



Universidad Nacional
SAN LUIS GONZAGA



Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional

Esta licencia permite a otras combinar, retocar, y crear a partir de su obra de forma no comercial, siempre y cuando den crédito y licencia a nuevas creaciones bajo los mismos términos.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0>



UNIVERSIDAD NACIONAL "SAN LUIS GONZAGA"



ESCUELA DE POSGRADO

EVALUACION DE ORIGINALIDAD

CONSTANCIA

El que suscribe, deja constancia que se ha realizado el análisis con el software de verificación de similitud al **BORRADOR DE TESIS** cuyo título es:

“OPTIMIZACIÓN DE LOS SISTEMAS DE VENTILACIÓN Y CLIMATIZACIÓN (HVAC) USANDO BUILDING INFORMATION MODELING (BIM) PARA MEJORA DE LOS COSTOS DE MANTENIMIENTO DEL HOSPITAL INFANTIL VIRGEN DE VIDAWASI DEL URUBAMBA, CUSCO 2021”

Presentado por:

CATACORA RAMÍREZ NINA

De la **MAESTRÍA EN INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA** mención **INGENIERÍA DE MANTENIMIENTO**.

Que, se ha recibido del operador del programa informático evaluador de originalidad de la Escuela de Posgrado de la UNICA, el informe automatizado de originalidad, el mismo que concluye de la siguiente manera:

El documento de investigación APRUEBA los criterios de originalidad con un porcentaje de similitud de 3%.

Para dar fe, se adjunta al presente el reporte de similitud de las bases de datos de iThenticate. En Ica 10 de abril de 2024

Atentamente


UNIVERSIDAD NACIONAL "SAN LUIS GONZAGA"
ESCUELA DE POSGRADO
Dr. LUIS ALBERTO PECHO TATAJE
Director (e)

UNIVERSIDAD NACIONAL “SAN LUIS GONZAGA”

VICERRECTORADO DE INVESTIGACION

ESCUELA DE POSGRADO

MAESTRIA: INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA

Mención: Ingeniería De Mantenimiento



TESIS

“OPTIMIZACIÓN DE LOS SISTEMAS DE VENTILACIÓN Y CLIMATIZACIÓN (HVAC) USANDO BUILDING INFORMATION MODELING (BIM) PARA MEJORA DE LOS COSTOS DE MANTENIMIENTO DEL HOSPITAL INFANTIL VIRGEN DE VIDAWASI DEL URUBAMBA, CUSCO 2021”

Línea de Investigación:

Ciencias Naturales, Ingeniería y Tecnologías Sostenibles.

PRESENTADA POR:

Bach. Nina Catacora Ramírez

GRADO A OBTENER: MAESTRO

ASESOR:

Dr. ROBERTO CUBA ACASIETE

Ica – Perú

2024

DEDICATORIA

A mis Padres, a mi familia y a mis colegas por su apoyo y ánimo permanente.

AGRADECIMIENTO

Un agradecimiento especial a mi asesor, a la EPG de la UNSLG, Dr. Ing. Roberto Cuba A., al Proyecto VIDAWASI, colegas y amigos, por su apoyo, orientación y gestión para lograr este trabajo.

ÌNDICE DE CONTENIDOS:

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
ÌNDICE DE CONTENIDOS:	iv
ÌNDICE DE TABLAS	v
ÌNDICE DE FIGURAS.....	viii
GLOSARIO DE TÉRMINOS.....	ix
RESUMEN.....	xi
PALABRAS CLAVE	xi
ABSTRACT.....	xii
I. INTRODUCCIÓN:.....	1
I.1. GENERALIDADES:.....	1
I.2. ANTECEDENTES:.....	4
I.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	7
I.3.1. Objetivo General	7
I.3.2. Objetivos Específicos.....	7
I.4. HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN.....	7
I.4.1. Hipótesis General	7
I.4.2. Hipótesis Específicas.....	7
I.5. VARIABLES DE LA INVESTIGACIÓN	8
I.5.1. IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES	8
I.5.2. OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES	15
II. ESTRATEGIA METODOLOGICA	17
II.1. TIPO, NIVEL Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	17
II.2. POBLACIÓN Y MUESTRA	17
II.2.1. Población	17

II.2.2. Muestra	21
II.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN	21
II.3.1. Técnicas de Recolección de información	21
II.3.2. Instrumentos de Recolección de información.....	24
III. RESULTADOS:.....	24
IV. DISCUSIÓN.....	33
IV.1. PRESENTACIÓN, INTERPRETACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS...	33
IV.1.1. PRESENTACIÓN E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	33
IV.2.1. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS GENERA.....	33
IV.2.2. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS ESPECÍFICAS.....	34
IV.3. DISCUSIÓN DE RESULTADOS	42
V. CONCLUSIONES.....	42
VI. RECOMENDACIONES	44
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	45
VIII. ANEXOS	49
ANEXO 01: FICHAS DE SUSTENTO TECNICO DE REPOSICIÓN DE EQUIPOS ASISTENCIALES EXISTENTES	50
ANEXO 02: TRADUCCIÓN LIBRE DEL MÉTODO RTS DEL HANDBOOK DEL ASHRAE, CHAPTER 18.6.....	59
ANEXO 03: GLOSARIO DE TÉRMINOS	62

ÍNDICE DE TABLAS:

TABLA 01: DEFINICIÓN DE LAS DIMENSIONES DE LA VARIABLE INDEPENDIENTE:	8
TABLA 02: VALORACION DEL TOTAL DE OPORTUNIDADES PROGRAMADAS ACUMULATIVAS.....	9
TABLA 03: VALORACION DEL MAXIMO GRADO LOD ALCANZADO:.....	10

TABLA 04: VALORACION DEL TOTAL DE ETAPAS DEL PROYECTO DETERMINADAS PARA USO DEL BIM	11
TABLA 05: VALORACION DEL TOTAL DE FACTORES DE INTEGRACIÓN ABARCADOS	11
TABLA 06: VALORACION DEL TOTAL DE PROPUESTAS PROGRAMADAS ACUMULATIVAS.....	12
TABLA 07: VALORACION DEL COSTO TOTAL DEL DISEÑO HVAC ESPERADO	13
TABLA 08: VALORACION DEL TOTAL DE CONTROLES PROGRAMADOS	13
TABLA 09: DEFINICIÓN DE LAS DIMENSIONES DE LA VARIABLE	14
TABLA 10: DEFINICION DEL INDICE DE EFICACIA	15
TABLA 11: MATRIZ DE CONSISTENCIA	16
TABLA 12: NECESIDADES DE SERVICIOS DE MANTENIMIENTO PARA LOS CAS DE LA GERENCIA DE LA RED DESCONCENTRADA ALMENARA - EJERCICIO 2016	17
TABLA 13: RESUMEN DE COSTOS DE MANTENIMIENTO POR CODIGO SAP	20
TABLA 14: CUADRO RESUMEN DE LOS MODOS DE FALLA DE LOS EQUIPOS CRITICOS DEL HOSPITAL VIDAWASI DE HVAC QUE HAN SIDO PREVISTAS CON LAMETODOLOGÍA BIM Y SU SIMULACIÓN SIMPLE POR CAUSA DE FALLA.....	22
TABLA 15: TOTALIZACION POR TIPO DE FALLA	23
TABLA 16: TABLA DE VALORACION COMPARATIVA DEL TOTAL DE OPORTUNIDADES PROGRAMADAS ACUMULATIVAS.....	24
TABLA 17: DE VALORACION COMPARATIVA DEL MAXIMO GRADO LOD	25
TABLA 18: VALORACION COMPARATIVA DEL TOTAL DE ETAPAS ABARCADA .	25
TABLA 19: VALORACION COMPARATIVA DE FACTORES DE INTEGRACIÓN	26
TABLA 20: VALORACION COMPARATIVA DE PROPUESTAS PROGRAMADAS ACUMULATIVAS.....	26
TABLA 21: VALORACIÓN COMPARATIVA DEL COSTO TOTAL DE DISEÑO HVAC ESPERADO	27
TABLA 22: VALORACION COMPARATIVA DEL TOTAL DE CONTROLES PROGRAMADOS	27

TABLA 23: RESUMEN DE MODOS DE FALLA DEL DISEÑO SIN BIM.....	28
TABLA 15: TOTALIZACION POR TIPO DE FALLA	29
TABLA 24: RESUMEN DE LOS MODOS DE FALLA DE LOS EQUIPOS CRITICOS DEL HOSPITAL VIDAWASI DE HVAC QUE HAN SIDO PREVISTAS CON LA METODOLOGÍA BIM Y SU SIMULACIÓN SIMPLE POR CAUSA DE FALLA	30
TABLA 25: RESUMEN DE LOS MODOS DE FALLA DE LOS EQUIPOS CRITICOS DEL HOSPITAL VIDAWASI DE HVAC QUE HAN SIDO PREVISTAS CON LA METODOLOGÍA BIM SU SIMULACION SIMPLE POR CAUSA DE FALLA	32
TABLA 26: ALTERACIÓN DE LAS VARIABLES POR EL USO DE LA METODOLOGÍA BIM	33
TABLA 27: COMPARATIVA DE LA MADUREZ BIM ALCANZADA	34
TABLA 28: CUADRO RESUMEN DEL NUMERO DE FALLAS, MTBF Y MTTR	35
TABLA 29: COMPARATIVA DE LA DISTRIBUCION NORMAL DE LAS FALLAS	37
TABLA 30: COMPARATIVA DE LA DISTRIBUCION NORMAL DEL MTBF	38
TABLA 31: ANALISIS DE LA DISPONIBILIDAD DE EQUIPOS	40
TABLA 32: COMPARATIVA DE LOS INDICES	42
TABLA 33: INTERVENCION DEL BIM DEL MANTENIMIENTO EN LAS ETAPAS DE UN PROYECTO.....	65
TABLA 34.- DESCRIPCIÓN DE LAS VENTAJAS O DESVENTAJAS DE LOS APORTES DE CALOR EN EL CÁLCULO BIM DE CARGAS TERMICAS DE CLIMATIZACIÓN...	71
TABLA 35: EQUIVALENCIA ENTRE FILTROS	75
TABLA 36: PROPORCION DE CONSUMOS DE ENERGÍA ESTIMADOS POR TIPOS DE INSTALACIÓN.....	81
TABLA 37: INDICADORES GENERALES DE CONSUMO Y GASTO DE ENERGÍA DE UN HOSPITAL	81
TABLA 38: OPORTUNIDADES DE AHORRO DE ENERGÍA EN UN HOSPITAL	82
TABLA 39: PARAMETROS LEGALES DE DISEÑO HVAC EN HOSPITALES	84
TABLA 40: PARAMETROS LEGALES DE DISEÑO DE PLANTAS DE OXÍGENO EN HOSPITALES.....	85

TABLA 41: POTENCIA ELECTRICA INSTALADA INDICADA EN EL ESTUDIO DEL HOSPITAL DE TALCA, EVALUACION ENERGÉTICA DEL NUEVO DISEÑO HVAC . 85

TABLA 42: SIMULACIÓN DEL CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN TIEMPOS DE COVID 19 86

ÍNDICE DE FIGURAS:

FIGURA 01: UN BUEN DISEÑO ES UNA BUENA INVERSION	3
FIGURA 02: OPORTUNIDADES DE AGREGAR VALOR.....	3
FIGURA 03: % DEL COSTO DE MANTENIMIENTO DE UNA RED DE HOSPITALES EN EL PERÚ -2017	21
FIGURA 04: CAUSAS PARA REEMPLAZAR LOS EQUIPOS HVAC	23
FIGURA 05: MEJORA POSIBLE DURANTE EL MODELADO BIM	34
FIGURA 07: MTBF TIEMPO ENTRE FALLAS EN DÍAS Y MTTR TIEMPO QUE DURA LA FALLA - PARA 1 AÑO.....	36
FIGURA 08: DESVIACION ESTANDAR DEL NUMERO DE FALLAS POR AÑO	38
FIGURA 09: DESVIACION ESTANDAR DEL MTBF, DÍAS PARA LA FALLA.	39
FIGURA 10: DISPONIBILIDAD.....	41
FIGURA 11: Fig. 8 Perspectiva general del método de series de tiempo radiante.....	60
FIGURA 12: NIVELES DE INTEGRACION BIM	63
FIGURA 13: ETAPAS DE UN PROYECTOS SEGÚN EL MEF.....	66
FIGURA 14: ESQUEMA DE UNA ESTRUCTURA TIPICA DE COSTOS DE OPERACION.....	67
FIGURA 15: PROCESOS DE TRATAMIENTO DE LA CALIDAD DE AIRE	75
FIGURA 16: COSTOS DEL TRATAMIENTO.....	77
FIGURA 17: PROPUESTA INTEGRAL PARA DISMINUCIÒN DE COSTOS DE LA VENTILACION MECÁNICA	77
FIGURA 18: CONSUMOS U COSTOS DE ENERGÍA EN UN HOSPITAL	80
FIGURA 19: PORCENTAJES	81

FIGURA 20: COMPARATIVA DE CONSUMO DE ENERGÍA ELECTRICA Y DE COMBUSTIBLES DE UN HOSPITAL.....	82
FIGURA 21: CONSUMO ELECTRICO SIMULADO EN COVID (S/AUMENTO DE EQUIPOS HVAC)	88
FIGURA 22: POTENCIA ELECTRICA INSTALADA SIMULADA EN COVID (S/AUMENTO DE HVAC)	88
FIGURA 23: CLASIFICACIÓN DE EQUIPOS CONSUMIDORES DE ELECTRICIDAD EN UN HOSPITAL.....	89

GLOSARIO DE TÉRMINOS:

1. Building Information Modeling (BIM).-	62
2. Mantenimiento. -	64
3. Gestión de Mantenimiento. -	64
4. Gestión de Mantenimiento BIM. -	64
5. Ciclos de un Proyecto. -.....	66
6. Sistemas HVAC.-	67
7. Costos de Mantenimiento. -.....	67
8. Facility Management -.....	68
9. Costos OPEX (Costos de Operación).-.....	68
10. Eficiencia Energética. -.....	68
11. Precomisionado y Comisionado. -.....	68
12. Operatividad. -.....	69
13. Optimización. -.....	69
14. Eficiencia. -.....	69
15. Eficacia. -.....	69
16. NTS.....	69
17. Reglamento Nacional de Edificaciones. -.....	69

18.	Código Nacional de Electricidad. -.....	69
19.	INACAL. -.....	70
20.	ASHRAE. -.....	70
21.	Certificación BEMP del ASHRAE. -	70
22.	RTS.-	70
23.	Cálculo BIM de Carga Térmica de Climatización.-	70
24.	REVIT.-	73
25.	MEP.-.....	73
26.	ANSI. -	73
27.	IEC. -	74
28.	NFPA. -.....	74
29.	APP's y Contratos Colaborativos. -.....	74
30.	Covid 19. -	74
31.	CAI ó IAQ. -.....	74
32.	PlanBIM Chile. -	78
33.	DGEE	78
34.	SIEE.....	78
35.	Plan BIM Perú	78
36.	ProInversión	78
37.	CDE	78
38.	BEP	79
39.	Sesiones ICE.-	79
40.	Bibliotecas o Familias.-	79
41.	Eficiencia Energética de Hospitales	80

RESUMEN

El presente trabajo estudia la relación entre el grado de la adopción de la metodología BIM para el diseño de infraestructura pública y los beneficios o no que puede traer para el costo del mantenimiento en la etapa operaciones o post inversiones de un proyecto.

Se ha evaluado la aplicación del estudio en una infraestructura de tipo pública como es un hospital, y se enfoca en el mantenimiento de los equipos de climatización y ventilación, los cuales son los mayores consumidores de energía, cuando funcionan de modo ineficiente.

Además, que los costos de su mantenimiento también son altos, respecto a otras especialidades, debido a que se abarcan trabajos de soldadura, tendido de tuberías, instalaciones sanitarias de drenaje, instalaciones eléctricas de fuerza y de control automático.

Se parte de evaluar la cantidad de aspectos que controla el modelado BIM, comparados con los que usualmente se realiza en el diseño tradicional, la ejecución de los Planos, Especificaciones Técnicas, Metrados, Presupuestos, Cronogramas y Planes de calidad de las instalaciones.

Y todas las etapas de diseño que corren el riesgo de olvidarse e influenciar en posibles fallas que a la larga las va arrastrar el mantenimiento.

Ojalá el presente trabajo sea un puente comunicativo con las especialidades que definen la arquitectura para tomar en cuenta aspectos de ahorro de energía en los proyectos.

PALABRAS CLAVE

**HVAC, BIM, MANTENIMIENTO,
HOSPITAL, ENERGÍA**

ABSTRACT

This paper studies the relationship between the degree of adoption of the BIM methodology for the design of public infrastructure and the benefits or not that it can bring for the cost of maintenance in the operations or post-investment stage of a project.

The application of the study has been evaluated in a public infrastructure such as a hospital, and it focuses on the maintenance of air conditioning and ventilation equipment, which are the largest consumers of energy, when they function inefficiently.

In addition, its maintenance costs are also high, compared to other specialties, due to the fact that it covers welding work, laying pipes, sanitary drainage installations, electrical power installations and automatic control.

It starts from evaluating the amount of aspects that BIM modeling controls, compared to those that are usually carried out in traditional design, the execution of Plans, Technical Specifications, Metrics, Budgets, Schedules and Quality Plans of the facilities.

And all the design stages that run the risk of being forgotten and influencing possible failures that will eventually drag down maintenance.

Hopefully this work will be a communicative bridge with the specialties that define architecture to take into account energy saving aspects in projects.

I. INTRODUCCIÓN:

I.1. GENERALIDADES:

El presente proyecto de tesis titulado: OPTIMIZACIÓN DE LOS SISTEMAS DE VENTILACIÓN Y CLIMATIZACIÓN (HVAC) USANDO BUILDING INFORMATION MODELING (BIM) , PARA MEJORAR DE LOS COSTOS DE MANTENIMIENTO DEL HOSPITAL INFANTIL VIRGEN DE VIDAWASI DEL URUBAMBA, CUSCO - 2021, es parte de la línea de investigación de Ciencias Naturales, Ingeniería Y Tecnologías Sostenibles, se está presentando con la finalidad de optar por la maestría en Ingeniería Mecánica y Eléctrica, con mención en Ingeniería de Mantenimiento; pretende ahondar estudios sobre la predictibilidad del Mantenimiento y la determinación de su costo desde las etapas tempranas del ciclo de vida de un Proyecto, usando como base la metodología BIM – Building Information Modeling.

El presente estudio de Mantenimiento está centrado en el análisis de los equipos HVAC del subconjunto de equipos electromecánicos, como parte de todo el equipamiento del Hospital, porque son aquellos los que consumen la mayor parte de la energía eléctrica y son los que ofrecen las mayores oportunidades de uso de metodológicas para abordar a la gestión del Mantenimiento.

Pareciera extraño enfocarnos en un tema BIM, el cual se asume que únicamente está dentro de las tecnologías de Construcción de Obra Civil para abordar un tema de Mantenimiento Electromecánico, no obstante, en la teoría básica del BIM, se maneja ya los niveles de desarrollo de los proyectos y al Mantenimiento se le considera en el nivel 7D,

Se debe indicar que a los Proyectos en la metodología BIM, se les considera de modo integral o transversal en sus etapas de Pre inversión, Inversión y Post inversión, tal como se plantean ya en la Web del MEF- Ministerio de Economía y Finanzas, en el Plan BIM Perú. En el MEF se considera a la metodología BIM, como una poderosa herramienta, con capacidad de clarificar y predecir con bastante certeza el comportamiento económico de los proyectos, facilitando de este modo su financiamiento, y su control.

Se debe indicar que se parte de la premisa, por la cual todo proyecto tiene una finalidad de servicio a la comunidad, y no solo es considerada como una infraestructura que se inicia en su etapa de prefactibilidad y termina en la entrega de la obra civil. Desde este punto de vista se considera el valor otorgado a los procesos que componen a un Proyecto.

El tema de investigación pretende organizar el conocimiento de largos años de experiencia en Mantenimiento de Hospitales, ejecución, operación, uso y diseño de infraestructura pública, desde un punto de vista de la Eficiencia Energética, para metodologías de trabajo de última generación de tipo on line, tal como es el BIM, de tal modo que se logre una contribución a la teoría de la Gestión e Mantenimiento del Área Académica de Ciencias e Ingeniería.

El Hospital Infantil Virgen de VidaWasi, ubicado en el Urubamba a 2871 msnm, es un proyecto privado de infraestructura pública de salud, que se viene gestionando dentro de la metodología BIM (Building Information Modeling); que como en todo proyecto necesita tener determinados los costos de su Mantenimiento, para predecir los costos totales del proyecto y poder prever los gastos para su funcionamiento.

El periodo de trabajo evaluado se refiere a la etapa de construcción del Estudio Definitivo del mismo, conocida como la etapa del expediente técnico, que es oportuna para estudiar cómo cada una de las decisiones de selección de equipos, materiales y tipos constructivos (CAPEX), va a definir desde estas etapas de inversión, los costos de post inversión, específicamente los costos de Operación (OPEX), haciendo énfasis en sus costos de Mantenimiento.

Se espera describir la formación de los costos del Mantenimiento, desde las etapas tempranas del Proyecto. En el Perú son pocos los Proyectos que logran desarrollar todos los niveles BIM, la mayoría llega a un nivel 3D con una maqueta digital, en la que prevén a lo mucho evitar interferencias entre especialidades, dejando de usar las enormes ventajas que ofrecen los softwares de modelamiento BIM.

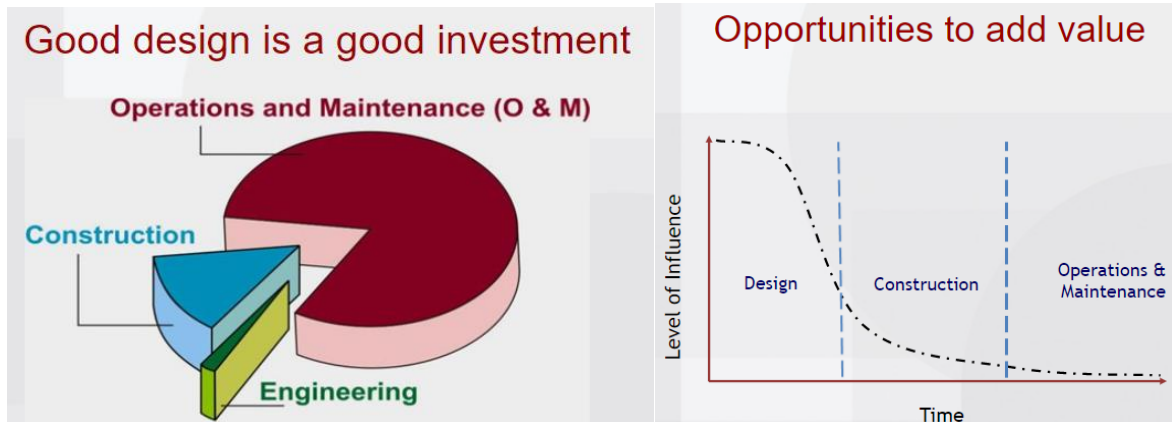
Y es que estas ventajas son materia de estudio en pregrado de las especialidades MEP (Mechanical, Electrical and Plumbing – Instalaciones Mecánicas, Eléctricas y Sanitarias).

Las materias de estudio de las cuales se debería sacar ventaja, influyen en la selección de equipos con alta eficiencia energética y de materiales con características, de aislamiento térmico, aislamiento acústico, los flujos de aire, la calidad el aire interior, uso de la radiación solar, etc.

Y es que a diferencia del desarrollo de las especialidades de ingeniería en el extranjero, los Ingenieros Mecánicos, Electricistas y Sanitarios del Perú, aún no se han desarrollado en la metodología BIM, dejando este espacio libre para sus pares de Ingeniería Civil, quienes tampoco dan uso a la herramientas poderosas de diseño ni intervienen adecuadamente en las sesiones ICE (Integrated Concurrent Engineering – Ingeniería Concurrente Integrada) de compatibilización de especialidades y únicamente se limitan a ver de solucionar interferencias, que de por sí ya es una contribución importante para afinar los costos del Proyecto en su etapa de construcción.

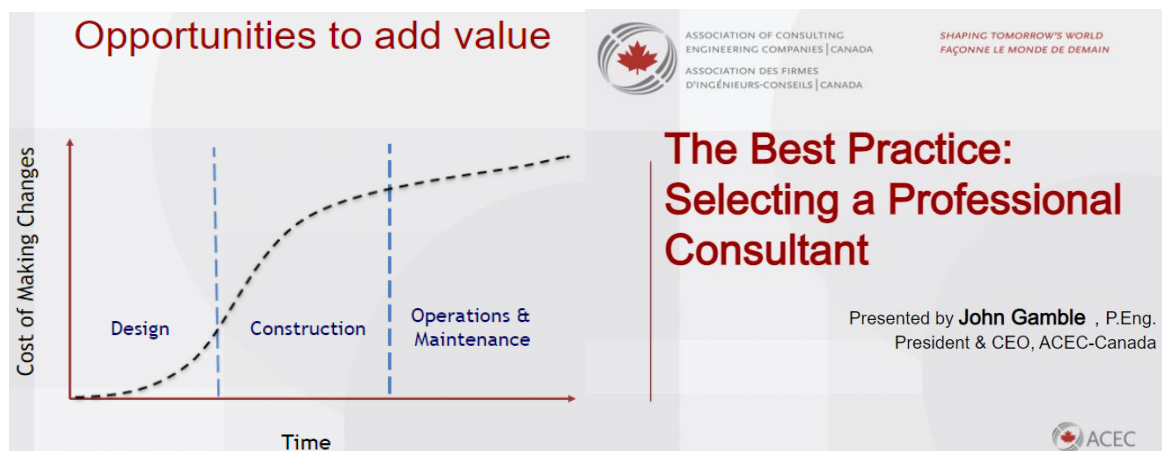
Se debe tener en cuenta que actualmente los costos de operación de un proyecto representan el 70 a 75 % del costo total de los proyectos.

FIGURA 01: UN BUEN DISEÑO ES UNA BUENA INVERSION



Fuente: [22] Conferencia 2019 de la ACEC - Consejo Americano de Empresas de Ingeniería (American Council of Engineering Companies) <https://www.acec.org/about/>

FIGURA 02: OPORTUNIDADES DE AGREGAR VALOR



Fuente: [22] Conferencia 2019 de la ACEC - Consejo Americano de Empresas de Ingeniería (American Council of Engineering Companies) <https://www.acec.org/about/>

Y es que los costos de la energía eléctrica de una edificación se dan en un porcentaje mayor al 60% en las instalaciones electromecánicas de HVAC (Heating, Ventilation & Air Conditioning – Calefacción, Ventilación y Aire Acondicionado) y eso sin sumar otros equipos de Mantenimiento crítico tales como

las bombas de agua, el transporte vertical, el alumbrado, resulta vital predecir los costos de Mantenimiento desde las etapas de financiamiento del proyecto.

En la actualidad muchos de los proyectos, se estudian solamente teniendo como objetivo la entrega de la obra civil, pero un proyecto es mucho más que eso, pues tiene una finalidad de uso y servicio a la comunidad cuidando la seguridad y calidad de vida de los que hacen uso de la infraestructura, por lo que la definición del Mantenimiento es necesaria para acompañar al objetivo por el cual existe esa infraestructura.

A pasado el tiempo y el Mantenimiento cobra real importancia, más cuando se ha visto mucha infraestructura de salud, deteriorada en tiempos de pandemia, pues no se calculó adecuadamente desde la etapa de preinversión los costos del Mantenimiento.

El presente trabajo a continuación presenta un detalle del estado del arte en el Perú y en el mundo, los objetivos, hipótesis, operacionalización de variables donde se indican valores estimados para evaluar el grado de adopción BIM de un proyecto, luego en el capítulo II desarrollará la estrategia metodológica seguida en base a los datos del Anexo 1 presentados y la operacionalización de variables.

Se indican en el capítulo 3 los resultados de la evaluación de datos y su respectiva discusión en comparativa con el uso y sin el uso de la metodología BIM. Las conclusiones y recomendaciones se realizan en base a los resultados obtenidos y toda la información bibliográfica colectada.

En el anexo 2 se describe la metodología de cálculo aprobada por el ASHRAE usada por el software REVIT, que es el de mayor uso en el mercado nacional de las consultoras que ofrecen el desarrollo de proyectos con el uso de la metodología BIM.

El presente trabajo por su naturaleza especializada presenta en su anexo 3 un Glosario de Términos, para apoyo en la comprensión del tema, donde se han desarrollado el significado de los temas de evaluación y eficiencia energética en hospitales, con simulaciones adaptadas a los nuevos tiempos del Covid, con la finalidad de colaborar con la riqueza de la información presentada para un tema que cobra vigencia en la actualidad.

I.2. ANTECEDENTES:

Se ha investigado el estado del arte, los antecedentes internacionales que existen acerca del tema:

[11] Mendoza y Mosquera (2019) de La Pontificia Universidad Javeriana de Colombia, Facultad de Ingeniería para la maestría en Ingeniería Civil con énfasis: Gestión De Proyectos Y Construcción en su estudio de Integración De La Metodología BIM Con La Gestión De Sistemas De Información De Activos (Facility Management, incluye Mantenimiento), en un caso de estudio: Sistema De Iluminación Del Edificio De Investigación Y Laboratorio De La Facultad De Ingeniería De La Pontificia Universidad Javeriana, concluyen que usando adecuadamente la metodología BIM, se genera una mejora de parámetros de seguridad, optimización de tiempo, calidad, costos de operación y Mantenimiento que contribuyen positivamente a la gestión del Facility Management, el cual tiene como componente importante a la gestión del mantenimiento, se basa en muchos datos técnicos que los hace intervenir en el diseño de la iluminación, como parte de las especialidades MEP (Instalaciones Mecánicas, Eléctricas y Sanitarias)

[10] Lanfranco (2014) para Pontificia Universidad Católica De Chile, Facultad De Ingeniería Facultad De Arquitectura, Diseño Y Estudios Urbanos para optar el grado de Magister en Administración De La Construcción, en el estudio de la Gestión De Infraestructura Hospitalaria Con Apoyo De Modelos BIM concluye que el intento de implementación del BIM en el Mantenimiento, como un camino a medio hacer, que falla por la ausencia personal capacitado y describe el uso de varios softwares de gestión que incluyen al Mantenimiento, y que brindan posibilidades de mejoras que no están siendo aprovechados en su totalidad, pero no identifica mayores causas ni propone otras soluciones alternativas.

El tema también ha sido tratado por autores nacionales:

[8] Ayasta, Guillen e Izquierdo (2016) de la Escuela De Post Grado De La Universidad Peruana De Ciencias Aplicadas del Perú, para optar el grado académico de magister en Dirección De La Construcción estudian la aplicación del BIM al Facility Manager (Servicios Generales, actividad que incluye al Mantenimiento) de un Centro Comercial, concluyen que con la accesibilidad de la información BIM del proyecto, mejorada por la disponibilidad por el modo On Line, se obtiene un beneficio para el tiempo de solución de los problemas de Mantenimiento; que la información 3D BIM se va enriqueciendo conforma avanza el tiempo de vida del proyecto. Pero solamente se refiere la etapa de ejecución y operación, no indaga sobre las consecuencias de las etapas del diseño en el estudio definitivo, las selecciones de equipos sin eficiencia energética o ausencia en el diseño arquitectónico de una adecuada orientación ventilación o iluminación natural, por ejemplo.

[9] Méndez (2019), de la Universidad San Pedro de Chimbote, Vicerrectorado Académico Escuela De Posgrado, para obtener el grado de Maestro en Ingeniería civil con mención en Gerencia De La Construcción, indaga sobre la implementación de Modelos BIM en el Programa de Mantenimiento de

infraestructura Hospitalaria, concluye que la metodología BIM es una herramienta indispensable para el Mantenimiento, a partir de encuestas a especialistas de Mantenimiento de la Red Asistencial Rebagliati de ESSALUD, pero en el desarrollo de la tesis no indica la verdadera causa que impide a los proyectos BIM desarrollar todas las potencialidades del Revit, software de Autodesk más conocido a la fecha para confeccionar la maqueta 3D, no menciona la los TDR`s o Términos De Referencia mal planteados para usar adecuadamente al BIM.

Y los autores locales también han tratado el tema:

[12] Durand (2019) de la Universidad Andina del Cusco, para optar su título profesional, en su estudio de Análisis comparativo de la aplicación de la metodología BIM en la etapa de Pre-Construcción y sus efectos en la Construcción de proyectos hoteleros de la empresa Orion Group, 2018 – 2019, concluye que las deficiencias de la etapa de diseño, debido al mal uso del BIM y el menor grado de participación colaborativa, incurren en el incremento de fallas durante la etapa de ejecución del proyecto, también menciona que son fuente de pérdidas económicas del proyecto y atribuye la responsabilidad de este al contratista del estudio definitivo, mas no indaga sobre los TDR o entregables que debe cumplir el contratista, ni indaga sobre la transversabilidad del uso de la metodología BIM en el proyecto, por ejemplo en su etapa de Mantenimiento.

[13] Vizcarra (2019) de la Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco, para su título profesional, en su estudio de Implantación del Building Information Modeling (BIM) en las competencias de la enseñanza universitaria en la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Arquitectura e Ingeniería Civil, UNSAAC, Cusco; concluye que la enseñanza de la metodología BIM se puede integrar a la malla curricular de la citada universidad, que el nivel de manejo de esta metodología es muy bajo aún, pero la demanda de aumento de su conocimiento es alta, y muestra las brechas en su uso, respecto al contexto nacional e internacional.

El presente trabajo, se justifica porque indaga sobre la influencia de la Gestión de Mantenimiento BIM, como herramienta de solución de problemas que se van a presentar en las labores diarias de un Gerente de Proyectos, durante todas las etapas de vida y todos los procesos de operación de un proyecto de infraestructura pública.

También porque refuerza el punto de vista integral de un proyecto, devolviendo la importancia del uso, la utilidad del proyecto que es su razón de ser, su finalidad de existir.

Y porque: la etapa de Operación del Proyecto debe ser estudiada con mayor detenimiento, para determinar con anticipación los costos de Operación y Mantenimiento.

Este trabajo es importante porque va a contribuir al estudio de los problemas que se presentan en el desarrollo de proyectos que desean solucionar problemas de salud pública y mejorar la calidad de vida de los habitantes de la Nación Peruana, teniendo como laboratorio de investigación un Hospital Infantil ubicado en la sierra del Perú.

El mundo se adapta a la metodología de trabajo colaborativo tal como es el Building Information Modeling (BIM) e internacionalmente las demás teorías o gestiones se comienzan a integrar a él. A esto no es ajena la Gestión del Mantenimiento.

I.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

I.3.1. Objetivo General

Determinar la influencia de la optimización del diseño de los Sistemas de Ventilación y Climatización (HVAC) usando Building Information Modeling (BIM) en la mejora de los Costos de Mantenimiento del Hospital Infantil Virgen de VidaWasi del Urubamba, Cusco de enero del 2018 a julio del 2021.

I.3.2 Objetivos Específicos

I.3.2.1. Evaluar la optimización del diseño de los Sistemas de Ventilación y Climatización (HVAC) usando Building Information Modeling (BIM) en la eficiencia de los Costos de Mantenimiento del Hospital Infantil Virgen de VidaWasi del Urubamba, Cusco de enero del 2018 a julio del 2021.

I.3.2.1 Evaluar la optimización del diseño de los Sistemas de Ventilación y Climatización (HVAC) usando Building Information Modeling (BIM) en la eficacia de los Costos de Mantenimiento del Hospital Infantil Virgen de VidaWasi del Urubamba, Cusco de enero del 2018 a julio del 2021

I.4. HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN

I.4.1. Hipótesis General

La optimización del diseño de los Sistemas de Ventilación y Climatización (HVAC) usando Building Information Modeling (BIM) mejorará los costos de Mantenimiento del Hospital Infantil Virgen de VidaWasi del Urubamba, Cusco de enero del 2018 a julio del 2021.

I.4.2. Hipótesis Específicas

1.4.2.1. La optimización del diseño de los Sistemas de Ventilación y Climatización (HVAC) usando Building Information Modeling (BIM) mejorará la eficiencia de los costos de Mantenimiento del Hospital Infantil Virgen de VidaWasi del Urubamba, Cusco de enero del 2018 a julio del 2021.

1.4.2.2. La optimización del diseño de los Sistemas de Ventilación y Climatización (HVAC) usando Building Information Modeling (BIM) mejorará la eficacia de los costos de Mantenimiento del Hospital Infantil Virgen de VidaWasi del Urubamba, Cusco de enero del 2018 a julio del 2021.

I.5. VARIABLES DE LA INVESTIGACIÓN

I.5.1 IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES

I.5.1.1. Variable Independiente “X”:

Diseño de los Sistemas de Ventilación y Climatización (HVAC)

TABLA 01: DEFINICIÓN DE LAS DIMENSIONES DE LA VARIABLE INDEPENDIENTE:

DIMENSIONES	INDICADORES	FORMULA DE CUMPLIMIENTO	ESCALA DE VALORACIÓN
A: Identificación de la mejora BIM	Oportunidades efectivas de mejora BIM	Total de oportunidades identificadas x100 /Total de oportunidades programadas	0 a100%
B: Asimilar el Problema y decidir el grado de solución LOD	Grado LOD de desarrollo BIM del proyecto	Grado LOD alcanzado x100 /Máximo grado LOD determinado	0 a100%
C: Evaluación de la transversalidad de la aplicación de la metodología BIM	Indicar las etapas del proyecto BIM y su transversalidad.	Total de etapas del Proyecto alcanzadas x100 /Total de etapas del Proyecto estimadas en BIM	0 a100%
D: Factores de Integración BIM usados	Ubicar los factores de integración BIM	Total de factores de integración efectuados x100 /Total de factores de integración determinados	0 a100%
E: Proponer , seleccionar y programar soluciones colaborativas	Seleccionar propuestas de solución	Total de propuestas seleccionadas x100 /Total de propuestas programadas	0 a100%
F: Verificación de costos de diseño	Costo del diseño	Costo total del diseño HVAC resultante x100 /Costo total del HVAC esperado.	0 a100%
G: Control del Proyecto	Indicar controles por etapas del Proyecto	Total de controles realizados x100 /Total de controles programados	0 a100%

Fuente: Elaboración propia.

A.- Identificación de la mejora BIM:

El total U de oportunidades programadas, son todas las ventajas de mejora que ofrece la metodología BIM durante el diseño de los equipos HVAC y estas se pueden resumir en la siguiente tabla:

TABLA 02: VALORACION DEL TOTAL DE OPORTUNIDADES PROGRAMADAS
ACUMULATIVAS

ITEM	VENTAJAS U OPORTUNIDADES DE MEJORA BIM	INDICE
1	CODIFICACIÓN DE TODOS LOS OBJETOS O EQUIPOS PARA SU SEGUIMIENTO O RÁPIDA ADAPTACIÓN EN CASO DE VARIACIONES	0.17
2	OBJETOS O EQUIPOS DESCRITOS SEGÚN SUS PROPIEDADES FÍSICAS REQUERIDAS	0.17
3	OBJETOS O EQUIPOS CON UNA UBICACIÓN ESPACIAL 3D EN AMBIENTES TAMBIEN CODIFICADOS PARA MEJOR COMUNICACIÓN COLABORATIVA Y CON LA COMUNIDAD	0.17
4	ANALISIS DE INTERFERENCIAS ESPACIALES DE INSTALACIÓN. ESPACIO DE TRABAJO Y ESPACIO DE EVACUACIÓN	0.17
5	POSIBILIDAD DE HACER METRADOS Y PRESUPUESTOS AUTOMÁTICOS, QUE FACILITEN LOS CRONOGRAMAS	0.17
6	POSIBILIDAD DE HACER SEGUIMIENTO DE CALIDAD AS BUILT DE LOS OBJETOS O EQUIPOS.	0.17
7	POSIBILIDAD DE TENER RAPIDAMENTE UN INVENTARIO BASE PARA PLANIFICAR EL MANTENIMIENTO	0.17

Fuente: Elaboración propia.

$$\text{Oportunidades efectivas de mejora BIM (0 a 100\%)} = \frac{\text{Total de oportunidades identificadas} \times 100}{\text{Total de oportunidades programadas}}$$

El total de oportunidades identificadas para la etapa del diseño, son las ventajas que el proyecto logra aprovechar de la metodología BIM, y eso depende también de cómo están planteados los entregables solicitados por el cliente.

B.- Asimilar el Problema y decidir el grado de solución LOD:

$$\text{Grado LOD de desarrollo BIM del proyecto (0 a 100\%)} = \frac{\text{Grado LOD alcanzado} \times 100}{\text{Máximo grado LOD determinado}}$$

El máximo grado LOD (**Level Of Development**) o nivel de desarrollo alcanzado por un proyecto es alcanzado, es 600.

TABLA 03: VALORACION DEL MAXIMO GRADO LOD ALCANZADO:

ITEM	GRADO LOD ALCANZADO		INDICE
1	LOD 100	ELEMENTO CONCEPTUAL CODIFICADO	0.17
2	LOD 200	CON ALGUNA INFORMACION DE PROPIEDADES NO GRAFICAS	0.33
3	LOD 300	OBJETO CON DIMENSIONES, UBICACIÓN Y PROPIEDADES NO GRAFICAS	0.50
4	LOD 350	OBJETO CON INFORMACION DE INTERFERENCIAS	0.67
5	LOD 400	OBJETO CON ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	0.83
6	LOD 500	OBJETO ASBUILT, CON INFORMACION PARA SU MANTENIMIENTO	1.00
7	LOD 600	OBJETO CON INFORMACION PARA SU DESMONTAJE Y RECICLADO	1.17

Fuente: Elaboración propia.

C.- Evaluación de la transversalidad de la aplicación de la metodología BIM:

Indicar las etapas del proyecto BIM y su transversalidad (0 a100%) = $\frac{\text{Total de etapas del Proyecto alcanzadas} \times 100}{\text{Total de etapas del Proyecto estimadas en BIM}}$

El total de etapas del Proyecto se influyen entre si, desde su antecesora, incluyen la preinversión, la inversión y post inversión; la etapa de inversión se divide en la ejecución del estudio definitivo (El diseño y planificación de obra), la construcción de la infraestructura completa con la instalación de los equipos ligados a obra y la procura del equipamiento; y si todas las etapas son trabajadas con la metodología BIM logran un 100% de transversalidad.

Esto depende de cómo están planteados los contratos en cada etapa del proyecto.

TABLA 04: VALORACION DEL TOTAL DE ETAPAS DEL PROYECTO DETERMINADAS PARA USO DEL BIM

ITEM	ETAPAS DEL PROYECTO	INDICE
1	IDEA	0.17
2	PERFIL	0.33
3	FACTIBILIDAD	0.50
4	EXPEDIENTE TECNICO	0.67
5	EJECUCIÓN	0.83
6	OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	1.00
7	EVALUACIÓN EXPOST	1.17

Fuente: Elaboración propia.

D.- Factores de Integración BIM usados:

$$\text{Ubicar los factores de integración BIM (0 a 100\%)} = \frac{\text{Total de factores de integración efectuados} \times 100}{\text{Total de factores de integración determinados}}$$

madurez o grado de integración máximo logrado será 7D y eso depende también de cómo están planteados los entregables solicitados por el cliente.

TABLA 05: VALORACION DEL TOTAL DE FACTORES DE INTEGRACIÓN ABARCADOS

ITEM	ETAPAS DEL PROYECTO	INDICE
1	IDEA	0.17
2	PERFIL	0.33
3	FACTIBILIDAD	0.50
4	EXPEDIENTE TECNICO	0.67
5	EJECUCIÓN	0.83
6	OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	1.00
7	EVALUACIÓN EXPOST	1.17

Fuente: Elaboración propia.

E.- Proponer, seleccionar y programar soluciones colaborativas:

$$\text{Seleccionar propuestas de solución (0 a 100\%)} = \frac{\text{Total de propuestas seleccionadas} \times 100}{\text{Total de propuestas programadas}}$$

Este indicador pretende calificar el trabajo en equipo logrado por el conjunto de profesionales que está interviniendo en el proyecto.

Esto depende también del CDE o entorno común de datos solicitado por el cliente, en otras palabras, cuanto vá invertir en el espacio informático que contendrá al diseño de su proyecto.

TABLA 06: VALORACION DEL TOTAL DE PROPUESTAS PROGRAMADAS ACUMULATIVAS

ITEM	PROPUESTAS PROGRAMADAS PARA EL DISEÑO	INDICE
1	PLANIFICACION INICIAL DE LAS INSTALACIONES Y ADAPTACIONES A LA ARQUITECTURA	5
2	CALCULO DE LA CALIDAD DE AIRE, RENOVACIÓN Y NIVEL DE FILTRADO	1
3	APORTE DE CALOR POR MATERIALES DELIMITANTES	1
4	APORTE DE CALOR POR VENTILACIÓN O INFILTRACIÓN	1
5	APORTE DE CALOR POR OCUPACIÓN HUMANA	1
6	APORTE DE CALOR POR EQUIPAMIENTO Y SUS PROCESOS	1
7	APORTE DE CALOR POR ILUMINACIÓN	1
8	SELECCIÓN DE EQUIPOS AHORRADORES DE ENERGÍA	1
9	DIMENSIONAMIENTO DE DUCTOS DE AIRE	1
10	PLANIFICACION P&ID DEL NIVEL DE AUTOMATIZACION DE LOS CONTROLES	2
11	DISEÑO DE LAS INSTALACIONES ELECTRICAS REQUERIDAS	1
12	DISEÑO DE LOS DRENAJES DE CONDENSADOS Y POR MANTENIMIENTO	1
13	REDISEÑO DE LAS ESTRUCTURAS DE SOPORTE DE LOS EQUIPOS SELECCIONADOS	1
14	PLANIFICACION DEL CONTROL DE CALIDAD DE LAS INSTALACIONES, PRUEBAS Y COMISIONAMIENTO	2
15	PLANIFICACIÓN DE LOS COSTOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LOS EQUIPOS	2

Fuente: Elaboración propia.

F.- Verificación de costos de diseño

$$\text{Costo del diseño (0 a 100\%)} = \frac{\text{Costo total del diseño HVAC resultante} \times 100}{\text{Costo total del HVAC esperado}}$$

Este indicador vá a comparar los resultados económicos del proyecto, si se logran los objetivos con el presupuesto estimado, incluyendo ahorros o si se tienen gastos adicionales.

Esto depende del BEP, o Plan de Ejecución BIM diseñado por el BIM Manager.

TABLA 07: VALORACION DEL COSTO TOTAL DEL DISEÑO HVAC ESPERADO

ITEM	INVERSION EN LA ADOPCIÓN BIM	COSTO S/
1	CAPACITACION DEL PERSONAL 5 STAFF + 5 MODELADORES	S/.40,000
2	ADQUISICION DE COMPUTADORAS 10 PC PARA DISEÑO GRÁFICO	S/.60,000
3	ALQUILER DE SOFTWARES 3 LICENCIAS	S/.30,540
4	ADQUISICION DE UN CDE - DROPBOX 2 GIGAS ANUAL 10 CUENTAS	S/.8,155
5	IMPLEMENTACION DE UNA SALA ICE PRESENCIAL U ON LINE, DOS TELEVISORES Y ALQUILER DE INTERNET 150Mbps X 1 AÑO + INSTALACION	S/.11,796
TOTAL ESTIMADO EN SOLES		S/.150,491
TOTAL ESTIMADO EN DOLARES		USD 37,622.80

Fuente: Elaboración propia.

G.- Control del Proyecto

$\text{Indicar controles por etapas del Proyecto (0 a 100\%)} = \frac{\text{Total de controles realizados} \times 100}{\text{Total de controles programados}}$
--

El total de controles programados se resumen en lo siguiente:

TABLA 08: VALORACION DEL TOTAL DE CONTROLES PROGRAMADOS

ITEM	ETAPAS DEL PROYECTO	INDICE
1	TIEMPOS DE CUMPLIMIENTO	25%
2	CONTENIDO CUMPLIDO A SOLICITUD DEL CLIENTE	25%
3	CONTENIDO CUMPLIDO POR NORMATIVA	25%
4	CALIDAD DEL ENTREGABLE	25%

Fuente: Elaboración propia.

- ✓ Tiempos de cumplimiento.
- ✓ Contenido cumplido, a solicitud del cliente o por normativa.
- ✓ Calidad del entregable.

I.5.1.2. Variable Dependiente “Y”

Costos de Mantenimiento del Hospital Infantil

TABLA 09: DEFINICIÓN DE LAS DIMENSIONES DE LA VARIABLE DEPENDIENTE

DIMENSIONES	INDICADORES	FORMULA DE CUMPLIMIENTO	ESCALA DE VALORACIÓN
<p>Eficiencia: Selección y uso adecuado de las herramientas BIM, para lograr mejoras en un tiempo adecuado.</p>	<p>Aumento del índice MTBF y disminución del índice MTTR</p>	$MTBF = \frac{\text{Tiempo de funcionamiento}}{\text{número de fallas}}$ $MTTR = \frac{\text{Tiempo de inactividad}}{\text{número de fallas}}$	<p>De cero a el total del tiempo de vida del equipo de HVAC.</p>
<p>Eficacia: Llegar al cumplimiento de la mejora medible de los costos de mantenimiento.</p>	<p>Disminución de los costos de mantenimiento</p>	$\text{Costos de Mantenimiento} = \text{Costos Directos de Mantenimiento} + \text{Costos Indirectos de Mantenimiento} + \text{Costos Generales de Mantenimiento.}$	<p>De cero a el costo planificado del mantenimiento.</p>

Fuente: Elaboración propia.

La eficiencia, tiene ya una formula definida, por lo que el cálculo de estas cifras está indicado ya.

La eficacia se vá a medir en función de los costos de mantenimiento, desplegado del siguiente modo:

$$\text{Costos de Mantenimiento} = \text{Costos Directos de Mantenimiento} + \text{Costos Indirectos de Mantenimiento} + \text{Costos Generales de Mantenimiento.}$$

TABLA 10: DEFINICION DEL INDICE DE EFICACIA

INDICE DE EFICACIA		S/BIM	C/BIM
ITEM	COSTOS DE MANTENIMIENTO	HADUP	VIDAWASI
1	Los Costos Directos de Mantenimiento.- Se refieren a los gastos para desarrollar el Plan de Mantenimiento y su Programa, implica los costos de Materiales, Repuestos, Mano de Obra, Herramientas.	DEPENDE DEL % DE FALLAS	
2	Los Costos Indirectos de Mantenimiento.- Los costos de la falla, lo que se deja de ganar, lo que cuesta alquilar un equipo o servicio similar, multas, etc.	DEPENDE DEL % DISPONIBILIDAD DE EQUIPOS	
3	Los Costos Generales de Mantenimiento.- Son los gastos incurridos con la ejecución o sin la ejecución del Mantenimiento. Por ejemplo los que se adquieren como garantía de un equipo, los seguros que se pagan aún no se ejecute el mantenimiento, impuestos, etc.	SON IGUALES	

Fuente: Elaboración propia.

I.5.2. OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

$$f(X) = Y$$

estímulo

X1.....à X2

→ Y1.....à Y2

La variable independiente X1, sufre un estímulo por el uso de la metodología BIM para convertirse en X2, correlativamente la variable dependiente vá cambiar, se medirá cuánto cambia.

En el siguiente cuadro se muestran el análisis de las variables, con la información completa de sus dimensiones, valoraciones, fórmulas de cumplimiento, y escala de valoración, con la finalidad de medir cada una de ellas y poder lograr varias conclusiones para profundizar el estudio.

TABLA 11: MATRIZ DE CONSISTENCIA

Tabla De Operacionalización De Variables.						
VARIABLE INDEPENDIENTE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	FORMULA DE CUMPLIMIENTO	ESCALA DE VALORACION
Diseño de Sistemas de Ventilación y Climatización (HVAC)	Diseño de Sistemas de Ventilación y Climatización (HVAC) en Building Information Modeling (BIM), significa el uso de la metodología BIM con todas sus principales características durante el proceso de diseño y la selección de equipos de HVAC, como inicio y determinación de un plan de mantenimiento.	Es la aplicación y medición de las principales características del Building Information Modeling, y la verificación de su influencia positiva: 1. Metodología de trabajo de tipo colaborativa y significa que se trabaja con archivos electrónicos compartidos, medida en propuestas de solución. 2. Base de datos de información digital de los objetos componentes del proyecto, que conforman una maqueta digital, costeable. 3. Es transversal al Proyecto, abarca todo el ciclo de vida del Proyecto. 4. Su madurez está dada por sus dimensiones (2D, 3D, ...7D); que indica el grado de integración de los datos. 5. Por el nivel de detalle o de desarrollo como, LOD 100, Detalle de diseño conceptual, LOD 200, Detalle de diseño esquemático, LOD 300, Diseño detallado de la instalación, LOD 350, Detalle de documentación de construcción, LOD 400, Detalle de fabricación y montaje, LOD 500, Asbuilt, o tal como se construyó o instaló	Identificación de la mejora BIM	Oportunidades efectivas de mejora BIM	Total de oportunidades identificadas x100 /Total de oportunidades programadas	0 a 100%
			Asimilar el Problema y decidir el grado de solución de LOD	Grado LOD de desarrollo BIM del proyecto	Grado LOD alcanzado x100 /Máximo grado LOD determinado	0 a 100%
			Evaluación de la transversalidad de la aplicación de la metodología BIM	Indicar las etapas del proyecto BIM y su transversalidad.	Total de etapas del Proyecto alcanzadas x100 /Total de etapas del Proyecto estimadas en BIM	0 a 100%
			Factores de Integración BIM usados	Ubicar los factores de integración BIM	Total de factores de integración efectuados x100 /Total de factores de integración determinados	0 a 100%
			Proponer, seleccionar y programar soluciones colaborativas	Seleccionar propuestas de solución	Total de propuestas seleccionadas x100 /Total de propuestas programadas	0 a 100%
Costos de Mantenimiento del Hospital Infantil	Los costos del Mantenimiento, totales están conformados por aquellos que se planifican y los que se tienen que realizar de modo imprevisto. Los costos que se planifican solamente se pueden mejorar variando las frecuencias de intervención de modo experimental y de modo particular en cada caso, para evitar los costos imprevistos.	Los costos del mantenimiento están definidos por los recursos utilizados, llámense mano de obra, herramientas, materiales, insumos, repuestos, frecuencia de actividades y costos de la gestión, existe un costo por no realizar una mantenimiento adecuado, el costo de el costo de MTBF (tiempo medio entre cada ocurrencia de una parada específica por fallo) y costo de MTTR(tiempo medio hasta haber reparado la avería).	Verificación de costos de diseño	Costo del diseño	Costo total del diseño HVAC resultante x100 /Costo total del HVAC esperado.	0 a 100%
			Control del Proyecto	Indicar controles por etapas del Proyecto	Total de controles realizados x100 /Total de controles programados	0 a 100%
VARIABLE INDEPENDIENTE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	FORMULA DE CUMPLIMIENTO	ESCALA DE VALORACION
Costos de Mantenimiento del Hospital Infantil	Los costos del Mantenimiento, totales están conformados por aquellos que se planifican y los que se tienen que realizar de modo imprevisto. Los costos que se planifican solamente se pueden mejorar variando las frecuencias de intervención de modo experimental y de modo particular en cada caso, para evitar los costos imprevistos.	Los costos del mantenimiento están definidos por los recursos utilizados, llámense mano de obra, herramientas, materiales, insumos, repuestos, frecuencia de actividades y costos de la gestión, existe un costo por no realizar una mantenimiento adecuado, el costo de el costo de MTBF (tiempo medio entre cada ocurrencia de una parada específica por fallo) y costo de MTTR(tiempo medio hasta haber reparado la avería).	Eficiencia: Selección y uso adecuado de las herramientas BIM, para lograr mejoras en un tiempo adecuado.	Aumento del índice MTBF y disminución del índice MTTR	MTBF= (Tiempo de funcionamiento de fallas) / (número de fallas) MTTR= (Tiempo de inactividad) / (número de fallas)	De cero a el total del tiempo de vida del equipo de HVAC.
			Eficacia: Llegar al cumplimiento de la mejora medible de los costos de mantenimiento.	Disminución de los costos de mantenimiento	Costos de Mantenimiento = Costos Directos de Mantenimiento + Costos Indirectos de Mantenimiento + Costos Generales de Mantenimiento.	De cero a el costo planificado del mantenimiento.

Fuente: Elaboración propia.

II. ESTRATEGIA METODOLOGICA

II.1. TIPO, NIVEL Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

Será de tipo Básica y Cualitativa.

Básica, pues el campo de aplicación será la Teoría de Gestión del Mantenimiento.

Cualitativa, pues las cifras que se logren analizar no son suficientemente importantes para hacer un análisis de generalización en la Teoría, pero serán lo suficientemente rigurosos para plantear un resultado cualitativo.

II.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

II.2.1. Población

Dentro de un Hospital se tienen muchos equipos que dan servicio a los pacientes que hacen uso de estos.

Para evaluar los costos de mantenimiento en los que incurren los hospitales, la población a observar los servicios de mantenimiento contratados.

Para este caso se está trabajando con información histórica de años anteriores, tomando los datos del SEASE para la Red Asistencial Almenara de ESSALUD.

TABLA 12: NECESIDADES DE SERVICIOS DE MANTENIMIENTO PARA LOS CAS DE LA GERENCIA DE LA RED DESCONCENTRADA ALMENARA - EJERCICIO 2016

Nº	CÓDIGO SAP	DENOMINACION SEGÚN SAP	DENOMINACIÓN COMPLETA	TOTAL ANUAL S/.
1	029010000	MANTENIMIENTO EQUIPOS MEDICOS	Servicio de Mantenimiento Preventivo y Correctivo de Equipos Biomédicos - Grupo 1	758,988.24
2	029010000	MANTENIMIENTO EQUIPOS MEDICOS	Servicio de Mantenimiento Preventivo y Correctivo de Equipos Biomédicos - Grupo 2	854,280.00
3	029010000	MANTENIMIENTO EQUIPOS MEDICOS	Servicio de Mantenimiento Preventivo y Correctivo de Equipos Biomédicos - Grupo 3	999,061.32
4	029010000	MANTENIMIENTO EQUIPOS MEDICOS	Servicio de Mantenimiento Correctivo Especializado de Equipos Biomédicos	618,000.00
5	029010000	MANTENIMIENTO EQUIPOS MEDICOS	Servicio de Mantenimiento Preventivo y Correctivo de	535,209.60

			Equipos Biomédicos de Diagnóstico por Imágenes.	
6	029010000	MANTENIMIENTO EQUIPOS MEDICOS	Servicio de Mantenimiento Preventivo y Correctivo Especializado de Equipos Biomédicos de Alta Tecnología: Equipo de Rayos X Estacionario Digital con Sistema de Fluoroscopia	300,000.00
7	029010000	MANTENIMIENTO EQUIPOS MEDICOS	Servicio de Control de Calidad de los Equipos Biomédicos que generan Radiación Ionizante.	39,000.00
8	008040900	MANTENIMIENTO DE REDES ELECTRI	Servicio de Mantenimiento Preventivo y Correctivo de los Equipos e Instalaciones Eléctricas así como la operación del Sistema Eléctrico de Emergencia - Grupo 1	286,636.32
9	008040900	MANTENIMIENTO DE REDES ELECTRI	Servicio de Mantenimiento Preventivo y Correctivo de los Equipos e Instalaciones Eléctricas así como la operación del Sistema Eléctrico de Emergencia - Grupo 2	288,074.88
10	008040900	MANTENIMIENTO DE REDES ELECTRI	Servicio de Mantenimiento Preventivo y Correctivo de los Equipos e Instalaciones Eléctricas así como la operación del Sistema Eléctrico de Emergencia - Grupo 3	410,400.00
11	008040900	MANTENIMIENTO DE REDES ELECTRI	Servicio de Mantenimiento Correctivo Especializado de Equipos e Instalaciones Eléctricas.	1,709,500.00
12	008020000	MANTENIMIENTO EQUIPOS ELECTROM	Servicio de Mantenimiento Preventivo y Correctivo de los Equipos e Instalaciones Electromecánicas, Sistemas de distribución de Gases Medicinales y Sistemas Sanitarios - Grupo 1	738,610.27
13	008020000	MANTENIMIENTO EQUIPOS ELECTROM	Servicio de Mantenimiento Preventivo y Correctivo de los Equipos e Instalaciones Electromecánicas, Sistemas de distribución de Gases Medicinales y Sistemas Sanitarios - Grupo 2	604,600.42
14	008020000	MANTENIMIENTO EQUIPOS ELECTROM	Servicio de Mantenimiento Preventivo y Correctivo de los Equipos e Instalaciones Electromecánicas, Sistemas de distribución de Gases Medicinales y Sistemas Sanitarios - Grupo 3	794,277.79

15	008020000	MANTENIMIENTO EQUIPOS ELECTROM	Servicio de Mantenimiento Correctivo Especializado de los Equipos e Instalaciones Electromecánicas, Sistemas de distribución de Gases Medicinales y Sistemas Sanitarios.	8,046,800.00
16	008030000	MANTENIMIENTO DE INFRAESTRUCTU	Servicio de Mantenimiento Preventivo y Corretcivo de la Infraestructura Física - Grupo 1	547,652.89
17	008030000	MANTENIMIENTO DE INFRAESTRUCTU	Servicio de Mantenimiento Preventivo y Corretcivo de la Infraestructura Física - Grupo 2	547,939.45
18	008030000	MANTENIMIENTO DE INFRAESTRUCTU	Servicio de Mantenimiento Preventivo y Corretcivo de la Infraestructura Física - Grupo 3	634,608.00
19	008030000	MANTENIMIENTO DE INFRAESTRUCTU	Servicio Complementario de Mantenimiento de la Infraestructura Hospitalaria.	920,400.00
20	008030000	MANTENIMIENTO DE INFRAESTRUCTU	Mantenimiento e Impermeabilización de las azoteas y techos	751,980.00
21	008030000	MANTENIMIENTO DE INFRAESTRUCTU	Mantenimiento de los SS:HH Públicos todos los pisos	206,690.00
22	008030000	MANTENIMIENTO DE INFRAESTRUCTU	Mantenimiento de los Ambientes designados a Control de TBC	380,050.00
23	008030000	MANTENIMIENTO DE INFRAESTRUCTU	Mantenimiento del área de Residuos Sólidos	75,500.00
24	008030000	MANTENIMIENTO DE INFRAESTRUCTU	Mantenimiento de la infraestructura de la Cisterna de Agua Blanda	51,140.00
25	008030000	MANTENIMIENTO DE INFRAESTRUCTU	Suministro e Instalación de Puertas Cortafuego en Escalera de Emergencia	43,000.00
26	008030000	MANTENIMIENTO DE INFRAESTRUCTU	Mantenimiento integral del Servicio de Centro Quirúrgico y Anestesiología	177,090.00
27	008030000	MANTENIMIENTO DE INFRAESTRUCTU	Mantenimiento general de la carpintería de madera inc. Aplicación de Retardante	64,360.00
28	008030000	MANTENIMIENTO DE INFRAESTRUCTU	Mantenimiento General de los acabados en paredes y pisos	93,440.00
29	008030000	MANTENIMIENTO DE INFRAESTRUCTU	Servicios de Mantenimiento de la Fachadas Exteriores e Interiores.	768,200.00
30	008020200	MANTENIMIENTO DE ASCENSORES	Servicio de Mantenimiento Preventivo y Correctivo de los	216,000.00

			Ascensores Otis, Schindler y Thyssen.	
31	008020800	MANTENIMIENTO DE GRUPO ELECTRO	Servicio de Mantenimiento Preventivo y Correctivo de Grupos Electrógenos.	783,200.00
TOTAL S/.				23,244,689.18

Fuente: SEACE año 2016.

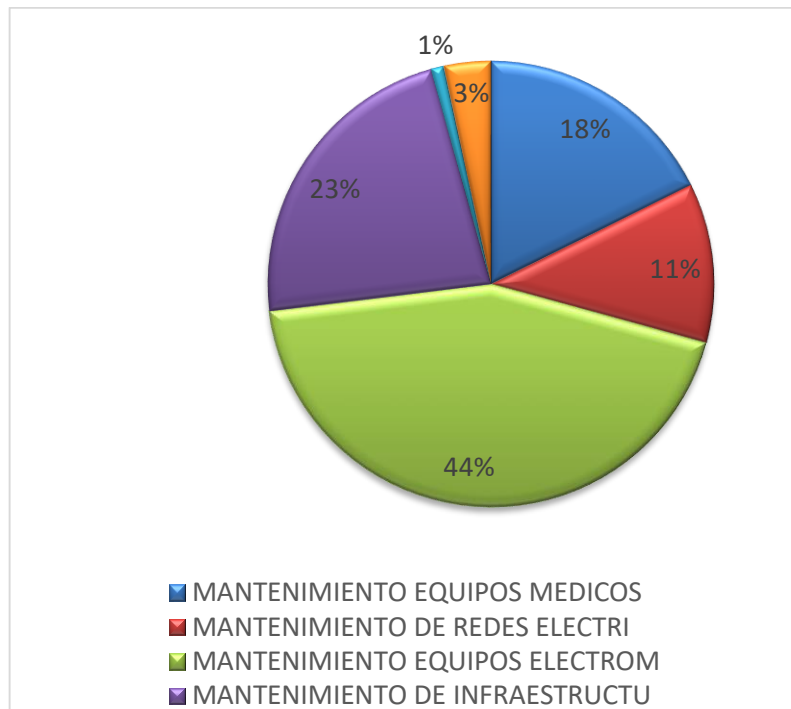
Se realiza un resumen tomando en cuenta el código SAP, posteriormente se muestra a toda la población distribuida porcentualmente

TABLA 13: RESUMEN DE COSTOS DE MANTENIMIENTO POR CODIGO SAP

CODIGO SAP	DESCRIPCION	MONTO S/.
029010000	MANTENIMIENTO EQUIPOS MEDICOS	4,104,539.16
008040900	MANTENIMIENTO DE REDES ELECTRI	2,694,611.20
008020000	MANTENIMIENTO EQUIPOS ELECTROM	10,184,288.48
008030000	MANTENIMIENTO DE INFRAESTRUCTU	5,262,050.34
008020200	MANTENIMIENTO DE ASCENSORES	216,000.00
008020800	MANTENIMIENTO DE GRUPO ELECTRO	783,200.00
TOTAL =		23,244,689.18

Fuente: Elaboración propia.

FIGURA 03: % DEL COSTO DE MANTENIMIENTO DE UNA RED DE HOSPITALES EN EL PERÚ -2017



Fuente: Elaboración propia.

Por lo tanto se escogen los equipos electromecánicos, porque representan el 44% del total de costos de mantenimiento hospitalario.

La selección adecuada de estos equipos va a incidir en los gastos de operación y mantenimiento de un Hospital.

II.2.2. Muestra

La muestra para el estudio de optimización de los costos del mantenimiento serán los Equipos HVAC, por ser los mayores consumidores de energía eléctrica y por ser los que requieren los mayores gastos de mantenimiento, enfocados desde su diseño.

II.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

II.3.1. Técnicas de Recolección de información

Se realizaron cuadros y gráficos para evaluar con y sin BIM la calidad del diseño y los costos de mantenimiento de dos hospitales.

En el primer cuadro de recolección de datos: Se analizó la información de equipos de HVAC instalados en un hospital existente, con 14 años de antigüedad de la Red Asistencial Almenara de Essalud desde los documentos de sustento técnico de reposición de equipos, usados en la red desconcentrada Almenara en el año 2016, y se clasificaron las causas de falla:

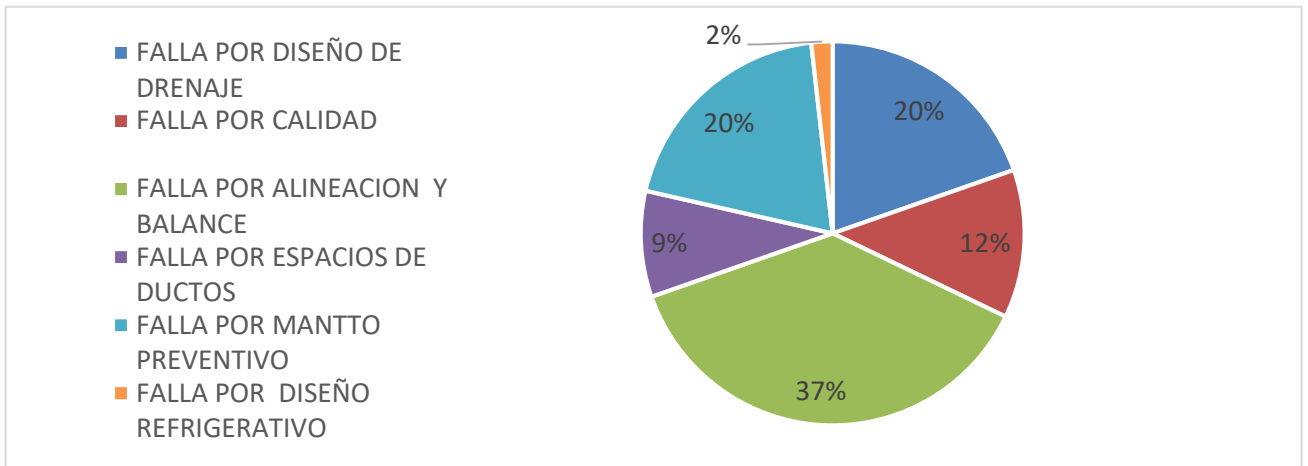
TABLA 14: CUADRO RESUMEN DE LOS MODOS DE FALLA DE LOS EQUIPOS CRITICOS DEL HOSPITAL VIDAWASI DE HVAC QUE HAN SIDO PREVISTAS CON LA METODOLOGÍA BIM Y SU SIMULACIÓN SIMPLE POR CAUSA DE FALLA.

ITEM	TIPO DE EQUIPO	SERVICIO	FALLAS /AÑO	HRS /DIA	MTBF ANUAL (DIAS/ FALLA)	MTTR ANUAL (DIAS X FALLA)	ANTIGÜEDAD (AÑOS)	DESCRIPCION DE LAS FALLAS QUE LO LLEVAN A PEDIR EL REEMPLAZO	FALLA X DISEÑO DE DRENAJE	FALLA X CALIDAD	FALLA X ALINEACION Y BALANCE	FALLA X ESPACIOS DE DUCTOS	FALLA X MANTITO PREVENTIVO	FALLA X DISEÑO REFRIGERATIVO	100% causas de falla HADUP	Suma de % de fallas previstas con BIM	% previstas/100% HADUP	Número de fallas HADUP	Número de fallas con BIM
1	SPLIT DUCTO	CENTRO QUIRURGICO	8.87	18	39.67	1.50	14	COMPRESOR REEMPLAZADO 2 VECES Y EL ACTUAL TIENE DEFICIENCIAS DE COMPRESION, MOTOR FAN DE CONDENSADOR RECALENTA, BANDEJA DE CONDENSADO OXIDADA, DUCTOS DETERIORADOS, EN EL PLENUM DEL CENTRO QUIRURGICO, FAJAS HERRIADAS ROTAS, RELE Y PROTECCION DE CICLO CORTO QUEMADOS.	0.75	0	0.5	0.9	0.2	0	9	2.35	0.26	12	8.87
2	SPLIT DUCTO	CENTRO QUIRURGICO	6.51	18	54.58	1.45	14	DEFICIENCIAS DE COMPRESION, INTERCAMBIADOR DE CALOR DEL CONDENSADOR CON FILAMENTOS DE ALUMINIO DESGASTADOS, MOTOR FAN DE CONDENSADOR DETERIORADO, BANDEJA DE CONDENSADO OXIDADO, DUCTOS DEL PLENUM Y CAJA DE FILTROS EN MAL ESTADO.	0.75	0.5	0.2	0.9	0.1	0	6	2.45	0.41	11	6.51
3	SPLIT DUCTO	CENTRO QUIRURGICO	8.42	18	41.87	1.40	14	MOTOR COMPRESOR PRESENTA DESGASTE MECANICO Y DEFICIENCIAS DE COMPRESION, EL SIROCO DEL EVAPORADOR SE HALLA GRAVEMENTE OXIDADO, EL MOTOR FAN DE CONDENSADOR DETERIORADO, LA BASE DEL CONDENSADOR Y LA BANDEJA DE CONDENSADO DEL EVAPORADOR ESTAN OXIDADOS, MOTOR FAN CON BAJA DE EFICIENCIA, PRE FILTROS Y FILTRO HEPA EN MAL ESTADO, LOS DUCTOS DEL PLENUM SE HALLAN CON FUGAS Y OXIDADOS, NECESITA UN CAMBIO DEL CONTROLADOR DE CICLO CORTO.	0.75	0	0.4	0.9	0.3	0	10	2.35	0.24	11	8.42
4	SPLIT DECOR.	CENTRAL DE ESTERILIZACION	5.43	24	65.74	1.50	14	COMPRESOR RECALENTANDO Y CON BAJA EFICIENCIA, INTERCAMBIADOR DE CALOR DEL CONDENSADOR CON FILAMENTOS DE ALUMINIO DESGASTADOS, MOTOR FAN DE CONDENSADOR DETERIORADO, BANDEJA DE CONDENSADO Y PAREDES DEL EVAPORADOR OXIDADOS, PRE FILTROS EN MAL ESTADO, DUCTOS DEL PLENUM Y CAJA DE FILTROS OXIDADOS.	1.5	0.5	0.2	0.9	0.1	0	7	3.2	0.46	10	5.43
5	ROOF TOP	CENTRO QUIRURGICO	4.35	18	82.41	1.50	9	MOTOR COMPRESOR REPARADO Y CAMBIADO DOS VECES PRESENTA DESGASTE MECANICO Y DEFICIENCIAS DE COMPRESION, INTERCAMBIADOR DE CALOR DEL CONDENSADOR DEL TECHO TIENE LOS FILAMENTOS DE ALUMINIO DESGASTADOS, MOTOR FAN DE CONDENSADOR RECALENTA, BASE Y CARCAZA DEL CONDENSADOR OXIDADA, DUCTOS Y CAJA	1.5	0.5	0.2	0.9	0	0	6	3.1	0.52	9	4.35
6	SPLIT DUCTO	CENTRO OBSTETRICO	5.91	24	60.21	1.45	14	MOTOR COMPRESOR RECALENTA, PRESENTA DESGASTE MECANICO Y DEFICIENCIAS DE COMPRESION, SIROCO DEL EVAPORADOR POR REEMPLAZAR, INTERCAMBIADOR DE CALOR FILAMENTOS DE ALUMINIO DESGASTADOS, MOTOR FAN DE CONDENSADOR DETERIORADO, BANDEJA DE CONDENSADO REEMPLAZADA OXIDADA, MOTOR FAN CON BAJA DE EFICIENCIA, PRE FILTROS EN MAL ESTADO, RELE QUEMADO.	1.5	0.5	0.2	0	0.2	0	7	2.4	0.34	9	5.91
7	SPLIT DECOR.	CENTRAL DE ESTERILIZACION	5.63	18	63.39	1.20	14	MOTOR COMPRESOR RECALENTA, FUE CAMBIADO 2 VECES, INTERCAMBIADOR DE CALOR DEL CONDENSADOR CON FILAMENTOS DE ALUMINIO DESGASTADOS, MOTOR FAN DE CONDENSADOR CON BAJA DE EFICIENCIA, SIN KIT FILTROS POR SER REPUESTOS DESCONTINUADOS.	0	0.5	0.1	0	0.1	0.8	4	1.5	0.38	9	5.63
8	SPLIT DECOR.	CENTRAL DE ESTERILIZACION	5.52	24	64.62	1.10	14	MOTOR COMPRESOR PRESENTA ALTOS RUIDOS NO LLEGA A LA PRESION ADECUADA, EL CONDENSADOR PRESENTA FILAMENTOS DE ALUMINIO DESGASTADOS, MOTOR FAN DE CONDENSADOR DETERIORADO, BASE DEL CONDENSADOR OXIDADO, REQUIERE EL CAMBIO DEL FILTROS DE AIRE DESCONTINUADOS.	0.75	0.5	0.2	0	0.1	0	5	1.55	0.31	8	5.52
9	SPLIT DUCTO	SALA DE RECUPERACION	4.20	24	85.40	1.15	14	MOTOR COMPRESOR REEMPLAZADO 2 VECES RECALENTA, LIBERAMENTE, INTERCAMBIADOR DE CALOR DEL CONDENSADOR CON LOS FILAMENTOS DE ALUMINIO GASTADOS.	0	0.5	0.1	0	0	0	2	0.6	0.30	6	4.20

Fuente: Elaboración Propia desde los datos del Anexo 1

La totalización de causas de falla se presenta en el siguiente diagrama:

FIGURA 04: CAUSAS PARA REEMPLAZAR LOS EQUIPOS HVAC



Fuente: Elaboración Propia desde los datos del Anexo 1

TABLA 15: TOTALIZACION POR TIPO DE FALLA

TIPO DE FALLA:	TOTAL	% PREVENIBLE EN EL DISEÑO	FALLAS PREVENIBLES CON BIM
FALLA POR DISEÑO DE DRENAJE	11	75%	8.25
FALLA POR CALIDAD	7	50%	3.5
FALLA POR ALINEACION Y BALANCE	21	10%	2.1
FALLA POR ESPACIOS DE DUCTOS	5	90%	4.5
FALLA POR MANTTO PREVENTIVO	11	10%	1.1
FALLA POR DISEÑO REFRIGERATIVO	1	80%	0.8
TOTAL DE FALLAS:	56	TOTAL DE FALLAS PREVENIBLES BIM:	20.25
		NO PREVENIBLES EN EL MODELADO BIM:	35.75

Fuente: Elaboración Propia desde los datos del Anexo 1

II.3.2. Instrumentos de Recolección de información

Se parte desde la ausencia del estímulo, para cambiar el estado de la variable independiente.

El estímulo es el uso de la metodología BIM en el diseño.

Se recolectan datos de trabajo, ordenados para sustentar la importancia de un reemplazo de equipos, desde las fallas presentadas en la evaluación técnica de los mismos.

Esta información es ordenada en fichas que la institución de salud venía a llamar como Anexo 1, se coloca esta información en el Anexo 1 del presente trabajo de tesis.

También se recolecta la información del hospital VidaWasi, en un cuadro que aborda todas las oportunidades tomadas para su diseño, y se mide su madurez BIM, aplicando las tablas de las dimensiones de la variable independiente.

III. RESULTADOS:

Evaluación la madurez BIM de dos casos, uno que fue diseñado implementando la metodología BIM y otro sin la metodología BIM.

TABLA 16: TABLA DE VALORACION COMPARATIVA DEL TOTAL DE OPORTUNIDADES PROGRAMADAS ACUMULATIVAS

TABLA DE VALORACION DEL TOTAL DE OPORTUNIDADES PROGRAMADAS ACUMULATIVAS			S/BIM	C/BIM
ITEM	VENTAJAS U OPORTUNIDADES DE MEJORA BIM	INDICE	HADUP	VIDAWASI
1	CODIFICACIÓN DE TODOS LOS OBJETOS O EQUIPOS PARA SU SEGUIMIENTO O RÁPIDA ADAPTACIÓN EN CASO DE VARIACIONES	17%	0.5	0.9
2	OBJETOS O EQUIPOS DESCRITOS SEGÚN SUS PROPIEDADES FÍSICAS REQUERIDAS	17%	0.5	0.9
3	OBJETOS O EQUIPOS CON UNA UBICACIÓN ESPACIAL 3D EN AMBIENTES TAMBIEN CODIFICADOS PARA MEJOR COMUNICACIÓN COLABORATIVA Y CON LA COMUNIDAD	17%	0	0.9
4	ANÁLISIS DE INTERFERENCIAS ESPACIALES DE INSTALACIÓN. ESPACIO DE TRABAJO Y ESPACIO DE EVACUACIÓN	17%	0	1
5	POSIBILIDAD DE HACER METRADOS Y PRESUPUESTOS AUTOMÁTICOS, QUE FACILITEN LOS CRONOGRAMAS	17%	0	0.9
6	POSIBILIDAD DE HACER SEGUIMIENTO DE CALIDAD AS BUILT DE LOS OBJETOS O EQUIPOS.	17%	0	0
7	POSIBILIDAD DE TENER RAPIDAMENTE UN INVENTARIO BASE PARA PLANIFICAR EL MANTENIMIENTO	17%	0	0.5
INDICE ACUMULADO COMPARATIVO			17%	87%

Fuente: Elaboración Propia

TABLA 17: DE VALORACION COMPARATIVA DEL MAXIMO GRADO LOD

TABLA DE VALORACION DEL MAXIMO GRADO LOD DETERMINADO:			S/BIM	C/BIM
ITEM	GRADO LOD ALCANZADO		HADUP	VIDAWASI
1	LOD 100	ELEMENTO CONCEPTUAL CODIFICADO	0	1
2	LOD 200	CON ALGUNA INFORMACION DE PROPIEDADES NO GRAFICAS	0	1
3	LOD 300	OBJETO CON DIMENSIONES, UBICACIÓN Y PROPIEDADES NO GRAFICAS	0	1
4	LOD 350	OBJETO CON INFORMACION DE INTERFERENCIAS	0	1
5	LOD 400	OBJETO CON ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	0	0.5
6	LOD 500	OBJETO ASBUILT, CON INFORMACION PARA SU MANTENIMIENTO	0	0
7	LOD 600	OBJETO CON INFORMACION PARA SU DESMONTAJE Y RECICLADO	0	0
INDICE COMPARATIVO LOGRADO			0%	75%

Fuente: Elaboración Propia

TABLA 18: VALORACION COMPARATIVA DEL TOTAL DE ETAPAS ABARCADAS

TABLA DE VALORACION DEL TOTAL DE ETAPAS DEL PROYECTO DETERMINADAS PARA USO DEL BIM			S/BIM	C/BIM
ITEM	ETAPAS DEL PROYECTO		HADUP	VIDAWASI
1	IDEA		0	0.5
2	PERFIL		0	1
3	FACTIBILIDAD		0	1
4	EXPEDIENTE TECNICO		0	1
5	EJECUCIÓN		0	0
6	OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO		0	0
7	EVALUACIÓN EXPOST		0	0
INDICE COMPARATIVO LOGRADO			0%	67%

Fuente: Elaboración Propia

TABLA 19: VALORACION COMPARATIVA DE FACTORES DE INTEGRACIÓN

TABLA DE VALORACION DEL TOTAL DE FACTORES DE INTEGRACIÓN DETERMINADOS			S/BIM	C/BIM
ITEM	ETAPAS DEL PROYECTO	INDICE	HADUP	VIDAWASI
1	1D	0.17	0	0.5
2	2D	0.33	0	1
3	3D	0.50	0	1
4	4D	0.67	0	1
5	5D	0.83	0	1
6	6D	1.00	0	0
7	7D	1.17	0	0
INDICE COMPARATIVO LOGRADO			0%	83%

Fuente: Elaboración Propia

TABLA 20: VALORACION COMPARATIVA DE PROPUESTAS PROGRAMADAS ACUMULATIVAS

TABLA DE VALORACION DEL TOTAL DE PROPUESTAS PROGRAMADAS ACUMULATIVAS			S/BIM	C/BIM
ITEM	PROPUESTAS PROGRAMADAS PARA EL DISEÑO	INDICE	HADUP	VIDAWASI
1	PLANIFICACION INICIAL DE LAS INSTALACIONES Y ADAPTACIONES A LA ARQUITECTURA	5	5	4
2	CALCULO DE LA CALIDAD DE AIRE, RENOVACIÓN Y NIVEL DE FILTRADO	1	0	1
3	APORTE DE CALOR POR MATERIALES DELIMITANTES	1	0	1
4	APORTE DE CALOR POR VENTILACIÓN O INFILTRACIÓN	1	1	1
5	APORTE DE CALOR POR OCUPACIÓN HUMANA	1	0	1
6	APORTE DE CALOR POR EQUIPAMIENTO Y SUS PROCESOS	1	0	1
7	APORTE DE CALOR POR ILUMINACIÓN	1	1	1
8	SELECCIÓN DE EQUIPOS AHORRADORES DE ENERGÍA	1	0	1
9	DIMENSIONAMIENTO DE DUCTOS DE AIRE	1	1	1
10	PLANIFICACION P&ID DEL NIVEL DE AUTOMATIZACION DE LOS CONTROLES	2	0	0
11	DISEÑO DE LAS INSTALACIONES ELECTRICAS REQUERIDAS	1	1	1
12	DISEÑO DE LOS DRENAJES DE CONDENSADOS Y POR MANTENIMIENTO	1	0	1
13	REDISEÑO DE LAS ESTRUCTURAS DE SOPORTE DE LOS EQUIPOS SELECCIONADOS	1	1	1
14	PLANIFICACION DEL CONTROL DE CALIDAD DE LAS INSTALACIONES, PRUEBAS Y COMISIONAMIENTO	2	0	1
15	PLANIFICACIÓN DE LOS COSTOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LOS EQUIPOS	2	0	0
INDICE ACUMULADO COMPARATIVO			45%	73%

Fuente: Elaboración Propia

TABLA 21: VALORACIÓN COMPARATIVA DEL COSTO TOTAL DE DISEÑO HVAC ESPERADO

TABLA DE VALORACION DEL COSTO TOTAL DEL DISEÑO HVAC ESPERADO			S/BIM	C/BIM
ITEM	INVERSION EN LA ADOPCIÓN BIM	COSTO S/	HADUP	VIDAWASI
1	CAPACITACION DEL PERSONAL 5 STAFF + 5 MODELADORES	S/.40,000	0	1
2	ADQUISICION DE COMPUTADORAS 10 PC PARA DISEÑO GRÁFICO	S/.60,000	0	1
3	ALQUILER DE SOFTWARES 3 LICENCIAS	S/.30,540	0	1
4	ADQUISICION DE UN CDE - DROPBOX 2 GIGAS ANUAL 10 CUENTAS	S/.8,155	0	1
5	IMPLEMENTACION DE UNA SALA ICE PRESENCIAL U ON LINE, DOS TELEVISORES Y ALQUILER DE INTERNET 150Mbps X 1 AÑO + INSTALACION	S/.11,796	0	0
TOTAL ESTIMADO EN SOLES		S/.150,491	0%	92%
TOTAL ESTIMADO EN DOLARES		USD 37,622.80		

Fuente: Elaboración Propia

TABLA 22: VALORACION COMPARATIVA DEL TOTAL DE CONTROLES PROGRAMADOS

TABLA DE VALORACION DEL TOTAL DE CONTROLES PROGRAMADOS			S/BIM	C/BIM
ITEM	ETAPAS DEL PROYECTO	INDICE	HADUP	VIDAWASI
1	TIEMPOS DE CUMPLIMIENTO	25%	1	0
2	CONTENIDO CUMPLIDO A SOLICITUD DEL CLIENTE	25%	1	1
3	CONTENIDO CUMPLIDO POR NORMATIVA	25%	0	1
4	CALIDAD DEL ENTREGABLE	25%	0	1
INDICE ACUMULADO COMPARATIVO			50%	75%

Fuente: Elaboración Propia

Con la información de la Tabla 14 se construyen los valores de MTBF y MTTR para el hospital antiguo.

TABLA 23: RESUMEN DE MODOS DE FALLA DEL DISEÑO SIN BIM.

CUADRO RESUMEN DE LOS MODOS DE FALLA DE LOS EQUIPOS CRITICOS DEL HOSPITAL HDUP DE HVAC QUE REQUIEREN REEMPLAZO Y SU ANALISIS POR CAUSA DE FALLA								
ITEM	TIPO DE EQUIPO	SERVICIO	FALLAS /AÑO	HRS /DIA	MTBF ANUAL (DIAS/ FALLA)	MTTR ANUAL (DIAS X FALLA)	ANTIGÜEDAD (AÑOS)	DESCRIPCION DE LAS FALLAS QUE LO LLEVAN A PEDIR EL REEMPLAZO
1	SPLIT DUCTO	CENTRO QUIRURGICO	12	18	28.92	1.50	14	COMPRESOR REEMPLAZADO 2 VECES Y EL ACTUAL TIENE DEFICIENCIAS DE COMPRESION, MOTOR FAN DE CONDENSADOR RECALIENTA, BANDEJA DE CONDENSADO OXIDADA, DUCTOS DETERIORADOS, EN EL PLENUM DEL CENTRO QUIRURGICO, FAJAS HERMANADAS ROTAS, RELEE Y PROTECCION DE CICLO CORTO QUEMADOS.
2	SPLIT DUCTO	CENTRO QUIRURGICO	11	18	31.73	1.45	14	MOTOR COMPRESOR REEMPLAZADO CON DEFICIENCIAS DE COMPRESION, INTERCAMBIADOR DE CALOR DEL CONDENSADOR CON FILAMENTOS DE ALUMINIO DESGASTADOS, MOTOR FAN DE CONDENSADOR DETERIORADO, BANDEJA DE CONDENSADO OXIDADO, DUCTOS DEL PLENUM Y CAJA DE FILTROS EN MAL ESTADO.
3	SPLIT DUCTO	CENTRO QUIRURGICO	11	18	31.78	1.40	14	MOTOR COMPRESOR PRESENTA DESGASTE MECANICO Y DEFICIENCIAS DE COMPRESION, EL SIROCO DEL EVAPORADOR SE HALLA GRAVEMENTE OXIDADO, EL MOTOR FAN DE CONDENSADOR DETERIORADO, LA BASE DEL CONDENSADOR Y LA BANDEJA DE CONDENSADO DEL EVAPORADOR ESTAN OXIDADOS, MOTOR FAN CON BAJA DE EFICIENCIA, PRE FILTROS Y FILTRO HEPA EN MAL ESTADO, LOS DUCTOS DEL PLENUM SE HALLAN CON FUGAS Y OXIDADOS. NECESITA UN CAMBIO DEL CONTROLADOR DE CICLO CORTO.
4	SPLIT DECOR.	CENTRAL DE ESTERILIZACIÓN	10	24	35.00	1.50	14	COMPRESOR RECALENTANDO Y CON BAJA EFICIENCIA, INTERCAMBIADOR DE CALOR DEL CONDENSADOR CON FILAMENTOS DE ALUMINIO DESGASTADOS, MOTOR FAN DE CONDENSADOR DETERIORADO, BANDEJA DE CONDENSADO Y PAREDES DEL EVAPORADOR OXIDADOS, PRE FILTROS EN MAL ESTADO, DUCTOS DEL PLENUM Y CAJA DE FILTROS OXIDADOS.
5	ROOF TOP	CENTRO QUIRURGICO	9	18	39.06	1.50	9	MOTOR COMPRESOR REPARADO Y CAMBIADO DOS VECES PRESENTA DESGASTE MECANICO Y DEFICIENCIAS DE COMPRESION, INTERCAMBIADOR DE CALOR DEL CONDENSADOR DEL TECHO TIENE LOS FILAMENTOS DE ALUMINIO DESGASTADOS, MOTOR FAN DE CONDENSADOR RECALIENTA, BASE Y CARCAZA DEL CONDENSADOR OXIDADA, DUCTOS Y CAJA DE FILTROS NO HERMÉTICAS.
6	SPLIT DUCTO	CENTRO OBSTETRICO	9	24	39.11	1.45	14	MOTOR COMPRESOR RECALIENTA, PRESENTA DESGASTE MECANICO Y DEFICIENCIAS DE COMPRESION, SIROCO DEL EVAPORADOR POR REEMPLAZAR, INTERCAMBIADOR DE CALOR FILAMENTOS DE ALUMINIO DESGASTADOS, MOTOR FAN DE CONDENSADOR DETERIORADO, BANDEJA DE CONDENSADO REEMPLAZADA OXIDADA, MOTOR FAN CON BAJA DE EFICIENCIA, PRE FILTROS EN MAL ESTADO, RELEE QUEMADO.
7	SPLIT DECOR.	CENTRAL DE ESTERILIZACIÓN	9	18	39.36	1.20	14	MOTOR COMPRESOR RECALIENTA, FUE CAMBIADO 2 VECES, INTERCAMBIADOR DE CALOR DEL CONDENSADOR CON FILAMENTOS DE ALUMINIO DESGASTADOS, MOTOR FAN DE CONDENSADOR CON BAJA DE EFICIENCIA, SIN KIT FILTROS POR SER REPUESTOS DESCONTINUADOS.
8	SPLIT DECOR.	CENTRAL DE ESTERILIZACIÓN	8	24	44.53	1.10	14	MOTOR COMPRESOR PRESENTA ALTOS RUIDOS NO LLEGA A LA PRESIÓN ADECUADA, EL CONDENSADOR PRESENTA FILAMENTOS DE ALUMINIO DESGASTADOS, MOTOR FAN DE CONDENSADOR DETERIORADO, BASE DEL CONDENSADOR OXIDADO, REQUIERE EL CAMBIO DEL FILTROS DE AIRE DESCONTINUADOS.
9	SPLIT DUCTO	SALA DE RECUPERACION	6	24	59.68	1.15	14	MOTOR COMPRESOR REEMPLAZADO 2 VECES RECALIENTA LIGERAMENTE, INTERCAMBIADOR DE CALOR DEL CONDENSADOR CON LOS FILAMENTOS DE ALUMINIO GASTADOS.

Fuente: Elaboración Propia

Utilizando para cada valor muestral de la siguiente tabla, obtenemos los valores MTBF y MTTR para un manejo BIM esperado de causales de falla:

TABLA 15: TOTALIZACION POR TIPO DE FALLA

TIPO DE FALLA:	TOTAL	% PREVENIBLE EN EL DISEÑO	FALLAS PREVENIBLES CON BIM
FALLA POR DISEÑO DE DRENAJE	11	75%	8.25
FALLA POR CALIDAD	7	50%	3.5
FALLA POR ALINEACION Y BALANCE	21	10%	2.1
FALLA POR ESPACIOS DE DUCTOS	5	90%	4.5
FALLA POR MANTTO PREVENTIVO	11	10%	1.1
FALLA POR DISEÑO REFRIGERATIVO	1	80%	0.8

Fuente: Elaboración Propia

Las causas de fallas por diseño de drenaje, se pueden prevenir en un 75% usando la metodología BIM, porque en el modelado 3D se pueden hallar las interferencias con otras instalaciones y tener un metrado-presupuesto más certero, lo que vá evitar que durante la supervisión, la calidad de este Item tan necesario que a la larga vá producir los mayores desgastes de los equipos HVAC por oxidación de aguas de condensados estancadas, en las bandejas de los evaporadores o en los soportes de los condensadores.

Las causas de fallas por Calidad, se consideran 50% prevenibles, dependiendo de cuan trabajadas estén las Especificaciones Técnicas del proyecto, queda el peligro de las fallas de fábrica y otros subjetivos.

Las caudas de fallas por balance y alineación, en su mayoría parten por las actividades propias del mantenimiento preventivo y correctivo de los equipos, así que las valoramos en un 10%.

Las causas de Falla por espacio de ductos, valoradas en un 90%; se refieren a los espacios que otoroga la arquitectura al pase o recorrido de los ductos y las posibilidades de mantenimiento que brindan, al elegir falsos cielos rasos con accesos o totalmente inaccesibles, estas fallas tambien llegan a atentar contra la calidad de aire interior, pues no permiten lalimpieza interior de los ductos que a la larga, según el material usado para los mismos, pueden llegar a corroerlos por depósitos de polvo, humedad y material de los filtros depositado dentro de los ductos.

Causas de Falla por Mantenimiento Preventivo, se valoran en un 10 %, porque desde la metodología BIM durante el diseño o modelado, se puede ayudar para conseguir los datos general de los equipos, pero la ejecución de las actividades, la definición de las frecuencias de las mismas, y su cumplimiento se daràn en la etapa post inversión del proyecto.

La causa de falla por diseño refrigerativo, como su nombre lo dice pertenece a la etapa de inversión del proyecto porque se refiere a diseño y selección de equipos, actividades que se dan durante el estudio definitivo del proyecto.

Para el caso de estudio tenemos una sola falla, el Item 7 , un split decorativo, al cual se le ha cambiado varias veces el compresor, y está ubicado en el servicio de central de esterilización, que durante la operación del hospital se ha aumentado los equipos que emiten calor, pero el equipo de climatización sigue siendo el mismo.

Otras causas comentadas en el marco conceptual, en el cuadro de cálculo BIM de cargas térmicas, se tiene:

Por el aporte de calor de los materiales delimitantes, donde muchas veces prima el diseño estético del edificio y nó la estrategia de ahorro de energía a la hora de definir la arquitecturadel mismo. Además muchos cambios de materiales se dán posteriormente el calculo termico, en el modelado BIM, toda variación implica un recalcu automático.

Del mismo modo las variaciones de ventilación, aforo, equipamiento o iluminación el modelado BIM , relizará el recálculo inmediato.

TABLA 24: RESUMEN DE LOS MODOS DE FALLA DE LOS EQUIPOS CRITICOS DEL HOSPITAL VIDAWASI DE HVAC QUE HAN SIDO PREVISTAS CON LA METODOLOGÍA BIM Y SU SIMULACIÓN SIMPLE POR CAUSA DE FALLA

CUADRO RESUMEN DE LOS MODOS DE FALLA DE LOS EQUIPOS CRITICOS DEL HOSPITAL VIDAWASI DE HVAC QUE HAN SIDO PREVISTAS CON LAMETODOLOGÍA BIM Y SU SIMULACIÓN SIMPLE POR CAUSA DE FALLA																		
ITEM	TIPO DE EQUIPO	SERVICIO	FALLAS /AÑO	HRS /DÍA	MTBF ANUAL (DÍAS/ FALLA)	MITR ANUAL (DÍAS/ FALLA)	ANTIGÜEDAD (AÑOS)	DESCRIPCIÓN DE LAS FALLAS QUE LO LLEVAN A PEDIR EL REEMPLAZO	FALLA X DISEÑO DE DRENAJE	FALLA X ALINEACIÓN Y BALANCE	FALLA X ESPACIOS DE DUCTOS	FALLA X MANITTO PREVENTIVO	FALLA X DISEÑO REFRIGERATIVO	100% causas de falla HADUP	Suma de % de fallas previstas con BIM	% previstas/100% HADUP	Número de fallas HADUP	Número de fallas con BIM
1	SPLIT DUCTO	CENTRO QUIRURGICO	8.87	18	39.67	1.50	14	COMPRÉSOR REEMPLAZADO 2 VECES Y EL ACTUAL TIENE DEFICIENCIAS DE COMPRESION, MOTOR FAN DE CONDENSADOR RECALENTA, BANDEJA DE CONDENSADO OXIDADA, DUCTOS DETERIORADOS, EN EL PLENUM DEL CENTRO QUIRURGICO, FAJAS HERMANADAS ROTAS, RELÉE Y PROTECCIÓN DE CICLO CORTO QUEMADOS.	0.75	0	0.5	0.2	0	9	2.35	0.26	12	8.87
2	SPLIT DUCTO	CENTRO QUIRURGICO	6.51	18	54.58	1.45	14	DEFICIENCIAS DE COMPRESION, INTERCAMBIADOR DE CALOR DEL CONDENSADOR CON FLAMIENTOS DE ALUMINO DESGASTADOS, MOTOR FAN DE CONDENSADOR DETERIORADO, BANDEJA DE CONDENSADO OXIDADO, DUCTOS DEL PLENUM Y CAJA DE FILTROS EN MAL ESTADO.	0.75	0.5	0.2	0.1	0	6	2.45	0.41	11	6.51
3	SPLIT DUCTO	CENTRO QUIRURGICO	8.42	18	41.87	1.40	14	MECANICO Y DEFICIENCIAS DE COMPRESION, EL SROCO DEL EVAPORADOR SE HALLA GRAVEMENTE OXIDADO, EL MOTOR FAN DE CONDENSADOR DETERIORADO, LA BASE DEL CONDENSADOR Y LA BANDEJA DE CONDENSADO DEL EVAPORADOR ESTAN OXIDADOS, MOTOR FAN CON BAJA DE EFICIENCIA, PRE FILTROS Y FILTRO HEPA EN MAL ESTADO, LOS DUCTOS DEL PLENUM SE HALLAN CON FUGAS Y OXIDADOS	0.75	0	0.4	0.3	0	10	2.35	0.24	11	8.42
4	SPLIT DECOR.	CENTRAL DE ESTERILIZACIÓN	5.43	24	65.74	1.50	14	COMPRESOR RECALENTANDO Y CON BAJA EFICIENCIA, INTERCAMBIADOR DE CALOR DEL CONDENSADOR CON FLAMIENTOS DE ALUMINO DESGASTADOS, MOTOR FAN DE CONDENSADOR DETERIORADO, BANDEJA DE CONDENSADO Y PAREDES DEL EVAPORADOR OXIDADOS, PRE FILTROS EN MAL ESTADO, DUCTOS DEL PLENUM Y CAJA DE FILTROS OXIDADOS.	1.5	0.5	0.2	0.1	0	7	3.2	0.46	10	5.43
5	ROOF TOP	CENTRO QUIRURGICO	4.35	18	82.41	1.50	9	MOTOR COMPRESOR REPARADO Y CAMBIADO DOS VECES PRESENTA DESGASTE MECANICO Y DEFICIENCIAS DE COMPRESION, INTERCAMBIADOR DE CALOR DEL CONDENSADOR DEL TECHO TIENE LOS FLAMIENTOS DE ALUMINO DESGASTADOS, MOTOR FAN DE CONDENSADOR RECALENTA, BASE Y CARGAZA DEL CONDENSADOR OXIDADA, DUCTOS Y CAJA	1.5	0.5	0.2	0	0	6	3.1	0.52	9	4.35
6	SPLIT DUCTO	CENTRO OBSTETRICO	5.91	24	60.21	1.45	14	MOTOR COMPRESOR RECALENTA, PRESENTA DESGASTE MECANICO Y DEFICIENCIAS DE COMPRESION, SROCO DEL CONDENSADOR CON FLAMIENTOS DE ALUMINO DESGASTADOS, MOTOR FAN DE CONDENSADOR DETERIORADO, BANDEJA DE CONDENSADO REEMPLAZADA OXIDADA, MOTOR FAN CON BAJA DE EFICIENCIA, PRE FILTROS EN MAL ESTADO, BELEE QUEMADO.	1.5	0.5	0.2	0	0	7	2.4	0.34	9	5.91
7	SPLIT DECOR.	CENTRAL DE ESTERILIZACIÓN	5.63	18	63.39	1.20	14	MOTOR COMPRESOR RECALENTA, FUE CAMBIADO 2 VECES, INTERCAMBIADOR DE CALOR DEL CONDENSADOR CON FLAMIENTOS DE ALUMINO DESGASTADOS, MOTOR FAN DE CONDENSADOR CON BAJA EFICIENCIA, PRE FILTROS POR SER DEFECTUOSOS DESCONTINUADOS.	0	0.5	0.1	0	0.8	4	1.5	0.38	9	5.63
8	SPLIT DECOR.	CENTRAL DE ESTERILIZACIÓN	5.52	24	64.62	1.10	14	MOTOR COMPRESOR PRESENTA ALTOS RUIDOS, NO LEGAL PARA PRESENTA ALTOS RUIDOS, EL CONDENSADOR PRESENTA FLAMIENTOS DE ALUMINO DESGASTADOS, MOTOR FAN DE CONDENSADOR DETERIORADO, BASE DEL CONDENSADOR OXIDADO, REQUIERE EL CAMBIO DEL FILTROS DE AIRE DESCONTINUADOS.	0.75	0.5	0.2	0	0	5	1.55	0.31	8	5.52
9	SPLIT DUCTO	SALA DE RECUPERACION	4.20	24	85.40	1.15	14	MOTOR COMPRESOR REEMPLAZADO 2 VECES RECALENTA USUARIAMENTE, INTERCAMBIADOR DE CALOR DEL CONDENSADOR CON LOS FLAMIENTOS DE ALUMINO GASTADOS.	0	0.5	0.1	0	0	2	0.6	0.30	6	4.20

Fuente: Elaboración Propia

TABLA 25: RESUMEN DE LOS MODOS DE FALLA DE LOS EQUIPOS CRITICOS DEL HOSPITAL VIDAWASI DE HVAC QUE HAN SIDO PREVISTAS CON LA METODODLOGÌA BIM SU SIMULACION SIMPLE POR CAUSA DE FALLA

ITEM	TIPO DE EQUIPO	SERVICIO	FALLAS /AÑO	HRS /DIA	MTBF ANUAL (DIAS/ FALLA)	MTTR ANUAL (DIAS X FALLA)	ANTIGÜEDAD (AÑOS)	DESCRIPCION DE LAS FALLAS QUE LO LLEVAN A PEDIR EL REEMPLAZO
1	SPLIT DUCTO	CENTRO QUIRURGICO	8.87	18	39.67	1.50	14	COMPRESOR REEMPLAZADO 2 VECES Y EL ACTUAL TIENE DEFICIENCIAS DE COMPRESION, MOTOR FAN DE CONDENSADOR RECALENTA, BANDEJA DE CONDENSADO OXIDADA, DUCTOS DETERIORADOS, EN EL PLENUM DEL CENTRO QUIRURGICO, FAJAS HERMANADAS ROTAS, RELEE Y PROTECCION DE CICLO CORTO QUEMADOS.
2	SPLIT DUCTO	CENTRO QUIRURGICO	6.51	18	54.58	1.45	14	DEFICIENCIAS DE COMPRESION, INTERCAMBIADOR DE CALOR DEL CONDENSADOR CON FILAMENTOS DE ALUMINIO DESGASTADOS, MOTOR FAN DE CONDENSADOR DETERIORADO, BANDEJA DE CONDENSADO OXIDADO, DUCTOS DEL PLENUM Y CAJA DE FILTROS EN MAL ESTADO.
3	SPLIT DUCTO	CENTRO QUIRURGICO	8.42	18	41.87	1.40	14	MECANICO Y DEFICIENCIAS DE COMPRESION, EL SIROCO DEL EVAPORADOR SE HALLA GRAVEMENTE OXIDADO, EL MOTOR FAN DE CONDENSADOR DETERIORADO, LA BASE DEL CONDENSADOR Y LA BANDEJA DE CONDENSADO DEL EVAPORADOR ESTAN OXIDADOS, MOTOR FAN CON BAJA DE EFICIENCIA, PRE FILTROS Y FILTRO HEPA EN MAL ESTADO, LOS DUCTOS DEL PLENUM SE HALLAN CON FUGAS Y OXIDADOS.
4	SPLIT DECOR.	CENTRAL DE ESTERILIZACION	5.43	24	65.74	1.50	14	COMPRESOR RECALENTANDO Y CON BAJA EFICIENCIA, INTERCAMBIADOR DE CALOR DEL CONDENSADOR CON FILAMENTOS DE ALUMINIO DESGASTADOS, MOTOR FAN DE CONDENSADOR DETERIORADO, BANDEJA DE CONDENSADO Y PAREDES DEL EVAPORADOR OXIDADOS, PRE FILTROS EN MAL ESTADO, DUCTOS DEL PLENUM Y CAJA DE FILTROS OXIDADOS.
5	ROOF TOP	CENTRO QUIRURGICO	4.35	18	82.41	1.50	9	MOTOR COMPRESOR REPARADO Y CAMBIADO DOS VECES PRESENTA DESGASTE MECANICO Y DEFICIENCIAS DE COMPRESION, INTERCAMBIADOR DE CALOR DEL CONDENSADOR DEL TECHO TIENE LOS FILAMENTOS DE ALUMINIO DESGASTADOS, MOTOR FAN DE CONDENSADOR RECALENTA, BASE Y CARCAZA DEL CONDENSADOR OXIDADA, DUCTOS Y CAJA
6	SPLIT DUCTO	CENTRO OBSTETRICO	5.91	24	60.21	1.45	14	MOTOR COMPRESOR RECALENTA, PRESENTA DESGASTE MECANICO Y DEFICIENCIAS DE COMPRESION, SIROCO DEL EVAPORADOR POR REEMPLAZAR, INTERCAMBIADOR DE CALOR FILAMENTOS DE ALUMINIO DESGASTADOS, MOTOR FAN DE CONDENSADOR DETERIORADO, BANDEJA DE CONDENSADO REEMPLAZADA OXIDADA, MOTOR FAN CON BAJA DE EFICIENCIA, PRE FILTROS EN MAL ESTADO, RELEE QUEMADO.
7	SPLIT DECOR.	CENTRAL DE ESTERILIZACION	5.63	18	63.39	1.20	14	MOTOR COMPRESOR RECALENTA, FUE CAMBIADO 2 VECES, INTERCAMBIADOR DE CALOR DEL CONDENSADOR CON FILAMENTOS DE ALUMINIO DESGASTADOS, MOTOR FAN DE CONDENSADOR CON BAJA DE EFICIENCIA, SIN KIT FILTROS POR SER REPUESTOS DESCONTINUADOS.
8	SPLIT DECOR.	CENTRAL DE ESTERILIZACION	5.52	24	64.62	1.10	14	MOTOR COMPRESOR PRESENTA ALTOS RUIDOS NO LLEGA A LA PRESION ADECUADA, EL CONDENSADOR PRESENTA FILAMENTOS DE ALUMINIO DESGASTADOS, MOTOR FAN DE CONDENSADOR DETERIORADO, BASE DEL CONDENSADOR OXIDADO, REQUIERE EL CAMBIO DEL FILTROS DE AIRE DESCONTINUADOS.
9	SPLIT DUCTO	SALA DE RECUPERACION	4.20	24	85.40	1.15	14	MOTOR COMPRESOR REEMPLAZADO 2 VECES RECALENTA LIGERAMENTE, INTERCAMBIADOR DE CALOR DEL CONDENSADOR CON LOS FILAMENTOS DE ALUMINIO GASTADOS.

Fuente: Elaboración Propia

IV. DISCUSIÓN

IV.1. PRESENTACIÓN, INTERPRETACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

IV.1.1. PRESENTACIÓN E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

Se ha demostrado lo siguiente:

$$f(X) = Y$$

Estímulo

X1.....à X2

→ Y1.....à Y2

La variable independiente X1, sufrió un estímulo por el uso de la metodología BIM para convertirse en X2, correlativamente la variable dependiente Y1 cambia a Y2, los cambios se presentan en la siguiente tabla:

TABLA 26: ALTERACIÓN DE LAS VARIABLES POR EL USO DE LA METODOLOGÍA BIM

TAG:	VARIABLES:	1→ S/BIM	2→ C/BIM
X	Diseño de Sistemas de Ventilación y Climatización (HVAC) - con el índice % de madurez BIM	16%	79%
Y	Costos de Mantenimiento del Hospital, MTBF en días sin falla Eficiencia de la metodología BIM	38.80	61.99
	Costos de Mantenimiento del Hospital, % Eficacia de la metodología BIM	96.43%	62.53%

Fuente: Elaboración Propia

IV.2.1. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS GENERAL

Se contrastan los costos de eficiencia y eficacia del mantenimiento respecto al grado de madurez BIM alcanzado en ambos proyectos.

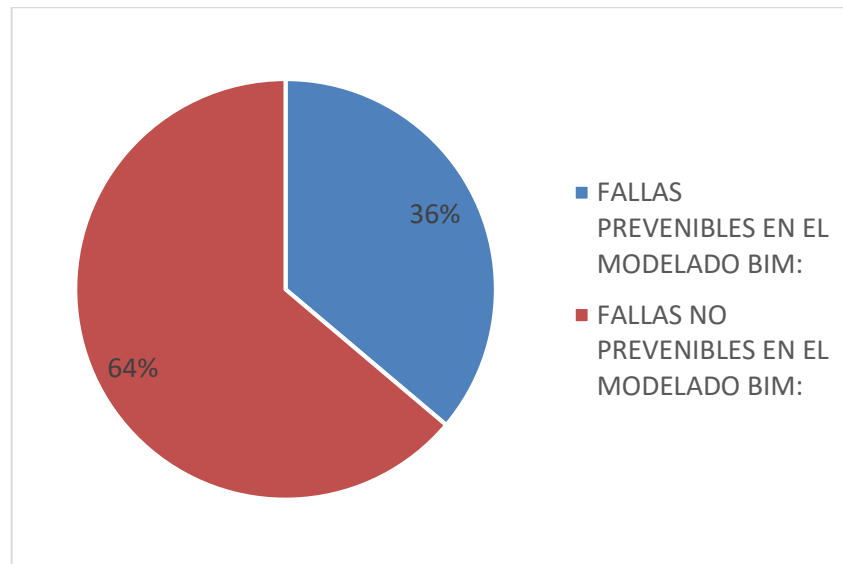
TABLA 27: COMPARATIVA DE LA MADUREZ BIM ALCANZADA

RESUMEN DE LOS INDICES VALORATIVOS		S/BIM	C/BIM
ITEM	INDICES DE LAS DIMENSIONES DE CUMPLIMIENTO	HADUP	VIDAWASI
1	Oportunidades efectivas de mejora BIM	17%	87%
2	Grado LOD de desarrollo BIM del proyecto	0%	75%
3	Indicar las etapas del proyecto BIM y su transversalidad.	0%	67%
4	Ubicar los factores de integración BIM	0%	83%
5	Seleccionar propuestas de solución	45%	73%
6	Costo del diseño	0%	92%
7	Indicar controles por etapas del Proyecto	50%	75%
INDICE PROMEDIO DE MADUREZ BIM =		16%	79%

Fuente: Elaboración Propia

Se evaluaron los costos de mantenimiento, valorando los tipos de fallas encontradas, comparadas con las formas de prevenirlas desde el diseño BIM.

FIGURA 05: MEJORA POSIBLE DURANTE EL MODELADO BIM



Fuente: Elaboración Propia

IV.2.2. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS ESPECÍFICAS

Se comparan los valores de MTBF y MTTR de ambos proyectos respecto al grado de madurez BIM alcanzado.

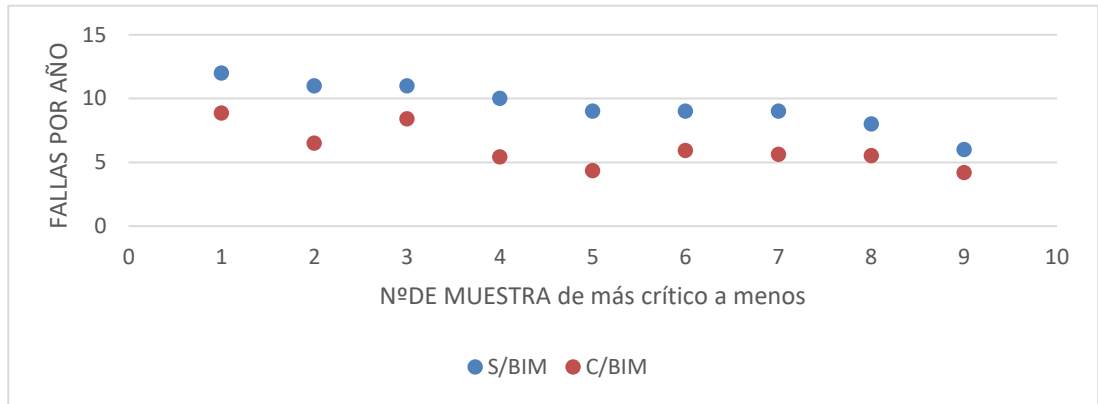
Se realiza una evaluación de los valores de MTBF y MTTR de ambas muestras.

TABLA 28: CUADRO RESUMEN DEL NUMERO DE FALLAS, MTBF Y MTTR

ITEM	TIPO DE EQUIPO	SERVICIO	FALLAS /AÑO		MTBF ANUAL (DIAS/ FALLA)		MTTR ANUAL (DIAS X FALLA)
			HADUP	VW	HADUP	VW	
1	SPLIT DUCTO	CENTRO QUIRURGICO	12	8.87	28.92	39.67	1.50
2	SPLIT DUCTO	CENTRO QUIRURGICO	11	6.51	31.73	54.58	1.45
3	SPLIT DUCTO	CENTRO QUIRURGICO	11	8.42	31.78	41.87	1.40
4	SPLIT DECOR.	CENTRAL DE ESTERILIZACIÓN	10	5.43	35.00	65.74	1.50
5	ROOF TOP	CENTRO QUIRURGICO	9	4.35	39.06	82.41	1.50
6	SPLIT DUCTO	CENTRO OBSTETRICO	9	5.91	39.11	60.21	1.45
7	SPLIT DECOR.	CENTRAL DE ESTERILIZACIÓN	9	5.63	39.36	63.39	1.20
8	SPLIT DECOR.	CENTRAL DE ESTERILIZACIÓN	8	5.52	44.53	64.62	1.10
9	SPLIT DUCTO	SALA DE RECUPERACION	6	4.2	59.68	85.40	1.15
PROMEDIO =			9.44	6.09	38.80	61.99	1.36
DESVIACIÓN ESTÁNDAR =			1.81	1.62	9.22	15.61	0.16
VARIANZA =			2.91	2.32	75.63	216.57	0.02

Fuente: Elaboración Propia

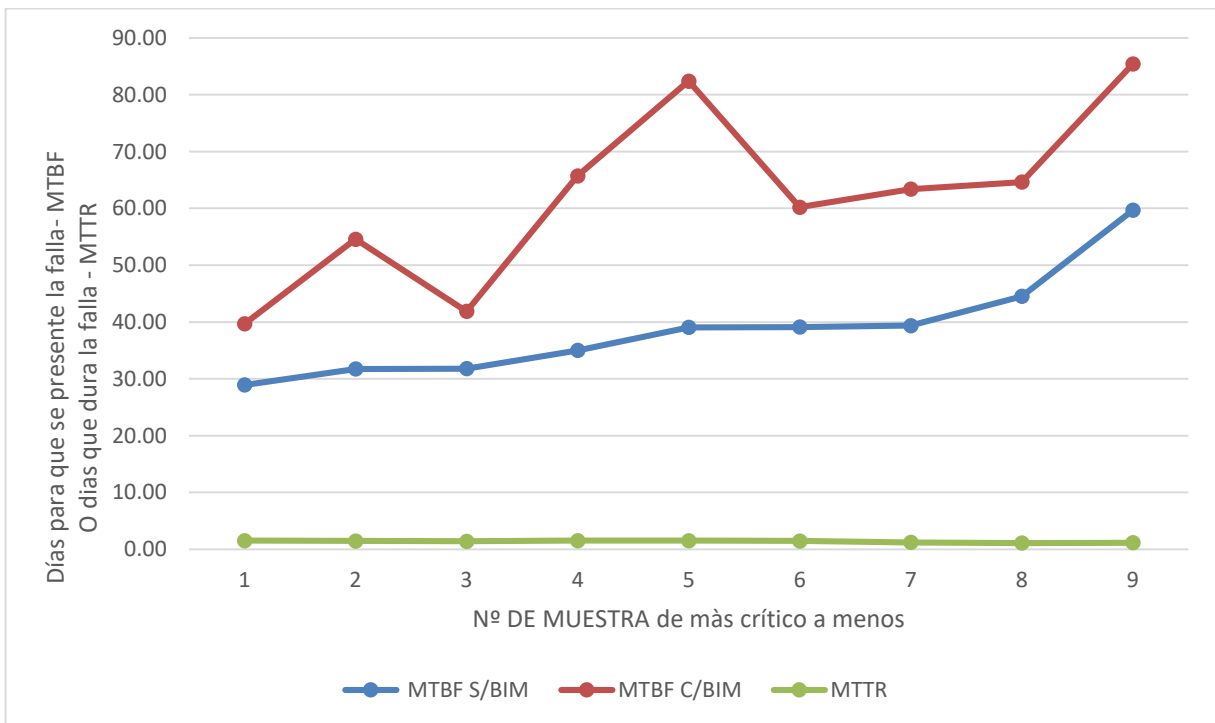
FIGURA 06: MUESTREO DE NUMERO DE FALLAS AL AÑO



Fuente: Elaboración Propia

En este grafico se muestra como la disminuci3n de fallas al a1o por cada muestra evaluada y que usa la metodolog1a BIM, es menor pero no proporcional a la cantidad de fallas por a1o de las muestras sin la metodolog1a BIM.

FIGURA 07: MTBF TIEMPO ENTRE FALLAS EN DÍAS Y MTTR TIEMPO QUE DURA LA FALLA - PARA 1 AÑO.



Fuente: Elaboración Propia

De igual manera el MTBF, tiempo medio entre fallas de las muestras, este tiempo crece en las muestras que han usado BIM en su diseño, respecto a las muestras que no lo usaron, y esa disminución no es directamente proporcional.

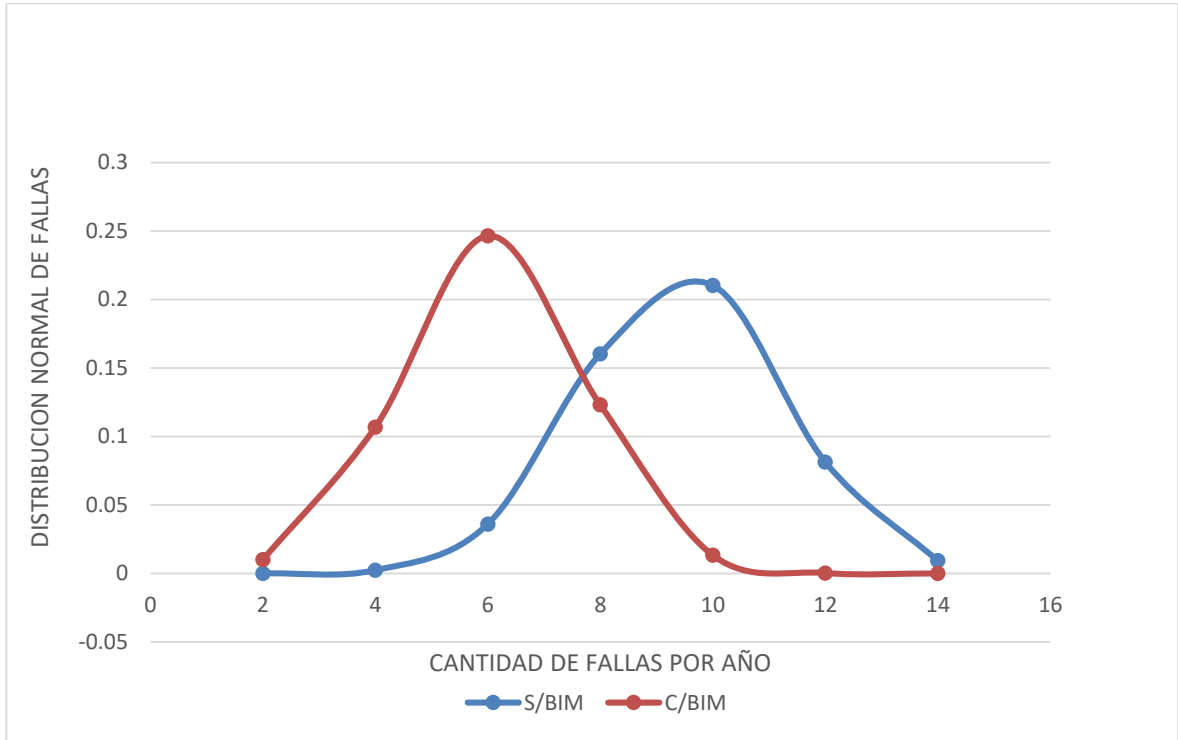
También se evalúan los resultados para ver su tendencia evaluándolos desde la desviación estándar de toda la muestra.

TABLA 29: COMPARATIVA DE LA DISTRIBUCION NORMAL DE LAS FALLAS

DISTRIBUCION NORMAL DE LAS FALLAS CON Y SIN BIM			
	INTERVALO DE N° DE FALLAS	DISTRIBUCION NORMAL S/BIM	DISTRIBUCION NORMAL C/BIM
1	0 - 2	4.69521E-05	0.010013773
2	2 - 4	0.002395463	0.106811902
3	4 - 6	0.036069263	0.246423534
4	6 - 8	0.160287084	0.122966088
5	8 - 10	0.210219647	0.01327178
6	10 - 12	0.08136949	0.000309823
7	12 - 14	0.0092953	1.56437E-06

Fuente: Elaboración Propia

FIGURA 08: DESVIACION ESTANDAR DEL NUMERO DE FALLAS POR AÑO



Fuente: Elaboración Propia

Se aprecia que en la muestra que usa la metodología BIM en el diseño, el comportamiento de su mantenimiento tiende a tener menos fallas por año.

La mayor acumulación de fallas usando BIM está en el valor promedio 6.09 fallas por año, contra las 9.44 fallas sin usar BIM en el diseño de los sistemas HVAC.

Luego se evalúan los indicadores de tiempo medio entre fallas para las muestras que usaron o no usaron la metodología BIM en su diseño.

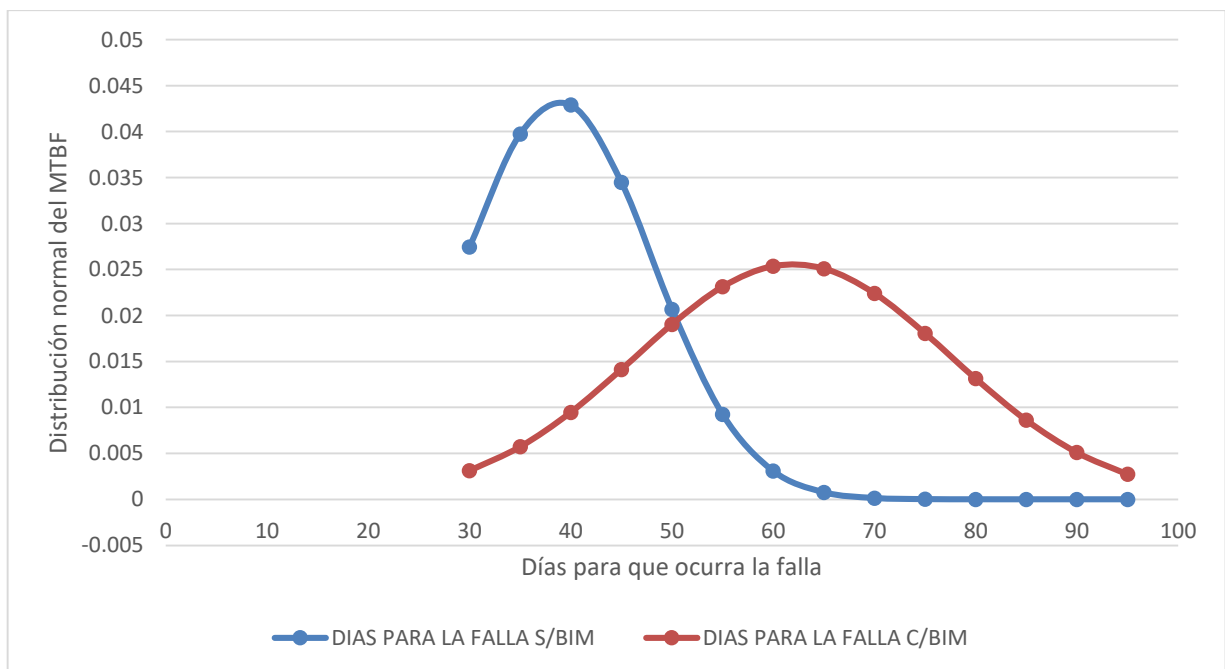
TABLA 30: COMPARATIVA DE LA DISTRIBUCION NORMAL DEL MTBF

DISTRIBUCION NORMAL DEL MTBF CON Y SIN BIM			
	INTERVALO DE N° DE FALLAS	DISTRIBUCION NORMAL S/BIM	DISTRIBUCION NORMAL C/BIM
1	25 - 30	0.027451747	0.003129821

2	30 - 35	0.03973968	0.005732489
3	35 - 40	0.042881965	0.009475532
4	40 - 45	0.034492203	0.014135157
5	45 - 50	0.020680599	0.019029805
6	50 - 55	0.009242751	0.023120897
7	55 - 60	0.003079182	0.025351968
8	60 - 65	0.000764655	0.02508738
9	65 - 70	0.000141544	0.022404517
10	70 - 75	1.95305E-05	0.018057287
11	75 - 80	2.00877E-06	0.013134274
12	80 - 85	1.54008E-07	0.008621767
13	85 - 90	8.80145E-09	0.005107674
14	90 - 95	3.74938E-10	0.00273078

Fuente: Elaboración Propia

FIGURA 09: DESVIACION ESTANDAR DEL MTBF, DÍAS PARA LA FALLA.



Fuente: Elaboración Propia

En el gráfico se aprecia que la cantidad de días entre fallas es menor cuando no se usa la metodología BIM en el diseño que cuando se usa la metodología BIM en el diseño de los sistemas HVAC. Con lo que se demuestra la Eficiencia de la variable independiente respecto a la dependiente.

Se evalúan los costos de mantenimiento respecto al grado de madurez BIM alcanzado.

Para esto se calcula el grado de Disponibilidad de equipos que vá a mostrar la Eficacia de la variable independiente respecto a la variable dependiente.

$$\% \text{ DISPONIBILIDAD} = (\text{MTBF} / (\text{MTBF} + \text{MTTR})) \times 100$$

En la siguiente tabla se muestra el porcentaje de Disponibilidad de las muestras usando la metodología BIM o no en su etapa de diseño.

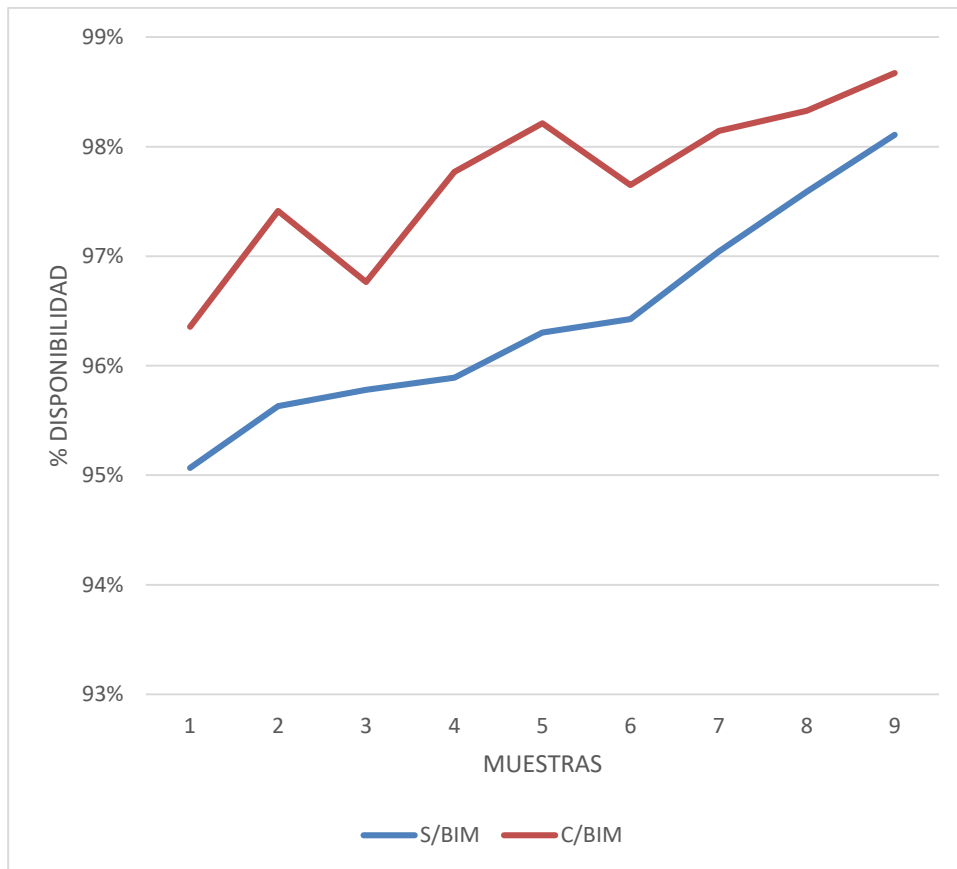
TABLA 31: ANALISIS DE LA DISPONIBILIDAD DE EQUIPOS

ITEM	MTBF ANUAL (DIAS/FALLA) S/BIM	MTBF ANUAL (DIAS/ FALLA) C/BIM	MTTR ANUAL (DIAS X FALLA)	% DE DISPONIBILI- DAD S/BIM	% DE DISPONIBI- LIDAD C/BIM
1	28.92	39.67	1.50	95%	96%
2	31.73	54.58	1.45	96%	97%
3	31.78	41.87	1.40	96%	97%
4	35.00	65.74	1.50	96%	98%
5	39.06	82.41	1.50	96%	98%
6	39.11	60.21	1.45	96%	98%
7	39.36	63.39	1.20	97%	98%

8	44.53	64.62	1.10	98%	98%
9	59.68	85.40	1.15	98%	99%
PROMEDIO =				96.43%	97.70%
DESVIACION ESTÁNDAR =				0.98%	0.76%
VARIANZA =				0.009%	0.005%

Fuente: Elaboración Propia

FIGURA 10: DISPONIBILIDAD DE LOS EQUIPOS HVAC



Fuente: Elaboración Propia

TABLA 32: COMPARATIVA DE LOS INDICES DE EFICACIA

INDICE DE EFICACIA		S/BIM	C/BIM
ITEM	COSTOS DE MANTENIMIENTO	HADUP	VIDAWASI
1	Los Costos Directos de Mantenimiento.- Se refieren a los gastos para desarrollar el Plan de Mantenimiento y su Programa, implica los costos de Materiales, Repuestos, Mano de Obra, Herramientas.	100%	64%
2	Los Costos Indirectos de Mantenimiento.- Los costos de la falla, lo que se deja de ganar, lo que cuesta alquilar un equipo o servicio similar, multas, etc.	96.43%	97.70%
3	Los Costos Generales de Mantenimiento .- Son los gastos incurridos con la ejecución o sin la ejecución del Mantenimiento. Por ejemplo los que se adquieren como garantía de un equipo, los seguros que se pagan aún no se ejecute el mantenimiento, impuestos, etc.	SON IGUALES	
INDICES TOTALES =		96.43%	62.53%

Fuente: Elaboración Propia

Reemplazando los datos en los cuadros de valoración dimensional, también se demuestra la Eficacia del uso de la metodología BIM en el diseño, para mejorar los costos de mantenimiento

IV.3. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Los resultados demuestran la validez de la hipótesis porque:

A menor índice de madurez de uso de la metodología BIM, menos tiempo para que se presente la falla y mayores costos del mantenimiento; y.

A mayor índice de madurez de uso de la metodología BIM, más tiempo para que se presente la falla y menores costos del mantenimiento.

V. CONCLUSIONES

1. La adopción del uso de la metodología BIM, para la gestión integral de proyectos, tiene influencias positivas sobre lo costos del Mantenimiento, ver cuadro de presentación de resultados del estudio.

2. La metodología BIM al tener un espíritu colaborativo entre especialidades, requiere las coordinaciones entre las distintas especialidades, y una coordinación estrecha con la Arquitectura y Equipamiento.
3. La adopción de la metodología BIM depende en sobremanera de los términos de referencia del cliente, no solo por declarar que desea fervientemente trabajar adoptando al BIM, sino que también debe ordenar la solicitud de sus entregables.
4. El motivo principal para adoptar al BIM, es el ahorro de costos CAPEX y OPEX, la prevención de adicionales en la ejecución, la prevención de obras paralizadas y dificultades para cerrar la brecha de infraestructura pública del Estado.
5. En estos tiempos de cambio climático, donde la transmisión de calor por radiación cobra mayor influencia respecto a las transmisiones de calor de tipo conductivo o convectivo, el método de cálculo de cargas térmicas RTS aprobado por el ASHRAE es una gran herramienta de ingeniería.
6. El RTS usado por el Revit de Autodesk para calcular cargas térmicas se presenta apropiado por su rapidez y porque que tiene en cuenta los tipos de materiales delimitantes de ambientes, su orientación, dimensiones, ubicación en el edificio, localización geográfica y sus cantidades.
7. El vidrio de las ventanas y los muros cortina, se hallan como los elementos de mayor transmisión de calor, y su uso puede ser útil en la medida que se comprenda como afecta al consumo final de energía, sea que se requiera climatización por calefacción y/o enfriamiento.
8. Los valores de caudales de ventilación, aforo, equipamiento, calidad de equipos seleccionados e iluminación terminan haciendo grandes diferencias para los costos OPEX.
9. Muchos resultados del diseño HVAC, dependen de cómo está planteado el orden de los entregables en los documentos de términos de referencia, de los contratos suscritos.
10. Se debe tener en cuenta que los costos de post inversión OPEX son el 70% a 75% del costo total de un proyecto en general, de ellos el costo de energía en un componente importante.
11. Se aprecia que muchas instituciones del Estado Peruano, abordan el tema del ahorro de energía, sin llegar a dar soluciones, sin tomar en cuenta la causa raíz del problema, y es el caso que cada entidad aborda el tema por su lado, existen el FONAM del MINAM, la DGEE, OSINERGMIN del MINEM, etc.
12. Por otro lado se aprecia positivamente que desde el 2014 tenemos NTS Normas Técnicas de Salud, que regulan la construcción de Hospitales y SUSALUD el mantenimiento de los Hospitales, por parte del MINSAL. Apoyando al profesional ingeniero de diseño para con su responsabilidad sobre su trabajo.

- 13.El Plan BIM Perú debería implementarse junto con todos los beneficios de la metodología BIM, beneficios de transparencia e inclusión de la opinión de la comunidad, que se beneficia con las maquetas 3D generadas.
- 14.Generalmente no se llega a una madurez BIM en casi todos los proyectos, porque se tiene paradigmas a cerca del orden y contenido de los entregables, costumbres que el cliente no se logra desprender.
- 15.Por experiencia propia y de otros colegas, el ingeniero de diseño MEP, toma caminos que faciliten su labor y modela en Revit importando un plano de Autocad y le aplica un factor de seguridad, por falta de información del resto de profesionales del proyecto y por cambios de materiales a última hora, etc, lo que incrementa al equipo HVAC y por tanto también su mantenimiento.

VI. RECOMENDACIONES

1. Para la implementación BIM en los proyectos se recomienda en primer lugar, cambiar la estructura de los entregables en los términos de referencia (TDRs) desde los anteproyectos.
2. El anteproyecto que actualmente se ejecuta en inmensa documentación declarativa, debe tener mayor participación de especialistas estructurales de instalaciones eléctricas, mecánicas, sanitarias, mecatrónicos, biomédicos y de comunicaciones.
3. Se recomienda que el producto final de la etapa de Anteproyecto, sea ya una Arquitectura final; la especialidad de equipamiento no debería pasar a la etapa de estudio definitivo.
4. Se debería tener en la Arquitectura final de anteproyecto, ya un mapeo de las principales instalaciones eléctricas, mecánicas, sanitarias.
5. La Arquitectura debería ser ya final en el Anteproyecto, con los espacios previstos para el equipamiento y mobiliario final, para los espacios de trabajo y evacuación sin traslapar y finalmente un mapeo de los materiales delimitantes de ambiente pre definidos. Y con esto los cálculos de predimensionado de estructuras. El tener familias aprobadas por su eficiencia energética apoya a no solo predecir los costos, si nó que también que previene las fallas de calidad de los equipos seleccionados.
6. Aquí, se debería realizar una revisión de las formas y materiales usados en la Arquitectura, para generar ahorros de energía. También se debería tener en cuenta las orientaciones del edificio respecto al sol y si es posible y beneficioso girarlo.
7. Aquí se tendría un producto adecuado del Anteproyecto. Este resultado reflejaría con mayor acierto el costo final, y no se tendrían las gestiones y discusiones largas para sustentar las

variaciones de presupuesto de costo total del proyecto resultante entre los anteproyectos y estudios definitivos.

8. Usando el Revit, es recién sobre todo esto que es posible desarrollar el modelado a detalle las especialidades MEP y sus automatizaciones, sin perder el tiempo en infinitos e importantes cambios de Arquitectura.
9. Un método de control es la verificación de la generación de ambientes, en el Revit de Instalaciones Mecánicas.
10. Con los diseños MEP completos, se comienzan a buscar interferencias y a realizar las adaptaciones de la Arquitectura que se necesiten por obligación del diseño MEP.
11. Es ahí donde es posible que el grado de desarrollo e integración van a dar sus resultados para facilitar el metrado, presupuesto, etc, etc.
12. El estado desde el MEF, podría tener archivos de Familias de equipos de HVAC, aprobados y con características ya definidas, alimentados desde la empresa privada y las casas fabricantes, para comenzar a emparejar las diferencias de costos entre proyectos que usan el mismo objeto. Fomentando de este modo una competencia más técnica que incremente la calidad de los diseños de ingeniería y el cuidado de los recursos del Estado y del planeta.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- [1] D. Barco Moreno, COSTOS, Diario para implementar y gestionar proyectos BIM, Diario de un BIM Manager, Primera Edición, Lima, 2018.
- [2] UNIVERSIDAD DE PIURA, Programa especializado en Gestión de Mantenimiento, <http://udep.edu.pe/ingenieria/gestion-de-mantenimiento/>, 2019.
- [3] ANIMUN Creatividad y Advanced School España, Gestión y Mantenimiento BIM, <https://www.animum3d.com/blog/gestion-mantenimiento-bim-facility-cobie/>, 01 Agosto 2018
- [4] MEF Perú, (24 Junio 2021) , Postinversión https://www.mef.gob.pe/index.php?option=com_content&view=article&id=312&Itemid=101139&lang=es.
- [5] MEF Perú, (24 Junio 2021) , Operación y Mantenimiento https://www.mef.gob.pe/index.php?option=com_content&view=article&id=312&Itemid=101139&lang=es
- [6] MEF Perú, (24 Junio 2021) , La Metodología BIM. https://www.mef.gob.pe/es/?option=com_content&language=esES&Itemid=102594&lang=es-ES&view=article&id=5897

- [7] BGS Institute Perú, (24 Junio 2021), ¿Qué es Gestión del Mantenimiento?
<https://bsginstitute.com/SubArea/Gestion-del-Mantenimiento#:~:text=Gesti%C3%B3n%20del%20Mantenimiento%20es%20el,aver%C3%ADas%20de%20m%C3%A1quinas%20y%20equipos.>
- [8] J. A. Ayasta Cachay, P.E. Guillen Cerna, D. K. Izquierdo Esquivel, (2021 Junio 24), Aplicación De La Tecnología BIM Al Facility Management De Un Centro Comercial En El Perú, para optar el grado académico de magister En Dirección De La Construcción de la Escuela De Post Grado De La Universidad Peruana De Ciencias Aplicadas Maestría, Lima, Perú, 2016.
<https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/620806/TESIS%20BIM%20AGI%20MDC%202014%20%281%29.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- [9] M.R. Méndez Asencio, Implementación De Modelos BIM En Programa Mantenimiento De Infraestructura Hospitalaria Villa El Salvador 2018, (2021 Junio 24), Maestría en Ingeniería Civil con mención en Gerencia De La Construcción, Escuela De Posgrado, Universidad San Pedro Vicerrectorado Académico, Chimbote, Perú, 2019.
http://repositorio.usanpedro.edu.pe/bitstream/handle/USANPEDRO/14701/Tesis_65516.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- [10] Lanfranco Tapia, Gestión De Infraestructura Hospitalaria Con Apoyo De Modelos BIM, (2021 Junio 24), Magister En Administracion De La Construcción, Facultad De Ingeniería Facultad De Arquitectura, Diseño y Estudios Urbanos, Pontificia Universidad Católica De Chile, Santiago, Chile, 2014, <https://bimforum.cl/wp-content/uploads/2017/07/Gesti%C3%B3n-de-Infraestructura-Hospitalaria-con-Apoyo-de-Modelos-BIM.pdf>
- [11] J. Mendoza Y A. Mosquera, Integración De La Metodología BIM Con La Gestión De Sistemas De Información De Activos (Facility Management), En Un Caso De Estudio: Sistema De Iluminación Del Edificio De Investigación Y Laboratorio De La Facultad De Ingeniería De La Pontificia Universidad Javeriana (2021 Junio 24), Maestría En Ingeniería Civil Énfasis: Gestión De Proyectos Y Construcción Facultad De Ingeniería de la Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, Colombia, 2019.
<https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/47295/Documento.pdf?sequence=2&isAllowed=y>
- [12] W.J. Durand Florez, (2021 Junio 24), “Análisis comparativo de la aplicación de la metodología BIM en la etapa de Pre-Construcción y sus efectos en la Construcción de proyectos hoteleros de la empresa Orion Group, 2018”, para optar el grado de bachiller de Ingeniero Civil, Escuela profesional de Ingeniería Civil, Universidad Andina Del Cusco, Cusco Perú, 2019.
http://repositorio.uandina.edu.pe/bitstream/UAC/3465/1/Will_Tesis_bachiller_2019_Part.1.pdf

- [13] J.M.Vizcarra Aparicio, (2021 Junio 24), Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco, 2019, Implantación del Building Information Modeling (BIM) en las competencias de la enseñanza universitaria en la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Arquitectura e Ingeniería Civil, UNSAAC, Cusco, para título profesional de Ingeniero Civil, Escuela profesional de Ingeniería Civil, Universidad Andina Del Cusco, Cusco Perú, 2019 http://repositorio.unsaac.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12918/4507/253T20190506_TC.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- [14] D. Murguía , Segundo Estudio de Adopción BIM en Proyectos de Edificación en Lima y Callao 2020, 1ra edición, Lima, Pontificia Universidad Católica Del Perú - Departamento de Ingeniería, Publicado el Año 2021.
- [15] Acción Climática Latinoamericana, Diagnostico Energético Hospital De Talca (Ht) - Alta Complejidad, 2 Setiembre 2021, <https://www.hospitalesporlasaludambiental.net/wp-content/uploads/2019/10/Estudio-de-caso-Diagn%C3%B3stico-energ%C3%A9tico-Hospital-de-Talca.pdf>
- [16] Dirección General de Eficiencia Energética, Guía de Orientación del Uso Eficiente de la Energía y de Diagnóstico Energético HOSPITALES, MINEM, 2021. http://www.minem.gob.pe/minem/archivos/file/DGEE/eficiencia%20energetica/publicaciones/guias/3_%20guia%20hospitales%20DGEE.pdf
- [17] Espacio BIM, Qué es un CDE, BEP?,(8 Octubre 2021).<https://www.espaciobim.com/cde>. <https://www.espaciobim.com/bep>.
- [18] L.F. Moreno Manrique, J.F. Penagos Cárdenas, Planificación Del Sistema De Aire Acondicionado Y Ventilación Mecánica En El Casino El Ganador En La Ciudad De Ibagué, Trabajo de Grado Para Obtener el Título de Especialista en Gerencia de Proyectos, Facultad De Ciencias Sociales Y Empresariales Especialización En Gerencia De Proyectos Bogotá D.C. Semestre II - 2016, de la Universidad Piloto De Colombia, Bogotá, Colombia, 2016. , Pp 20, (8 Octubre 2021),<http://polux.unipiloto.edu.co:8080/00003732.pdf>
- [19] S. Fernández, REVIT MEP Buenas Practicas, MODELICAL, 01 marzo 2019. <https://www.modelical.com/es/gdocs/revit-mep-buenas-practicas/>
- [20] D.A Chávez Zegarra, S.J.Ortiz Foglia, G.L. Velarde Bedriñana, S.I.Bardales Jáuregui, (24 Junio 2021), Impacto Económico En La Implementación De BIM En La Ejecución De Proyectos De Establecimientos De Salud Del Primer Nivel De Atención, para optar el título de Magister, Escuela De Postgrado Programa De Maestría En Dirección De La Construcción, 2021.

- [21] Universidad Peruana De Ciencias Aplicadas, Lima, Perú, 2019.
https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/625893/BardalesJ_S.pdf?sequence=3&isAllowed=y
- [22] S Williams, (8 Octubre 2021) American Council of Engineering Companies ACEC, Qualifications Based Selection (QBS) Your Path to Success, 2021 [https:// chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://ctt.mtu.edu/sites/default/files/resources/cw2017/24_williams_acec-qbs.pdf](https://chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://ctt.mtu.edu/sites/default/files/resources/cw2017/24_williams_acec-qbs.pdf)
- [23] DIGIEM MINSa, (8 Octubre 2021), NTS 110 Norma Técnica de Salud, Infraestructura y Equipamiento de Establecimientos de Salud de Segundo nivel de atención, Lima Perú, 2014.
<http://bvs.minsa.gob.pe/local/MINSA/3365.pdf>
- [24] MINSa, (8 Octubre 2021), Lineamientos Para Inversiones De Plantas Generadoras De Oxígeno Medicinal Y Activos Complementarios A Cargo De Gobiernos Locales, Lima Perú 2020.
<https://www.minsa.gob.pe/Recursos/OTRANS/08Proyectos/2020/LINEAMIENTOS%20PARA%20INVERSIONES%20DE%20PLANTAS-GENERADORAS-OXIGENO-ACTIVOS-COMPLEMENTARIOS-GL.pdf>
- [25] Soler & Palau, (8 Octubre 2021), Cálculos de Cargas Térmicas: Conceptos Básicos y Métodos,
<https://www.solerpalau.com/es-es/blog/calculo-cargas-termicas/>
- [26] Redacción Médica, (8 Octubre 2021), La Importancia De La Instalación De La Climatización En Hospitales.
<https://www.redaccionmedica.com/secciones/ingenieria/la-importancia-de-la-instalacion-de-climatizacion-en-hospitales-9277>
- [27] R. Pacheco Borja, COMPARACIÓN DEL SISTEMA TRADICIONAL VS LA IMPLEMENTACIÓN DEL BIM (BUILDING INFORMATION MANAGEMENT) EN LA ETAPA DE DISEÑO Y SEGUIMIENTO EN EJECUCIÓN. ANÁLISIS DE UN CASO DE ESTUDIO, Trabajo de titulación previo a la obtención del grado de INGENIERO CIVIL, Facultad de Ingeniería, Universidad católica de Santiago de Guayaquil, Guayaquil, Ecuador, 2017, Pp.69
<http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/7616/1/T-UCSG-PRE-ING-IC-177.pdf>
- [28] MEF Perú, (27 Julio 2021) GUÍA NACIONAL BIM Gestión de la información para inversiones desarrolladas con BIM, Pp.21
https://www.mef.gob.pe/planbimperu/docs/recursos/guia_nacional_BIM.pdf

VIII. ANEXOS

Anexo 1: FICHAS DE SUSTENTO TECNICO DE REPOSICIÓN DE EQUIPOS ASISTENCIALES EXISTENTES

Anexo 2: TRADUCCIÓN LIBRE DEL MÉTODO RTS DEL HANDBOOK DEL ASHRAE, CHAPTER 18

Anexo 3: GLOSARIO DE TÉRMINOS

ANEXO 01: FICHAS DE SUSTENTO TECNICO DE REPOSICIÓN DE EQUIPOS ASISTENCIALES EXISTENTES

ANEXO 1

UNA FICHA POR EQUIPO

SUSTENTO TECNICO DE REPOSICION DE EQUIPOS ASISTENCIALES EXISTENTES

RED ASISTENCIAL: GERENCIA RED DESCONCENTRADA ALMENARA CENTRO ASISTENCIAL: HADUP PM <input type="checkbox"/> CM <input type="checkbox"/> Pol <input type="checkbox"/> HI <input type="checkbox"/> HII <input checked="" type="checkbox"/> HIII <input type="checkbox"/> HIV <input type="checkbox"/> HN <input type="checkbox"/> Inst <input type="checkbox"/> DEPARTAMENTO : ADMINISTRACION SERVICIO : CENTRO QUIRURGICO	N° REQUERIMIENTO 01
	RED Prioridad N° 35

1 EQUIPO ACTUAL BIOMEDICO ELECTROMECHANICO OTRO (especificar)

DENOMINACION DEL EQUIPO	MARCA	MODELO	N° Etq.Patrimonial	SERIE	Antigüedad (Años)
CENTRAL DE AIRE ACONDICIONADO TIPO SPLIT DUCTO	YORK	H4DBO76S25A	00156189	ENHM911953	14

COMPONENTES DEL EQUIPO
 MOTOR COMPRESOR DE 7HP, CONDENSADOR, EVAPORADOR, VENTILADOR

2 N° de EQUIPOS SIMILARES EN: SERVICIO CAS

3 FRECUENCIAS DEL EQUIPO

DE USO : Dia Mes Año HR 18	DE FALLAS: 12 FALLAS / AÑO
---	--------------------------------------

4 SERVICIOS QUE PROPORCIONA EL EQUIPO
 ATENCIONES POR DIA DIAS DE DIFERIMIENTO REFERENCIAS POR MES

5 OPERATIVIDAD DEL EQUIPO
 OPERATIVIDAD : BUENO REGULAR MALO POR REPARAR MALO PARA BAJA
 INOPERATIVO : POR REPARAR PARA BAJA

6 CONDICIONES DE OPERACIÓN DEL EQUIPO

INFRAESTRUCTURA ADECUADA <input checked="" type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> No INSTALACIONES CORRECTAS DEL EQUIPO <input checked="" type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> No ACCESORIOS DE OPERACIÓN COMPLETOS <input type="checkbox"/> SI <input checked="" type="checkbox"/> No	RECURSO HUMANO CALIFICADO <input checked="" type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> No ESTADO DE CONSERVACION ADECUADO <input type="checkbox"/> SI <input checked="" type="checkbox"/> No FALTA DE INSUMOS <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> No
--	--

7 DIAGNOSTICO TECNICO DEL EQUIPO
 COMPRESOR REEMPLAZADO 2 VECES Y EL ACTUAL TIENE DEFICIENCIAS DE COMPRESION, MOTOR FAN DE CONDENSADOR RECALIENTA, BANDEJA DE CONDENSADO OXIDADA, DUCTOS DETERIORADOS, EN EL PLENUM DEL CENTRO QUIRURGICO, FAJAS HERMANADAS ROTAS, RELEE Y PROTECCION DE CICLO CORTO QUEMADOS.

8 SUSTENTO TECNICO PARA PROPONER LA REPOSICION DEL EQUIPO
 DISCONTINUIDAD REPUESTOS OBSOLESCENCIA TECNOLOGICA (1) COSTO MANTENIMIENTO ALTO
 DISCONTINUIDAD DE INSUMOS
 OTROS CASOS :
(1) Adjuntar informe Técnico

9 EQUIPO NUEVO SUGERIDO PARA REEMPLAZO
 EQUIPO SIMILAR EQUIPO DE MAYOR CAPACIDAD

CARACTERISTICAS DEL EQUIPO PROPUESTO
 EQUIPO DE 90000 BTU, MOTOR COMPRESOR INVERTER, CON RESISTENCIA A LA INTENPERIE, CON PANEL DE CONTROL DIGITAL, CON REPUESTOS DE FACIL ADQUISICION Y SERVICIO DE CAMBIO DE CAJA DE FILTROS Y DUCTOS.

10 EL EQUIPO EXISTENTE A REEMPLAZARSE:
 DEBE SER DADO DE BAJA PUEDE SER REDISTRIBUIDO A OTRO SERVICIO O CENTRO ASISTENCIAL (2)
(2) SUSTENTAR :

LA FICHA DEBERA SER LLENADA POR EL INGENIERO RESIDENTE DE MANTENIMIENTO EN COORDINACION CON EL USUARIO

Equipos considerados : Biomédico, Electromecánico, complementario, clínico, administrativo, mobiliario clínico y admnsitrativo, ambulancias

ANEXO 1

UNA FICHA POR EQUIPO

SUSTENTO TECNICO DE REPOSICION DE EQUIPOS ASISTENCIALES EXISTENTES

RED ASISTENCIAL: GERENCIA RED DESCONCENTRADA ALMENARA
 CENTRO ASISTENCIAL: HADUP
 PM CM Pol HI HII HIII HIV HN Inst
 DEPARTAMENTO : MEDICO QUIRURGICO
 SERVICIO : CENTRO QUIRURGICO

Nº REQUERIMIENTO **2**

RED Prioridad Nº **36**

1 EQUIPO ACTUAL BIOMEDICO ELECTROMECHANICO OTRO (especificar)

DENOMINACION DEL EQUIPO	MARCA	MODELO	Nº Etq. Patrimonial	SERIE	Antigüedad (Años)
C. AIRE ACONDICIONADO TIPO SPLIT DUCTO	JANITROL	CKX60-B3	00156177	9907408005	14

COMPONENTES DEL EQUIPO
 MOTOR COMPRESOR DE 5HP, CONDENSADOR, EVAPORADOR, VENTILADOR

2 Nº de EQUIPOS SIMILARES EN: SERVICIO **5** CAS **7**

3 FRECUENCIAS DEL EQUIPO
 DE USO : 18 HR 18 DE FALLAS: 11 FALLAS / AÑO

4 SERVICIOS QUE PROPORCIONA EL EQUIPO
 ATENCIONES POR DIA **18HRS** DIAS DE DIFERIMIENTO REFERENCIAS POR MES

5 OPERATIVIDAD DEL EQUIPO
 OPERATIVIDAD : BUENO REGULAR MALO POR REPARAR MALO PARA BAJA
 INOPERATIVO : POR REPARAR PARA BAJA

6 CONDICIONES DE OPERACIÓN DEL EQUIPO

INFRAESTRUCTURA ADECUADA	<input checked="" type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO	RECURSO HUMANO CALIFICADO	<input checked="" type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO
INSTALACIONES CORRECTAS DEL EQUIPO	<input checked="" type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO	ESTADO DE CONSERVACION ADECUADO	<input type="checkbox"/> SI <input checked="" type="checkbox"/> NO
ACCESORIOS DE OPERACIÓN COMPLETOS	<input type="checkbox"/> SI <input checked="" type="checkbox"/> NO	FALTA DE INSUMOS	<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO

7 DIAGNOSTICO TECNICO DEL EQUIPO
 MOTOR COMPRESOR REEMPLAZADO CON DEFICIENCIAS DE COMPRESION, INTERCAMBIADOR DE CALOR DEL CONDENSADOR CON FILAMENTOS DE ALUMINIO DESGASTADOS, MOTOR FAN DE CONDENSADOR DETERIORADO, BANDEJA DE CONDENSADO OXIDADO, DUCTOS DEL PLENUM Y CAJA DE FILTROS EN MAL ESTADO.

8 SUSTENTO TECNICO PARA PROPONER LA REPOSICION DEL EQUIPO
 DISCONTINUIDAD REPUESTOS OBSOLESCENCIA TECNOLOGICA (1) COSTO MANTENIMIENTO ALTO
 DISCONTINUIDAD DE INSUMOS
 OTROS CASOS :
(1) Adjuntar informe Técnico

9 EQUIPO NUEVO SUGERIDO PARA REEMPLAZO
 EQUIPO SIMILAR EQUIPO DE MAYOR CAPACIDAD

CARACTERISTICAS DEL EQUIPO PROPUESTO
 EQUIPO DE AIRE ACONDICIONADO HOSPITALARIO SIMILAR DE 60000 BTU, MOTOCOMPRESOR INVERTER, CON PANEL DE CONTROL DIGITAL, CON REPUESTOS DE FACIL ADQUISICION, SERVICIO DE REEMPLAZO DE DUCTOS Y CAJA DE FILTROS.

10 EL EQUIPO EXISTENTE A REEMPLAZARSE:
 DEBE SER DADO DE BAJA PUEDE SER REDISTRIBUIDO A OTRO SERVICIO O CENTRO ASISTENCIAL (2)

(2) SUSTENTAR :
 LA FICHA DEBERA SER LLENADA POR EL INGENIERO RESIDENTE DE MANTENIMIENTO EN COORDINACION CON EL USUARIO

Equipos considerados : Biomédico, Electromecánico, complementario, clínico, administrativo, mobiliario clínico y administrativo, ambulancias

Pagina 1

ANEXO 1

UNA FICHA POR EQUIPO

SUSTENTO TECNICO DE REPOSICION DE EQUIPOS ASISTENCIALES EXISTENTES

RED ASISTENCIAL: GERENCIA RED DESCONCENTRADA ALMENARA CENTRO ASISTENCIAL: HADUP PM <input type="checkbox"/> CM <input type="checkbox"/> Pol <input type="checkbox"/> HI <input type="checkbox"/> HII <input checked="" type="checkbox"/> HIII <input type="checkbox"/> HIV <input type="checkbox"/> HN <input type="checkbox"/> Inst <input type="checkbox"/> DEPARTAMENTO : MEDICO QUIRURGICO SERVICIO : CENTRO QUIRURGICO	N° REQUERIMIENTO 3	
	RED Prioridad N° 37	

1 EQUIPO ACTUAL BIOMEDICO ELECTROMECHANICO OTRO (especificar)

DENOMINACION DEL EQUIPO	MARCA	MODELO	N° Etq. Patrimonial	SERIE	Antigüedad (Años)
C. AIRE ACONDICIONADO SPLIT DUCTO	YORK	H4DB076S25A	00156188	ENHM911967	14

COMPONENTES DEL EQUIPO
 EVAPORADOR TIPO DUCTO, CONDENSADOR EN LOS TECHOS

2 N° de EQUIPOS SIMILARES EN: SERVICIO CAS

3 FRECUENCIAS DEL EQUIPO

Dia	Mes	Año	
DE USO : 18 HR	X		DE FALLAS: 11 FALLAS / AÑO

4 SERVICIOS QUE PROPORCIONA EL EQUIPO
 ATENCIONES POR DIA DIAS DE DIFERIMIENTO REFERENCIAS POR MES

5 OPERATIVIDAD DEL EQUIPO
 OPERATIVIDAD : BUENO REGULAR MALO POR REPARAR MALO PARA BAJA
 INOPERATIVO : POR REPARAR PARA BAJA

6 CONDICIONES DE OPERACIÓN DEL EQUIPO

INFRAESTRUCTURA ADECUADA	Si <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	RECURSO HUMANO CALIFICADO	Si <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
INSTALACIONES CORRECTAS DEL EQUIPO	<input checked="" type="checkbox"/>	ESTADO DE CONSERVACION ADECUADO	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>
ACCESORIOS DE OPERACIÓN COMPLETOS	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	FALTA DE INSUMOS	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>

7 DIAGNOSTICO TECNICO DEL EQUIPO
 MOTOR COMPRESOR PRESENTA DESGASTE MECANICO Y DEFICIENCIAS DE COMPRESION, EL SIROCO DEL EVAPORADOR SE HALLA GRAVEMENTE OXIDADO, EL MOTOR FAN DE CONDENSADOR DETERIORADO, LA BASE DEL CONDENSADOR Y LA BANDEJA DE CONDENSADO DEL EVAPORADOR ESTAN OXIDADOS, MOTOR FAN CON BAJA DE EFICIENCIA, PRE FILTROS Y FILTRO HEPA EN MAL ESTADO, LOS DUCTOS DEL PLENUM SE HALLAN CON FUGAS Y OXIDADOS. NECESITA UN CAMBIO DEL CONTROLADOR DE CICLO CORTO.

8 SUSTENTO TECNICO PARA PROPONER LA REPOSICION DEL EQUIPO
 DISCONTINUIDAD REPUESTOS OBSOLESCENCIA TECNOLOGICA (1) COSTO MANTENIMIENTO ALTO
 DISCONTINUIDAD DE INSUMOS
 OTROS CASOS :
 (1) Adjuntar informe Técnico

9 EQUIPO NUEVO SUGERIDO PARA REEMPLAZO
 EQUIPO SIMILAR EQUIPO DE MAYOR CAPACIDAD

CARACTERISTICAS DEL EQUIPO PROPUESTO
 EQUIPO DE 90000 BTU, MOTOR COMPRESOR INVERTER, CON PANEL DE CONTROL DIGITAL, CON REPUESTOS DE FACIL ADQUISICION

10 EL EQUIPO EXISTENTE A REEMPLAZARSE:
 DEBE SER DADO DE BAJA PUEDE SER REDISTRIBUIDO A OTRO SERVICIO O CENTRO ASISTENCIAL (2)
 (2) SUSTENTAR :

LA FICHA DEBERA SER LLENADA POR EL INGENIERO RESIDENTE DE MANTENIMIENTO EN COORDINACION CON EL USUARIO
Equipos considerados : Biomédico, Electromecánico, complementario, clínico, administrativo, mobiliario clínico y adminstrativo, ambulancias

ANEXO 1

UNA FICHA POR EQUIPO

SUSTENTO TECNICO DE REPOSICION DE EQUIPOS ASISTENCIALES EXISTENTES

RED ASISTENCIAL: GERENCIA RED DESCONCENTRADA ALMENARA
 CENTRO ASISTENCIAL: HADUP
 PM CM Pol HI HII HIII HIV HN Inst
 DEPARTAMENTO : MEDICO QUIRURGICO
 SERVICIO : CENTRAL DE ESTERILIZACION

N° REQUERIMIENTO **4**

RED Prioridad N° **38**

1 EQUIPO ACTUAL BIOMEDICO ELECTROMECHANICO OTRO (especificar)

DENOMINACION DEL EQUIPO	MARCA	MODELO	N° Etiq.Patrimonial	SERIE	Antigüedad (Años)
C. AIRE ACONDICIONADO TIPO SPLIT	JANITROL	CK49-3	00156197	9711012137	14

COMPONENTES DEL EQUIPO
 MOTOR COMPRESOR DE SHP, CONDENSADOR, EVAPORADOR, VENTILADOR

2 N° de EQUIPOS SIMILARES EN: SERVICIO **3** CAS **7**

3 FRECUENCIAS DEL EQUIPO
 DE USO : 24 HR Día Mes Año DE FALLAS: 10 FALLAS / AÑO

4 SERVICIOS QUE PROPORCIONA EL EQUIPO
 ATENCIONES POR DIA **18** DIAS DE DIFERIMIENTO REFERENCIAS POR MES

5 OPERATIVIDAD DEL EQUIPO
 OPERATIVIDAD : BUENO REGULAR MALO POR REPARAR MALO PARA BAJA
 INOPERATIVO : POR REPARAR PARA BAJA

6 CONDICIONES DE OPERACIÓN DEL EQUIPO

INFRAESTRUCTURA ADECUADA	<input checked="" type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No	RECURSO HUMANO CALIFICADO	<input checked="" type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No
INSTALACIONES CORRECTAS DEL EQUIPO	<input checked="" type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No	ESTADO DE CONSERVACION ADECUADO	<input type="checkbox"/> Si <input checked="" type="checkbox"/> No
ACCESORIOS DE OPERACIÓN COMPLETOS	<input type="checkbox"/> Si <input checked="" type="checkbox"/> No	FALTA DE INSUMOS	<input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No

7 DIAGNOSTICO TECNICO DEL EQUIPO
 COMPRESOR RECALENTANDO Y CON BAJA EFICIENCIA, INTERCAMBIADOR DE CALOR DEL CONDENSADOR CON FILAMENTOS DE ALUMINIO DESGASTADOS, MOTOR FAN DE CONDENSADOR DETERIORADO, BANDEJA DE CONDENSADO Y PAREDES DEL EVAPORADOR OXIDADOS, PRE FILTROS EN MAL ESTADO, DUCTOS DEL PLENUM Y CAJA DE FILTROS OXIDADOS.

8 SUSTENTO TECNICO PARA PROPONER LA REPOSICION DEL EQUIPO
 DISCONTINUIDAD REPUESTOS OBSOLESCENCIA TECNOLÓGICA (1) COSTO MANTENIMIENTO ALTO
 DISCONTINUIDAD DE INSUMOS

OTROS CASOS :
(1) Adjuntar informe Técnico

9 EQUIPO NUEVO SUGERIDO PARA REEMPLAZO
 EQUIPO SIMILAR EQUIPO DE MAYOR CAPACIDAD

CARACTERISTICAS DEL EQUIPO PROPUESTO
 EQUIPO HOSPITALARIO DE 60000 BTU, MOTOR COMPRESOR INVERTER Y RESISTENCIA A LA INTENPERIE, CON PANEL DE CONTROL DIGITAL, CON REPUESTOS DE FACIL ADQUISICION

10 EL EQUIPO EXISTENTE A REEMPLAZARSE:
 DEBE SER DADO DE BAJA PUEDE SER REDISTRIBUIDO A OTRO SERVICIO O CENTRO ASISTENCIAL (2)

(2) SUSTENTAR :

LA FICHA DEBERA SER LLENADA POR EL INGENIERO RESIDENTE DE MANTENIMIENTO EN COORDINACION CON EL USUARIO
Equipos considerados : Biomédico, Electromecánico, complementario, clínico, administrativo, mobiliario clínico y administrativo, ambulancias

Página 1

ANEXO 1

UNA FICHA POR EQUIPO

SUSTENTO TECNICO DE REPOSICION DE EQUIPOS ASISTENCIALES EXISTENTES

RED ASISTENCIAL: RED ASISTENCIAL ALMENARA
 CENTRO ASISTENCIAL: HADUP
 PM CM Pol HI HII HIII HIV HN Inst
 DEPARTAMENTO : MEDICO QUIRURGICO
 SERVICIO : CENTRO QUIRURGICO

Nº REQUERIMIENTO **5**

RED Prioridad Nº **39**

1 EQUIPO ACTUAL BIOMEDICO ELECTROMECHANICO OTRO (especificar)

DENOMINACION DEL EQUIPO	MARCA	MODELO	Nº Etq.Patrimonial	SERIE	Antigüedad (Años)
C. AIRE ACONDICIONADO	JANITROL	CK36-1A	156191	9808503604	9

COMPONENTES DEL EQUIPO
 MOTOR COMPRESOR DE 5HP, CONDENSADOR, EVAPORADOR, VENTILADOR

2 Nº de EQUIPOS SIMILARES EN: SERVICIO CAS

3 FRECUENCIAS DEL EQUIPO
 DE USO : HR Día Mes Año DE FALLAS: FALLAS / AÑO

4 SERVICIOS QUE PROPORCIONA EL EQUIPO
 ATENCIONES POR DIA DIAS DE DIFERIMIENTO REFERENCIAS POR MES

5 OPERATIVIDAD DEL EQUIPO
 OPERATIVIDAD : BUENO REGULAR MALO POR REPARAR MALO PARA BAJA
 INOPERATIVO : POR REPARAR PARA BAJA

6 CONDICIONES DE OPERACIÓN DEL EQUIPO

INFRAESTRUCTURA ADECUADA	<input checked="" type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No	RECURSO HUMANO CALIFICADO	<input checked="" type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No
INSTALACIONES CORRECTAS DEL EQUIPO	<input checked="" type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No	ESTADO DE CONSERVACION ADECUADO	<input type="checkbox"/> Si <input checked="" type="checkbox"/> No
ACCESORIOS DE OPERACIÓN COMPLETOS	<input type="checkbox"/> Si <input checked="" type="checkbox"/> No	FALTA DE INSUMOS	<input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No

7 DIAGNOSTICO TECNICO DEL EQUIPO
 MOTOR COMPRESOR REPARADO Y CAMBIADO DOS VECES PRESENTA DESGASTE MECANICO Y DEFICIENCIAS DE COMPRESION, INTERCAMBIADOR DE CALOR DEL CONDENSADOR DEL TECHO TIENE LOS FILAMENTOS DE ALUMINIO DESGASTADOS, MOTOR FAN DE CONDENSADOR RECALIENTA, BASE Y CARCAZA DEL CONDENSADOR OXIDADA, DUCTOS Y CAJA DE FILTROS NO HERMÉTICAS.

8 SUSTENTO TECNICO PARA PROPONER LA REPOSICION DEL EQUIPO
 DISCONTINUIDAD REPUESTOS OBSOLESCENCIA TECNOLÓGICA (1) COSTO MANTENIMIENTO ALTO
 DISCONTINUIDAD DE INSUMOS
 OTROS CASOS :
(1) Adjuntar informe Técnico

9 EQUIPO NUEVO SUGERIDO PARA REEMPLAZO
 EQUIPO SIMILAR EQUIPO DE MAYOR CAPACIDAD

CARACTERISTICAS DEL EQUIPO PROPUESTO
 EQUIPO DE 60000 BTU, MOTOR COMPRESOR INVERTER CON RESISTENCIA A LA INTENPERIE, CON PANEL DE CONTROL DIGITAL, CON REPUESTOS DE FACIL ADQUISICION, CON SERVICIO DE REEMPLAZO DE DUCTOS Y CAJA DE FILTROS.

10 EL EQUIPO EXISTENTE A REEMPLAZARSE:
 DEBE SER DADO DE BAJA PUEDE SER REDISTRIBUIDO A OTRO SERVICIO O CENTRO ASISTENCIAL (2)

(2) SUSTENTAR :

 LA FICHA DEBERA SER LLENADA POR EL INGENIERO RESIDENTE DE MANTENIMIENTO EN COORDINACION CON EL USUARIO

Equipos considerados : Biomédico, Electromecánico, complementario, clínico, administrativo, mobiliario clínico y administrativo, ambulancias



ANEXO 1

UNA FICHA POR EQUIPO

SUSTENTO TECNICO DE REPOSICION DE EQUIPOS ASISTENCIALES EXISTENTES

RED ASISTENCIAL: GERENCIA RED DESCONCENTRADA ALMENARA
 CENTRO ASISTENCIAL: HADUP
 PM CM Pol HI HII HIII HIV HN Inst
 DEPARTAMENTO : MEDICO QUIRURGICO
 SERVICIO : CENTRO OBSTETRICO

Nº REQUERIMIENTO **6**

RED Prioridad Nº **40**

1 EQUIPO ACTUAL BIOMEDICO ELECTROMECHANICO OTRO (especificar)

DENOMINACION DEL EQUIPO	MARCA	MODELO	Nº Etq. Patrimonial	SERIE	Antigüedad (Años)
C. AIRE ACONDICIONADO TIPO SPLIT DUCTO	JANITROL	CKX60-3B	156192	9907407857	14

COMPONENTES DEL EQUIPO
 MOTOR COMPRESOR , UNIDAD CONDENSADORA, UNIDAD EVAPORADORA, BUSTER, PORTAFILTROS

2 Nº de EQUIPOS SIMILARES EN: SERVICIO **5** CAS **7**

3 FRECUENCIAS DEL EQUIPO
 DE USO : 24 HR Dia Mes Año DE FALLAS: 9 FALLAS / AÑO

4 SERVICIOS QUE PROPORCIONA EL EQUIPO
 ATENCIONES POR DIA **18** DIAS DE DIFERIMIENTO REFERENCIAS POR MES

5 OPERATIVIDAD DEL EQUIPO
 OPERATIVIDAD : BUENO REGULAR MALO POR REPARAR MALO PARA BAJA
 INOPERATIVO : POR REPARAR PARA BAJA

6 CONDICIONES DE OPERACIÓN DEL EQUIPO

INFRAESTRUCTURA ADECUADA	<input checked="" type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO	RECURSO HUMANO CALIFICADO	<input checked="" type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO
INSTALACIONES CORRECTAS DEL EQUIPO	<input checked="" type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO	ESTADO DE CONSERVACION ADECUADO	<input type="checkbox"/> SI <input checked="" type="checkbox"/> NO
ACCESORIOS DE OPERACIÓN COMPLETOS	<input type="checkbox"/> SI <input checked="" type="checkbox"/> NO	FALTA DE INSUMOS	<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO

7 DIAGNOSTICO TECNICO DEL EQUIPO
 MOTOR COMPRESOR RECALIENTA, PRESENTA DESGASTE MECANICO Y DEFICIENCIAS DE COMPRESION, SIROCO DEL EVAPORADOR POR REEMPLAZAR, INTERCAMBIADOR DE CALOR FILAMENTOS DE ALUMINIO DESGASTADOS, MOTOR FAN DE CONDENSADOR DETERIORADO, BANDEJA DE CONDENSADO REEMPLAZADA OXIDADA, MOTOR FAN CON BAJA DE EFICIENCIA, PRE FILTROS EN MAL ESTADO, RELEE QUEMADO.

8 SUSTENTO TECNICO PARA PROPONER LA REPOSICION DEL EQUIPO
 DISCONTINUIDAD REPUESTOS OBSOLESCENCIA TECNOLOGICA (1) COSTO MANTENIMIENTO ALTO
 DISCONTINUIDAD DE INSUMOS
 OTROS CASOS :
(1) Adjuntar informe Técnico

9 EQUIPO NUEVO SUGERIDO PARA REEMPLAZO
 EQUIPO SIMILAR EQUIPO DE MAYOR CAPACIDAD

CARACTERISTICAS DEL EQUIPO PROPUESTO
 EQUIPO DE 60000 BTU, MOTOR COMPRESOR INVERTER, CON RESISTENCIA A LA INTENPERIE, CON PANEL DE CONTROL DIGITAL, CON REPUESTOS DE FACIL ADQUISICION

10 EL EQUIPO EXISTENTE A REEMPLAZARSE:
 DEBE SER DADO DE BAJA PUEDE SER REDISTRIBUIDO A OTRO SERVICIO O CENTRO ASISTENCIAL (2)

(2) SUSTENTAR :
 LA FICHA DEBERA SER LLENADA POR EL INGENIERO RESIDENTE DE MANTENIMIENTO EN COORDINACION CON EL USUARIO

Equipos considerados : Biomédico, Electromecánico, complementario, clínico, administrativo, mobiliario clínico y administrativo, ambulancias

ANEXO 1

UNA FICHA POR EQUIPO

SUSTENTO TECNICO DE REPOSICION DE EQUIPOS ASISTENCIALES EXISTENTES

RED ASISTENCIAL: GERENCIA RED DESCENCRADA ALMENARA
 CENTRO ASISTENCIAL: HADUP
 PM CM Pol HI HII HIII HIV HN Inst
 DEPARTAMENTO : MEDICO QUIRURGICO
 SERVICIO : CENTRAL DE ESTERILIZACION

Nº REQUERIMIENTO **7**

RED Prioridad Nº **41**

1 EQUIPO ACTUAL BIOMEDICO ELECTROMECHANICO OTRO (especificar)

DENOMINACION DEL EQUIPO	MARCA	MODELO	Nº Etq.Patrimonial	SERIE	Antigüedad (Años)
C. AIRE ACONDICIONADO TIPO SPLIT DECORATIVO	JANITROL	CK49-3	00156198	9709043338	14

COMPONENTES DEL EQUIPO
 MOTOR COMPRESOR DE 5HP, CONDENSADOR, EVAPORADOR, VENTLADOR

2 Nº de EQUIPOS SIMILARES EN: SERVICIO CAS

3 FRECUENCIAS DEL EQUIPO
 DE USO : HR Día Mes Año DE FALLAS: FALLAS / AÑO

4 SERVICIOS QUE PROPORCIONA EL EQUIPO
 ATENCIONES POR DIA DIAS DE DIFERIMIENTO REFERENCIAS POR MES

5 OPERATIVIDAD DEL EQUIPO
 OPERATIVIDAD : BUENO REGULAR MALO POR REPARAR MALO PARA BAJA
 INOPERATIVO : POR REPARAR PARA BAJA

6 CONDICIONES DE OPERACIÓN DEL EQUIPO

INFRAESTRUCTURA ADECUADA	<input checked="" type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO	RECURSO HUMANO CALIFICADO	<input checked="" type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO
INSTALACIONES CORRECTAS DEL EQUIPO	<input checked="" type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO	ESTADO DE CONSERVACION ADECUADO	<input type="checkbox"/> SI <input checked="" type="checkbox"/> NO
ACCESORIOS DE OPERACIÓN COMPLETOS	<input type="checkbox"/> SI <input checked="" type="checkbox"/> NO	FALTA DE INSUMOS	<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO

7 DIAGNOSTICO TECNICO DEL EQUIPO
 MOTOR COMPRESOR RECALIENTA, FUE CAMBIADO 2 VECES, INTERCAMBIADOR DE CALOR DEL CONDENSADOR CON FILAMENTOS DE ALUMINIO DESGASTADOS, MOTOR FAN DE CONDENSADOR CON BAJA DE EFICIENCIA, SIN KIT FILTROS POR SER REPUESTOS DESCONTINUADOS.

8 SUSTENTO TECNICO PARA PROPONER LA REPOSICION DEL EQUIPO
 DISCONTINUIDAD REPUESTOS OBSOLESCENCIA TECNOLOGICA (1) COSTO MANTENIMIENTO ALTO
 DISCONTINUIDAD DE INSUMOS
 OTROS CASOS :
 (1) Adjuntar informe Técnico

9 EQUIPO NUEVO SUGERIDO PARA REEMPLAZO
 EQUIPO SIMILAR EQUIPO DE MAYOR CAPACIDAD

CARACTERISTICAS DEL EQUIPO PROPUESTO
 EQUIPO DE 60000 BTU, MOTOR COMPRESOR INVERTER, CON RESISTENCIA A LA INTENPERIE, CON PANEL DE CONTROL DIGITAL, CON REPUESTOS DE FACIL ADQUISICION

10 EL EQUIPO EXISTENTE A REEMPLAZARSE:
 DEBE SER DADO DE BAJA PUEDE SER REDISTRIBUIDO A OTRO SERVICIO O CENTRO ASISTENCIAL (2)

(2) SUSTENTAR :

LA FICHA DEBERA SER LLENADA POR EL INGENIERO RESIDENTE DE MANTENIMIENTO EN COORDINACION CON EL USUARIO
Equipos considerados : Biomédico, Electromecánico, complementario, clínico, administrativo, mobiliario clínico y administrativo, ambulancias



ANEXO 1

UNA FICHA POR EQUIPO

SUSTENTO TECNICO DE REPOSICION DE EQUIPOS ASISTENCIALES EXISTENTES

RED ASISTENCIAL: GERENCIA RED DESCONCENTRADA ALMENARA
 CENTRO ASISTENCIAL: HADUP
 PM CM Pol HI HII HIII HIV HN Inst
 DEPARTAMENTO : MEDICO QUIRURGICO
 SERVICIO : CENTRAL DE ESTERILIZACION

N° REQUERIMIENTO	8
RED Prioridad N°	42

1 EQUIPO ACTUAL BIOMEDICO ELECTROMECHANICO OTRO (especificar)

DENOMINACION DEL EQUIPO	MARCA	MODELO	N° Etq.Patrimonial	SERIE	Antigüedad (Años)
C. AIRE ACONDICIONADO TIPO SPLIT DECORATIVO	JANITROL	CKX49-3B	00156199	9711012141	14

COMPONENTES DEL EQUIPO
 MOTOR COMPRESOR DE SHP, CONDENSADOR, EVAPORADOR, VENTLADOR

2 N° de EQUIPOS SIMILARES EN: SERVICIO CAS

3 FRECUENCIAS DEL EQUIPO
 DE USO : 18 HR Día Mes Año DE FALLAS: 8 FALLAS / AÑO

4 SERVICIOS QUE PROPORCIONA EL EQUIPO
 ATENCIONES POR DIA DIAS DE DIFERIMIENTO REFERENCIAS POR MES

5 OPERATIVIDAD DEL EQUIPO
 OPERATIVIDAD : BUENO REGULAR MALO POR REPARAR MALO PARA BAJA
 INOPERATIVO : POR REPARAR PARA BAJA

6 CONDICIONES DE OPERACIÓN DEL EQUIPO

INFRAESTRUCTURA ADECUADA	Si <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	RECURSO HUMANO CALIFICADO	Si <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
INSTALACIONES CORRECTAS DEL EQUIPO	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	ESTADO DE CONSERVACION ADECUADO	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>
ACCESORIOS DE OPERACIÓN COMPLETOS	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	FALTA DE INSUMOS	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>

7 DIAGNOSTICO TECNICO DEL EQUIPO
 MOTOR COMPRESOR PRESENTA ALTOS RUIDOS NO LLEGA A LA PRESION ADECUADA, EL CONDENSADOR PRESENTA FILAMENTOS DE ALUMINIO DESGASTADOS, MOTOR FAN DE CONDENSADOR DETERIORADO, BASE DEL CONDENSADOR OXIDADO, REQUIERE EL CAMBIO DEL FILTROS DE AIRE DESCONTINUADOS.

8 SUSTENTO TECNICO PARA PROPONER LA REPOSICION DEL EQUIPO
 DISCONTINUIDAD REPUESTOS OBSOLESCENCIA TECNOLOGICA (1) COSTO MANTENIMIENTO ALTO
 DISCONTINUIDAD DE INSUMOS
 OTROS CASOS :
(1) Adjuntar informe Técnico

9 EQUIPO NUEVO SUGERIDO PARA REEMPLAZO
 EQUIPO SIMILAR EQUIPO DE MAYOR CAPACIDAD

CARACTERISTICAS DEL EQUIPO PROPUESTO
 EQUIPO DE 60000 BTU, MOTOR COMPRESOR INVERTER, CON RESISTENCIA A LA INTENPERIE, CON PANEL DE CONTROL DIGITAL, CON REPUESTOS DE FACIL ADQUISICION

10 EL EQUIPO EXISTENTE A REEMPLAZARSE:
 DEBE SER DADO DE BAJA PUEDE SER REDISTRIBUIDO A OTRO SERVICIO O CENTRO ASISTENCIAL (2)

(2) SUSTENTAR :

 LA FICHA DEBERA SER LLENADA POR EL INGENIERO RESIDENTE DE MANTENIMIENTO EN COORDINACION CON EL USUARIO
Equipos considerados : Biomédico, Electromecánico, complementario, clínico, administrativo, mobiliario clínico y administrativo, ambulancias

ANEXO 1

UNA FICHA POR EQUIPO

SUSTENTO TECNICO DE REPOSICION DE EQUIPOS ASISTENCIALES EXISTENTES

RED ASISTENCIAL: GERENCIA RED DESCENTRALIZADA ALMENARA
 CENTRO ASISTENCIAL: HADUP
 PM CM Pol HI HII HIII HIV HN Inst
 DEPARTAMENTO : MEDICO QUIRURGICO
 SERVICIO : SALA DE RECUPERACION

Nº REQUERIMIENTO **9**

RED Prioridad Nº **43**

1 EQUIPO ACTUAL BIOMEDICO ELECTROMECHANICO OTRO (especificar)

DENOMINACION DEL EQUIPO	MARCA	MODELO	Nº Etq. Patrimonial	SERIE	Antigüedad (Años)
C. AIRE ACONDICIONADO TIPO SPLIT DUCTO	JANITROL	CK49-3	00156190	9708044963	14

COMPONENTES DEL EQUIPO
 MOTOR COMPRESOR DE 5HP, CONDENSADOR, EVAPORADOR, VENTLADOR

2 Nº de EQUIPOS SIMILARES EN: SERVICIO CAS

3 FRECUENCIAS DEL EQUIPO
 DE USO : HR Dia Mes Año DE FALLAS: FALLAS / AÑO

4 SERVICIOS QUE PROPORCIONA EL EQUIPO
 ATENCIONES POR DIA DIAS DE DIFERIMIENTO REFERENCIAS POR MES

5 OPERATIVIDAD DEL EQUIPO
 OPERATIVIDAD : BUENO REGULAR MALO POR REPARAR MALO PARA BAJA
 INOPERATIVO : POR REPARAR PARA BAJA

6 CONDICIONES DE OPERACIÓN DEL EQUIPO

INFRAESTRUCTURA ADECUADA	<input checked="" type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> No	RECURSO HUMANO CALIFICADO	<input checked="" type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> No
INSTALACIONES CORRECTAS DEL EQUIPO	<input checked="" type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> No	ESTADO DE CONSERVACION ADECUADO	<input type="checkbox"/> SI <input checked="" type="checkbox"/> No
ACCESORIOS DE OPERACIÓN COMPLETOS	<input type="checkbox"/> SI <input checked="" type="checkbox"/> No	FALTA DE INSUMOS	<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> No

7 DIAGNOSTICO TECNICO DEL EQUIPO
 MOTOR COMPRESOR REEMPLAZADO 2 VECES RECALIENTA LIGERAMENTE, INTERCAMBIADOR DE CALOR DEL CONDENSADOR CON LOS FILAMENTOS DE ALUMINIO GASTADOS.

8 SUSTENTO TECNICO PARA PROPONER LA REPOSICION DEL EQUIPO
 DISCONTINUIDAD REPUESTOS OBSOLESCENCIA TECNOLOGICA (1) COSTO MANTENIMIENTO ALTO
 DISCONTINUIDAD DE INSUMOS
 OTROS CASOS :
(1) Adjuntar informe Técnico

9 EQUIPO NUEVO SUGERIDO PARA REEMPLAZO
 EQUIPO SIMILAR EQUIPO DE MAYOR CAPACIDAD
CARACTERISTICAS DEL EQUIPO PROPUESTO
 EQUIPO DE 60000 BTU, MOTOR COMPRESOR INVERTER, CON RESISTENCIA A LA INTENPERIE, CON PANEL DE CONTROL DIGITAL, CON REPUESTOS DE FACIL ADQUISICION

10 EL EQUIPO EXISTENTE A REEMPLAZARSE:
 DEBE SER DADO DE BAJA PUEDE SER REDISTRIBUIDO A OTRO SERVICIO O CENTRO ASISTENCIAL (2)
(2) SUSTENTAR :

LA FICHA DEBERA SER LLENADA POR EL INGENIERO RESIDENTE DE MANTENIMIENTO EN COORDINACION CON EL USUARIO
Equipos considerados : Biomédico, Electromecánico, complementario, clínico, administrativo, mobiliario clínico y admnistrativo, ambulancias

Página 1

ANEXO 02: TRADUCCIÓN LIBRE DEL MÉTODO RTS DEL HANDBOOK DEL ASHRAE, CHAPTER 18.6

6. MÉTODO DE SERIES DE TIEMPO RADIANTE (RTS)

El método de series de tiempo radiante (RTS) es un método simplificado para realizar el cálculo de cargas de enfriamiento derivado del método de balance de calor (HB). De esta forma se intenta presentar una alternativa más actualizada frente a otros métodos simplificados (que no están basados en balance de calor), como lo son el método de funciones de transferencia (TFM), el método de factor de carga de enfriamiento o diferencial de temperatura de enfriamiento (CLTD/CLF), y el método de diferencias/tiempos promedio de temperatura equivalente (TETD/TA).

Este método ha sido desarrollado para ofrecer una aproximación que es rigurosa pero que no requiere cálculos iterativos y cuantifica la contribución de cada componente a la carga total de enfriamiento. Adicionalmente, se desea que el usuario sea capaz de inspeccionar y comparar los coeficientes de diferentes construcciones y tipos de zonas en una forma que muestre su efecto relativo en el resultado. Estas cualidades del método RTS facilitan la aplicación de criterio de ingeniería durante el cálculo de las cargas de enfriamiento.

El método RTS es adecuado para cálculos de cargas máximas de diseño, pero no debe ser usado para simulaciones energéticas anuales debido a las limitaciones asumidas inherentemente. Aunque simple en concepto, el método RTS comprende demasiadas operaciones de cálculo para su aplicación práctica como método manual, pese a esto, puede ser implementada fácilmente en una hoja de cálculo computarizada, como se puede apreciar en los ejemplos. Para un método de cálculo manual, referirse al método CLTD/CLF en el capítulo 28 de la edición de 1997 del “*ASHRAE Handbook-Fundamentals*”.

6.1. Asunciones y principios.

El diseño de cargas de enfriamiento está basado en la asunción de **condiciones periodico-estables** (P.e., el clima, ocupación y condiciones de ganancia de calor del día del diseño son idénticas a los de los días precedentes, de tal forma que las cargas se repiten en un ciclo idéntico de 24 horas). Así, la ganancia de calor de un componente en particular a una hora en particular es el mismo a uno 24h antes, el cual es el mismo al que fue 48h antes, etc. Esta asunción es el sustento para la derivación del RTS del método HB.

El cálculo de cargas de enfriamiento debe contemplar dos efectos de retardo inherentes a los procesos de transferencia de calor de un edificio:

- Retardo de la ganancia por conducción de calor a través de superficies opacas masivas (paredes, techos o pisos).
- Retardo de la conversión de ganancia de calor por radiación a cargas de enfriamiento.

Las paredes y techos exteriores conducen calor debido a la diferencia de temperatura entre el interior y exterior. Adicionalmente, la energía solar en superficies exteriores es absorbida y luego transferida por conducción al interior del edificio. Debido a la masa y capacidad térmica de los materiales de construcción de la pared o techo, existe un tiempo de retardo sustancial entre la entrada de calor en las superficies exteriores y su conversión en ganancia de calor en la superficie interior.

Tal y como se describe en la sección de Principios de la Carga de Enfriamiento, la mayoría de fuentes de calor transfieren energía a la habitación mediante una combinación de convección y radiación. El componente de convección de la ganancia de calor se convertirá inmediatamente en parte de la carga de enfriamiento. La parte radiante primero deberá ser absorbida por los acabados y masas de las superficies al interior de la habitación, y luego, se convierte en carga de enfriamiento solo cuando esta es finalmente transferida por convección de las superficies al aire de la habitación. Así, el calor radiante se convierte en carga de enfriamiento luego de un periodo de tiempo retardado.

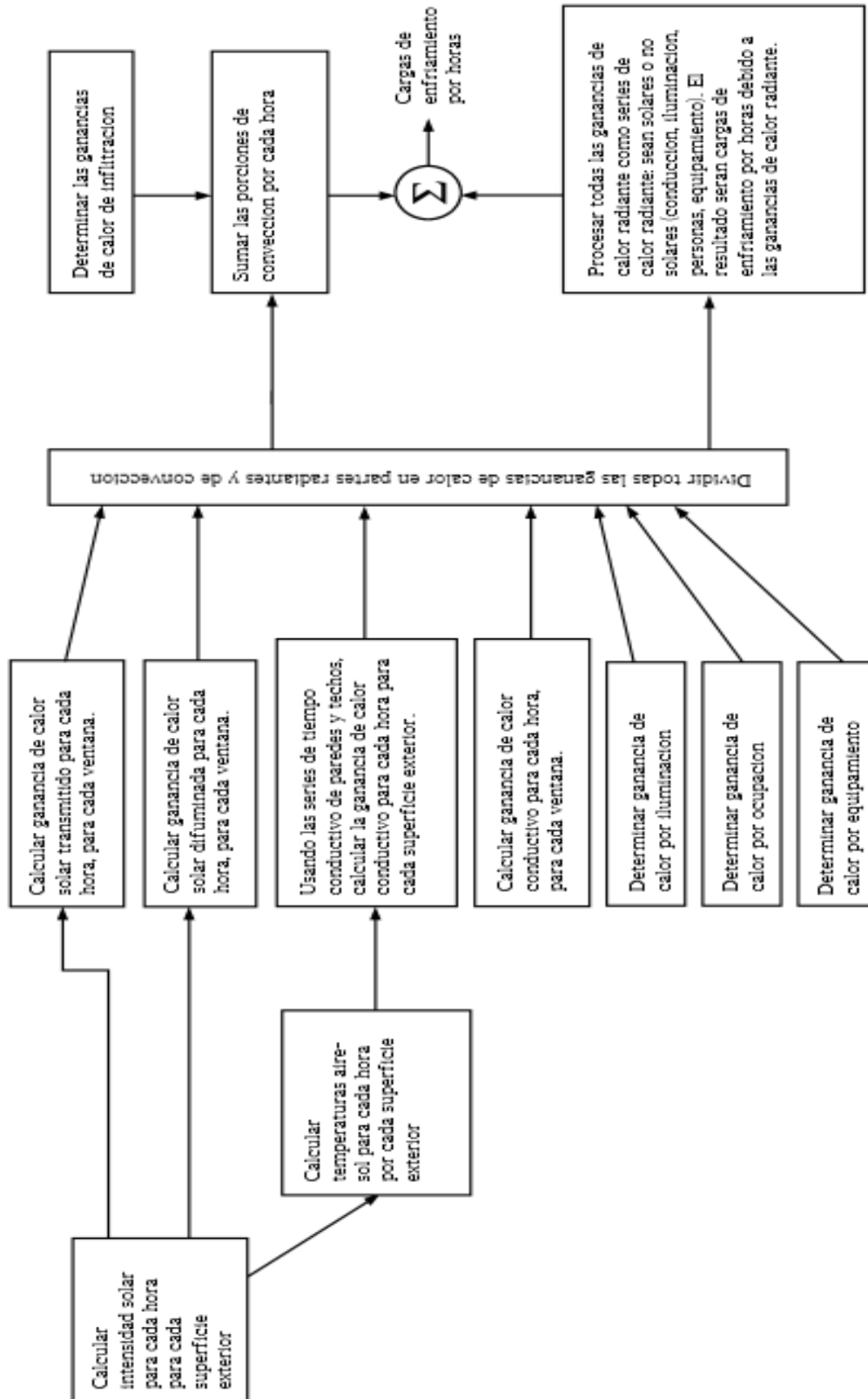
6.2. Perspectiva General.

La figura 8 presenta una vista en conjunto del método RTS. Cuando se calcula radiación solar, ganancia de calor transmitida por las ventanas, temperatura aire-sol e infiltración, RTS trabaja exactamente igual a métodos simplificados previos (TFM y TED/TA). Las áreas importantes en las que se difiere de los métodos simplificados previos incluyen:

- Cómputo de la ganancia de calor por conducción.
- Dividir todas las ganancias en porciones radiantes y de convección.
- Conversión de las ganancias de calor radiante en cargas de enfriamiento.

El método RTS toma en cuenta los efectos de ambos retardos por conducción y radiación al multiplicar las ganancias de calor horarias por series de 24h. La multiplicación de las series de tiempo, en efecto, distribuyen las ganancias de calor a través del tiempo. Los coeficientes de las series, los cuales son llamados **factores de tiempo radiante** y **factores de tiempo conductivos**, son derivados usando el método HB.

FIGURA 11: Fig. 8 Perspectiva general del método de series de tiempo radiante



ANEXO 03: GLOSARIO DE TÉRMINOS

1. Building Information Modeling (BIM).-

La metodología BIM (Building Information Modeling), es una herramienta de trabajo colaborativo basada en el uso de un software dinámico de gestión de datos de una infraestructura civil a lo largo de la totalidad de su ciclo de vida, abarcando las tres fases generales más importantes de un proyecto: Preinversión, Inversión y Post inversión (Diseño, Construcción y Operación)

Se citan algunas definiciones de BIM:

“BIM es una metodología de trabajo colaborativo basada en la aplicación de procesos, estándares, herramientas y tecnologías para el modelamiento digital de la información de una edificación o infraestructura durante todo su ciclo de vida, a través del uso de un entorno común de datos”

Fuente:

https://www.mef.gob.pe/contenidos/inv_publica/docs/capacitaciones/infografia/10_Infografia_Que_es_BIM.pdf

Buliding Information Modeling (BIM) se conceptúa como una metodología de trabajo colaborativo para la gestión en el marco del Plan BIM Perú, el de la información de una inversión pública, que hace uso de un modelo de información creado por las partes involucradas, para facilitar la programación multianual, formulación, diseño, construcción, operación y mantenimiento de la infraestructura pública, asegurando una base confiable para la toma de decisiones.”

Fuente:

https://www.mef.gob.pe/index.php?option=com_content&view=article&id=5897&Itemid=102594&lang=es

Su objetivo es centrar toda la información del proyecto en un modelo de información digital establecido por todos sus empleados.

BIM presume la evolución de los sistemas de diseño tradicionales fundados en el plano, ya que integra información geométrica (3D), de tiempos (4D), de costes (5D), ambiental (6D) y de mantenimiento (7D).

La utilización de BIM abarca las fases de diseño, ejecución del proyecto y ampliándose a lo largo del ciclo de vida del edificio, permitiendo la gestión del mismo y reduciendo los costes de operación.

Fuente: <https://www.buildingsmart.es/bim/>

Esta maqueta digital accede una gran base de datos que ayuda a gestionar los elementos que forman parte de la infraestructura e todo el ciclo de vida de la misma.

Fuente: <https://www.esbim.es>

A continuación seleccionamos las características más importantes del Building Information Modeling ó Modelado de Información para la Construcción:

- a) Es una metodología de trabajo de tipo colaborativa y significa que se trabaja con archivos electrónicos compartidos.
- b) Es una base de datos de información digital de los objetos componentes del proyecto, que conforman una maqueta digital.
- c) Es transversal al Proyecto, abarca todo el ciclo de vida del Proyecto.
- d) Su madurez está dada por sus dimensiones (2D, 3D,7D); que indica el grado de integración de los datos.

FIGURA 12: NIVELES DE INTEGRACION BIM



Fuente: Elaboración Propia

- e) Por el nivel de detalle o de desarrollo (LOD, Level Of Development), está dada como, LOD 100, Detalle de diseño conceptual, LOD 200, Detalle de diseño esquemático, LOD 300, Diseño detallado de la instalación, LOD 350, Detalle de documentación de construcción, LOD 400, Detalle de fabricación y montaje, LOD 500, Asbuild, o tal como se construyó o instaló.

Desde que el mundo comenzó a trabajar con softwares de dibujo técnico, 2D o 3D, se comenzó a desarrollar una filosofía de gestión integral de los Proyectos, cuidando todas sus etapas de vida y aprovechando la tecnología para hacerlos más transparentes y mejorar la comunicación de los objetivos

del Proyecto de Infraestructura, facilitando la lectura de planos, llevándola a la representación visual en videos a tres dimensiones.

Aprovechando por ejemplo la tecnología de vídeos grabados por drones con bases matemáticas para realizar levantamientos de terrenos previos al diseño o supervisiones de avance de obra, para administrarlos en menor tiempo y casi a tiempo real.

El mundo se adapta al BIM y las demás teorías de gestión también.

2. Mantenimiento. -

Conjunto de teorías que tiene el objetivo de lograr el adecuado funcionamiento de la infraestructura de los proyectos ejecutados.

Analiza la Operatividad en el tiempo para generar actividades de tipo Preventivo, Predictivo, definiendo por anticipado los recursos necesarios para lograr los objetivos de Mantenimiento.

3. Gestión de Mantenimiento. -

Gestión del Mantenimiento son operaciones con el objetivo de avalar la continuidad de la actividad operativa, evitando atrasos en el proceso por averías de máquinas y equipos.

4. Gestión de Mantenimiento BIM. -

Es la gestión de Mantenimiento para un entorno BIM (Building Information Modeling).

De los conceptos anteriores se puede apreciar el grado de mayor integración o desarrollo del BIM se alcanza cuando la información digital de la maqueta del proyecto se puede utilizar para el mantenimiento en la etapa de operación y mantenimiento de la infraestructura.

El BIM es una herramienta poderosa que, usada adecuadamente, puede predecir no solamente las interferencias entre especialidades en obra o ayudar en el metrado y presupuesto.

Es por eso que el mayor grado de desarrollo de la metodología BIM se orienta para alcanzar una verdadera gestión de proyectos, que respecto al Mantenimiento de Equipos Electromecánicos comprende según la etapa del ciclo de vida del Proyecto lo siguiente:

TABLA 33: INTERVENCION DEL BIM DEL MANTENIMIENTO EN LAS ETAPAS DE UN PROYECTO

	ETAPA DEL PROY.	INTERVENCIÓN DEL MANTENIMIENTO ELECTROMECAÁNICO
1	IDEA	<ul style="list-style-type: none"> ✓ El mantenimiento debe ayudar a preservar la idea principal, el objetivo del proyecto, con un nivel LOD100 como máximo.
2	PERFIL	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Al mantenimiento de la infraestructura, es posible diseñarlo aproximadamente, con un nivel 2D y un desarrollo LOD200 ✓ Se definen riesgos, circunstancias, filosofías, objetivos del mantenimiento para la etapa de operación y mantenimiento.
3	FACTIBILIDAD	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Al mantenimiento es posible asignarle costos CAPEX y OPEX aproximados.
4	EXPEDIENTE TECNICO	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Se debería ir seleccionando, procesos, materiales y equipos del proyecto para obtener la máxima eficiencia energética en la operación de la infraestructura, sin afectar los costos de ejecución. CAPEX vs OPEX. ✓ Se tiene ya el listado de Equipos Electromecánicos del Proyecto. ✓ La integración de la información debe llegar a una nivel 6D, no menos, con un desarrollo LOD400
5	EJECUCIÓN	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Se debe controlar la instalación de los Equipos Electromecánicos indicados en el Expediente Técnico del Estudio Definitivo, adaptando nuevos equipos a causa de alguna variación del Expediente Técnico. ✓ Se debe preparar la información necesaria para el Comisionado de Equipos Electromecánicos del Proyecto, con sus certificaciones, pruebas FAT/SAT (En fabrica/ en sitio), catálogos, aspectos de seguridad, salud y medio ambiente, repuestos y capacitación al personal de la operación del proyecto. ✓ A este nivel se construye una maqueta a nivel 7D, con un desarrollo LOD 500. ✓ El comisionado ya tiene desarrollado el plan y programa de mantenimiento, de acuerdo a la idea inicial u objetivo del proyecto, que pudo variar. ✓ Se definen costos de mantenimiento como parte de los OPEX.
6	OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	<ul style="list-style-type: none"> ✓ La maqueta BIM se toma como base para construir el Inventario de Equipos Electromecánicos a Mantener. ✓ Se controla el cumplimiento del Plan de Mantenimiento propuesto por El Comisionado. ✓ Se usa toda la información que el comisionado a preparado para entregar o transferir la infraestructura a quienes van a realizar la operación y mantenimiento de los Equipos Electromecánicos, incluyendo al plan y

		<p>programa de mantenimiento, los cuales deben ser ajustados a las nuevas circunstancias, filosofías, objetivos de esta etapa.</p> <p>✓ Se registran todas las actividades de mantenimiento realizadas.</p>
7	EVAL EXPOST.	<p>✓ Se evalúa la información registrada de las actividades de mantenimiento realizado, identificando los aciertos e identificando los errores para corregirlos en un futuro proyecto.</p>

Fuente: Elaboración Propia

5. Ciclos de un Proyecto. -

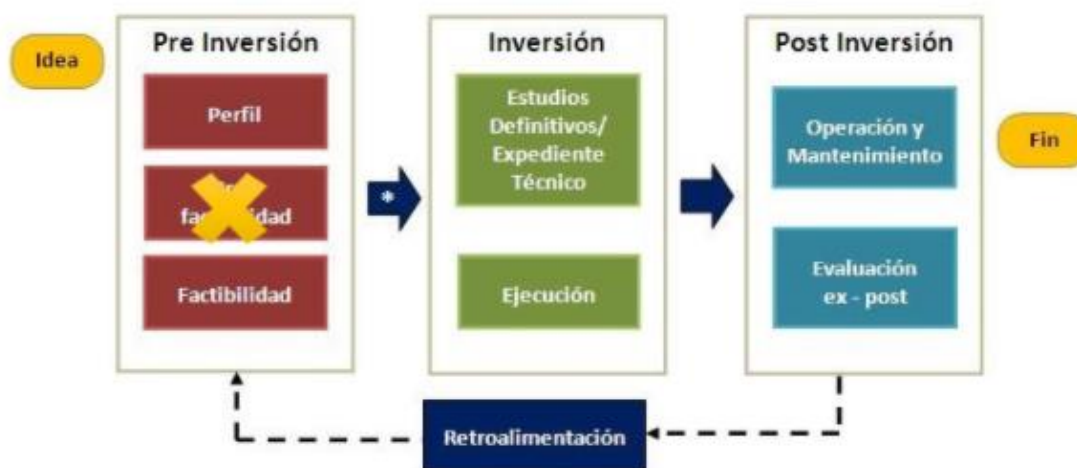
Otro concepto necesario es definir las etapas de vida de un Ciclo de Proyecto, para el MEF:

“El Ciclo de Proyecto contempla las Fases de Preinversión, Inversión y Postinversión.”

“Durante la Fase de Preinversión de un proyecto se identifica un problema determinado y luego se analizan y evalúan - en forma iterativa - alternativas de solución que permitan para encontrar la de mayor rentabilidad social.

En la Fase de Inversión se pone en marcha la ejecución proyecto conforme a los parámetros aprobados en la declaratoria de viabilidad para la alternativa seleccionada de mientras que, en la Fase de Post Inversión, el proyecto entra a operación y mantenimiento y se efectúa la evaluación ex post.”

FIGURA 13: ETAPAS DE UN PROYECTOS SEGÚN EL MEF



Fuente: https://www.mef.gob.pe/es/?option=com_content&language=es-ES&Itemid=100674&view=article&catid=193&id=876&lang=es-ES

Siendo los costos de la etapa de post inversión el 70 a 75% de los costos totales del ciclo de un Proyecto.

No obstante para muchos profesionales un proyecto culmina con la entrega del mismo en la etapa de Inversión CAPEX (Costo de la etapa de Preinversión e Inversión), ignorando y desentendiéndose por completo de las responsabilidades en la post inversión o costos OPEX (Costo de la etapa de Post Inversión).

6. Sistemas HVAC.-

Siglas en inglés Heating, Ventilation & Air Conditioning; que significan:

Calefacción, Ventilación y Aire Acondicionado; los sistemas HVAC se refieren al conjunto de equipos electromecánicos de ventilación y climatización que usan la tecnología adecuada para alcanzar transformaciones de la energía, en las masas de aire interior de las edificaciones con ocupación humana o con uso de Equipamiento de procesos de utilidad para la calidad de vida del ser humano.

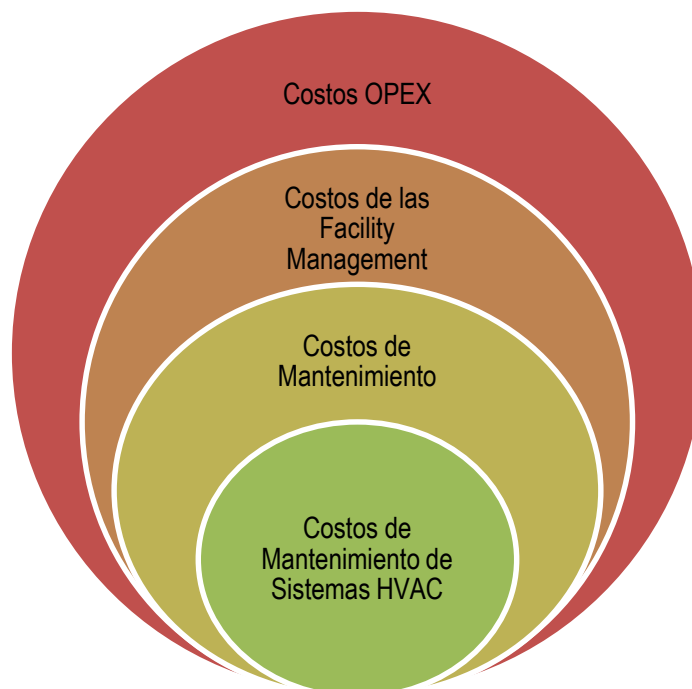
7. Costos de Mantenimiento. -

Se refieren a la cantidad de recursos económicos usados para mantener la función para la cual fue diseñado el Equipamiento e Infraestructura de las edificaciones de los proyectos.

Existen muchas teorías para establecer los componentes, pero principalmente nos enfocaremos a los costos de dos variables de medición del Mantenimiento.

Costos del funcionamiento u operatividad de los equipos y costos de la inoperatividad de los equipos.

FIGURA 14: ESQUEMA DE UNA ESTRUCTURA TIPICA DE COSTOS DE OPERACION



Fuente: Elaboración Propia

8. Facility Management -

Palabras en inglés para llamar a los Servicios General de la operación de un Proyecto, y se refieren a todas las actividades indirectas que apoyan la correcta operación de un Proyecto, dentro de las cuales se haya el Mantenimiento.

Las Facility Management, incluyen las actividades para mantener la calidad de vida de los usuarios dentro de la operación de un Proyecto.

9. Costos OPEX (Costos de Operación).-

La Etapa de Operación es, en general, la de mayor duración en el ciclo de vida de los proyectos porque es en la que se crean los bienes o servicios que serán suministrados para solucionar una problemática, satisfacer una necesidad, para aprovechar una oportunidad o para eliminar o mitigar un riesgo.

Las actividades de Mantenimiento, son parte de las actividades de Operación de un Proyecto en su etapa de post inversión.

Los costos de Operación y Mantenimiento deben corresponder a costos eficientes a fin de imprimir una señal económica de largo plazo que obligue al titular de la red a obtener los correspondientes ingresos sobre la base de su eficiencia en la prestación del servicio.

10. Eficiencia Energética. -

La eficiencia energética es una actividad que tiene por objeto mejorar el uso de fuentes de energía, es la relación entre la cantidad de energía utilizada en una actividad y la prevista para su realización.

11. Precomisionado y Comisionado. -

El Precomisionado consiste en el conjunto de chequeos y ensayos estáticos de una instalación industrial aislados realizados en condición desenergizada, ó en vacío, que implica una prueba sin energía eléctrica y sin los fluidos del proceso, con el objeto de asegurar que la instalación ha sido construida de acuerdo a los documentos de procedimientos de instalación de equipos, accesorios o materiales.

El commissioning o Comisionamiento es un proceso de aseguramiento de calidad, mediante el cual se verifica y documenta que el edificio, sus sistemas y componentes cumplan con los objetivos y criterios definidos.

12. Operatividad. -

Es la calidad de buena funcionalidad o adecuado funcionamiento en el tiempo de un equipo o sistema de equipos, con una finalidad para la cual fue diseñada.

13. Optimización. -

Significa mejora, pero en este caso una mejora medible en varias dimensiones:

- ✓ Identificación de la mejora BIM
- ✓ Asimilar el Problema y decidir el grado de solución LOD
- ✓ Evaluación de la transversalidad de la aplicación de la metodología BIM
- ✓ Factores de Integración BIM usados
- ✓ Proponer, seleccionar y programar soluciones colaborativas
- ✓ Verificación de costos de diseño
- ✓ Control del Proyecto

14. Eficiencia. -

Selección y uso adecuado de las herramientas BIM, para lograr mejoras en un tiempo adecuado. Aumento del índice MTBF y disminución del índice MTTR

15. Eficacia. -

Llegar al cumplimiento de la mejora medible de los costos de mantenimiento. Disminución de los costos de mantenimiento

16. NTS.

Normas Técnicas de Salud, emitidas en el 2014, cubriendo un vacío normativo del Estado para el diseño y ejecución de los Hospitales del Estado. Fueron emitidas por la DIGIEM del MINSA.

17. Reglamento Nacional de Edificaciones. -

Norma Técnica emitida en el 2006, que constantemente se actualiza para reglamentar el diseño y ejecución de toda la infraestructura pública o privada del Perú.

18. Código Nacional de Electricidad. -

Norma Técnica emitida en el 2006, que constantemente se actualiza para reglamentar el diseño y ejecución de todas las instalaciones eléctricas de la infraestructura pública o privada del Perú.

19. INACAL. -

Organismo técnico que es el ente rector y máxima autoridad técnico-normativa del Sistema Nacional para la Calidad, responsable de su funcionamiento en el marco de lo establecido en la Ley N. ° 30224; la misma se crea, en julio del año 2014, el Sistema Nacional para la Calidad y el Instituto Nacional de Calidad, para velar con el correcto cumplimiento de las normativas técnicas nacionales.

20. ASHRAE. -

Sociedad Americana de Ingenieros de Calefacción, Refrigeración y Aire Acondicionado, debido a la fusión de la Sociedad de Ingenieros de Calefacción y Aire Acondicionado (ASHAE) fundada en 1894, y la Sociedad Americana de Ingenieros de Refrigeración (ASRE) fundada en 1904, se constituyó desde 1959, actualmente es reconocida por las leyes de muchos países entre ellos el Perú.

21. Certificación BEMP del ASHRAE. -

Certificación internacional del ASHRAE para el Eficiencia Energética, certifica a los profesionales como especialistas en las tecnologías de diseño, ejecución y comisionado de equipamiento HVAC para construir sistemas con eficiencia energética.

22. RTS.-

Radiant Time Series, Series de Tiempos Radiantes, que es un método de cálculo de cargas térmicas de climatización aprobado por la ASHRAE, este método es usado por el Revit de Autodesk. Este método da una fotografía del momento, en el proceso energético de calor y ventilación, los datos resultantes sirven para seleccionar los equipos a instalar, determinar los cuadros de carga, dimensionar.

Para mayor información ver los anexos, con una traducción libre más amplia del Handbook del ASHRAE, de parte del capítulo 18 del mismo.

23. Cálculo BIM de Carga Térmica de Climatización.-

El cálculo de carga térmica de climatización es una tecnología, que los ingenieros usan para seleccionar los equipos de Climatización (Aire Acondicionado, Calefacción) y también en la Refrigeración; se analizan los principales aportes de carga térmica a retirar desde el o los ambientes a climatizar.

**TABLA 34.- DESCRIPCIÓN DE LAS VENTAJAS O DESVENTAJAS DE LOS APORTES DE CALOR
EN EL CÁLCULO BIM DE CARGAS TERMICAS DE CLIMATIZACIÓN**

TIPOS	% DE INFLUENCIA	DESCRIPCION E INFLUENCIA - PARA SOLO FRIO	INFLUENCIA - PARA CALEFACCIÓN	PROPIEDADES DE LOS OBJETOS BIM A TENER EN CUENTA
APORTE DE CALOR POR MATERIALES DELIMITANTES	30%	<p>Se refiere a Muros, ventanas, techos y pisos, se gana mucho calor por radiación en las ventanas o muros cortina, incrementando el gasto de energía eléctrica.</p> <p>Todo elemento arquitectónico que dé sombra o disipe calor aporta al ahorro de energía.</p>	<p>Es una ventaja temporal, las ventanas o muros cortinas ayudan a ahorrar energía en la calefacción, durante el día y las primeras horas de la noche. Incrementa al calor sensible.</p>	<p>ORIENTACION y UBICACIÓN DEL EDIFICIO</p> <p>AMBIENTES, ZONAS, DIMENSIONES y TIPO DE MATERIAL DE SUS COMPONENTES</p>
APORTE DE CALOR POR VENTILACIÓN O INFILTRACIÓN	30%	<p>Se refiere al % de renovación de aire (forzado) solicitado por norma (ASHRAE 170, o Tabla 6 de las NTS), en el caso de los quirófanos, UCI de quemados es aire 100% renovado, el aire extraído se va con el dinero gastado en la energía eléctrica y los gastos de Mantenimiento de los equipos.</p> <p>Podría ser una ventaja en al caso que la temperatura de exterior horaria ayude a bajar la temperatura interior, podría usarse solo ventilación de aire filtrado.</p>	<p>Es una desventaja, pues el aire de renovación disminuye la temperatura interior, haciendo crecer al equipo calefactor. Incrementa el calor sensible.</p> <p>Excepto por la hora el equipo solo use ventilación pues el aire exterior se hallase dentro del rango de temperatura aceptado dentro del ambiente climatizado.</p>	<p>TIPO DE OCUPACION HUMANA y AFORO</p>

APORTE DE CALOR POR OCUPACIÓN HUMANA	20%	Siempre será una desventaja porque es un aporte de calor dentro del ambiente a climatizar, en este caso a mayor aforo, mayor gasto de energía eléctrica.	Es una ventaja, por el aporte de calor de la cantidad de personas, pero a mayor aforo, mayor aire de renovación. Incrementa el calor latente. Algunas veces va requerir aumentar la humedad del ambiente.	AFORO
APORTE DE CALOR POR EQUIPAMIENTO Y SUS PROCESOS	16%	Se refiere al calor aportado por motores, resistencias eléctricas, vapor, combustión de gases, tarjetas electrónicas que algunos equipos electromecánicos o computadoras tienen dentro, son una desventaja y aportan calor al ambiente a enfriar. Cuando el equipo genera humedad, aumenta el calor latente requerido.	Son una ventaja, pero mientras la norma no incluya un incremento en la renovación del aire por presencia de equipamiento. Incrementa al calor sensible, excepto que el equipo genere vapor de agua, entonces vá incrementar la humedad del ambiente.	EETT DEL EQUIPAMIENTO
APORTE DE CALOR POR ILUMINACIÓN	2 - 4%	Desde el uso de equipos de iluminación Led y el uso de temporizadores, sensores de presencia, etc. para control del alumbrado, el aporte calor por iluminación es bajo.	Es una pequeña ventaja, pues más se ahorra energía por usar equipos de iluminación led y sus controles.	LUX POR TIPO DE OCUPACION HUMANA

Fuente: Elaboración Propia

Describimos brevemente las propiedades de objetos BIM requeridas, para ser consideradas dentro de las Sesiones ICE, como información prioritaria para el diseño:

La orientación y ubicación del edificio se refiere a la orientación respecto a la rosa náutica, se debe saber el norte magnético, la altura sobre el mar, longitud y latitud referenciales del edificio.

Los ambientes y zonas, el modelamiento debe tener identificados ya los ambientes, o agrupación de ambientes en zonas debidamente codificados y reconocidos en la especialidad de mecánicas, listos para comenzar el trabajo de diseño. Se ha podido apreciar que muchas veces no se logra esto porque la especialidad de estructuras aún no termina su cálculo y los ambientes no se forman porque la arquitectura o estructuras no calzan y se aprecian espacios o fisuras sin rellenar en el modelado.

Dimensiones y tipo de material de los componentes del edificio, para identificar ventanas, muros soleados, sombras, con sus dimensiones y propiedades conductivas del calor, o transparencias para ganancias por radiación. Se podrían elegir materiales con propiedades fotovoltaicas.

Tipo de Ocupación Humana y Aforo, se refiere a las actividades que se van a realizar en el ambiente, por que el ser humano libera cantidades distintas de calor en un gimnasio o una biblioteca, y el aforo para determinar el número de seres humanos ocupando el ambiente. Del tipo de ocupación humana se determinan los niveles de iluminación en Luxes y el caudal de aire de renovación (ventilación).

EETT del equipamiento, las especificaciones técnicas del equipamiento, consumo eléctrico, producción de calor, dimensiones para determinar los espacios de trabajo, no sobrepuestos en los espacios de evacuación.

Las formulas a usar dentro del cálculo, varían según el método a usar, el ASHRAE ha validado varios métodos, usados con softwares especializados, uno de ellos es el RTS usado por el Revit. Es recomendable contrastar el cálculo emitido por el Revit con el de otro software.

24. REVIT.-

Es el programa de modelamiento 3D BIM más conocido en el Perú, trabaja importando archivos desde el Autocad y otros programas de modelamiento 3D; en este programa a diferencia del Autocad, donde la información gráfica se trabaja con líneas, puntos, arcos, letras, tramados y bibliotecas de bloques. En le Revit además principalmente se trabaja con familias de objetos, donde cada objeto contiene la información dimensional, código, características físicas propia del objeto.

25. MEP.-

Mechanical, Electrician and Plumber, internacionalmente es la forma de designar a la especialidad de ingeniería a cargo coordinar las instalaciones Mecánicas, Electricidad y Sanitaria.

26. ANSI. -

ANSI significa Instituto Nacional Estadounidense de Estándares (American National Standards Institute) institución de normas técnicas de los Estados Unidos de América.

27. IEC. -

Comisión Electrotécnica Internacional (IEC). Es una organización de regulación en los campos eléctrico, electrónico y de tecnologías afines.

28. NFPA. -

La NFPA (National Fire Protection Association), una entidad internacional voluntaria creada para promover la protección y prevención contra el fuego, es ampliamente conocida por sus estándares (National Fire Codes), a través de los cuales recomienda prácticas seguras desarrolladas por personal experto en el control de incendios y accidentes

29. APP's y Contratos Colaborativos. -

Los contratos por Asociaciones Público Privadas y los Contratos Colaborativos, son dos tendencias mundiales para la ejecución de obras en el entorno BIM, sus características hacen que el compromiso en el resultado del Proyecto, se comparta y se vuelvan más transparentes.

Las APP o asociaciones Público Privadas, comparten responsabilidades entre los Estados de las Naciones y Organizaciones Privadas, donde el financiamiento, es compartido o a veces totalmente asumido por el Privado, con un contrato de retorno de las inversiones por el cobro de los peajes o servicios al ciudadano, etc.

Los Contratos Colaborativos, intervienen de modo concreto en el documento del contrato redactado sobre los aspectos de mayor riesgo, para tratar de minimizarlo.

30. Covid 19. -

Es una enfermedad pandémica del ser humano, causada por un coronavirus de tipo B, recientemente descubierto y propagado desde el año 2019.

31. CAI ó IAQ. -

Calidad del aire interior (indoor air quality), su estudio ha cobrado importancia desde la pandemia del Covid 19, por ser el vector de contagio, por el nivel de concentración de aerosoles humanos encontrados en ambientes sin ventilación.

Hay que aclarar que ventilar en este caso se refiere al aire renovado en el ambiente, de modo natural o forzado con un motor eléctrico, no al aire estacionado dentro de un ambiente, dando vueltas por acción de un álabe recirculador con motor eléctrico.

La calidad de aire se viene a medir su concentración en partes por millón (ppm) del CO₂, dióxido de carbono, producido por el metabolismo humano.

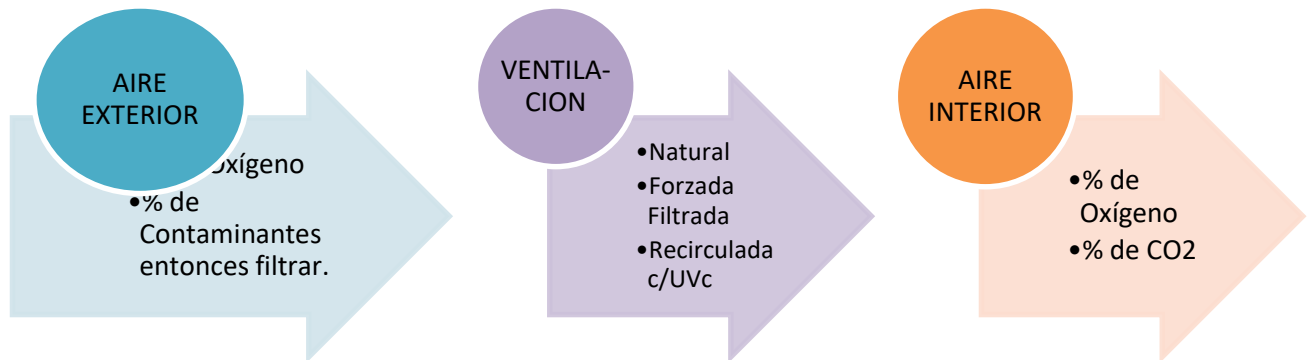
El máximo aceptado es de 500 a 800 ppm, en normatividad internacional, que aún no se estandariza en todos los países, y en el Perú aún no entra en nuestro RNE.

La calidad de aire requerida por tipo de ocupación humana o servicio hospitalario, está normada internacionalmente en el estándar 170 del ASHRAE con copyright.

En el Perú tenemos las NTS, y RNE de uso obligatorio.

La buena calidad de aire interior, tiene un costo, brindado por la buena calidad del aire exterior y el tipo de ventilador seleccionado.

FIGURA 15: PROCESOS DE TRATAMIENTO DE LA CALIDAD DE AIRE



Fuente: Elaboración propia

En nuestra normativa actual la ventilación será filtrada cuando se utilice en sistemas de climatización, con el filtro MERV 13.

A continuación se muestra un cuadro de filtros, y sus equivalencias entre varios modos de clasificación.

TABLA 35: EQUIVALENCIA ENTRE FILTROS

GRUPO	ARRESTANCIA MEDIA	EN 779	EUROVENT 4/5	ASHRAE 52.2	ABNT NBR 6401
PREFILTROS	A < 65%	G1	EU1		G1 (60 - 75%)
	65% < A < 80%	G2	EU2	MERV 1 MERV 2 MERV 3 MERV 4	G2 (75 - 84%)
	80% < A < 90%	G3	EU3	MERV 5 MERV 6	G3 (>85%)
	90% < A	G4	EU4	MERV 7 MERV 8	

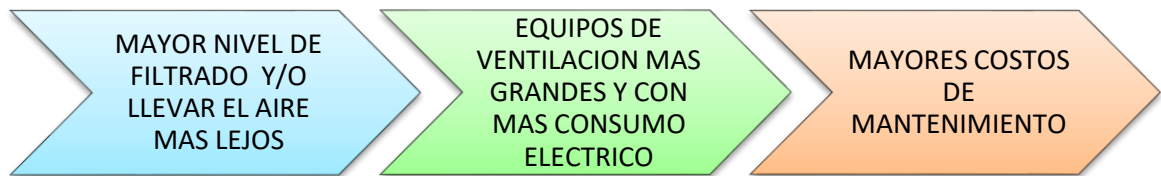
GRUPO	EFICIENCIA MEDIA	EN 779	EUROVENT 4/5	ASHRAE 52.2	ABNT NBR 6401
ALTA EFICACIA	40% < E < 60%	F5	EU5	MERV 9 MERV 10	F1 (40 - 69%)
	60% < E < 80%	F6	EU6	MERV 11 MERV 12	F2 (70 - 89%)
	80% < E < 90%	F7	EU7	MERV 13	
	90% < E < 95%	F8	EU8	MERV 14	F3 (>90%)
	95% < E	F9	EU9	MERV 15 MERV 16	

GRUPO	EFICIENCIA MPPS*	EN 1822	EUROVENT 4/4	ASHRAE 52.2	MIL STD. 292
FILTROS HEPA 0,3 micras	>85%	H10 (Q)	EU10		-
	>95%	H11 (R)	EU11		> 95%
	>99,5%	H12	EU12	MERV 17	> 99,97%
	>99,95%	H13 (S)	EU13	MERV 18	> 99,99%
	>99,995%	H14	EU14	MERV 19	>99,999%
FILTROS ULPA 0,12 micras	>99,9995%	U15	EU15		
	>99,99995%	U16	EU16	MERV 20	
	>99,999995%	U17	EU17		

Fuente: <http://www.infiltro.es/index.php/equivalencia-entre-normas>

Cuanto más eficiente es el filtro o más lejos se debe llevar el aire de modo forzado, mayor será el consumo de energía eléctrica y más grande y complejo será el equipo ventilador.

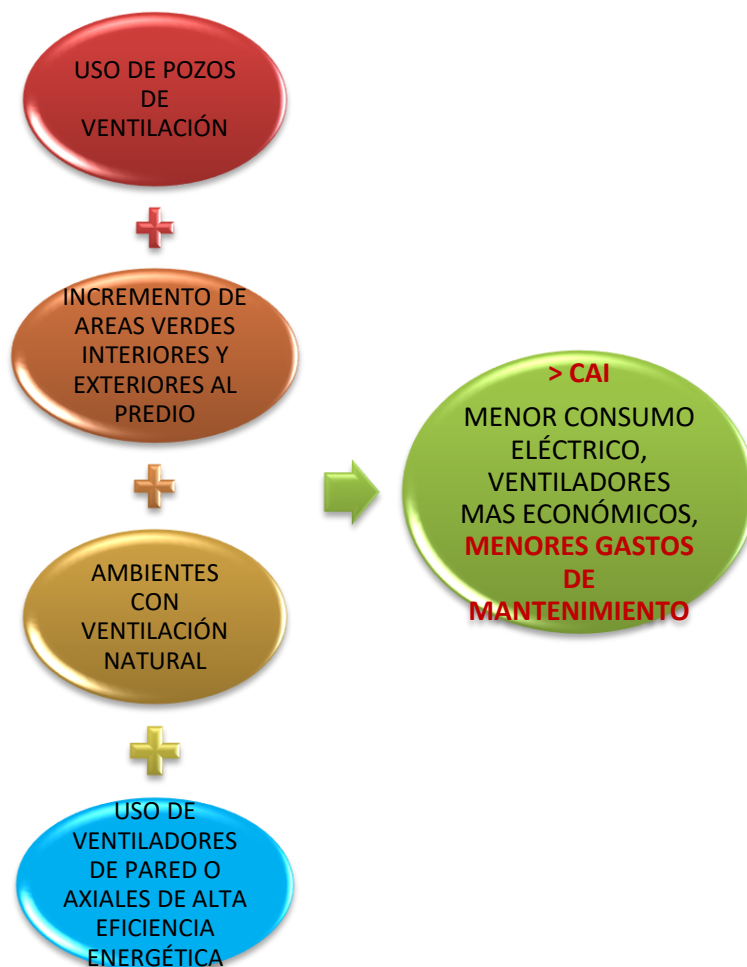
FIGURA 16: COSTOS DEL TRATAMIENTO DE AIRE



Fuente: Elaboración Propia

También podemos mostrar los recursos de los cuales puede hacer uso un diseñador para bajar los costos de la buena calidad de aire.

FIGURA 17: PROPUESTA INTEGRAL PARA DISMINUCIÓN DE COSTOS DE LA VENTILACION MECÁNICA



Fuente: Elaboración Propia

Otros recursos más difíciles de lograr, son el ordenamiento del tránsito, buenas revisiones técnicas a los vehículos con motores por combustión interna, uso de vehículos eléctricos, la reubicación de zonas industriales y otros focos de contaminación del aire respirable del ser humano.

32. Plan BIM Chile. -

Plan de cierre de Brecha de Infraestructura Pública, en la república de Chile, usando la filosofía BIM, fue impulsado por la ex presidenta Bachelet en el año 2015, actualmente exitosos, lleva varias regulaciones y normativas.

33. DGEE

Organismo descentralizado: Dirección General de Eficiencia Energética del Ministerio de Energía y Minas del Perú.

34. SIEE

Organismo descentralizado: Sistema Interactivo de Eficiencia Energética del Ministerio de Energía y Minas del Perú.

35. Plan BIM Perú

Plan emitido por el MEF, Ministerio de Economía y Finanzas del Perú para mejorar la gestión de Proyectos a nivel nacional, actualmente tiene muy poco apoyo, pues implica la capacitación de los profesionales involucrados en tecnologías informática, electrónica, de última generación.

36. ProInversión

Organismo Técnico especializado Adscrito al MEF, de tipo autónomo que constituye un pliego presupuestal para mejorar la brecha de infraestructura pública del Perú.

37. CDE

Common Data Environment, o Plataforma Común de Datos, es el espacio virtual donde se almacenarán los archivos electrónicos del Proyecto, al cual tienen acceso controlado todos los stakeholders y permite el trabajo colaborativo de todo el equipo de trabajo, registrando las actividades que cada miembro del equipo realizada sobre cada parte del proyecto, este espacio tiene un costo que se debe preveer.

38. BEP

Execution Plan BIM o Plan de Ejecución BIM, es el plan para ejecutar el proyecto BIM desde el principio hasta el fin y contiene todos los documentos requeridos con las responsabilidades definidas sobre los mismos; estos son los requeridos por el cliente en los términos de referencia del contrato, los requeridos por la normativa del país donde se ejecuta el proyecto, y los requeridos dentro del plan de calidad. Además de asegurarse de cumplir todas las etapas del Proyecto. Para los esquemas de este documento o Índice, existen plantillas gratuitas descargables con modelos exitosos en distintos países. Desde que se tiene el Plan BIM Perú, se debería trabajar en una plantilla referencial adaptada al Perú. La ejecución, control y ajuste del BEP es responsabilidad del BIM Manager de cada proyecto.

39. Sesiones ICE.-

Reuniones de diversos especialistas stakeholders (interesados) del proyecto, para coordinar la información de la CDE (Common Data Environment) del proyecto, puede estar a cargo el BIM Manager u otro encargado, se realizará dentro de una Sala ICE (Integrated Concurrent Engineering), que es una sala con dos pantallas o más que muestren la información del proyecto, dentro de condiciones apropiadas para la concentración y trabajo en equipos de ingeniería. Pero la sala ICE puede ser también virtual online.

40. Bibliotecas o Familias.-

Las Bibliotecas de bloques CAD, son usadas en Autocad, para representar equipamiento, ventanas o puertas estandarizadas, mobiliario; pero solo se trata de una representación gráfica en 2D ó 3D. Se inserten en un proyecto en Autocad.

Las Familias se refiere a los archivos de objetos Revit a insertar en un modelamiento, como equipamiento electromecánico, mobiliario, equipamiento especializado de tipo biomédico, informático, HVAC, etc, etc.

Las empresas que fabrican equipos o materiales como tubos, puertas, gabinetes de comunicaciones, bandejas de cables eléctricos, ductos o rejillas de ventilación, etc. Ponen a disposición de los diseñadores, sus distintas colecciones de bibliotecas o familias de objetos.

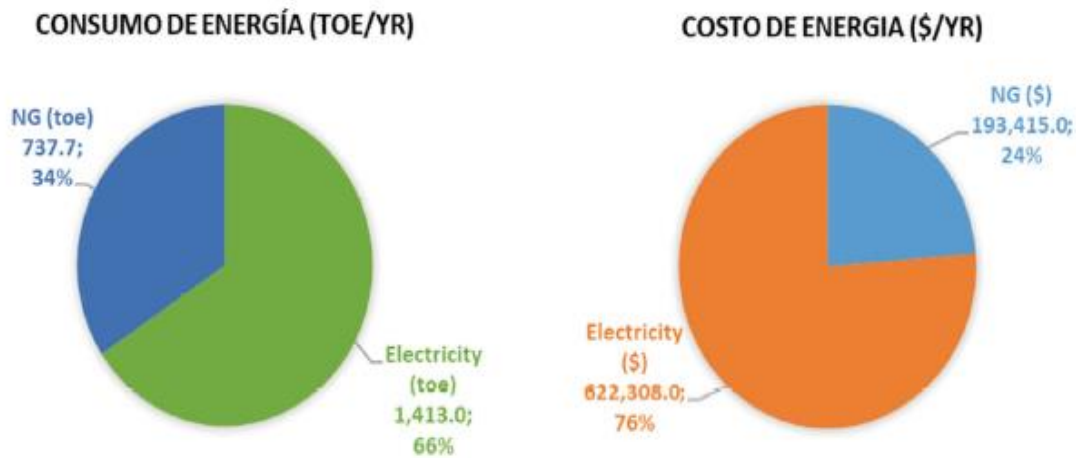
Estas familias pueden venir ya con datos de costo, colores, submodelos, consumo eléctrico incluyendo su polaridad, voltaje y frecuencia y otros muchos, que es posible editar en otros objetos similares. Estos objetos van a ser leídos por el software dentro del cálculo energético según su ubicación por ambiente, esto quiere decir que si el ambiente no está definido, el Revit no lo va poder leer.

En el Plan BIM Perú, tiene el reto de comenzar a coleccionar familias de objetos Revit, que incluya costos referenciales. Pero esto es un problema en un país donde los costos de un mismo objeto varían de un proyecto a otro, por otro lado esta es una poderosa herramienta para controlar las inversiones del Estado y poner límites al libre mercado y posibilidades de corrupción.

41. Eficiencia Energética de Hospitales

Si queremos evaluar los equipos hospitalarios por su consumo de energía, recurrimos a información del MINSA sobre eficiencia energética en Hospitales.

FIGURA 18: CONSUMOS U COSTOS DE ENERGÍA EN UN HOSPITAL



Fuente: Informe Auditoría Hospital - MINEM 2015

Fuente: Figura 1 de la Guía De Orientación Uso Eficiente De La Energía Y Diagnostico Energético Hospitales DGEE- MINEM.

Donde se aprecia que tanto en cantidad como en costo, los consumos mayores de energía son de tipo eléctrico.

TABLA 36: PROPORCION DE CONSUMOS DE ENERGÍA ESTIMADOS POR TIPOS DE INSTALACIÓN

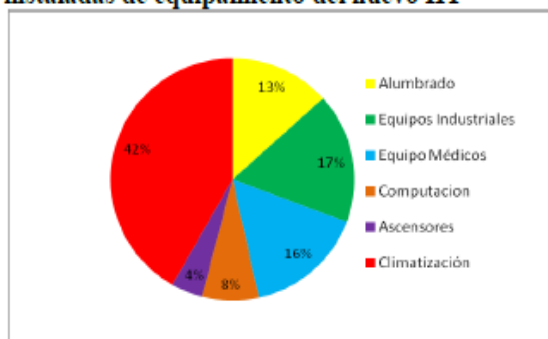
Consumos Estimados por Tipo de Sistemas	
Climatización (Agua Caliente Sanitaria + Calefacción + Enfriamiento)	40% - 60%
Iluminación	20% - 30%
Cocina, Lavandería, Ascensores	10% - 15%

Fuente: Asociación Chilena de Eficiencia Energética , 2012⁴.

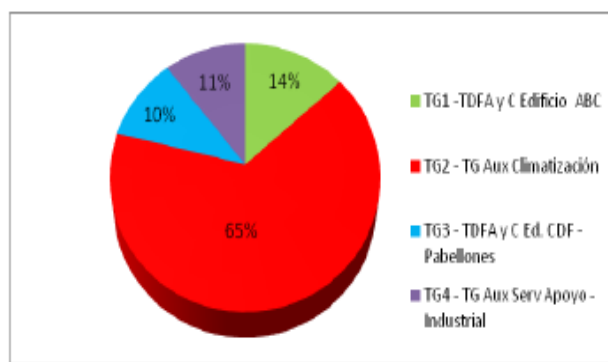
Fuente: Tabla 9 de la Guía De Orientación Uso Eficiente De La Energía Y Diagnostico Energético Hospitales DGEE- MINEM. Donde se aprecia que la climatización adquiere los mayores porcentajes de costos energéticos. Internacionalmente tenemos una evaluación energética en un hospital de alta complejidad en Talca Chile.

FIGURA 19: PORCENTAJES DE CONSUMO DE ENERGÍA DE UN HOSPITAL

Análisis de la distribución de potencias instaladas de equipamiento del nuevo HT



Consumos eléctricos tableros generales nuevo HT



Fuente: Gráficos 1y 4 del Diagnostico Energético Hospital De Talca (Ht) - Alta Complejidad

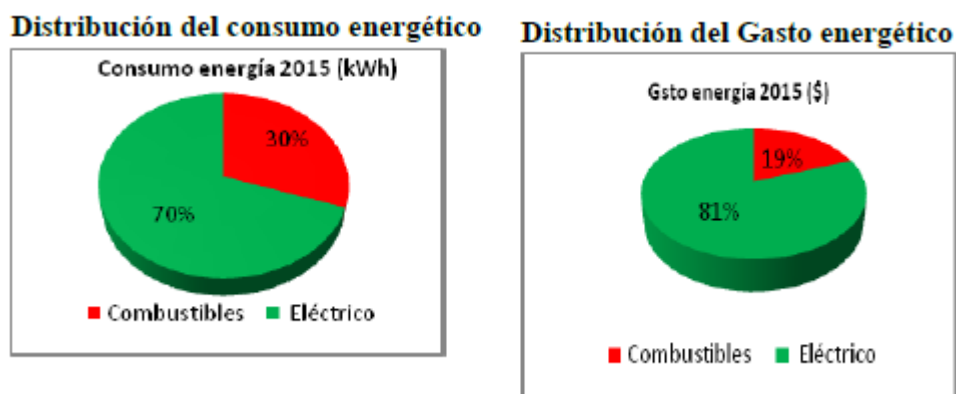
TABLA 37: INDICADORES GENERALES DE CONSUMO Y GASTO DE ENERGÍA DE UN HOSPITAL

Indicadores generales de consumos y gasto de energía año 2015 HT

	Consumo Energético 2015			Indicador Gasto Energético 2015	
	kWh	(kWh/m ²)		\$	(\$/m ²)
Combustibles	4.425.775	42	242.842.271	2.324	
Eléctrico	10.163.286	97	1.011.981.201	9.684	
Total	14.589.061	140	1.254.823.472	12.008	

Fuente: Tabla 6 del Diagnostico Energético Hospital De Talca (Ht) - Alta Complejidad

FIGURA 20: COMPARATIVA DE CONSUMO DE ENERGÍA ELECTRICA Y DE COMBUSTIBLES DE UN HOSPITAL



Fuente: Gráficos 2 y 3 del Diagnostico Energético Hospital De Talca (Ht) - Alta Complejidad

Para este caso se muestra nuevamente el mayor costo, mayor potencia instalada y mayor consumo energético por parte de la climatización o HVAC del Hospital de Talca.

Se analizan otras razones, como son las oportunidades identificadas como para bajar los costos de energía en los hospitales:

TABLA 38: OPORTUNIDADES DE AHORRO DE ENERGÍA EN UN HOSPITAL

Ahorros potenciales en energía eléctrica y térmica en un hospital

Nº	Energy Saving Items	Energy Saving		Saving Cost (US\$/yr)	Investment cost (US\$)	Simple Payback (yr)
		Fuel (NG) (m³/yr)	Electricity (kWh/yr)			
1	Ahorrar el combustible (NG) y recuperar el calor de flue gas mediante el establecimiento del economizer y el control de la tasa de aire en la caldera	31,546	-	6,509.0	30,000	4.7
2	Cambiar los equipos de la caldera (Caldera humotubular \square Caldera de paso único)	72,270	-	17,128.0	61,404	3.6
3	Mejorar el sistema de recuperación del agua condensada de la caldera	-	-	-	-	-
4	Sustituir la luminaria fluorescente (36W) por LED (20W)	-	404,075	40,931.0	110,667	2.8
5	Establecer un sensor fluorescente de movimiento en la caldera del edificio nuevo	-	64,586	6,542	7,018	1.1
6	Apagar la iluminación de la ventana del nuevo edificio	-	12,299	1,246	0	0.0
7	Establecer el temporizador en dispensadores de agua fría y caliente	-	5,686	574	72	0.2
8	Establecer el temporizador y apagar la luminaria fluorescente	-	25,229	2,548	135	0.1

N°	Energy Saving Items	Energy Saving		Saving Cost (US\$/yr)	Investment cost (US\$)	Simple Payback (yr)
		Fuel (NG) (m³/yr)	Electricity (kWh/yr)			
9	Sustituir el congelador (Refrigerante: R410a) por la refrigeración por absorción (Fuente energética: Electricidad →NG)	(-35.4)	(227,855)	(6,930)	(20,000)	(2,9)
10	Suspender el suministro eléctrico al transformador en reserva de 225kVa	-	10,862	1,097	0	0.0
11	Suspender la operación del congelador en una terraza del hospital en primavera, otoño e invierno	-	191,816	19,373	0	0.0
12	Optimizar la bomba del agua fría del congelador en la terraza del hospital	-	13,928	1,407	0	0.0
13	Instalar un toldo en la unidad exterior del Data Center	-	9,450	954	200	0.3
14	Suspender la operación del ventilador en el aparcamiento del nuevo edificio	-	468	47	100	2.2
Total		103,816	738,399	99,318	209,596	2.1

Fuente: Tabla 25 de la Guía De Orientación Uso Eficiente De La Energía Y Diagnostico Energético Hospitales DGEE- MINEM.

La autoridad en eficiencia energética afirma con estas 14 recomendaciones, se pueden alcanzar ahorros de hasta 12.3% con una inversión USD \$209 596.00, con una tasa de retorno de 2.1 años.

Pero ninguna de estas recomendaciones se pueden aplicar en el diseño del sistema de climatización, cuanto más se recomienda en este estudio la selección de equipos de alto COP o eficiencia energética.

Todos estos estudios son previos a la pandemia Covid 19, y la distorsión del consumo eléctrico ha sido alta durante la pandemia por la operación de las plantas de oxígeno para los pacientes a los que se les brindó oxígeno de baja presión y alto flujo, pero después de las vacunas los consumos de electricidad han vuelto a ser similares a antes de la pandemia, cabe indicar que los consumos eléctricos en las unidades de cuidados intensivos también son altos por la climatización, ver tabla 6 de la NTS110 de la DIGIEM - MINSa.

TABLA 39: PARAMETROS LEGALES DE DISEÑO HVAC EN HOSPITALES

Tabla de renovaciones, temperatura y humedad en establecimientos de salud del segundo nivel de atención

Ambiente	Renovaciones por hora (cantidad)	Caudal mínimo (CFM)	Temperatura del ambiente (°C)	Humedad relativa dentro del ambiente (%)
Sala de Operaciones (con filtros HEPA 99.97%, bolsa 60% y pre filtro 30%)	15	850 a 1200	22-25	55 a más
Sala de Parto	15	800	24-25	45-60
Salas de Cuidados Intensivos e Intermedios	12	750	18-25	40-60
Anatomía patológica, Patología Clínica, Histología y Citología (Extracción total)	12	750	18-25	40-60
Ambientes generales y de tratamiento	2-3	700	24	45-60
Servicios Higiénicos	5-8	80	22	80-90
Cuartos de Limpieza y sépticos	8-15	100	20	40-60
Otros ambientes	5-7	500	18-25	40-60



Fuente: Tabla 6 Pp 48 de la NTS Norma Técnica de Salud de la DIGIEM -MINSA

En la tabla se puede apreciar que después de una sala de operaciones que usualmente funciona parcialmente en el día, las unidades de cuidados intensivos que operan 24hrs por 7 días de la semana, son las que tiene las mayores exigencias energéticas por el aire renovación y exigencias de temperatura y humedad relativa controlada.

Los consumos eléctricos previstos por el MINSA para las plantas de oxígeno fueron:

TABLA 40: PARAMETROS LEGALES DE DISEÑO DE PLANTAS DE OXÍGENO EN HOSPITALES

Plantas generadoras de oxígeno fijas:

1. El establecimiento de salud deberá contar con una reserva de potencia eléctrica de 220kW (Potencia nominal de para una planta de oxígeno dúplex fija de 40m3/h).
2. El establecimiento de salud deberá contar con una reserva de potencia eléctrica de 60kW (Potencia nominal de una para una planta de oxígeno dúplex fija de 10m3/h).
3. Esta reserva de potencia eléctrica tendrá la alternativa de ser suministrada desde el "Sistema de Emergencia" (Grupo electrógeno) toda vez que la planta de oxígeno es un servicio crítico para el funcionamiento del hospital y ante cualquier falla del sistema eléctrico local actúe como respaldo.

Fuente: Anexo A de los Lineamientos Para Inversiones De Plantas Generadoras De Oxigeno Medicinal Y Activos Complementarios A Cargo De Gobiernos Locales – MINSA. De Agosto del 2020.

Cabe anotar para 13.3Kw pacientes con oxígeno de alto flujo con 50 lpm consumen 220Kw de energía eléctrica, la energía de usualmente asignada para 2 a 4 viviendas por paciente.

TABLA 41: POTENCIA ELECTRICA INSTALADA INDICADA EN EL ESTUDIO DEL HOSPITAL DE TALCA, EVALUACION ENERGÉTICA DEL NUEVO DISEÑO HVAC.

				RECURSOS	De	A:
SUBESTACION (SS/EE) N° 1	POTENCIA KVA	EMPALME	BLOQUES	PERSONAL	1.931	2.421
TRANFORMADOR N° 1	2.000	NUEVO	ABC-DEF	INFRAESTRUCTURA	26.800 M ²	104.900 M ²
TRANFORMADOR N° 2	2.000			PABELLONES	9	23
TRANFORMADOR N° 3	1.250			CAMAS CRÍTICAS	64	132
TRANFORMADOR N° 4	1.250			CAMAS MEDIAS Y BÁSICAS	396	513
SUBESTACION (SS/EE) N° 2	POTENCIA KVA	EMPALME	BLOQUES	PRODUCCION	De:	A:
TRANFORMADOR N°5	1.250	EXISTENTE	CDT	CONSULTAS	210.046	243.893
SUBESTACION (SS/EE) N° 3	POTENCIA KVA	EMPALME	BLOQUES	URGENCIAS	89.808	96.620
TRANFORMADOR N°6	1.000	EXISTENTE	G-H	INTERV. QUIRURGICAS	15.898	23.693
				APOYO DIAGNOSTICO	1.658.529	2.701.945

Fuente: Tablas 2 y 4 del Diagnostico Energético Hospital De Talca (Ht) - Alta Complejidad

Se simulan los consumos eléctricos de este hospital con 132 camas críticas con pacientes con cánulas de oxígeno de alto flujo, se consumirían alrededor de 2200 Kw de energía eléctrica, y la nueva distribución porcentual de consumo eléctrico sería:

TABLA 42: SIMULACIÓN DEL CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN TIEMPOS DE COVID 19

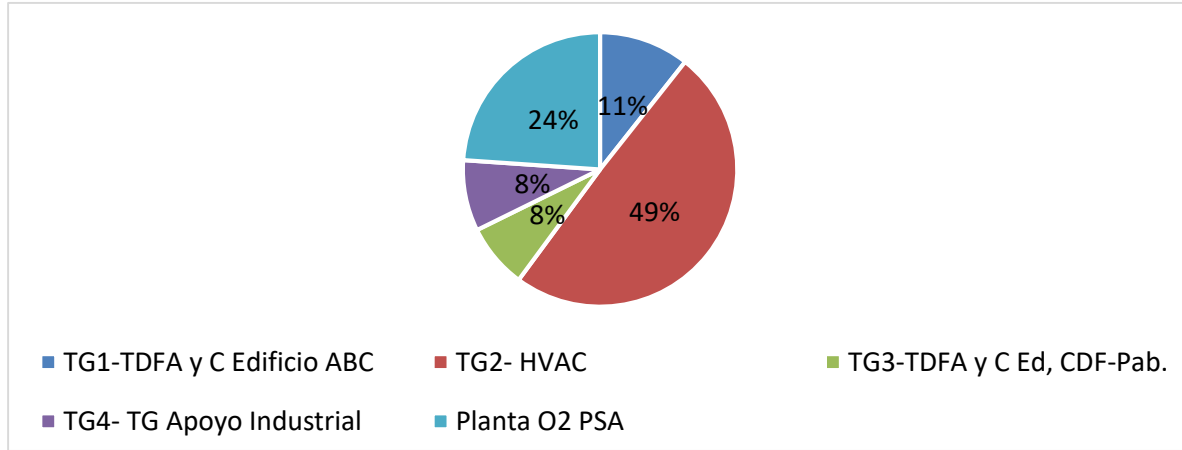
POTENCIAS INSTALADAS.			
MT	KVA	KW	KW Acum.
Transformador 1	2000	1600	1600
Transformador 2	2000	1600	3200
Transformador 3	1250	1000	4200
Transformador 4	1250	1000	5200
Transformador 5	1250	1000	6200
Transformador 6	1000	800	7000
Planta O2 PSA	2750	2200	9200
TOTAL:	11500	9200	-
CONSUMOS ELECTRICOS SIN COVID			
CONSUMO ELECTRICO A		%	Kw
TG1-TDFA y C Edificio ABC		14%	980
TG2- HVAC		65%	4550
TG3-TDFA y C Ed, CDF-Pab.		10%	700
TG4- TG Apoyo Industrial		11%	770
TOTAL s/Covid=		100%	7000
CONSUMOS ELECTRICOS CON COVID			

CONSUMO ELECTRICO B	%	Kw
TG1-TDFA y C Edificio ABC	11%	980
TG2- HVAC	49%	4550
TG3-TDFA y C Ed, CDF-Pab.	8%	700
TG4- TG Apoyo Industrial	8%	770
Planta O2 PSA	24%	2200
TOTAL c/Covid=	100%	9200
ANALISIS POTENCIA INSTALADA S/COVID		
CARGA INSTALADA A	%	Kw
Alumbrado	13%	910
Equipos Industriales	17%	1190
Equipos Médicos	16%	1120
Computación	8%	560
Ascensores	4%	280
Climatización	42%	2940
TOTAL s/Covid=	100%	7000
ANALISIS POTENCIA INSTALADA S/COVID		
CARGA INSTALADA B	%	Kw
Alumbrado	10%	910
Equipos Industriales	37%	3390
Equipos Médicos	12%	1120
Computación	6%	560

Ascensores	3%	280
Climatización	32%	2940
TOTAL c/Covid=	100%	9200

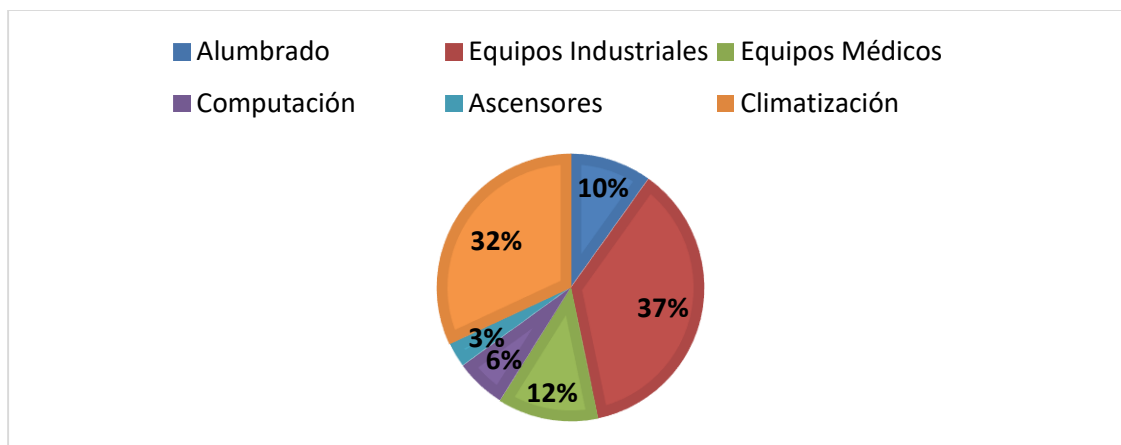
Fuente: Elaboración propia.

FIGURA 21: CONSUMO ELECTRICO SIMULADO EN COVID (S/AUMENTO DE EQUIPOS HVAC)



Fuente: Elaboración propia.

FIGURA 22: POTENCIA ELECTRICA INSTALADA SIMULADA EN COVID (S/AUMENTO DE HVAC)



Fuente: Elaboración propia.

Aun analizando los consumos eléctricos en la emergencia de la pandemia, sin incrementos de equipos de HVAC, los consumos de estos equipos son significativos, a pesar que su potencia

instalada es casi igual a los equipos industriales, donde se ubica además a la Planta PSA de Oxígeno, junto con las bombas de vacío, otros compresores, etc. por lo que es necesario tomar atención a su etapa de diseño y selección.

Para los proyectos en su etapa de estudio definitivo los equipos consumidores de energía eléctrica se clasifican tal como sigue:

FIGURA 23: CLASIFICACIÓN DE EQUIPOS CONSUMIDORES DE ELECTRICIDAD EN UN HOSPITAL



Fuente: Elaboración propia.

Los equipos sobre los cuales se debe tener cuidado para su diseño por consumo energético son los equipos electromecánicos de HVAC.

Se debe tener en cuenta que algunos equipos como los biomédicos de Rayos X y Tomógrafos, requieren de una mayor carga eléctrica instalada, pero su consumo eléctrico es bajo, para generar los Rayos X en rangos tiempo limitados.