UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA SEDE VIÑA DEL MAR - JOSÉ MIGUEL CARRERA

"REVISIÓN ENERGÉTICA EN EDIFICIO H DE LA USM SEDE VIÑA DEL MAR, SEGÚN REQUERIMIENTOS DE LA NORMA ISO 50001 SOBRE SISTEMAS DE GESTIÓN DE ENERGÍA"

Trabajo de Titulación para optar al Título de Ingeniero en Prevención de Riesgos Laborales y Ambientales.

Alumno:
Luis Pallacan Manque

Profesor Guía:
Ing. Enrique Calderón

2018

RESUMEN

KEYWORDS: EFICIENCIA ENERGETICA, USM, ISO 50001.

La importancia de la eficiencia energética actualmente en el país es un tema que ha ido creciendo cada vez más, en el cual la innovación tecnológica juega un papel importante a la hora de lograr las principales metas para el ahorro en la demanda energética, tanto en para los sectores industriales como residenciales.

Debido a esto la presente investigación se basó en la elaboración de un diagnóstico para la implementación de un Sistema de Gestión de la Energía basado en la Norma ISO 50.001 dentro de las instalaciones de la Universidad Técnica Federico Santa María Sede José Miguel Carrera en la zona de edificio H, con la finalidad de lograr un control y la reducción de costos en materia de energía asociados a los procesos que se realizan dentro del sector Para el cual se estudió modelos internacionales de implementación de Sistemas de Gestión de la Energía, los cuales fueron comparados con los principales ejemplos efectuados en el país.

Posteriormente se realizó la segregación de los sectores y subsectores del edificio para el análisis de la estimación del consumo total energético generado en el inmueble. Siendo los procesos ejecutados para el desarrollo de las actividades académicas el de mayor demanda energética, producto de la cantidad de equipos ofimáticos que se utilizan para la realización normal de las asignaturas correspondientes.

De esta manera se logró concluir en términos generales que la implementación de un Sistema de Gestión de la Energía, es un proceso que dependerá tanto de los actores principales para la inversión de programas, y tecnología, como los usuarios en el correcto uso y buenas prácticas del recurso y así poder interactuar en un ambiente más confortable para todos.

ABSTRACT

KEYWORDS: ENERGY EFFICIENCY, USM, ISO 50001.

The importance of energy efficiency in the country today is an issue that has been growing increasingly, in which technological innovation plays an important role in achieving the main goals in saving energy demand, both in the industrial sectors as residential.

Due to this the present investigation was based on the formulation of a system for the implementation of an Energy Management System based on the ISO 50.001 standard within the facilities of the Technical University Federico Santa María Sede José Miguel Carrera in the area of building H, in order to achieve control and reduction of energy costs associated with the processes that are carried out within the sector

For which international models of implementation of Energy Management Systems were studied, the results were compared with the main examples made in the country.

Subsequently, the segregation of the sectors and subsectors of the building was carried out for the analysis of the estimation of consumption. Total energy generated in the property. Being the processes executed for the development of the academic activities the one of greater demand demand, product of the amount of office equipment that are used for the normal accomplishment of the corresponding subjects.

In this way it was possible to conclude in general terms that the implementation of an Energy Management System is a process that depends on the main actors for the investment of programs and technology, as well as the users in the correct use and good practices. of the resource and thus be able to interact in a more comfortable environment for all.

ÍNDICE

RESUMEN III
ABSTRACT IV
ÍNDICE DE FIGURAS VIII
INDICE DE TABLAS VIII
INDICE DE GRÁFICOS IX
INDICE DE ECUACIONES IX
SIGLA Y SIMBOLOGIA X
INTRODUCCION 1
OBJETIVO GENERAL 2
OBJETIVOS ESPECÍFICOS 2
ALCANCE Y LIMITACIONES 3
METODOLOGÍA 4
CAPITULO 1.- ESTADO DEL ARTE 5
1. ESTADO DEL ARTE 7
1.1. PLANES DE EFICIENCIA ENERGERTICA EN UE 7
1.1.1. Consumidores 8
1.1.2. Edificios 9
1.2. AUTORIDADES PÚBLICAS 10
1.3. INDUSTRIAS, PRODUCTOS Y SERVICIOS 10
1.4. REFRIGERACIÓN Y CALEFACCIÓN 11
1.5. FINANCIAMIENTO INNOVADOR 12
1.6. EN CHILE 12
1.6.1. Sector Edificación 14
1.6.2. ¿Cómo está Chile? 15
1.6.3. Menor demanda de energía en las construcciones 15
1.6.4. Planificación urbana, norma urbanística y energética chilena asociada al inmobiliario residencial 15
CAPÍTULO 2: MARCO LEGAL 17

2. MARCO LEGAL 19

2.1. ISO 50001/2011 SISTEMAS DE GESTIÓN DE LA ENERGÍA 19

2.2. NORMATIVA LEGAL CHILENA SOBRE EFICIENCIA ENERGETICA ... 20

2.2.1. Ley 20.571/2014 regula el pago de las tarifas eléctricas de las generadoras residenciales 20

2.2.2. Decreto ley nº 2.224, de 1978 crea el ministerio de energía y la comisión nacional de energía. 20

2.2.3. Decreto supremo 97, de 2012; aprueba reglamento que establece el procedimiento para la fijación de estándares mínimos de eficiencia energética y normas para su aplicación. 20

2.2.4. Decreto supremo n°148/2015 del ministerio de energía aprueba política nacional de energía. 21

2.2.5. Decreto supremo N°594/2000 del Ministerio de Salud, sobre condiciones laborales y ambientales en los lugares de trabajo. 23

2.2.6. NCh 4/2003 ELECTRICIDAD INSTALACIONES DE CONSUMO EN BAJA TENSIÓN 25

2.2.7. Nch 3000 of 2006: eficiencia energética, refrigeradores, congeladores de uso doméstico, clasificación y etiquetado 26

2.2.8. Nch 3010 of 2006: eficiencia energética – lámparas incandescentes de uso doméstico y similares clasificación y etiquetado. 27

2.2.9. Nch 3020 of 2006: eficiencia energética: lámparas fluorescentes compactas circulares y tubulares de uso doméstico, clasificación y etiquetado. 27

2.3. NORMAS INTERNACIONALES DE EFICIENCIA ENERGÉTICA 28

2.3.1. Protocolo de Kioto 28

2.3.2. Energy policy act of 2005 of USA 28

2.3.3. Directiva 2006/32/ce del parlamento europeo y del consejo. 29

2.3.4. Real decreto 314/2006 de España 29

2.3.5. Real decreto 1027/2007 de España. 30

2.3.6. Real decreto 1890/2008 de España. 31

CAPITULO 3: ANALISIS DE DATOS 32

3. ANALISIS DE DATOS 34

3.1. DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES 34

3.2. INVETARIO DE EQUIPOS, MAQUINARIAS Y ESTIMACION DE CONSUMO 39

3.2.1. Análisis de datos según potencia total instalada de los equipos vs estimación consumo energético por sector 39

3.2.2. Análisis de datos según potencia total instalada de los equipos vs estimación consumo energético por uso 43

3.3. PROYECCION ANUAL 47

CAPITULO 4: PROPUESTAS 50

4. PROPUESTAS 52

4.1. POLÍTICA DE COMPRAS DE EQUIPOS EFICIENTES 52

4.2. CORRECCIONES BÁSICAS 52

4.2.1. Medidas técnicas 53

4.2.2. Medidas de Divulgación 54

4.3. MANTENIMIENTO Y REPARACIONES BÁSICAS 54

4.3.1. Iluminación 55

4.3.2. Limpieza 55

4.4. MEJORAMIENTO POR REEMPLAZO DE COMPONENTES 58

4.4.1. Vidrios Termopanel 59

4.5. REEMPLAZO DE EQUIPOS DE ALTA INVERSIÓN EN SISTEMAS O INSTALACIONES POR MODELOS DE MAYOR EFICIENCIA 59

4.5.1. Recuperadores de calor 60

4.5.2. Sistema de zonificación 62

4.6. SISTEMA SOLAR FOTOVOLTAICO 63

4.6.1. Energía Solar 63

4.6.2. Clasificación 63

CONCLUSIÓN 65

BIBLIOGRAFÍA 67

ANEXO 70

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2-1 Lineamiento 17: Promover precios competitivos como una condición esencial para el desarrollo sustentable del país, siendo una fuente de competitividad para los sectores productivos 21
Figura 2-1 Lineamiento 21: Promover una alta penetración de energías renovables en la matriz eléctrica 22
Figura 2-1 Lineamiento 31: Edificar de manera eficiente por medio de la incorporación de estándares de eficiencia energética en el diseño, construcción y reacondicionamiento de edificaciones, a fin de minimizar los requerimientos energéticos y las externalidades ... 22
Figura 3-1 Plano Edificio H 36
Figura 3-2 Planta de Arquitectura Nivel Uno Edificio 38
Figura 3-3 Planta de Arquitectura Nivel Dos Edificio H 39
Figura 3-4 Mapa Climático Región de Valparaíso 46
Figura 4-1 Ejemplo de etiqueta de eficiencia energética 52
Figura 4-2 Esquema Vidrio Termopanel 59
Figura 4-3 Esquema Recuperador de Calor 60
Figura 4-4 Esquema Sistema de Zonificación 62
Figura 4-5 Sistema Fotovoltaico Autónomo 63
Figura 4-6 Esquema Sistema Fotovoltaico Conectado a la Red 64

INDICE DE TABLAS

Tabla 2-1 Valor Mínimo de la Iluminación Promedio 23
Tabla 2-2 Valores Iluminación General y Localizada 24
Tabla 2-3 Luminancia según su Complejidad 24
Tabla 2-4 Luminancia Máxima 25
Tabla 4-1 Tabla de Mantenimiento de Computador de Mesa 56
Tabla 4-2 Tabla de Mantenimiento por Unidades 57

INDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 3-1 Potencia Total Instalada por Sector 41
Gráfico 3-2 Estimación Consumo Eléctrico por Sector Edificio en H 42
Gráfico 3-3 Porcentaje Potencia Total Instalada según el Uso 44
Gráfico 3-4 Porcentaje Estimación Consumo total Eléctrico según el Uso 45

INDICE DE ECUACIONES

Ecuación 3-1 Cálculo Estimación Total Consumo Eléctrico 41
Ecuación 3-2 Cálculo Estimación Total Consumo Eléctrico Anual para Sector Académico 47
Ecuación 3-3Cálculo Estimación Total Consumo Eléctrico Anual para Sector Administrativo 48
Ecuación 3-4 Sumatoria Estimación Total Consumo Eléctrico Anual 48
Ecuación 3-5 Cálculo Irradiancia 49

SIGLA Y SIMBOLOGIA

A. Siglas

ACEE: Agencia Chilena de Eficiencia Energética

CNE: Comisión Nacional de Energía

CO2: Dióxido de Carbono

EE: Eficiencia Energética

ISO: Organización Internacional de Normalización

SIC: Sistema Interconectado Central

USM: Universidad Santa María

B. Simbología

%: Porcentaje

A: Amper

h: Hora

kW: Kilowatts

kWh: Kilowatts hora

Lx: Lux

V: Volt

W: Watt

cd: Candela

I: Irradiancia

m: Metros

m^2: Metros Cuadrados

INTRODUCCION

Desde el inicio del siglo XXI, el mundo se encuentra en la necesidad de enfrentar problemas energéticos, debido principalmente al agotamiento de las reservas de energías no renovables, el cual es utilizado como fuente directa de energía ya sea de motores de vehículos u otros artefactos, o bien para que a través de él se generen otras energías como la eléctrica por ejemplo.

Es preciso tener presente que la eficiencia energética en su concepción más amplia pretende mantener el servicio que presta, reduciendo al mismo tiempo el consumo de energía. Es decir, se trata de reducir las pérdidas que se producen en toda transformación o proceso, incorporando mejores hábitos de uso y mejores tecnologías. Incluso es ir más allá de solo mantener los servicios que se obtienen de la energía y se demuestra, con múltiples ejemplos, que es posible reducir a la mitad el consumo duplicando los beneficios. (Weizsäcker, Lovins, & Lovins, 1997)

No obstante el potencial de incremento de la eficiencia energética en los países es significativo y se puede concretar por medio de la adopción de patrones de uso más racionales y mejores tecnologías de conversión energética, traduciéndose en ventajas técnicas, económicas y ambientales. Es importante observar que la eficiencia energética se asocia a la eficiencia económica e incluye cambios tecnológicos, económicos, institucionales y de comportamiento, y se refiere a una reducción en la energía utilizada para un mismo nivel de satisfacción de un requerimiento energético final. (Horta, 2010)

En tanto Chile los desafíos que enfrenta el sector energético nacional son relevantes el crecimiento en la demanda de energía, la dependencia energética, el cambio climático y la expansión del sistema eléctrico, entre otros. Frente a todos estos desafíos, la eficiencia energética surge como una solución factible y sustentable para el país. Y es en este contexto la necesidad de Planes de Acción de Eficiencia Energética para establecer los pilares sobre los que se debe asentar una estrategia país para el uso eficiente de la energía. (Ministerio de Energia, 2012)

OBJETIVO GENERAL

Diagnosticar el uso del recurso energético en el Edificio H de la USM, como parte del proyecto para proponer un modelo de Gestión de la Energía según los requisitos de la norma ISO 50001.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analizar los antecedentes del marco legal y estado del arte en los sistemas de gestión de energía.
- Levantar información del perfil de uso de energía, como parte de la recopilación de datos requeridos para la elaboración de un diagnostico energético en el Edificio H en la USM. Evaluando brechas existentes para la obtención de esta información.
- Proponer medidas de mejoras a partir del análisis realizado para el desarrollo de la siguiente etapa del proyecto.

ALCANCE Y LIMITACIONES

Este proyecto fue realizado en la USM-JMC sectorizado específicamente en las instalaciones del Edificio H, en el cual se diagnosticaron requisitos para establecer, implementar, mantener y mejorar un sistema de gestión de la energía, que permita una mejora continua del desempeño energético, incluyendo eficiencia energética, el uso y consumo de energía.

Con el fin de lograr a cabo el análisis de este proyecto se listan los siguientes estudios:

- Estado del arte contemplando el avance en materias de EE en los países de la Unión Europea, Oceanía, América y Chile.
- Marco Legal vigente para la aplicación de Sistemas de EE según lo estipulado por la UE, EE.UU y Chile.
- Condiciones para la instalación sistemas solares en la USM-JMC
- Entrevistas al personal administrativo y unidad de limpieza y aseo.
- Uso de calendario académico y normativa de modificación de horarios.
- Catastro de Equipos
- Estimación de Consumo de la Electricidad.

METODOLOGÍA

Para el desarrollo de este proyecto se ejecutó una serie de pasos en el cual se logró cumplir la meta para un diagnostico energético en la USM-JMC, en donde se utilizó las siguientes técnicas:

- Análisis de información con respecto a programas y estudios de eficiencia energética en países pertenecientes a la OCDE, Unión Europea, América y América Latina, para así lograr un cuadro comparativo con respecto al planteamiento actual del Estado de Chile en materias de eficiencia energética.
- Análisis de normativa legal vigente en países de la Unión Europea, América y América latina logrando un cuadro comparativo en relación al desarrollo de materias reglamentarias sobre la eficiencia energética aplicadas en el Estado de Chile.
- Efectuar levantamiento de datos tabulando equipos de usos eléctricos o conectados a la red eléctrica del edificio.
- Realizar segmentación de unidades según el proceso al cual están sometidos y según el uso de estas.
- Investigar la potencia media de los equipos mediante la información proporcionada por la ficha técnica.
- Entrevistas al personal administrativo y unidad de limpieza y aseo sobre el número días y horas total a la cual manipulan los equipos para disponer la estimación de consumo.
- Elaboración y análisis de cálculo de consumo energético total generado en el edificio H.
- Elaboración de propuestas de apoyo a la implementación de un Sistema de Gestión de la energía.

CAPITULO 1.- ESTADO DEL ARTE

1. ESTADO DEL ARTE

Mediante la compilación de información de diversos estudios se logró definir la situación actual del tema en nuestro país en comparación a lo desarrollado en países de la Unión Europea, América y América Latina en lo que respecta a la implementación de Sistemas de Eficiencia Energética.

A través este método se logró identificar las materias que se han efectuado y cuales están al debe en nuestro país, analizando el procedimiento correcto para efectuar estas nuevas e innovadoras metodologías utilizadas por otras naciones.

1.1. PLANES DE EFICIENCIA ENERGERTICA EN UE

El programa de investigación e innovación más ambicioso de la Unión Europea se llama "*Horizon 2020"* (Horizonte 2020) que cuenta con el respaldo político de dirigentes de la Unión y miembros del Parlamento Europeo. Todos ellos coinciden en que la inversión en materia de investigación e innovación es primordial para el futuro de Europa. Horizonte 2020 es considerado un instrumento financiero, dotado de 80.000 millones de euros que se repartirán durante un período de siete años (2014-2020), cuyo objetivo es garantizar ciencia de primer nivel, eliminar las barreras de innovación y facilitar el trabajo conjunto de sectores públicos y privados para que los proyectos salgan a terreno rápidamente, alcanzando resultados eficientes. (European Comission, 2014)

El programa de trabajo de Horizonte 2020 tiene contemplado la Eficiencia Energética aportando un presupuesto aproximado de 194 millones de euros para el 2016 y 2017, y que sirva de apoyo en la innovación a través de:

- Investigación y demostración de tecnologías con soluciones más eficientes desde el punto de vista energético.
- Medidas de absorción del mercado para eliminar las barreras de gobernabilidad mediante la financiación, reglamentación y la mejora de las competencias y conocimiento. (European Commission, 2016)

Las áreas centrales de innovación se clasifican en:

1.1.1. Consumidores

Cambiar el comportamiento del consumidor para adquirir soluciones estratégicas sostenibles. Jugar un papel activo produciendo energías para su consumo, y de ser posible, abordar barreras no tecnológicas. Apoyar las acciones de investigación para comprender de manera adecuada la toma de decisiones de los consumidores y cuantificar los impactos positivos de la eficiencia energética. Colaborar con las autoridades públicas y aumentar la capacidad para desarrollar políticas y planes energéticos sustentables. (European Commission, 2016)

El informe "People have the Power" (La Gente tiene el Poder), muestra 41 proyectos realizados y divididos en Campañas de Sensibilización y Consumo (11), Iluminación (7), Electrodomésticos (9), Productos Industriales y Comerciales (8), y Compra Verde (6), dentro de los cuales se destacan los siguientes:

a) El proyecto "*my Econavigator"* terminó el 31 de enero de 2016. Éste permitió la creación de "*ecoGator"*, una aplicación gratuita para dispositivos móviles que selecciona los electrodomésticos más eficientes del mercado, descargable aún para dispositivos iOS y Android. Esta aplicación realiza una exhaustiva comparativa entre los distintos aparatos que copan el mercado europeo de electrodomésticos. Existen multitud de marcas y modelos, y esta herramienta facilita la elección según la clase a la que pertenecen.

La aplicación dispone de un escáner que permite recoger datos de la etiqueta energética de electrodomésticos, como lavadoras, neveras, lámparas o televisores. Acota las posibilidades según un criterio ecológico, y cuenta con un semáforo que clasifica los aparatos y destaca cuál es un 20% más eficiente con el medioambiente (nota pie de página)

b) El proyecto *EURONET 50/50 max* tiene como principal objetivo motivar el ahorro energético en escuelas y edificios públicos mediante incentivos financieros. El 50% del ahorro económico obtenido gracias a las medidas de eficiencia energética adoptadas por los alumnos y los profesores se devuelve al colegio a través de un pago financiero. El 50% del ahorro económico es un ahorro neto para la autoridad local que paga las facturas energéticas.

Durante el 2013 y 2016 el proyecto se desarrolló en 500 escuelas y 48 edificios públicos en 13 países europeos dando como resultado el desarrollo de nuevos materiales y herramientas educativas para apoyar la aplicación de la metodología 50/50 en los colegios y edificios públicos. El ahorro energético mínimo en cada edificio involucrado alcanza el 8% anual.

c) El proyecto *BUTK (Bottom Up To Kyoto)* consistió en reducir las emanaciones de CO2 mediante el uso de productos de iluminación energéticamente eficientes. Se utilizaron tres municipios como ejemplos y así procurar la superación de barreras que impedían cambiar

tecnologías de iluminación y proporcionar especificaciones de licitación a otros municipios.

Dentro de los resultados más destacables se encuentran el análisis de los aspectos jurídicos claves para la implementación del proyecto y el financiamiento de terceros para alumbrado público e iluminación al interior de los municipios asociados, estudios de viabilidad técnica y económica identificaron soluciones opciones, costos y beneficios relacionados a la reducción de CO2, indicando "período de amortización". En tres de los municipios asociados se registró una reducción de emisiones de CO2 por más del 40% anual.

d) El proyecto *ENERLIN* como iniciativa europea de iluminación residencial eficiente tenía como objetivo transformar el mercado de la iluminación promoviendo las lámparas fluorescentes compactas (CFLs). Considerando que la iluminación en la UE consume el 14% de todo el consumo de electricidad, ésta representa un área potencial para el ahorro de energía. Sustituyendo una lámpara incandescente por hogar se obtendría una ganancia de 11TWh y 1,2 tm menos de CO2 por año.

e) La Agencia Energética de Austria promovió el proyecto *Premium Light* que tenía como objetivo principal apoyar de manera fluida y eficaz la transición de tecnologías de iluminación antigua e ineficiente a una iluminación de alta eficiencia, dando medidas de apoyo y servicios de información orientada al consumidor. *Premium Light* no sólo facilitó dicha transición sino que también apoyó los nuevos instrumentos jurídicos de la UE.

El proyecto hizo productos de iluminación de alta calidad y eficientes, asequibles a los compradores e incitando un mercado creciente y de precios más bajos para las lámparas LED.

Los resultados obtenidos mostraron una participación de al menos 120 agentes de las autoridades públicas, asociaciones, servicios públicos de energía y otros, en las actividades de difusión. Cooperó con al menos 36 socios de los medios de comunicación para apoyar en la información completa sobre el desarrollo y los servicios de iluminación eficiente. Motivó a 10 millones de consumidores para comprar productos de iluminación de alta calidad y eficientes. (Executive Agency for Small and Medium-sized Enterprises , 2015)

1.1.2. Edificios

Representan el 40% del consumo de energía final, ofreciendo el mayor potencial para la mejora de la eficiencia y el ahorro en las facturas de energía. La financiación en esta área tiene como objetivo:

a) Reducir el costo de las renovaciones dirigidas a mejorar la eficiencia energética

b) Lograr un rendimiento casi cero de energía en los edificios, llamado "*Nearly Zero-Energy Buildings" (NZEB).*

c) Eliminar las barreras de mercado.

d) Estimular el mercado para renovaciones impulsadas por la eficiencia energética.

e) Posibilitar una mayor armonización en el cálculo del rendimiento energético y la certificación de los edificios.

f) Tener un personal de construcción calificado, incluyendo los sistemas apropiados de certificación y acreditación.

g) Fomentar la participación ciudadana en la eficiencia energética.

h) Trabajar para la interoperabilidad e interacción con las redes de energía de los edificios y sus sistemas de gestión energética.

i) Apoyar las actividades de las asociaciones públicas y privadas sobre la eficiencia energética en edificios. (European Commission, 2016)

1.2.AUTORIDADES PÚBLICAS

El desempeño de los organismos públicos debe ser ejemplar en todos sus niveles de eficiencia energética. Se busca aumentar y lograr que las autoridades públicas cuenten con la capacidad adecuada para desarrollar y aplicar ambiciosas políticas y planes energéticos sostenibles. (European Commission, 2016)

1.3.INDUSTRIAS, PRODUCTOS Y SERVICIOS

La industria y el sub-área de servicios y productos, está orientada a mejorar la eficiencia energética, los procesos de producción y las tecnologías en apoyo de la competitividad de la industria y los servicios de la UE, teniendo en cuenta los objetivos energéticos y climáticos.

En el sector de la industria, las inversiones en eficiencia energética pueden llevar a importantes beneficios operacionales de productividad, y además, representar hasta 2,5 veces (250%) el valor del ahorro energético. Se pretenden abordar diseños de procesos de fabricación, recuperación de energía, auditorías y sistemas de gestión energéticas. Reutilizar los residuos industriales y optimizar la cadena de valor y simbiosis industrial. (European Commission, 2016)

Algunos de los proyectos financiados por "*Horizon 2020"* fueron los siguientes:

a) I-ThERM; Conversión y gestión en la recuperación de energía térmica industrial. (Community Research and Development Information Service, 2015)
b) Indus3Es; Las grandes cantidades de calor residual son continuamente rechazadas de las industrias. La mayor parte de esta energía de desperdicio es de baja calidad y no es práctica o económica para recuperarlo con las tecnologías actuales. El proyecto Indus3Es desarrollará un innovador transformador de calor de absorción (AHT) para este propósito, enfocado a la recuperación de calor residual a baja temperatura (por debajo de 130 ºC). El sistema Indus3Es recuperará y revalorizará eficazmente alrededor del 50% del calor residual a baja temperatura, aumentando la calidad de la fuente de residuos a la temperatura requerida y reutilizándola nuevamente en el proceso industrial. (Community Research and Development Information Service, 2015)
c) SUSPIRE; Producción sostenible de energía industrial recuperada, utilizando tecnologías de almacenamiento y disipación de energía. (Community Research and Development Information Service, 2015)

1.4. REFRIGERACIÓN Y CALEFACCIÓN

Constituyen alrededor de la mitad del consumo final de energía de la UE y el mayor sector de uso final de energía, por delante del transporte y la electricidad. Alrededor del 85% de la calefacción y la refrigeración se produce a partir de gas natural, carbón, productos petrolíferos y electricidad no-RES. Sólo el 15% se genera a partir de energía renovable. Esto demuestra que el sector de la calefacción y la refrigeración tiene un papel crucial que desempeñar en la transición de la UE hacia un sistema energético eficiente y descarbonizado, así también, el logro de la seguridad energética a largo plazo. El desafío es moderar la demanda de calefacción y refrigeración, aumentar la eficiencia energética en el suministro, maximizar el uso de energía renovable y reducir el costo de calefacción y refrigeración a niveles asequibles para todos. (Executive Agency for SMEs, 2016)

1.5.FINANCIAMIENTO INNOVADOR

Para cubrir una necesidad de financiación de alrededor de 100 000 millones de euros al año, la financiación innovadora de la sub-área de eficiencia energética tiene por objeto aumentar la inversión mediante una mayor participación del capital privado en los mercados de inversión en eficiencia energética. Las actividades se centran en:

a) Desarrollar mecanismos innovadores de financiamiento, instrumentos de inversión y esquemas de eficiencia energética que permitan la demostración y aprovechamiento de casos de negocio relacionados con el ahorro energético.
b) Inicio de un mercado de gran escala para la financiación de la eficiencia energética.
c) Aumento de la confianza de los inversores y la creación de capacidad.
d) Aprovechamiento de las soluciones existentes y despliegue de los servicios energéticos para acercar a los grupos interesados relevantes y a las organizaciones de mercado.
e) Acelerar el desarrollo del mercado. (Executive Agency for SMEs, 2016)

1.6.EN CHILE

El primer antecedente de políticas de Eficiencia Energética en Chile se dio el año 2005 con la creación del Programa País de Eficiencia Energética (PPEE) de la Comisión Nacional de Energía (CNE), dependiente del Ministerio de Economía de Chile.
Dos años después surge ANESCO Chile, la primera asociación en el país de empresas de Eficiencia Energética, como parte del programa de “Energías Limpias” de Fundación Chile y el Banco Interamericano de Desarrollo (BID). Es la única asociación que representa a empresas de productos y servicios que ofrecen soluciones de Eficiencia Energética para una amplia gama de especialidades en un mercado emergente y atractivo. Su misión es impulsar el máximo desarrollo del mercado de la Eficiencia Energética en Chile. Por ello no sólo se orienta a la mejora interna de sus socios, también colabora en mesas de trabajo junto a la autoridad y otros actores para compartir experiencias propias y del extranjero.

En 2010 se crea el Ministerio de Energía y la Agencia Chilena de Eficiencia Energética, dependiente del ministerio, organismo público privado y coordinador entre el mercado y el Estado (Anesco, 2011). El objetivo general del Ministerio de Energía es elaborar y coordinar los planes, políticas y normas para el buen funcionamiento y

desarrollo del sector, velar por su cumplimiento y asesorar al gobierno en todas aquellas materias relacionadas con la energía. A raíz de la definición de la Ley Nº20.402 (Crea el Ministerio de Energía, estableciendo modificaciones al DL N°2.224, de 1978 y a otros cuerpos legales), quedó establecido que el sector energía comprende todas las actividades de estudio, exploración, explotación, generación, transmisión, transporte, almacenamiento, distribución, consumo, uso eficiente, importación y exportación, y cualquiera otra materia que concierna a la electricidad, gas, petróleo y derivados, energía nuclear, geotérmica y solar, y demás fuentes energéticas (Ministerio de Energía, 2010). La Agencia Chilena de Eficiencia Energética es una fundación, cuya misión es promover, fortalecer y consolidar el uso eficiente de la energía articulando a los actores relevantes, a nivel nacional e internacional e implementando iniciativas (programas y proyectos) público-privadas que impulsen la disminución del consumo energético, contribuyendo al desarrollo competitivo y sustentable del país (Energética, 2011).

El crecimiento en la demanda de energía en Chile, así como la dependencia energética, el calentamiento global y la expansión del sistema eléctrico, entre otros factores, ha incidido en la necesidad de buscar soluciones vinculadas al mejoramiento de la Eficiencia Energética.

Por eso el Gobierno ha impulsado el Plan de Acción de Eficiencia Energética que tiene el objetivo de establecer los pilares sobre los cuales asentar una estrategia país para el uso eficiente de la energía.

Según el Ministerio de Energía, el consumo eléctrico del país se proyecta que podría crecer entre un 5,5% y 6,5% anualmente hasta el año 2020. Ello implica que Chile requerirá aumentar su capacidad de generación entre 7.000 MW y 8.000 MW hacia fines de esta década.

El Plan de Acción tiene como meta alcanzar un 12% de reducción de la demanda energética proyectada hacia el año 2020. Para ello propone una serie de medidas cuyo objetivo es aumentar la eficiencia energética en todo el país. (Energía, 2010)

El 2017 se implementa por primera vez la política energética chilena “Energía 2050” la cual se establece una estrategia a mediano plazo y largo plazo para obtener un sistema energético confiable, inclusivo, competitivo y sostenible. En definitiva, se establece como objetivo avanzar hacia una energía sustentable, en todas sus dimensiones

Así, algunas de las principales metas que se establecieron son:

- Que los cortes de luz no superen las cuatro horas al año para 2035 y que no sobrepasen una hora/año, al 2050 en cualquier localidad del país. Hoy el promedio nacional supera las 15 horas.

- -Asegurar el acceso universal y equitativo a servicios energéticos modernos, confiables y asequibles a toda la población.
- -Que para 2050, Chile se encuentre entre los 3 países OCDE con menores precios promedio de suministro eléctrico, a nivel residencial e industrial, y entre los 5 primeros al 2035. Hoy el país tiene precios superiores el promedio del grupo.
- -Que al menos el 70% de la generación eléctrica provenga de energías renovables al 2050 y 60% al 2035. Hoy en día, ese porcentaje llega al 40%.
- -El complemento de esa matriz renovable deberá privilegiar combustibles de bajas emisiones, como el Gas Natural en la actualidad y otras fuentes que se desarrollarán en el futuro.
- -El crecimiento del consumo energético esté acoplado del crecimiento del producto interno bruto.
- -Que al año 2035 la interconexión de Chile con los demás país de Sudamérica sea una realidad; que todas las viviendas de familias vulnerables con acceso continuo y de calidad a los servicios energéticos; que todos los proyectos energéticos desarrollados en el país cuenten con mecanismos de asociatividad comunidad/empresa y que contribuyan al desarrollo local y una mejor desempeño del proyecto
- -Al 2035, declarar a la biomasa forestal como combustible sólido, continuar el recambio de calefactores e incentivar mayor calefacción colectiva. (EMOL, 2015)

1.6.1. Sector Edificación

Algunas de las propuestas son mejorar la calidad energética del equipamiento en edificaciones que estén construidas sin estándares de eficiencia energética, promover el diseño de edificios con alto estándar de eficiencia energética, y promover la oferta tanto de productos como servicios de construcción que posean criterios de eficiencia. (Mónica Gazmuri Del Curto, 2015)

Se prevé que en la próxima década los costos asociados a electricidad suban en torno al 30%, lo que convierte a la eficiencia energética en un aspecto clave para hacer buen uso de los recursos.

Disponer de energía es una condición necesaria para el crecimiento y desarrollo económico de nuestro país. Sin embargo, de acuerdo al Balance Nacional de Energía (BNE) 2012, Chile importa el 60% de su energía primaria, convirtiéndonos en una nación dependiente de los mercados externos y por consecuencia, de las restricciones de abastecimiento que se produzcan. Mientras se habla de que los costos de electricidad

podrían subir en torno al 34% durante la próxima década, es clave la optimización en el uso de recursos (Electricidad, 2015).

1.6.2. ¿Cómo está Chile?

Según estadísticas de la Agencia Internacional de Energía, el consumo per cápita de Chile, es casi el doble del promedio de los países de Latinoamérica, y a su vez es la mitad del promedio de países OCDE. “Esto significa que, dadas las perspectivas de crecimiento de nuestra economía, los consumos van a seguir aumentando y es por eso que debemos preocuparnos hoy en como diseñamos las nuevas viviendas, industrias y ciudades para que consuman menos energía en los próximos cincuenta años, entre otros factores relacionados”, dice Michel De Laire.

Alex Godoy, director del Magister en Gestión de la Sustentabilidad de la Universidad del Desarrollo, establece que una de las principales barreras en eficiencia está relacionada con los bajos niveles de personal adecuado al interior de las organizaciones. “La idea es que estos temas se puedan insertar como una herramienta de ingeniería y no como se ha hecho hasta ahora, mediante control de gastos recortándolos bajo una perspectiva comercial. A Chile le hace falta Ingeniería. (Pulso, 2015)

1.6.3. Menor demanda de energía en las construcciones

Si se aplican criterios de diseño eficiente en la construcción de edificios es posible reducir la demanda energética hasta casi en un 50%. Por ejemplo, los costos de calefacción pueden bajar hasta en un 70%. El confort de la vivienda aumenta y su valor comercial se acrecienta. Las viviendas eficientes son cada vez más requeridas. (4E Chile)

1.6.4. Planificación urbana, norma urbanística y energética chilena asociada al inmobiliario residencial.

Si bien la luz solar esta resguardada en la legislación chilena, (MINVU, 2015) no es evidente su incorporación en la norma urbanística respecto a la forma de ocupación de suelos. En efecto, la Ordenanza General de Urbanismo y Construcción establece conceptos asociados tales como los distanciamientos, rasantes, sombras, forma arquitectónica, pero no explicita la variable energética solar como un bien a resguardar en el emplazamiento de los edificios. 2 (OGUC 2015, PLANIF 6-4 a 6-11). La agenda política de energía chilena establece entre uno de sus ejes el desarrollo de recursos energéticos propios y un sector energético eficiente en la gestión del consumo. Esto induce

a pensar en la revalorización de la arquitectura y el urbanismo solar como un aporte desde la disciplina. (Szokolay, 1983:1-6); (European Comission, 2010: 6-7). En efecto, entre estos ejes de la agenda se definen líneas de acción y metas tales como estimular la integración de las ERNC concordante con la Ley de Fomento de las ERNC; el desarrollo de un mercado de las ERNC de autoconsumo socialmente eficiente; Eficiencia Energética como Política de Estado y medidas para masificar los proyectos de eficiencia energética.

En la actualidad se observa que la aplicación de proyectos con Net Billing en Chile es ya una realidad aunque esté en su fase inicial y presente aún dificultades propias de la inexperiencia; enmarcadas en la Ley 20.571 de Generación Distribuida. (MINENERGIA, 2015). Los subsidios a la implementación de colectores solares en viviendas sociales durante el período 2010 a 2013 activaron la implementación de sistemas solares térmicos en viviendas nuevas unifamiliares, en la escala de barrios. Iniciativa que acaba de repetirse con la renovación de la franquicia tributaria otorgada por la Ley N°20.365, extendiendo así su vigencia al 31 dic 2020 (DO. 05/02/2016). Esta ley focaliza en dos ejes: calentamiento de agua caliente para viviendas nuevas (franquicia a las constructoras) y viviendas sociales (subsidio a familias canalizada a través de las empresas). Por otro lado, la Corporación de Desarrollo Tecnológico, organismo dependiente de la Cámara de la Construcción ha desarrollado desde el año 2010 documentos de apoyo para la implementación de sistemas solares térmicos y fotovoltaicos, y más recientemente manuales para el diseño y dimensionamiento de sistemas conectados a red. La venta de viviendas de sectores de ingresos medios en edificios de media altura, que ofrecían sistemas solares térmicos y reducción en costos de operación, para disponer de agua caliente sanitaria, fue un plus que actuó positivamente en la velocidad de venta de las unidades residenciales. Edificios aislados de gran altura que buscaban liderar el diseño ambiental y energético fueron enarbolados como estándares por la innovación tecnológica y el ahorro en los costos de energía de los usuarios. (Jirón & Juan Pablo Vásquez Palau, 2016)

CAPÍTULO 2: MARCO LEGAL

2. MARCO LEGAL

La implementación del Sistema de Eficiencia Energética se ha normalizado a lo largo del tiempo, regularizando los procesos para la aplicación de esta en diversos sectores industriales, tales como en la construcción, producción de energía, como también en el uso doméstico.

Chile en su compromiso con el medio ambiente, ha implementado leyes, decreto de ley y decretos supremos los cuales han adoptado el alma de diversas normativas sobre la eficiencia energética aplicadas en la UE para regular de manera correcta la ejecución de esta.

2.1. ISO 50001/2011 SISTEMAS DE GESTIÓN DE LA ENERGÍA

La norma ISO 50001 “Sistemas de gestión de La Energía- Requisitos con orientación para su uso”, se basa en el modelo ISO de sistemas de gestión, que permite a una organización definir una estructura probada para lograr la mejora continua del desempeño energético y del Sistema de Gestión de la Energía (SGE) en sus procesos.

El concepto “desempeño energético” es clave para la comprensión del SGE, ya que incluye otros conceptos como el uso de la energía, eficiencia energética y consumo de energía. De esta forma cada organización establece como mide su desempeño energético, para mejorarlo en el tiempo.

La implementación de un SGE según la norma ISO 50001, se constituye en una valiosa herramienta para las organizaciones que se han propuesto mejorar su desempeño energético, motivadas por la reducción de costos y el desarrollo sustentable del negocio. Por este motivo se recomienda su implementación como una forma de llevar a cabo de forma exitosa el trabajo en materias de eficiencia energética y reducción de emisiones de gases efecto invernadero.

2.2. NORMATIVA LEGAL CHILENA SOBRE EFICIENCIA ENERGETICA

2.2.1. Ley 20.571/2014 regula el pago de las tarifas eléctricas de las generadoras residenciales

Este sistema permite la autogeneración de energía en base a Energías Renovables No Convencionales (ERNC) y cogeneración eficiente. Esta Ley, conocida también como Generación Distribuida, entrega el derecho a los usuarios a vender sus excedentes directamente a la distribuidora eléctrica a un precio regulado. (SEC, s.f.)

2.2.2. Decreto ley nº 2.224, de 1978 crea el ministerio de energía y la comisión nacional de energía.

El Ministerio de Energía es la institución de Gobierno responsable de elaborar y coordinar, de manera transparente y participativa, los distintos planes, políticas y normas para el desarrollo del sector energético del país.

Dentro de sus responsabilidades esta la fijación, mediante estándares mínimos de eficiencia energética que deberán cumplir los productos, máquinas, instrumentos y aparatos que utilicen cualquier tipo de recurso energético. (Congreso, 1978)

Por otro ámbito la comisión nacional de energía es un organismo público y descentralizado con la capacidad para adquirir y ejercer derechos y obligaciones, mediante el ministerio de energía, regulando el sector energético asegurando un desarrollo energético, sustentable, buscando el bien común de la sociedad. (CNE)

2.2.3. Decreto supremo 97, de 2012; aprueba reglamento que establece el procedimiento para la fijación de estándares mínimos de eficiencia energética y normas para su aplicación.

Según lo estipulado en la letra h) del artículo 4° del D.L N°2224 tiene por objeto "establecer el procedimiento conforme al cual se fijarán los estándares mínimos de eficiencia energética que deberán cumplir los productos, máquinas, equipos, artefactos y materiales que utilicen cualquier tipo de recurso energético". (Congreso, 1978).

Una vez establecido estos requisitos mínimos se debe tener en consideración antecedentes internacionales respecto a un determinado producto, las especificaciones y

características técnicas, tales como consumo energético, y las estimaciones de impacto energético y ambiental. (ENERGÍA, 2012)

2.2.4. Decreto supremo n°148/2015 del ministerio de energía aprueba política nacional de energía.

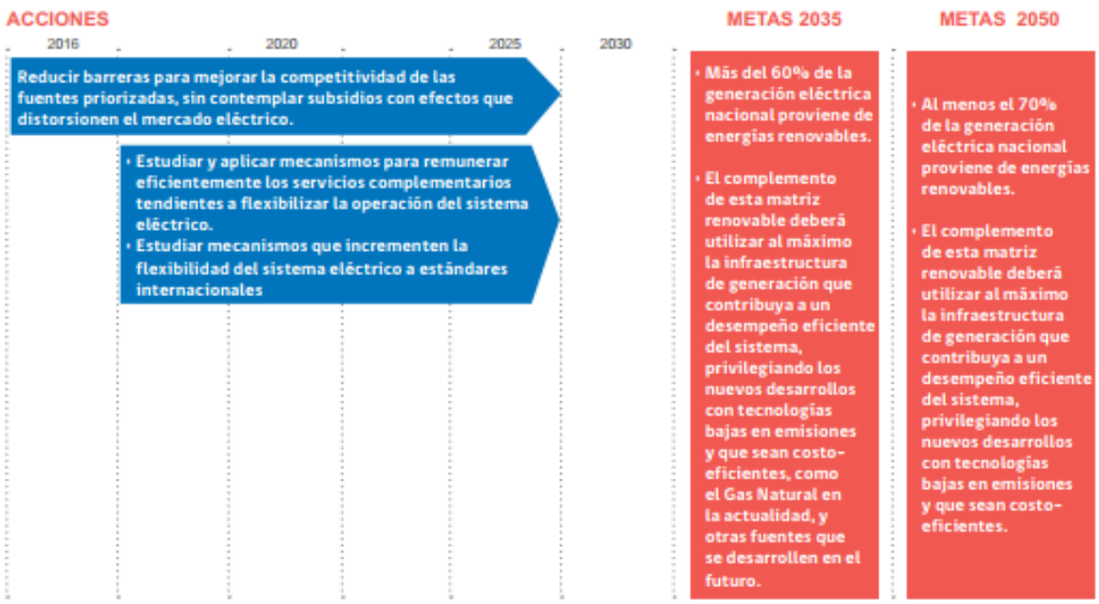
Mediante la promulgación de Política Energética de Chile, "Energía 2050" se busca que al 2050 el 70% de la generación eléctrica nacional provenga de energías renovables y que el 100% de las edificaciones nuevas tengan altos estándares de construcción eficiente y cuenten con sistemas de control de energía, entre otras. (Energía M. , Ministerio de Energía, 2015).

Según el Ministerio de Energía, la Política Energética no se limita a la definición de reglas para la operación del mercado y reacción ante contingencias, sino que es esencial el rol articulador del Estado para proponer visiones de desarrollo energético de largo plazo. (Energía M. , Política Energética de Chile, 2015).

Figura 2-1 Lineamiento 17: Promover precios competitivos como una condición esencial para el desarrollo sustentable del país, siendo una fuente de competitividad para los sectores productivos

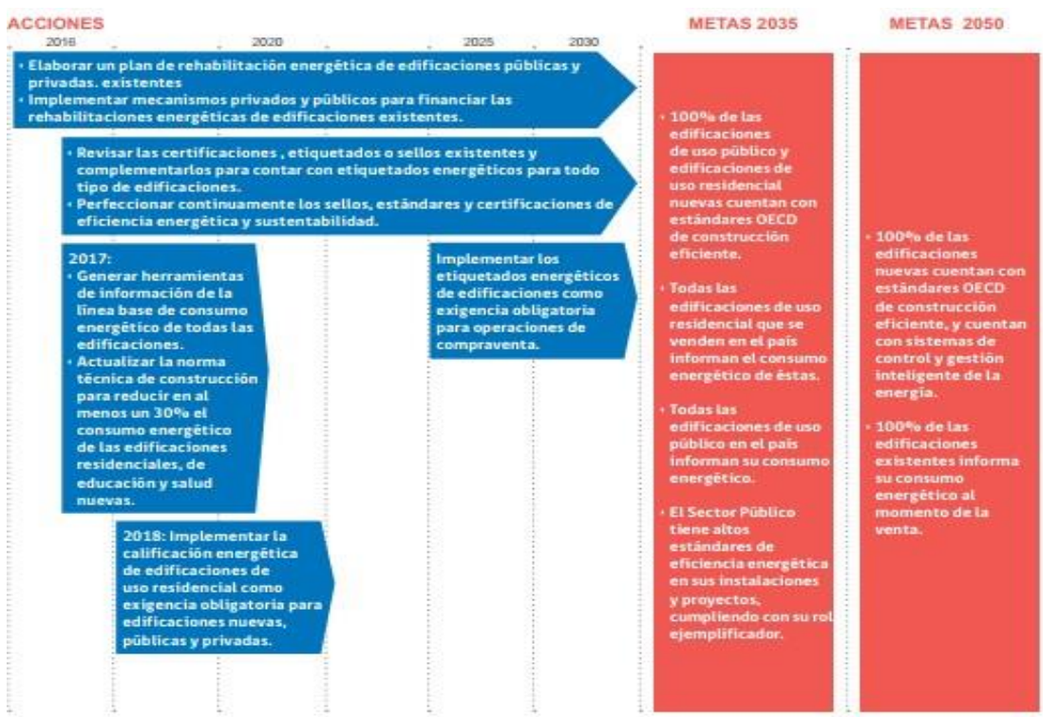
Fuente: Política Energética de Chile; Chile 2050

Figura 2-1 Lineamiento 21: Promover una alta penetración de energías renovables en la matriz eléctrica



Fuente: Política Energética de Chile; Chile 2050

Figura 2-1 Lineamiento 31: Edificar de manera eficiente por medio de la incorporación de estándares de eficiencia energética en el diseño, construcción y reacondicionamiento de edificaciones, a fin de minimizar los requerimientos energéticos y las externalidades



Fuente: Política Energética de Chile; Chile 2050

2.2.5. Decreto supremo N°594/2000 del Ministerio de Salud, sobre condiciones laborales y ambientales en los lugares de trabajo.

El lugar de trabajo que se estudiará debe contar luz natural o artificial mínima en una cantidad en lux que dependerá del tipo de trabajos que se realicen y que se encuentran en la siguiente tabla. (DS 594 art 103; 2000)

Tabla 2-1: Valor Mínimo de la Iluminación Promedio

Lugar o Faena	Iluminación Expresa en Lux (Lx)
Pasillos, bodegas, salas de descanso, comedores, servicios higiénicos, salas de trabajo con iluminación suplementaria sobre cada máquina o faena, salas donde se efectúen trabajos que no exigen discriminación de detalles finos o donde hay suficiente contraste	150
Trabajo prolongado con requerimiento moderado sobre la visión, trabajo mecánico con cierta discriminación de detalles, moldes en fundiciones y trabajos similares.	300
Trabajo con pocos contrastes, lectura continuada en tipo pequeño, trabajo mecánico que exige discriminación de detalles finos, maquinarias, herramientas, cajistas de imprenta, monotipias y trabajos similares.	500
Laboratorios, salas de consulta y de procedimientos de diagnóstico y salas de esterilización.	500 a 700
Costura y trabajo de aguja, revisión prolija de artículos, corte y trazado.	1000
Trabajo prolongado con discriminación de detalles finos, montaje y revisión de artículos con detalles pequeños y poco contraste, relojería, operaciones textiles sobre género oscuro y trabajos similares.	1500 a 2000
Sillas dentales y mesas de autopsias.	5000
Mesa quirúrgica	20000

Fuente: Decreto Supremo 594, Art. 103

Los valores indicados en la tabla se entenderán medidos sobre el plano de trabajo o a una altura de 80 centímetros sobre el suelo del local en el caso de iluminación general. Cuando se requiera una iluminación superior a 1.000 Lux, la iluminación general deberá

complementarse con luz localizada. Quedan excluidos de estas disposiciones aquellos locales que en razón del proceso industrial que allí se efectúe deben permanecer oscurecidos. (Salud, Ministerio de, 2015, pág. 35)

En ciertas áreas de trabajo se requerirá de iluminación localizada la cuales deberá dependerá de la iluminación general según los valores en la siguiente tabla. (DS 594 art 104; 2008)

Tabla 2-2: Valores Iluminación General y Localizada

Iluminancia General (Lux)	Iluminación Localizada (Lux)
150	250
250	500
300	1000
500	2000
600	5000
700	10000

Fuente: Decreto Supremo 594, Art. 104

La cantidad de luminancia (que corresponde al brillo) dependerá de la complejidad de la tarea que se efectúe y de acuerdo a la siguiente tabla. (DS 594 art 105; 2008)

Tabla 2-3: Luminancia según su Complejidad

Tarea	Luminancia en cd/m²
Demasiado Difícil	Más de 122,6
Muy Difícil	35,0 – 122,6
Difícil	12,3 – 35,0
Ordinaria	5,3 – 12,3
Fácil	Menor de 5,3

Fuente: Decreto Supremo 594, Art. 105

La relación entre la zona en que se efectúe la tarea que requiera de una mayor luminancia (brillantez) y las otras zonas del campo visual corresponde a las señaladas a continuación. (DS 594 art 106; 2008)

Tabla 2-4: Luminancia Máxima

5 a 1	Entre tareas y los alrededores adyacentes
20 a 1	Entre tareas y las superficies más remotas
40 a 1	Entre las unidades de iluminación (o del cielo) y las superficies adyacentes a ellas
80 a 1	En todas partes dentro del medio ambiente del trabajador

Fuente: Decreto Supremo 594, Art. 106

2.2.6. NCh 4/2003 ELECTRICIDAD INSTALACIONES DE CONSUMO EN BAJA TENSIÓN

Esta Norma tiene por objeto fijar las condiciones mínimas de seguridad que deben cumplir las instalaciones eléctricas de consumo en Baja Tensión, con el fin de salvaguardar a las personas que las operan o hacen uso de ellas y preservar el medio ambiente en que han sido construidas.

Según lo determinado en el punto 11.3 ALUMBRADO EN RECINTOS ASISTENCIALES Y EDUCACIONALES, para la determinación de la potencia eléctrica necesaria del recinto educacional se deberá tener en cuenta el nivel de iluminación requerido, el tipo de fuente luminosa y el área del recinto por iluminar, en donde el nivel de iluminación mínimo según el local y tarea en el que se desarrolle se estipula en la siguiente tabla

Tabla 2-5 Iluminancias Mínimas para Locales Educacionales y Asistenciales

Tipo de Recinto	Iluminancia (Lux)
Atención Administrativa	300
Bibliotecas	400
Cocinas	300
Gimnasios	200
Oficinas	400
Pasillos	100
Policlínicos	300
Salas de Cirugía menor	500
Salas de cirugía mayor, quirófanos	500
Salas de clases, párvulos	150
Salas de clases, educación básica	200
Salas de clases , educación media	250
Salas de clases, educación superior	300
Salas de Dibujo	600
Salas de Espera	150
Salas de Pacientes	100
Salas de Profesores	400

Fuente: Norma Chile 4/2003, Art. 11.3

2.2.7. Nch 3000 of 2006: eficiencia energética, refrigeradores, congeladores de uso doméstico, clasificación y etiquetado

Establece la metodología para la clasificación de refrigeradores, congeladores y refrigeradores-congeladores de uso doméstico alimentados por la red eléctrica de acuerdo con su desempeño energético. Además, indica el método de ensayo y las características de la etiqueta de eficiencia energética. Esta norma también establece los requisitos que debe cumplir la etiqueta de eficiencia energética de los aparatos. (Combustible, Superintendencia de electricidad y, 2006, pág. 1)

2.2.8. Nch 3010 of 2006: eficiencia energética – lámparas incandescentes de uso doméstico y similares clasificación y etiquetado.

Establece una metodología para la clasificación de eficiencia energética de las lámparas incandescentes de uso doméstico y similar alimentadas por la red eléctrica. La clasificación se hace de acuerdo con su potencia y flujo luminoso. También establece los requisitos que debe cumplir la etiqueta de eficiencia energética de las lámparas incandescentes y es aplicable a las lámparas incandescentes de filamento de tungsteno para uso doméstico y usos similares para iluminación general. (Combustibles, Superintendencia de electricidad y, 2006, pág. 1)

2.2.9. Nch 3020 of 2006: eficiencia energética: lámparas fluorescentes compactas circulares y tubulares de uso doméstico, clasificación y etiquetado.

Establece una metodología para la clasificación de eficiencia energética de las lámparas fluorescentes compactas, circulares y tubulares de uso doméstico y similar alimentadas por la red eléctrica. Esta clasificación se hace de acuerdo con su potencia y flujo luminoso. También establece los requisitos que debe cumplir la etiqueta de eficiencia energética de las lámparas fluorescentes y es aplicable a las lámparas fluorescentes compactas integradas o no con balasto electromagnético o electrónico, circular y tubular.

Tabla 2-6: Comparación de costo, energía, desempeño y parámetros de producción de tecnologías de iluminación

	Incandescente	**Tungsteno-Halógeno**	**Fluorescente compacta**	**Diodo emisor de luz**
Costo inicial	Muy Bajo	Bajo a Medio	Bajo a Medio	Alto muy alto
Vida media	<1000h	<4000 h	<20000 h	<50000 h
Eficiencia lumínica	<12 lm/W	<15 lm/W	<70 lm/w	<120 lm/w
Eficiencia luminosa relativa	Muy Baja	Hasta 15% de ahorro en comparación con incandescente. Con gas xenón y otras mejoras hasta 30% de ahorro en comparación con las lámparas incandescentes	Hasta 80% de ahorro de energía en comparación con las lámparas incandescentes	Hasta 90% de ahorro de energía en comparación con las lámparas incandescentes
Costo por vida útil	Alta	Alta	Bajo	Medio a Bajo

Complejidad técnica y de producción	Baja	Media	Alta	Muy Alta

Fuente. Informe Técnico Preliminar Estándar Mínimo Eficiencia Energética Lámparas No Direccionales para Iluminación General. Ministerio de Energía

2.3. NORMAS INTERNACIONALES DE EFICIENCIA ENERGÉTICA

2.3.1. Protocolo de Kioto

El Protocolo de Kioto se inscribe dentro del Convenio Marco de la ONU sobre Cambio Climático. Pide que los países industrializados (excepto Estados Unidos) reduzcan sus emisiones de gases que contribuyen al calentamiento global en aproximadamente un 5% por debajo de los niveles de 1990 para el período 2008-2012. Los países adoptaron diferentes porcentajes objetivo dentro de este compromiso general. Permite que los participantes en el Protocolo de Kioto deduzcan las emisiones en sus países de origen y/o beneficiarse de los llamados mecanismos flexibles (Comercio de Emisiones, el Desarrollo Limpio y la Aplicación Conjunta), así como contabilizar el carbono absorbido por los llamados sumideros como los bosques o las tierras de cultivo. Se impondrán sanciones a aquellos países que no cumplan sus objetivos. (Vallecillo)

Con el fin de promover el desarrollo sostenible, se estableció que cada una de las Partes debe cumplir los compromisos cuantificados de limitación y reducción de las emisiones en donde deberán aplicar y/o seguir elaborando políticas y medidas de conformidad con sus circunstancias nacionales, por ejemplo las siguientes:

i) fomento de la eficiencia energética en los sectores pertinentes de la economía nacional; ii) investigación, promoción, desarrollo y aumento del uso de formas nuevas y renovables de energía, de tecnologías de secuestro del dióxido de carbono y de tecnologías avanzadas y novedosas que sean ecológicamente racionales (Unidas, 1998)

2.3.2. Energy policy act of 2005 of USA

La Política de Eficiencia Energética de EE.UU del 2005, ofrece a los consumidores y las empresas federales, créditos tributarios (beneficios tributarios) por la compra de vehículos eléctricos híbridos, que usen en forma eficiente el combustible, por la

construcción y remodelación de edificaciones y la compra de artefactos y productos energéticamente eficientes. Además, realiza inversiones de alto riesgo en investigación y desarrollo de alto valor, que no lo podría realizar el sector privado en forma independiente, acción fundamental para asegurar el abastecimiento energético en el futuro. Con todas estas acciones, intervenciones y subvenciones, se ha logrado introducir el concepto de eficiencia energética en las instituciones, las empresas y los usuarios, que son los que finalmente exigen que la eficiencia energética esté presente en los productos que compran y arriendan. (Efernergia, s.f.)

La presente política tiene como objetivo primordial aumentar el suministro de energía, estableciendo normas que aumenten el uso de ciertos Tipos de energía y tecnologías de ahorro de energía. Las fuentes y tecnologías de energía promovidas por la ley incluyen algunas que son amigables con el clima y algunas cuyo uso dará lugar a grandes emisiones de dióxido de carbono (CO 2).

Uno de los temas tratados son Medidas de ahorro de energía y agua en edificios donde se desarrolla, actualizará e implementará un plan de Conservación de la energía y el plan de gestión. (Congress, 2005)

2.3.3. Directiva 2006/32/ce del parlamento europeo y del consejo.

Sobre la eficiencia del uso final de la energía y los servicios energéticos y por la que se deroga la Directiva 93/76/CEE del Consejo

La finalidad de la presente Directiva es fomentar la mejora rentable de la eficiencia del uso final de la energía en los Estados miembros:

a) aportando los objetivos orientativos, así como los mecanismos, los incentivos y las normas generales institucionales, financieras y jurídicas necesarios para eliminar los obstáculos existentes en el mercado y los defectos que impidan el uso final eficiente de la energía;

b) creando las condiciones para el desarrollo y el fomento de un mercado de servicios energéticos y para la aportación de otras medidas de mejora de la eficiencia energética destinadas a los consumidores finales. (Parlamento Europeo y del Consejo., 2006)

2.3.4. Real decreto 314/2006 de España

El Código Técnico de la Edificación, es el marco normativo por el que se regulan las exigencias básicas de calidad que deben cumplir los edificios, incluidas sus instalaciones, para satisfacer los requisitos básicos de seguridad y habitabilidad.

Para este rigen una serie de Exigencias Básicas de calidad que deben cumplir los edificios donde se refieren a materias de seguridad (seguridad estructural, seguridad contra incendios, seguridad de utilización) y habitabilidad (salubridad, protección frente al ruido y ahorro de energía)

2.3.4.1.Exigencia básica de Ahorro de Energía.

El objetivo básico de Ahorro de energía consiste en alcanzar un uso racional de la energía esencial para la utilización de los edificios, disminuyendo a límites sostenibles su consumo y conseguir asimismo que una parte de este consumo proceda de fuentes de energía renovable, como consecuencia de las características de su proyecto, construcción, uso y mantenimiento.

Según el artículo 15.3 la Eficiencia energética de las instalaciones de iluminación: “los edificios dispondrán de instalaciones de iluminación adecuadas a las necesidades de sus usuarios implementado de un sistema de regulación que optimice el aprovechamiento de la luz natural, en las zonas que reúnan unas determinadas condiciones. (Ministerio de Vivienda, 2006)

2.3.5. Real decreto 1027/2007 de España.

El Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios, tiene por esencia establecer las exigencias de eficiencia energética y seguridad que deben cumplir las instalaciones térmicas en los edificios destinadas a atender la demanda de bienestar e higiene de las personas, durante su diseño y dimensionado, ejecución, mantenimiento y uso, así como determinar los procedimientos que permitan acreditar su cumplimiento. (Ministerio de la Presidencia, 2007)

Es decir las instalaciones térmicas deben diseñarse, calcularse, y utilizarse de tal forma que se reduzca el consumo de energía de estas y, como resultado, las emisiones de gases de efecto invernadero y otros contaminantes atmosféricos. Por ende la aplicación de un sistema de eficiencia energética deberá cumplir así algunos requisitos, tales como; la distribución de calor y frio; regulación y control de instalaciones; y la utilización de energías renovables. (Ministerio de la Presidencia, 2007)

2.3.6. Real decreto 1890/2008 de España.

El presente reglamento tiene por objeto establecer las condiciones técnicas de diseño, ejecución y mantenimiento que deben reunir las instalaciones de alumbrado exterior, con la finalidad de:

a) Mejorar la eficiencia y ahorro energético, así como la disminución de las emisiones de gases de efecto invernadero.
b) Limitar el resplandor luminoso nocturno o contaminación luminosa y reducir la luz intrusa o molesta.

No es objeto del presente reglamento establecer valores mínimos para los niveles de iluminación en los distintos tipos de vías o espacios a iluminar, que se regirán por la normativa que les sea de aplicación.

2.3.6.1. Artículo 4: Eficiencia energética.

Con el fin de lograr una eficiencia energética adecuada en las instalaciones de alumbrado exterior, éstas deberán cumplir, al menos, con los requisitos siguientes:

1. º Los niveles de iluminación de la instalación no superen lo establecido en la instrucción técnica complementaria ITC-EA 02, salvo casos excepcionales, que requerirán autorización previa del órgano competente de la Administración Pública.

2. º Para el alumbrado vial, se cumplan los requisitos mínimos de eficiencia energética establecidos en la ITC-EA-01. Para el resto de instalaciones de alumbrado, se cumplan los requisitos de factor de utilización, pérdidas de los equipos, factor de mantenimiento y otros establecidos en las instrucciones técnicas complementarias correspondientes.

3. º En donde se requiera, dispongan de un sistema de accionamiento y de regulación del nivel luminoso, tal y como se define en la ITC-EA-04. (Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, 2008

CAPITULO 3: ANALISIS DE DATOS

3. ANALISIS DE DATOS

Con el fin de obtener un perfil de Consumo Eléctrico del Edificio H de la USM-JMC, se procedió a realizar el levantamiento de datos de todos los equipos conectados a la red eléctrica y que generan un gasto energético, obteniendo información para levantar un diagnostico energético en el área de estudio.

3.1. DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES

La Universidad Técnica Federico Santa María (USM) es una institución tradicional privada chilena, perteneciente al Consejo de Rectores de las Universidades Chilenas, a la Agrupación de Universidades Regionales de Chile, a la Red Universitaria Cruz del Sur y a la Red Universitaria G9.

La institución tiene una extensión nacional e internacional y de acuerdo con la voluntad testamentaria de su fundador, don Federico Santa María Carrera, la cual busca la excelencia académica y pone especial énfasis en facilitar la admisión y la permanencia de aquellos que, reuniendo las aptitudes y actitudes exigidas por el trabajo académico, no poseen suficientes medios materiales.

La sede Viña del mar también llamada sede José Miguel Carrera, fue creada en 1971 a continuación de la escuela de Artes y Oficios, fundada por la voluntad testamentaria del filántropo Federico Santa María.

Ubicada en la Avenida Federico Santa María N°6090, en el límite entre las comunas de Viña del Mar y Quilpué, se conforma por 22 edificios cada uno denominado por una letra del abecedario de la A a la V, en los cuales se imparten y administran las siguientes carreras:

Técnicos Universitarios en:

- Construcción.
- Control de Alimentos.
- Control de Medio Ambiente.
- Electricidad.
- Electrónica.
- Mantenimiento Industrial.
- Matricería para Plásticos y Metales.

- Mecánica Automotriz.
- Mecánica Industrial.
- Prevención de Riesgos.
- Informática.
- Proyecto y diseño Mecánico.
- Proyecto de ingeniería.
- Química, mención Química Analítica.
- Telecomunicaciones y Redes.
- Minería y Metalurgia.

Ingeniería en:

- Prevención de Riesgos Laborales y Ambientales.
- Fabricación y Diseño Industrial.
- PEIV (Programa de ingeniería Vespertinas).
- Ingeniería en Construcción, con Licenciatura.
- Ingeniería en Prevención de Riesgos Laborales y Ambientales, con Licenciatura.
- Ingeniería de Ejecución en Control e Instrumentación Industrial.
- Ingeniería de Ejecución en Gestión de la Calidad.
- Ingeniería de Ejecución en Gestión Industrial.
- Ingeniería de Ejecución en Mantenimiento Industrial.
- Ingeniería de Ejecución en Proyectos de Ingeniería.
- Ingeniería de Ejecución en Sistemas Computacionales.

Para el presente proyecto se sectorizó y se efectuó la investigación única y exclusivamente para el edificio H (Ver Figura 3-1), en donde se tabularon los datos de los equipos conectados al sistema eléctrico de la universidad mediante realización de entrevistas a los usuarios que se benefician con las unidades del inmueble a inspeccionar, para así analizar la estimación del consumo total eléctrico generado.

El edificio cuenta con dos niveles, los cuales se segregan en aulas o salas de uso común además de laboratorios y oficinas administrativas del Departamento de Diseño y Manufactura, teniendo una superficie de 1054,23 m^2 totales. (Ver Figura 3-2; 3-3)

A partir de lo anterior se efectuó un inventario de los equipos conectados al sistema eléctrico de la institución, identificando las unidades que posee cada uno de los sectores previamente descritos logrando así la obtención de la estimación del consumo eléctrico total (kWh) del edificio analizado (Anexo A).

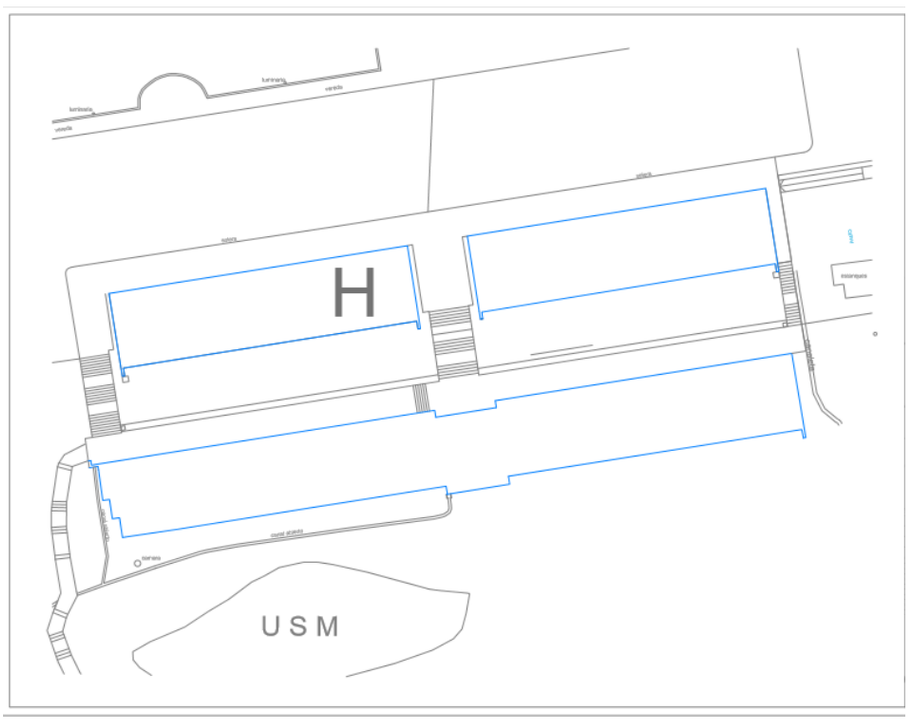
De igual manera estos equipos fueron aglomerados en una tabla según las siguientes categorías:

- Según su proceso
  - Académico
  - Administrativo
  - Uso Común
  - Mantención

- Según su Uso
  - Iluminación (lámparas LED, tubos fluorescentes)
  - Ofimático (computador, computador de mesa, impresoras, proyector)
  - Calefacción (climatizador)
  - Otros (sistema de audio, televisor, hervidor, secador de manos)
  - Limpieza (aspiradora, enceradora)

Luego mediante el análisis de los equipos confirmando sus respectivos modelos, se procedió a la verificación de la potencia media de estos proporcionados por la ficha técnica correspondiente a cada uno. Asociado a este factor se realizó entrevistas a los distintos actores los cuales desempeñan su labor en las instalaciones del edificio H consultado las horas utilizadas de los equipos para el desarrollo normal de sus actividades. Cabe destacar que el análisis realizado fue tomado en consideración a horarios de uso de salas y oficinas para el mes de Octubre de 2017.

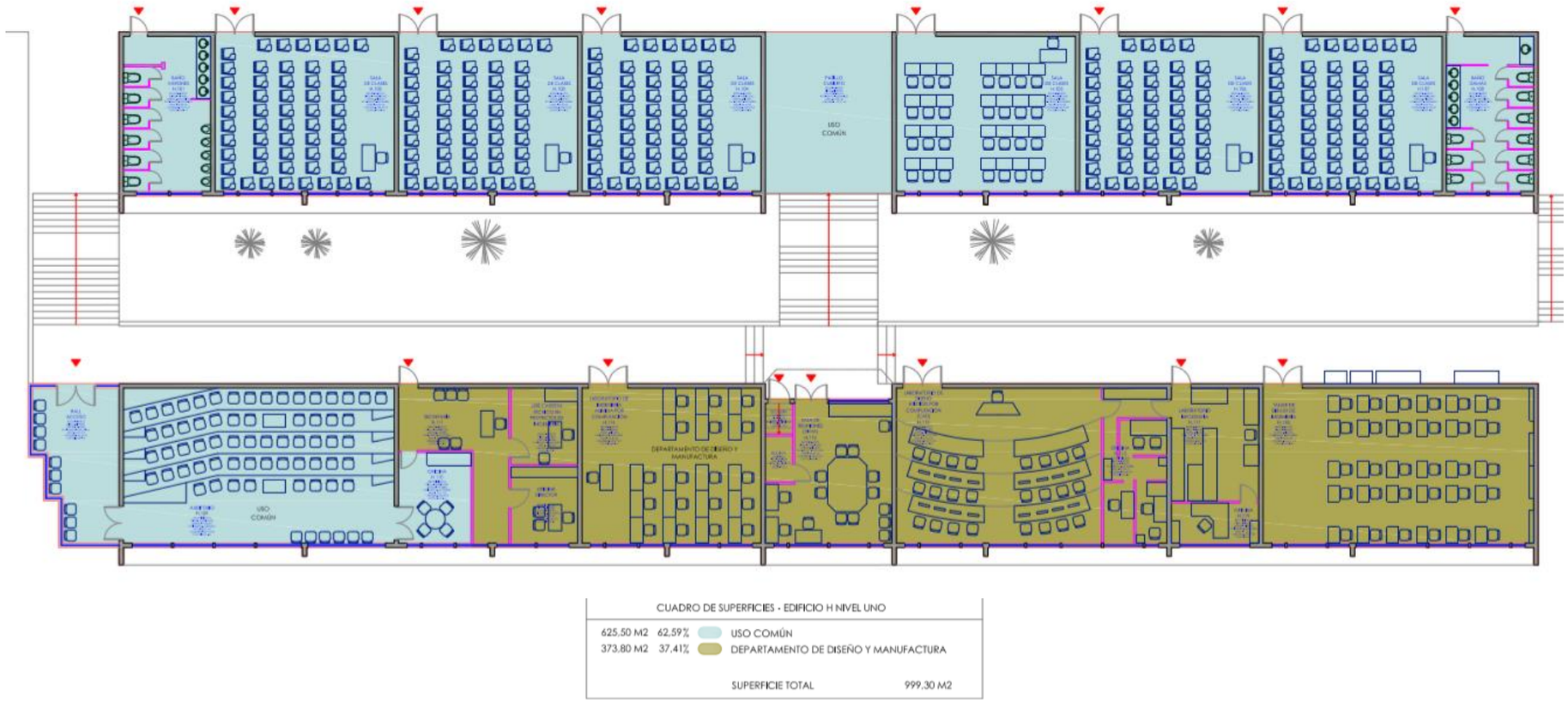
Figura 3-1 Plano Edificio H



Fuente: Unidad de Planificación y Diseño Universidad Federico Santa María

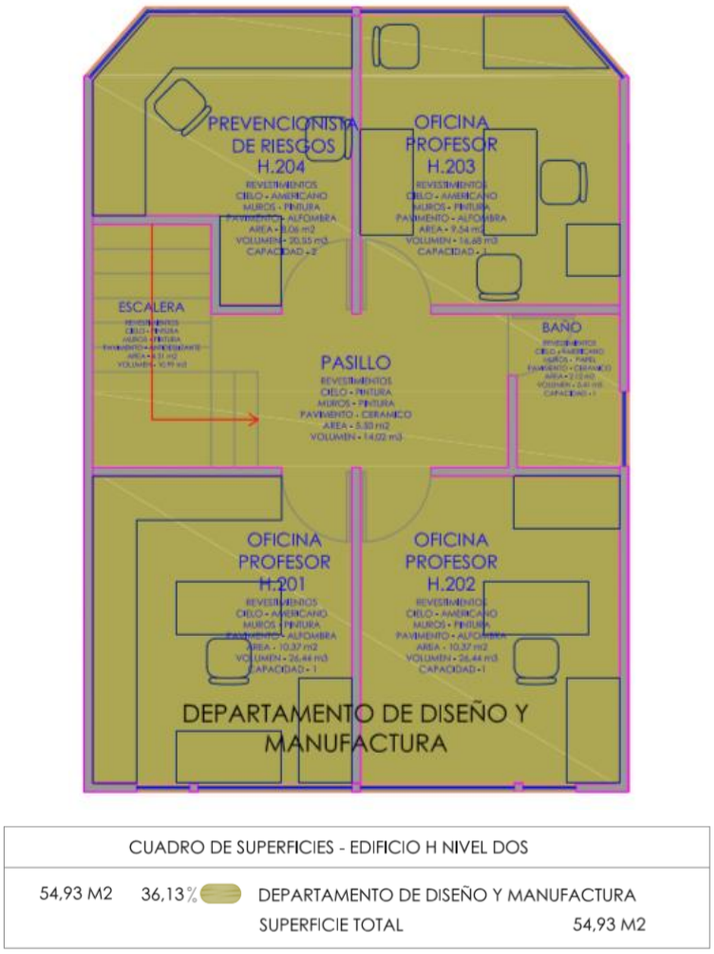
ZONIFICACIÓN E INFRAESTRUCTURA DE REGISTRO

Figura 3-2 Planta de Arquitectura Nivel Uno Edificio



Fuente: Unidad de Planificación y Diseño Universidad Federico Santa María

Figura 3-3Planta de Arquitectura Nivel Dos Edificio H



Fuente: Unidad de Planificación y Diseño Universidad Federico Santa María

3.2. INVETARIO DE EQUIPOS, MAQUINARIAS Y ESTIMACION DE CONSUMO

3.2.1. Análisis de datos según potencia total instalada de los equipos vs estimación consumo energético por sector

Mediante el levantamiento de información se verificó la hoja de datos validando la Potencia Media (kW) de las unidades registradas para posteriormente realizar una sumatoria de ecuaciones previa segmentación de categorías.

Tabla 3-1: Comparación Potencia Instalada (kW) Vs Estimación de Consumo (kWh) por Subsector

Subsector	Potencia Instalada (kW)	%	Estimación Consumo (kWh)	% Estimación Consumo
H-102/107	4,002	7,06	399	8,38
H-109	10,109	17,84	1022,7	21,48
H-111	5,981	10,55	272	5,71
H-112	0,694	1,22	5,6	0,12
H-114	8,517	15,03	1503,4	31,58
H-115	4,274	7,54	386,2	8,11
H-117	2,815	4,97	690,3	14,50
H-118	2,832	5,00	89,4	1,88
Pasillos	0,77	1,36	30,8	0,65
Baños	4,668	8,24	260	5,46
Oficinas	12,01	21,19	101,8	2,14
	56,672		4761,2	

Fuente: Elaboración Propia a Partir de Levantamiento de Equipos de Consumo

Mediante los datos recopilados en la Tabla 3-1 se verifica la sumatoria de potencias nominales de los equipos observados por cada sector del edificio, logrando así determinar el valor cuantitativo de la potencia total instalada.

Obtenido el valor total de la potencia instalada (56,672 kW) siendo este dato el 100% se logró definir el porcentaje de carga conectada por cada aula, oficina y espacios comunes.

Luego de definir los valores de potencia total instalada por sector, se ejecutó el procesamiento para el cálculo de la estimación total energético. Tomando los datos anteriores y consecutivamente multiplicados por la estimación de horas de uso de los equipos, corroborada por medio de entrevista a los usuarios y horario académico del segundo semestre del 2017.

Posteriormente mediante la implementación de un cálculo simple se logró obtener la estimación del consumo eléctrico en donde se sucedió a la multiplicación de factores con la siguiente formula:

Ecuación 3-1 Cálculo Estimación Total Consumo Eléctrico

$$TCE = (T_0 * P) * (h * D)$$

En donde:

TCE= Total Consumo Eléctrico (kWh)

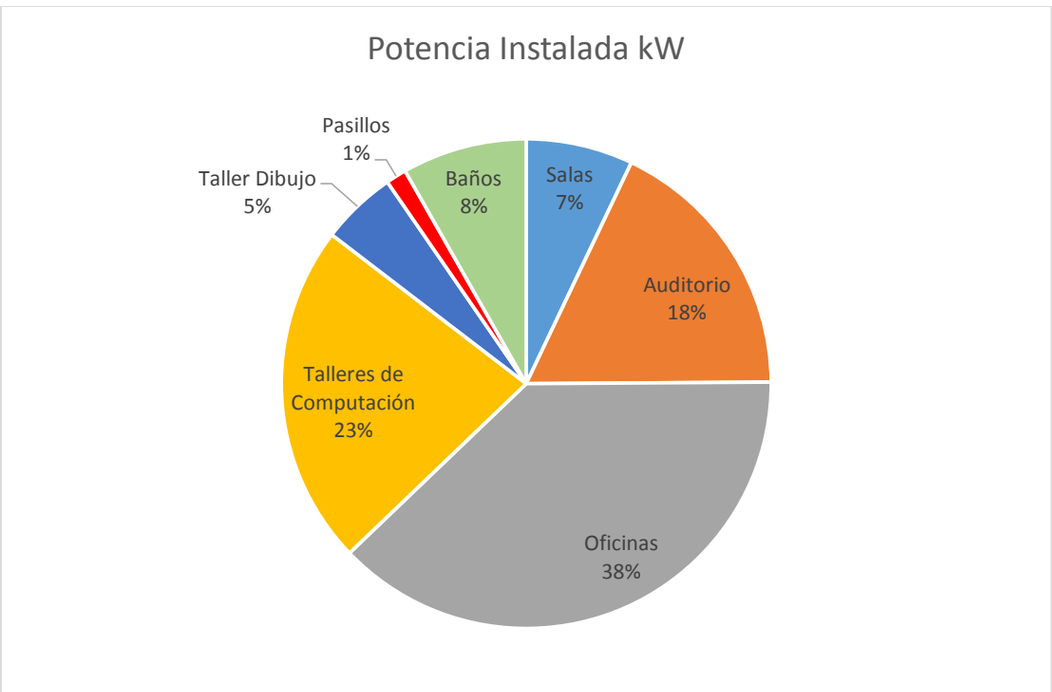
T_o= Total Unidades

P= Potencia Media Equipo (kW)

h= Horas de uso

D= Días en el mes

Gráfico 3-1: Porcentaje de la Potencia Total Instalada por Sector

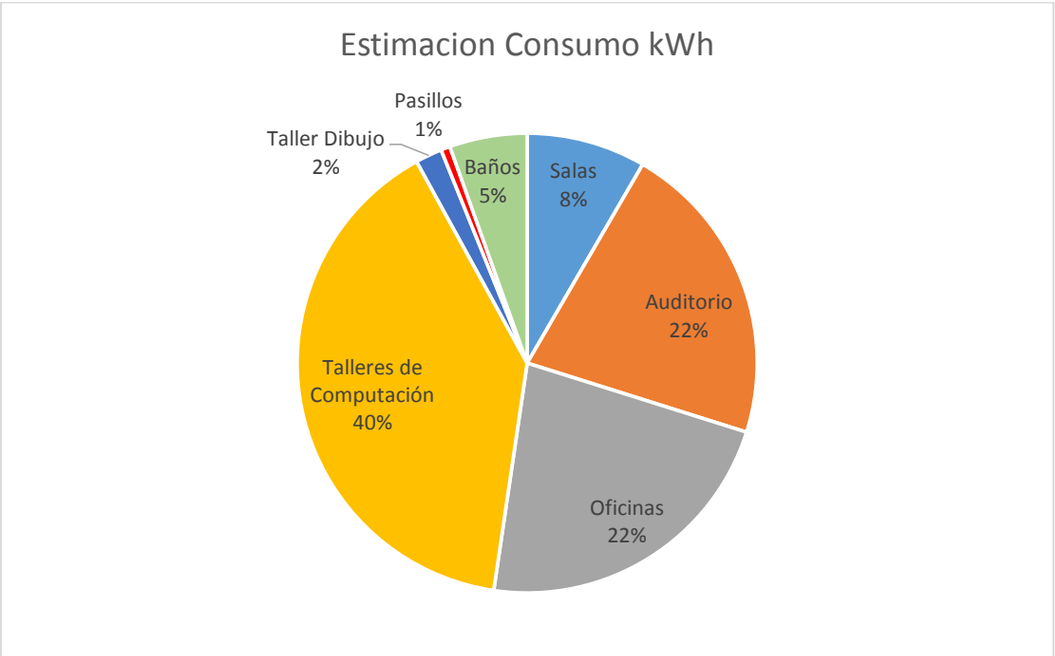


Fuente: Elaboración Propia a Partir de Levantamiento de Equipos de Consumo

Como se determina en el gráfico 3-1 se identificó que el mayor consumo en relación a la potencia media de los equipos fue principalmente en las Oficinas del Departamento de Diseño y Manufactura donde se localizó una considerable cantidad de equipos conectados a la red eléctrica, además las aulas de Talleres de computación cuentan con un gran número de unidades de computadores de mesa los cuales son utilizados para el desarrollo normal de las clases. Otro subsector predomínate corresponde al Auditorio Principal H-109, lugar donde ventilación es

un factor determinante debido a la falta de circulación de aire natural, es necesario la instalación de equipos de extracción y climatización para la realización optima de las actividades.

Gráfico 3-2: Porcentaje para la Estimación Consumo de Energía por Sector Edificio en H



Fuente: Elaboración Propia para la determinación de Estimación Consumo total eléctrico

Según lo estipulado en el gráfico 3-2 se identificó que los mayores porcentajes de estimación de consumo eléctrico se localizaron en salones de Talleres de Computación donde además de contar con una cierta cantidad de equipos computacionales, en esta zona se sitúan los servidores o switch los cuales están encargados de la interconexión de equipos dentro de una misma red, o lo que es lo mismo, son los dispositivos que, junto al cableado, constituyen las redes de área local o LAN, por ende la demanda de consumo energético es mayor debido a que estos equipos están conectados y en funcionamiento las 24 horas los cuales solo son apagados en ciertos periodos del año.

Por otro ámbito el uso de unidades de climatización en prologadas horas impacta considerablemente la demanda energética en el edificio, como es el caso del Auditorio H-109, la cual genera un 22% del total de la energía consumida por el edificio.

3.2.2. Análisis de datos según potencia total instalada de los equipos vs estimación consumo energético por uso

Una vez tabulado los datos se efectuó a aglomerar las unidades para obtener la sumatoria de la potencia total instalada según la utilización de los equipos de consumo. (Tabla 3-2)

Utilizando el mismo método de cálculo previamente descrito, se detalló los porcentajes de carga conectada según su uso, definiendo así cual o cuales son los equipos de mayor demanda energética.

Posteriormente mediante la multiplicación de factores potencia instalada, horas y días del mes utilizados se fijó la estimación de consumo eléctrico total en el edificio, para luego proceder al cálculo de los porcentajes de los dispositivos según la utilización de estos.

Tabla 3-2: Comparación Potencia Instalada (kW) Vs Estimación de Consumo (kWh) según Uso

Uso	Potencia Instalada (kW)	%	Estimación Consumo (kWh)	% Estimación Consumo
Iluminación	7,4	13,06	486,7	10,22
Ofimático	18,2	32,12	3039,6	63,84
Climatización	14,1	24,88	904,3	18,99
Limpieza	7,1	12,51	7	0,15
Otros	9,9	17,44	323,6	6,80
	56,7		4761,2	

Fuente: Elaboración Propia a Partir de Levantamiento de Equipos de Consumo

Gráfico 3-3: Porcentaje para la Potencia Total Instalada según el Consumo

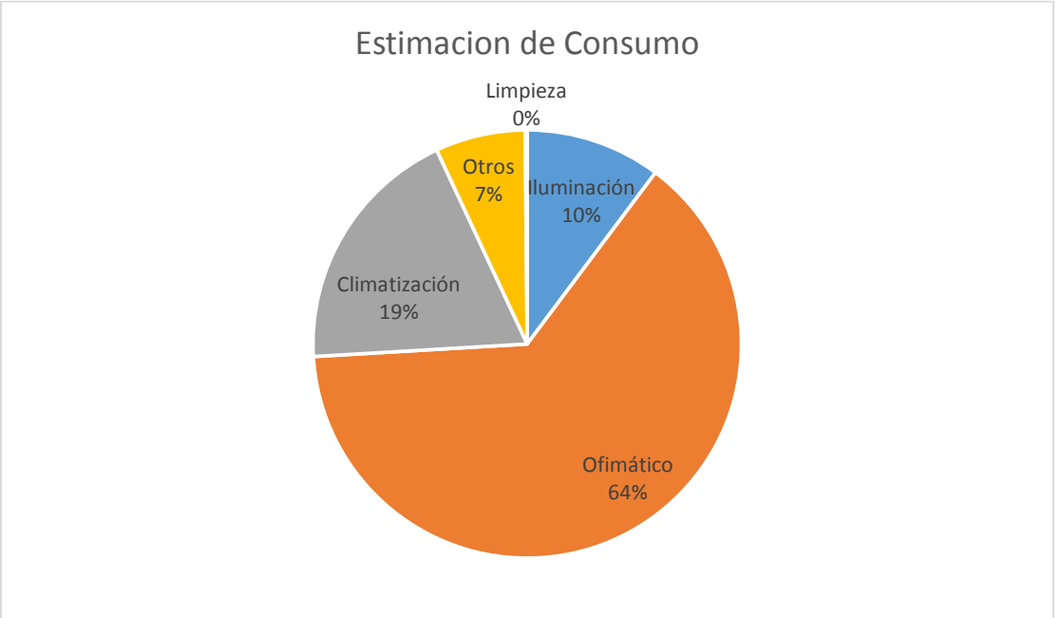
Fuente: Elaboración propia para determinar porcentaje de consumo

Según lo determinado en el grafico 3-3, del total de potencia instalada en el edificio un 32% es necesario para el funcionamiento de equipos ofimáticos. Uno de sus primordiales factores son el número de unidades verificadas en la zona, identificando sectores utilizados principalmente por el Departamento de Diseño y Manufactura, en donde estas presentan una gran cantidad de computadores de mesa.

También se consideró la instalación de un Proyector en cada sala para el desarrollo de las asignaturas respectivas, además del uso de un computador portátil por cada profesor. Por otro ámbito las unidades de climatización requieren un 25% debido a que estas generan un mayor consumo eléctrico que el promedio normal de equipos inventariados. No obstante la categoría Otros tales como sistema de audio, televisor, hervidores, requieren un 17% del total, producto de la cantidad de equipos tabulados.

Luego mediante la segregación de datos se agruparon los equipos utilizados en el edificio, en donde se logró determinar detalladamente la cantidad y porcentaje de estimación de consumo eléctrico total aplicando la misma fórmula de la categoría anterior.

Gráfico 3-4: Porcentaje para la Estimación Consumo de Energía según el Uso



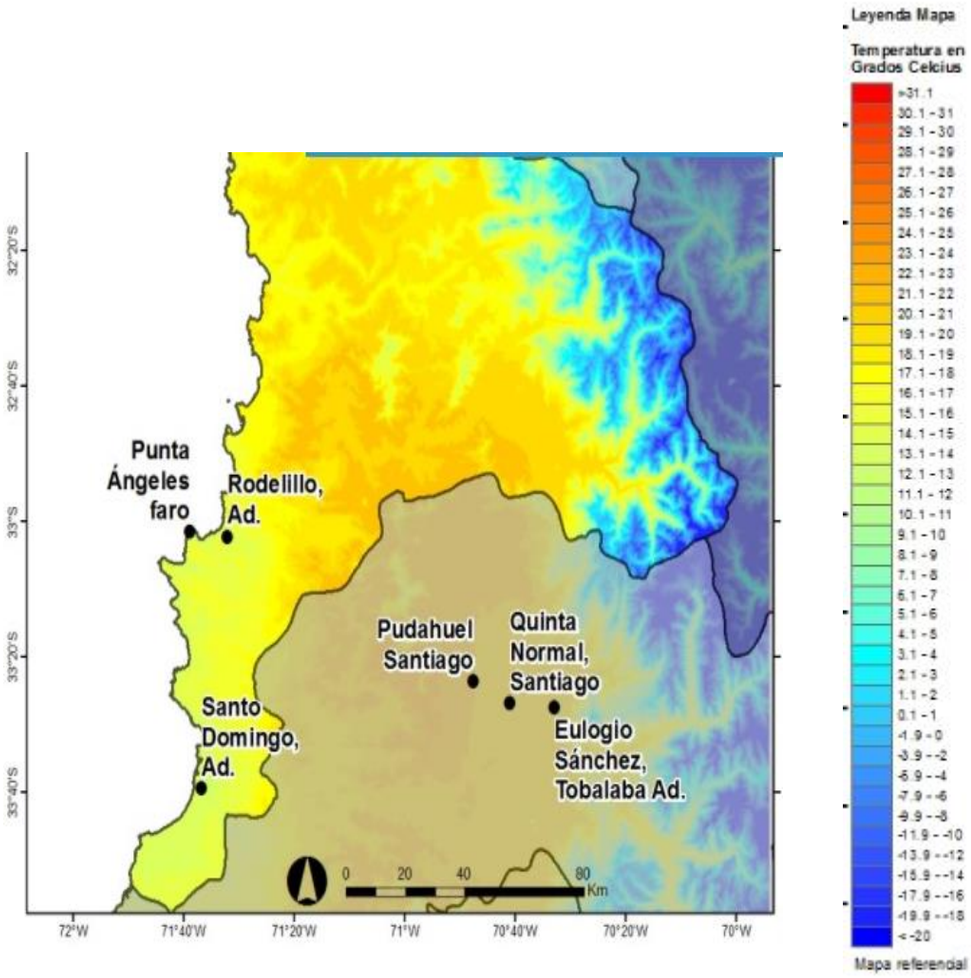
Fuente: Elaboración propia para determinar porcentaje de estimación consumo de energía

Acorde a lo demostrado anteriormente en el grafico 3-4 se afirma que la estimación de consumo total eléctrico generado en la edificación los componentes ofimáticos demandan un 61% del total consumido, producto de la suma de horas en donde son utilizados los equipos y el total de unidades localizados en área.

Mientras tanto los conjuntos de climatización generan un gasto del 18% del total. Si bien el porcentaje demostrado no es muy significativo, se debe destacar que este corresponde al consumo total del funcionamiento de solo dos equipos de enfriamiento ubicados en el Auditorio Principal.

Según la figura 3-4 entregado por la Dirección Meteorológica de Chile las temperaturas en la zona de Quilpué/Villa Alemana en el mes de Octubre bordearon un promedio de 24.1-25°C. Por ende las unidades de calentamiento no fueron consideradas para el periodo de investigación.

Figura 3-4 Mapa Climático Región de Valparaíso



Fuente: Dirección Meteorológica de Chile

Cabe señalar que la calefacción o enfriamiento se produce mediante la conversión de energía eléctrica en calor, por medio de una determinada resistencia de un material particular en un circuito eléctrico. Según William C. y Cía., la climatización eléctrica es eficiente al compararla con otras fuentes de calor pero a su vez es más costosa. Su eficiencia es producto a la escasa perdida de energía eléctrica que se produce entre el contador y el calefactor. Pero su elevado costo se produce por la gran cantidad de energía eléctrica que se requiere para producir el calor o frio necesario y al coste de la energía. (William C, 2000).

Los distintos equipos utilizados dentro de la instalación tales como electrodomésticos y maquinaria utilizada para el aseo del edificio cubren un 11% del total consumido. Esto es debido a los pequeños lapsos de tiempos en donde son requeridos durante día/mes.

Para finalizar las unidades de iluminación demandan solo un 10% del total utilizado. Uno de los factores fue el cambio de iluminaria a diodos de emisión de luz

(LED) principalmente en las aulas del edificio. Las lámparas LED tienen una eficiencia luminosa mayor que cualquiera de las lámparas fluorescentes e incandescentes. Además de su larga duración, no tienen filamentos metálicos y normalmente no tienen bombillos de vidrio. El uso de una lámpara LED para reemplazar una lámpara incandescente reduce el consumo de energía hasta en un 90%. (Energía M. , Informe Técnico Preliminar, 2013).

En consecuencia la aplicación de nueva iluminaria más eficiente en complemento al cambio de horario de verano, genera un menor nivel de consumo bajando considerablemente durante estos periodos.

3.3.PROYECCION ANUAL

Para la proyección anual se estimó un total de 173 horas académicas anuales y 210 horas administrativas según la información del calendario académico de la sede (determinación realizada por medio de la exclusión de periodos de vacaciones de verano, vacaciones de invierno, festivos y semanas agendadas para actividades de alumnos), estableciendo la estimación de horas efectivas de uso de los equipos, realizando un cálculo simple de factores entre la potencia media de la unidad verificada y las horas descritas anteriormente. (Ver anexo A)

Ecuación 3-2 Cálculo Estimación Total Consumo Eléctrico Anual para Sector Académico

$$TCE_{Académico} = (H * Cte) * p$$

En donde:

TCE_A= Total Consumo Eléctrico Anual (kWh)

Cte= Constante Días Académicos

h= Horas de uso

P= Potencia Total Instalada Equipo uso Académicos (kW)

Ecuación 3-3 Cálculo Estimación Total Consumo Eléctrico Anual para Sector Administrativo

$$TCE_{Admnistrativo} = (H * Cte) * p$$

En donde:

TCE_A= Total Consumo Eléctrico Anual (kWh)

Cte = Constante Días Administrativos

H= Horas de uso

P= Potencia Total Instalada Equipo uso Administrativos (kW)

De esta manera es posible calcular la estimación total de consumo eléctrico anual y proyectar a través del tiempo los gastos energéticos que efectivamente se genera en el edificio H, para así determinar las medidas de mejoras para el desarrollo de las actividades mediante la eficiencia energética.

Ecuación 3-4 Sumatoria Estimación Total Consumo Eléctrico Anual

$$\sum TCE_{Académico} + \sum TCE_{Admnistrativo}$$

Por último se determinó la Irradiancia la cual en palabras simples nos permite conocer la cantidad de energía que incide sobre un área en un tiempo. Teniendo en cuenta estos se fijó una estimación para poder proyectar la cantidad de kWh generado por metro cuadrado producido principalmente por los equipos de iluminación del edificio H

Como se estableció con anterioridad el inmueble cuenta con una superficie de 1054,23 m^2 totales los cuales se consideran como constante

Ecuación 3-5 Cálculo Irradiancia

$$I = \frac{\sum TCE_{Iluminación}}{m^2}$$

.

En donde:

I= Irradiancia

$\Sigma TCE_{Iluminación}$= Sumatoria Total Consumo Eléctrico Equipos Iluminación

m^2= Superficie total

Para concluir, los datos recolectados para la obtención de potencia instalada serán analizados y reevaluados mediante dispositivos de medición de consumo eléctrico en la segunda etapa del proyecto, en donde se computará cada equipo detallado en Anexo A y definirá de manera más precisa la carga eléctrica total demandada en el edificio examinado.

Cabe destacar que los cálculos de estimación del consumo total eléctrico, puede variar considerablemente producto de la valoración real del uso de horas y días de cada equipo observado en esta etapa del proyecto. Sin embargo los datos desarrollados en esta primera fase, serán tomados como referencia para la siguiente etapa en donde se identificaran las brechas y aplicarán medidas correctivas según la Norma ISO 50.001

.

CAPITULO 4: PROPUESTAS

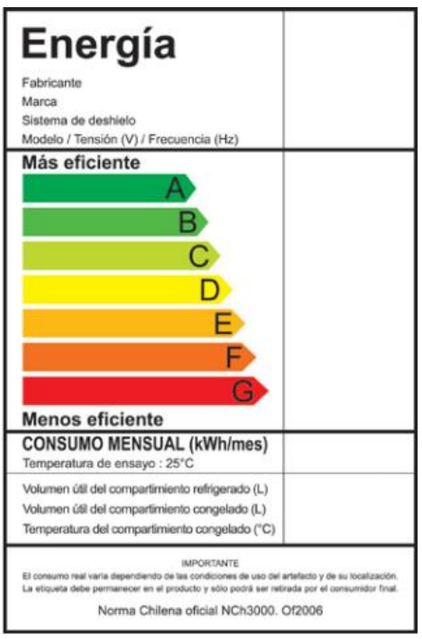
4. PROPUESTAS

4.1. POLÍTICA DE COMPRAS DE EQUIPOS EFICIENTES:

Una importante medida de ahorro se basa en la incorporación de criterios de eficiencia energética en la compra de equipos. Para facilitar esta medida, en Chile se dispone desde hace ya algunos años de un sistema de etiquetado basado en la normativa europea que se está implantando cada vez a más tipos de equipos como refrigeradores, ampolletas entre otros que permite identificar los equipos con mayor nivel de eficiencia energética

El sistema de etiquetado usa una escala de 7 clases identificadas por una letra que va desde A para los artefactos más eficientes hasta la letra G para aquellos de menor nivel de eficiencia energética.

Figura 4-1 Ejemplo de etiqueta de eficiencia energética



Fuente: NCh 3000 of 2006

4.2. CORRECCIONES BÁSICAS

Como fue descrito en el capítulo anterior la USM-JMC ya ha iniciado el desarrollo de acciones necesarias para aplicación de un Sistema de Gestión de la Energía, implementado en el edificio de estudio lámparas con diodos emisores de luz (LED), mejorando así

conformemente mediante el reemplazo de componentes una baja en el consumo energético y la disminución de los gases de invernadero que conlleva esta.

Sin embargo a pesar de los mejoramientos tecnológicos, el consumo eléctrico generado en el edificio es muy alto por lo que se requiere de otras acciones o medidas de gestión para poder reducir la demanda energética pero manteniendo los principios básicos de la eficiencia energética.

Una de las propuestas conlleva a la concientización de los usuarios, la cual mediante campañas de ahorro de energía tanto técnicas como divulgativas se apuesta a un beneficio a través de la unión de esfuerzos individuales de estos promoviendo así el consumo responsable y sostenible de la energía, obteniendo una nueva filosofía en los beneficiarios en lo que respecta al cuidado del medio ambiente.

4.2.1. Medidas técnicas

Para cabo se sugiere la implementación de procesos de mantención o mantenimiento dirigido a un uso eficiente del recurso, en donde los usuarios implementan medidas y técnicas eficientes de los equipos utilizados para el desarrollo normal de sus actividades.

Climatización:

- Reducción de horario de climatización
- Uso de climatizador en función del clima
- Personalizar termostato

Buenas practicas Eficiencia Energética en Oficinas y Aulas

- Apagar los equipos ofimáticos cuando no se utilice ordenador, impresoras, escáner, etc. Si un ordenador tiene que dejarse trabajando muchas horas, puede apagar la pantalla, que es lo que más consume. Apagar por las noches los equipos que no necesitan funcionar puede suponer un ahorro del 10%.
- Para pausas cortas desconecte la pantalla de su pc, que es la responsable de la mayor parte del consumo energético. Ahorrará energía y evitará tener que reinicializar todo el equipo.
- Activar las funciones de ahorro energético que para que el ordenador se apague de forma automática cuando detecta que no se está usando, pero asegúrese de comprobar que está bien programado.
- Utilizar el correo electrónico y la intranet de la universidad para enviar y recibir información sin necesidad de utilizar la impresora. Revise los textos en su pc antes

de imprimirlos. Una buena opción es pasar el corrector ortográfico, si no lo tiene activado.

- Apagar impresora durante la noche y los fines de semana, así como siempre que trabaje con el ordenador y no precise de los servicios de la misma.
- Aprovechar la luz natural: la luz natural se caracteriza porque reproduce muy bien los colores con lo que se evita la fatiga visual y contribuye a la comodidad en el trabajo.
- El salvapantallas que menos energía consume es el de color negro, ahorra en promedio 7,5 Wh frente a cualquier salvapantallas animado. Es recomendable configurarlo para que se active tras 10 minutos de inactividad
- Desenchufar los cargadores de móviles, portátiles, entre otros, cuando no se estén utilizando.

4.2.2. Medidas de Divulgación

Mediante la participación y la colaboración de todos los usuarios se logrará cumplir la finalidad principal de la campaña, de manera que todos los que formamos la USM-JMC se sientan parte del proyecto, comprometido con el respeto al medioambiente y la eficiencia energética reduciendo el consumo y la contaminación en nuestras acciones cotidianas.

Para lo cual se requiere utilizar la mayor cantidad de medios de divulgación dentro de la Sede, haciendo uso de afiches con infografía necesaria y localizada en puntos específicos donde el usuario pueda concientizar y hacer un uso responsable del ahorro de energético al momento de realizar su actividad. Divulgar información a través de las distintas plataformas que posee la UTFSM (Fichero Virtual USM, Correo Institucional) y por ultimo publicar información relevante sobre la eficiencia energética por medios de LCD ubicados distintas áreas de la sede, para así poder apoyar las medidas técnicas y conseguir la sensibilización de los beneficiarios

4.3. MANTENIMIENTO Y REPARACIONES BÁSICAS

El mantenimiento se muestra como una de las herramientas necesarias a la hora de conseguir ahorrar energía y disminuir las emisiones medioambientales atmosféricas. Un apropiado mantenimiento a los equipos puede obtener importantes resultados de ahorros de energía. La gestión energética del mantenimiento incluye la optimización del rendimientos de los equipos e incluye actuaciones que ayudan a mejorar la eficiencia energética del edifico. Es por ello, que cualquier medida de ahorro y de gestión energética

pasa por el aseguramiento de la mantenibilidad de la misma, debiendo ser valorada desde una perspectiva de sostenibilidad económica a lo largo de la vida útil prevista del edificio o de la instalación.

Por lo cual es necesario realizar seguimiento de los consumos energéticos, como la optimización del funcionamiento de sus instalaciones, en lo que respecta, por ejemplo, al encendido y apagado, la corrección de hábitos de funcionamiento inadecuados, especialmente en las instalaciones más consumidoras de energía como son las de calefacción, climatización e iluminación

4.3.1. Iluminación

En lo que corresponde al mantenimiento preventivo debe ser normalizado dentro de la unidad de limpieza y aseo, en donde las labores propiamente tales se ejecutan con revisiones efectuadas en periodos cortos de tiempo, normalmente mediaciones mensuales, y conservaciones donde las intervenciones entre ellas son mínimos de 6 meses.

Para la limpieza de equipos en altura deberá considerarse el uso de escalas de tijeras, escalas telescópicas.

Para el proceso de mantención de iluminarias se deberá realizar el siguiente procedimiento:

Revisión:

- Inspección visual de los elementos que conforman los equipos para determinar su estado
- Cambio o reparación de aquellos que se encuentren dañados o descompuestos y reposición de los faltantes.
- Comprobación de la correcta fijación de anclajes, piezas soportantes y conexiones eléctricas. Si ello no ocurre proceder a su adecuada fijación o reparación.

4.3.2. Limpieza

- La remoción del polvo y suciedad adherida a los equipos de iluminación, artefactos y accesorios. Se limpiarán usando brocha y/o paño humedecido en solución detergente de tipo acuoso, según corresponda y posterior pasada de paños secos y limpios, de modo de dejar las superficies limpias y brillantes.
- Retiro de elementos extraños a los equipos, tales como residuos, basuras, insectos, calcomanías, canaletas de cables, etc.

Conservación: Estas actividades se realizan simultáneamente a las actividades de "limpieza" y "revisión" y otras que se definen como indicaciones generales.

Las labores de conservación implican una intervención a fondo de los equipos e instalaciones, tienen por finalidad dejarlos en óptimas condiciones de operatividad y funcionalidad, por lo que se realizarán todas las acciones tendientes a cumplir con el objetivo básico del mantenimiento preventivo.

Equipos Ofimáticos (Computador de Mesa)

Para los equipos ofimáticos, en específico los computadores de mesa se ejecutarán una serie de procedimientos para un apropiado mantenimiento, por ende una mayor optimización de los equipos y mayor duración de estos.

Tabla 4-1 Tabla de Mantenimiento de Computador de Mesa

ACTIVIDAD	PROCEDIMIENTO
Limpieza externa o de periféricos de computadores de mesa.	Desconectar los cables de alimentación eléctrica del equipo, para la limpieza se utiliza un limpión o paño suave para retirar el polvo y otras suciedades de la carcasa del equipo y elementos periféricos, también con una brocha o cepillo se limpia en las ranuras de ventilación tanto de la torre como del monitor. Retirar cualquier objeto o mugre del equipo para evitar que este se introduzca al momento de destapar la torre.
Eliminar grasa o manchas	Con un paño limpio tomar un poco de espuma para limpiar carcasas y se le unta al equipo en forma circular, para la pantalla del monitor se usa un espray limpia pantallas. Se puede usar la sopladora con el teclado, pero con suma precaución que el viento no desgarre las teclas. No use sustancias volátiles, detergente y agua; en lo posible utilizar los insumos recomendados.

Fuente: Elaboración Propia Basado En Manual De Procedimientos Para El Mantenimiento Básico De Hardware Y Software De Un Equipo De Cómputo

Desde iniciado este procedimiento se recomienda utilizar el tapabocas.

Limpieza interna de la torre de control

En este paso hay que tener la seguridad de descargar la energía estática, se debe sujetar un objeto metálico o preferiblemente hierro por un instante, luego colocarse la manilla antiestática, también asegurarse no estar húmedo o que haya algún tipo de elementos que contengan sustancias que puedan derramarse. Se sugiere no consumir alimentos, todo esto para evitar un corto o daño a los elementos internos y proteger la salud del tecnólogo aprendiz.

Para iniciar el destape de la torre de control se debe contar con las herramientas adecuadas como diferentes tipos de destornilladores, brocha o cepillo, limpiador electrónico, borrador de nata, sopladora, entre otros. Al comenzar el destape fijarse la forma en que está ubicada la tapa de la torre, todas no tienen la misma forma de cierre ni de tornillos, por eso es recomendable tener una vasija para recolectar los tornillos.

Una vez destapada se debe retirar la batería de la tarjeta madre y luego continuar con la operación de desconexión de los componentes

Tabla 4-2 Tabla de Mantenimiento por Unidades

UNIDAD	PROCEDIMIENTO
Placa madre.	Desatornillar del gabinete, una vez desconectada de todos los cables; se le extraen las tarjetas de expansión y memoria. Se utiliza la brocha para retirar el polvo o sucios, se puede usar la sopladora con mucho cuidado de no dañar algún componente electrónico. Rociar con spray limpia contactos.
Fuente de poder	Retirar los cables de alimentación que estemos utilizando como los de la tarjeta principal también desenchufamos todos los periféricos de respaldo lo que es CD-ROM y las unidades del disco flexible. Una de las partes donde se acumula más el polvo es en la fuente de poder en su ventilador para darle mantenimiento lo hacemos con un soplador (Se debe sujetar el ventilador) si no tenemos uno la desatornillamos y con una brocha suave limpiamos
Tarjetas de memorias, expansión, videos y otras	Retirar las tarjetas de interfaz video, sonido, fax, etc. Con la brocha limpiamos todas las tarjetas de interfaz, para limpiar los contactos de interfaz se necesita un borrador blando de lápiz, después de retirar el polvo utilizamos limpia contactos.
Procesador	Limpiar con una brocha o pasarlo por la sopladora, con los ventiladores tener el cuidado de sujetarlos cuando son limpiados con sopladora.

	El procesador se limpia preferiblemente con un paño suave, al procesador se le aplica gel refrigerante. Para retirar el procesador hay que quitar al disipador, esta acción se hace con el cuidado de girarlo levemente para no dañar el sócalo que contiene el procesador.
Disco duro	Este mantenimiento es diferente no lo tenemos que destapar solo limpiar por encima lo que es la parte exterior y las tarjetas, ajustar bien todos su conectores.
Ventiladores	Se pueden limpiar con una brocha o con la sopladora, sujetarlos para que el viento no las dañe
Puertos y ranuras	Barrer con una brocha o con la sopladora, se rocían con spray limpia contactos
Componentes electrónicos	Barrer con una brocha o con la sopladora, se rocían con spray limpia contactos., tener cuidado de no doblarlos o desprenderlos
Unidades de CD, DVD.	Estas unidades son de las que más mantenimiento necesita ya que presenta mucha suciedad por sus partes mecánicas. Retirar la tapa asiendo presión, pare realizar este mantenimiento, tener discos especialmente de limpieza y si existe mayor problema limpiamos el lente óptico con alcohol isopropílico. Se les pasa la brocha y un paño seco.
Cables y buses	Limpiar con un paño o brocha, se pueden rociar con spray limpia contactos en sus conectores y spray limpia carcasa en los cables
Gabinete.	Limpiar con un paño con espuma limpia carcasa o con la sopladora. De acuerdo al modelo se barre con la brocha

Fuente: Elaboración Propia Basado En Manual De Procedimientos Para El Mantenimiento Básico De Hardware Y Software De Un Equipo De Cómputo

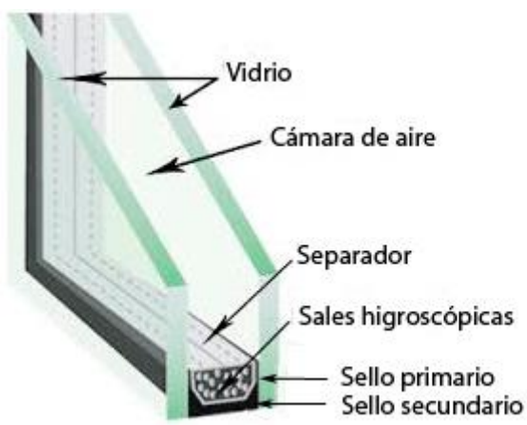
4.4. MEJORAMIENTO POR REEMPLAZO DE COMPONENTES

Con el paso del tiempo el avance tecnológico nos ha dado diversas alternativas de mejoramiento de equipos y herramientas, dando énfasis en esta última década en el desarrollo de productos innovadores con mejoras en la eficiencia energética y por ende la disminución de emisiones de gases de invernaderos.

4.4.1. Vidrios Termopanel

El doble vidriado hermético (DVH) o Termopanel está compuesto por dos vidrios separados entre sí, por un espacio de aire seco y quieto, herméticamente sellado para el paso de humedad y el vapor de agua, el DVH es un producto elaborado a medida con distintas combinaciones de cristales de vidrio de acuerdo al objetivo que se quiera obtener. El sistema de vidriado está compuesto por dos cristales, la cámara interior es un perfil de aluminio cuyo espesor dependerá de la línea de ventana que se trabaje, al interior de este perfil se incorporan las sales higroscópicas que permiten mantener libre de humedad el interior de la cámara de aire, esta cámara contiene aire seco en reposo, que se conserva gracias al doble sello perimetral que evita la filtración de agua y humedad desde el exterior al interior.

Figura 4-2 Esquema Vidrio Termopanel



Fuente: Distribuidora de vidrios Multiglass

4.5. REEMPLAZO DE EQUIPOS DE ALTA INVERSIÓN EN SISTEMAS O INSTALACIONES POR MODELOS DE MAYOR EFICIENCIA

La eficiencia energética y el consumo de renovables son factores de competitividad porque reúnen todas estas características que han de asociarse a una estrategia basada en productos más competitivos, por sus menores costes energéticos, con una demanda creciente en el mercado.

La innovación tecnológica es el valor añadido que convierte la eficiencia energética en factor de competitividad.

La eficiencia energética tiene como fin realizar un modelo basado en el mayor consumo y dependencia de recursos que hay que comprar en el exterior a otro cuya prioridad sea reducir a la vez la energía necesaria para producir bienes y servicios y las emisiones contaminantes a la atmósfera.

Dentro de estas nuevas tecnologías eficientes podemos encontrar diversos equipos y maquinarias que serán un gran aporte a la disminución del consumo eléctrico generado en el edificio, algunos de estos son:

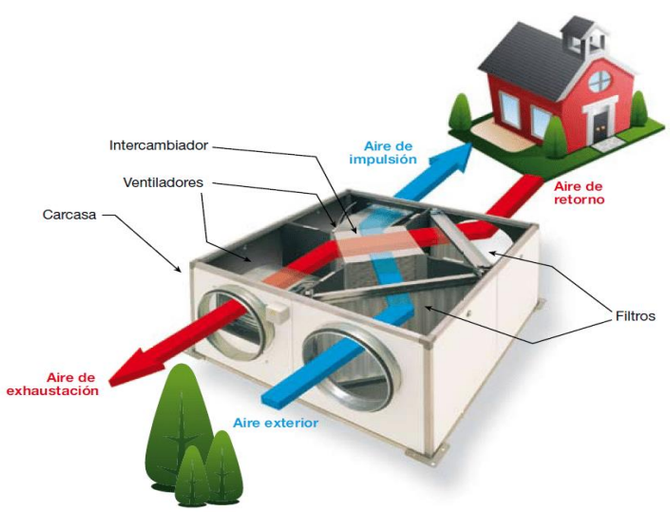
4.5.1. Recuperadores de calor

Un recuperador de calor es un equipo que permite recuperar parte de la energía del aire climatizado del interior de una estancia o local, a través del sistema de ventilación mecánica de dicho aire, mediante un intercambiador que pone en contacto el aire interior que se extrae con el del exterior que se introduce, sin que se mezcle el aire de los dos circuitos.

En invierno funciona calentando el aire frío que entra del exterior, mientras que en verano permite enfriar el aire caliente del exterior, disponiendo además de unos filtros que reducen el nivel de contaminantes y mejorando considerablemente la calidad de dicho aire.

Normalmente se presenta como una caja con unas embocaduras y unos filtros que permiten realizar dicho intercambio y se colocan en las unidades de ventilación mecánica que incorporan los ventiladores de impulsión y retorno del aire de la vivienda o del local.

Figura 4-3 Esquema Recuperador de Calor



Fuente: Pagina web Ovacen

Estos equipos permiten recuperar hasta un 60 % del calor que se perdería en un sistema de ventilación mecánica en el que los flujos de aire de admisión y extracción son independientes, permitiendo un ahorro de energía que puede alcanzar sobre el 40 % del consumo en los equipos de climatización.

4.5.1.1.Algunas ventajas de los recuperadores de calor:

- Mejora de la eficiencia energética.
- Recuperación de calor de sistemas de ventilación mecánica y ahorro de energía.
- Ahorro energético y económico.
- Pueden funcionar enfriando el aire que entra al interior en verano o calentándolo en invierno.
- Presenta un precio económico que permite amortizar el coste de la inversión en poco tiempo, requiriéndose estudio económico para analizar su viabilidad.
- Permiten su implantación con equipos de alta eficiencia energética y junto con energías renovables, como es el caso de geotérmica con pozos canadienses.

4.5.1.2.Eficiencia de los equipos recuperadores de calor:

Dispone de ventiladores que permiten el flujo y la circulación de aire tanto para tomarlo del exterior como para expulsar el del interior (tanto en el flujo de impulsión como en el de retorno), lo cual implica un consumo energético y se debe valorar su eficiencia en función del caudal de aire y de la diferencia de temperatura entre el aire exterior y el interior.

- A mayor caudal menor será la eficiencia del recuperador.
- Cuanto mayor sea el gradiente térmico o diferencia de temperatura entre el aire exterior y el interior mayor será su eficiencia.

4.5.1.3.Costo de inversión

El costo de inversión contemplado para el equipo es calculado por tres variables (Anexo B):

- Materiales
- Mano de Obra
- Herramientas

4.5.2. Sistema de zonificación

De la misma manera que un solo termostato controla cuando las temperaturas en un lugar cambien, el sistema de zonificación controla donde cambien.

Con zonificación y termostatos programables, efectivamente se puede dividir el edificio en dos, tres o cuatro zonas separadas con necesidades de confort similares. Para el cual, el sistema de termostatos electrónicos y reguladores controlados electrónicamente ajusta el nivel de confort en cada una de estas zonas.

El sistema de zonificación brinda la misma facilidad para controlar la calefacción y enfriamiento que tiene en los interruptores de luz en las instalaciones. Al zonificar, básicamente puede hacer lo mismo con la calefacción y el enfriamiento logrando ahorros en los costos por energía.

La zonificación es particularmente beneficia ciertas salas o áreas que son más calientes o más frías que el resto. Este puede dirigir directamente su sistema para que proporcione automáticamente más calor o más frío a esa área determinada sin el desperdicio de energía al tener que calentar o enfriar el edificio entero.

Figura 4-4 Esquema Sistema de Zonificación

Fuente: Portal sectorial de las instalaciones Calor y Frio

4.6.SISTEMA SOLAR FOTOVOLTAICO

4.6.1. Energía Solar

La energía solar es una fuente de energía que tiene varias importantes ventajas sobre otras y que, para su aprovechamiento, también presenta varias dificultades. Entre sus ventajas se destacan principalmente su naturaleza inagotable, renovable y su utilización libre de polución.

4.6.2. Clasificación

La clasificación de las instalaciones solares fotovoltaicas (ISF) la podemos realizar en un función de las aplicaciones a la están destinadas. Así, distinguiremos entre aplicaciones autónomas y aplicaciones conectadas a la red.

1) Aplicaciones autónomas

Los sistemas fotovoltaicos autónomos (SFA) están constituidos, en lo fundamental, por los paneles fotovoltaicos, que constituyen el generador de energía eléctrica, las baterías para almacenar la energía y utilizarla en los momentos de ausencia de la radiación solar, y la carga eléctrica que se va a consumir mediante equipos eléctricos domésticos y/o industriales.

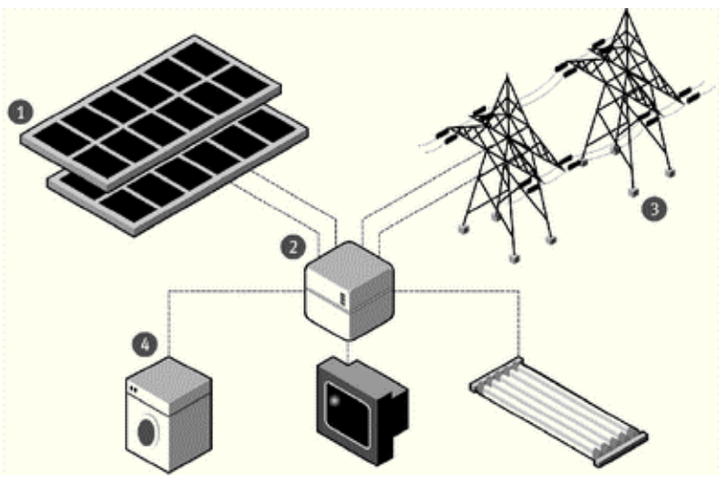
Figura 4-5 Sistema Fotovoltaico Autónomo

Fuente: Portal para la promoción de las fuentes renovables de energía, la eficiencia energética y el respeto ambiental CubaSolar

2) Sistemas fotovoltaicos conectados a la red

Estos sistemas están compuestos por paneles fotovoltaicos que se encuentran conectados a la red eléctrica convencional a través de un inversor, por lo que se produce un intercambio energético entre la red eléctrica y el sistema fotovoltaico. Así, el sistema inyecta energía en la red cuando su producción supera el consumo local, y extrae energía de ella en caso contrario.

Figura 4-6 Esquema Sistema Fotovoltaico Conectado a la Red



Fuente: Portal para la promoción de las fuentes renovables de energía, la eficiencia energética y el respeto ambiental CubaSolar

De manera general, una instalación fotovoltaica (ISF) se ajusta a un esquema mostrado en la *Figura* 4-6 en donde podemos identificar los componentes que posee, tales como. Panel solar (1), Sistema electrónico que incluye el inversor en fase con la red, además del metro contador para determinar el consumo y producción de energía (2), Red Electrica (3) y Carga Eléctrica (4).

CONCLUSIÓN

El objetivo de la presente investigación fue desarrollar un diagnóstico de la situación actual del uso del recurso energético en el edificio H de la USM, para recolectar antecedentes y posteriormente proponer un modelo de gestión de la energía según los requisitos de la norma 50.001

A nivel mundial, la eficiencia energética es un tema que se ha ido trabajando diversos países los cuales han comenzaron a implementar medidas de gestión de energía para el desarrollo de actividades industriales, productos y servicios.

En Chile la eficiencia energética es un tema que se está tratando hace aproximadamente 10 años, en donde las medidas de gestión se han ido efectuando paulatinamente a través del tiempo, pero cada vez integrando nuevas alternativas con mayor impacto del desarrollo en lo que respecta al uso responsable de los recursos energéticos y el cuidado del medio ambiente.

Varios países de la Unión Europea en específico España han dirigido sus reglamentos sobre el consumo energético a la Industria de la Construcción, normalizando las exigencias básicas de ahorro de energía, instalaciones térmicas e iluminación

La normativa en Chile ha ido evolucionando en lo que concierne en contenidos de eficiencia energética, en donde primeramente se focalizaba al desarrollo de generación y distribución de energía, siendo el 2010 el punto de inflexión con la creación del Ministerio de Energía en donde el la concientización con el medio ambiente han desarrollado nuevas normativas dirigidas a la implementación de planes, políticas y sistemas de gestión de la energía.

Posteriormente se realizó un levantamiento de datos con la información del perfil de uso de energía en donde se determinó que:

La presencia de una gran cantidad de equipos ofimáticos en el edificio impacta considerablemente en el consumo total energético, siendo esta categoría la que mayor demanda genera con un 64% del total.

Respecto a la evaluación con mayor gasto energético son aludidos a las salas H-109 y H-114 demandando un 21% y 30% respectivamente. Esto se debe a la presencia de equipos de climatización, el cual requiere de una alta potencia media para su funcionamiento, adicionado al número de horas el cual está expuesto a diario. También la utilización de unidades encargados la interconexión de equipos (SWITCH) genera una alta demanda energética producto a su constante funcionamiento las 24 horas del día.

También es posible afirmar que el sector académico requiere de un 52,47% de consumo total energético para del desarrollo óptimo de sus actividades.

Para finalizar sobre las medidas de mejoras se estipuló que:

La normalización de procesos de mantenimientos, es una medida el cual el costo de inversión es baja al corto plazo, en donde la vida útil del producto será mayor evitando reposición continuamente.

La concientización de los usuarios es un proceso complejo pero eficaz, en donde la metodología de divulgación juega un papel primordial para poder generar un impacto en las personas y por ende un mejoramiento en el desarrollo de las actividades de manera más eficiente.

Por último la implementación de una política energética conllevara una optimización de la gestión energética en las instalaciones, en donde la estipulación de uso de ERNC o el cambio de equipos eficientes generaran cambios positivos tanto en aspectos económicos como en el confort de los usuarios.

BIBLIOGRAFÍA

1. CNE. (s.f.). *Comisión Nacional de Energía.* Obtenido de Comisión Nacional de Energía: https://www.cne.cl/quienes-somos/
2. Congreso, B. N. (25 de Mayo de 1978). DECRETO LEY N° 2.224. *CREA EL MINISTERIO DE ENERGÍA Y LA COMISION NACIONAL DE ENERGÍA*. Santiago, Chile.
3. Congress, U. S. (29 de Julio de 2005). Energy Policy Act of 2005. Estados Unidos.
4. Combustible, S. d. (2006). *Protocolo análisis y/o ensayos de eficiencia energética de producto eléctrico.* Obtenido de Sec: http://www.sec.cl/pls/portal/docs/PAGE/SECNORMATIVA/PRODUCTOS/PROTOCOLOS_ELECTRICIDAD/PE%20N%BA5_02_02_2%20EFICIENCIA.PDF
5. Combustible, Superintendencia de electricidad y. (2006). *Protocolo análisis y/o ensayos de eficiencia energética de producto eléctrico.* Obtenido de SEC: http://www.sec.cl/pls/portal/docs/PAGE/SECNORMATIVA/PRODUCTOS/PROTOCOLOS_ELECTRICIDAD/PE%20N%BA1_17_2%20REFRIGERADORES.PDF
6. Combustibles, Superintendencia de electricidad y. (2006). *Protocolo análisis y/o ensayos de eficiencia energética de producto eléctrico.* Obtenido de SEC: http://www.sec.cl/pls/portal/docs/PAGE/SECNORMATIVA/PRODUCTOS_ELECTRICIDAD/PROTOCOLOS/INCANDESCENTES_EFICIENCIA_CONSULTA.PDF
7. Comisión de las Comunidades Europeas. (22 de Junio de 2005). *Libro Verde sobre la eficiencia energética y cómo hacer más con menos*. Obtenido de European Union Law: http://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:52005DC0265&from=ES
8. Efernergia. (s.f.). *Eficiencia Energetica en Españal*. Obtenido de http://www.efenergia.com/legislacion-eficiencia-energetica/norteamerica/usa/
9. *EMOL*. (2015). Obtenido de http://www.emol.com/noticias/Economia/2015/12/30/766216/Bachelet-recibe-nueva-politica-energetica-de-largo-plazo-que-pone-nuevas-metas.html
10. Energía, A. E. (2014). Obtenido de http://www.agenex.net/guias-altercexa/6_MANTENIMIENTO_EFICIENTE_DE_EDIFICIOS.pdf
11. Energía, M. (2013). Informe Técnico Preliminar. *Estándar Mínimo Eficiencia Energética Lámparas no Direccionales para Iluminación General*. Santiago, Chile: http://www.minenergia.cl/archivos_bajar/Documentos/Propuesta_Informe_Tecnico_MEPS.pdf.
12. Energía, M. (30 de Diciembre de 2015). *Ministerio de Energía*. Obtenido de http://www.energia.gob.cl/tema-de-interes/nueva-politica-energetica-para

13. Energía, M. (30 de Diciembre de 2015). Política Energética de Chile. *Resumen Energía 2050*. Santiago, Chile: http://www.energia2050.cl/wp-content/uploads/2016/07/Resumen-Ejecutivo-de-la-Politica.pdf.

14. ENERGÍA, M. D. (14 de 05 de 2012). APRUEBA REGLAMENTO QUE ESTABLECE EL PROCEDIMIENTO PARA LA FIJACIÓN DE ESTÁNDARES MÍNIMOS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA Y NORMAS PARA SU APLICACIÓN. *ARTÍCULO 3*. Santiago, Chile: http://www.leychile.cl/N?i=1040003&f=2012-05-14&p=.

15. Energia, M. d. (28 de Diciembre de 2013). Resolución Exenta. *FIJA ESTÁNDAR MÍNIMO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA PARA LÁMPARAS NO DIRECCIONALES PARA ILUMINACIÓN GENERAL Y SU PROGRAMA DE IMPLEMENTACIÓN*. Santiago, Chile: http://www.sec.cl/transparencia/docs2014/resolucion_60_2014.pdf.

16. Energía, M. (s.f.). *Programa Techos Solares Públicos*. Obtenido de http://www.minenergia.cl/techossolares/?page_id=952

17. Energía, M. (s.f.). *Sello Eficiencia Energética*. Obtenido de http://www.selloee.cl/ Hernández, L. (s.f.). *Cubo Solar*. Obtenido de http://www.cubasolar.cu/biblioteca/Energia/Energia38/HTML/articulo02.htm

18. Horta, L. A. (2010). *Indicadores de políticas públicas en materia de Eficiencia Energetica en America Latina y Caribe.* Naciones Unidas.

19. Interior, M. d. (18 de Marzo de 2016). Decreto 253 . *MODIFICA DECRETO Nº 106, DE 2015, DEL MINISTERIO DEL INTERIOR Y SEGURIDAD PÚBLICA, DISPONIENDO CAMBIOS EN LA HORA OFICIAL DE CHILE CONTINENTAL Y DE CHILE INSULAR OCCIDENTAL*. Santiago, Chile: https://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=1088502.

20. Méndez., J., & Cuervo, R. (s.f.). *Energía Solar Fotovoltaica. 2ª Edición.* Madrid: Fundacion Confemetal.

21. Ministerio de Energia. (2012). *Plan de Accion de Eficiencia Energética.* Santiago.

22. Ministerio de Industria, Turismo y Comercio. (19 de Noviembre de 2008). *Agencia estatal boletín oficial del estado.* Obtenido de Aprueba el Reglamento de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado exterior y sus instrucciones técnicas complementarias: https://www.boe.es/boe/dias/2008/11/19/pdfs/A45988-46057.pdf

23. Ministerio de Industria, Turismo y Comercio. (19 de Noviembre de 2008). *Agencia Estatal Boletín del Estado.* Obtenido de aprueba el Reglamento de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado exterior y sus instrucciones técnicas complementarias: https://www.boe.es/boe/dias/2008/11/19/pdfs/A45988-46057.pdf

24. Ministerio de justicia y derechos humanos; Defensoría penal pública. (07 de Marzo de 2017). *FIJA NUEVO ARANCEL DE LOS SERVICIOS DE DEFENSA PENAL*

PÚBLICA Y EL PROCEDIMIENTO PARA LA DETERMINACIÓN DE SU EVENTUAL COBRO. Obtenido de Ley Chile: http://bcn.cl/1x9qu

25. Ministerio de Minería. (22 de Septiembre de 2014). *CREA EL MINISTERIO DE ENERGÍA Y LA COMISION NACIONAL DE ENERGÍA*. Obtenido de Ley Chile : http://bcn.cl/1uw1e
26. Ministerio de la Presidencia. (20 de Julio de 2007). *Agencia estatal boletín oficial del estado*. Obtenido de aprueba el Reglamento de Instalaciones: https://www.boe.es/boe/dias/2007/08/29/pdfs/A35931-35984.pdf
27. Ministerio de Vivienda. (28 de Marzo de 2006). *Agencia estatal boletín del estado*. Obtenido de aprueba el Código Técnico de la Edificación.: https://www.boe.es/boe/dias/2006/03/28/pdfs/A11816-11831.pdf
28. Parlamento Europeo y del Consejo. (05 de Abril de 2006). *sobre la eficiencia del uso final de la energía y los servicios energéticos y por la que se deroga la.* Obtenido de Diario oficial de la Unión Europa: https://www.boe.es/doue/2006/114/L00064-00085.pdf
29. Pastén, C. (2012). Chile Energía y Desarrollo. *Obras y Proyectos revista de Ingeniería Civil*, 28-39.
30. Salud, M. d. (28 de Enero de 2015). *Biblioteca del Congreso Nacional de Chile.* Obtenido de Biblioteca del Congreso Nacional de Chile: http://www.achs.cl/portal/trabajadores/Documents/ds-594.pdf
31. SEC. (s.f.). *Super Intendencia de Electricidad y Combustible*. Obtenido de http://www.sec.cl/portal/page?_pageid=33,5819695&_dad=portal&_schema=PORTAL
32. Solar, E. (s.f.). *Energía Solar*. Obtenido de https://solar-energia.net/energia-solar-fotovoltaica/panel-fotovoltaico
33. Unidas, N. (1998). PROTOCOLO DE KYOTO DE LA CONVENCIÓN MARCO DE LAS NACIONES UNIDAS SOBRE EL CAMBIO CLIMÁTICO . Kioto, Japon: http://www.cambioclimatico.org/sites/default/files/kpspan.pdf.
34. Vallecillo, C. G. (s.f.). Protocolo de Kioto. *Situación actual y perspectivas*. España: http://www.ceida.org/prestige/Documentacion/Protocolo%20Kioto.pdf.
35. Weizsäcker, E., Lovins, A., & Lovins, H. (1997). Duplicar el Bienestar con la mitad de los Recursos Naturalez. *Galaxia Gutenberg*.
36. William C, W. W. (1 de Junio de 2000). Tecnología de la refrigeración y aire acondicionado, Volumen 3. Madrid, España: Paraninfo.

ANEXO

ANEXO A TABLA: INVENTARIO CONSOLIDADO EDIFICIO H

Sector	Proceso	Sub-sector	Uso	Inventario Equipos de Consumo	Total (Unidades)	POTENCIA MEDIA EQUIPO (Kw)	POTENCIA TOTAL INSTALADA (Kw)	TIEMPO DE USO (H/Dias)	TIEMPO DE USO (Dias/Mes)	TIEMPO DE USO (H/Mes)	TOTAL CONSUMO ELECTRICO Kwh
Edif. H	Académico	H-102	**Iluminación**	LED 2X20W	20	0,020	0,400	3,0	20	60,0	24,0
	Académico	H-102	**Ofimáticos**	Proyector NEC NP-M238X	1	0,197	0,197	9,2	20	184,7	36,4
	Académico	H-102	**Ofimáticos**	Computador Portátil	1	0,070	0,070	9,2	20	184,7	12,9
Edif.H	Académico	H-103	**Iluminación**	LED 2X20W	20	0,020	0,400	3,0	20	60,0	24,0
	Académico	H-103	**Ofimáticos**	Proyector NEC NP-M238X	1	0,197	0,197	8,1	20	162,3	32,0
	Académico	H-103	**Ofimáticos**	Computador Portátil	1	0,070	0,070	8,1	20	162,3	11,4
Edif.H	Académico	H-104	**Iluminación**	LED 2X20W	20	0,020	0,400	3,0	20	60,0	24,0
	Académico	H-104	**Ofimáticos**	Proyector NEC NP-M238X	1	0,197	0,197	8,4	20	168,0	33,1
	Académico	H-104	**Ofimáticos**	Computador Portátil	1	0,070	0,070	8,4	20	168,0	11,8
Edif.H	Académico	H-105	**Iluminación**	LED 2X20W	20	0,020	0,400	1,5	20	30,0	12,0
	Académico	H-105	**Ofimáticos**	Proyector NEC NP-M238X	1	0,197	0,197	3,7	20	74,7	14,7
	Académico	H-105	**Ofimáticos**	Computador Portátil	1	0,070	0,070	3,7	20	74,7	5,2
Edif.H	Académico	H-106	**Iluminación**	LED 2X20W	20	0,020	0,400	3,0	20	60,0	24,0
	Académico	H-106	**Ofimáticos**	Proyector NEC NP-M238X	1	0,197	0,197	10,1	20	202,7	39,9
	Académico	H-106	**Ofimáticos**	Computador Portátil	1	0,070	0,070	10,1	20	202,7	14,2
Edif.H	Académico	H-107	**Iluminación**	LED 2X20W	20	0,020	0,400	3,0	20	60,0	24,0
	Académico	H-107	**Ofimáticos**	Proyector NEC NP-M238X	1	0,197	0,197	10,4	20	207,7	40,9
	Académico	H-107	**Ofimáticos**	Computador Portátil	1	0,070	0,070	10,4	20	207,7	14,5
Edif.H	Uso Común	Pasillo	**Iluminación**	Ahorro 15W	14	0,015	0,210	2,0	20	40,0	8,4
Edif.H	Académico	H-109	**Iluminación**	LED 40W	8	0,040	0,320	6,0	20	120,0	38,4
	Académico	H-109	**Iluminación**	LED 18W	10	0,018	0,180	6,0	20	120,0	21,6
	Académico	H-109	**Iluminación**	Ahorro 15W	3	0,015	0,045	6,0	20	120,0	5,4
	Académico	H-109	**Ofimáticos**	Mini Tower	1	0,056	0,056	6,0	20	120,0	6,7
	Académico	H-109	**Ofimáticos**	Computador Portátil	1	0,065	0,065	6,0	20	120,0	7,8

ANEXO A TABLA: INVENTARIO CONSOLIDADO EDIFICIO H (CONTINUACIÓN)

	Académico	H-109	**Ofimáticos**	Proyector NEC NP-M238X	1	0,197	0,197	6,0	20	120,0	23,6
	Académico	H-109	**Climatización**	Extractores	4	0,054	0,216	6,0	20	120,0	25,9
	Académico	H-109	**Climatización**	Climatizador	2	3,66	7,320	6,0	20	120,0	878,4
	Académico	H-109	**Otros**	Sistema Audio	1	0,110	0,110	6,0	20	120,0	13,2
	Mantención	H-109	**Limpieza**	Aspiradora	1	1,600	1,600	1,0	1	1,0	1,6
Edif.H	Administrativo	H-111	**Iluminación**	PL 2x26W 2P	20	0,026	0,520	8,0	10	80,0	41,6
	Administrativo	H-111	**Ofimáticos**	All in One	1	0,120	0,120	8,0	20	160,0	19,2
	Administrativo	H-111	**Ofimáticos**	Ordenador	1	0,220	0,220	8,0	20	160,0	35,2
	Administrativo	H-111	**Ofimáticos**	Monitor	1	0,020	0,020	8,0	20	160,0	3,2
	Administrativo	H-111	**Ofimáticos**	Epson L565	1	0,012	0,012	2,0	20	40,0	0,5
	Administrativo	H-111	**Ofimáticos**	Epson L380	1	0,011	0,011	2,0	20	40,0	0,4
	Administrativo	H-111	**Ofimáticos**	Computador Portátil	1	0,700	0,700	8,0	20	160,0	112,0
	Administrativo	H-111	**Otros**	Hervidor	1	1,500	1,500	0,3	20	6,9	10,3
	Administrativo	H-111	**Otros**	Cafetera	1	1,000	1,000	0,3	20	6,9	6,9
	Administrativo	H-111	**Otros**	Ventilador	1	0,040	0,040	5,0	15	75,0	3,0
	Administrativo	H-111	**Otros**	Smartv	1	0,236	0,236	8,0	20	160,0	37,8
	Administrativo	H-111	**Otros**	Aromatizador	1	0,002	0,002	8,0	20	160,0	0,3
	Mantención	H-111	**Limpieza**	Aspiradora	1	1,600	1,600	1,0	1	1,0	1,6
Edif.H	Administrativo	H-112	**Iluminación**	T8 2x36W	12	0,036	0,432	2,0	4	8,0	3,5
	Administrativo	H-112	**Ofimáticos**	Proyector NEC NP-M238X	1	0,197	0,197	2,0	4	8,0	1,6
	Administrativo	H-112	**Ofimáticos**	Computador Portátil	1	0,065	0,065	2,0	4	8,0	0,5
Edif.H	Académico	H-114	**Iluminación**	T8 3x36W	30	0,018	0,540	2,0	20	40,0	21,6
	Académico	H-114	**Ofimáticos**	Ordenador	19	0,300	5,700	5,7	20	114,7	653,7
	Académico	H-114	**Ofimáticos**	Computador Portátil	1	0,700	0,700	3,0	20	60,0	42,0
	Académico	H-114	**Ofimáticos**	Monitor	19	0,020	0,380	5,7	20	114,7	43,6
	Académico	H-114	**Ofimáticos**	Proyector NEC NP-M238X	1	0,197	0,197	5,7	20	114,7	22,6
	Académico	H-114	**Ofimáticos**	Switch	5	0,200	1,000	24,0	30	720,0	720,0
Edif.H	Académico	H-115	**Iluminación**	T8 3x36W	30	0,018	0,540	2,5	16	40,0	21,6

ANEXO A TABLA: INVENTARIO CONSOLIDADO EDIFICIO H (CONTINUACIÓN)

	Académico	H-115	**Ofimáticos**	Monitor	20	0,020	0,400	6,1	16	97,6	39,1
	Académico	H-115	**Ofimáticos**	Ordenador	8	0,300	2,400	6,1	16	97,6	234,4
	Académico	H-115	**Ofimáticos**	Mini Tower	12	0,056	0,672	6,1	16	97,6	65,6
	Académico	H-115	**Ofimáticos**	Computador Portátil	1	0,065	0,065	6,1	16	97,6	6,3
	Académico	H-115	**Ofimáticos**	Proyector NEC NP-M238X	1	0,197	0,197	6,1	16	97,6	19,2
Edif.H	Administrativo	H-117	**Iluminación**	T8 3x36W	24	0,018	0,432	8,0	20	160,0	69,1
	Administrativo	H-117	**Ofimáticos**	Computador Portátil	1	0,065	0,065	5,0	20	100,0	6,5
	Administrativo	H-117	**Ofimáticos**	Ordenador	2	0,300	0,600	8,0	20	160,0	96,0
	Administrativo	H-117	**Ofimáticos**	Monitor	3	0,020	0,060	8,0	20	160,0	9,6
	Administrativo	H-117	**Ofimáticos**	Audio	1	0,014	0,014	8,0	20	160,0	2,2
	Administrativo	H-117	**Ofimáticos**	Soplador	1	0,500	0,500	0,5	5	2,5	1,3
	Administrativo	H-117	**Ofimáticos**	Epson L220	1	0,012	0,012	4,0	20	80,0	1,0
	Administrativo	H-117	**Ofimáticos**	HP DesignJet T120	1	0,035	0,035	0,5	3	1,5	0,1
	Administrativo	H-117	**Ofimáticos**	Epson Stylux Office T1110	1	0,026	0,026	0,5	5	2,5	0,1
	Administrativo	H-117	**Ofimáticos**	Imac	1	0,240	0,240	8,0	20	160,0	38,4
	Administrativo	H-117	**Ofimáticos**	Computador Portátil	3	0,065	0,195	8,0	20	160,0	31,2
	Administrativo	H-117	**Ofimáticos**	Epson Stylus Office TX300F	1	0,012	0,012	4,0	20	80,0	1,0
	Administrativo	H-117	**Ofimáticos**	Epson Stylus CX4700	1	0,012	0,012	4,0	20	80,0	1,0
	Administrativo	H-117	**Ofimáticos**	Epson L220	1	0,012	0,012	4,0	20	80,0	1,0
	Administrativo	H-117	**Ofimáticos**	Switch	3	0,200	0,600	24,0	30	720,0	432,0
Edif.H	Académico	H-118	**Iluminación**	LED 18W	32	0,018	0,576	3,0	16	48,0	27,6
	Académico	H-118	**Ofimáticos**	Computador Portátil	1	0,065	0,065	5,7	16	91,7	6,0
	Académico	H-118	**Ofimáticos**	Proyector NEC NP-M238X	3	0,197	0,591	5,7	16	91,7	54,2
	Mantención	H-118	**Limpieza**	Aspiradora	1	1,600	1,600	1,0	1	1,0	1,6
Edif.H	Administrativo	Oficina Prevención	**Iluminación**	T8 2x36W	2	0,036	0,072	8,0	20	160,0	11,5
	Administrativo	Oficina Prevención	**Iluminación**	Lámpara Incandescente	2	0,040	0,080	4,0	20	80,0	6,4

ANEXO A TABLA: INVENTARIO CONSOLIDADO EDIFICIO H (CONTINUACIÓN)

	Administrativo	Oficina Prevención	**Ofimáticos**	All in One	1	0,065	0,065	8,0	20	160,0	10,4
	Administrativo	Oficina Prevención	**Ofimáticos**	Epson L220	1	0,012	0,012	4,0	20	80,0	1,0
	Administrativo	Oficina Prevención	**Climatización**	Calefactor	1	2,200	2,200	0,0	20	0,0	0,0
	Administrativo	Oficina Prevención	**Otros**	Hervidor	1	1,600	1,600	0,3	20	6,7	10,7
Edif.H	Administrativo	Oficina Profesor	**Iluminación**	GU 10 50W	3	0,050	0,150	4,0	20	80,0	12,0
	Administrativo	Oficina Profesor	**Ofimáticos**	All in One	1	0,065	0,065	8,0	20	160,0	10,4
	Administrativo	Oficina Profesor	**Ofimáticos**	Epson L220	1	0,012	0,012	4,0	20	80,0	1,0
	Administrativo	Oficina Profesor	**Climatización**	Calefactor	1	2,200	2,200	0,0	20	0,0	0,0
	Administrativo	Oficina Profesor	**Otros**	Hervidor	1	1,600	1,600	0,3	20	6,7	10,7
Edif.H	Administrativo	Oficina Estafeta	**Iluminación**	T8 2x36W	2	0,036	0,072	4,0	20	80,0	5,8
	Administrativo	Oficina Estafeta	**Ofimáticos**	All in One	1	0,065	0,065	8,0	20	160,0	10,4
	Administrativo	Oficina Estafeta	**Ofimáticos**	Epson L220	1	0,012	0,012	4,0	20	80,0	1,0
	Administrativo	Oficina Estafeta	**Climatización**	Calefactor	1	2,200	2,200	0,0	20	0,0	0,0
	Administrativo	Oficina Estafeta	**Otros**	Hervidor	1	1,600	1,600	0,3	20	6,7	10,7
Edif.H	Uso Común	Baño Piso 2	**Iluminación**	T8 2x36W	2	0,036	0,072	4,0	20	80,0	5,8
Edif.H	Uso Común	Baño Hombre	**Iluminación**	Led 2x20W	4	0,020	0,080	10,0	20	200,0	16,0
	Uso Común	Baño Hombre	**Otros**	Secador Manos	1	1,100	1,100	5,0	20	100,0	110,0
	Mantención	Baño Hombre	**Limpieza**	Enceradora	1	1,118	1,118	1,0	1	1,0	1,1
Edif.H	Uso Común	Baño Mujer	**Iluminación**	Led 2x20W	4	0,020	0,080	10,0	20	200,0	16,0
	Uso Común	Baño Mujer	**Otros**	Secador Manos	1	1,100	1,100	5,0	20	100,0	110,0

ANEXO A TABLA: INVENTARIO CONSOLIDADO EDIFICIO H (CONTINUACIÓN)

	Mantención	Baño Mujer	**Limpieza**	Enceradora	1	1,118	1,118	1,0	1	1,0	1,1
Edif. H	Uso Común	Pasillo	**Iluminación**	Ahorro 20W	28	0,020	0,560	2,0	20	40,0	22,4
							56,7				4761,2

ANEXO B: COTIZACION RECUPERADOR DE CALOR

Recuperador de calor aire-aire, con intercambiador de flujo cruzado, caudal máximo de 450 m³/h, eficiencia sensible 50,7%, para montaje horizontal dimensiones 600x600x310 mm y nivel de presión sonora de 36 dBA en campo libre a 1,5 m.

Código	Unidad	Descripción	Cantidad	**Precio unitario**	Importe
1		Materiales			
mt42rsp020aaa1	Ud	Recuperador de calor aire-aire, con intercambiador de flujo cruzado, caudal máximo de 450 m³/h, eficiencia sensible 50,7%, para montaje horizontal dimensiones 600x600x310 mm y nivel de presión sonora de 36 dBA en campo libre a 1,5 m, con caja de acero galvanizado y plastificado, color marfil, con aislamiento, clase B, soportes antivibratorios, embocaduras de 200 mm de diámetro con junta estanca y filtros G4 con eficacia del 86%, clase D, 2 ventiladores centrífugos de doble oído de accionamiento directo con motores eléctricos monofásicos de 4 velocidades de 150 W cada uno, aislamiento F, protección IP 20, caja de bornes externa con protección IP 55.	1,000	1471062,04	1471062,04
			Subtotal materiales:		**1471062,04**
2		Mano de obra			
mo005	h	Maestro 1ª instalador de climatización.	0,768	5061,95	3887,58
mo104	h	Ayudante instalador de climatización.	0,768	3603,62	2767,58
			Subtotal mano de obra:		**6655,16**
3		Herramientas			
	%	Herramientas	2,000	1477717,20	29554,34
Coste de mantenimiento decenal: $ 256.236,16 en los primeros 10 años.			**Costos directos** (1+2+3):		1507271,54