UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA

SEDE VIÑA DEL MAR - JOSÉ MIGUEL CARRERA

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD TÉCNICA Y ECONÓMICA PARA MEJORAMIENTO DE PROCESO DEL SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN DEL EDIFICIO CASA CENTRAL DE CPECH

Trabajo de Titulación para optar a Título de INGENIERO DE EJECUCIÓN EN GESTIÓN INDUSTRIAL

Alumno:

José Alejandro Navas Riffo

Profesor guía:

Lorena Paredes Buzeta

2018

Quiero agradecer primeramente a Dios por esta maravillosa oportunidad de crecimiento y desarrollo personal. Agradezco profundamente a mi esposa, Ilenia Vega, por ser mi pilar fundamental en todo tiempo, a mis hijos y a cada una de las personas que me fortalecieron para lograr este gran paso en mi vida.

RESUMEN

Keywords: SPLIT, INVERTER, CHILLER, CALDERA DE CALEFACCIÓN.

El propósito del presente estudio es evaluar la prefactibilidad técnica y económica de la disminución del gasto por consumo de energía, defectos y cambios de equipos del sistema de climatización del edificio de la casa central de Cpech a través de la eliminación de los actuales equipos utilizados, los cuales consideran un chiller para la refrigeración, una caldera para la calefacción y, paralelamente, equipos split sin sistema inverter; juntamente con la implementación de nuevos equipos de climatización con tecnología inverter, lo cual permite la disminución de consumo eléctrico desde un 50% hasta un 80% comparado con equipos sin tecnología inverter. Además, se confeccionará un contrato de mantenciones para asegurar el buen funcionamiento del sistema, disminuir los gastos por concepto de fallas y alargar la vida útil de los equipos. Todo esto, se desarrollará en el edificio de la casa central de Cpech ubicado en la comuna de Santiago, en la Región Metropolitana.

La necesidad de ejecutar este proyecto nace desde el bajo nivel de confort actual para los usuarios del sistema, el aumento en el gasto por concepto de cambio de equipos por obsolescencia, grandes reparaciones por deterioro y fallas, y aumento de consumo eléctrico, además del peligro que constituye la operación de las calderas de calefacción.

En este escenario, y en el afán de entregar el mejor servicio a los trabajadores de Cpech, es que se ha determinado evaluar las mejoras tecnológicas que entrega el mercado de la climatización en Chile.

Para alcanzar dicho propósito, en este estudio de prefactibilidad técnica y económica se estudia la climatización con equipos que cuentan con tecnología inverter; sumado al mejoramiento de la distribución de los equipos de acuerdo a su cubicación, personal por punto de trabajo y, por consiguiente, su respectiva necesidad de BTU (british thermal unit). Se evalúan sus características y el valor que, al unificar todos estos factores, otorga al ser implementado el proyecto.

El servicio de climatización con la utilización de equipos con tecnología inverter busca entregar un alto nivel de confort en el usuario y un importante ahorro para la Institución.

En los siguientes capítulos se aborda el desarrollo de las necesidades para la implementación de esta mejora, juntamente con el análisis comparativo del servicio con y sin proyecto, describiendo los procesos que la institución y el proveedor instalador deberán realizar para llevar a cabo exitosamente la implementación, además de la demanda actual y futura.

De este modo, a continuación se desarrollan los capítulos de Diagnóstico y Metodología, además del Análisis de Prefactibilidad de Mercado, donde se fundamenta la iniciativa de este proyecto y se forma la base para un trabajo robusto. Finalmente, se muestra el desarrollo del Análisis de Prefactibilidad Técnica y Económica, entregando los detalles que permitan identificar si este proyecto es factible según los resultados obtenidos.

ÍNDICE

RESUMEN

SIGLAS Y SIMBOLOGÍA

INTRODUCCIÓN……1

CAPÍTULO 1: DIAGNÓSTICO Y METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN

1. DIAGNÓSTICO Y METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN……5

1.1. DIAGNÓSTICO……5

1.1.1. Antecedentes generales y específicos del proyecto……5

1.1.2. Objetivos del proyecto……7

1.1.2.1. Objetivo general……7

1.1.2.2. Objetivos específicos……7

1.1.3. Antecedentes cualitativos……7

1.1.4. Contexto de desarrollo del proyecto……8

1.1.5. Tamaño del proyecto……9

1.1.6. Impactos relacionados al proyecto……9

1.2. METODOLOGÍA……10

1.2.1. Definición de situación sin proyecto……10

1.2.2. Definición de situación con proyecto……18

1.2.3. Método para medición de beneficios y costos……19

1.2.4. Indicadores económicos……19

1.2.5. Criterios de evaluación……20

1.2.6. Estructura de evaluación del proyecto……20

CAPÍTULO 2: ANÁLISIS DE PREFACTIBILIDAD DE MERCADO

2. ANÁLISIS DE PREFACTIBILIDAD DE MERCADO……25

2.1. DEFINICIÓN DEL PRODUCTO……25

2.2. ANÁLISIS DE DEMANDA ACTUAL Y FUTURA……26

2.2.1. Demanda actual……26

2.2.2. Demanda futura……27

2.3. VARIABLES QUE AFECTAN LA DEMANDA……28

2.4. ANÁLISIS DE LA OFERTA ACTUAL Y FUTURA……29

2.4.1. Oferta actual……29

2.4.2. Oferta futura……33

2.5. COMPORTAMIENTO DE MERCADO……36

2.6. DETERMINACIÓN DE NIVELES DE PRECIO Y PROYECCIONES……37

2.7. ANÁLISIS DE LOCALIZACIÓN……39

2.8. ANÁLISIS DE SISTEMA DE COMERCIALIZACIÓN……40

2.8.1. Producto……40

2.8.2. Precio……41

2.8.3. Plaza……41

2.8.4. Promoción……41

2.8.5. Personas……41

2.8.6. Proceso……42

2.8.7. Posicionamiento……42

CAPÍTULO 3: ANÁLISIS DE PREFACTIBILIDAD TÉCNICA

3. ANÁLISIS DE PREFACTIBILIDAD TÉCNICA……45

3.1. DESCRIPCIÓN Y SELECCIÓN DE PROCESOS……45

3.1.1. Proceso N° 1: Montaje de equipos split con tecnología inverter……45

3.1.2. Proceso N° 2: Desconexión de chiller y caldera……..50

3.1.3. Proceso N° 3: Desmontaje de equipos fan coil y split sin tecnología inverter……53

3.1.4. Proceso N° 4: Capacitación para los usuarios de equipos……53

3.1.5. Proceso N° 5: Puesta en marcha oficial de proceso mejorado……..53

3.2. DIAGRAMA DE FLUJO……54

3.2.1. Montaje de equipos split con tecnología inverter……54

3.2.2. Desconexión de chiller y caldera……55

3.2.3. Desmontaje de equipos fan coil y split sin tecnología inverter……56

3.2.4. Capacitación para los usuarios de equipos……57

3.2.5. Puesta en marcha oficial de proceso mejorado……58

3.3. SELECCIÓN DE EQUIPOS……..60

3.3.1. Split muro 9000 BTU eco inverter……60

3.3.2. Split muro 12000 BTU eco inverter……61

3.3.3. Baja silueta 12000 BTU eco inverter……62

3.3.4. Cassette 18000 BTU eco inverter……62

3.3.5. Baja silueta 18000 BTU eco inverter……..63

3.3.6. Split 18000 BTU muro eco inverter……64

3.3.7. Split muro 24000 BTU eco inverter……..65

3.3.8. Baja silueta 24000 BTU eco inverter……65

3.3.9. Baja silueta 36000 BTU eco inverter……65

3.3.10. Baja silueta 48000 BTU eco inverter……66

3.4. LAYOUT……67

3.4.1. Layout piso 1……67

3.4.2. Layout piso 2……68

3.4.3. Layout piso 3……69

3.4.4. Layout piso 4……70

3.4.5. Layout piso 5……71

3.5. PROYECTOS COMPLEMENTARIOS……72

3.6. DETERMINACIÓN DE INSUMOS, PRODUCTOS Y SUBPRODUCTOS……73

3.7. FLEXIBILIDAD Y RENDIMIENTO……74

3.8. BALANCE DE MASA Y ENERGÍA……74

3.9. CONSUMOS DE ENERGÍA……76

3.10. PROGRAMAS DE TRABAJO, TURNOS Y GASTOS EN PERSONAL……76

3.11. PERSONAL DE OPERACIONES, CARGOS, PERFILES Y SUELDOS……78

3.11.1. Personal de operaciones, cargo, perfil y sueldo……78

3.12. INVERSIONES EN EQUIPO Y EDIFICACIONES……82

3.13. INVERSIONES EN CAPITAL DE TRABAJO……83

3.14. COSTOS DE INSTALACIÓN Y PUESTA EN MARCHA……85

3.15. COSTOS DE IMPREVISTOS……86

3.16. TABLA RESUMEN INVERSIÓN INICIAL……86

CAPÍTULO 4: ANÁLISIS DE PREFACTIBILIDAD ADMINISTRATIVA, LEGAL, SOCIETARIA, TRIBUTARIA, FINANCIERA Y AMBIENTAL

4. ANÁLISIS DE PREFACTIBILIDAD ADMINISTRATIVA, LEGAL, SOCIETARIA, TRIBUTARIA, FINANCIERA Y AMBIENTAL……89

4.1. ANÁLISIS DE PREFACTIBILIDAD ADMINISTRATIVA……89

4.1.1. Personal……89

4.1.2. Estructura organizacional……90

4.1.3. Sistema de información administrativo……92

4.1.4. Personal administrativo, cargos, perfiles y sueldos……93

4.2. ANÁLISIS DE PREFACTIBILIDAD LEGAL……96

4.2.1. Marco legal vigente……96

4.2.2. Políticas de desarrollo industrial……97

4.2.3. Aspectos legales al giro del proyecto……97

4.2.4. Incentivos……97

4.2.5. Aspectos laborales……97

4.2.6. Costos asociados al cumplimiento de la legislación vigente……97

4.3. ANÁLISIS DE PREFACTIBILIDAD SOCIETARIA……98

4.3.1. Relación entre los inversionistas……98

4.3.2. Estructura societaria……98

4.3.3. Estimación del gasto para dar forma a la estructura societaria……99

4.4. ANÁLISIS DE PREFACTIBILIDAD TRIBUTARIA……100

4.4.1. Sistema tributario……100

4.4.2. Mecanismo de determinación de gasto en impuesto……100

4.5. ANÁLISIS DE PREFACTIBILIDAD FINANCIERA……101

4.5.1. Fuentes de financiamiento……101

4.5.1.1. Inversionistas……101

4.5.1.2. Leasing……102

4.5.1.3. Instituciones crediticias……..102

4.5.2. Costos de financiamiento……102

4.6. ANÁLISIS DE PREFACTIBILIDAD AMBIENTAL…….103

4.6.1. Impacto al medio ambiente……103

4.6.2. Marco legal vigente……103

4.6.3. Análisis de afluentes……103

4.6.4. Ajuste a las norma……..104

CAPÍTULO 5: EVALUACIÓN ECONÓMICA

5. EVALUACIÓN ECONÓMICA……107

5.1. CONSIDERACIONES A UTILIZAR……..107

5.1.1. Horizonte del proyecto……107

5.1.2. Tasa de descuento……..107

5.1.3. Moneda a utilizar……..110

5.1.4. Impuestos……110

5.1.5. Depreciaciones……110

5.1.6. Reinversiones……111

5.1.7. Análisis de riesgo……..111

5.1.8. Ingresos del proyecto……..112

5.1.9. Egresos del proyecto……113

5.2. PROYECTO PURO……..113

5.2.1. Flujo de caja sin financiamiento externo……..114

5.2.2. Indicadores económicos……116

5.2.3. Rentabilidad del proyecto puro……..116

5.3. PROYECTO CON FINANCIAMIENTO EXTERNO……117

5.3.1. Proyecto con 25% de financiamiento externo……..117

5.3.2. Proyecto con 50% de financiamiento externo……..119

5.3.3. Proyecto con 75% de financiamiento externo……..121

5.3.4. Indicadores económicos……123

5.3.5. Rentabilidad del proyecto con financiamiento externo……..123

5.4. SENSIBILIZACIONES……..124

5.4.1. Análisis de sensibilidad del ahorro……..125

5.4.2. Análisis de sensibilidad de costo variable……127

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES……..129

BIBLIOGRAFÍA……..131

ANEXOS

ANEXO A: ACTA DE BAJA DE ACTIVO FIJO……134

ANEXO B: COTIZACIÓN DE EQUIPOS, INSUMOS Y MANO DE OBRA……136

ANEXO C: COTIZACIÓN DE DESINSTALACIÓN DE EQUIPOS……137

ANEXO D: PLAN DE MANTENIMIENTO……..138

ANEXO E: TABLA DE VIDA ÚTIL DE LOS BIENES FÍSICOS DEL ACTIVO INMOVILIZADO……..140

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1: Diagrama de flujos. Caldera en funcionamiento.....14

Figura 1-2: Diagrama de flujos. Chiller en funcionamiento.....14

Figura 2-1: Funcionamiento de tecnología inverter……26

Figura 2-2: Localización proyecto.....40

Figura 3-1: Ubicación estructuras para compresores mirada norte.....46

Figura 3-2: Ubicación estructuras para compresores mirada oriente.....47

Figura 3-3: Ubicación caldera de calefacción.....51

Figura 3-4: Ubicación chiller de refrigeración.....52

Figura 3-5: Ficha técnica split inverter 9000 a 24000 BTU.....61

Figura 3-6: Ficha técnica cassette inverter 12000 a 44000 BTU.....63

Figura 3-7: Ficha técnica split ducto inverter 18000 a 48000 BTU.....64

Figura 3-8: Layout primer piso.....68

Figura 3-9: Layout segundo piso.....69

Figura 3-10: Layout tercer piso.....70

Figura 3-11: Layout cuarto piso.....71

Figura 3-12: Layout quinto piso.....72

Figura 3-13: Descriptor de cargo encargado de servicios generales página 1.....79

Figura 3-14: Descriptor de cargo encargado de servicios generales página 2.....80

Figura 3-15: Liquidación de sueldo de encargado de servicios generales.....81

Figura 4-1: Organigrama general de Cpech S.A.....91

Figura 4-2: Estructura SS.GG.....92

Figura 4-3: Descriptor de cargo subgerente de gestión docente e imprenta página 1.....94

Figura 4-4: Descriptor de cargo subgerente de gestión docente e imprenta página 2.....95

Figura 5-1: Flujo de caja puro.....115

Figura 5-2: Flujo de caja con financiamiento externo al 25%.....118

Figura 5-3: Flujo de caja con financiamiento externo al 50%.....120

Figura 5-4: Flujo de caja con financiamiento externo al 75%.....122

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2-1: Demanda actual.....27

Tabla 2-2: Demanda año 2018.....27

Tabla 2-3: Proyección demanda para el horizonte del proyecto.....28

Tabla 2-4: Oferta actual piso 1.....30

Tabla 2-5: Oferta actual piso 2.....30

Tabla 2-6: Oferta actual piso 3.....31

Tabla 2-7: Oferta actual piso 4.....31

Tabla 2-8: Oferta actual piso 5.....32

Tabla 2-9: Resumen oferta actual.....32

Tabla 2-10: Oferta futura piso 1.....33

Tabla 2-11: Oferta futura piso 2.....34

Tabla 2-12: Oferta futura piso 3.....34

Tabla 2-13: Oferta futura piso 4.....35

Tabla 2-14: Oferta futura piso 5.....35

Tabla 2-15: Resumen oferta futura.....36

Tabla 3-1: Distribución equipos piso 1.....48

Tabla 3-2: Distribución equipos piso 2.....48

Tabla 3-3: Distribución equipos piso 3.....49

Tabla 3-4: Distribución equipos piso 4.....49

Tabla 3-5: Distribución equipos piso 5.....50

Tabla 3-6: Resumen de equipos proyecto.....66

Tabla 3-7: Matriz de selección de equipos.....66

Tabla 3-8: Consumo equipos sin proyecto por día.....75

Tabla 3-9: Consumo equipos con proyecto por día.....75

Tabla 3-10: Inversión en equipos, insumos y mano de obra.....82

Tabla 3-11: Determinación de egresos del proyecto.....83

Tabla 3-12: Determinación de ingresos/ahorro.....84

Tabla 3-13: Determinación de saldo. Método máximo déficit acumulado.....84

Tabla 3-14: Determinación de costo puesta en marcha.....85

Tabla 3-15: Determinación de inversión total.....86

Tabla 4-1: Personal de Cpech para aplicación de proyecto.....90

Tabla 4-2: Accionistas Cepech S.A.....99

Tabla 4-3: Directorio Cepech S.A.....99

Tabla 4-4: Principales ejecutivos Cepech S.A.....99

Tabla 4-5: Tasa de impuesto de primera categoría.....100

Tabla 5-1: Tabla de depreciación de equipos.....111

Tabla 5-2: Ingresos del proyecto.....112

Tabla 5-3: Egresos del proyecto.....113

Tabla 5-4: Indicadores proyecto puro.....116

Tabla 5-5: Amortización de crédito por 25% de financiamiento.....117

Tabla 5-6: Amortización de crédito por 50% de financiamiento.....119

Tabla 5-7: Amortización de crédito por 75% de financiamiento.....121

Tabla 5-8: Indicadores económicos proyecto financiado al 25%, 50% y 75%.....123

Tabla 5-9: Comparación de indicadores económicos.....124

Tabla 5-10: Análisis de sensibilidad del ahorro.....125

Tabla 5-11: Análisis de sensibilidad del gasto.....127

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1-1: Porcentaje de hombres y mujeres encuestadas de la casa central de Cpech.....11

Gráfico 1-2: Edad de los encuestados de la casa central de Cpech.....11

Gráfico 1-3: Porcentaje de personas encuestadas que utilizan el sistema de climatización.....12

Gráfico 1-4: Nivel de satisfacción con el actual sistema de climatización.....12

Gráfico 1-5: Necesidad de mejoramiento del sistema de climatización.....12

Gráfico 1-6: Costo consumo histórico eléctrico equipos.....15

Gráfico 1-7: Costo consumo histórico gas caldera.....16

Gráfico 1-8: Costos por equipos.....17

Gráfico 1-9: Costos por mantención, reparación y /o reemplazo.....17

Gráfico 2-1: Oferta VS demanda actual.....37

Gráfico 2-2: Oferta VS demanda futura.....38

Gráfico 2-3: Proyección precio/ahorro.....38

Gráfico 5-1: Sensibilización Ahorro/VAN.....126

Gráfico 5-2: Sensibilización Ahorro/TIR.....126

Gráfico 5-3: Sensibilización Gasto/VAN.....128

Gráfico 5-4: Sensibilización Gasto/TIR.....128

ÍNDICE DE DIAGRAMAS

Diagrama 3-1: Instalación de equipos.....55

Diagrama 3-2: Desconexión legal de caldera y chiller.....56

Diagrama 3-3: Desmontaje de equipos sin tecnología inverter.....57

Diagrama 3-4: Capacitación para usuarios de los equipos.....58

Diagrama 3-5: Puesta en marcha oficial de proceso mejorado.....59

SIGLAS Y SIMBOLOGÍA

A. SIGLAS

BTU : British Thermal Unit o Unidad Térmica Británica.

VRV : Volumen de Refrigerante Variable.

HVAC	:	Heating Ventilation Air Conditioning o Calefacción Ventilación Aire Acondicionado.
R.R.H.H	:	Recursos Humanos.
UF	:	Unidad de Fomento.
VAN	:	valor actual neto.
TIR	:	Tasa Interna de Retorno.
PRI	:	Periodo de Recuperación de la Inversión o Payback.
WACC	:	Weighted Average Cost of Capital o Costo Promedio Ponderado del Capital.
CLP	:	Peso chileno.
SEREMI	:	Secretarías Regionales Ministeriales.
EER	:	Relación de Rendimiento Energético.
SS.GG.	:	Servicios Generales.
RITCH	:	Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios en Chile.
SEC	:	Superintendencia de Electricidad y Combustibles.
INN	:	Instituto Nacional de Normalización.
SSMS	:	Servicios de Salud Dependientes del Ministerio de Salud.
PROCEFF	:	Programa de Certificación de Fuentes Fijas.
MINVU	:	Ministerio de Vivienda y Urbanismo.
OGC	:	Ordenanza General de Construcción.
IVA	:	Impuesto al Valor Agregado.
LIR	:	Ley de Impuesto a la Renta.
BCI	:	Banco de Crédito e Inversiones.
CAPM	:	Capital Asset Pricing Model o Modelo de Valoración de Activos Financieros.

BCU	:	Bonos del Banco Central en UF.
BTU	:	Bono de la Tesorería General de la República emitido en UF.
IPSA	:	Índice de Precios Selectivo de Acciones.
Ke	:	Tasa de descuento o costo de oportunidad para los inversionistas.
CAA	:	Capital Aportado por los Accionistas.
D	:	Deuda financiera contraída.
Kd	:	Costo de la deuda financiera o tasa de interés bancaria.
T	:	Tasa de impuesto a las ganancias o impuesto a la renta.
VS	:	Versus o Contra.

B. SIMBOLOGÍA

$	:	Peso Chileno.
Kw/h	:	Kilowatt Hora.
m^3	:	Metro Cúbico.
N°	:	Número.
mm	:	Milímetro.
m^2	:	Metro Cuadrado.
2°	:	Segundo.
β	:	Coeficiente de medida de riesgo no sistemático.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad las personas buscan mejorar su calidad de vida, elevar su “confort” ya sea en el hogar, en un restaurante, al visitar a alguien, al visitar a su médico, al pasear por un centro comercial y más aún en su lugar de trabajo, espacio en el que más tiempo están.

Llegar a un lugar de trabajo de mejor calidad, cómodo, seguro y con un clima agradable mejora la productividad y rendimiento de quienes se desarrollan en éste; y lograr un lugar así depende de distintos factores, dentro de los cuales está la temperatura que posee dicho lugar.

En el afán de buscar el mejoramiento de la calidad de vida en el trabajo de las personas es que se desarrolla el presente proyecto, el cual busca evaluar la mejora del sistema de climatización del edificio de la casa central de Cpech, lugar de trabajo de un centenar de personas.

El objetivo que se busca es optimizar la eficiencia del sistema de climatización y, a la vez, mejorar el confort de los trabajadores de la casa central de Cpech, mejorar su productividad, disminuir los riesgos y costos asociados al funcionamiento del actual sistema de climatización que consideran un equipo chiller de refrigeración durante los meses de octubre y abril; y una caldera de calefacción durante los meses de mayo y septiembre; los cuales surten climatización a 31 equipos fan coil. Además, el edificio cuenta con 40 equipos split, tanto de muro, como de ventana y consola techo (cassette).

Cpech llegó en el año 2002 a instalarse en el edificio donde se encuentra actualmente ubicado, edificio con fecha de recepción final en 1964 y, posterior a ésto, en 1993 se instaló el actual sistema de calefacción central que considera un chiller de refrigeración y una caldera de calefacción, equipos destinados a la climatización del edificio, junto a cada uno de los equipos fan coil, los cuales por su longeva vida de utilización han sufrido distintos tipos de fallas producidas por el desgaste normal, lo cual ha generado un gasto en reparaciones, mantenciones e inversiones pequeñas por concepto de cambio de equipos que asciende a $24.133.125 en los últimos 4 años; así como también cada uno de sus componentes se deteriora cada día más, siendo considerados en la actualidad como equipos obsoletos y poco eficientes. Producto de lo antes mencionado, es que los costos asociados a su manutención y funcionamiento han sufrido un alza considerable con un promedio de aumento anual de los últimos 5 años en un 6% en el consumo de gas y del 27% del consumo de electricidad, lo cual hace cada vez más costosa su operación.

Por otro lado, actualmente existe un mercado capaz de ofrecer una gran variedad de soluciones para la necesidad de climatizar edificios corporativos, a través de equipos cada vez más eficientes en cuanto a confort, ahorro energético, disminución de emisiones; equipos más compactos y que hacen cada vez más amigable la utilización por parte de los usuarios; tales como los equipos split con sistema inverter, templadores motorizados, equipos VRV, entre otros.

Dado todo lo anterior, es que nace la necesidad de mejorar el actual sistema de climatización del edificio la casa central de Cpech, lo cual da el puntapié inicial al proyecto que evaluará una mejora del actual proceso de climatización de tal edificio.

CAPÍTULO 1: DIAGNÓSTICO Y METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN

1. DIAGNÓSTICO Y METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN

En este capítulo, se detalla la historia de la evolución de los sistemas de climatización, específicamente los sistemas utilizados para climatizar edificios corporativos, los cuales son considerados una necesidad básica para el normal funcionamiento de las empresas. Se presentarán los antecedentes y objetivos; generales y específicos del proyecto, además se dará a conocer el contexto en donde se desarrollará dicho proyecto y los impactos relacionados al mismo. Se dará a conocer la situación actual, es decir, sin proyecto y el escenario deseado una vez implementada la mejora.

1.1. DIAGNÓSTICO

A continuación se presenta el diagnóstico del proyecto, exponiendo los antecedentes para el conocimiento de lo que se estudiará.

1.1.1. Antecedentes generales y específicos del proyecto

La oficina es donde la gente suele pasar más tiempo que en su propia casa, por lo menos 8 horas diarias. Por esta razón es importante mantener el mejor ambiente posible en el lugar que se labora. Mantener el mejor ambiente posible en el trabajo no sólo se trata de un buen clima laboral, buenas relaciones de trabajo y el respeto en una oficina, sino también, que el espacio debe estar limpio, seco y con una temperatura ideal.

Este proyecto se desarrollará en casa central de la institución Cpech, dedicada a la preparación de alumnos para alcanzar la meta del ingreso a la educación superior.

Cpech es una institución privada que se creó en 1985 con el objetivo de dar acceso a los jóvenes del país a una formación y entrenamiento especializado y de calidad, para rendir las distintas pruebas de selección universitaria.

Para mantener la temperatura ideal en el edificio de la casa central de Cpech se utiliza, en la actualidad, 31 equipos fan coil alimentados por un chiller de refrigeración, con fecha de fabricación de 1993, y una caldera de calefacción, con igual fecha de fabricación. Además 40 equipos Split (muro, ventana y consola techo, conocidos como cassette) los cuales han sido instalados a medida que algunos usuarios con poder dentro de la organización, han solicitado la instalación de equipos más sofisticados, eficientes y que entregan la temperatura deseada.

La extensa vida de uso, tanto del chiller como de la caldera, hace cada vez más peligrosa y costosa su operación, sumado a que cada vez hay menos equipos fan coil operativos que reciben climatización de ambas unidades transmisoras de temperatura, hacen menester presentar un proyecto que contemple una mejora significativa en el confort del usuario, una disminución de costos operativos y, así como también, disminución de costos asociados a pequeñas inversiones aisladas producidas por la instalación de equipos split.

Actualmente el mercado posee una alta gama de sistemas capaces de cumplir con las expectativas del proyecto tales como:

- ✓ Templadores motorizados
- ✓ Sistemas VRV
- ✓ Equipos chiller de refrigeración y calefacción
- ✓ Equipos split
- ✓ Equipos split baja silueta
- ✓ Sistema de climatización HVAC

Por lo que se podrá evaluar todas estas alternativas como potenciales implementaciones.

Hoy en día la casa central de Cpech alberga a más de 175 trabajadores, de los cuales más del 96,57% se verá directamente beneficiado con el proyecto, sin tomar en consideración que el inminente cese de operación de la caldera y el chiller constituyen un gran avance en la seguridad de todo el personal.

Para la evaluación del presente proyecto se utilizarán herramientas tales como el análisis de cadena de valor, diagrama de Pareto para el control fallas y mantenciones, métodos de series de tiempo, análisis de los costos actuales asociados a la operatividad y herramientas de análisis económico y financiero de datos.

1.1.2. Objetivos del proyecto

En los próximos puntos se darán a conocer los objetivos del presente proyecto de mejora de proceso.

1.1.2.1. Objetivo general

Evaluar la prefactibilidad técnica y económica para mejorar el proceso de climatización del edificio de la casa central de Cpech.

1.1.2.2. Objetivos específicos

Los objetivos específicos definidos para el presente proyecto son los que se indican a continuación:

- ✓ Realizar el levantamiento de las necesidades de consumos energéticos utilizados para la climatización de la casa central de Cpech.
- ✓ Evaluar los aspectos técnicos de la generación de energía utilizada para la climatización de la casa central de Cpech.
- ✓ Analizar los aspectos legales y administrativos para la generación de energía utilizada para la climatización de la casa central de Cpech.
- ✓ Evaluar la viabilidad económica y financiera de la implementación del proyecto.

1.1.3. Antecedentes cualitativos

El lugar físico en donde se desarrollará el proyecto es en la casa central de Cpech, ubicada en calle Agustinas 1447, Santiago.

Al inicio de su operación estos equipos, tanto del chiller de refrigeración como la caldera de calefacción, surtían climatización a 70 equipos fan coil, de los cuales quedan 31 en uso, claro indicador de obsolescencia, considerando que el sistema posee 24 años de operación, sumado a que el gasto generado por el combustible gas natural de la caldera y el consumo de energía eléctrica producido por el chiller se ve incrementado anualmente en un promedio de 6% en el caso del consumo de la caldera y en un promedio de 27% en el consumo del chiller.

Debido a la complejidad de la mantención, la gran diferencia de funcionamiento y estructura de los equipos, y la necesaria especialización técnica para la reparación de los mismos, es que se hace muy dificultosa la unificación y fidelización de un equipo técnico que se haga responsable por las reparaciones y mantenciones necesarias.

Todos estos datos recopilados permiten ahondar en la necesidad de la evaluación de este proyecto.

1.1.4. Contexto de desarrollo del proyecto

Este proyecto se desarrollará en la casa central de Cpech, lugar donde se trabajan todos los programas, materiales y redes de contenidos para las clases del preuniversitario impartidas en las 48 sedes a lo largo del país. La casa central de Cpech es el punto neurálgico operativo de la institución, en donde se procesan todos los datos, asignaciones de alumnos y profesores, diseño de materiales, guías, talleres, test y ensayos nacionales; impresión y distribución del material utilizado en clases; además de todos los departamentos tales como finanzas, contabilidad y tesorería, adquisiciones, diagramación y diseño, dirección académica, pedagógica y docencia, operaciones, informática con su sala de servidores, editorial y periodismo, selección de personal y R.R.H.H, proyectos e infraestructura, marketing, comercial, prevención de riesgos, control y gestión de calidad, gerencia general y directorio.

El sistema de climatización de casa central cumple la importante misión de mantener la operatividad y funcionamiento de la cabeza de Cpech manteniendo una temperatura ideal, para lo cual debe funcionar sin interrupciones y en óptimas condiciones.

Una falla en el equipo chiller o caldera significa la detención de la totalidad de los equipos fan coil durante el proceso de reparación, que en ocasiones podría durar días, lo cual hace que el sistema de climatización sea crítico.

Los puntos mencionados abren una clara oportunidad de mejora que hace imperante su evaluación.

1.1.5. Tamaño del proyecto

Este proyecto será desarrollado como una mejora del proceso de climatización de la casa central de Cpech, el cual cuenta, actualmente, con dos sistemas con funcionamiento paralelo. Uno es el sistema de calefacción central, que a su vez cuenta con un chiller de refrigeración para los meses de calor y una caldera de calefacción para los meses de frío; y, por otro lado, se climatiza paralelamente con equipos de aire acondicionado tipo split, baja silueta y cassette sin tecnología inverter. Todo esto con la incapacidad de satisfacer plenamente las necesidades tanto del usuario, en cuanto a confort y manejo personalizado de las temperaturas, como de la empresa, debido a su alta tasa de fallas, elevado consumo y alta peligrosidad. De esta forma, la implementación de este proyecto requerirá el cambio de la totalidad de equipos actualmente en uso, la desinstalación legal de la caldera de calefacción, la fabricación de una estructura capaz de agrupar de la manera más eficiente los equipos externos del sistema y las necesarias capacitaciones para el usuario y así cumplir con los objetivos trazados en el punto 1.1.2.1 y 1.1.2.2 del presente capítulo.

En relación al personal para el control de la correcta implementación, Cpech cuenta con el personal necesario para ésta tarea, quien está respaldado por el departamento de operaciones, de quien depende dicho personal. Sumado a lo anterior, se presentará una licitación que contemple la implementación del proyecto con personal técnicamente capacitado y certificado por la empresa adjudicataria.

De este modo y, considerando los puntos anteriormente señalados, es que Cpech estima una inversión base para la implementación de este proyecto de 2.483,89 UF.

1.1.6. Impactos relacionados al proyecto

De acuerdo a las mejoras que se propondrán luego de las distintas evaluaciones, se espera que en la casa central de Cpech ocurran diversas situaciones favorables para la institución, las cuales se confirmarán una vez evaluado el proyecto en su totalidad y la

institución haya decidido implementarlo. Se espera que el proyecto tenga impactos directos en el confort de los trabajadores de la casa central de Cpech, afectando positivamente su satisfacción y clima laboral, así como también impacte positiva y directamente en los costos de consumo de energía, disminuyéndolos en un 30%, así como también se elimine el peligro asociado a la operatividad de la caldera de calefacción.

Por lo tanto, se espera que el proyecto tenga los siguientes impactos:

- ✓ Reducir los costos y riesgos de operación del actual sistema de climatización.
- ✓ Eliminar la obsolescencia de los equipos utilizados actualmente y reemplazarlos por equipos más eficientes, amigables al usuario y al medio ambiente.
- ✓ Optimizar las mantenciones, reducir sus costos y generar un plan de mantenimiento.

1.2. METODOLOGÍA

En los siguientes puntos se dará a conocer la metodología a utilizar en el proyecto.

1.2.1. Definición de situación sin proyecto

En la actualidad el sistema de climatización utilizado en la casa central de Cpech considera una mezcla poco productiva de equipos para entregar el servicio de climatización, los cuales consideran una diferencia significativa en la percepción de calidad de servicio de sus distintos usuarios.

Para analizar la satisfacción del usuario del actual sistema de climatización se realizó una encuesta a 38 trabajadores. El tamaño de la muestra se determinó mediante el método de la Ecuación Estadística para Proporciones Poblacionales que se presenta a continuación:

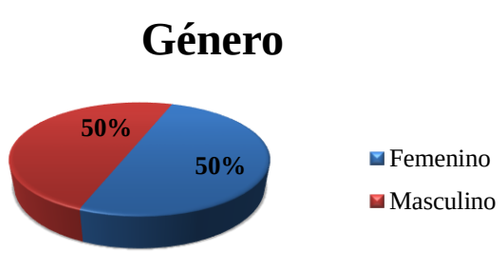
$$n = Z^2(p * q)/(e^2 + \frac{Z^2(p * q)}{N})$$

En donde:

- n= Tamaño de la muestra.
- Z= 1,96= Nivel de confianza deseado.
- p= 0,5= Proporción de la población con la característica deseada (éxito).
- q= 0,5= Proporción de la población sin la característica deseada (fracaso).
- e= 14%= Nivel de error dispuesto a cometer.
- N= 175= Tamaño de la población.

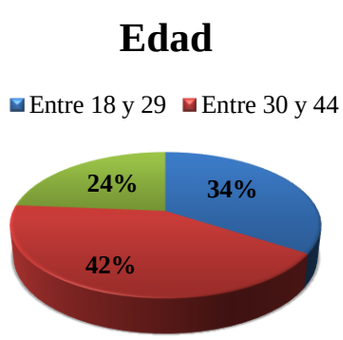
Por lo tanto, con un 95% de nivel de confianza y un 14% de margen de error se determina un tamaño de muestra de 38 personas.

Los datos arrojados se representan en los siguientes gráficos:



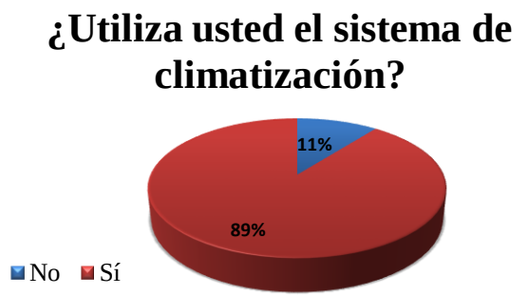
Fuente: Elaboración propia

Gráfico 1-1: Porcentaje de hombres y mujeres encuestadas de la casa central de Cpech.



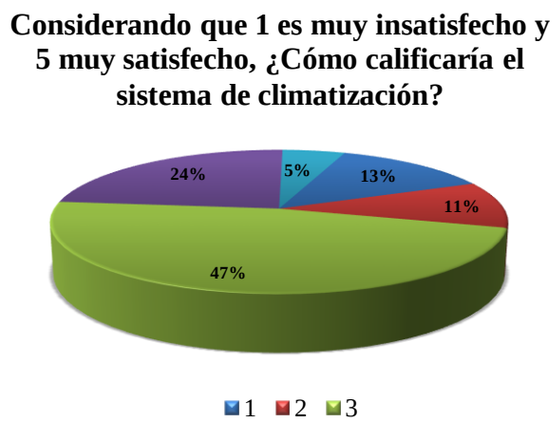
Fuente: Elaboración propia

Gráfico 1-2: Edad de los encuestados de la casa central de Cpech.



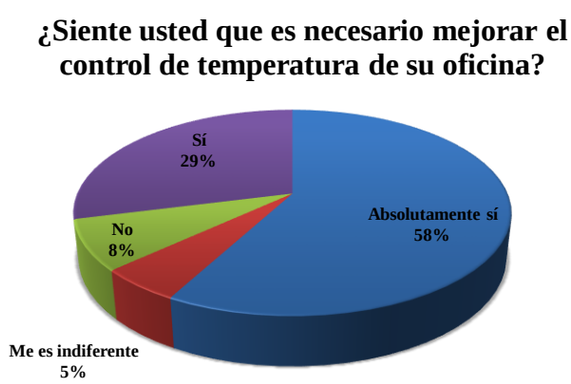
Fuente: Elaboración propia

Gráfico 1-3: Porcentaje de personas encuestadas que utilizan el sistema de climatización.



Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 1-4: Nivel de satisfacción con el actual sistema de climatización.



Fuente: Elaboración propia

Gráfico 1-5: Necesidad de mejoramiento del sistema de climatización.

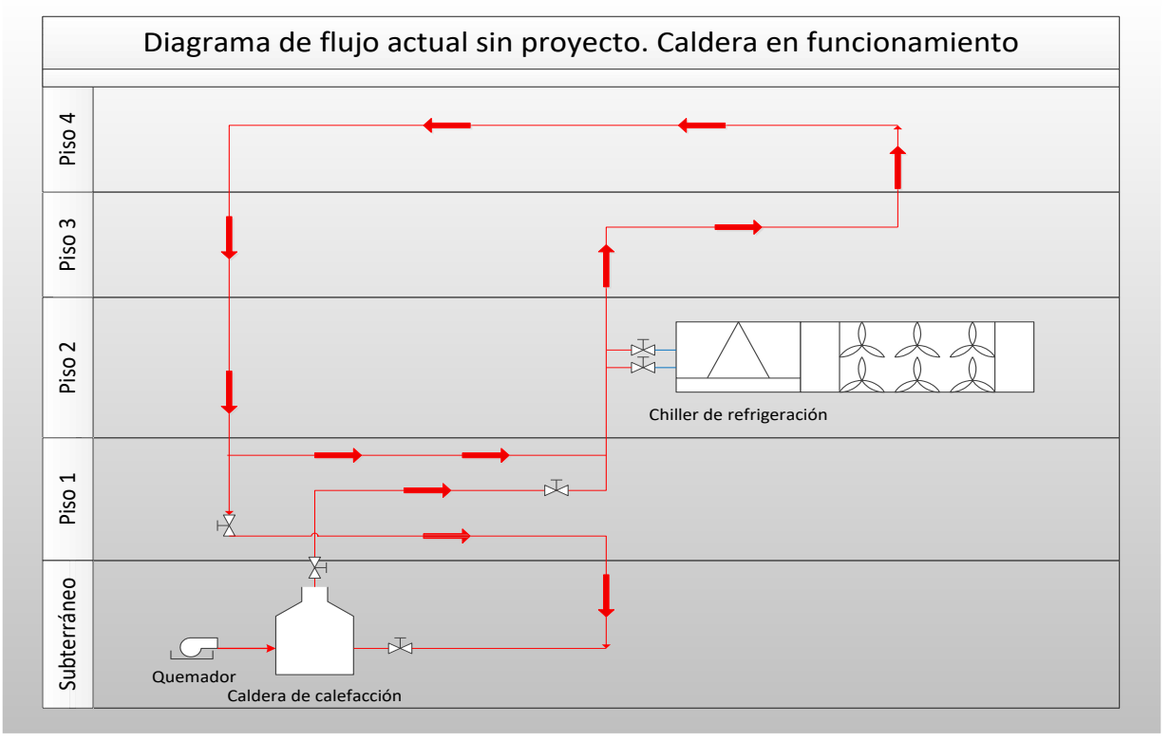
Como conclusión de los datos obtenidos de la encuesta se puede observar lo siguiente:

- ✓ El 89% indicó hacer uso del sistema de climatización utilizado en la casa central del Cpech.
- ✓ Un 71% declaró estar entre muy insatisfecho y medianamente satisfecho, lo cual es un indicador de disconformidad con el actual sistema.
- ✓ Un 58% declara que es absolutamente necesarios mejorar el control de temperatura de su lugar de trabajo y un 29% lo declara como necesarios, por lo que el 87% lo manifiesta como una necesidad de mejora.

Gracias a los resultados obtenidos se considera una necesidad imperante trabajar en la mejora del actual sistema de climatización para mejorar el confort de los trabajadores de la casa central de Cpech, de tal manera que se buscará con esta mejora aumentar su productividad por medio de la mejora de su clima laboral.

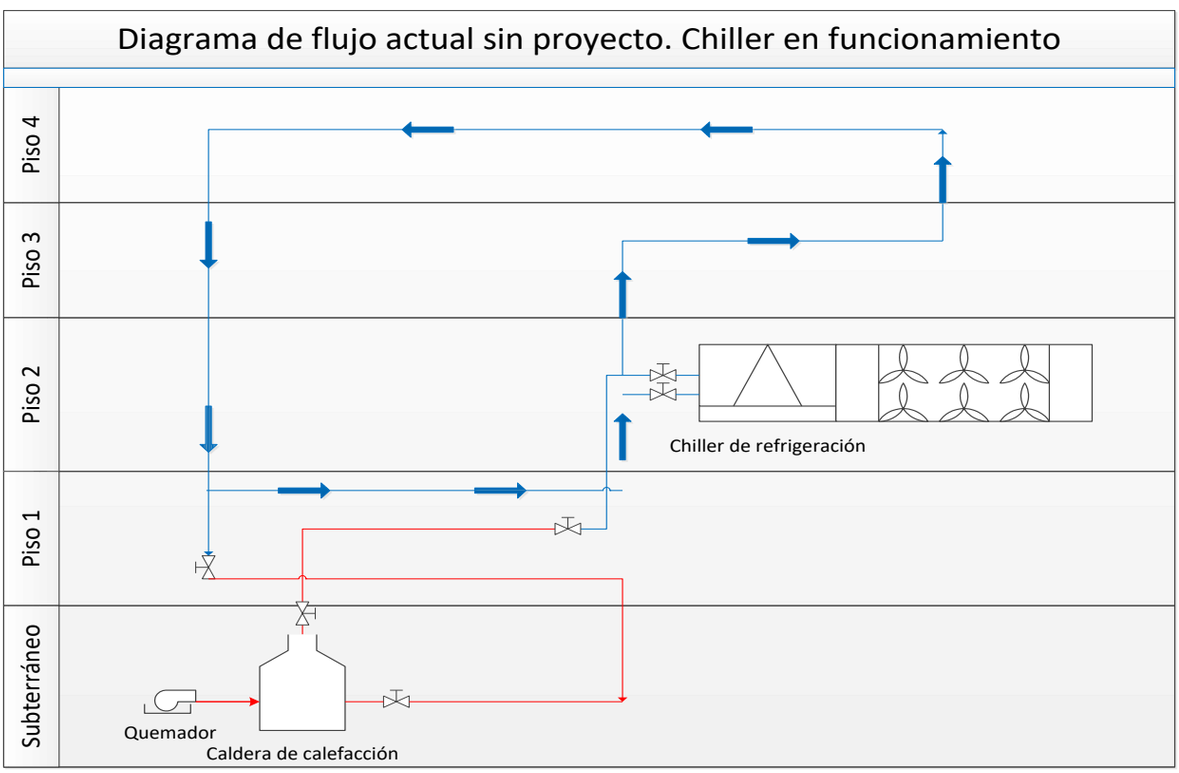
Para la climatización de las 67 oficinas de la casa central de Cpech se utiliza una caldera de calefacción, durante los meses de mayo y septiembre, y un chiller de refrigeración durante los meses de octubre y abril. Ambos equipos surten climatización a 31 equipos fan coil. En paralelo se utilizan 40 equipos split, los cuales operan durante todo el año, entregando así, en conjunto, el servicio de climatización del edificio.

En los siguientes esquemas (figura 1-1 y 1-2) se visualiza el circuito de ductos que comparten el chiller y la caldera, pero que operan en distintas estaciones, siendo el chiller el encargado de utilizarlas durante los meses de calor y la caldera durante los meses de frío.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 1-1: Diagrama de flujos. Caldera en funcionamiento.

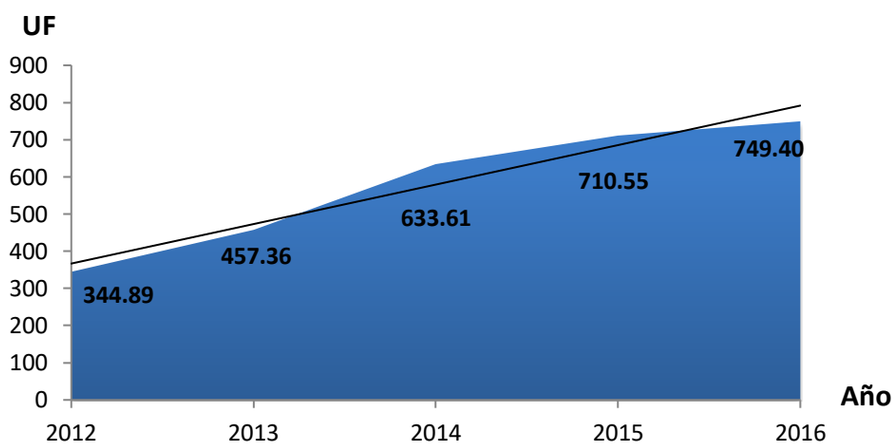


Fuente: Elaboración propia.

Figura 1-2: Diagrama de flujos. Chiller en funcionamiento.

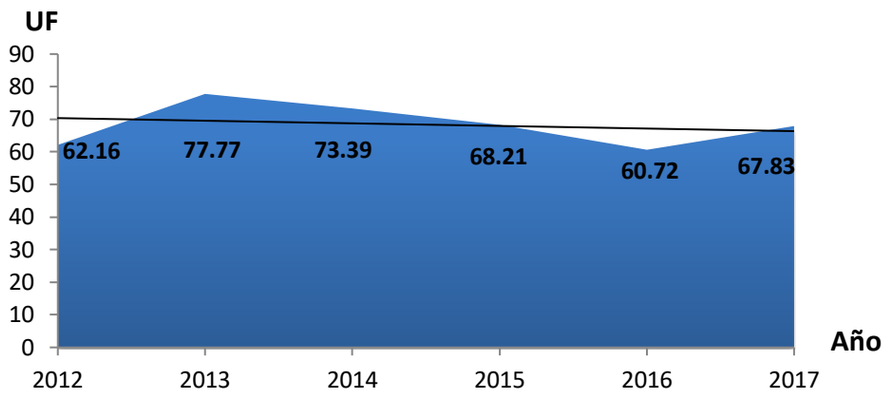
En su génesis, el sistema de climatización de la casa central de Cpech sólo consideraba equipos fan coil alimentados por el chiller y la caldera. Este escenario fue evolucionando a medida que los usuarios del directorio comenzaran a realizar cambios en sus oficinas y sala de reuniones ubicadas en el quinto piso de casa central, de tal manera que se desconectó y eliminó el sistema por conductos y equipos fan coil y se reemplazó por equipos split muro de 24.000 BTU independientes entre sí. Esto siguió avanzando hacia los pisos inferiores hasta llegar al escenario actual que considera una totalidad de 40 equipos split y 31 equipos fan coil. De esta manera se han realizado pequeñas inversiones que resultan poco beneficiosas y, sumado a lo antes mencionado, por consiguiente se deshabilitan cada vez más equipos fan coil, por lo que el prorrateo de sus costos operacionales se ve incrementado al dividirse en menos equipos.

A continuación se presentan gráficos de los costos históricos, evaluados en base al valor de la UF promedio de cada año, de los últimos 5 años del consumo energético de electricidad, lo que considera equipos split sin sistema inverter, fan coil y el chiller; y el consumo energético de gas natural generado por la caldera.



Fuente: Elaboración propia basado en datos de consumo Cpech.

Gráfico 1-6: Costo consumo histórico eléctrico equipos año 2012-2016.

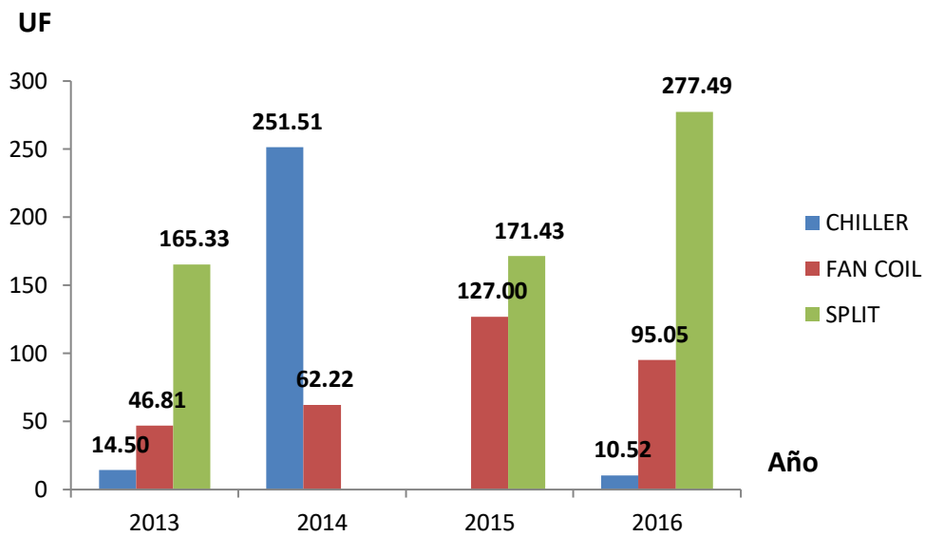


Fuente: Elaboración propia basado en datos de consumo Cpech.

Gráfico 1-7: Costo consumo histórico gas caldera año 2012-2017.

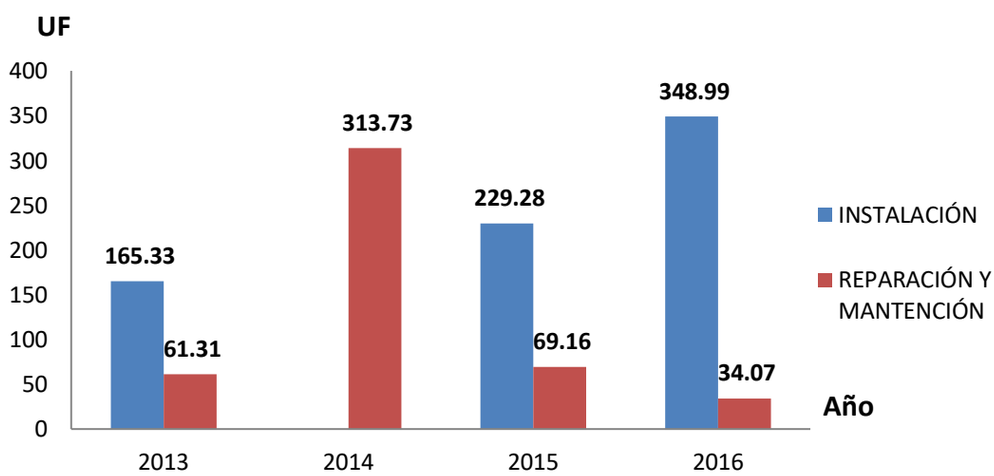
Al analizar los gráficos se puede visualizar el porcentaje promedio de incremento en el consumo eléctrico lo cual asciende a un 22% anual considerando los últimos 5 años. Para el caso del consumo de gas natural generado por la caldera se consideró el año 2017 debido a que corresponde a un claro indicador en cuanto al impacto generado por el cambio climático, situación que causa temperaturas más extremas que se traducen en aumentos de consumo, esto arroja como resultado un promedio de incremento anual de tan sólo un 3% de los últimos 6 años, pero si se consideran los 2 últimos el incremento aumenta a un 12%, lo que resulta considerable ya que los montos asociados corresponden al consumo incurrido sólo hasta el mes de agosto de 2017.

Por último, se presentan los datos asociados a gastos por concepto de mantenciones, reparaciones y/o reemplazos de partes, piezas y equipos por obsolescencia.



Fuente: Elaboración propia basado en datos de gastos Cpech.

Gráfico 1-8: Costos por equipos año 2013-2016.



Fuente: Elaboración propia basado en datos de costos Cpech.

Gráfico 1-9: Costos por mantención, reparación y /o reemplazo año 2013-2016.

Los gráficos 1-8 y 1-9, muestran que los equipos de la calefacción central, debido a longeva vida de operación, han sufrido daños tales que ha sido necesaria la sustitución de partes completas como lo sucedido en el año 2014 donde el ítem reparación y mantención se ha incrementado

en un 512% dado que se reemplazó uno de los compresores del chiller. Además, se puede dilucidar que el ítem instalación se lleva un gran porcentaje de gasto o inversión, la cual ha sido generada por producirse el traspaso de los equipos fan coil para dejar lugar a los equipos split de aire acondicionado, inversión que se ha incrementado en un 152% entre el 2015 y 2016.

1.2.2. Definición de situación con proyecto

La proyección deseada para la implementación del proyecto es mejorar la eficiencia del sistema de climatización entregado por los equipos chiller y caldera, transmitida a través de los equipos fan coil, y como consecuencia mejorar la percepción de satisfacción del actual usuario.

Mediante la implementación del proyecto se busca disminuir los costos asociados a la operación de la caldera de calefacción, la cual consume gas natural, y los costos asociados al consumo de energía eléctrica que efectúa el chiller de refrigeración. Todo esto se fundamenta en la disminución de la eficiencia energética ocasionada por la longevidad de su vida operativa, que ya suma 24 años, lo cual genera un considerable aumento de consumo para la misma operación en contraposición al bajo consumo energético y alta eficiencia de los sistemas modernos de climatización.

El proyecto disminuirá los riesgos asociados a la operación de los equipos que poseen una larga vida de uso, principalmente de la caldera de calefacción que trabaja con altas presiones; riesgos tales como fugas de combustible, explosión de la caldera de calefacción, fugas de agua caliente en los conductos y uniones de los equipos fan coil dentro de las oficinas de los usuarios, entre otros.

La unificación y estandarización de los equipos a utilizar generará una considerable facilitación para generar contratos de mantenimiento preventivo y agilitará las reparaciones correctivas eventualmente ocasionadas.

1.2.3. Método para medición de beneficios y costos

El análisis de costo/beneficio permitirá implementar un proyecto en el cual los beneficios obtenidos sean mayores a los costos que involucra el desarrollo del mismo.

Las mediciones de este proyecto serán realizadas en base a datos históricos de los consumos generados por los equipos involucrados en el sistema de climatización incurridos en los últimos 5 años, así como también en los gastos incurridos por concepto de mantención y reparación, de tal manera que se pueda obtener el patrón de comportamiento de estos ítems y así proyectar la demanda para el año 2018, tanto en los consumos energéticos como en los gastos de mantención y reparación.

Los beneficios que este proyecto otorgue a la empresa estarán determinados por la disminución de los gastos generados por el consumo energético y de las mantenciones y reparaciones, generando así un ahorro para la Institución.

Los costos serán identificados según la determinación de la inversión inicial del proyecto, en la cual se consideran los insumos, materiales de trabajo, mano de obra provista por el proveedor seleccionado y cualquier otro elemento que sea necesario para la implementación del proyecto, además de los costos operacionales del mismo.

1.2.4. Indicadores económicos

Los indicadores económicos que se utilizarán en la evaluación de este proyecto son los siguientes:

- ✓ VAN (valor actual neto): Indicador que permite calcular el valor presente de un determinado número de flujos de caja futuros, originados por una inversión. La metodología consiste en descontar al momento actual, es decir actualizar mediante una tasa de interés predefinida, todos los flujos de caja futuros del proyecto. A este valor se le extrae el monto de inversión inicial, de modo que el valor obtenido corresponde al valor actual neto del proyecto.
- ✓ TIR (Tasa Interna de Retorno): Corresponde a la tasa de rendimiento mediante la cual se evalúa un proyecto. Esta tasa es calculada cuando el valor actual neto (VAN) es igual a cero. El TIR es un indicador de la rentabilidad de un proyecto, por lo tanto, a mayor TIR, mayor rentabilidad.
- ✓ PRI (Periodo de Recuperación de la Inversión o Payback): Periodo de tiempo necesario para que el flujo de caja del proyecto cubra el monto total de la inversión.

1.2.5. Criterios de evaluación

La evaluación de este proyecto tiene un carácter de privada y se desarrollará bajo un criterio conservador.

Para evaluar este proyecto se utilizarán los indicadores económicos antes definidos, es decir, VAN, TIR y PRI. El criterio utilizado para aceptar el proyecto según los resultados de la aplicación de estos indicadores será el siguiente:

- ✓ Un VAN > 0; indicará un proyecto rentable, por lo que será un indicador para la aceptación de este proyecto.
- ✓ Un VAN = 0; indicará que el proyecto es aceptable, ya que no genera beneficios extras ni pérdidas.
- ✓ Un VAN < 0; indicará que el proyecto debe ser rechazado, ya que no se obtiene la rentabilidad esperada.
- ✓ Una TIR ≥ tasa de descuento del proyecto; indicará que el proyecto debe aceptarse. Por el contrario, si la TIR es menor, el proyecto debe ser rechazado.
- ✓ Un PRI < horizonte de evaluación del proyecto.

1.2.6. Estructura de evaluación del proyecto

Para la evaluación completa de todas las consideraciones de este proyecto, el presente documento tendrá la siguiente estructura:

- ✓ Análisis de mercado: Se define el proceso y los equipos a implementar para la mejora que este proyecto propone a la empresa, analizando oferta y demanda, tasas actuales de periodicidad de fallas, además de localización de este proyecto y todos los antecedentes de oferta y mercado a considerar para determinar la conveniencia de este proyecto.
- ✓ Análisis de prefactibilidad técnica: En este capítulo se analizan los principales aspectos técnicos de este proyecto, tales como layout, requerimiento de equipamiento o instalaciones, además de los montos de inversión y costos de operación.
- ✓ Análisis de prefactibilidad administrativa y legal: Debido a que este proyecto surge en una empresa establecida, con años de experiencia en su rubro, en este capítulo se

mencionan los aspectos relevantes de este proyecto que produzcan variaciones en lo administrativo, legal, ambiental, entre otros.

- ✓ Evaluación económica-financiera: Se realizan los flujos de caja del proyecto, además de las fuentes de financiamiento del mismo. Se realizan los análisis de sensibilidad necesarios para evaluar los beneficios que la implementación de este proyecto pueda traer a Cpech.
- ✓ Conclusiones y recomendaciones: Según los resultados obtenidos en la evaluación económica, se entregan las recomendaciones a la empresa sobre la decisión de invertir o no en este proyecto.

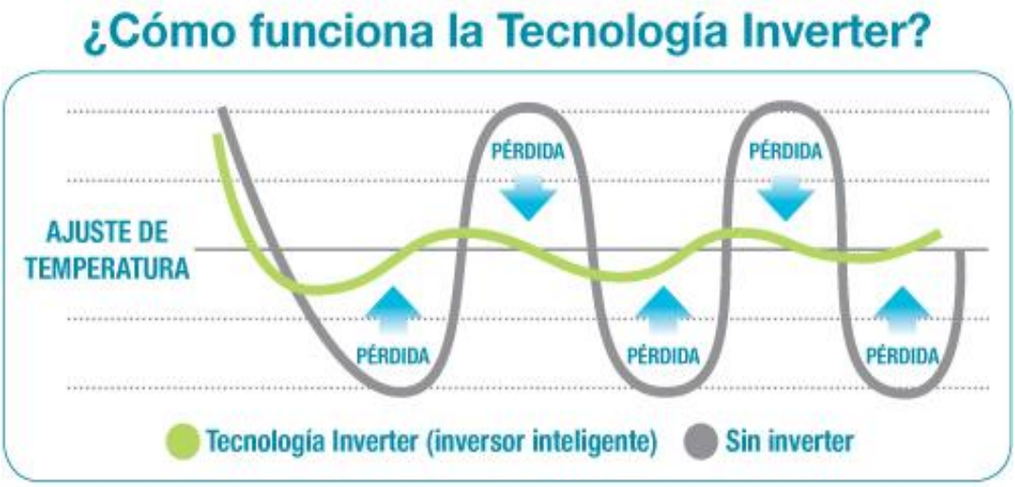
CAPÍTULO 2: ANÁLISIS DE PREFACTIBILIDAD DE MERCADO

2. ANÁLISIS DE PREFACTIBILIDAD DE MERCADO

En este capítulo se analizará el mercado o entorno en el que habrá de llevarse a cabo el proyecto definiendo el producto y el servicio del proyecto, analizando la demanda actual y futura y se determinarán las variables que afectan la demanda; se analizará la oferta actual y futura; se investigará el comportamiento de mercado, así como también se establecerán los niveles de precio/ahorro que se espera que el proyecto genere para luego proyectarlos.

2.1. DEFINICIÓN DEL PRODUCTO

El producto que, en primera instancia, cumple con la totalidad de requisitos necesarios para hacer más eficiente, seguro, económico y confortable la climatización de la casa central de Cpech es el equipo de aire acondicionado split con sistema inverter. Estos equipos poseen una tecnología llamada inverter la que permite ahorrar desde un 40% hasta un 80% en el consumo de energía eléctrica; además utiliza gas ecológico R-410A el cual causa un mínimo daño a la capa de ozono. Otros de sus beneficios son el incremento del confort del cliente mediante la regulación de la temperatura seleccionada por el usuario con pequeñas oscilaciones de aumento y disminución de la velocidad del aire que ingresa al cubículo a climatizar lo cual permite que las pequeñas variaciones de temperatura se produzcan de manera lineal, a diferencia de los sistemas convencionales que trabajan con interrupciones totales del trabajo del equipo.



Fuente: http://climarvi.cl/equipos-inverter

Figura 2-1: Funcionamiento de tecnología inverter

2.2. ANÁLISIS DE DEMANDA ACTUAL Y FUTURA

Para el análisis de demanda actual y futura de este proyecto, se considera la cubicación de cada uno de los espacios a climatizar y se calcula la cantidad de BTU (british thermal unit) necesarias.

2.2.1. Demanda actual

La demanda actual está dada en base a la cantidad de energía necesaria para climatizar el edificio completo y será expresada en BTU (british thermal unit), unidad utilizada comúnmente para indicar consumos y capacidades calóricas involucradas con la climatización.

La tabla 2-1 detalla la cantidad de pisos, oficinas, personal y la demanda actual en BTU.

Tabla 2-1: Demanda actual.

Piso	N° oficinas	N° personas	Cubicación de oficinas	Demanda BTU por piso
1	15	32	777	193.855
2	13	43	535	143.417
3	14	56	618	168.681
4	14	29	593	150.238
5	11	15	623	150.528
Total	**67**	**175**	**3.145**	**806.718**

Fuente: Elaboración propia.

La tabla 2-1 muestra que de un total de 5 pisos, 67 oficinas, 175 personas y 3.145 m³ la demanda total actual de capacidad energética del edificio que corresponden a 806.718 BTU.

2.2.2. Demanda futura

La demanda futura está dada en base a los datos entregados por la Institución, lo cual considera un aumento de personal para los próximos 5 años de un 6,29%, vale decir, un crecimiento de un 1,30% en promedio por año, lo que resulta marginal, y se indica que el edificio no sufrirá modificaciones y/o ampliaciones que incrementen la cubicación actual. Por esto, la demanda futura queda reflejada en la tabla 2-2 y la tabla 2-3.

Tabla 2-2: Demanda año 2018.

Piso	N° oficinas	N° personas proyectadas	Cubicación de oficinas	Demanda año 2018 BTU por piso
1	15	32	777	194.053
2	13	44	535	143.683
3	14	57	618	169.028
4	14	29	593	150.417
5	11	15	623	150.621
Total	**67**	**177**	**3.145**	**807.801**

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 2-3: Proyección demanda para el horizonte del proyecto.

Años duración del proyecto	Demanda proyectada en BTU
2018	807.801
2019	818.302
2020	828.940
2021	839.716
2022	850.633
2023	861.691
2024	872.893
2025	884.240
2026	895.736
2027	907.380

Fuente: Elaboración propia.

Las tablas 2-2 y 2-3, muestran que el aumento en la demanda resulta ser marginal, por lo que se puede decir que la demanda futura no presenta crecimiento considerable para la evaluación de este proyecto.

2.3. VARIABLES QUE AFECTAN LA DEMANDA

De la información anteriormente analizada, se considera que dadas las características de superficie del edificio, y los lineamientos entregados por el área de proyectos de Cpech, es que las variables que afectan la demanda no sufrirán modificaciones considerables.

No obstante a lo anterior a continuación se detallan las variables que al sufrir modificaciones afectarán la demanda requerida para la climatización del edificio, dentro de las cuales están:

- ✓ Aumento de la cubicación del edificio: En el caso de generarse una ampliación del volumen total actual del edificio ocasionará un incremento considerable en la demanda

dado que la cantidad de BTU necesaria para la climatización de las oficinas está directamente relacionado con su cubicación.

- ✓ Situaciones externas: Dentro de las situaciones externas a considerar se encuentra el actual cambio que está sufriendo el clima, lo cual al producirse temperaturas más extremas hace incrementar la demanda de capacidades calóricas debido a que al comienzo del día, dado que los equipos de climatización no funcionan las 24 horas, los ambientes a climatizar están en temperaturas más alejadas de la ideal para el confort del cliente.
- ✓ Aumento de personal y equipamiento de oficinas: Un aumento considerable en la cantidad de personal generará un incremento de la demanda de BTU. De igual manera el aumento de equipos que producen calor por su funcionamiento ocasionará un incremento de la demanda actual.

2.4. ANÁLISIS DE LA OFERTA ACTUAL Y FUTURA

La oferta actual y futura de este proyecto está dada por la capacidad calórica, expresada en BTU, de la totalidad de los equipos de climatización, tanto de los equipos fan coil, que trabajan con la caldera y el chiller, como de los equipos split.

2.4.1. Oferta actual

Para analizar la oferta actual entregada por los equipos de climatización del edificio de la casa central de Cpech se realizó un catastro de los equipos en operación lo cual se presenta en las tablas 2-4 a la 2-8.

La tabla 2-4 resume la oferta en BTU del primer piso del edificio de casa central Cpech.

Tabla 2-4: Oferta actual piso 1.

Piso	OF N°	Personal actual	Oferta actual BTU	Descripción equipo
1	1	1	9000	Split sin inverter
1	2	5	24000	Split sin inverter
1	3	1	9000	Split sin inverter
1	4	2	9000	Split sin inverter
1	5	1	9000	Fan coil ducto
1	6	2	9000	Fan coil ducto
1	7	1	9000	Fan coil ducto
1	8	1	9000	Fan coil ducto
1	9	3	24000	Split sin inverter
1	10	1	0	Sin equipo
1	11	1	9000	Fan coil ducto
1	12	3	0	Sin equipo
1	13	3	24000	Split sin inverter
1	14	2	24000	Fan coil presentación
1	15	5	24000	Fan coil presentación
Total	**15**	**32**	**192.000**	

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 2-5 se puede visualizar la oferta en BTU del piso dos.

Tabla 2-5: Oferta actual piso 2.

Piso	OF N°	Personal actual	Oferta actual BTU	Descripción equipo
2	1	2	9000	Split sin inverter
2	2	2	9000	Baja silueta
2	3	2	9000	Split sin inverter
2	4	2	24000	Fan coil presentación
2	5	7	24000	Fan coil presentación
2	6	1	9000	Split sin inverter
2	7	1	0	Sin equipo
2	8	10	48000	Split sin inverter
2	9	1	36000	Fan coil presentación
2	10	2	18000	Fan coil presentación
2	11	1	9000	Split sin inverter
2	12	2	9000	Split sin inverter
2	13	10	48000	Baja silueta
Total	**13**	**43**	**252.000**	

Fuente: Elaboración propia.

La oferta en BTU del tercer piso es visualizada en la tabla 2-6.

Tabla 2-6: Oferta actual piso 3.

Piso	OF N°	Personal actual	Oferta actual BTU	Descripción equipo
3	1	2	18000	Fan coil presentación
3	2	2	9000	Split sin inverter
3	3	2	18000	Fan coil presentación
3	4	2	18000	Fan coil presentación
3	5	1	24000	Fan coil presentación
3	6	1	24000	Fan coil presentación
3	7	4	18000	Split sin inverter
3	8	16	18000	Fan coil presentación
3	9	5	18000	Split sin inverter
3	10	4	48000	Split sin inverter
3	11	2	24000	Fan coil presentación
3	12	2	9000	Split sin inverter
3	13	1	18000	Split sin inverter
3	14	12	48000	Split sin inverter
Total	**14**	**56**	**312.000**	

Fuente: Elaboración propia.

La tabla 2-7 muestra la oferta en BTU del piso cuatro.

Tabla 2-7: Oferta actual piso 4.

Piso	OF N°	Personal actual	Oferta actual BTU	Descripción equipo
4	1	2	24.000	Fan coil presentación
4	2	1	24.000	Fan coil ducto
4	3	2	18.000	Fan coil presentación
4	4	2	18.000	Fan coil presentación
4	5	2	24.000	Fan coil presentación
4	6	2	18.000	Split sin inverter
4	7	2	18.000	Fan coil presentación
4	8	3	24.000	Fan coil presentación
4	9	5	24.000	Split sin inverter
4	10	1	24.000	Fan coil presentación
4	11	2	24.000	Fan coil presentación
4	12	2	18.000	Fan coil presentación
4	13	1	24.000	Split sin inverter
4	14	2	18.000	Fan coil presentación
Total	**14**	**29**	**300.000**	

Fuente: Elaboración propia.

Por último, la tabla 2-8 muestra la oferta actual en BTU del quinto piso.

Tabla 2-8: Oferta actual piso 5.

Piso	OF N°	Personal actual	Oferta actual BTU	Descripción equipo
5	1	1	24000	Split sin inverter
5	2	1	24000	Split sin inverter
5	3	1	24000	Split sin inverter
5	4	1	24000	Split sin inverter
5	5	1	0	Sin equipo
5	6	1	24000	Split sin inverter
5	7	4	24000	Split sin inverter
5	8	2	9000	Split sin inverter
5	9	1	9000	Split sin inverter
5	10	1	9000	Split sin inverter
5	11	1	9000	Split sin inverter
Total	**11**	**15**	**180.000**	

Fuente: Elaboración propia.

De las tablas presentadas se analiza la oferta actual la cual está representada en la tabla resumen 2-9:

Tabla 2-9: Resumen oferta actual.

N° pisos	N° oficinas	Personal actual	Oferta actual en BTU	N° equipos fan coil	N° equipos split
5	67	175	1.218.000	31	40

Fuente: Elaboración propia.

De los datos entregados se puede analizar que se presenta una diferencia significativa entre la demanda requerida y la oferta entregada, lo cual asciende a una diferencia de 429.282 BTU adicionales como oferta, lo cual, al traducirlo a consumo en Kw/H y multiplicando por el valor de éste (de acuerdo a la tarifa BT3 asociada al consumo promedio de la casa central de Cpech es de $64,719) arroja un desperdicio de 244,78 UF por año. Este punto permite comenzar a dilucidar que es necesario gestionar una mejora en cuanto a la distribución de los equipos y la selección de los mismos, para así disminuir los consumos excesivos y generar la brecha de ahorro buscada por este proyecto.

2.4.2. Oferta futura

La oferta futura será analizada en base al estudio de la necesidad energética reflejada en BTU de cada uno de los espacios a climatizar, para lo cual se realiza una cubicación de las oficinas y conteo de la cantidad de personal de cada una de ellas, para luego gestionar la mejor distribución de equipos con sus respectivas capacidades reflejadas en BTU. Cabe señalar que, cada uno de los equipos que se utilizarán para la entrega de la oferta futura, corresponden a equipos con sistema inverter, lo cual ha sido señalado como el producto de este proyecto. Todo esto se detalla en las siguientes tablas (ver tablas 2-10 a la 2-14).

La tabla 2-10 muestra la oferta futura en BTU del primer piso.

Tabla 2-10: Oferta futura piso 1.

Piso	OF N°	Cubicación	Proyección personal	Oferta futura BTU
1	1	17	1	9000
1	2	142	5	36000
1	3	26	1	9000
1	4	35	2	12000
1	5	26	1	9000
1	6	26	2	9000
1	7	14	1	9000
1	8	14	1	9000
1	9	60	3	18000
1	10	23	1	9000
1	11	14	1	9000
1	12	73	3	24000
1	13	55	3	18000
1	14	193	2	48000
1	15	61	5	18000
Total	**15**	**777**	**34**	**246.000**

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 2-11 se puede visualizar la oferta futura en BTU del segundo piso.

Tabla 2-11: Oferta futura piso 2.

Piso	OF N°	Cubicación	Proyección personal	Oferta futura BTU
2	1	31	2	9000
2	2	42	2	12000
2	3	31	2	9000
2	4	31	2	9000
2	5	60	7	18000
2	6	20	1	9000
2	7	20	1	9000
2	8	75	11	24000
2	9	13	1	9000
2	10	46	2	12000
2	11	13	1	9000
2	12	9	2	9000
2	13	143	11	48000
Total	**13**	**535**	**46**	**186.000**

Fuente: Elaboración propia.

La oferta futura en BTU del tercer piso se muestra en la tabla 2-12.

Tabla 2-12: Oferta futura piso 3.

Piso	OF N°	Cubicación	Proyección personal	Oferta futura BTU
3	1	42	2	12000
3	2	23	2	9000
3	3	31	2	9000
3	4	31	2	9000
3	5	20	1	9000
3	6	20	1	9000
3	7	62	4	18000
3	8	77	17	36000
3	9	44	5	18000
3	10	26	4	9000
3	11	46	2	12000
3	12	15	2	9000
3	13	17	1	9000
3	14	163	13	48000
Total	**14**	**618**	**60**	**216.000**

Fuente: Elaboración propia.

La tabla 2-13 muestra la oferta futura en BTU del cuarto piso.

Tabla 2-13: Oferta futura piso 4.

Piso	OF N°	Cubicación	Proyección personal	Oferta futura BTU
4	1	43	2	12000
4	2	24	1	9000
4	3	30	2	9000
4	4	30	2	9000
4	5	49	3	18000
4	6	39	2	12000
4	7	36	2	12000
4	8	39	3	12000
4	9	59	6	18000
4	10	22	1	9000
4	11	42	2	12000
4	12	71	2	18000
4	13	61	1	24000
Total	**13**	**545**	**31**	**174.000**

Fuente: Elaboración propia.

Finalmente, la tabla 2-14 muestra la oferta futura en BTU del quinto piso.

Tabla 2-14: Oferta futura piso 5.

Piso	OF N°	Cubicación	Proyección personal	Oferta futura BTU
5	1	92	1	24000
5	2	83	1	24000
5	3	91	1	24000
5	4	49	1	18000
5	5	37	1	12000
5	6	72	1	24000
5	7	76	4	24000
5	8	50	2	18000
5	9	25	1	9000
5	10	25	1	9000
5	11	25	1	9000
Total	**11**	**623**	**16**	**195.000**

Fuente: Elaboración propia.

En base a la información entregada en las tablas 2-10 a la 2-14, se genera el cuadro resumen que se presentará a continuación, sin dejar de comentar que la gestión de selección de las capacidades de los equipos está en base a lo ofertado por el mercado, lo cual categoriza los equipos con entregas de capacidades de 9.000 BTU, 12.000 BTU, 18.000 BTU, 24.000 BTU, 36.000 BTU y 48.000 BTU.

Tabla 2-15: Resumen oferta futura.

N° pisos	N° oficinas	Personal futuro	Cubicación de oficinas	Oferta futura en BTU
5	67	186	3.097	1.017.000

Fuente: Elaboración propia.

Analizando el incremento, aunque sea marginal, de la demanda futura, y considerando la gestión de distribución de las capacidades de los equipos cabe señalar que con la mejora analizada se logra disminuir la brecha de oferta y demanda a 201.990 BTU. De esta manera se logra un ahorro de 222.000 BTU entre la oferta actual entregada y la proyectada que, de igual manera como se explicó en el punto 2.4.1., traducido a UF corresponde a un ahorro de 126,59 UF por año.

2.5. COMPORTAMIENTO DE MERCADO

Para el mercado de la climatización, la tecnología inverter ha significado disminuciones en el consumo energético entre un 40% y un 80%, lo cual debiese haber sido suficiente para tomar fuerza rápidamente en el mercado, pero el problema que impide su fácil crecimiento es que si se compara un equipo split sin tecnología inverter y otro con similares características, hay una diferencia en precio de venta entre un 30% y un 40% mayor para los equipos inverter. Esta brecha ha ido aminorando su grado de importancia a medida que avanza el tiempo y las necesidades de eficiencia energética y cuidado ambiental están siendo cada vez más consideradas y valoradas por los consumidores. Por ésto es que se espera que el mercado de

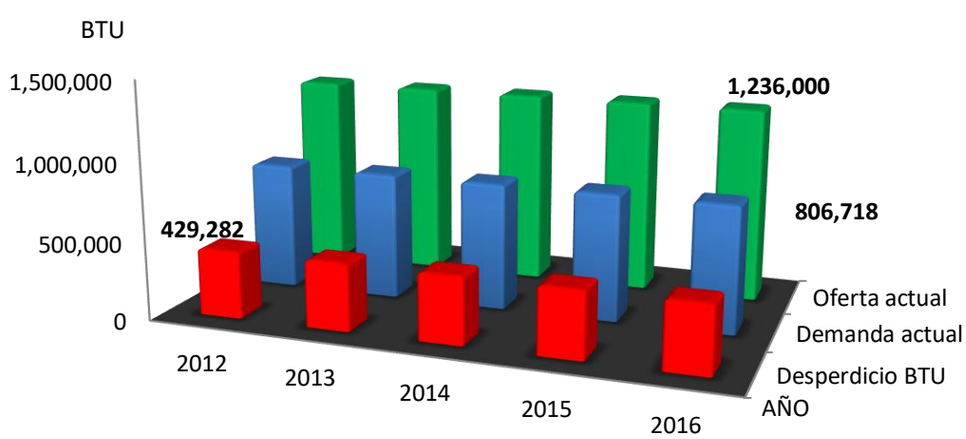
equipos de climatización con sistema inverter incremente su participación de mercado en un 30% dentro de los 5 próximos años.

2.6. DETERMINACIÓN DE NIVELES DE PRECIO Y PROYECCIONES

Para este análisis, la determinación de precio será representada por el ahorro que se espera obtener con la aplicación del presente proyecto mediante la gestión de distribución de los equipos necesarios, con sus respectivas capacidades energéticas, la aplicación de equipos con tecnología inverter y la generación de planes de mantenimiento preventivo que incrementará la vida útil de los equipos en un 25%, generando así una disminución que se estima en un 40% de ahorro al término de este proyecto lo cual será analizado en los posteriores capítulos.

En los siguientes gráficos se puede observar las diferencias generadas entre las demandas y ofertas actuales y futuras, con lo que se puede visualizar la cantidad de ahorro de energía.

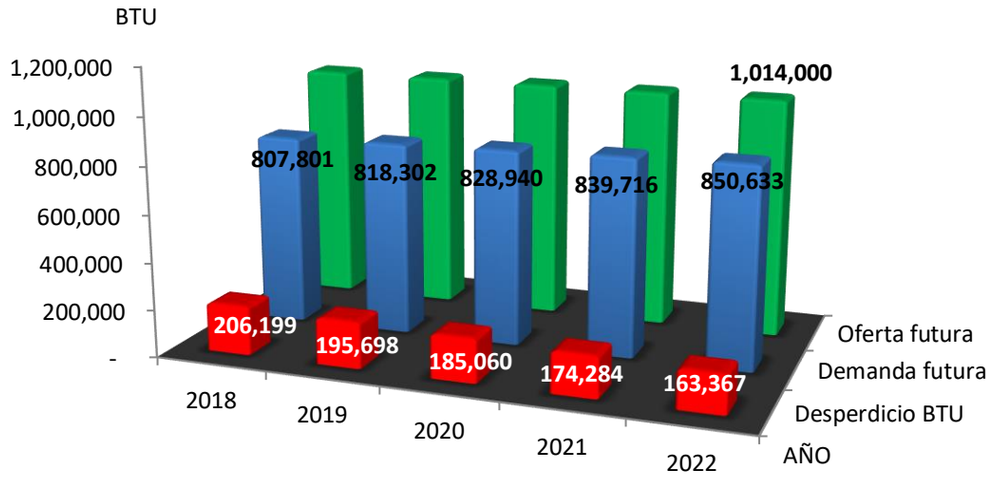
En el gráfico 2-1 se puede observar la diferencia actual entre la oferta y la demanda en BTU.



Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 2-1: Oferta VS demanda actual en BTU.

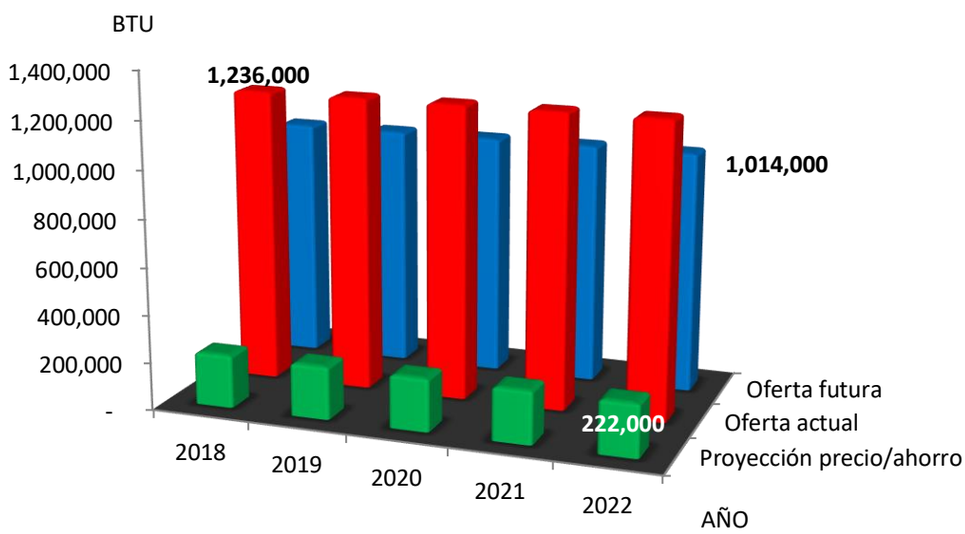
El gráfico 2-2 muestra la futura diferencia entra la oferta y la demanda en BTU.



Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 2-2: Oferta VS demanda futura en BTU.

Finalmente, el gráfico 2-3 muestra la proyección del precio/ahorro en BTU.



Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 2-3: Proyección precio/ahorro en BTU.

Al analizar los gráficos se puede señalar que, en las condiciones esperadas, con el sólo hecho de la mejora de la distribución de las capacidades energéticas por equipos, de acuerdo a la correcta cubicación de los espacios, se logra un 18% de ahorro en BTU, sin considerar el ahorro que se generará al ser implementados los equipos con la tecnología inverter los cuales consumen entre un 40% y un 80% menos de Kw/H.

Para poder visualizar de mejor manera el ahorro de 222.000 BTU, por concepto de reingeniería, se debe hacer el traspaso de BTU a Kw/H de la siguiente manera:

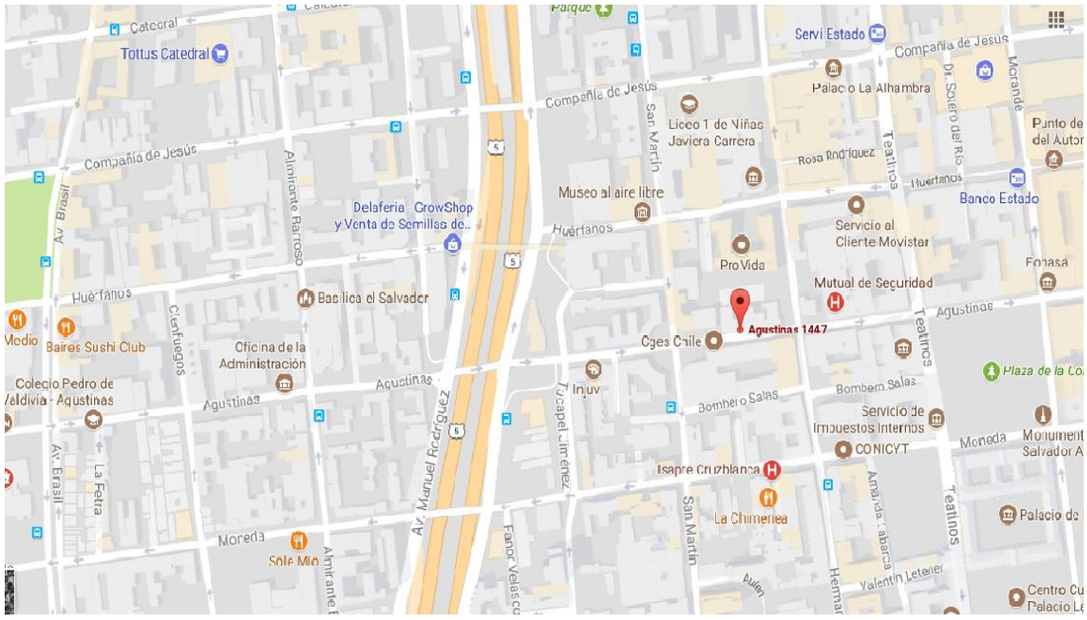
$$1BTU = \frac{0{,}0002931Kw}{H}$$

De esta forma 222.000 BTU equivalen a 65,0682 Kw/h, lo que a su vez significan 124.930,95 Kw/H al año, multiplicado por el valor del Kw/h correspondiente a la tarifa BT3 de Enel S.A. que asciende a 64,719 CLP entrega un ahorro en UF (con valor de la UF al día 31 de octubre de 2017 por un monto de $26.634,9) de 303,6 UF por año.

2.7. ANÁLISIS DE LOCALIZACIÓN

Para el desarrollo de este proyecto se considera como localización la ubicación del edificio de la casa central de Cpech, debido a que el proyecto busca mejorar el proceso de climatización que se lleva a cabo en dicho edificio y, de acuerdo a los lineamientos indicados por la Institución, no se considera un desplazamiento en la ubicación de la casa matriz.

La casa central de Cpech se encuentra ubicada en la región Metropolitana, en la comuna de Santiago, específicamente en Agustinas 1447 (ver figura 2-2).



Fuente: Google Maps

Figura 2-2: Localización proyecto.

2.8. ANÁLISIS DE SISTEMA DE COMERCIALIZACIÓN

La comercialización del proyecto a implementar en la casa central de Cpech, estará regida por los aspectos fundamentales de las “7Ps” de marketing.

2.8.1. Producto

El producto considerado para la aplicación de la mejora de este proyecto es el equipo split con tecnología inverter, la cual es capaz de disminuir los consumos energéticos entre un 40% y un 80%, lo cual será reflejado en el tiempo como un ahorro en Kw/H, finalmente visualizado en la cuenta de consumo mensual generada por Enel S.A. Esto considera un ahorro considerable en la generación de gastos por concepto de consumo energético.

2.8.2. Precio

El precio se define mediante el ahorro que se espera que este proyecto produzca, es decir, al menos un 64% del costo total de la operación actual por año que corresponde a 1303,91 UF, por lo que se estima un ahorro o precio de 834,44 UF. Lo anteriormente mencionado se espera llevar a cabo considerando la mejora de los ítems consumo energético, equipos sobredimensionados y generación de contrato de mantenciones preventivas para el aumento de la vida útil de los equipos.

2.8.3. Plaza

Esta mejora será implementada en la casa central de Cpech, lugar en donde se desarrolla el servicio de climatización de dicho edificio. En este lugar se dará a conocer a los trabajadores de la empresa la mejora que afecta directamente su confort, generando así el comienzo de la promoción de la mejora.

2.8.4. Promoción

La promoción de esta mejora interna está basada en la comunicación de la implementación del sistema de climatización con la tecnología inverter mediante capacitaciones básicas para el personal acerca del buen uso de los equipos de manera de hacer más eficientes el nuevo sistema y, de la misma forma, comunicarles a los mismo usuarios las ventajas que genera el nuevo sistema para su propio confort.

2.8.5. Personas

El factor gente será muy considerado es esta mejora, debido a que es también unos de los puntos impulsores de la presentación de la necesidad de analizar el actual sistema, considerando que el 87% del personal de la casa central de Cpech considera necesaria la

mejora del control de temperatura de sus oficinas, para así lograr elevar su confort en su trabajo.

2.8.6. Proceso

Específicamente la mejora del proceso actual de climatización es lo que busca este proyecto, por lo que se torna vital el análisis del mismo. La presentación del proceso con la mejora que considera equipos con tecnología inverter y una correcta distribución de los equipos con la capacidad energética correspondiente a cada espacio buscan la eficiencia de los consumos y el aumento considerable del confort de las personas.

2.8.7. Posicionamiento

Como estrategia de posicionamiento o la manera en la que este proyecto busca generar un espacio en la mente de los usuarios es que se han seleccionado productos con presentaciones físicas amigables al ambiente de las dependencias, vale decir, equipos de presentación con diseños modernos y/o equipos de baja silueta que no irrumpen con la ornamentación de los espacios de las oficinas.

CAPÍTULO 3: ANÁLISIS DE PREFACTIBILIDAD TÉCNICA

3. ANÁLISIS DE PREFACTIBILIDAD TÉCNICA

En el presente estudio de prefactibilidad, se identifican y describen los procesos y operaciones necesarias para llevar a cabo la implementación de este proyecto de manera eficaz y eficiente. Además se identifican los insumos, equipamiento, instalaciones, personal necesario y las inversiones a realizar para la correcta ejecución del proyecto.

3.1. DESCRIPCIÓN Y SELECCIÓN DE PROCESOS

Este proyecto contempla el análisis para la modificación del sistema de climatización, mediante la desconexión de la caldera de calefacción y el chiller de refrigeración, y el desmontaje de los equipos que actualmente se encuentran en operación, además del montaje en paralelo, para no perder operatividad, de los nuevos equipos split con tecnología inverter.

La implementación de este proyecto seguirá el siguiente orden de procesos generales:

- ✓ Proceso N° 1: Montaje de equipos split con tecnología inverter.
- ✓ Proceso N° 2: Desconexión de chiller y caldera.
- ✓ Proceso N° 3: Desmontaje de equipos fan coil y split sin tecnología inverter.
- ✓ Proceso N° 4: Capacitación para los usuarios de equipos.
- ✓ Proceso N° 5: Puesta en marcha oficial de proceso mejorado.

3.1.1. Proceso N° 1: Montaje de equipos split con tecnología inverter

Para dar inicio al nuevo sistema de climatización es necesario hacerlo en paralelo al actual proceso debido a que se debe mantener la operatividad del servicio. Además de ésto es

necesario revisar la estructura actual del edificio de tal manera de asegurar que es posible la instalación de todos los equipos split, junto a sus instalaciones eléctricas, cañerías para gas refrigerante R-410A y tuberías de desagüe y mangas canalizadoras de aire para los casos en que se instale equipos split de baja silueta; además de los compresores, los cuales deben ser instalados al exterior del edificio, que serán instalados en una plataforma que se fabricará exclusivamente para este efecto y se ubicará en la parte exterior nororiente del edificio (ver figura 3-1 y 3-2).

Fuente: Elaboración propia.

Figura 3-1: Ubicación estructuras para compresores mirada norte.

Fuente: Elaboración propia.

Figura 3-2: Ubicación estructuras para compresores mirada oriente.

Cabe señalar que todos los insumos requeridos para la instalación serán provisionados por el proveedor instalador, todo lo cual estará dentro de la cotización de instalación de los equipos (ver anexo B).

La primera actividad a realizar es la revisión de los circuitos eléctricos, junto a sus tableros, de tal manera de asegurar que posean las capacidades para los nuevos equipos en funcionamiento paralelo, lo cual será por un periodo determinado en 40 días hábiles.

Posteriormente se procede a instalar cada uno de los equipos por piso, de acuerdo a las siguientes tablas:

En la tabla 3-1 se muestra la distribución de equipos en el primer piso.

Tabla 3-1: Distribución equipos piso 1.

Piso	OF N°	Capacidad BTU	N° equipo	Descripción equipo
1	1.1	9.000	1.1.1	Split presentación muro eco inverter R410A
1	1.2	36.000	1.1.2	Baja silueta eco inverter R410A (split)
1	1.3	9.000	1.1.3	Split presentación muro eco inverter R410A
1	1.4	12.000	1.1.4	Split presentación muro eco inverter R410A
1	1.5	9.000	1.1.5	Split presentación muro eco inverter R410A
1	1.6	24.000	1.1.6	Baja silueta eco inverter R410A (split)
1	1.7	-	1.1.6	Baja silueta eco inverter R410A (split)
1	1.8	-	1.1.6	Baja silueta eco inverter R410A (split)
1	1.9	18.000	1.1.7	Split presentación muro eco inverter R410A
1	1.10	-	1.1.6	Baja silueta eco inverter R410A (split)
1	1.11	-	1.1.6	Baja silueta eco inverter R410A (split)
1	1.12	24.000	1.1.8	Baja silueta eco inverter R410A (split)
1	1.13	36.000	1.1.9	Baja silueta eco inverter R410A (split)
1	1.14	48.000	1.1.10	Baja silueta eco inverter R410A (split)
1	1.15	-	1.1.9	Baja silueta eco inverter R410A (split)

Fuente: Elaboración propia.

La distribución de los equipos en el segundo piso es visualizada en la tabla 3-2.

Tabla 3-2: Distribución equipos piso 2.

Piso	OF N°	Capacidad BTU	N° equipo	Descripción equipo
2	2.1	12.000	2.2.1	Baja silueta eco inverter R410A (split)
2	2.2	12.000	2.2.2	Split presentación muro eco inverter R410A
2	2.3	18.000	2.2.3	Baja silueta eco inverter R410A (split)
2	2.4	-	2.2.3	Baja silueta eco inverter R410A (split)
2	2.5	18.000	2.2.4	Baja silueta eco inverter R410A (split)
2	2.6	12.000	2.2.5	Baja silueta eco inverter R410A (split)
2	2.7	-	2.2.5	Baja silueta eco inverter R410A (split)
2	2.8	24.000	2.2.6	Baja silueta eco inverter R410A (split)
2	2.9	9.000	2.2.7	Split presentación muro eco inverter R410A
2	2.10	12.000	2.2.8	Baja silueta eco inverter R410A (split)
2	2.11	12.000	2.2.9	Baja silueta eco inverter R410A (split)
2	2.12	-	2.2.9	Baja silueta eco inverter R410A (split)
2	2.13	48.000	2.2.10	Baja silueta eco inverter R410A (split)

Fuente: Elaboración propia.

La tabla 3-3 muestra la distribución de equipos en el tercer piso.

Tabla 3-3: Distribución equipos piso 3.

Piso	OF N°	Capacidad BTU	N° equipo	Descripción equipo
3	3.1	12.000	3.3.1	Baja silueta eco inverter R410A (split)
3	3.2	9.000	3.3.2	Split presentación muro eco inverter R410A
3	3.3	9.000	3.3.3	Split presentación muro eco inverter R410A
3	3.4	9.000	3.3.4	Split presentación muro eco inverter R410A
3	3.5	9.000	3.3.5	Split presentación muro eco inverter R410A
3	3.6	9.000	3.3.6	Split presentación muro eco inverter R410A
3	3.7	18.000	3.3.7	Baja silueta eco inverter R410A (split)
3	3.8	36.000	3.3.8	Baja silueta eco inverter R410A (split)
3	3.9	18.000	3.3.9	Baja silueta eco inverter R410A (split)
3	3.10	18.000	3.3.10	Baja silueta eco inverter R410A (split)
3	3.11	12.000	3.3.11	Baja silueta eco inverter R410A (split)
3	3.12	9.000	3.3.12	Split presentación muro eco inverter R410A
3	3.13	9.000	3.3.13	Split presentación muro eco inverter R410A
3	3.14	48.000	3.3.14	Baja silueta eco inverter R410A (split)

Fuente: Elaboración propia.

La distribución de equipos en el cuarto piso se observa en la tabla 3-4.

Tabla 3-4: Distribución equipos piso 4.

Piso	OF N°	Capacidad BTU	N° equipo	Descripción equipo
4	4.1	12.000	4.4.1	Baja silueta eco inverter R410A (split)
4	4.2	9.000	4.4.2	Split presentación muro eco inverter R410A
4	4.3	9.000	4.4.3	Split presentación muro eco inverter R410A
4	4.4	9.000	4.4.4	Split presentación muro eco inverter R410A
4	4.5	18.000	4.4.5	Baja silueta eco inverter R410A (split)
4	4.6	12.000	4.4.6	Baja silueta eco inverter R410A (split)
4	4.7	12.000	4.4.7	Split presentación muro eco inverter R410A
4	4.8	12.000	4.4.8	Baja silueta eco inverter R410A (split)
4	4.9	18.000	4.4.9	Baja silueta eco inverter R410A (split)
4	4.10	9.000	4.4.10	Split presentación muro eco inverter R410A
4	4.11	12.000	4.4.11	Baja silueta eco inverter R410A (split)
4	4.12	18.000	4.4.12	Split presentación muro eco inverter R410A
4	4.13	24.000	4.4.13	Split presentación muro eco inverter R410A
4	4.14	18.000	4.4.14	Baja silueta eco inverter R410A (split)

Fuente: Elaboración propia.

Finalmente, la tabla 3-5 muestra la distribución de equipos en el quinto piso del edificio de la casa central de Cpech.

Tabla 3-5: Distribución equipos piso 5.

Piso	OF N°	Capacidad BTU	N° equipo	Descripción equipo
5	5.1	24.000	5.5.1	Split presentación muro eco inverter R410A
5	5.2	24.000	5.5.2	Split presentación muro eco inverter R410A
5	5.3	24.000	5.5.3	Split presentación muro eco inverter R410A
5	5.4	18.000	5.5.4	Cassette eco inverter R410A (split)
5	5.5	12.000	5.5.5	Baja silueta eco inverter R410A (split)
5	5.6	24.000	5.5.6	Split presentación muro eco inverter R410A
5	5.7	24.000	5.5.7	Split presentación muro eco inverter R410A
5	5.8	18.000	5.5.8	Baja silueta eco inverter R410A (split)
5	5.9	9.000	5.5.9	Split presentación muro eco inverter R410A
5	5.10	9.000	5.5.10	Split presentación muro eco inverter R410A
5	5.11	9.000	5.5.11	Split presentación muro eco inverter R410A

Fuente: Elaboración propia.

3.1.2. Proceso N° 2: Desconexión de chiller y caldera

Una vez finalizada la instalación de los equipos split con tecnología inverter en todas las oficinas se procede a la desconexión legal, proceso detallado más abajo, de los equipos chiller y caldera evacuando todo el sistema y retirando la totalidad de los equipos fan coil desde las oficinas de cada uno de los pisos.

Para este proceso se considera no retirar los equipos chiller y caldera de la zona en donde se encuentran (ver figura 3-3 y 3-4) debido a la complejidad de la operación y el alto costo que significa, por lo tanto se considera solamente la desconexión de éstos.

Fuente: Elaboración propia.

Figura 3-3: Ubicación caldera de calefacción.

Fuente: Elaboración propia.

Figura 3-4: Ubicación chiller de refrigeración.

Para el caso de la caldera de calefacción se debe realizar un proceso legal el cual se detalla a continuación , de acuerdo al manual de registro de calderas y turbinas emitido el 2017 por la SEREMI de Salud:

- ✓ Resolución de la SEREMI de Salud que indique que el equipo ya no se encuentra operativo en el establecimiento.
- ✓ Copia del acta de visita de la SEREMI de Salud donde se evidencie el punto anterior.
- ✓ Documento notarial por parte del representante legal indicando que el equipo se encuentra en proceso de ser desmantelada, vendida, término de vida útil o cualquier otro estado que no permita su funcionamiento dentro del establecimiento.

3.1.3. Proceso N° 3: Desmontaje de equipos fan coil y split sin tecnología inverter

Posterior a la instalación de los nuevos equipos de climatización y luego de la desconexión de los equipos caldera de calefacción y chiller de refrigeración se procede a desmontar y retirar todos los equipos del sistema antiguo, vale decir, los 31 equipos fan coil y los 40 equipos split sin tecnología inverter para luego acopiarlos en bodega. Una vez desmontados los equipos se debe proceder a realizar terminaciones de acuerdo a diseño de las oficinas para mantener la decoración de éstas. Para el retiro de los equipos es necesario llenar el acta de baja de activo fijo con todos los requerimientos asociados al procedimiento de baja de activos (ver anexo A). El costo por el retiro de los equipos está incluido en la cotización realizada por el proveedor (ver anexo B).

3.1.4. Proceso N° 4: Capacitación para los usuarios de equipos

En paralelo a la instalación de los equipos asociados a la aplicación del proyecto se realizará una capacitación al usuario, programado por piso, acerca del buen uso y correcto funcionamiento de los equipos con tecnología inverter, así como también al encargado de servicios generales del edificio.

3.1.5. Proceso N° 5: Puesta en marcha oficial de proceso mejorado

Finalmente, y siempre y cuando se hayan llevado a cabo los procesos anteriores correctamente, se considera que las condiciones son ideales para proceder a dar oficialmente la

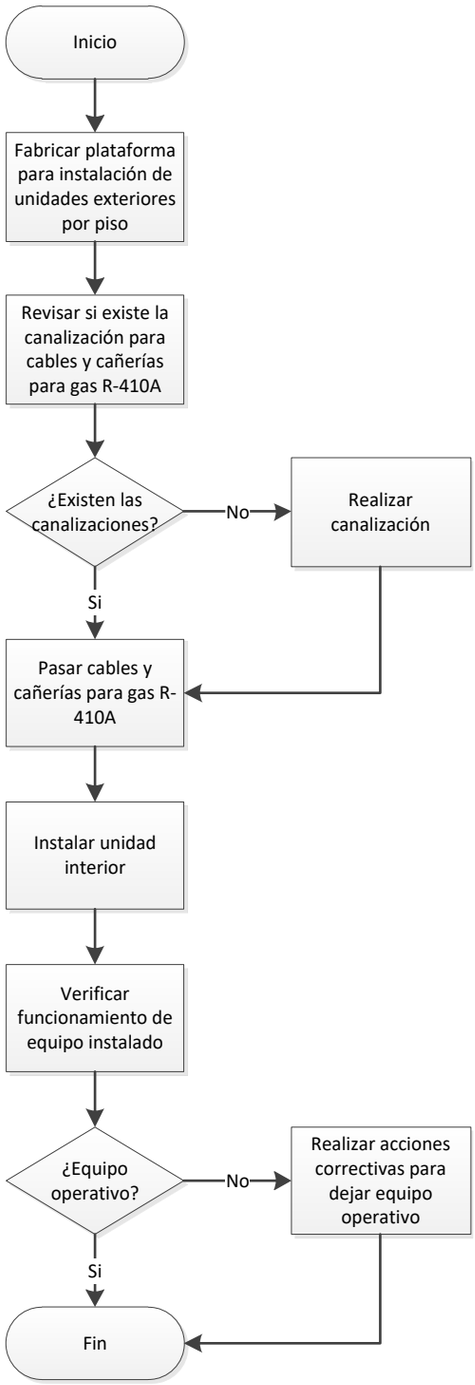
puesta en marcha del nuevo sistema de climatización de la casa central de Cpech. Junto con la puesta en marcha oficial del proceso mejorado se procede a realizar un contrato de mantenciones preventivas con el proveedor instalador a modo de asegurar el buen funcionamiento de los equipos de manera eficiente y alargar su vida útil, así como también disminuir los costos producidos por fallas en los equipos por no existir mantenciones que preserven el buen funcionamiento de los equipos. Dicho contrato será desarrollado por el abogado de Cpech en conjunto con el encargado de servicios generales de la casa central de Cpech y el proveedor instalador.

3.2. DIAGRAMA DE FLUJO

A continuación se muestran los diagramas de flujos que esquematizan los procesos descritos anteriormente y que son necesarios para la ejecución de este proyecto, considerando las etapas de su implementación y puesta en marcha.

3.2.1. Montaje de equipos split con tecnología inverter

El siguiente diagrama muestra la secuencia de actividades a ejecutar para el correcto desarrollo en la instalación de los equipos split con tecnología inverter (ver diagrama 3-1).

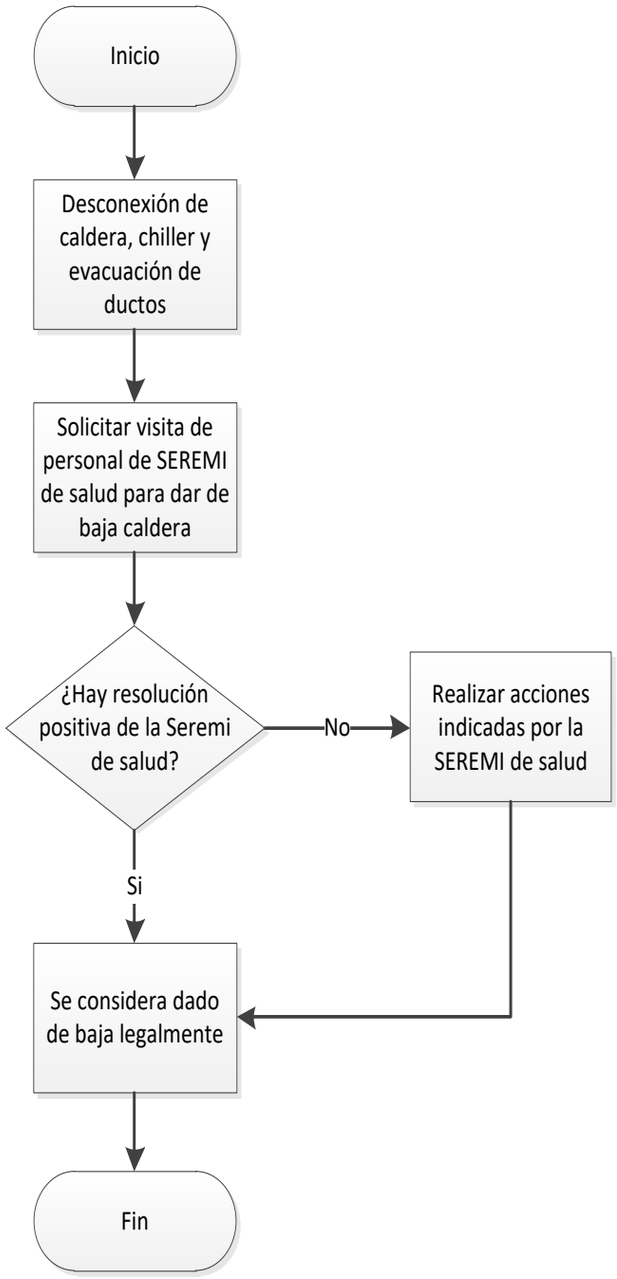


Fuente: Elaboración propia.

Diagrama 3-1: Instalación de equipos.

3.2.2. Desconexión de chiller y caldera

A continuación, se presenta el siguiente diagrama que señala las actividades a realizar para la correcta desconexión de los equipos chiller de refrigeración y caldera de calefacción (ver diagrama 3-2).

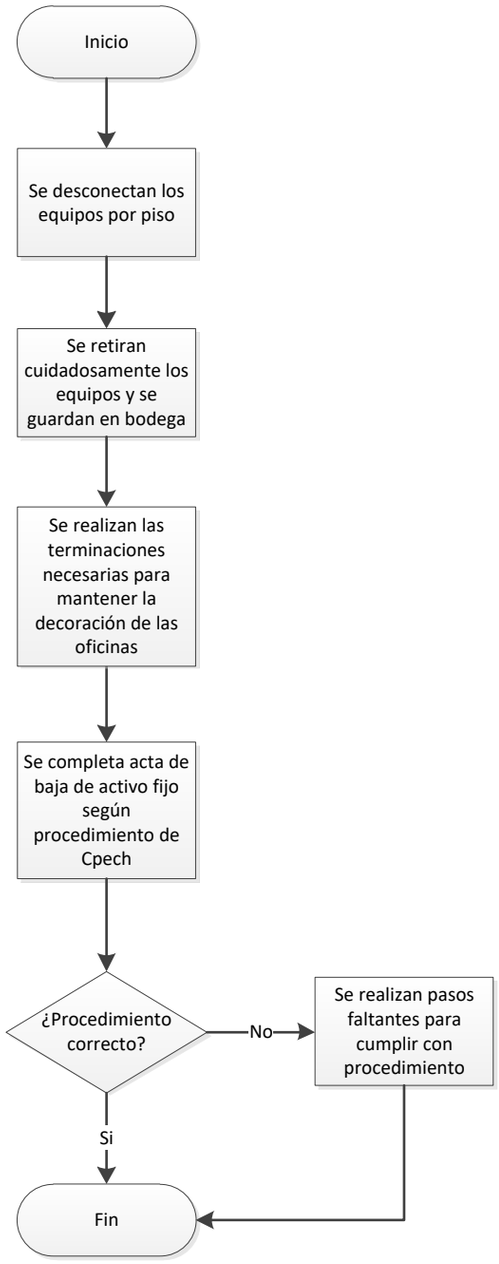


Fuente: Elaboración propia.

Diagrama 3-2: Desconexión legal de caldera y chiller.

3.2.3. Desmontaje de equipos fan coil y split sin tecnología inverter

Con el siguiente diagrama de flujo se detallan los correctos pasos a seguir para el desmontaje de equipos fan coil y split sin sistema inverter, siempre y cuando se haya desconectado y evacuado completamente el sistema de calefacción central (ver diagrama 3-3).

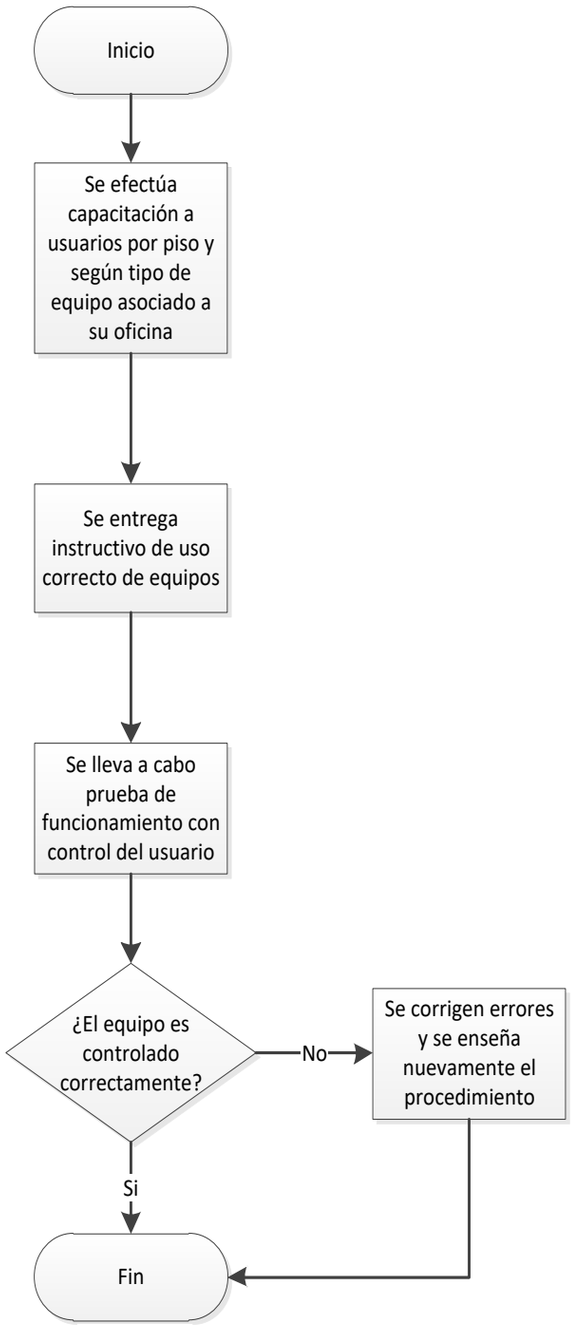


Fuente: Elaboración propia.

Diagrama 3-3: Desmontaje de equipos sin tecnología inverter.

3.2.4. Capacitación para los usuarios de equipos

Las actividades relacionadas con la correcta capacitación de los usuarios de los equipos se esquematizan con el siguiente diagrama de flujo (ver diagrama 3-4).

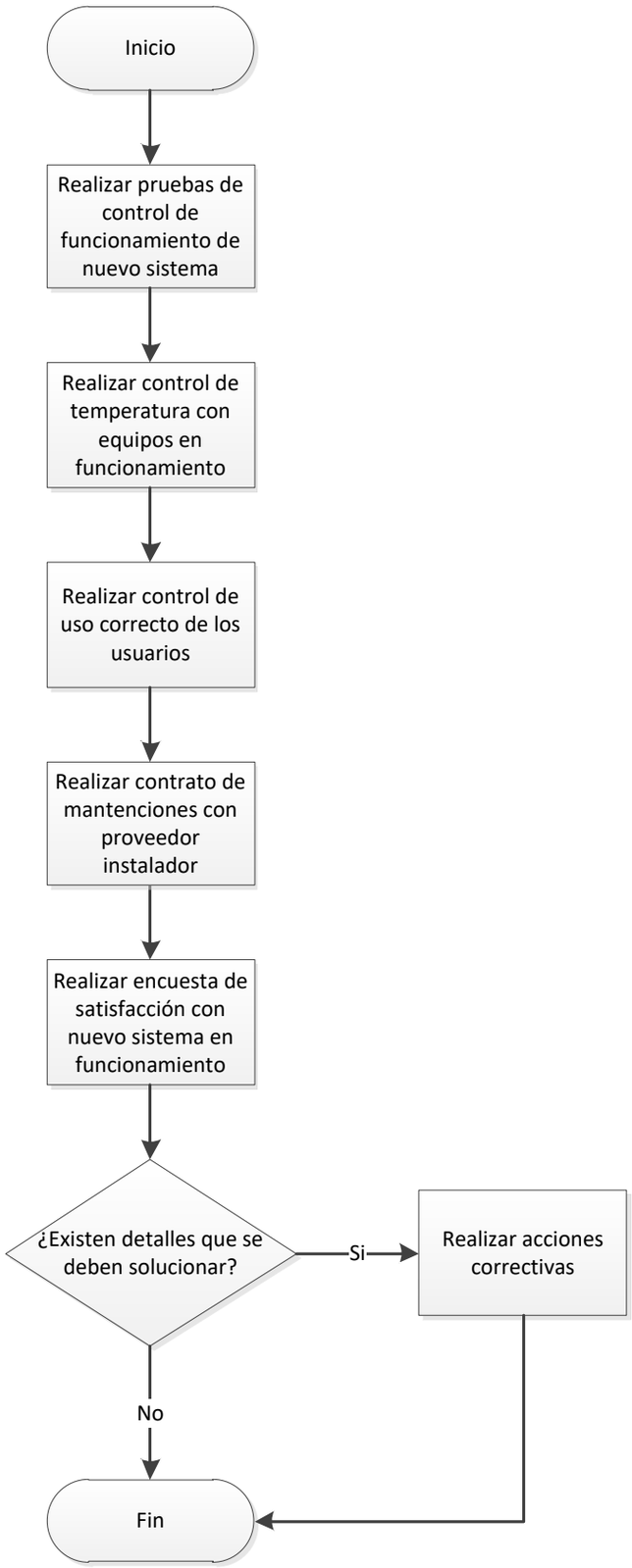


Fuente: Elaboración propia.

Diagrama 3-4: Capacitación para usuarios de los equipos.

3.2.5. Puesta en marcha oficial de proceso mejorado

El diagrama de flujo que se exhibe en este punto cierra el cicle de procesos necesarios para la implementación del presente proyecto (ver diagrama 3-5).



Fuente: Elaboración propia.

Diagrama 3-5: Puesta en marcha oficial de proceso mejorado.

3.3. SELECCIÓN DE EQUIPOS

Para la correcta aplicación de este proyecto que propone la mejora del sistema de climatización del edificio de la casa central de Cpech se desarrolló un análisis de los equipos necesarios para lograr el enfoque buscado que es disminuir los costos, el peligro y las emisiones asociadas a la operatividad del sistema actual, junto con el aumento de la satisfacción del usuario, el confort del mismo, la protección al ecosistema y la eficiencia de los equipos.

Habiendo obtenido todos los datos y después de su análisis se escogieron los siguientes equipos que se detallarán a continuación, sin dejar de mencionar que cada uno de los equipos posee la tecnología inverter, tecnología diseñada para mejorar la eficiencia de los equipos de climatización. Se presentan los equipos de acuerdo a su segmentación por tipo, modelo y capacidad en BTU (ver tabla 3-7).

En el mercado de la climatización existe una gran variedad de marcas con mayor prestigio, dentro de las cuales se encuentran: Toshiba, Clark, Carrier, Anwo, Mitsubishi electric y Daikin, siendo esta última la seleccionada para la aplicación de los equipos dado que es una de las marcas más conocidas en el mercado de la climatización debido a su calidad y fiabilidad.

3.3.1. Split muro 9000 BTU eco inverter

Para la implementación de este proyecto se necesita la provisión de 18 equipos split muro de 9000 BTU con sistema ecológico inverter (ver figura 3-4).

DAIKIN

ROOM AIR

LINEA PREMIUM MINI SPLIT MURO INVERTER - R410a, 9K-24K BTUh Daikin Serie RL

CARACTERÍSTICAS GENERALES:

- Alta Eficiencia: Máximo ahorro de enregia hasta 3,34 EER
- Función turbo: Rápido enfriamiento a máxima capacidad
- GOLDFIN: Serpentines con recubrimiento anticorrosivo que incrementa la vida útil del equipo.
- OPERACIÓN SILENCIOSA: Niveles de ruido más bajos.
- Auto-arranque: Función de auto-arranque con memoria de últimos parámetros

FRÍOMINI SPLIT MURO BOMBA DE CALOR

Modelo	Capacidad (Nom. Btu/h)	Voltaje	Eficiencia	Refrigerante	Peso (lbs)	Dimensiones Alto x Ancho x Profundidad	Precio	Precio Pareja
FTXS09RL215	9.000 Btu/hr	220/1/50	3,21 EER	R-410A	9	790 X 275 X 200	325	649
RXS09RL215					28	710 X 550 X 318	325	
FTXS12RL215	12.000 Btu/Hr	220/1/50	3,21 EER	R-410A	11,0	845 X 289 X 209	362	724
RXS12RL215					51	710 X 550 318	362	
FTXS18RL215	18.000 Btu/Hr	220/1/50	3,21 EER	R-410A	13,5	970 X 300 X 224	537	1074
RXS18RL215					55	899 X 596 X 378	537	
FTXS24RL215	24.000 Btu/Hr	220/1/50	3,21 EER	R-410A	16/20	1078 X 325 X 246	625	1249
RXS24RL215					56	955 X 700 X 396	625	

Fuente: Página web Daikin (http://www.daikinlatam.com).

Figura 3-5: Ficha técnica split inverter 9000 a 24000 BTU.

En los próximos puntos se detallas sus características más importantes:

- ✓ Equipo de 9000 BTU de capacidad.
- ✓ Dimensiones de 790 X 275 X 200 mm. Tamaño compacto.
- ✓ Sistema ecológico inverter de alta eficiencia, máximo ahorro de energía hasta 3,21 EER (relación de rendimiento energético).
- ✓ Operación silenciosa para máximo nivel de confort.
- ✓ Función de autoarranque con memoria de últimos parámetros.

3.3.2. Split muro 12000 BTU eco inverter

El proyecto requiere la aplicación de 3 equipos split muro de 12000 BTU de capacidad con tecnología ecológica inverter (ver figura 3-4).

Sus características más importantes son:

- ✓ Equipo de 12000 BTU de capacidad.

- ✓ Dimensiones de 845 X 289 X 209 mm. Tamaño compacto.
- ✓ Sistema ecológico inverter de alta eficiencia, máximo ahorro de energía hasta 3,21 EER (relación de rendimiento energético).
- ✓ Operación silenciosa para máximo nivel de confort.
- ✓ Función de autoarranque con memoria de últimos parámetros.

3.3.3. Baja silueta 12000 BTU eco inverter

Además de los equipos antes mencionados es necesario instalar 11 equipos de baja silueta de 12000 BTU de capacidad con tecnología ecológica inverter (ver figura 3-4).

Sus principales características se detallan en seguida:

- ✓ Equipo de 12000 BTU de capacidad.
- ✓ Dimensiones de 300 X 700 X 800 mm.
- ✓ Diseñado en baja silueta para instalaciones en cielo falso y de bajo consto.
- ✓ Sistema ecológico inverter de alta eficiencia, máximo ahorro de energía hasta 3,21 EER (relación de rendimiento energético).
- ✓ Operación silenciosa para máximo nivel de confort.
- ✓ Función de autoarranque con memoria de últimos parámetros.

3.3.4. Cassette 18000 BTU eco inverter

Un equipo importante seleccionado para la aplicación del proyecto es el cassette de 18000 BTU de capacidad con tecnología inverter ecológica del cual se debe instalar una unidad (ver figura 3-5).

DAIKIN

LIGHT COMMERCIAL

LINEA PREMIUM SPLIT CASSETTE INVERTER - R410a, 12K-44K BTUh Daikin

CARACTERÍSTICAS GENERALES:
- Panel elegante y moderno
- Bajo nivel de ruido
- Descarga de aire optimo
- Modelos de baja altura
- Multi-comfort: control de 3 patrones de balanceo de aire
- Auto diagnostico de falla
- Diseño compacto

SPLIT CASSETTE INVERTER BOMBA DE CALOR

Modelo	Capacidad (Nom. Btu/h)	Voltaje	Eficiencia	Refrigerante	Peso (lbs)	Dimensiones Alto x Ancho x Profundidad	Precio	Precio Pareja
FFQ35CXV1	12.000 Btu/Hr	220~240/1/50	3,61 EER	R-410A	18 *	295 x 640 x 640	450	1380
RX35DGXV1					33	550 x 765 x 285	850	
BYCQ20CXW					-	-	80	
FFQ50CXV1	18.000 Btu/Hr	220~240/1/50	3,21 EER	R-410A	18 *	295 x 640 x 640	500	1739
RX50CGXV1					49	753 x 855 x 328	1159	
BYCQ20CXW					-	-	80	
FCQ60EXV1	22.000 Btu/Hr	220~240/1/50	3,25 EER	R-410A	30 *	340 x 990 x 990	600	2086
RX60CGXV1					49	753 x 855 x 328	1366	
BYCQ50EXW					-	-	120	
FCQ100EXV1	36.000 Btu/Hr	380~415/1/50	3,42 EER	R-410A	36 *	375 x 990 x 990	650	3929
RZX100FGXY1					100	1354 x 900 x 320	3159	
BYCQ50EXW					-	-	120	
FCQ125EXV1	44.000 Btu/Hr	380~415/1/50	3,22 EER	R-410A	36 *	375 x 990 x 990	666	4286
RZX125FGXY1					100	1354 x 900 x 320	3500	
BYCQ50EXW					-	-	120	

* peso con panel

Fuente: Página web Daikin (http://www.daikinlatam.com).

Figura 3-6: Ficha técnica cassette inverter 12000 a 44000 BTU.

Sus principales características son señaladas en los siguientes puntos:

- ✓ Equipo de 18000 BTU de capacidad.
- ✓ Dimensiones de 295 X 640 X 640 mm.
- ✓ Panel elegante y moderno.
- ✓ Descarga de aire óptimo.
- ✓ Con sistema multi-comfort que controla 3 patrones de balanceo de aire.
- ✓ Sistema ecológico inverter de alta eficiencia, máximo ahorro de energía hasta 3,21 EER (relación de rendimiento energético).
- ✓ Auto diagnóstico de falla.

3.3.5. Baja silueta 18000 BTU eco inverter

Los equipos de baja silueta entregan gran funcionalidad por lo que se determinó instalar 9 unidades de baja silueta de 18000 BTU de capacidad con tecnología ecológica inverter (ver figura 3-6).

LIGHT COMMERCIAL

LINEA PREMIUM SPLIT DUCTO INVERTER - R410a, 18K-48K BTUh Daikin serie C

CARACTERÍSTICAS GENERALES:
- Exelente distribución de aire
- Auto-arranque con memoria de últimos parametros
- Sistema de drenaje con doble protección
- Acoplamiento flexible, al aire libre
- Auto diagnostico de falla
- Termostato alámbrico
- Baja altura y diseño compacto
- Fácil mantenimiento

SPLIT DUCTO INVERTER BOMBA DE CALOR

Modelo	Capacidad (Nom. Btu/h)	Voltaje	Eficiencia	Refrigerante	Peso (lbs)	Dimensiones Alto x Ancho x Profundidad	Precio	Precio Pareja
FDMQ50CXV1	18.000 Btu/Hr	220~240/1/50	3.28 EER	R-410A	24	261 x 1065 x 411	597	1756
RX50CGXV1					49	753 x 855 x 328	1159	
FDMQ71CXV1	24.000 Btu/Hr	220~240/1/50	3,21 EER	R-410A	40	285 x 1007 x 600	700	2411
RZQ71CGXV1					51	753 x 940 x 392	1711	
FDMQ100CXV1	35.000 Btu/Hr	380~410/1/50	3,29 EER	R-410A	49	305 x 1302 x 638	770	3929
RZQ100FGXY1					100	1374 x 900 x 320	3159	
FDMQ140CXV1	48.000 Btu/Hr	380~410/1/50	3,05 EER	R-410A	56	378 x 1499 x 541	850	4286
RZQ140FGXY1					100	1374 x 900 x 320	3436	

Fuente: Página web Daikin (http://www.daikinlatam.com).

Figura 3-7: Ficha técnica split ducto inverter 18000 a 48000 BTU.

Las diferencias significativas para su aplicación se detallan en los siguientes puntos:

- ✓ Excelente distribución de aire.
- ✓ Autoarranque con memoria de últimos parámetros.
- ✓ Sistema de drenaje con doble protección.
- ✓ Auto diagnóstico de falla.
- ✓ Baja altura y diseño compacto.
- ✓ Fácil mantenimiento.

3.3.6. Split 18000 BTU muro eco inverter

Dos unidades split de 18000 BTU con tecnología inverter ecológica serán también instaladas para llevar a cabo el servicio (ver figura 3-4).

Las características a mencionar son:

- ✓ Equipo de 18000 BTU de capacidad.
- ✓ Dimensiones de 970 X 300 X 224 mm. Tamaño compacto.
- ✓ Sistema ecológico inverter de alta eficiencia, máximo ahorro de energía hasta 3,21 EER (relación de rendimiento energético).
- ✓ Operación silenciosa para máximo nivel de confort.
- ✓ Función de autoarranque con memoria de últimos parámetros.

3.3.7. Split muro 24000 BTU eco inverter

Se instalarán, también, 6 unidades split de presentación de 24000 BTU con tecnología eco inverter (ver figura 3-4).

Sus principales características son:

- ✓ Equipo de 24000 BTU de capacidad.
- ✓ Dimensiones de 1078 X 325 X 246 mm. Tamaño compacto.
- ✓ Sistema ecológico inverter de alta eficiencia, máximo ahorro de energía hasta 3,21 EER (relación de rendimiento energético).
- ✓ Operación silenciosa para máximo nivel de confort.
- ✓ Función de autoarranque con memoria de últimos parámetros.

3.3.8. Baja silueta 24000 BTU eco inverter

Se utilizarán 3 equipos de baja silueta de 24000 BTU con tecnología inverter (ver figura 3-6).

A continuación, se detallan sus características:

- ✓ Excelente distribución de aire.
- ✓ Autoarranque con memoria de últimos parámetros.
- ✓ Sistema de drenaje con doble protección.
- ✓ Auto diagnóstico de falla.
- ✓ Baja altura y diseño compacto.
- ✓ Fácil mantenimiento.

3.3.9. Baja silueta 36000 BTU eco inverter

3 equipos baja silueta de 36000 BTU serán instalados en el nuevo sistema (ver figura 3-6).

3.3.10. Baja silueta 48000 BTU eco inverter

Finalmente serán necesarios 3 equipos de baja silueta de 48000 BTU con tecnología inverter eco para completar el sistema (ver figura 3-6).

Las principales características del equipo, al igual que el de baja silueta de 36000 BTU, son las mismas señaladas en el punto 3.3.8.

En la tabla 3-6, se detalla el total de equipos a instalar.

Tabla 3-6: Resumen de equipos proyecto.

Resumen de equipos proyecto	Q
Split presentación muro eco inverter R410A 9000 BTU	18
Split presentación muro eco inverter R410A 12000 BTU	3
Baja silueta eco inverter R410A (split) 12000 BTU	11
Split presentación muro eco inverter R410A 18000 BTU	2
Baja silueta eco inverter R410A (split) 18000 BTU	9
Cassette eco inverter R410A (split) 18000 BTU	1
Split presentación muro eco inverter R410A 24000 BTU	6
Baja silueta eco inverter R410A (split) 24000 BTU	3
Baja silueta eco inverter R410A (split) 36000 BTU	3
Baja silueta eco inverter R410A (split) 48000 BTU	3
TOTALES	**59**

Fuente: Elaboración propia.

Cada uno de los equipos para la implementación del proyecto ha sido seleccionado con el criterio de selección entregado por la siguiente matriz (ver tabla 3-7), siendo el proveedor Daikin quien obtuvo la mejor ponderación.

Tabla 3-7: Matriz de selección de equipos.

Característica	Pond. %	Daikin	Nota Pond.	Anwo	Nota Pond.	Midea	Nota Pond.
Sistema inverter	35%	5,00	1,75	5,00	1,75	5,00	1,75
Disponibilidad de equipos	10%	4,00	0,40	3,50	0,35	4,00	0,40
Consumo energético	35%	5,00	1,75	4,00	1,40	4,00	1,40
Precio	20%	4,00	0,80	4,00	0,80	4,00	0,80
Total	**100%**		**4,70**		**4,30**		**4,35**

Fuente: Elaboración propia.

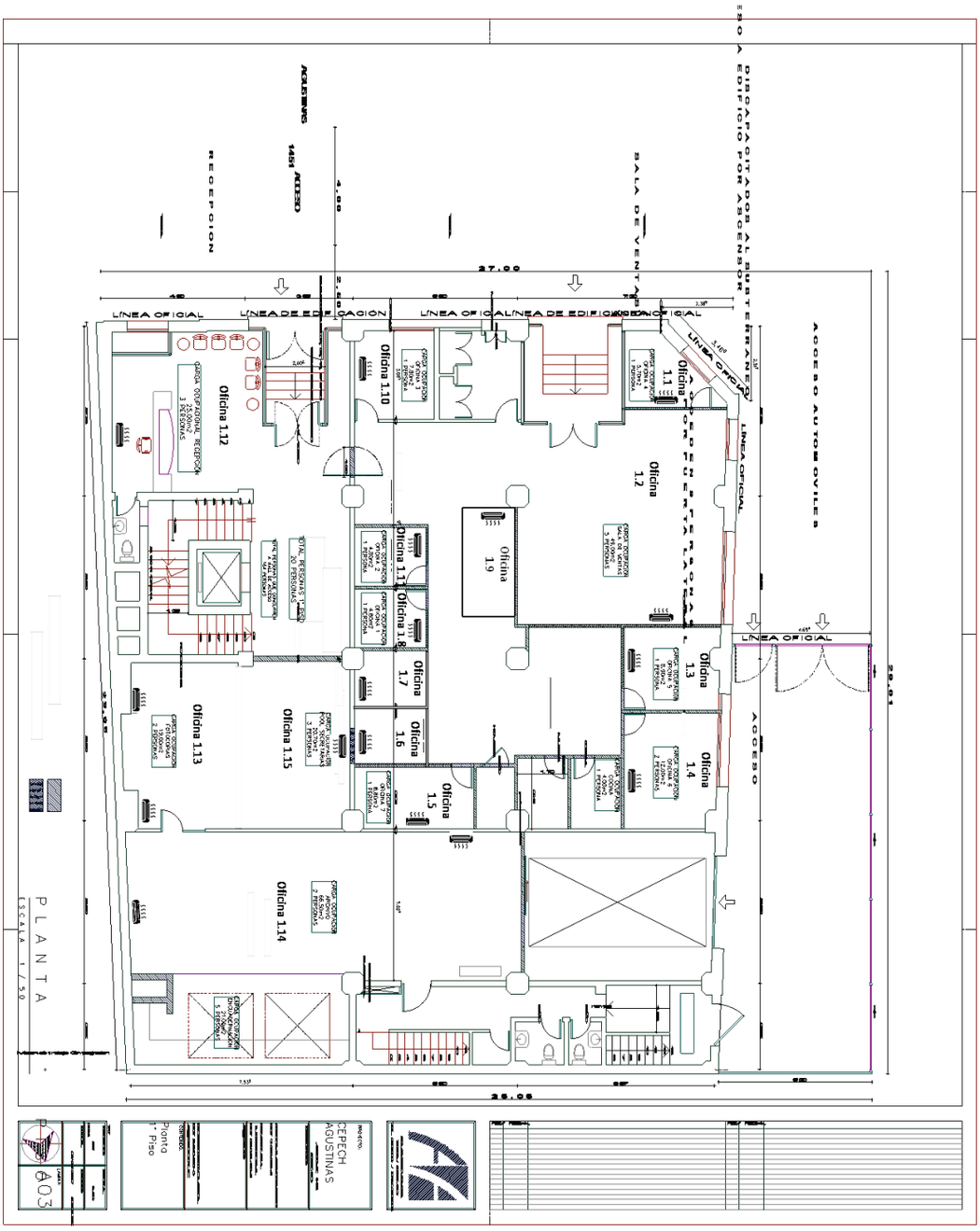
3.4. LAYOUT

El edificio de la casa central de Cpech consta con 6 pisos, los cuales corresponden a un subterráneo y 5 pisos construidos sobre él.

El sistema de climatización de este edificio considera climatizar desde el piso 1 al 5, lo cual posee una superficie total de 1.157,3 m² distribuidos en sus 67 oficinas. La implementación de este proyecto no modificará el actual layout del edificio, sin embargo a continuación se presenta el layout del edificio por piso con la distribución de los equipos destinados para cada oficina.

3.4.1. Layout piso 1

El siguiente esquema muestra el layout del primer piso del edificio (ver figura 3-8).

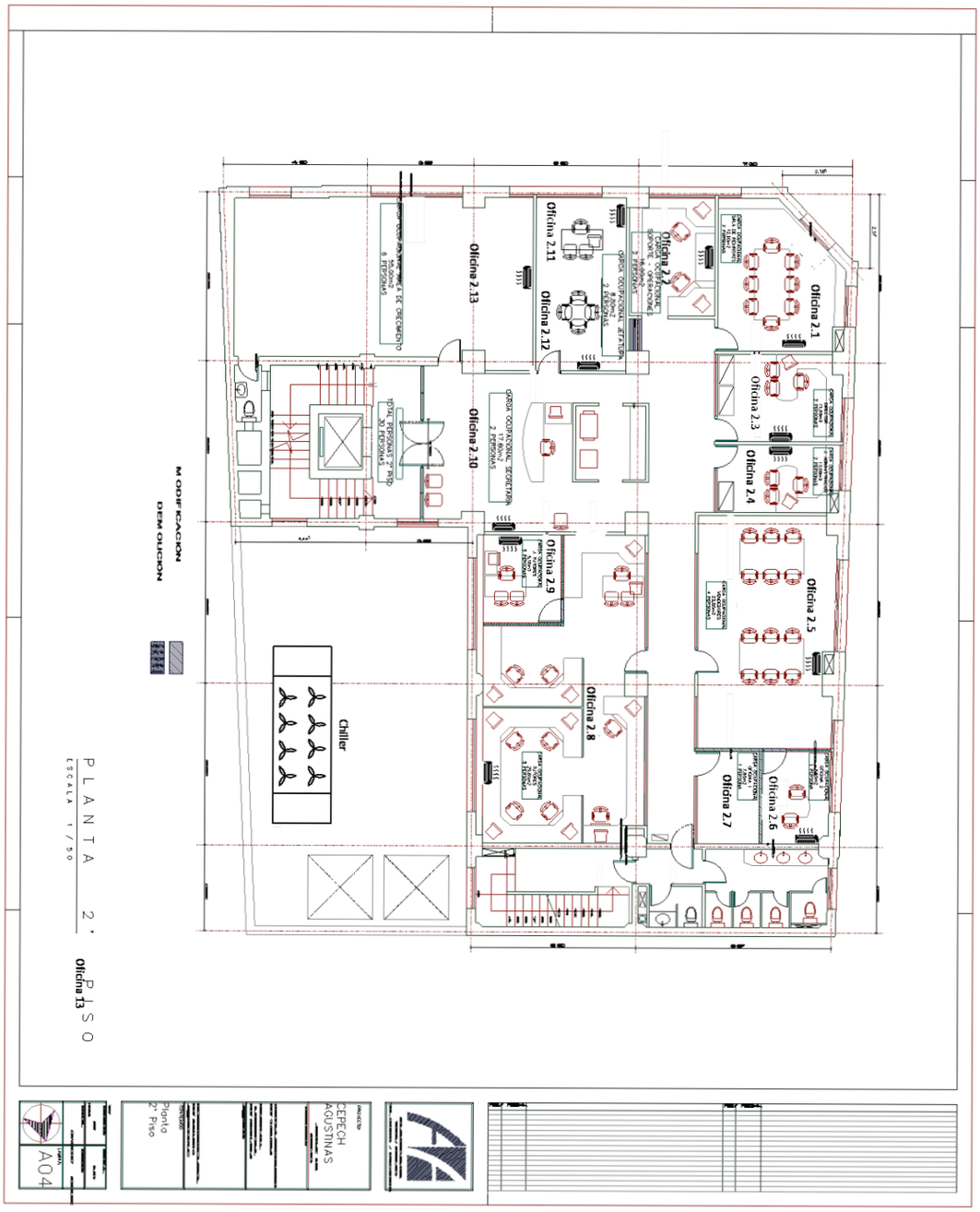


Fuente: Elaboración propia en base a planos de edificio.

Figura 3-8: Layout primer piso.

3.4.2. Layout piso 2

El layout del segundo piso del edificio es visualizado mediante la figura 3-9.

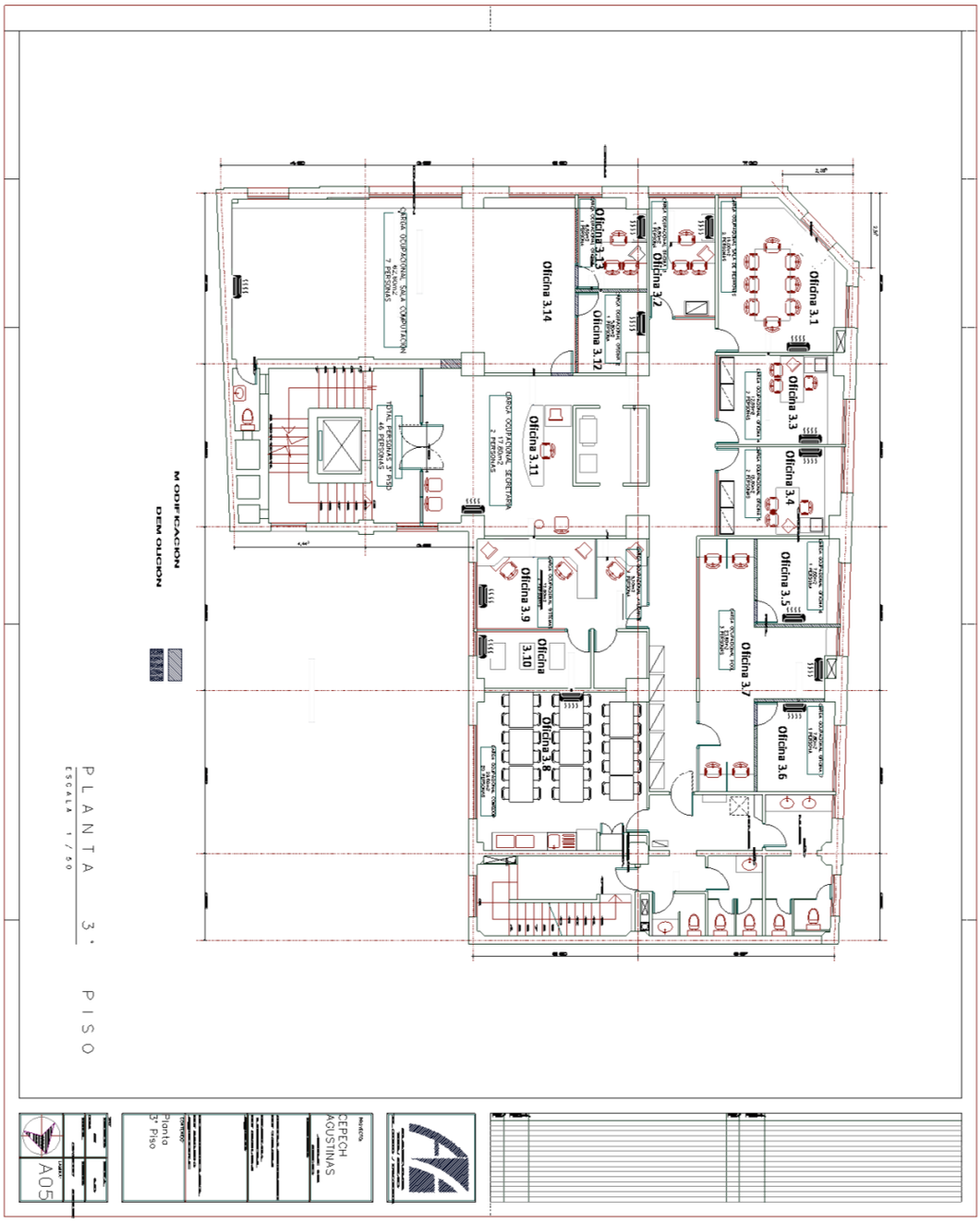


Fuente: Elaboración propia en base a planos de edificio.

Figura 3-9: Layout segundo piso.

3.4.3. Layout piso 3

El siguiente layout corresponde al tercer piso del edificio de la casa central de Cpech (ver figura 3-10).

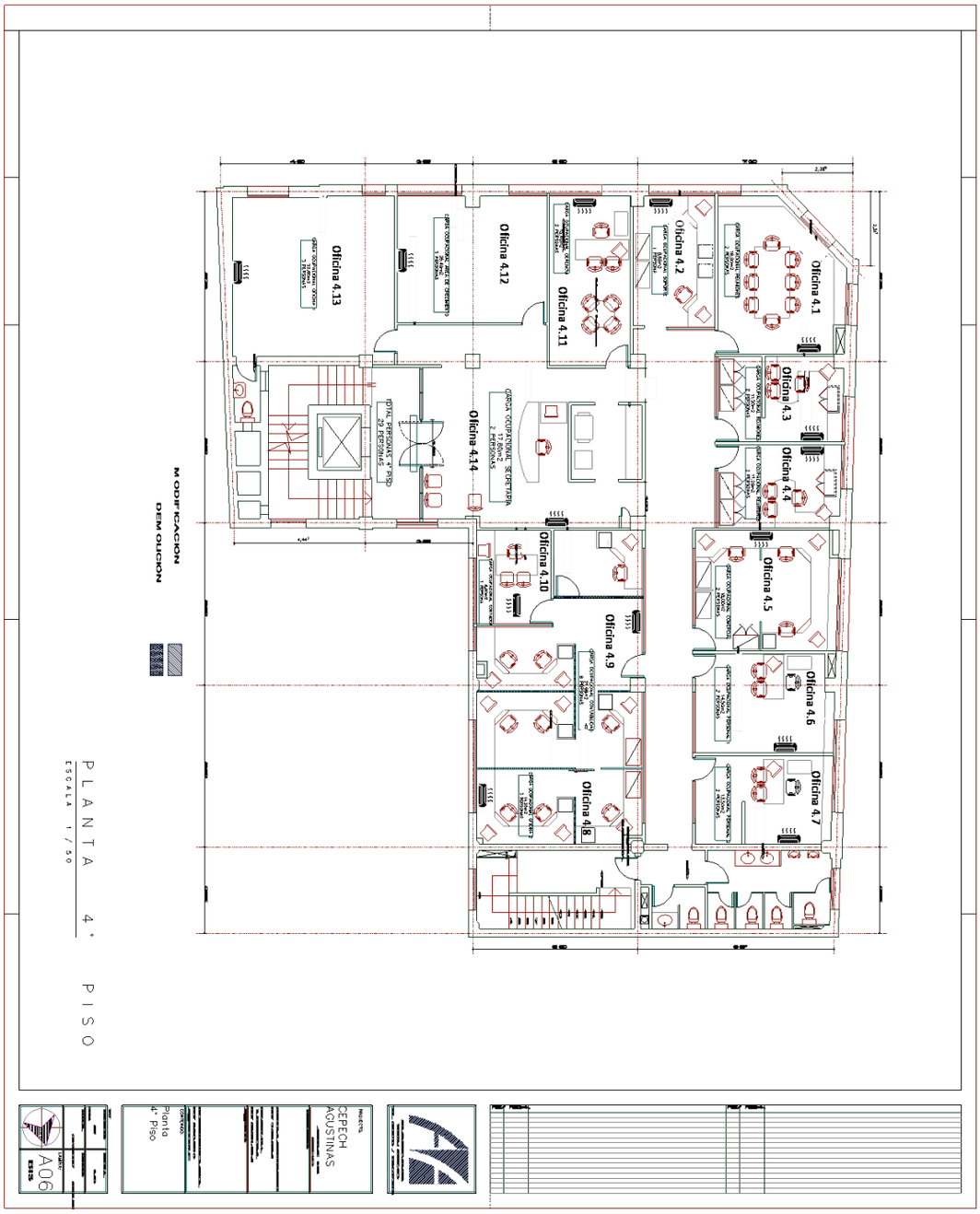


Fuente: Elaboración propia en base a planos de edificio.

Figura 3-10: Layout tercer piso.

3.4.4. Layout piso 4

El esquema que se presenta a continuación representa el layout del cuarto piso del edificio (ver figura 3-11).

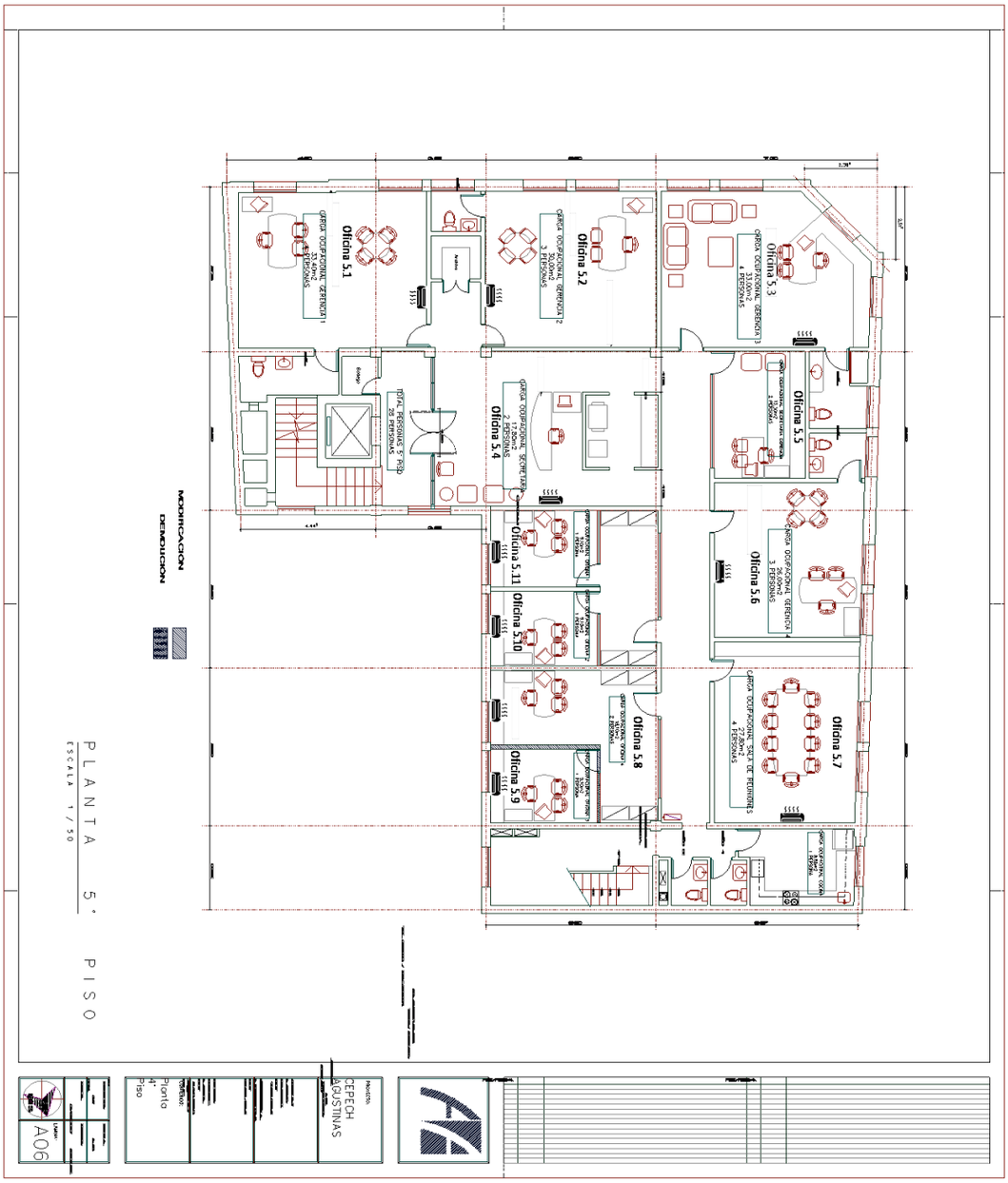


Fuente: Elaboración propia en base a planos de edificio.

Figura 3-11: Layout cuarto piso.

3.4.5. Layout piso 5

Por último se presenta el layout correspondiente al quinto piso del edificio (ver figura 3-12).



Fuente: Elaboración propia en base a planos de edificio.

Figura 3-12: Layout quinto piso.

3.5. PROYECTOS COMPLEMENTARIOS

Dadas las características de este proyecto no se requieren proyectos complementarios para su correcta ejecución y funcionamiento. Sin embargo, cabe señalar que para la correcta instalación de los equipos externos es necesario confeccionar una plataforma que soporte los mismos, la cual será confeccionada por el proveedor instalador. Junto con la plataforma, en el

caso de los equipos internos, es necesario realizar una canalización para el paso de los cableados eléctricos y las cañerías de desagüe y refrigerante R410-A, trabajo que de igual manera será desarrollado por el proveedor instalador.

3.6. DETERMINACIÓN DE INSUMOS, PRODUCTOS Y SUBPRODUCTOS

Dadas las características del presente proyecto no se considera la utilización de insumos, productos y subproductos para su correcta aplicación y posterior funcionamiento. Sin embargo cabe mencionar que para la manutención de los equipos de climatización serán necesarios insumos los cuales serán provistos por el proveedor instalador, mismo ente con el cual se generará un contrato de mantenciones periódicas para todos los equipos.

A continuación se detallan los aspectos relevantes del contrato de mantenciones:

- ✓ La periodicidad de manutención de los equipos será cada 3 meses.
- ✓ Se anexará al contrato la tabla con el detalle total de equipos a mantener.
- ✓ Se realizará una revisión completa de los equipos y se controlará su correcto funcionamiento. Todo lo anterior en base al check list de revisión y manutención confeccionado para este fin.
- ✓ Todos los insumos necesarios para las mantenciones serán provistos por la empresa mantenedora.
- ✓ En caso de ocurrencia de falla se realizará una cotización referente a su reparación y puesta en marcha.
- ✓ La empresa mantenedora destinará el personal idóneo para la correcta realización de los servicios, vale decir, a lo menos un técnico en climatización como supervisor de obra y un ingeniero en climatización responsable de la entrega de los trabajos.
- ✓ La empresa mantenedora contará con personal de emergencia para casos en los que se necesite contar con ellos.
- ✓ El contrato de mantenciones tendrá una duración máxima de 2 años.
- ✓ Ante incumplimiento por parte de la empresa mantenedora, Cpech tiene la facultad de poner término al contrato por medio del envío de una comunicación dirigida al domicilio de la comparecencia con a lo menos 30 días de anticipación.

3.7. FLEXIBILIDAD Y RENDIMIENTO

La implementación de este proyecto tendrá un carácter flexible debido a que las capacidades de los equipos soportan un aumento de 878 m^3 y 18 personas, lo cual es mayor a lo proyectado por Cpech, de acuerdo a la información entregada por el directorio quienes indican un 1,3% de aumento de personal por año y descartan ampliaciones que aumenten la cubicación del edificio de la casa central de Cpech.

El caso del análisis de rendimiento es uno de los puntos más importantes a evaluar, ya que se espera mejorar éste mismo en un 187% aproximadamente debido a que una unidad con tecnología inverter es capaz de conseguir un coeficiente energético de 5,15, que al compararlo con un 2,76 de los equipos sin tecnología inverter entrega el porcentaje de incremento de rendimiento y, a la vez, el aumento de rendimiento hace que se genere, de manera inversamente proporcional, una disminución en el consumo energético de un 64%.

3.8. BALANCE DE MASA Y ENERGÍA

Uno de los pilares propulsores de este proyecto es exactamente el consumo energético excesivo incurrido por los actuales equipos en funcionamiento, por lo tanto ser realizó un análisis completo del consumo energético actual y se enfrentó al que se generará una vez implementado completamente el proyecto, lo cual considera una disminución de un 42,3%. Todo lo cual se detalla a continuación en las tablas 3-7 y 3-8 distribuido por tipo de equipo y cantidades. Además, se debe mencionar que el valor del Kw/h fue entregado por Enel distribución Chile S.A. en base a la tarifa BT3 a la cual está asociada Cpech dado su consumo y corresponde a $64,719 neto. Para expresar el costo de energía en UF se considera su valor tomado del día 31 de octubre de 2017 por un monto de $26.634,9.

La tabla 3-8 muestra le consumo de equipos por día sin proyecto.

Tabla 3-8: Consumo equipos sin proyecto por día.

Descripción equipo sin proyecto	Q	Total BTU	AMP	Kw/H X DÍA	COSTO X DÍA	COSTO MENSUAL
Split sin inverter 9000 BTU	14	126.000	70,0	123,20	$7.973,38	$159.467,62
Split baja silueta 9000 BTU	1	9.000	5,0	8,80	$569,53	$11.390,54
Split sin inverter 18000 BTU	4	72.000	40,0	70,40	$4.556,22	$91.124,35
Split sin inverter 24000 BTU	11	264.000	134,2	236,19	$15.286,11	$305.722,20
Split sin inverter 48000 BTU	3	144.000	54,0	95,04	$6.150,89	$123.017,88
Split baja silueta 48000 BTU	1	48.000	18,0	31,68	$2.050,30	$41.005,96
Fan coil ducto 9000 BTU	5	45.000	4,0	7,04	$455,62	$9.112,44
Fan coil presentación 18000 BTU	10	180.000	16,0	28,16	$1.822,49	$36.449,74
Fan coil presentación 24000 BTU	13	312.000	28,6	50,34	$3.257,70	$65.153,91
Fan coil presentación 36000 BTU	1	36.000	3,2	5,63	$364,50	$7.289,95
CALDERA	1	NO	1,2	2,11	$136,69	$2.733,73
CHILLER	1	NO	532,0	936,32	$60.597,69	$1.211.953,88
TOTALES	**65**			**CLP**	**$103.221,11**	**$2.064.422,19**
TOTAL EN UF					**3,88**	**77,51**

Fuente: Elaboración propia.

El consumo de equipos por día una vez implementado el proyecto lo muestra la tabla 3-9.

Tabla 3-9: Consumo equipos con proyecto por día.

Descripción equipo con proyecto	Q	Total BTU	AMP	Kw/H X DÍA	COSTO X DÍA	COSTO MENSUAL
Split muro 9000 BTU eco inverter	18	162.000	63	111	$7.176,04	$143.520,85
Split muro 12000 BTU eco inverter	3	36.000	13	23	$1.503,55	$30.071,04
Baja silueta 12000 BTU eco inverter	11	132.000	48	85	$5.513,02	$110.260,47
Cassette 18000 BTU eco inverter	1	18.000	7	13	$820,12	$16.402,38
Baja silueta 18000 BTU eco inverter	9	162.000	65	114	$7.381,07	$147.621,45
Split 18000 BTU muro eco inverter	2	36.000	14	25	$1.640,24	$32.804,77
Split muro 24000 BTU eco inverter	6	144.000	52	91	$5.877,52	$117.550,41
Baja silueta 24000 BTU eco inverter	3	72.000	26	45	$2.938,76	$58.775,21
Baja silueta 36000 BTU eco inverter	3	108.000	43	75	$4.852,37	$97.047,43
Baja silueta 48000 BTU eco inverter	3	144.000	53	92	$5.980,04	$119.600,71
TOTALES	**59**			**CLP**	**$43.682,74**	**$873.654,72**
TOTAL EN UF					**1,64**	**32,80**

Fuente: Elaboración propia.

Al comparar ambos consumos, es posible visualizar que la implementación de la mejora del sistema de climatización de la casa central de Cpech resulta en un 58% de ahorro del costo total de operación.

3.9. CONSUMOS DE ENERGÍA

Los consumos de energía asociados a la aplicación del presente proyecto fueron indicados en el punto 3.8 balance de masa y energía en la tabla 3-7.

3.10. PROGRAMAS DE TRABAJO, TURNOS Y GASTOS EN PERSONAL

Para la implementación de este proyecto no se consideran gastos en personal, ni programas de trabajo, ni turnos debido a que la instalación de los equipos será realizada por la empresa adjudicataria. Todo lo anterior estará incluido en el presupuesto de instalación anexado (ver anexo B).

Sin embargo se debe detallar los turnos en los cuales deben proceder con la aplicación del proyecto y el personal que se requiere para llevar a cabo la instalación de los equipos y la capacitación de los usuarios, así como también al encargado de servicios generales del edificio. Todo lo antes mencionado se detalla a continuación:

- ✓ La empresa adjudicataria deberá contar en todo momento que se realicen las obras de instalación en el edifico con un técnico en climatización encargado de obra, así como también, con a lo menos dos ayudantes para asegurar el correcto funcionamiento de las obras y la seguridad de los equipos a instalar.

- ✓ La empresa adjudicataria deberá proveer de un técnico en climatización, que puede ser el mismo encargado de obra, para realizar la capacitación, cuyo costo está incluido en la cotización de instalación (ver anexo B), a los usuarios y al encargado de servicios generales del edificio una vez finalizado el proceso de instalación de los nuevos equipos.
- ✓ La empresa adjudicataria deberá realizar los trabajos dentro del horario en que el edificio de la casa central de Cpech se encuentra abierto y las oficinas se encuentran sin personal, vale decir, de lunes a viernes de 18:30 a 22:00 horas. Cabe mencionar que esto será previamente coordinado por el encargado de servicios generales quien deberá supervisar y controlar las labores. Además se debe mencionar que no se generarán horas extraordinarias por parte del encargado de servicios generales debido a que este personal cuenta con un contrato sujeto al artículo 22 del código del trabajo de Chile.
- ✓ La empresa adjudicataria deberá prestar soporte técnico en todo momento de la instalación, así como también durante los tres meses siguientes al término de los trabajos de instalación a modo de garantía de los trabajos realizados.

En el caso del control de la aplicación y el continuo funcionamiento de este proyecto se considera el personal encargado de servicios generales del edificio de la casa central de Cpech, que en este caso recae sobre una sola persona. Por lo tanto a continuación se detallan las responsabilidades y los turnos de este personal:

- ✓ El encargado de servicios generales deberá ser el puente para coordinar las disponibilidades de las oficinas y los trabajos a realizar en ellas.
- ✓ Deberá estar disponible a las solicitudes y necesidades de acceso a las oficinas requeridas por el personal de la empresa adjudicataria.
- ✓ El turno de trabajo normal del encargado de servicios generales es de lunes a viernes de 8:30 a 18:00 horas, pero para la aplicación de este proyecto su jornada laboral será desde las 12:30 a 22:00 horas, de tal manera que no se exceda lo estipulado por el código del trabajo acerca del máximo de 45 horas semanales.

Este turno de trabajo es el definido por la Subgerencia de Gestión Docente e Imprenta, quien está a cargo del Encargado de Servicios Generales, en conjunto con el departamento de Recursos Humanos de Cpech y es de carácter temporal durante el tiempo de la implementación de este proyecto por lo que no generará gastos adicionales por concepto de remuneración.

3.11. PERSONAL DE OPERACIONES, CARGOS, PERFILES Y SUELDOS

A continuación, se detalla el cargo, perfil y sueldo del personal de operaciones, es decir, del encargado de servicios generales del edificio de la casa central de Cpech, debido a que es el único personal involucrado en el control de la implementación del proyecto, ya que como se explicó en el punto anterior, todo el personal necesario para la aplicación de esta mejora será provisto por el proveedor adjudicatario del proyecto.

3.11.1. Personal de operaciones, cargo, perfil y sueldo

El personal de operaciones designado para el control de la aplicación de este proyecto es el encargado de servicios generales de la casa central de Cpech.

Para el análisis del perfil de este cargo se presenta la siguiente figura con el descriptor de cargo de este personal (ver figura 3-13 y 3-14):

DESCRIPTOR DE CARGO: Encargado servicios generales

DESCRIPCIÓN DEL CARGO

Identificación del Cargo:	Encargado servicios generales
Número de Ocupantes:	1.
Ubicación del Cargo:	Casa Matriz.
Departamento:	Subgerencia Gestión Docente e Imprenta
Depende de:	Subgerente Gestión Docente e Imprenta
Supervisa a:	No aplica
Subroga:	No aplica.

OBJETIVO FUNCIONES, ATRIBUCIONES Y RESPONSABILIDADES GENERALES DEL CARGO

Objetivo.
Coordinar las solicitudes de las diferentes áreas en cuanto a la mantención y reparación de mobiliario e infraestructura del edificio de casa central.
Verificar la correcta ejecución de los trabajos e informar a la Jefatura de las anomalías y correcciones realizadas.

Funciones, atribuciones y responsabilidades.

- Periódicamente, efectuar recorridos por toda su área de labores.
- Coordinar las solicitudes de mantención y reparación de mobiliario desde las distintas áreas que lo soliciten.
- Velar por la completa y correcta ejecución de los trabajos encomendados.
- Dar información que se solicite por parte de personas visitantes a la Institución.
- Encender y apagar aparatos eléctricos y luces del interior del edificio, cuando así se requiera.

COMPETENCIAS DEL CARGO

Educación: Enseñanza media completa.

Formación: No aplica.

Habilidades:

COMPETENCIAS CARDINALES	A	B	C	D
Orientación al Cliente: Es el deseo de ayudar o servir a los clientes y de comprender y satisfacer sus necesidades, implica esforzarse por conocer y resolver los problemas del cliente.		X		
Orientación a los resultados: Es la capacidad de encaminar todos los actos al logro de lo esperado, actuando con sentido de urgencia ante decisiones importantes y necesarias para satisfacer al cliente. Fijando metas desafiantes por encima de los estándares y manteniendo altos niveles de rendimiento.		X		
Orientación a la calidad: Excelencia en el trabajo a realizar, implica comprender la esencia de aspectos complejos y transformarlos en soluciones prácticas,		X		

Cód.: D-CM 04 *Casa Matriz: Agustinas #1447, Santiago, Región Metropolitana.* *Página 1 de 2*
Rev.: 01 – 01.01.2014 *Teléfono: (02) 4635589*

Fuente: Departamento de recursos humanos de Cpech.

Figura 3-13: Descriptor de cargo encargado de servicios generales página 1.

DESCRIPTOR DE CARGO: Encargado servicios generales

compartir el conocimiento profesional y demostrar constante interés de aprender.				
Trabajo en Equipo: Capacidad de colaborar y cooperar con los demás, de formar parte de un grupo que trabaja en procesos, tareas u objetivos compartidos.		X		

COMPETENCIAS ESPECÍFICAS	A	B	C	D
Relaciones Interpersonales: Consiste en actuar para establecer y mantener relaciones cordiales, recíprocas y cálidas, o redes de contacto con distintas personas.		X		
Trabajo bajo presión: Es la capacidad para controlar las emociones personales y evitar las reacciones negativas cuando se trabaja en condiciones de estrés o de alta demanda.		X		
Orden y Metodicidad: Es la preocupación continua por controlar el trabajo y la información. También implica la claridad de las responsabilidades y funciones asignadas, estableciendo prioridades.		X		

Referencias

A: (Alto) Excelencia, se desempeña con Iniciativa y adaptación para resolver problemas.
B: (Bueno) Por encima del estándar, se desempeña satisfactoriamente sin supervisión.
C: (Mínimo Necesario) Mínimo necesario para el puesto, se desempeña satisfactoriamente pero requiere alguna asistencia y supervisión.
D: (Insatisfactorio) Puede desempeñar solo parte de las tareas satisfactoriamente, pero requiere de considerable asistencia y supervisión.

Experiencia: No aplica.

Cuando no se cumplan las condiciones requeridas en la especificación del cargo, existe la opción de la validación interna, la cual es emitida por el jefe directo del cargo.

MODIFICACIONES DEL DOCUMENTO

REVISIÓN	MOTIVO DE MODIFICACIÓN	FECHA DE MODIFICACIÓN

Nombre y firma del trabajador

Cód.: D-CM 04
Rev.: 01 – 01.01.2014
Casa Matriz: Agustinas #1447, Santiago, Región Metropolitana.
Teléfono: (02) 4635589
Página 1 de 2

Fuente: Departamento de recursos humanos de Cpech.

Figura 3-14: Descriptor de cargo encargado de servicios generales página 2.

En la figura 3-15, se presenta una liquidación de sueldo del encargado de servicios generales del edificio de la casa central de Cpech.

CEPECH S.A.
Rut: 12.345.678-K
Agustinas # 1447 SANTIAGO CENTRO

LIQUIDACIÓN DE REMUNERACIONES MES DE **Octubre del 2017**

Nombre: _____ **Código:** 7654321-0
Cargo: ENC. SERVICIOS GENERALES **Rut :** 7.654.321-0
Sección: Matriz - CEPECH **Fecha ingreso:** 01.Abr.2002
C.de Costo: 1507 (1507) Gestión de Operaciones - **Días Trabajados:** 30

Detalle		Haberes	Descuentos
HABERES			
Sueldo base 682.542.00		682.542	
Gratificación		106.875	
HABERES NO IMPONIBLES			
Asignación Colación		11.750	
Asignación Movilización		11.750	
DESCUENTOS LEGALES			
11.44% AFP sobre: 796.265			91.093
7% FONASA			55.739
Impto. 4% de:649.433 -Reb:25264.44			713
.			
Seguro de Invalidez y Sobreviv	11.227,00		
		$819.765	$147.545
TOTAL A PAGAR			**$672.220**

Certifico haber recibido en este acto a mi entera satisfacción, el total de haberes en la presente liquidación. Asimismo, declaro que nada se me adeuda y no tener reclamo alguno en contra de la empresa CEPECH S.A.

Cargo: ENCARGADO SERVICIOS GENERALES
Nombre: _____
Banco: BANCO XXXXXXXXX
N° Cta Cte : XXXXXXXX

_____
Firma beneficiario

Fuente: Departamento de remuneraciones de Cpech.

Figura 3-15: Liquidación de sueldo de encargado de servicios generales.

3.12. INVERSIONES EN EQUIPO Y EDIFICACIONES

El presente proyecto no considera inversiones en edificaciones, ya que sólo incorpora equipos específicos los cuales serán instalados en la edificación actual construida.

De esta manera, a continuación se especifica la inversión a realizar en equipos para la implementación de este proyecto, considerando la adquisición de todos los equipos necesarios para su funcionamiento. Se debe considerar que la adquisición de los equipos será realizada en forma conjunta con la contratación de los servicios de instalación e implementación de la empresa adjudicataria del proyecto que será licitado.

A continuación se muestra un estimado de precios, lo cual se basa en distintas cotizaciones obtenidas de distintos proveedores, donde se indican los valores de la cotización más conveniente entregada por la empresa Soluciones G&G.

Para expresar en UF el valor de la inversión en equipos se considera el valor de la UF del día 31 de octubre de 2017, con un valor de $26.634,9.

Tabla 3-10: Inversión en equipos, insumos y mano de obra.

Descripción equipos por piso	Q	Precio CLP	Valor en UF
Instalación de climatización piso 1° (inverter)	10	$ 10.464.798,00	392,90
Instalación de climatización piso 2° (inverter)	10	$ 10.526.252,00	395,21
Instalación de climatización piso 3° (inverter)	14	$ 12.999.422,00	488,06
Instalación de climatización piso 4° (inverter)	14	$ 12.103.780,00	454,43
Instalación de climatización piso 5° (inverter)	11	$ 8.287.278,00	311,14
TOTALES		**$ 54.381.530,00**	**2.041,74**

Fuente: Elaboración propia en base a cotización.

De esta forma se obtiene una inversión por concepto de equipos de aproximadamente 2.041,74 UF.

3.13. INVERSIONES EN CAPITAL DE TRABAJO

Para determinar el capital de trabajo se utilizará el método del máximo déficit acumulado y se realizará un análisis de los ingresos generados por este proyecto que, en este caso, corresponden al ahorro en consumo esperado, con los gastos que, en el caso de este proyecto, son los emanados del contrato de mantenciones a realizar, el nuevo consumo incurrido en Kw/H y las eventuales fallas que se puedan producir en los equipos. Esto es debido a que no existen otros gastos resultantes del proyecto porque no se modificará la actual estructura organizacional ni la edificación en donde se desarrolla el servicio de climatización.

A continuación, se presenta el detalle de la inversión del capital de trabajo en las tablas 3-11 a la 3-13.

La tabla 3-11 muestra la determinación de los egresos del proyecto. Cabe señalar que el contrato de mantenciones tendrá solamente el aumento generado por la variación de la UF.

Tabla 3-11: Determinación de egresos del proyecto.

Mes	Consumo mensual	Contrato de mantenciones	Total egresos
Enero	32,80	7,38	40,18
Febrero	32,80	7,38	40,18
Marzo	32,80	7,38	40,18
Abril	32,80	7,38	40,18
Mayo	32,80	7,38	40,18
Junio	32,80	7,38	40,18
Julio	32,80	7,38	40,18
Agosto	32,80	7,38	40,18
Septiembre	32,80	7,38	40,18
Octubre	32,80	7,38	40,18
Noviembre	32,80	7,38	40,18
Diciembre	32,80	7,38	40,18
TOTALES	**393,61**	**88,61**	**482,22**

Fuente: Elaboración propia.

Con la implementación de los equipos con tecnología inverter se logra un ahorro de consumo mensual de 50,40 UF. De igual manera, al generar el contrato de mantenciones preventivas se proyecta un ahorro en el ítem de gastos por fallas ascendente a 25,46 UF mensuales. La determinación de los ingresos/ahorro del proyecto se muestra en la tabla 3-12.

Tabla 3-12: Determinación de ingresos/ahorro.

Mes	Ahorro mensual consumo	Ahorro mensual fallas	Total ahorro
Enero	0,00	0,00	0,00
Febrero	50,40	25,46	75,86
Marzo	50,40	25,46	75,86
Abril	50,40	25,46	75,86
Mayo	50,40	25,46	75,86
Junio	50,40	25,46	75,86
Julio	50,40	25,46	75,86
Agosto	50,40	25,46	75,86
Septiembre	50,40	25,46	75,86
Octubre	50,40	25,46	75,86
Noviembre	50,40	25,46	75,86
Diciembre	50,40	25,46	75,86
TOTALES	**554,43**	**280,01**	**834,44**

Fuente: Elaboración propia.

Mediante el método de máximo déficit acumulado se determinó el saldo para llegar al valor del capital de trabajo, lo cual es visualizado en la tabla 3-13.

Tabla 3-13: Determinación de saldo. Método máximo déficit acumulado.

Mes	Total egresos	Total ahorro	Saldo	Saldo Acumulado
Enero	40,18	0,00	-40,18	-40,18
Febrero	40,18	75,86	35,67	-4,51
Marzo	40,18	75,86	35,67	31,16
Abril	40,18	75,86	35,67	66,83
Mayo	40,18	75,86	35,67	102,51
Junio	40,18	75,86	35,67	138,18
Julio	40,18	75,86	35,67	173,85
Agosto	40,18	75,86	35,67	209,53
Septiembre	40,18	75,86	35,67	245,20
Octubre	40,18	75,86	35,67	280,87
Noviembre	40,18	75,86	35,67	316,55
Diciembre	40,18	75,86	35,67	352,22

Fuente: Elaboración propia.

Una vez analizado los egresos del proyecto y sus ahorros se determina que debido al desfase generado entre el egreso y el ingreso/ahorro se genera una pequeña inversión en capital de trabajo que asciende a 40,18 UF.

3.14. COSTOS DE INSTALACIÓN Y PUESTA EN MARCHA

Los costos de instalación y puesta en marcha de este proyecto están detallados en base a la desinstalación de los equipos actualmente en funcionamiento, los cuales serán desinstalados una vez ya instalados los equipos del proyecto debido a que no se puede dejar sin climatización a las oficinas; y el costo de las estructuras que soportarán las unidades externas de los equipos de climatización. Se detallan en la siguiente tabla (ver tabla 3-13).

Tabla 3-14: Determinación de costo puesta en marcha.

Costos puesta en marcha	Total
Fabricación estructuras soporte de equipos	166,60
Desinstalación equipos	117,09
TOTALES	**283,69**

Fuente: Elaboración propia.

Los gastos de instalación de los equipos y de la capacitación del personal han sido considerados en la cotización realizada por el proveedor instalador (ver anexo B).

3.15. COSTOS DE IMPREVISTOS

Para imprevistos de este proyecto se considera un 5% de los ítems anteriormente indicados, monto que corresponde a 118,28 UF, con lo cual se podrá cubrir las variaciones existentes en la implementación del nuevo sistema de climatización.

3.16. TABLA RESUMEN INVERSIÓN INICIAL

A continuación, se presenta la tabla 3-15 con el resumen de la inversión total inicial de éste proyecto, considerando todos los ítems detallados en los puntos anteriores (ver tabla 3-14).

Tabla 3-15: Determinación de inversión total.

Ítem	Monto UF
Inversión equipos	2041,74
Inversión capital de trabajo	40,18
Inversión puesta en marcha	283,69
Imprevistos (5%)	118,28
Inversión inicial total	**2.483,89**

Fuente: Elaboración propia.

CAPÍTULO 4: ANÁLISIS DE PREFACTIBILIDAD ADMINISTRATIVA, LEGAL, SOCIETARIA, TRIBUTARIA, FINANCIERA Y AMBIENTAL

4. ANÁLISIS DE PREFACTIBILIDAD ADMINISTRATIVA, LEGAL, SOCIETARIA, TRIBUTARIA, FINANCIERA Y AMBIENTAL

En los siguientes puntos se desarrollará el análisis de prefactibilidad referente a los temas administrativos, legales, societarios, tributarios, financieros y ambientales.

4.1. ANÁLISIS DE PREFACTIBILIDAD ADMINISTRATIVA

A continuación se presentará el personal involucrado directamente en la implementación de este proyecto, así como también la estructura organizacional, los sistemas de información administrativos, el personal administrativo, cargos, perfiles y sueldos.

4.1.1. Personal

Al mes de Noviembre de 2017 Cpech cuenta con 1.800 trabajadores, considerando a plazo indefinido y fijo. Particularmente en el edificio de la casa central de Cpech se desarrollan 175 trabajadores, sin embargo para la implementación del presente proyecto se considera como el personal que trabajará directamente en la implementación de éste proyecto únicamente al encargado de servicios generales del edificio el cual desarrollará la misión de controlar la correcta aplicación del proyecto con todos los pasos debidamente planificados y detallados en el punto 3.1. Ver tabla 4-1.

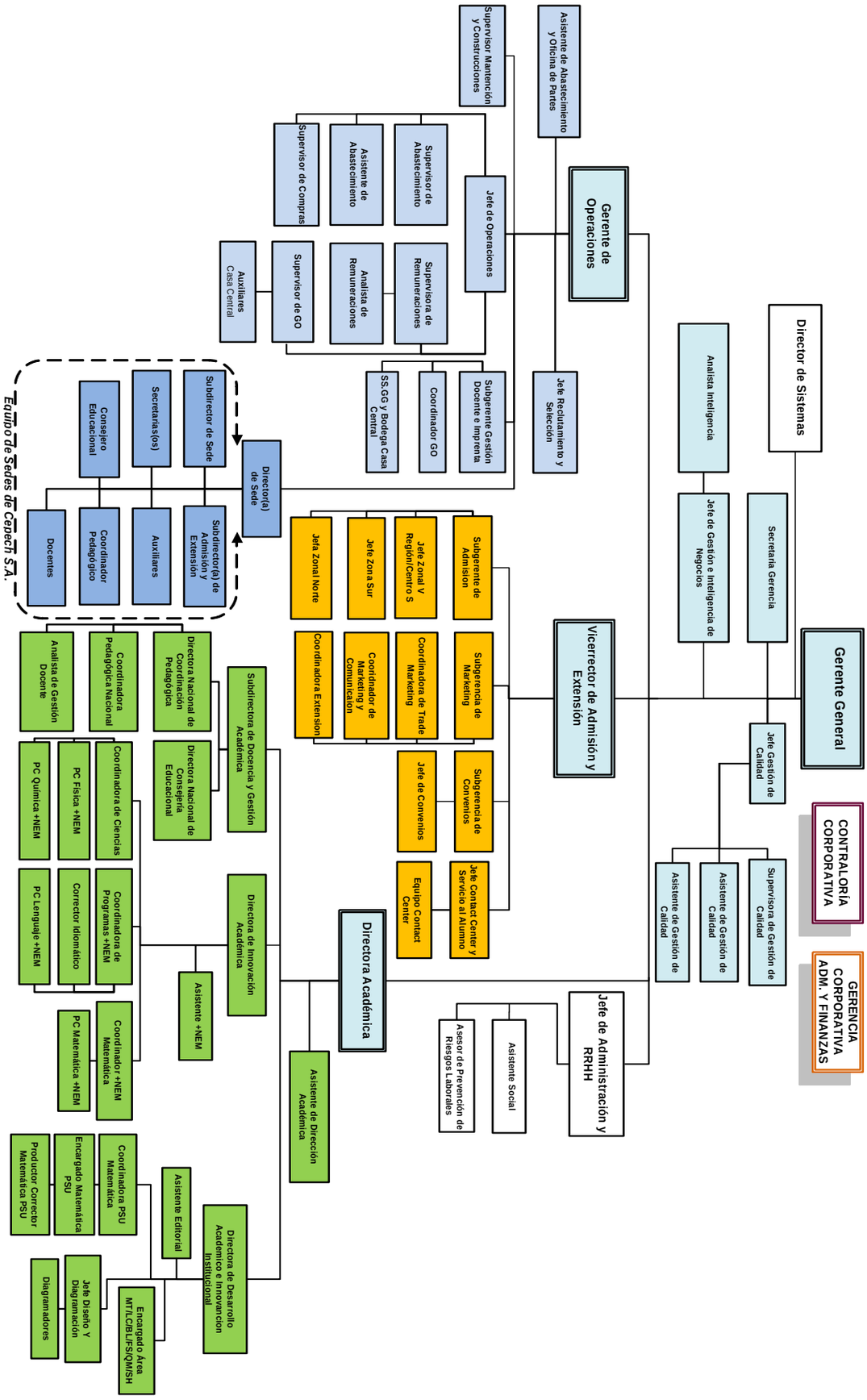
Tabla 4-1: Personal de Cpech para aplicación de proyecto.

Personal	Gerencia	cantidad
Encargado de Servicios Generales	**Operaciones**	**1**

Fuente: Elaboración propia.

4.1.2. Estructura organizacional

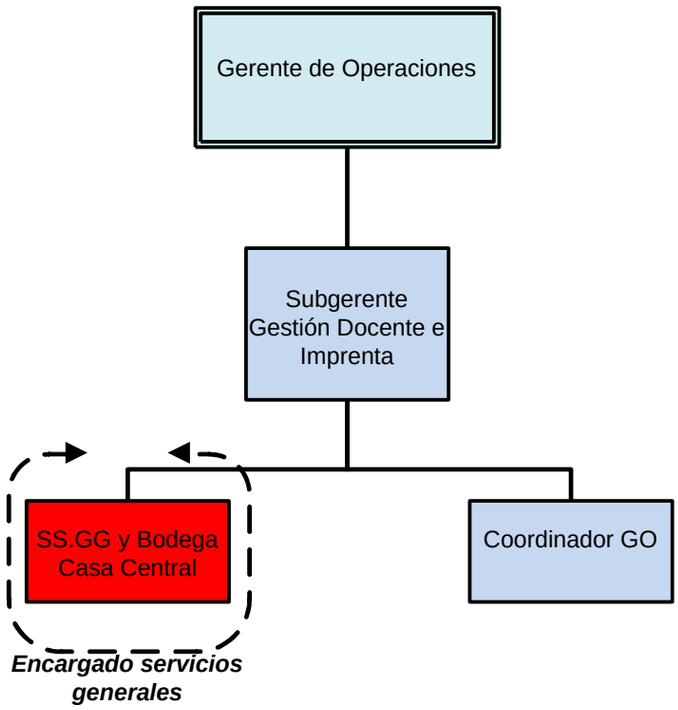
La estructura organizacional de Cpech se distribuye según lo descrito en el siguiente esquema (ver figura 4-1).



Fuente: Cpech S.A.

Figura 4-1: Organigrama general de Cpech S.A.

De la estructura anterior, se obtiene la gerencia de operaciones, de la cual, a su vez, se desprende la Subgerencia de Gestión Docente e Imprenta, quien tiene a cargo los servicios generales del edificio, por lo que es la jefatura directa del encargado de Servicios Generales, quien tiene la misión de controlar la correcta implementación de este proyecto (ver figura 4-2).



Fuente: Cpech S.A.

Figura 4-2: Estructura SS.GG.

4.1.3. Sistema de información administrativo

La gerencia de Recursos Humanos administra los distintos temas ligados a su personal por medio del sistema informático de gestión empresarial y capital humano ADP Payroll implementado en la institución. En este sistema se crea a los trabajadores una vez que ingresan a trabajar a la empresa, asignando rentas, cargos, horarios, entre otros, y se mantiene su historial de forma indefinida, aunque el trabajador deje de prestar sus servicios a Cpech.

El módulo de RR.HH. es administrado por el departamento de RR.HH. al momento del ingreso del personal y, para los temas relacionados a las remuneraciones, descuentos y feriados legales

es administrado por el departamento de operaciones, específicamente por el supervisor de remuneraciones en conjunto con su analista.

4.1.4. Personal administrativo, cargos, perfiles y sueldos

Los cargos, perfiles y sueldos del personal de operaciones que participará directamente en la implementación y ejecución de éste proyecto, específicamente el Encargado de Servicios Generales, ha sido indicado en el punto 3.11.1.

El personal administrativo que tiene relación con la implementación de éste proyecto está dentro de la Gerencia de Operaciones de Cpech, quien tiene a cargo la Subgerencia de Gestión Docente e Imprenta, que a su vez tiene bajo su jefatura los servicios generales del edificio de la casa central de Cpech.

Para un mejor entendimiento del personal administrativo a cargo de la implementación de éste proyecto es que se presenta el descriptor de cargo del Subgerente de Gestión Docente e Imprenta (ver figura 4-3).

DESCRIPTOR DE CARGO
Subgerente de Gestión Docente e Imprenta

DESCRIPCIÓN DEL CARGO

Identificación del Cargo:	Subgerente de Gestión Docente e Imprenta
Número de Ocupantes:	1
Ubicación del Cargo:	Casa Central
Departamento:	Operaciones
Depende de:	Gerente de Operaciones
Supervisa a:	Jefe de servicios internos, Supervisor de imprenta, Coordinador gestión docente

OBJETIVO FUNCIONES, ATRIBUCIONES Y RESPONSABILIDADES GENERALES DEL CARGO

Objetivo:

Gestionar y administrar las áreas de imprenta, edificio matriz, remuneración docente con sus respectivos bloques y mallas académicas de sedes Cpech. Además de realizar los informes de gestión necesario para abastecer a la áreas correspondientes.

Funciones, atribuciones y responsabilidades.

Cumplir con los programas estratégicos de mantenimiento, Imprenta, Casa Matriz, remuneración docente con sus respectivos bloques y mallas académicas de sedes Cpech de acuerdo al presupuesto asignado y autorizado, promoviendo el uso racional y eficiente de los recursos, de manera de eficientar los gastos de la operación.

Cumplir con la normativa de seguridad y con los lineamientos del sistema de gestión de calidad, encontrando oportunidades de mejora en la operación de Cpech y definiendo planes de acción para su manejo oportuno y certero, considerando restricciones presupuestarias.

COMPETENCIAS DEL CARGO

Educación: Carrera profesional completa.

Formación :

Deseable Conocimiento y manejo de Office avanzado.

Deseable Conocimiento de bases de datos, manejo de SQL y/o Access

Deseable Conocimientos en ISO 9001:2008 y mejoramiento continuo

Habilidades:

HABILIDADES CARDINALES	A	B	C	D
Orientación al Cliente: Es el deseo de ayudar o servir a los clientes y de comprender y satisfacer sus necesidades, implica esforzarse por conocer y resolver los problemas del cliente.		X		

Cód.: D-OP11 *Casa Matriz: Agustinas #1447, Santiago, Región Metropolitana.* *Página 1 de 2*
Rev.: 01 – 04.02.2015 *Teléfono: (02) 4635589*

Fuente: Departamento de recursos humanos de Cpech.

Figura 4-3: Descriptor de cargo subgerente de gestión docente e imprenta página 1.

DESCRIPTOR DE CARGO
Subgerente de Gestión Docente e Imprenta

Orientación a los resultados: Es la capacidad de encaminar todos los actos al logro de lo esperado, actuando con sentido de urgencia ante decisiones importantes y necesarias para satisfacer al cliente. Fijando metas desafiantes por encima de los estándares y manteniendo altos niveles de rendimiento.		X		
Orientación a la calidad: Excelencia en el trabajo a realizar, implica comprender la esencia de aspectos complejos y transformarlos en soluciones prácticas, compartir el conocimiento profesional y demostrar constante interés de aprender.		X		
Trabajo en Equipo: Capacidad de colaborar y cooperar con los demás, de formar parte de un grupo que trabaja en procesos, tareas u objetivos compartidos.		X		

HABILIDADES ESPECÍFICAS	A	B	C	D
Liderazgo: Es la habilidad necesaria para orientar la acción de los grupos humanos en una dirección determinada, inspirando valores de acción. Habilidad para fijar objetivos, realizar seguimiento y dar feedback, integrando las opiniones de los otros. Motivar e inspirar confianza. Manejar el cambio para asegurar efectividad a largo plazo.		X		
Innovación: Es la capacidad para modificar las cosas o situaciones partiendo de formas no pensadas con anterioridad. Implica idear soluciones nuevas y diferentes ante problemas o situaciones requeridos por el propio puesto, la organización o los clientes.		X		
Trabajo bajo presión: Es la capacidad para controlar las emociones personales y evitar las reacciones negativas cuando se trabaja en condiciones de estrés o de alta demanda.		X		
Capacidad Analítica: Es la capacidad de entender y resolver un problema realizando comparaciones, estableciendo prioridades, identificando secuencias temporales y relaciones causales entre los componentes.		X		

A: Sobre lo Esperado para el Cargo

B: Fortaleza para el Cargo

C: Mínimo Necesario para el Cargo

D: Debilidad para el Cargo

Experiencia: 1 o más años de experiencia laboral.

Cuando no se cumplan las condiciones requeridas en la especificación del cargo, existe la opción de la validación interna, la cual es emitida por el jefe directo del cargo.

Cód.: D-OP11
Rev.: 01 – 04.02.2015
Casa Matriz: Agustinas #1447, Santiago, Región Metropolitana.
Teléfono: (02) 4635589
Página 1 de 2

Fuente: Departamento de recursos humanos de Cpech.

Figura 4-4: Descriptor de cargo subgerente de gestión docente e imprenta página 2.

4.2. ANÁLISIS DE PREFACTIBILIDAD LEGAL

Para el correcto análisis de prefactibilidad legal se presentarán en los próximos puntos el marco legal vigente, las políticas de desarrollo social, los aspectos legales del giro del proyecto, incentivos, aspectos laborales y los costos asociados al cumplimiento de la legislación vigente.

4.2.1. Marco legal vigente

El marco legal vigente que regula la instalación de equipos térmicos en los edificios en Chile fue desarrollado por la Cámara Chilena de refrigeración y climatización en conjunto con la División Técnica de Aire Acondicionado y Refrigeración bajo el nombre de RITCH (Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios en Chile) y cuyo documento posee el registro de propiedad intelectual N° 161371 (http://www.cchryc.cl/biblioteca-camara/biblioteca-camara-2016-08-002.pdf).

Ésta normativa fija los estándares mínimos que deben cumplir las instalaciones térmicas de los edificios con el fin de conseguir un uso racional de la energía que consumen, por consideraciones tanto económicas como de protección al medio ambiente. Además el RITCH fue elaborado en conformidad con lo establecido por los siguientes organismos:

- ✓ SEC (Superintendencia de electricidad y combustibles).
- ✓ INN (Instituto nacional de normalización)
- ✓ SSMS (Servicios de salud dependientes del ministerio de salud)
- ✓ PROCEFF (Programa de certificación de fuentes fijas)
- ✓ MINVU (Ministerio de vivienda y urbanismo)
- ✓ OGC (Ordenanza general de construcción)

4.2.2. Políticas de desarrollo industrial

En la actualidad no existen políticas de gobierno relacionadas a las mejoras de procesos de climatización en empresas privadas en Chile.

4.2.3. Aspectos legales al giro del proyecto

Debido a que el presente proyecto es una mejora de un proceso dentro una empresa en funcionamiento, no se generará un giro para el proyecto.

4.2.4. Incentivos

La implementación y futuro funcionamiento de éste proyecto no considera incentivos remunerados para el personal de Cpech asociado a su aplicación.

4.2.5. Aspectos laborales

Cpech debe cumplir con todo lo estipulado en la normativa laboral del código del trabajo chileno, por lo que debe asegurar que durante la implementación y ejecución de este proyecto se cumpla a cabalidad lo ahí ordenado. Además se debe mencionar que el Encargado de Servicios Generales está sujeto al inciso 2° del artículo 22 del código del trabajo, por lo que no está sujeto a limitación de jornada.

4.2.6. Costos asociados al cumplimiento de la legislación vigente

No existen costos asociados al cumplimiento de la legislación vigente para la implementación vigente. Cabe mencionar que para la desconexión legal de la caldera de

calefacción, equipo operativo en la actualidad, se debe solicitar la visita de personal de SEREMI para darla de baja, trámite que no tiene costo.

4.3. ANÁLISIS DE PREFACTIBILIDAD SOCIETARIA

La mejora de proceso propuesta será realizada en Cepech S.A., Institución ya constituida, por lo que se realizará el análisis societario acerca de lo ya existente.

4.3.1. Relación entre los inversionistas

CEPECH S.A., es una Sociedad Anónima Cerrada constituida bajo escritura pública con fecha 01 de enero de 1993. Fue creada con el objetivo de dar acceso a los jóvenes del país a una formación y entrenamiento especializado y de calidad, para rendir las distintas pruebas de selección universitaria.

En la actualidad, la propiedad de CEPECH S.A. está concentrada en un 99.89% por la empresa GEC S.A. por lo que ésta tiene el control de la sociedad.

4.3.2. Estructura societaria

La estructura societaria de la Institución Cepech S.A. será presentada en las siguientes tablas (ver tablas 4-2, 4-3 y 4-4):

Tabla 4-2: Accionistas Cepech S.A.

Rut socio	Nombre de los socios	% de participación en la sociedad
76.008.721-1	GEC S.A.	99,89%
76.008.864-1	INVERSIONES GEC S.A.	1,11%

Fuente: Elaboración propia en base a información entregada por Cpech.

Tabla 4-3: Directorio Cepech S.A.

Nombre	Cargo
Eduardo Avayú Guiloff	Presidente directorio
Cristian Moreno Benavente	Vicepresidente
Carlos Schaerer Jiménez	Director
Fernando Camacho Ives	Director

Fuente: Elaboración propia en base a información entregada por Cpech.

Tabla 4-4: Principales ejecutivos Cepech S.A.

Nombre	Cargo	Profesión	Desde
José Pedro Canales Manns	Gerente general	Ingeniero comercial	2010
Fernando Cisternas Sepúlveda	Gerente de operaciones	Ingeniero civil industrial	2011
Jorge Pizarro Velasco	Gerente comercial	Ingeniero comercial	2012

Fuente: Elaboración propia en base a información entregada por Cpech.

4.3.3. Estimación del gasto para dar forma a la estructura societaria

Debido a que Cpech es una Institución ya constituida no se incurrirá en gastos para dar forma a la estructura societaria.

4.4. ANÁLISIS DE PREFACTIBILIDAD TRIBUTARIA

Cpech tiene como actividad comercial el ser un preuniversitario, por lo que debe pagar impuestos los cuales serán presentados en los siguientes puntos de acuerdo a su sistema tributario y el mecanismo de determinación de impuestos.

4.4.1. Sistema tributario

Cepech S.A. se rige bajo la norma vigente de la reforma tributaria.
El servicio es comercializado dentro del territorio nacional y los insumos podrán ser adquiridos dentro y fuera del país, por lo que se verá afectado por los impuestos de primera categoría, impuesto de valor agregado e impuestos aduaneros cuando corresponda.
En el caso del pago de IVA y según lo dispuesto en el artículo 13, N° 4, del
Decreto Ley N° 825 sobre Impuestos a las Ventas y Servicios, la Institución Cpech se encuentra exenta del pago del Impuesto al Valor Agregado (IVA).

4.4.2. Mecanismo de determinación de gasto en impuesto

Cepech S.A. es contribuyente de primera categoría, por lo cual declara según contabilidad completa. En la siguiente tabla se detallan las tasas de impuesto de primera categoría (ver tabla 4-4):

Tabla 4-5: Tasa de impuesto de primera categoría.

Años comerciales en que se aplica la tasa de Primera Categoría	Tasa de Primera Categoría
2011 hasta 2013	**20%**
2014	**21%**
2015	**22,50%**
2016	**24%**
2017 y siguientes Contribuyentes del Artículo 14, letra A) LIR	**25%**
2017 Contribuyentes sujetos al Artículo 14, B) LIR	**25,50%**
2018 y siguientes Contribuyentes sujetos al Artículo 14, letra B) LIR	**27%**

Fuente: Elaboración propia en base a información brindada por SII.

Entregados los antecedentes y dado que Cepech S.A. es contribuyente de primera categoría sujeto al artículo 14, letra B de la LIR, además considerando que el proyecto tiene año de inicio 2018, es que se aplicará un 27% de tasa de impuesto a la renta.

4.5. ANÁLISIS DE PREFACTIBILIDAD FINANCIERA

A continuación se presentan las fuentes de financiamiento para la aplicación de este proyecto y los costos asociados a éste financiamiento.

4.5.1. Fuentes de financiamiento

En los próximos tres puntos se detallarán las principales fuentes de financiamiento para la implementación de éste proyecto.

Principalmente se utilizarán las fuentes de capitales propios y mediante las instituciones crediticias.

4.5.1.1. Inversionistas

Para la implementación de ésta mejora se analizará su financiamiento mediante capitales propios de la organización y/o porcentajes de financiamiento bancario de un 25%, 50% y 75%.

4.5.1.2. Leasing

Dada la cantidad de equipos necesarios para el desarrollo de éste proyecto no se considerará la utilización de Leasing para la obtención de los equipos.

4.5.1.3. Instituciones crediticias

Las opciones de financiamiento seleccionadas para éste proyecto son mediante capital propio y/o una combinación con un otorgamiento crediticio generado por una entidad bancaria evaluada con un 25%, 50% y un 75% de la inversión financiada.

Se utilizará la relación actual de Cpech con las entidades bancarias que se indican a continuación:

- ✓ Banco de Crédito e Inversiones (BCI)
- ✓ Banco de Chile
- ✓ Banco Santander Santiago

Para la selección del método de financiamiento de deberá tomar en cuenta la tasa de interés otorgada por los bancos, los plazos de pago y las condiciones exigidas por el banco.

De acuerdo al horizonte estipulado para éste proyecto, el cual es de 10 años, es que el plazo determinado para el pago total del crédito es éste periodo de tiempo.

4.5.2. Costos de financiamiento

Los costos de financiamiento serán las tasas de interés aplicadas por los bancos, los posibles seguros asociados y/o la tasa de descuento exigida por Cpech para el retorno de su inversión. De ésta manera se decidió tomar la tasa de interés anual entregada por BCI (Banco de Crédito e Inversiones), banco en el cual es cliente Cpech, quien entregó una tasa de un 3,73% de interés anual.

4.6. ANÁLISIS DE PREFACTIBILIDAD AMBIENTAL

El siguiente análisis permitirá conocer el impacto media ambiental de ésta mejora, junto a su marco legal vigente, el análisis de afluentes y el ajuste a sus normas.

4.6.1. Impacto al medio ambiente

El impacto generado en la actualidad por el sistema de climatización utilizado en la casa central de Cpech es uno de los puntos importantes que permitieron dar inicio a este proyecto. De esta manera se proyecta generar un impacto positivo en el medio ambiente considerando que los equipos seleccionados para esta aplicación poseen tecnología inverter, la cual ha sido desarrollada para disminuir considerablemente los consumos energéticos, y utilizan gas R-410A que sólo contiene fluor, por lo que no daña la capa de Ozono y es un gas ecológico amigable con el medio ambiente.

4.6.2. Marco legal vigente

El marco legal vigente fue presentado en el punto 4.2.1.

4.6.3. Análisis de afluentes

La implementación de ésta mejora de procesos no generará residuos líquidos tóxicos que produzcan un daño ambiental. Sin embargo cabe señalar que el proceso de climatización produce agua debido a la condensación generada dentro en la parte exterior del intercambiador de calor, ya que con el sistema en funcionamiento frío éste se llena de gas a

baja presión y temperatura por lo que produce que la humedad del aire exterior se adhiera al intercambiador de calor.

4.6.4. Ajuste a las normas

La presente mejora de proceso será realizada en el edificio de la casa central de Cpech, lugar en donde se presta este servicio. El edificio cuenta con la infraestructura ya definida y heredada. Las instalaciones cuentan con bodega, casino, camarines, oficinas, baños, recursos humanos, administración y, en general, todos los servicios que requieren la normativa y legislación vigente debido a que opera de manera usual.

CAPÍTULO 5: EVALUACIÓN ECONÓMICA

5. EVALUACIÓN ECONÓMICA

En este último capítulo, se desarrollará el estudio económico de este proyecto, el cual arrojará los resultados económicos para decidir recomendar o no su implementación.

5.1. CONSIDERACIONES A UTILIZAR

En este punto se presentarán temas como los impuestos asociados, el horizonte del proyecto, la tasa de descuento, depreciaciones, el tipo de moneda a utilizar, si existen reinversiones, entre otras. Cada una debidamente explicada con el porqué de su utilización.

Además, se presentarán los elementos del flujo de caja como los costos fijos, costos variables, ingresos, capital de trabajo y otros.

5.1.1. Horizonte del proyecto

Considerando la envergadura del proyecto debido a que es una mejora de un proceso interno dentro de Cpech, se establece un horizonte de 10 años para evaluar la rentabilidad de este proyecto.

5.1.2. Tasa de descuento

La tasa de descuento será uno de los factores claves a la hora de evaluar éste proyecto y será calculada mediante el modelo de valoración del precio de los activos financieros o modelo CAPM, en el caso de la aplicación del proyecto puro, mediante la siguiente ecuación:

$$Re = Ro + \beta \times (Rm - Ro)$$

En donde:

- Re: Retorno estimado de la inversión (acción) o tasa de descuento.
- Ro: Retorno libre de riesgo.
- β : Coeficiente de medida de riesgo no sistemático.
- Rm: Tasa de mercado.
- $(Rm - Ro)$: Prima por riesgo esperada sobre el mercado.

Para el cálculo de ésta ecuación se utilizará el beta no apalancado correspondiente a la tasa de riesgo de equipos eléctricos (0,97), debido a que es la fuente energética utilizada y los equipos eléctricos de climatización con tecnología inverter los elegidos para la implementación de éste proyecto (http://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/New_Home_Page/datafile/Betas.html).

Además, se utilizará una tasa libre de riesgo de 1,78%, la cual fue obtenida de la página del Banco Central, específicamente la tasa de interés mercado secundario, bonos en UF a 10 años (BCU, BTU) de Noviembre de 2017 (https://si3.bcentral.cl/siete/secure/cuadros/arboles.aspx). Una tasa de mercado, obtenida de la variación del año 2017 del indicador IPSA (Índice de Precios Selectivo de Acciones) la cual asciende a un 18,16% al 3 de diciembre de 2017, información obtenida de la Bolsa de Comercio de Santiago, que considera la rentabilidad del año de las 40 compañías más líquidas que cotizan en la bolsa (http://www.bolsadesantiago.com/mercado/Paginas/indicesbursatiles.aspx#divTabsIndicesBursatiles1).

De esta manera se obtiene el siguiente cálculo:

$$Re = 1{,}78\% + 0{,}97 \times (18{,}16\% - 1{,}78\%)$$

$$Re = 17{,}67\%$$

Por lo tanto, de acuerdo al cálculo realizado y la información obtenida del mercado, se obtiene una tasa de descuento de un 17,67%.

Por otra parte, Cpech tiene fijada para las inversiones de sus proyectos una tasa de descuento de un 9%, de acuerdo a los lineamientos indicados por el directorio, de tal manera que éste será el criterio de tasa de descuento a utilizar en la evaluación del proyecto puro, dado que será desarrollado e implementado en esta institución.

Adicionalmente, para el caso de la evaluación del proyecto financiando, se calculará el WACC, de las siglas en inglés Weighted Average Cost of Capital o en español Costo Promedio

Ponderado del Capital, la cual es una tasa de descuento que se utiliza para descontar los flujos de caja futuros tomando en consideración el porcentaje de capital aportado por los inversionistas y el porcentaje aportado por el financiamiento externo.

El cálculo del WACC se determina mediante la siguiente ecuación:

$$WACC = Ke\frac{CAA}{CAA + D} + Kd(1 - T)\ \frac{D}{CAA + D}$$

En donde:

- $WACC$: Costo promedio ponderado del capital
- Ke: Tasa de descuento o costo de oportunidad para los inversionistas.
- CAA : Capital aportado por los accionistas.
- D: Deuda financiera contraída.
- Kd: Costo de la deuda financiera o tasa de interés bancaria.
- T: Tasa de impuesto a las ganancias o impuesto a la renta.

El cálculo del WACC será determinado para los tres escenarios de financiamiento, vale decir, con un 25%, 50% y 75% del capital con financiamiento bancario. Se utilizará la tasa de descuento establecida por el directorio de Cpech de un 9%, una tasa de interés bancaria obtenida del convenio establecido entre Cpech y BCI, la cual corresponde a un 3,73% y una tasa de impuesto a la renta de un 27% de acuerdo a lo señalado en el punto 4.4.2.

De esta manera se obtienen los siguientes cálculos:

- Cálculo del WACC con un 25% de financiamiento bancario:

$$WACC = 9\% * \left(\frac{1862{,}92}{2483{,}89}\right) + (3{,}73\% * (1 - 27\%) * (\frac{620{,}97}{2483{,}89}))$$

$$WACC = 7{,}43\%$$

- Cálculo del WACC con un 50% de financiamiento bancario:

$$WACC = 9\% * \left(\frac{1241{,}95}{2483{,}89}\right) + (3{,}73\% * (1 - 27\%) * (\frac{1241{,}95}{2483{,}89}))$$

$$WACC = 5{,}86\%$$

- Cálculo del WACC con un 75% de financiamiento bancario:

$$WACC = 9\% * \left(\frac{620{,}97}{2483{,}89}\right) + (3{,}73\% * (1 - 27\%) * (\frac{1862{,}92}{2483{,}89}))$$

$$WACC = 4{,}29\%$$

Una vez analizados los resultados, se obtiene que el menor costo promedio ponderado del capital es arrojado al utilizar un financiamiento bancario de un 75%, obteniendo un WACC de un 4,29%, siendo éste el más beneficioso para la implementación del proyecto.

5.1.3. Moneda a utilizar

La moneda a utilizar para la aplicación de éste proyecto es la UF (Unidad de Fomento) al día 31 de octubre de 2017 con un valor de $26.634,90 CLP, ya que la UF es una unidad de cuenta reajustable de acuerdo a la inflación.

5.1.4. Impuestos

Tal como se indicó en el análisis de prefactibilidad tributaria, Cepech S.A. es contribuyente de primera categoría sujeto al artículo 14, letra B de la LIR, por lo que, debido a que el primer año comercial para éste proyecto es 2018, aplicará la tasa de un 27% de impuesto a la renta.

5.1.5. Depreciaciones

La depreciación aplicada a los equipos adquiridos en este proyecto es efectuada mediante el método de depreciación acelerada, considerando la información dispuesta por el Servicio de Impuestos Internos en cuanto a la vida útil de los bienes físicos del activo inmovilizado, según Resolución N°43, de 26-12-2002, con vigencia a partir del 01-01-2003 (ver anexo E).

En la tabla 5-1 muestra la depreciación de los equipos adquiridos por este proyecto. La depreciación se realiza en base a lo establecido por el Servicio de Impuestos Internos para equipos de aire y cámaras de refrigeración, con una depreciación acelerada de 3 años, por lo que al final del periodo de evaluación no existe valor libro para los equipos (ver tabla 5-1).

Tabla 5-1: Tabla de depreciación de equipos.

Descripción de equipos	Equipos climatización
Costo inversión UF	2041,74
Periodo 1	680,58
Periodo 2	680,58
Periodo 3	680,58
Total Depreciación	**2041,74**

Fuente: Elaboración propia.

5.1.6. Reinversiones

Considerando la vida útil de los activos a adquirir para la implementación de este proyecto, la cual va desde los 10 a los 15 años mínimos, la empresa no considera necesaria una reinversión en dichos equipos durante el periodo de evaluación de este proyecto.

5.1.7. Análisis de riesgo

El riesgo presente en este proyecto ha sido considerado en el cálculo de la tasa de descuento, donde se tomó la tasa de riesgo de equipos eléctricos junto a la tasa de retorno del mercado y la tasa libre de riesgo relacionada al proyecto.

Por otro lado, se pueden enfrentar situaciones que causen que la proyección de la demanda varíe y cause un menor ahorro que el esperado. Esta situación puede ocurrir si se aumenta drásticamente el personal y/o la cubicación del edificio. A su vez, cualquier proyecto se encuentra condicionado por la realidad económica del sector en el cual es desarrollado, por lo que cualquier variación negativa inesperada puede causar impactos negativos en este proyecto.

Finalmente se debe destacar que el éxito de este proyecto se encuentra sujeto principalmente al éxito en el ahorro generado en el consumo eléctrico y en el gasto por fallas y recambios de los equipos con obsolescencia.

5.1.8. Ingresos del proyecto

Para la evaluación económica y financiera de este proyecto es necesario conocer los ingresos que éste generará a la empresa al ser implementado. En este caso, los ingresos estarán dados por el ahorro generado con la implementación del proyecto durante los años de evaluación del mismo. Dicho ahorro se presenta en la siguiente tabla (ver tabla 5-2) y está basado en la diferencia entre el costo total de operación sin proyecto y el costo total de operación con proyecto, lo cual considera, en el escenario sin proyecto, los costos de consumo de electricidad, consumo de gas y el concepto de fallas y cambios de equipos por obsolescencia; y en el escenario con proyecto se considera el consumo de energía y el contrato de mantenciones. Cabe señalar que, una vez analizados los datos históricos de operación, los costos se incrementan anualmente en razón de un 22% en los últimos 5 años; pero debido a que el criterio utilizado en el presente proyecto es conservador, y tomando en consideración también que los datos obtenidos de los últimos 5 años no tienen una tendencia claramente marcada, es que considerará un 5% de incremento en los ingresos generados por el ahorro/ingreso del proyecto.

Tabla 5-2: Ingresos del proyecto.

Año	Ahorro consumo UF	Ahorro fallas UF	Total ahorro año
1	554,43	280,01	834,44
2	582,15	294,01	876,16
3	611,26	308,71	919,97
4	641,82	324,15	965,97
5	673,91	340,35	1014,27
6	707,61	357,37	1064,98
7	742,99	375,24	1118,23
8	780,14	394,00	1174,14
9	819,14	413,70	1232,85
10	860,10	434,39	1294,49
Total	**6.973,55**	**3.521,93**	**10.495,48**

Fuente: Elaboración propia en base a la proyección de ahorros esperados.

5.1.9. Egresos del proyecto

Los egresos del proyecto están dados por los ítems de costo por concepto del nuevo consumo en Kw/H y el costo del contrato de mantenciones preventivas, lo cual se muestra en la siguiente tabla (ver tabla 5-3). Para el caso del consumo en Kw/H se aplicará un 2% de incremento anual debido al criterio conservador de evaluación de éste proyecto y considerando el posible desgaste debido al uso de los equipos.

Tabla 5-3: Egresos del proyecto.

Año	Consumo UF	Contrato de mantenciones UF	Total egreso
1	393,61	88,61	482,22
2	401,49	88,61	490,09
3	409,52	88,61	498,12
4	417,71	88,61	506,31
5	426,06	88,61	514,67
6	434,58	88,61	523,19
7	443,27	88,61	531,88
8	452,14	88,61	540,74
9	461,18	88,61	549,79
10	470,40	88,61	559,01
Total	**4.309,96**	**886,06**	**5.196,01**

Fuente: Elaboración propia en base a la proyección de egresos.

5.2. PROYECTO PURO

En este ítem se analizará la rentabilidad del proyecto al ser financiado con fondos propios, obtenidos desde el presupuesto anual que la empresa define para sus proyectos de inversión.

Cabe señalar que del presente proyecto se obtiene un valor de desecho de 0 (se utiliza método contable) debido a que el valor de los activos necesarios para dicha implementación es

descontado al finalizar el tercer año de la aplicación del proyecto mediante la aplicación de depreciación acelerada (3 años) y considerando el horizonte de evaluación que es de 10 años.

5.2.1. Flujo de caja sin financiamiento externo

A continuación, se presenta el flujo de caja del proyecto con financiamiento interno en el cual se han tomado todas las consideraciones indicadas anteriormente (ver figura 5-1).

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ahorro		834	876	920	966	1.014	1.065	1.118	1.174	1.233	1.294
Egresos		-482	-490	-498	-506	-515	-523	-532	-541	-550	-559
Utilidad Operacional		**352**	**386**	**422**	**460**	**500**	**542**	**586**	**633**	**683**	**735**
Depreciación		-681	-681	-681	0	0	0	0	0	0	0
Intereses		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pérdida Ejercicio Anterior			-328	-623	-882	-422	0	0	0	0	0
Valor Libro											0
Utilidad Antes de Impuestos		**-328**	**-623**	**-882**	**-422**	**78**	**542**	**586**	**633**	**683**	**735**
Impuestos		0	0	0	0	-21	-146	-158	-171	-184	-199
Utilidad Despues de Impuestos		-328	-623	-882	-422	57	396	428	462	499	537
Depreciación		681	681	681	0	0	0	0	0	0	0
Pérdida Ejercicio Anterior		0	328	623	882	422	0	0	0	0	0
Valor Libro		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Amortización Crédito Largo Plazo											
Amortización Crédito Corto Plazo											
Inversión Activos Fijos	-2.042	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Inversión en Intangibles, Puesta en Marcha e imprevistos	-402										
(+/-) Capital de Trabajo	-40										40
Valor de Desecho del proyecto		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Recuperación de IVA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Flujo Antes de Financiamiento	**-2.484**	**352**	**386**	**422**	**460**	**479**	**396**	**428**	**462**	**499**	**577**
Crédito Largo Plazo											
Crédito Corto Plazo		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Flujo Despues de Financiamiento	**-2.484**	**352**	**386**	**422**	**460**	**479**	**396**	**428**	**462**	**499**	**577**
Flujo Despues de Financiamiento Actualizado	**-2.484**	**323**	**325**	**326**	**326**	**311**	**236**	**234**	**232**	**230**	**244**
Flujo Despues de Financiamiento Actualizado Acumulado	**-2.484**	**-2.161**	**-1.836**	**-1.510**	**-1.184**	**-873**	**-638**	**-403**	**-171**	**58**	**302**

Fuente: Elaboración propia en base a los datos desarrollados en el proyecto.

Figura 5-1: Flujo de caja puro.

5.2.2. Indicadores económicos

Los indicadores económicos utilizados para la evaluación de este proyecto son los mencionados en el capítulo 1 de este informe de prefactibilidad. Los resultados de los indicadores de evaluación para el flujo de caja de proyecto sin financiamiento se muestran en la tabla 5-4.

Tabla 5-4: Indicadores proyecto puro.

Indicador	Proyecto puro
VAN (UF)	302,03
TIR	11,52%
Payback	9
WACC	9,00%

Fuente: Elaboración propia.

5.2.3. Rentabilidad del proyecto puro

Con la información presentada en los puntos anteriores, se obtienen indicadores de rentabilidad que cumplen con los criterios de evaluación establecidos en el capítulo 1 de este documento.

Para el proyecto puro, se obtiene un VAN de 302,03 UF el cual indica una rentabilidad bastante aceptable según las expectativas de la empresa. Por otro lado, se obtiene una TIR igual a 11,52%, valor que se encuentra por sobre la tasa de descuento definida por la dirección de Cpech aplicada en éste proyecto indicando un rendimiento mayor a lo requerido. Además, se obtiene que la inversión será recuperada al noveno año desde implementado el proyecto, encontrándose dentro del periodo de evaluación del mismo.

5.3. PROYECTO CON FINANCIAMIENTO EXTERNO

En este ítem se analizarán los resultados del proyecto con financiamiento externo al 25%, 50% y 75%. Este financiamiento será realizado con fondos obtenidos a través de un crédito bancario con el Banco BCI y se utilizarán las mismas consideraciones indicadas al inicio de este capítulo.

5.3.1. Proyecto con 25% de financiamiento externo

El financiamiento en un 25% de este proyecto corresponde a 620,97 UF, las cuales son obtenidas mediante un crédito otorgado por el Banco BCI con una tasa de interés anual de 3,73% a 10 años plazo. Esta información se presenta en la siguiente tabla (ver tabla 5-5).

Tabla 5-5: Amortización de crédito por 25% de financiamiento.

Año	Amort. Principal	Intereses	Saldo Insoluto	Anualidad
0			620,97	
1	52,37	23,16	568,60	75,53
2	54,33	21,21	514,27	75,53
3	56,35	19,18	457,92	75,53
4	58,45	17,08	399,47	75,53
5	60,63	14,90	338,83	75,53
6	62,90	12,64	275,94	75,53
7	65,24	10,29	210,69	75,53
8	67,68	7,86	143,02	75,53
9	70,20	5,33	72,82	75,53
10	72,82	2,72	0,00	75,53

Fuente: Elaboración propia.

Con esta información se obtiene el siguiente flujo de caja (ver figura 5-2).

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ahorro		834	876	920	966	1.014	1.065	1.118	1.174	1.233	1.294
Egresos		-482	-490	-498	-506	-515	-523	-532	-541	-550	-559
Utilidad Operacional		**352**	**386**	**422**	**460**	**500**	**542**	**586**	**633**	**683**	**735**
Depreciación		-681	-681	-681	0	0	0	0	0	0	0
Intereses		-23	-21	-19	-17	-15	-13	-10	-8	-5	-3
Pérdida Ejercicio Anterior			-352	-667	-945	-503	-18	0	0	0	0
Valor Libro											0
Utilidad Antes de Impuestos		**-352**	**-667**	**-945**	**-503**	**-18**	**511**	**576**	**626**	**678**	**733**
Impuestos (27%)		0	0	0	0	0	-138	-156	-169	-183	-198
Utilidad Despues de Impuestos		-352	-667	-945	-503	-18	373	421	457	495	535
Depreciación		681	681	681	0	0	0	0	0	0	0
Pérdida Ejercicio Anterior		0	352	667	945	503	18	0	0	0	0
Valor Libro		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Amortización Crédito Largo Plazo		-52	-54	-56	-58	-61	-63	-65	-68	-70	-73
Amortización Crédito Corto Plazo			0	0	0	0	0	0	0	0	0
Inversión Activos Fijos	-2.042	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Inversión en Intangibles, Puesta en Marcha e imprevistos	-402										
(+/-) Capital de Trabajo	-40										40
Valor de Desecho del proyecto		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Recuperación de IVA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Flujo Antes de Financiamiento	**-2.484**	**277**	**311**	**346**	**384**	**424**	**328**	**355**	**389**	**425**	**502**
Crédito Largo Plazo	621										
Crédito Corto Plazo		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Flujo Despues de Financiamiento	**-1.863**	**277**	**311**	**346**	**384**	**424**	**328**	**355**	**389**	**425**	**502**
Flujo Despues de Financiamiento Actualizado	**-1.863**	**254**	**261**	**267**	**272**	**276**	**196**	**194**	**195**	**195**	**212**
Flujo Despues de Financiamiento Actualizado Acumulado	**-1.863**	**-1.609**	**-1.348**	**-1.080**	**-808**	**-533**	**-337**	**-143**	**53**	**248**	**460**

Fuente: Elaboración propia en base a los datos desarrollados en el proyecto.

Figura 5-2: Flujo de caja con financiamiento externo al 25%.

5.3.2. Proyecto con 50% de financiamiento externo

El financiamiento en un 50% de este proyecto corresponde a 1.241,95 UF, las cuales son obtenidas mediante un crédito otorgado por el Banco BCI con una tasa de interés anual de 3,73% a 10 años plazo. Esta información se presenta en la siguiente tabla (ver tabla 5-6).

Tabla 5-6: Amortización de crédito por 50% de financiamiento.

Año	Amort. Principal	Intereses	Saldo Insoluto	Anualidad
0			1241,95	
1	104,75	46,32	1137,20	151,07
2	108,65	42,42	1028,55	151,07
3	112,70	38,36	915,85	151,07
4	116,91	34,16	798,94	151,07
5	121,27	29,80	677,67	151,07
6	125,79	25,28	551,87	151,07
7	130,48	20,58	421,39	151,07
8	135,35	15,72	286,04	151,07
9	140,40	10,67	145,64	151,07
10	145,64	5,43	0,00	151,07

Fuente: Elaboración propia.

Con esta información se obtiene el siguiente flujo de caja (ver figura 5-3).

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ahorro		834	876	920	966	1.014	1.065	1.118	1.174	1.233	1.294
Egresos		-482	-490	-498	-506	-515	-523	-532	-541	-550	-559
Utilidad Operacional		**352**	**386**	**422**	**460**	**500**	**542**	**586**	**633**	**683**	**735**
Depreciación		-681	-681	-681	0	0	0	0	0	0	0
Intereses		-46	-42	-38	-34	-30	-25	-21	-16	-11	-5
Pérdida Ejercicio Anterior			-375	-712	-1.009	-583	-113	0	0	0	0
Valor Libro											0
Utilidad Antes de Impuestos		**-375**	**-712**	**-1.009**	**-583**	**-113**	**403**	**566**	**618**	**672**	**730**
Impuestos (27%)		0	0	0	0	0	-109	-153	-167	-182	-197
Utilidad Despues de Impuestos		-375	-712	-1.009	-583	-113	294	413	451	491	533
Depreciación		681	681	681	0	0	0	0	0	0	0
Pérdida Ejercicio Anterior		0	375	712	1.009	583	113	0	0	0	0
Valor Libro		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Amortización Crédito Largo Plazo		-105	-109	-113	-117	-121	-126	-130	-135	-140	-146
Amortización Crédito Corto Plazo			0	0	0	0	0	0	0	0	0
Inversión Activos Fijos	-2.042	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Inversión en Intangibles, Puesta en Marcha e imprevistos	-402										
(+/-) Capital de Trabajo	-40										40
Valor de Desecho del proyecto		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Recuperación de IVA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Flujo Antes de Financiamiento	**-2.484**	**201**	**235**	**271**	**309**	**349**	**282**	**283**	**316**	**350**	**427**
Crédito Largo Plazo	1.242										
Crédito Corto Plazo		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Flujo Despues de Financiamiento	**-1.242**	**201**	**235**	**271**	**309**	**349**	**282**	**283**	**316**	**350**	**427**
Flujo Despues de Financiamiento Actualizado	**-1.242**	**185**	**198**	**209**	**219**	**227**	**168**	**155**	**158**	**161**	**181**
Flujo Despues de Financiamiento Actualizado Acumulado	**-1.242**	**-1.057**	**-860**	**-651**	**-432**	**-205**	**-37**	**117**	**276**	**437**	**618**

Fuente: Elaboración propia en base a los datos desarrollados en el proyecto.

Figura 5-3: Flujo de caja con financiamiento externo al 50%.

5.3.3. Proyecto con 75% de financiamiento externo

El financiamiento en un 75% de este proyecto corresponde a 1.862,92 UF, las cuales son obtenidas mediante un crédito otorgado por el Banco BCI con una tasa de interés anual de 3,73% a 10 años plazo. Esta información se presenta en la siguiente tabla (ver tabla 5-7).

Tabla 5-7: Amortización de crédito por 75% de financiamiento.

Año	Amort. Principal	Intereses	Saldo Insoluto	Anualidad
0			1862,92	
1	157,12	69,49	1705,80	226,60
2	162,98	63,63	1542,82	226,60
3	169,06	57,55	1373,77	226,60
4	175,36	51,24	1198,40	226,60
5	181,90	44,70	1016,50	226,60
6	188,69	37,92	827,81	226,60
7	195,73	30,88	632,08	226,60
8	203,03	23,58	429,06	226,60
9	210,60	16,00	218,46	226,60
10	218,46	8,15	0,00	226,60

Fuente: Elaboración propia.

Con esta información se obtiene el siguiente flujo de caja (ver figura 5-4).

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ahorro		834	876	920	966	1.014	1.065	1.118	1.174	1.233	1.294
Egresos		-482	-490	-498	-506	-515	-523	-532	-541	-550	-559
Utilidad Operacional		**352**	**386**	**422**	**460**	**500**	**542**	**586**	**633**	**683**	**735**
Depreciación		-681	-681	-681	0	0	0	0	0	0	0
Intereses		-69	-64	-58	-51	-45	-38	-31	-24	-16	-8
Pérdida Ejercicio Anterior			-398	-756	-1.072	-664	-209	0	0	0	0
Valor Libro											0
Utilidad Antes de Impuestos		**-398**	**-756**	**-1.072**	**-664**	**-209**	**295**	**555**	**610**	**667**	**727**
Impuestos (27%)		0	0	0	0	0	-80	-150	-165	-180	-196
Utilidad Despues de Impuestos		-398	-756	-1.072	-664	-209	215	405	445	487	531
Depreciación		681	681	681	0	0	0	0	0	0	0
Pérdida Ejercicio Anterior		0	398	756	1.072	664	209	0	0	0	0
Valor Libro		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Amortización Crédito Largo Plazo		-157	-163	-169	-175	-182	-189	-196	-203	-211	-218
Amortización Crédito Corto Plazo			0	0	0	0	0	0	0	0	0
Inversión Activos Fijos	-2.042	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Inversión en Intangibles, Puesta en Marcha e imprevistos	-402										
(+/-) Capital de Trabajo	-40										40
Valor de Desecho del proyecto		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Recuperación de IVA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Flujo Antes de Financiamiento	**-2.484**	**126**	**159**	**195**	**233**	**273**	**236**	**210**	**242**	**276**	**353**
Crédito Largo Plazo	1.863										
Crédito Corto Plazo		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Flujo Despues de Financiamiento	**-621**	**126**	**159**	**195**	**233**	**273**	**236**	**210**	**242**	**276**	**353**
Flujo Despues de Financiamiento Actualizado	**-621**	**115**	**134**	**151**	**165**	**177**	**140**	**115**	**122**	**127**	**149**
Flujo Despues de Financiamiento Actualizado Acumulado	**-621**	**-506**	**-372**	**-221**	**-56**	**122**	**262**	**377**	**499**	**626**	**775**

Fuente: Elaboración propia en base a los datos desarrollados en el proyecto.

Figura 5-4: Flujo de caja con financiamiento externo al 75%.

5.3.4. Indicadores económicos

Tal como se indicó en la evaluación del flujo de caja para el proyecto puro, los indicadores económicos utilizados para la evaluación de este proyecto con financiamiento externo son el VAN, la TIR, el PRI o Payback.

A continuación, en la tabla 5-8 se muestran los resultados que obtienen los indicadores económicos para el financiamiento externo del proyecto al 25%, 50% y 75%.

Tabla 5-8: Indicadores económicos proyecto financiado al 25%, 50% y 75%.

Indicador	Financiamiento de 25%	Financiamiento de 50%	Financiamiento de 75%
VAN (UF)	460,34	617,53	774,72
TIR	13,92%	18,23%	28,87%
Payback	8	7	5
WACC	7,43%	5,86%	4,29%

Fuente: Elaboración propia.

De los datos visualizados en la tabla 5-8, se puede determinar que la implementación del proyecto mediante financiamiento externo de un 75% es la que arroja los mejores resultados económicos con un VAN de 774,72 UF, una TIR de un 28,87%, un Payback de 5 años y 4,29% de WACC.

5.3.5. Rentabilidad del proyecto con financiamiento externo

Analizada la información de los flujos de caja e indicadores financieros del proyecto al optar por un financiamiento externo del 25%, 50% y 75%, se visualiza que se obtienen resultados económicos que resultan ventajosos para la empresa y proyecto.

Según los resultados de VAN, TIR, PRI (Payback), la forma de financiamiento que entrega mayores beneficios a la institución ante la implementación de este proyecto es un 75% del monto de inversión, el cual obtiene un rendimiento mucho mayor al esperado y al entregado por las otras dos formas de financiamiento, tal como se muestra en la siguiente tabla (ver tabla 5-9).

Tabla 5-9: Comparación de indicadores económicos.

Indicador	Proyecto puro	Financiamiento de 25%	Financiamiento de 50%	Financiamiento de 75%
VAN (UF)	302,03	460,34	617,53	774,72
TIR	11,52%	13,92%	18,23%	28,87%
Payback	9	8	7	5
WACC	9,00%	7,43%	5,86%	4,29%

Fuente: Elaboración propia.

Según los datos mostrados anteriormente, es posible identificar que el financiamiento de este proyecto con un 75% de aporte externo entrega datos económicos bastante rentables. Así, es posible observar un VAN de 774,72 UF el cual supera a las otras tres formas de financiamiento en 617,53, 460,34 y 302,03 UF respectivamente. En el caso de la TIR la diferencia es menor, obteniendo 17, 15 y 11 puntos porcentuales más respecto del proyecto puro, al 25% y 50% de financiamiento. El Payback o periodo de recuperación de la inversión en el caso de ser financiado con el 75% de la inversión es el que obtiene mejores resultados, siendo 5 años el tiempo o periodo de recuperación una vez comenzado el proyecto. Además se observa un WACC de 4,29% el cual es considerablemente menor a la TIR, lo cual es un muy positivo indicador económico.

5.4. SENSIBILIZACIONES

El análisis de sensibilidad muestra las ventajas y desventajas económicas del proyecto al evaluar el riesgo al que se encuentra sujeto en distintos escenarios. Para este análisis se considerarán las variables de ahorro y costo variable unitario que corresponde al consumo de Kw/H, las cuales serán evaluadas respecto a la información entregada por el flujo de caja del

proyecto con financiamiento de un 75% de la inversión debido a que es ésta quien entrega los mejores indicadores del proyecto y la que será recomendada a la empresa para su implementación. Por lo tanto, el flujo seleccionado será sometido a variaciones que van desde un 30% positivo hasta un 90% negativo en el caso de la sensibilización del ahorro y entre un 450% positivo hasta un 100% negativo en el caso del costo variable asociado al consumo en Kw/H.

5.4.1. Análisis de sensibilidad del ahorro

Para el análisis de sensibilidad del ahorro, se variará el incremento porcentual proyectado de la diferencia entre el consumo sin proyecto y con proyecto, lo cual fue determinado por medio de una proyección lineal en base a los consumos históricos y establecido en un 5% de incremento. De esta forma se analiza la variación en los indicadores económicos obtenidos al enfrentar dichas variaciones según lo indicado en la siguiente tabla (ver tabla 5-10).

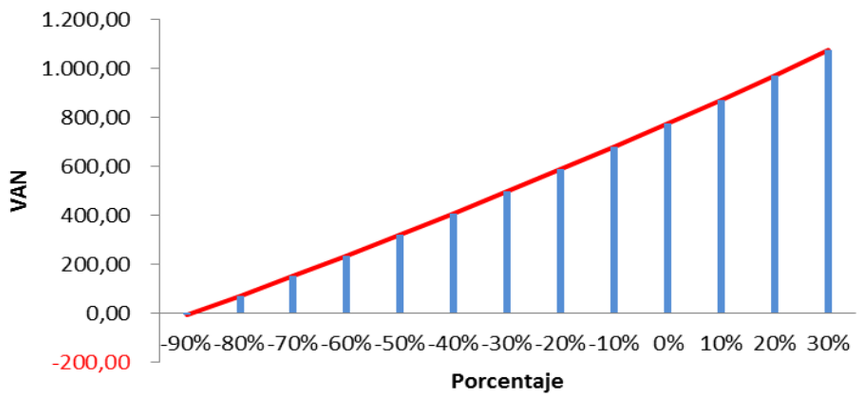
Tabla 5-10: Análisis de sensibilidad del ahorro.

Variación	VAN (UF)	TIR (%)
30%	1.074,15	33,41%
20%	971,91	31,95%
10%	872,12	30,44%
0%	774,72	28,87%
-10%	679,66	27,23%
-20%	586,87	25,50%
-30%	496,31	23,68%
-40%	407,91	21,75%
-50%	320,96	19,64%
-60%	235,86	17,35%
-70%	152,79	14,82%
-80%	71,69	11,97%
-90%	-7,64	8,65%

Fuente: Elaboración propia.

Según la información analizada, es posible identificar que ante más ahorro se obtenga con la implementación de este proyecto, sus indicadores económicos entregan resultados mucho más altos. Además, es posible identificar que el proyecto es capaz de tolerar una variación negativa igual a un 80% del incremento del ahorro esperado. Esto, debido a que al enfrentar al proyecto

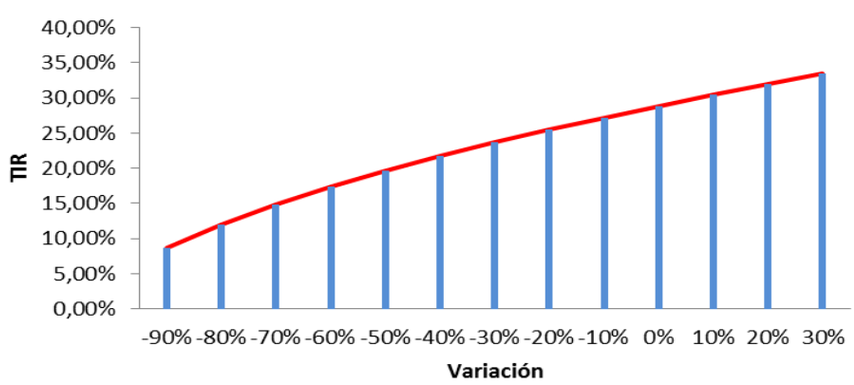
a variaciones negativas superiores a dicha cifra, se obtiene un VAN negativo y una TIR inferior a la tasa de descuento indicada por Cpech, con lo que el proyecto no sería rentable ni se recomendaría su implementación. De esta información, se obtiene el siguiente gráfico (ver gráfico 5-1).



Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 5-1: Sensibilización Ahorro/VAN.

Según lo indicado anteriormente, en el gráfico sensibilización Ahorro/VAN, es posible visualizar el punto de corte en un 90% negativo. Del mismo modo se puede visualizar la información y el impacto de la variación en el ahorro esperado en la TIR, según lo identificado en el siguiente gráfico (ver gráfico 5-2) donde se visualiza que al disminuir el ahorro en un 90% negativo la TIR se hace menor a la tasa de descuento exigida por Cpech.



Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 5-2: Sensibilización Ahorro/TIR.

5.4.2. Análisis de sensibilidad de costo variable

Otro factor que interfiere directamente en el desempeño de los indicadores de este proyecto es el costo variable que depende del consumo en Kw/H. Se sabe que el costo incurrido por concepto de consumo afecta directamente los costos variables y el ahorro esperado de este proyecto, por lo que si aumenta o disminuye el consumo, el ahorro y los costos sufren la misma variación.

En la siguiente tabla se muestra el comportamiento del VAN y la TIR ante variaciones que van desde el 450% de aumento en el porcentaje de incremento del costo por concepto de consumo, hasta un 100% de disminución en el mismo factor (ver tabla 5-11).

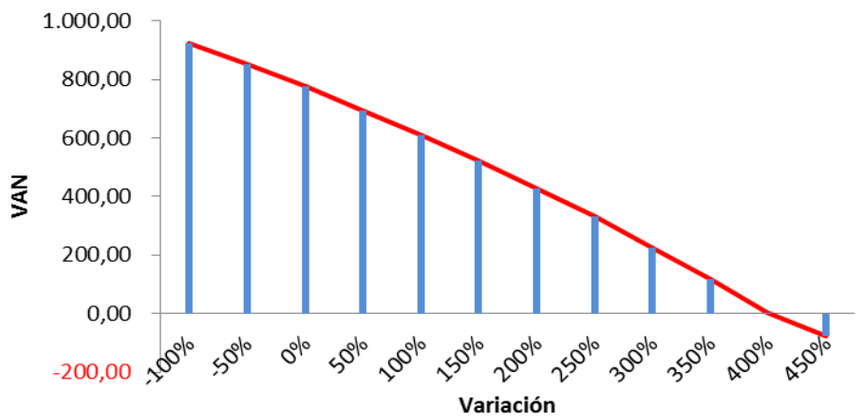
Tabla 5-11: Análisis de sensibilidad del gasto.

Variación	VAN (UF)	TIR (%)
450%	-75,07	4,94%
400%	4,26	9,20%
350%	118,09	13,79%
300%	226,66	17,19%
250%	330,11	19,93%
200%	428,25	22,21%
150%	521,27	24,17%
100%	609,88	25,90%
50%	694,30	27,46%
0%	774,72	28,87%
-50%	851,34	30,16%
-100%	924,35	31,36%

Fuente: Elaboración propia.

Según la información de la tabla 5-11 es posible identificar que este proyecto tolera exitosamente las variaciones positivas del ítem aumento porcentual anual del costo variable que depende del consumo de Kw/H, ya que si bien el aumento de este factor implica un aumento directo de los egresos, este factor soporta hasta un 400% de incremento para lograr hacer que el VAN se haga negativo y la TIR sea menor a la tasa de descuento, siendo éste el punto de corte.

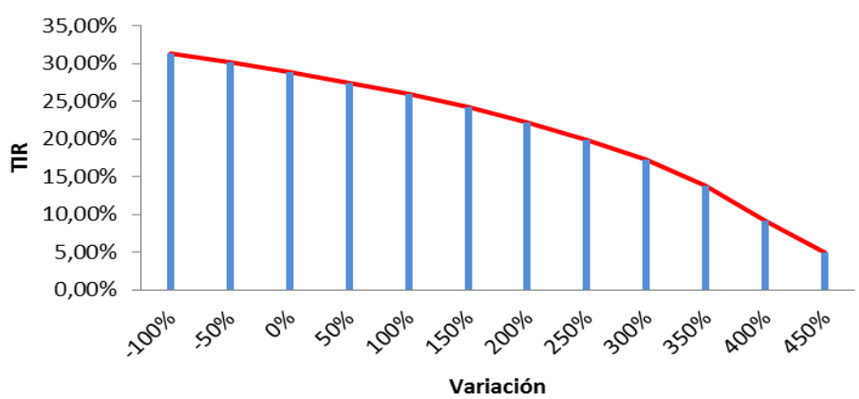
Cuando el costo de consumo disminuye produce que, por el contrario, los ingresos o ahorro aumenten, haciendo aún más rentable el proyecto. En el siguiente gráfico es posible visualizar la información antes descrita respecto a la variación del indicador VAN (ver gráfico 5-3).



Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 5-3: Sensibilización Gasto/VAN.

Del mismo modo, en el gráfico 5-4 se visualiza que, al aumentar el costo de consumo, de manera inversamente proporcional, la TIR disminuye, y al disminuir el costo de consumo aumenta la Tasa Interna de Retorno.



Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 5-4: Sensibilización Gasto/TIR.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El proyecto de mejorar el sistema de climatización de la casa central de Cpech nace de las necesidades de mejora en el confort, seguridad y calidad de servicio para el usuario y de la disminución de los gastos generados por la operación diaria del mismo.

Una vez desarrolladas las prefactibilidades de este proyecto y habiendo sido evaluadas es posible llegar a las siguientes conclusiones:

- ✓ Se evaluó la prefactibilidad técnica y económica del proceso de climatización de la casa central de Cpech con un resultado positivo en cuanto a la posibilidad de implementación y con indicadores económicos positivos.
- ✓ Específicamente se llevó a cabo las tareas de levantamiento de las necesidades de consumos energéticos utilizados, los aspectos técnicos de su generación, los aspectos legales involucrados recopilando y desarrollando la información de manera eficiente para utilizarla y evaluar la viabilidad económica y financiera de la implementación de este proyecto.
- ✓ Se determinó que el producto para llevar adelante esta implementación de la manera deseada es la utilización de equipos con tecnología inverter, la cual es capaz de disminuir los consumos energéticos entre un 50% y un 80%, lo cual, a su vez, fue justificado y comprobado en el punto 5.1.8 donde se determinó el ingreso/ahorro del proyecto.
- ✓ Una vez desarrollados los flujos de caja se evaluó, por medio de los indicadores VAN, TIR, Payback y WACC, que la implementación del proyecto resulta en beneficio directo a la empresa, dado los positivos resultados arrojados, siendo así determinado un VAN de 775 UF, una TIR de 28,87% y un Payback de 5 años al ser implementado con un horizonte de 10 años y con un 75% de financiamiento externo, entregando también un promedio ponderado del costo del capital o WACC de un 4,29%.
- ✓ Se determinó, por medio de las sensibilizaciones, que el ahorro soporta un 90% de disminución, siendo éste su punto de corte. A su vez el gasto soporta un incremento de hasta un 400%, generando de esta forma que la TIR se hace menor a la tasa de descuento y un VAN negativo.

Dados los puntos anteriormente presentados se concluye que la aplicación de éste proyecto resulta en directo beneficio de los usuarios del sistema, así como también, en directo beneficio

de las empresa generando un 58% de ahorro total del costo de operación del sistema de climatización de la casa central de Cpech.

Dicho todo lo anterior, se recomienda la implementación de la mejora del proceso de climatización de la casa central de Cpech.

BIBLIOGRAFÍA

1. Vantir, Valor Actual Neto (en línea), 2018. Disponible en <http://www.vantir.com>

2. Vantir, Tasa Interna de Retorno (en línea), 2018. Disponible en <http://www.vantir.com>

3. Economipedia, Periodo de Retorno de Inversión (en línea), 2018. Disponible en <http://economipedia.com/definiciones/payback.html>

4. Cámara Chilena de Refrigeración y Climatización A.G. Aire acondicionado Inverter (en línea), 2018. Disponible en <http://climarvi.cl/equipos-inverter>

5. Enel Spa, Tarifas y reglamentos (en línea), 2018. Disponible en <https://www.eneldistribucion.cl/tarifas>

6. Servicio de Impuestos Internos. Valores y fechas de UF (en línea), 2017. Disponible en <http://www.sii.cl/valores_y_fechas/UF/UF2017.htm>

7. Daikin Applied Latin America LLC. Equipos de climatización con sistema inverter (en línea), 2017. Disponible en <http://www.daikinlatam.com>

8. Ministerio de Salud, Secretaría Regional Ministerial de Salud (SEREMI de Salud). Reglamento de calderas, autoclaves y generadores de calor (en línea), 2017. Disponible en <http://web.minsal.cl/sites/DS/Calderasyautoclaves.pdf>

9. Cámara Chilena de Refrigeración y Climatización A.G. Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios en Chile, RITCH (en línea), 2016. Disponible en <http://www.cchryc.cl/biblioteca-camara/biblioteca-camara-2016-08-002.pdf>

10. Damodaran, Aswath. Betas por Sector [en línea], enero de 2018. [Citado el 20 de enero de 2018]. Disponible en <http://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/New_Home_Page/datafile/Betas.html>

11. Banco Central, Tasa de Interés Mercado Secundario, Bonos en UF a 10 años (BCU, BTU) (en línea), 2017. Disponible en <https://si3.bcentral.cl/siete/secure/cuadros/arboles.aspx>

12. Bolsa de Comercio de Santiago, Índice de Precios Selectivo de Acciones. Tasa de mercado, variación del año 2017 del indicador IPSA (en línea), 2017. Disponible en <http://www.bolsadesantiago.com/mercado/Paginas/indicesbursatiles.aspx#divTabsIndicesBursatiles1>

ANEXOS

ANEXO A: <u>ACTA DE BAJA DE ACTIVO FIJO</u>

Cpech	30/10/2017

ACTA #1

En Santiago, sede Matriz, a 30 de Octubre del año 2017, se procede a dar de baja el (los) siguiente(s) articulo(s) y otro(s), por razones de producto reemplazado por obsolescencia.

Son X equipos split y X equipos fan coil. Ver listado anexo #1

Se levanta la presente acta en tres ejemplares de un mismo tenor, que proceden a firmar las personas que más abajo se individualizan, en sus cargos y funciones respectivas, haciendo lo propio en cada una de las hojas que conforman los anexos citados.

Cargo de quien da de baja el activo

Cargo de jefe directo que aprueba la baja de activo

Cargo: Auditor Interno
Ministro de Fe

Cpech	30/10/2017

ANEXO #1

#	Split	Serie
1	Carrier	240706-1-1140-10
2	Midea	2006126393
3	Clark	2005028538
4	Carrier	6199-B26060612
5	Carrier	280307-4-2491-1
6	Carrier	63508507
7	Midea	2005028541
8	Midea	131006-12-6693-5
9	Midea	2006126424

ANEXO B: COTIZACIÓN DE EQUIPOS, INSUMOS Y MANO DE OBRA

PRESUPUESTO POR MANTENCIÓN, REPARACIÓN Y/O REMODELACIÓN

FECHA: 7/11/2017
SEDE : CASA CENTRAL AGUSTINAS
DIRECCIÓN: AGUSTINAS 1447
ATENCIÓN: SUBGERENTE DE GESTIÓN DOCENTE E IMPRENTA

USO INTERNO	ET	N° TICKET			
	EF	EA			
	OBSERVACIÓN: Cotización incluye equipo, MO, tablero por piso, materiales, canalizaciones, terminaciones de entorno de instalación y capacitación para el personal al finalizar la obra.				
ITEM	**DESIGNACIÓN**	**UN**	**CANT**	**PU**	**TOTAL**
A	**MATERIALES**				
1	INSTALACION DE CLIMATIZACION PISO 5° (10 EQUIPOS)	GLOBAL	10	828.728	**8.287.278**
2	INSTALACION DE CLIMATIZACION PISO 4° (13 EQUIPOS)	GLOBAL	13	931.060	**12.103.780**
3	INSTALACION DE CLIMATIZACION PISO 3° (12 EQUIPOS)	GLOBAL	12	1.083.285	**12.999.422**
4	INSTALACION DE CLIMATIZACION PISO 2° (11 EQUIPOS)	GLOBAL	11	956.932	**10.526.252**
5	INSTALACION DE CLIMATIZACION PISO 1° (11 EQUIPOS)	GLOBAL	11	951.345	**10.464.798**
6					**0**
7					**0**
8					**0**
9					**0**
10					**0**
11					**0**
GARANTÍA	SI √	**TOTAL CD**			**54.381.530**
	PERIODO: 3 MESES				
PLAZO EJECUCIÓN	2.5 MESES				
DATOS CONTRATISTA	RAZÓN SOCIAL: GONZALEZ Y GONZALEZ LTDA	**SUB-TOTAL**			**54.381.530**
	RUT:76.548.345-K	**IVA 19%**			**10.332.491**
	CONTACTO: RODRIGO GONZALEZ				
	E-MAIL/ FONO: 8-9830308, GONZALEZ.LTDA@GMAIL.COM	**TOTAL PRESUPUESTO $**			**64.714.021**

MEI-FOR-004.V3.JSS

EMPRESA CONTRATISTA

Nombre, Firma y Timbre

ANEXO C: COTIZACIÓN DE DESINSTALACIÓN DE EQUIPOS

PRESUPUESTO POR MANTENCIÓN, REPARACIÓN Y/O REMODELACIÓN

FECHA: 7/11/2017

SEDE : CASA CENTRAL AGUSTINAS

DIRECCIÓN: AGUSTINAS 1447

ATENCIÓN: SUBGERENTE DE MANTENCIÓN, INFRAESTRUCTURA Y PROYECTOS

USO INTERNO	ET	N° TICKET
	EF	EA
	OBSERVACIÓN: El valor unitario de desintalación de equipos fan coil considera reparación del lugar ubicado.	

ITEM	DESIGNACIÓN	UN	CANT	PU	TOTAL
A	**MATERIALES**				
1	DESINSTALACION DE EQUIPOS SPLIT PISO 5	C/U	10	42.500	**425.000**
2	DESINSTALACION DE EQUIPOS SPLIT PISO 4	C/U	5	42.500	**212.500**
3	DESINSTALACION DE EQUIPOS SPLIT PISO 3	C/U	9	42.500	**382.500**
4	DESINSTALACION DE EQUIPOS SPLIT PISO 2	C/U	11	42.500	**467.500**
5	DESINSTALACION DE EQUIPOS SPLIT PISO 1	C/U	9	42.500	**382.500**
6	DESINSTALACION DE EQUIPOS FAN COIL PISO 4	C/U	11	59.465	**654.115**
7	DESINSTALACION DE EQUIPOS FAN COIL PISO 3	C/U	6	59.465	**356.790**
8	DESINSTALACION DE EQUIPOS FAN COIL PISO 2	C/U	3	59.465	**178.395**
9	DESINSTALACION DE EQUIPOS FAN COIL PISO 1	C/U	1	59.465	**59.465**
10					**0**
11					**0**

GARANTÍA	SI √		
	PERIODO: 3 MESES	**TOTAL CD**	**3.118.765**
PLAZO EJECUCIÓN	25 DIAS		
DATOS CONTRATISTA	RAZÓN SOCIAL: GONZALEZ Y GONZALEZ LTDA	**SUB-TOTAL**	**3.118.765**
	RUT:76.548.345-K	**IVA 19%**	**592.565**
	CONTACTO: RODRIGO GONZALEZ		
	E-MAIL/ FONO: 8-9830308, GONZALEZ.LTDA@GMAIL.COM	**TOTAL PRESUPUESTO $**	**3.711.330**

MEI-FOR-004.V3.JSS

EMPRESA CONTRATISTA

Nombre, Firma y Timbre

ANEXO D: PLAN DE MANTENIMIENTO

1

Propuesta por servicio de AC

Santiago, Noviembre 2017

PRIMERO: OBJETO DEL SERVICIO

En este acto y por medio del presente documento, Soluciones Gonzalez Y Gonzalez limitada, "el prestador" del servicio, se compromete a entregar tareas de **mantenimiento correctivo menor de aire acondicionado**, cuyo objetivo se encuentra en la propuesta técnica y propuesta económica adjunta.

SEGUNDO: EL TRABAJO

El mantenimiento de los equipos de aire acondicionado, tendrá por objetivo alargar la vida útil de los aparatos, mediante una limpieza de filtros, serpentines interiores y exteriores , con toma de consumos eléctricos, cargas de refrigerante, limpieza de componentes eléctricos y electrónicos , limpieza de desagües y bombas de condensado, así como también de la correcta instalación y funcionamientos mecánicos del aparato, y a través de esta lograr disminuir costos excesivos en reparaciones por fallas de elementos vitales, que sin un mantenimiento adecuado suele ocurrir debido a los trabajos forzados con equipos deficientes.

Por lo demás y en la misma línea se recomienda dichas mantenciones en un tiempo que no puede pasar de los 3 meses, aunque pudiesen existir casos puntuales dentro de la instalación que se deban tratar con periodos de tiempo más cortos, lo que se determinara con la entrega de informes como se indica más adelante. Los aparatos llevan una etiqueta que responde a una directiva europea y que certifica la eficiencia energética del equipo. La letra A y el color verde indican que es un aparato más eficiente; mientras que el color rojo y la letra G marcan los que lo son menos. En estos últimos, el consumo puede llegar a ser tres veces superior. Por lo que un buen mantenimiento puede a llegar a ser un buen negocio.

TERCERO: PROPUESTA TECNICA

La propuesta técnica será de la siguiente forma.

- Los servicios ofrecidos serán cada tres meses, en una coordinación de por lo menos 5 días para lograr un resultado adecuado, y en horarios acordados en conjunto con el cliente, pudiendo trabajar en turno de noche y también fines de semana.
- Los utensilios para llevar a cabo dicha mantención serán de responsabilidad del prestador del servicio.
- Se otorgaran cargas de refrigerante según el caso, de 3 kilos máximo por equipo, unos 15 psi si fuese necesario y sin costo para el cliente. En caso de una fuga mayor o completa, el costo será adicional, previa cotización.
- Se otorgaran visitas técnicas de emergencias con tope máximo de 3 cada tres meses, sin costo para el cliente, después de eso se cobrara 1 uf por vista.
- Se otorgaran repuestos acotados y sin costo, en un listado que se entrega en la presente propuesta.

  - ✓ Apéndices de carga
  - ✓ Tuercas de apéndices
  - ✓ Terminales de conexión
  - ✓ Soportes de goma
  - ✓ Capacitores de ventilador exterior 5 mf hasta 10 mf
  - ✓ Regletas de conexión
  - ✓ Pepas de cargas

- Se entregara al final del proceso un informe técnico con el estado de los equipos.
- Se llevara registro en hoja de vida de los equipos, la cual estará disponible si el cliente la solicita.

G&G CONSTRUCCIONES Seguridad y Confianza

- Se dispondrá de todos los elementos de protección personal para llevar a cabo el trabajo de forma segura.
- Se otorgara guía de uso correcto de los equipos a los usuarios que lo soliciten.

CUARTO: CANTIDAD DE EQUIPOS

- EQUIPOS VARIOS CAPACIDADES MARCAS Y MODELOS, CASA CENTRAL, AGUSTINAS #1447, 57 UNIDADES.

QUINTO: PROPUESTA ECONOMICA

- 59 equipos crescente , a 20.000 pesos por unidad =(1.180.000)
- Total de la propuesta semestral de 1.180.000 valor neto + iva, en pesos chilenos, pagados a 30 días una vez entregados los trabajos.
- El cliente por lo demás se compromete de pagar por los servicios, según las fechas indicadas, las cuales no podrán exceder los 30 días de recibida la factura.

SEXTO: ADICIONALES

- Todo trabajo resultante de la mantención o visita de emergencia será cotizado y ejecutado previa solicitud y aprobación vía O.C de la jefatura directa encargada para este efecto. Ya sea instalación de equipos nuevos o instalación de refacciones para los ya instalados. La que se hará llegar mediante teléfono de contacto o correo electrónico.
- En caso que se determine que algunos equipos necesiten mantenimiento con un periodo menor a 6 meses, solo tendrán cabida dentro de este contrato a una atención técnica dentro del periodo y aquellas que sean necesarias fuera del contrato en el mismo periodo serán cotizadas como extra teniendo un costo de mantenimiento preventivo. El que quedar acordado en $20.000 por equipo.
- El prestador se compromete a la entrega de cada área ordenada y limpia, teniendo como obligación informar cualquier inconveniente, destrozo o problema surgido en el transcurso de los trabajos.

OBLIGACIONES DEL CLIENTE

El cliente será responsable de proporcionar los espacios necesarios y condiciones para poder ejecutar los trabajos sin entorpecer las labores diarias de sus empleados, como también de verificar que los trabajos sean tal y como se ofrecen.

GARANTIAS

Las garantías serán efectivas en cuanto sean producto de una mala mantención por parte del prestador, defecto de material proporcionado dentro de este contrato o falla de fábrica del equipo instalado y que no involucren intervención de terceros o mal uso de las unidades.

G&G
CONSTRUCCIONES
Seguridad y Confianza

Rodrigo Gonzalez M.

12.687.230-5

Soluciones Gonzalez y Gonzalez Ltda.

Jefe de Operaciones

ANEXO E: TABLA DE VIDA ÚTIL DE LOS BIENES FÍSICOS DEL ACTIVO INMOVILIZADO

NÓMINA DE BIENES SEGUN ACTIVIDADES	NUEVA VIDA ÚTIL NORMAL	DEPRECIACIÓN ACELERADA
A.- ACTIVOS GENÉRICOS		
1) Construcciones con estructuras de acero, cubierta y entrepisos de perfiles acero o losas hormigón armado.	80	26
2) Edificios, casas y otras construcciones, con muros de ladrillos o de hormigón, con cadenas, pilares y vigas hormigón armado, con o sin losas.	50	16
3) Edificios fábricas de material sólido albañilería de ladrillo, de concreto armado y estructura metálica.	40	13
4) Construcciones de adobe o madera en general.	30	10
5) Galpones de madera o estructura metálica.	20	6
6) Otras construcciones definitivas (ejemplos: caminos, puentes, túneles, vías férreas, etc.).	20	6
7) Construcciones provisorias.	10	3
8) Instalaciones en general (ejemplos: eléctricas, de oficina, etc.).	10	3
9) Camiones de uso general.	7	2
10) Camionetas y jeeps.	7	2
11) Automóviles	7	2
12) Microbuses, taxibuses, furgones y similares.	7	2
13) Motos en general.	7	2
14) Remolques, semirremolques y carros de arrastre.	7	2
15) Maquinarias y equipos en general.	15	5
16) Balanzas, hornos microondas, refrigeradores, conservadoras, vitrinas refrigeradas y cocinas.	9	3
17) Equipos de aire y cámaras de refrigeración.	**10**	**3**
18) Herramientas pesadas.	8	2
19) Herramientas livianas.	3	1
20) Letreros camineros y luminosos.	10	3
21) Útiles de oficina (ejemplos: máquina de escribir, fotocopiadora, etc.).	3	1
22) Muebles y enseres.	7	2
23) Sistemas computacionales, computadores, periféricos, y similares (ejemplos: cajeros automáticos, cajas registradoras, etc.).	6	2
24) Estanques	10	3
25) Equipos médicos en general.	8	2
26) Equipos de vigilancia y detección y control de incendios, alarmas.	7	2
27) Envases en general.	6	2
28) Equipo de audio y video.	6	2
29) Material de audio y video.	5	1