



**Desarrollo de una plataforma de monitoreo y registro de variables eléctricas en las
instalaciones del hospital San Vicente Fundación**

Camilo Estrada Sierra

Informe de práctica para optar al título de Ingeniero Electricista

Asesor

Johnatan Mauricio Rodríguez Serna, Doctor (PhD) en Ingeniería Eléctrica.

Jaime Alejandro Valencia Velásquez, Doctor (PhD) en Ingeniería Industrial.

Universidad de Antioquia

Facultad de Ingeniería

Ingeniería Eléctrica

Medellín, Antioquia, Colombia

2023

Cita	Estrada Sierra [1]
Referencia Estilo IEEE (2020)	[1] C. Estrada Sierra, “Desarrollo de una plataforma de monitoreo y registro de variables eléctricas en las instalaciones del hospital San Vicente Fundación, 2023”, Trabajo de grado profesional, Ingeniería Eléctrica, Universidad de Antioquia, Medellín, Antioquia, Colombia, 2023.



Centro de Documentación Ingeniería (CENDOI)

Repositorio Institucional: <http://bibliotecadigital.udea.edu.co>

Universidad de Antioquia - www.udea.edu.co

Rector: John Jairo Arboleda Céspedes.

Decano/director: Julio Cesar Saldarriaga Molina.

Jefe departamento: Noé Alejandro Mesa Quintero

El contenido de esta obra corresponde al derecho de expresión de los autores y no compromete el pensamiento institucional de la Universidad de Antioquia ni desata su responsabilidad frente a terceros. Los autores asumen la responsabilidad por los derechos de autor y conexos.

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN	7
ABSTRACT	8
I. INTRODUCCIÓN	9
II. OBJETIVOS.....	10
A. Objetivo general.....	10
B. Objetivos específicos.....	10
III. MARCO TEÓRICO	11
IV. METODOLOGÍA	14
V. RESULTADOS	15
A.1 Actividad 1 (Revisión Bibliográfica):.....	15
A.1.1. Fuentes de información, estas son las que se escogieron después hacer la búsqueda: ...	15
A.1.2. Lectura y análisis de la información.:	15
A.1.3. Organización de la información:.....	16
A.1.4 Integración de idea y las referencias para hallar una solución:	16
VI. ANÁLISIS	28
VII. CONCLUSIONES	35
VIII. RECOMENDACIONES	37
REFERENCIAS	38
ANEXOS	39

LISTA DE TABLAS

TABLA I :INFORMACIÓN GENERAL DEL HOSPITAL SAN VICENTE FUNDACIÓN	17
TABLA II : INDICADORES DE GESTIÓN	33
TABLA III : UBICACIÓN HSVF	40
TABLA IV : CLASIFICACIÓN CHILLER	40
TABLA V : CLASIFICACIÓN DE AIRES	41
TABLA VI :UBICACIÓN SAP CHILLER	41
TABLA VII UBICACIÓN SAP AIRES	41

LISTA DE FIGURAS

Fig. 1. Uso de Power Query para el tratamiento de los datos.	13
Fig. 2 . Plano general.	17
Fig. 3 Formato de Almacenamiento de los datos 18	18
Fig. 4 Analizadores de redes en el HSVF. 19	19
Fig. 5 Base de datos en SQL Server. 20	20
Fig. 6 formato de almacenamiento típico. 21	21
Fig. 7 datos en Power Query luego de ser limpiados. 22	22
Fig. 8 ejemplo de tablas de hechos (Orden_Principal, Orden_Terceros) y tabla de dimensiones (MES, AÑO). 22	22
Fig. 9. Relaciones entre tablas. 22	22
Fig.10. Tabla de medidas. 23	23
Fig.11 Arquitectura de la plataforma. 23	23
Fig.12 Menú de power BI. 24	24
Fig.13 . Informe Consumo HSVF. 25	25
Fig.14 Análisis consumo equipos de refrigeración. 26	26
Fig.15 Indicadores generales del Hospital. 26	26
Fig. 16 . Indicadores de Mantenimiento 27	27
Fig.17 Consumos por sector..... 29	29
Fig.18 Gastos energéticos en pesos. 30	30
Fig.19 comparación de consumos históricos respecto al consumo promedio anual. 30	30
Fig. 20 Consumo de Chiller por Ubicación. 31	31
Fig. 21 Consumo real respecto al nominal. 31	31
Fig. 22 Información Transformadores HSVF. 32	32
Fig. 23 Programa SQL Server para creación de bases de datos. 39	39
Fig. 24 Modelo Lógico de Bases de Datos.. 39	39
Fig. 25 Implementación modelo relacional. 40	40
Fig. 26 Creación de tablas y relaciones de una base de datos HVAC. 42	42
Fig. 27 Bases de datos física HVAC. 42	42
Fig. 28 Caracterización de analizadores de redes HSVF. 43	43

SIGLAS, ACRÓNIMOS Y ABREVIATURAS

HSVF	Hospital San Vicente Fundación
SQL.	Poner el significado literal de SQL
Power bi	Power Business Intelligence
Power Query	Power Query Formula Language
HVAC	Calefacción, Ventilación y Aire Acondicionado
UdeA	Universidad de Antioquia
IEEE	Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos

RESUMEN

En este documento se describe el desarrollo de un cuadro de mando que monitoriza los consumos, mediciones y mantenimientos del hospital san Vicente fundación sede Medellín con la ayuda de varios softwares, como son *Microsoft Power BI*, Google sheets y bases de datos de tipo SQL, el objetivo de este proyecto es recolectar, limpiar y hacer un proceso de seguimiento de la información referente al área de Ingeniería Eléctrica. Este cuadro de mando, además de hacer seguimiento también se utilizó como un medidor de rendimiento de los mantenimientos para evaluar los planes programados y mejorar la toma de decisiones.

***Palabras clave* — Cuadro de mando, Bases de datos, consumos eléctricos, medición, contadores, mantenimiento, Microsoft power BI.**

ABSTRACT

This document describes the development of a control panel that allows monitorings the energy consumption, to follow measurements and the maintenance strategies of the San Vicente Foundation hospital in Medellín with the help of various software such as *Microsoft Power BI*, Google Sheets and SQL-type databases. The objective of this project is to collect, clean and process data related to the Electrical Engineering area. This control panel was also used as a maintenance performance meter to evaluate scheduled plans and improve decision-making.

Keywords — **Control panel, databases, electrical consumption, measurement, counters, maintenance, Microsoft Power BI.**

I. INTRODUCCIÓN

El sector eléctrico ha venido creciendo desde sus orígenes hasta la actualidad, gracias al significativo aumento en el consumo de energía, llevando al desarrollo y a un cambio fundamental en los sistemas de potencia. Según la IEEE, un sistema de potencia es: una red formada por unidades generadoras de electricidad, cargas y líneas de transmisión de potencia, incluyendo el equipo asociado, conectado eléctrica o mecánicamente a la red [1]. Debido a este crecimiento desmesurado en el consumo energético y su desarrollo, es menester estar vigilando constantemente el comportamiento y las variables más importantes de los sistemas eléctricos para verificar su correcto funcionamiento. Una estrategia que ha venido creciendo en su uso es la implementación de sistemas de monitoreo que se encargan de medir y, registrar las variables eléctricas y así comparar los consumos históricos, [2] ver perfiles de carga, predecir fallas que afectan el desempeño, hacer mantenimiento predictivo o saber dónde hay pérdidas de energía; con el fin de aumentar la productividad del activo y prolongar su vida útil y, por ende, hacer más rentables los procesos.

El hospital san Vicente fundación sede Medellín una instalación de alta complejidad que ha venido presentando un incremento acelerado en sus gastos energéticos, algo que se ha de verificado a través de las facturas de pago. Una posible razón de este aumento acelerado puede ser una escasa planificación y seguimiento a las actividades de expansión realizadas al hospital.

Por estas razones, se hace necesario plantear un sistema de seguimiento que conduzca a optimizar el uso de la energía, reduciendo los costos y en mejorando el servicio a los pacientes -El monitoreo, es una necesidad que se debe implementar en la mayoría de los activos eléctricos, debido a que se puede hacer un registro y control de variables como el consumo energético, el factor de potencia, temperatura, el estado de los gases en un transformador, etc.[3] Por lo tanto, es necesario tener un monitoreo lo más preciso posible. En este aspecto se centraron las actividades desarrolladas durante las prácticas académicas en los centros de transformación de mayor consumo del hospital [2].

Finalmente, a lo largo de este informe se podrá evidenciar el proceso por el cual se creó un cuadro de mando del consumo y medición de los contadores distribuidos del hospital, de indicadores de rendimientos energéticos, de mantenimientos predictivos y correctivos de las instalaciones eléctricas ubicadas en San Vicente Fundación sede Medellín. Inicia con un planteamiento del problema, la recolección de información, el tratamiento y limpieza de datos y termina finalmente con la presentación y análisis de resultados.

II. OBJETIVOS

A. Objetivo general

Desarrollar una herramienta dinámica que permita el monitoreo de variables eléctricas en los centros de transformación a partir de técnicas de analítica de datos y visualización para la gestión y operación.

B. Objetivos específicos

- Recopilar y estudiar registros históricos, bases de datos con mediciones y análisis de variables eléctricas e informes de gestión de activos en las instalaciones del hospital san Vicente fundación.
- Establecer el modelo que permita monitorear las variables en los centros de transformación de mayor consumo del hospital san Vicente fundación.
- Crear un modelo de visualización a través de *Microsoft Power BI* que permita el monitoreo de las variables eléctricas y la visualización para ver el estado de salud de los centros de transformación de mayor consumo.

III. MARCO TEÓRICO

1) *Carga*

Se define como la potencia eléctrica requerida para el funcionamiento de uno o varios equipos eléctricos o la potencia que transporta un circuito. Corriente o potencia que requiere un sistema o equipo para su funcionamiento y es transportada por la red [2].

2) *Carga de Alta confiabilidad*

Cuando se disponen de alimentadores adicionales para emergencia, ejemplos: cargas mayores de 150 kVA en el Centro de Medellín, como es el caso de la clínica Soma, la alimentación eléctrica para el Hospital Pablo Tobón Uribe o como el caso de la parrilla (Sistema secundario del Centro de la Ciudad) [4]

3) *Transformador*

Un transformador es una máquina eléctrica que, basándose en los principios de inducción electromagnética, transfiere energía de un circuito eléctrico a otro, sin cambiar la frecuencia. La transferencia se lleva a cabo con el cambio de voltaje y corriente [4].

4) *Capacidad*

Este término se refiere a la capacidad que tiene un equipo eléctrico para desarrollar un trabajo. En el nuevo ambiente de competencia se define como cargabilidad rentable. Es lo que tiene un sistema para entregar, o sea su potencia nominal. En los datos de placa de los diferentes aparatos del sistema se lee la capacidad [2]

5) *Demanda*

En términos generales la demanda hace referencia a una solicitud. Es la carga solicitada a la fuente de suministro en el punto de recepción durante un intervalo de tiempo dado, llamado intervalo de demanda. [3]

6) *Diagnostico energético*

El objetivo fundamental del diagnóstico es la identificación de medidas de ahorro de energía económicamente rentables. El diagnostico permite conocer la situación energética de un determinado equipo, instalación o planta de producción, además permite establecer las bases para

la toma de decisiones sobre la implementación de proyectos de mejora. Consiste en recolectar datos sobre consumos energéticos para determinar puntos críticos, se realizan cálculos energéticos y posibles establecer las medidas de ahorro energético. [1]

7) *Consumo*

El consumo de energía eléctrica es la cantidad de energía utilizada. El término hace referencia al conjunto de la energía eléctrica empleada para distintos usos, como por ejemplo la fabricación industrial, mover un vehículo eléctrico, o el uso de dispositivos electrónicos. La electricidad consumida se mide en el punto de acceso en las instalaciones del usuario final a través de los contadores eléctricos [2]

8) *Power BI*

Es un servicio de análisis de datos de *Microsoft* orientado a proporcionar visualizaciones interactivas y capacidades de inteligencia empresarial con una interfaz lo suficientemente simple como para que los usuarios finales puedan crear por sí mismos sus propios informes y paneles. Proporciona servicios de BI basados en la nube, conocidos como “*Power BI Services*”, junto con una interfaz basada en escritorio, denominada “*Power BI Desktop*”. Ofrece capacidades de almacenamiento de datos, incluyendo preparación de datos, descubrimiento de datos y paneles interactivos. En marzo de 2016, *Microsoft* lanzó un servicio adicional llamado “*Power BI Embedded*” en Azure, su plataforma en la nube. [6] Uno de los principales diferenciadores del producto es la capacidad de cargar visualizaciones personalizadas. [6]

9) *DAX*

Es un programa propio de *Microsoft Power BI* enfocado en utilizar y crear funciones con el fin de realizar tareas específicas para analizar datos. Se puede ver como biblioteca ya que almacena más de 200 funciones, operadores y constantes para proporcionar flexibilidad al codificar una tarea. [6]

10) *Microsoft Power Query*

Microsoft Power Query es un motor de preparación de datos y transformación de datos. *Microsoft Power Query* incluye una interfaz gráfica para obtener datos de orígenes y un Editor de *Microsoft Power Query* para aplicar transformaciones. Dado que el motor está disponible en muchos productos y servicios, el destino en el que se almacenarán los datos depende de dónde se

usó *Microsoft Power Query*. Con *Microsoft Power Query*, se pueden realizar el procesamiento de extracción, transformación y carga (ETL) de datos. [6]

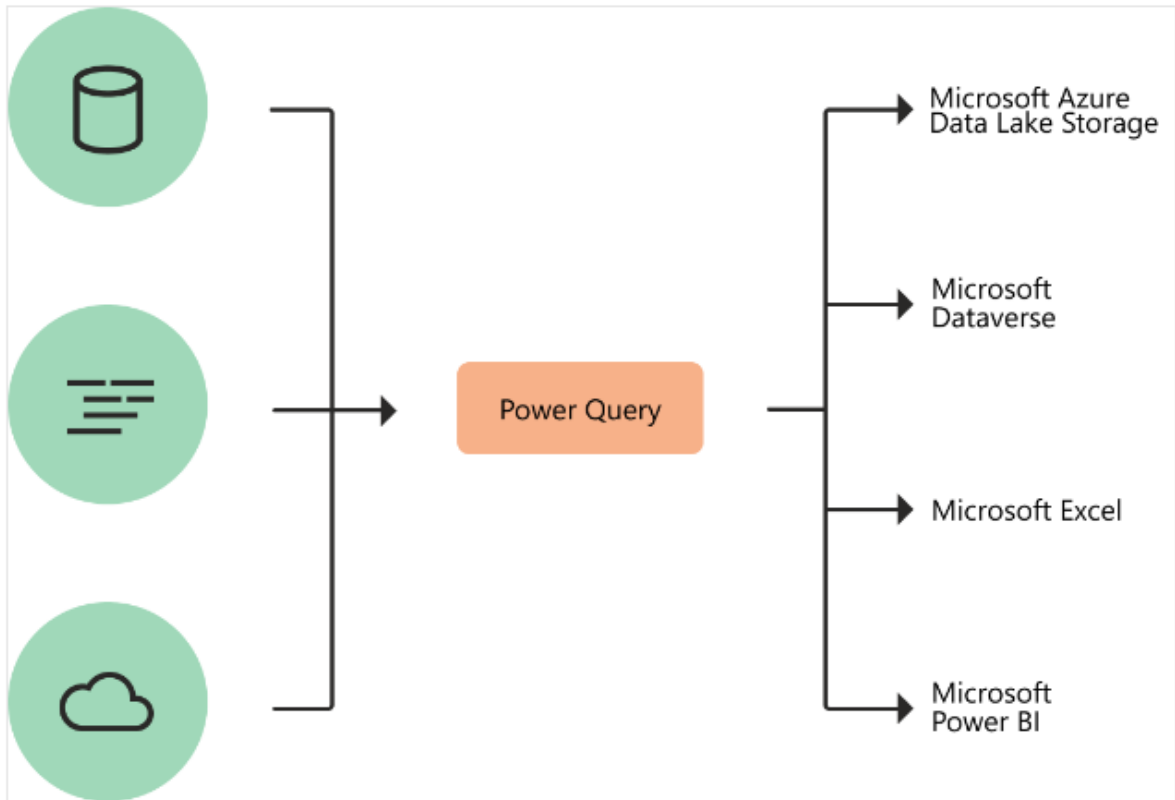


Fig. 1. Uso de Power Query para el tratamiento de los datos.

IV. METODOLOGÍA

A. Actividad 1. Revisión Bibliográfica

de los artículos revisados, identificar los métodos y técnicas más utilizadas para el registro y gestión de consumo eléctrico en instalaciones hospitalarias.

B. Actividad 2. Búsqueda de bases de datos

Realizar la búsqueda de bases de datos de monitoreo y registro de parámetros eléctricos. Se realizará una búsqueda de datos internos del hospital como de instituciones hospitalarias similares.

C. Actividad 3. Preprocesamiento de datos

Una vez hallada la base de datos, se deben procesar, adecuar y eliminar datos atípicos, para que la información se ajuste al modelo implementado en la herramienta. Dicho proceso se hará mediante los programas *Microsoft Excel*, *Microsoft power BI* y librerías asociadas a la analítica de datos.

D. Actividad 4. Implementación Plataforma Power BI

Implementar una herramienta de lectura y monitoreo, de los centros de transformación del hospital san Vicente fundación utilizando el software de *Microsoft power BI*.

E. Actividad 5. Análisis de resultados

Analizar los resultados obtenidos evaluando el comportamiento del consumo eléctrico de los diferentes bloques analizando el porcentaje de consumo de negocios de terceros, del sistema de aire acondicionado y ascensores.

F. Actividad 6. Informe final

Realizar un informe donde se documente el proceso de obtención y limpieza de los datos, implementación de la herramienta y su evaluación. Además, se presentará un análisis de los resultados y las conclusiones pertinentes.

V. RESULTADOS

En esta sección se presentan los resultados de la práctica académica, junto con su correspondiente análisis. El objetivo principal de esta fue desarrollar una plataforma de monitoreo con el fin de tener una gestión energética que satisfaga las necesidades del hospital, necesidades enfocadas a la protección del medio ambiente, reducción de costos y aumento de la productividad.

A continuación, se muestran los resultados después de implementar las actividades según la metodología establecida en la sección IV de este documento.

A.1 Actividad 1 (Revisión Bibliográfica):

Se realizó una búsqueda en bases de datos internas y externas, en las cuales se encontraron trabajos de grado y artículos que explican e identifican los métodos y técnicas para el registro y gestión de consumo eléctrico en instalaciones hospitalarias.

El criterio de selección para los documentos y guías para la realización del trabajo fue recomendación de los asesores interno y externo y bases de datos de la universidad.

A.1.1. Fuentes de información, estas son las que se escogieron después hacer la búsqueda:

Las siguientes son las fuentes de información que se escogieron después de hacer la búsqueda

Libros: “Modelamiento de bases de datos. Metodología práctica y aplicada”. Autor Carlos Jairo Sánchez Aldana y Fernanda Ismelda Mosquera. Editorial Universidad piloto de Colombia

Informe final de trabajo de grado. “Auditoria energética a chiller de 80 tr hospital Universitario San Vicente”. Realizado por Sergio Alberto Álzate Gallego.

Tesis para título de especialista en gestión energética y ambiental. “Alternativas para el mejoramiento de la gestión energética del hospital Santa Clara Bogotá Colombia”. Realizado por diana Griselda Padrón y Silvia Patricia Morales.

A.1.2. Lectura y análisis de la información.:

Se identificaron las ideas y conceptos relevantes. Para tener un mejor monitoreo es necesario contar con información completa, precisa, confiable y oportuna que facilite y garantice una toma adecuada de decisiones de acuerdo a las necesidades específicas. Con esta premisa se crea un sistema de información que permita diseñar estrategias que mejoren la operación. [7]

Se realiza una auditoria energética al chiller el cual es un sistema de refrigeración industrial para edificaciones de gran tamaño. En esta auditoria se determinó el estado real del equipo para diseñar un desempeño óptimo de la eficiencia energética del equipo [8]

Todo hospital debe siempre proveer un derecho fundamental a su población: la salud. Para que el hospital funcione bien, **se debe tener mucho cuidado con** los sistemas de suministro y consumo de energía. [9]

A.1.3. Organización de la información:

Se organizaron las ideas y conceptos en torno a los siguientes temas

Creación y manejo de bases de datos en SQL Server, Google sheets y en Excel.

Información referente a las auditorías y registros energéticos del hospital san Vicente fundación.

Plataforma de monitoreo con los indicadores y registros del hospital

A.1.4 Integración de idea y las referencias para hallar una solución:

El monitoreo y registro de parámetros eléctricos en un hospital es de vital importancia para garantizar una gestión energética eficiente y efectiva. Para comprender mejor la importancia de contar con información completa, precisa, confiable y oportuna que facilite y garantice una toma adecuada de decisiones de acuerdo a las necesidades específicas, se consultó el libro Aldana y Fernanda Ismelda Mosquera (2020). [7] En este libro se destaca que la creación y manejo de bases de datos en SQL Server, Google sheets y en Excel son herramientas clave para la gestión de información. Además, se consultó el informe final de trabajo de grado "Auditoría energética a chiller de 80 tr hospital universitario San Vicente" realizado por Sergio Alberto Álzate gallego (2015), [8] en el que se destaca la importancia de realizar auditorías energéticas en equipos de refrigeración industrial, como el chiller, para determinar el estado real del equipo y diseñar un desempeño óptimo de la eficiencia energética del equipo. Por otro lado, para entender la importancia de la gestión energética en los hospitales se revisó la tesis para título de especialista en gestión energética y ambiental "Alternativas para el mejoramiento de la gestión energética del hospital Santa Clara Bogotá Colombia" realizada por Diana Griselda Padrón y Silvia Patricia Morales (2011). [9] En esta tesis se destaca que todo hospital debe siempre proveer un derecho fundamental a su población: la salud. Para que el hospital funcione bien, se debe tener mucho cuidado con los sistemas de suministro y consumo de energía. En resumen, la creación y manejo de bases de datos, las auditorías energéticas y la gestión adecuada de los sistemas de suministro y consumo de energía son aspectos clave para un monitoreo y registro efectivo de parámetros eléctricos en un hospital. Finalmente, en este trabajo se implementa una plataforma pragmática, de fácil uso y que unifica todos los datos en una base común y que permite una gestión de la energía del HSVF.

A.2 Actividad Dos (Búsqueda de Bases de Datos Interna):

Para identificación del estado actual del hospital se hicieron unas rondas en donde se recolectaron las características generales del hospital, en la TABLA I se muestra la ubicación, superficie, cantidad de camas, población y trabajadores [10]

TABLA I
INFORMACIÓN GENERAL DEL HOSPITAL SAN VICENTE FUNDACIÓN SEDE MEDELLÍN

Información General	Valor
Dirección Hospital San Vicente Fundación sede	Calle 64 # 51 D -154
Medellín	
Superficie	112500 m ²
Total, camas	604
Total, población mensual aproximada	1019
Total, trabajadores	4559

En la Figura 2 muestra el plano general de HSVF Medellín, en donde se puede apreciar la estructura de los bloques y las áreas que contiene cada uno



Fig. 1 . Plano general.

Dentro del hospital las principales áreas de servicio son:

- Hospital Infantil

- Pensionados
- Urgencias
- Banco de Sangre
- Cardiología
- Medicina Nuclear

Para la Búsqueda de información relevante para el análisis del consumo de energía en el HSVF se pudo recopilar la siguiente información:

En el año 2019 hubo una pérdida de información sin un respaldo, por lo cual por parte del hospital se estableció un plan de recolección con el fin de obtener la siguiente información: inventario de equipos, registro de los consumos y ubicación de analizadores de redes.

Cuando se estuvo revisando la información referente a inventario de equipos, mantenimientos e información de registros de consumo, se encontró que la información estaba dispersa en archivos de Excel de computadores locales, en hojas de cálculo en la nube y en formatos físicos. Un ejemplo de la información registrada en archivos de Excel se muestra en la Figura 3

NOVIEMBRE	
MEDICIÓN [kwh]	CONSUMO [kwh]
85040	349
44696	214,7
62344	177
7423495	67245
2058596	5187
4244909	20036
1345826	14610
918567	11980
75413	97,6
197766,7	5758,3
84098,9	27,46
70220	207
29476	188
3220866	54242

Fig. 2. Formato de Almacenamiento de los datos

También se identificó que el hospital cuenta con un sistema de medición independiente al de EPM, el cual consta de 19 analizadores de redes que están distribuidos por todo el hospital. En el Anexo B se muestra su ubicación. En este anexo se describen la ubicación, la llave que abre el cuarto técnico, la marca y el tipo de conexión. En la Figura 4 se muestra un resumen de los analizadores del HSVF.

HSVF - Medellín	
ANALIZADOR	UBICACIÓN
MEHU_001	SERVICIOS DE ALIMENTACION
MEHU_002	FONDO EMPLEADOS
MEHU_007	HOSP. INFANTIL
MEHU_008	EQUIPOS INFANTIL
MEHU_009	URGENCIAS INFANTIL - (NORMAL
MEHU_010	(EMERGENCIA)
MEHU_011	IATM 220
MEHU_012	IATM 440
MEHU_013	ESTAD/CONS.EXT./LAB.CLIN.
MEHU_014	(AIRE ACONDICIONADO)
MEHU_016	POLICLINICA
MEHU_019	MEDICINA INTERNA
MEHU_020	MEDICINA NUCLEAR
MEHU_021	PENSIONADO
MEHU_022	BLOQUE VERDE
MEHU_029	BLOQUE AZUL
MEHU_030	MATERNIDAD
MEHU_032	RAYOS X CENTRAL
	TELEMETRÍA CARDIO

Fig. 3 Analizadores de redes en el HSVF.

Luego de ubicar los medidores se hizo una ronda para identificar equipos que no sean médicos de lo cual se obtuvo el siguiente resultado: respecto a los equipos de refrigeración, el Hospital cuenta con 245 aires acondicionados, 63 neveras y 6 Chiller, estos equipos están relacionados en sistema SAP a través de un programa de mantenimientos preventivos, pero no existe registro del consumo energético de los mismos, por lo tanto, no se conoce el impacto.

Finalmente se pudo observar que los registros de consumo, inventario de equipos y plan de mantenimiento estaban repartidos en diferentes correos empresariales, en hojas de Excel, hojas de cálculo y en SAP, para mayor facilidad con el trato de estos se realizó una base de datos en SQL Server en el cual a través de “queries” se puede extraer la información que se quiera y además se usa en otros programas como *Microsoft Power BI*. En la Figura 5 Se puede observar como con los queries SELECT y JOIN de una misma base de datos se pueden extraer: el medidor, el número del bloque, el nombre del bloque, la placa del equipo en SAP y el Consumo.

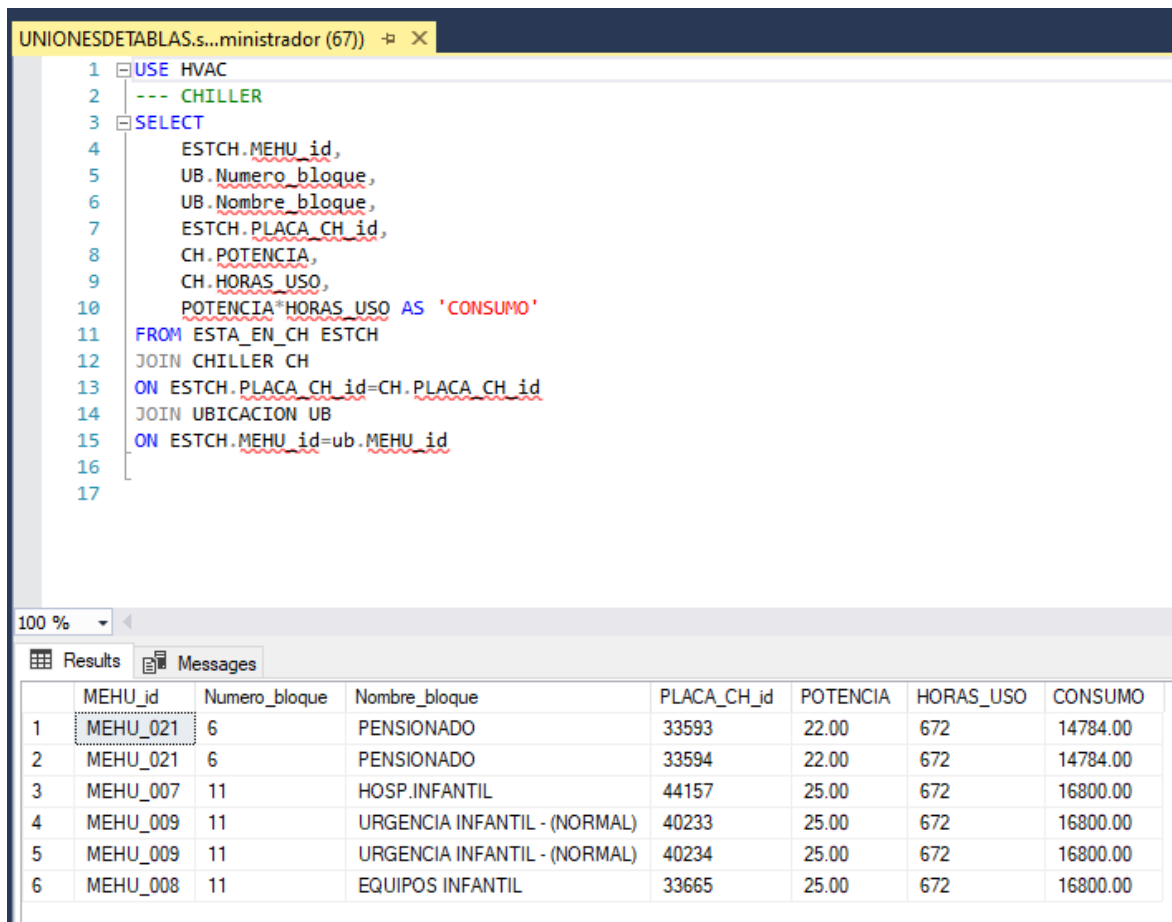


Fig. 4 Base de datos en SQL Server.

A.3 Actividad Tres (Preprocesamiento de los datos):

Una vez implementada la base de datos, se procesaron, adecuaron y eliminaron los datos atípicos, para que la información se ajustara al modelo implementado en la herramienta. Dicho proceso se hará mediante programa Excel, power BI y librerías asociadas a la analítica de datos.

Revisación y validación de los datos: lo primero que se hizo fue revisar los datos existentes en las hojas de cálculo, de Excel y de SAP. En esta primera revisión se pudo observar el formato de almacenamiento de los datos y se realizó una verificación para ver si los datos son consistentes, coherentes y sin errores. En esta revisión se encontraron inconsistencias en los formatos, datos duplicados y mala separación de valores (como Medición y Consumo) como se puede ver en la Figura 6.

URGENCIAS INFANTIL (NORMAL)	1821058	1827733,0	1834575	1840776
(EMERGENCIA)	3543280	3565412,0	3587671	3608071
EQUIPOS INFANTIL	5381158	5443608,0	5512320	5568421
BLOQUE AZUL	98943	97395,0	97841	98240
BLOQUE VERDE	71029	71334,0	71641	71920
MEDICINA INTERNA	62521	62777,0	63044	63273
POLICLINICA	73652	74000,0	74340	74648
MEDICINA NUCLEAR	21798	22137,0	22512	22750
DIVISION FINANCIERA	73187	76241,0	79491	82499
PATOLOGIA	67692	67904,0	68114	68462
IATM 220	730800	720000,0	740923	754610
IATM 440	531520	542591	554779	565189

Fig. 5 formato de almacenamiento típico.

Para hacer una limpieza y tratamiento correcto de los datos, se utilizó una herramienta de procesamiento de datos llamada *Microsoft Power Query* la cual permite un proceso ETL (extracción, transformación y carga de datos). *Microsoft Power Query* para poder funcionar necesita la ruta donde se encuentra el archivo, puede soportar archivos tipo Excel, tipo web o SQL por lo cual primero se cargan los datos a power query, con los datos ya cargados se procede a eliminar los datos duplicados para evitar errores en el análisis y visualización de los datos.

Luego de eliminar duplicados se hizo una transformación de los tipos de datos, *Microsoft Power Query* utiliza una inteligencia artificial para hacer un preprocesamiento de los datos, es decir en el momento de la carga trata de identificar el tipo de dato y juntar columnas en una, sabiendo esto se revisó la carga y se cambiaron los tipos números y fecha.

Finalmente, se procedió a verificar la consistencia de los datos, esto implica eliminar datos nulos y ver que las unidades sean correctas. En la Figura 7 Se puede ver una parte de cómo se ven los datos en *Microsoft Power Query*.

	A _C ^B MEDIDOR	A _C ^B UBICACION	1 ₃ NUMERO BLOQUE	A
1	MEHU_001	SERVICIOS DE ALIMENTACION		10 E
2	MEHU_002	FONDO EMPLEADOS		10 E
3	MEHU_007	HOSP. INFANTIL		11 E
4	MEHU_008	EQUIPOS INFANTIL		11 E
5	MEHU_009	URGENCIAS INFANTIL - (NORMAL)		11 E
6	MEHU_010	(EMERGENCIA)		11 E
7	MEHU_011	IATM 220		11 E
8	MEHU_012	IATM 440		11 E
9	MEHU_013	ESTAD/CONS.EXT./LAB.CLIN.		16 E
10	MEHU_014	(AIRE ACONDICIONADO)		16 E
11	MEHU_016	POLICLINICA		14 E

Fig. 6 datos en Power Query luego de ser limpiados.

Ya con los datos tratados y limpios se crearon dos conjuntos de tablas. El primer conjunto son tablas de hechos. Estas tablas son las que contienen los datos que se van a utilizar en el análisis de power BI, para nuestro caso tenemos tablas de hechos, para bloques de hospitalización y terceros. El segundo grupo son tablas dimensionales, estas tienen información adicional sobre los datos de las tablas de hechos, en la plataforma de monitoreo corresponden a las tablas de los meses y años. En la Figura 8 se pueden ver tablas de hechos y dimensiones.

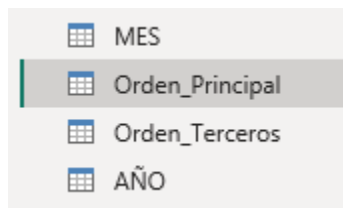


Fig. 7 ejemplo de tablas de hechos (Orden_Principal, Orden_Terceros) y tabla de dimensiones (MES, AÑO).

Una vez tenemos nuestras tablas de hechos y de dimensiones, se deben relacionar entre sí para poder hacer visualizaciones y análisis más complejos. En la Figura 9 se muestra las tablas y sus relaciones.

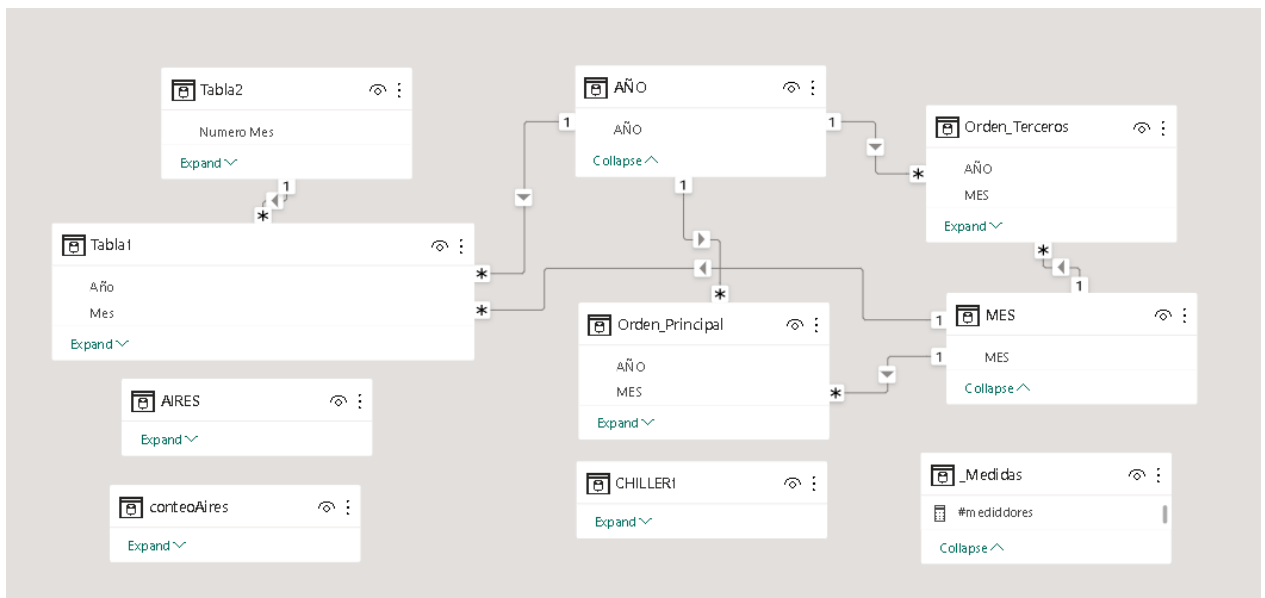


Fig. 8. Relaciones entre tablas.

Por último, se crearon medidas para realizar calculo en función de los datos de las tablas de hechos y dimensiones. En la Figura 10 se puede ver las tablas de medidas creadas en el modelo.

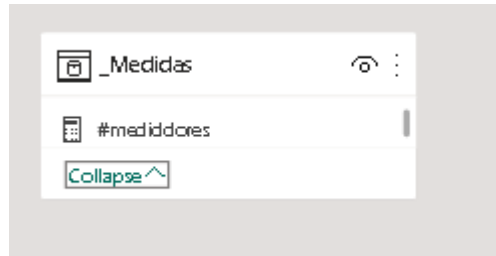


Fig. 9. Tabla de medidas.

Una forma de establecer la eficiencia es aplicar indicadores, estos indicadores son herramientas que permiten medir y monitorear objetivos energéticos.

Ejemplo de Indicadores que sirven para hacer una gestión energética:

Consumo energético anual: mide la cantidad de energía que se usa en un año (calcula anual total y luego hacer un cálculo por bloque)

Consumo final de energía por sectores: indicador enfocado en conocer patrones de consumo de diferentes sectores.

Consumo de energía per cápita: mide el consumo aparente entre el consumo final de todos los sectores y el número de habitantes para cada año

En *Microsoft power BI* para hacer calculo es necesario crear una tabla de medidas, esta tabla es independiente a las procesadas y se enfocan medidas o parámetros nuevos que parten de los datos cargados.

A.4. (Implementación Plataforma Power BI):

Para la implementación de la plataforma si tiene la siguiente configuración:

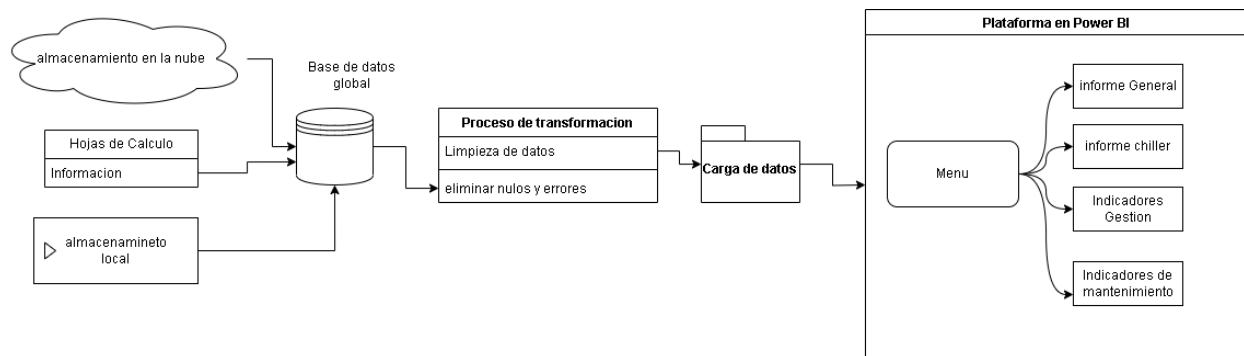


Fig. 10 Arquitectura de la plataforma.

En la Figura 11 se muestra como es el proceso y como está conformada la plataforma. Se inicia con una identificación y recolección de las diferentes fuentes de información referente a

energía eléctrica en el hospital HSVF. Luego se creó una base de datos global en donde se almacenó toda esta información. Posteriormente se pasó a *Microsoft Power Query* para hacer un proceso ETL y limpieza de datos. Finalmente se implementó una plataforma la cual consta de un menú, un informe general sobre el hospital, información sobre los chiller y aires, información sobre indicadores de gestión y finalmente indicadores de mantenimiento.

Plataforma en *Microsoft Power BI*:

Se inicia con el menú el cual se compone de 4 botones que dirigen a cada reporte, en Figura 12:

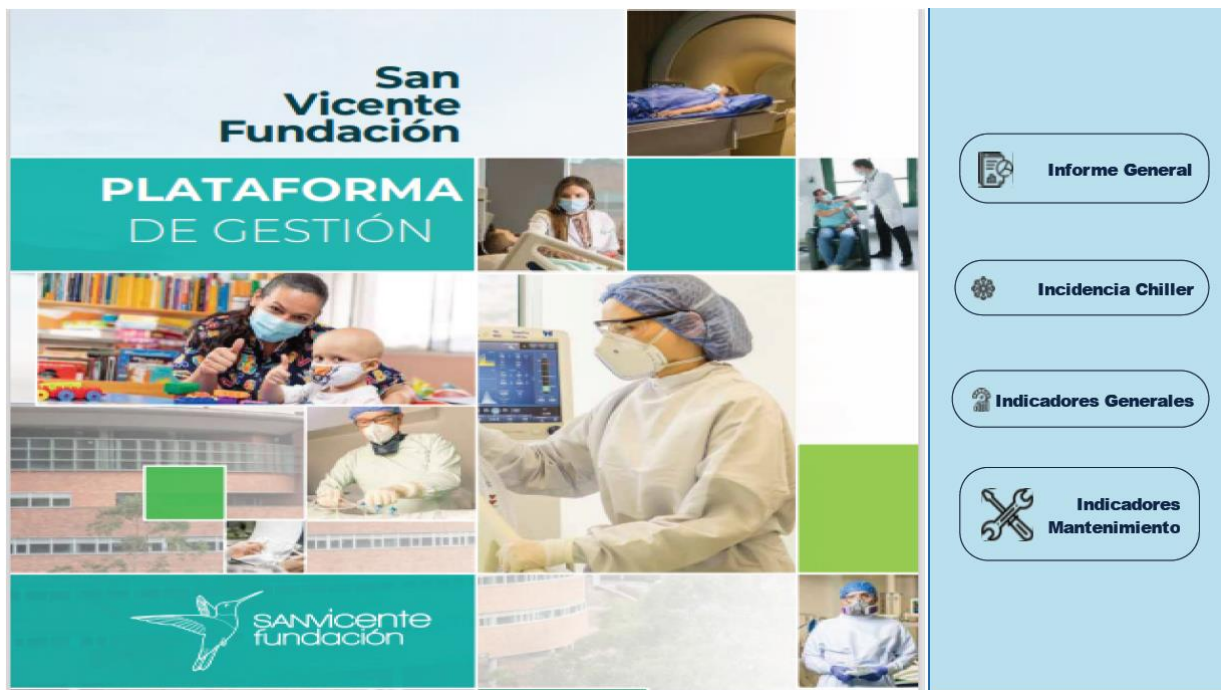


Fig. 11 Menú de power BI.

El primer botón corresponde al informe general, en la Figura 13 se muestra el comportamiento del consumo eléctrico por, sector, por analizador y por mes.

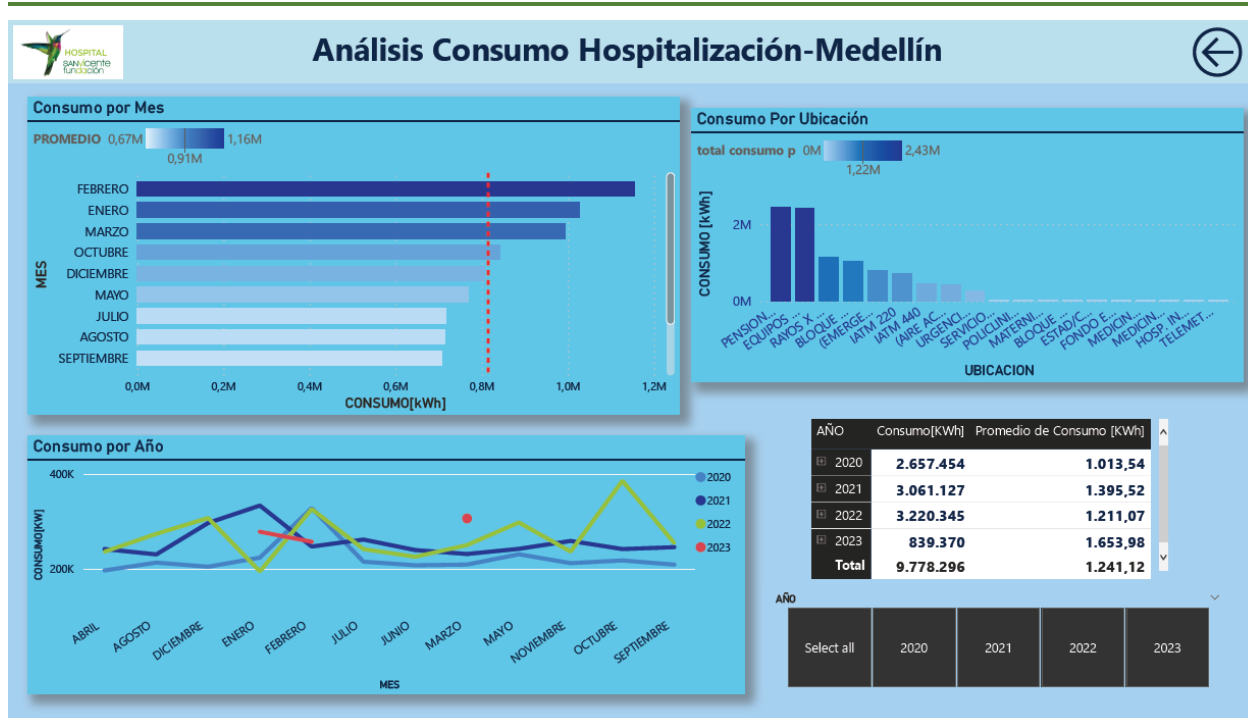


Fig. 12 . Informe Consumo HSVF.

En la Figura 14 se muestra el comportamiento de los aires acondicionados y de los Chiller en donde se detalla el consumo de los equipos por sector, el número de equipos y el porcentaje de consumo que tienen los equipos de refrigeración en el consumo total del hospital

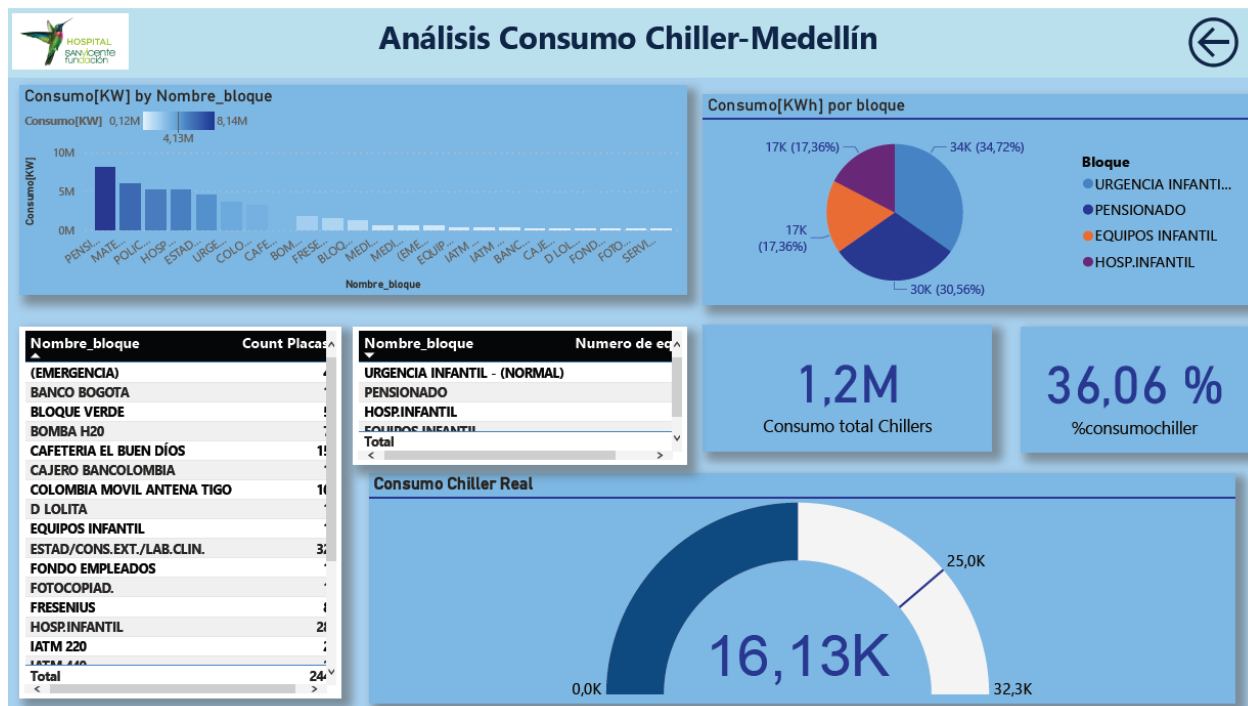


Fig. 13 Análisis consumo equipos de refrigeración.

En la Figura 15 se tiene varios indicadores de gestión del hospital, se tienen la ubicación y el tipo de transformador, la potencia nominal y usada, el porcentaje usado según servicio, consumo de energía por cama y gastos energéticos en los últimos años.

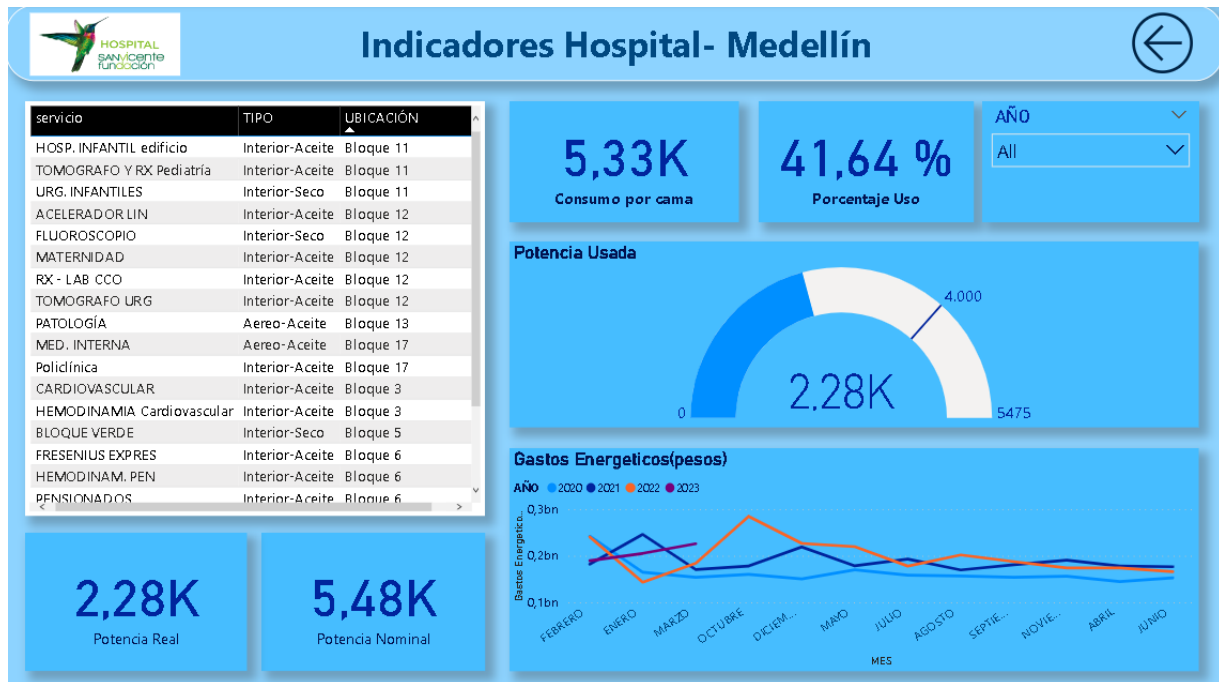


Fig. 14 Indicadores generales del Hospital.

En la Figura 16 se tienen los indicadores de mantenimientos eléctricos del hospital, se pone el número de mantenimientos correctivos, preventivos, número de mantenimientos, técnicos que más hacen mantenimiento, la prioridad y el sector o servicio donde se hace.

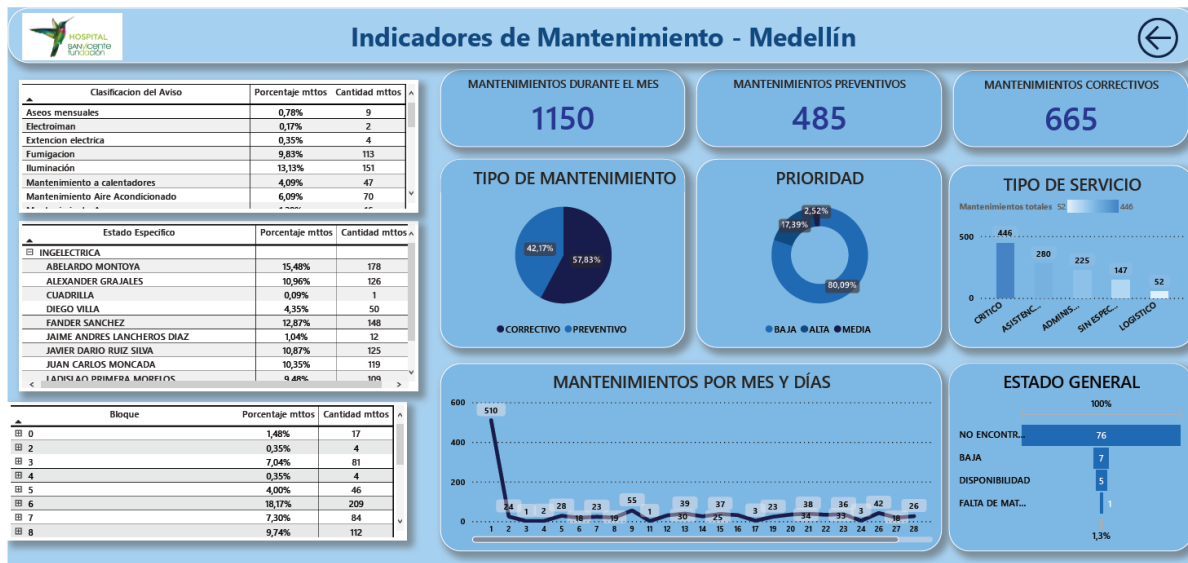


Fig. 16. Indicadores de Mantenimiento

VI. ANÁLISIS

El presente estudio tenía como objetivo general analizar los resultados obtenidos a partir de una investigación sobre el consumo y gestión energética en el HSVF. En un contexto donde la gestión energética representa un reto creciente para el hospital, es fundamental comprender como el consumo eléctrico puede influir en el manejo eficiente de las actividades diarias del hospital.

Para llevar a cabo este estudio, se implementó una metodología que incluyó, recolección de información histórica, rondas por las instalaciones del hospital, ubicación de analizadores de redes y entrevista a técnicos. Se presentan la estructura y resultados del análisis realizado a partir de los datos recopilados, se analizan variables como consumo eléctrico total, consumo por sectores, gasto energético y desviación del consumo. Todo esto a través de una plataforma interactiva que permite obtener la información rápida y de manera grafica.

Los resultados obtenidos en este análisis proporcionan una visión más clara sobre los beneficios del monitoreo del consumo eléctrico. Asimismo, permite identificar posibles estrategias para fomentar la gestión eficiente de equipos y participación de los diferentes servicios. En última instancia, se espera que este estudio contribuya al desarrollo efectivo de un plan de gestión que promueva un consumo eléctrico inteligente y mejore las condiciones de la población que conforma el HSVF.

Según los datos recopilados sobre los consumos energéticos durante el periodo 2019-2023, se ha desarrollado una plataforma que se centra en el seguimiento de los consumos históricos. A través de esta proforma se han generado graficas que permiten visualizar el comportamiento progresivo del consumo eléctrico del hospital de un año a otro, así como el costo asociado a dicho aumento

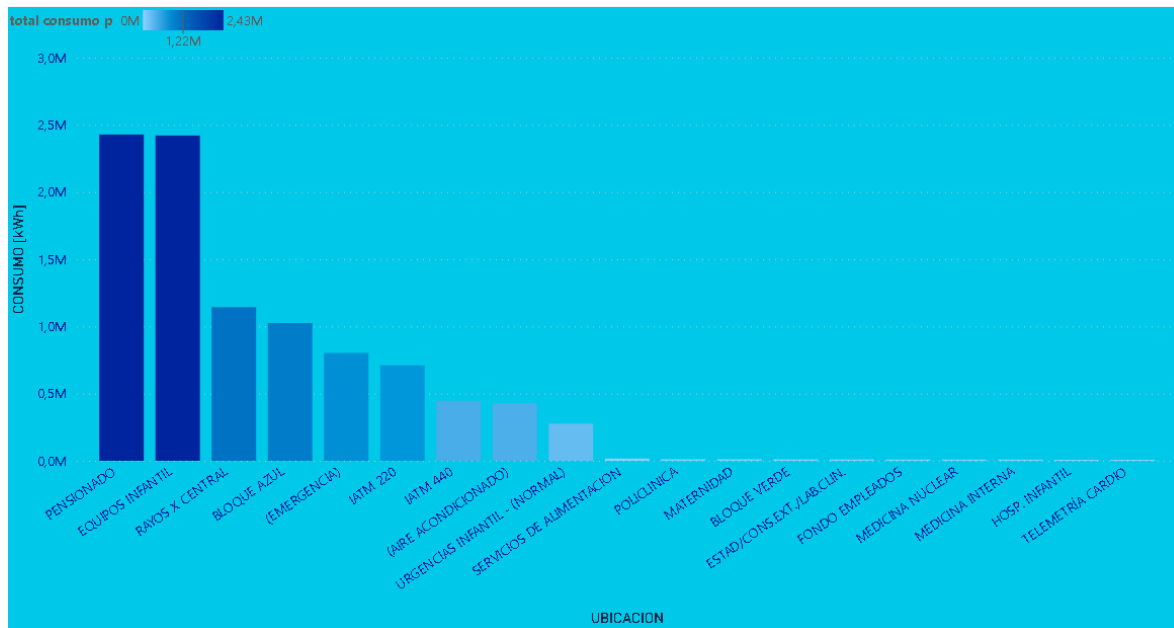


Fig. 15 Consumos por sector.

En la Figura 17 se muestra el consumo eléctrico de cada sector del hospital durante el periodo estudiado en HSVF. Al analizar la gráfica, se puede verificar que los sectores de pensionados, hospital infantil y rayos X son los que registran un mayor consumo dentro del hospital. Esto concuerda con lo esperado, ya que estos sectores atienden a un mayor número de personas, cuentan con áreas multidisciplinarias y una mayor variedad de equipos.

Además del consumo también es relevante observar el costo relacionado. En la Figura 18 se puede ver el incremento en gastos energéticos en pesos.

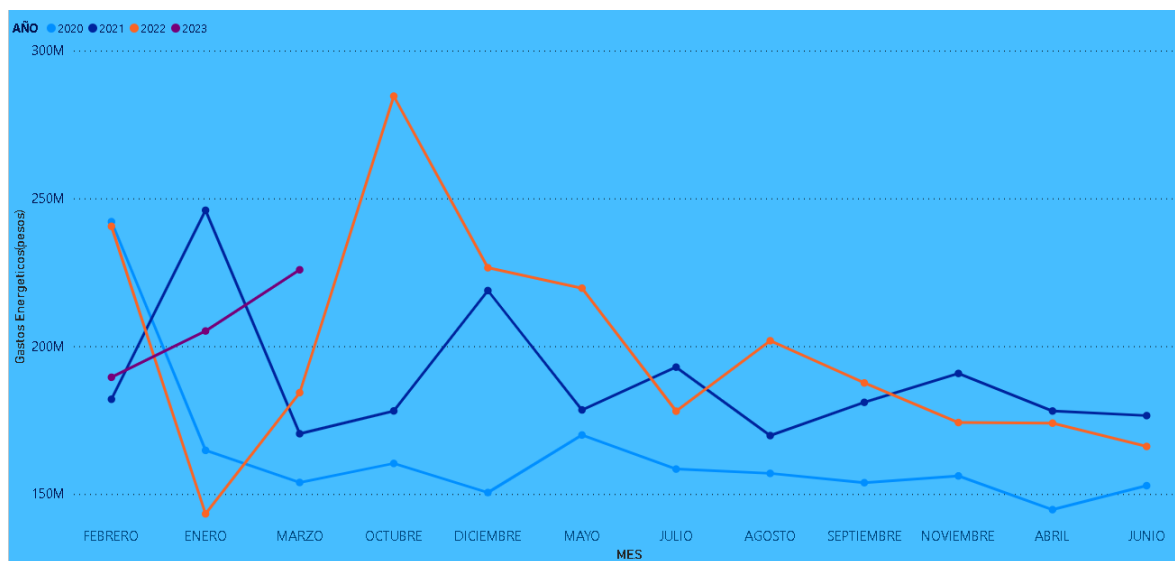


Fig. 16 Gastos energéticos en pesos.

Al analizar la Figura anterior, se puede concluir que, a lo largo de los años evaluados, se ha observado un aumento en el consumo de energía. Las causas principales de este incremento pueden ser: los incrementos en las tarifas de energía, la adquisición e incorporación de equipos biomédicos y la expansión de nuevas áreas en el hospital, las cuales se caracterizan por requerir una mayor potencia energética.

Sin embargo, es importante destacar que no se evidencia un comportamiento definido de aumentos y disminuciones en los gastos energéticos. Una posible razón para esto es que, durante la recolección de datos, se pudo constatar la falta de registros anuales anteriores a 2019 y la falta de ubicación precisa de los medidores. Esto dificulta la identificación de patrones en el comportamiento del consumo y los gastos energéticos.

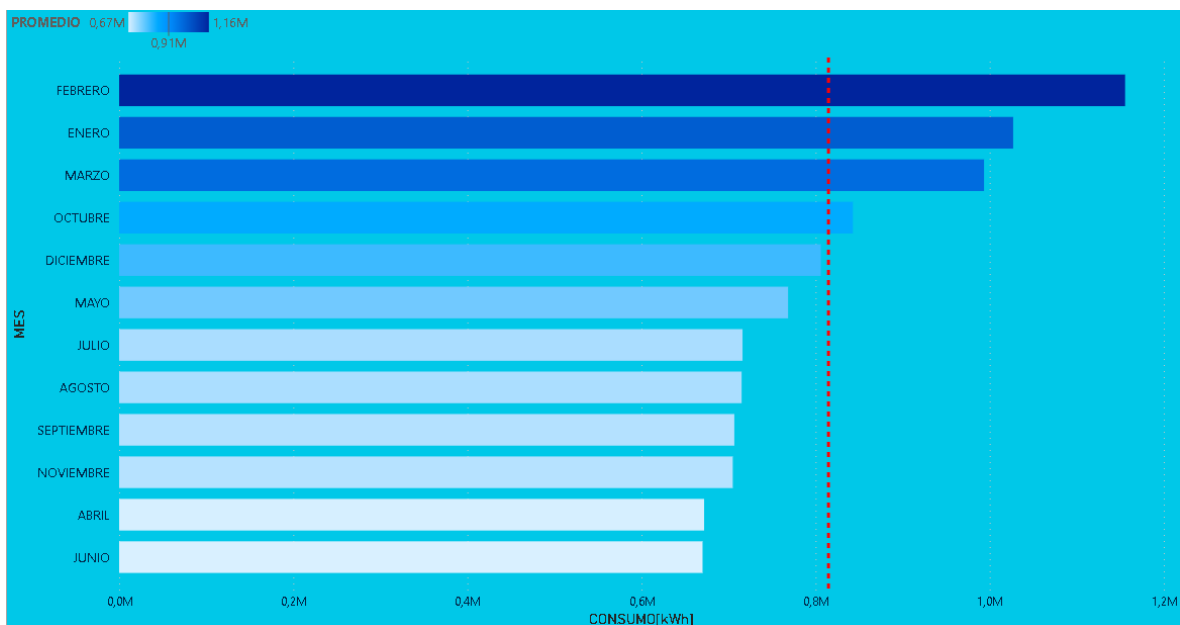


Fig. 17 comparación de consumos históricos respecto al consumo promedio anual.

Del análisis de la Figura 19 se puede observar el consumo mensual en comparación con el promedio anual. Se destaca la falta de un comportamiento regular mes a mes-sin embargo, se puede concluir que los meses de febrero, enero y marzo, durante los tres años analizados, presentan mayor consumo. El aumento de la demanda de servicios, instalación de nuevos equipos, y uso de equipos especiales como el resonador magnético y tomógrafos explican este mayor consumo, en especial

en los meses de febrero. Los meses de abril y junio muestran el menor consumo, durante los meses de menor demanda, muchos equipos se encuentran en mantenimiento y el personal de numerosos consultorios está en vacaciones.

Continuamos con el análisis de equipos de refrigeración, que es uno de los apartados más importantes del hospital y el departamento de electromecánica se encarga de este servicio.

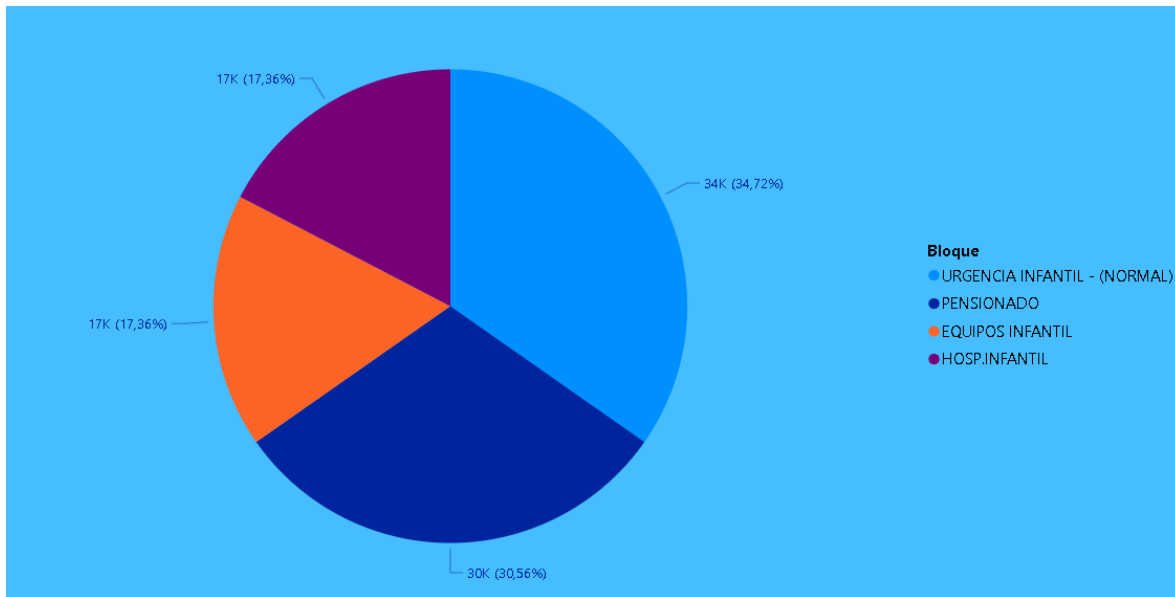


Fig. 18 Consumo de Chiller por Ubicación.

Del análisis de la Figura 20, se puede observar el consumo de los chiller del hospital según su ubicación. Se destaca que el bloque del hospital infantil es el que tiene mayor consumo. Este bloque cuenta con dos chiller, uno para la refrigeración de urgencia y otro para los equipos infantiles. El chiller destinado a los equipos infantiles es el de mayor demanda a lo largo del tiempo

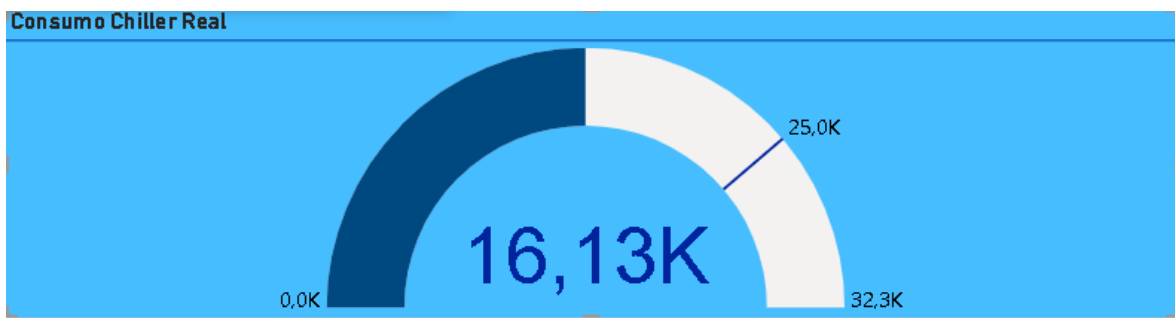


Fig. 19 Consumo real respecto al nominal.

La Figura 21 es un tacómetro que mide la potencia promedio anual real que usa el chiller y la compara respecto a la nominal, de esto se deduce que en promedio el equipo está siendo

subutilizado es decir que emplea una potencia por debajo a lo que puede dar, esto significa que las necesidades de las áreas analizadas están cubiertas a lo largo del tiempo. Por otra parte, respecto al consumo total del hospital los chiller y los aires acondicionados ocupan entre un 30% a 40%, esto indica que en el hospital la refrigeración hace parte de todas las áreas de servicios y son imprescindibles para el funcionamiento normal del hospital.

En la Figura 22 se consigna el inventario de transformadores con su potencia nominal

servicio	TIPO	POTENCIA [kVA]
ACELERADOR LIN	Interior-Aceite	112,50
BLOQUE AZUL	Interior-Seco	500,00
BLOQUE VERDE	Interior-Seco	112,50
CARDIOVASCULAR	Interior-Aceite	500,00
FLUOROSCOPIO	Interior-Seco	500,00
FRESENIUS EXPRES	Interior-Aceite	30,00
HEMODINAM. PEN	Interior-Aceite	225,00
HEMODINAMIA Cardiovascular	Interior-Aceite	225,00
HOSP. INFANTIL edificio	Interior-Aceite	300,00
MATERNIDAD	Interior-Aceite	150,00
MED. INTERNA	Aereo-Aceite	75,00
PATOLOGÍA	Aereo-Aceite	45,00
PENSIONADOS	Interior-Aceite	500,00
Policlínica	Interior-Aceite	400,00
Resonador Magnetico	Interior-Seco	225,00
RESTAURANTE	Aereo-Aceite	100,00
RX - LAB CCO	Interior-Aceite	350,00
Servicios para la salud	Interior-Seco	75,00
TOMOGRAFO URG	Interior-Aceite	250,00
TOMOGRAFO Y RX Pediatría	Interior-Aceite	300,00
URG. INFANTILES	Interior-Seco	500,00

Fig. 20 Información Transformadores HSVF.

Al realizar una comparación entre la potencia activa, es decir la potencia que se usa, con la nominal se encontró que existen bloques están sobre utilizados, es decir, emplean mayor potencia de la que pueden dar, esto significa que para las necesidades en las áreas analizadas los

transformadores utilizados pueden sufrir calentamientos. El resto de transformadores están subutilizados, es decir que la potencia de las áreas es menor a la que brindan los transformadores. Todo lo anterior indica que se debe realizar un análisis más exhaustivo de potencia para evitar desperdicios de energía o sobrecalentamiento teniendo en cuenta el crecimiento de áreas.

Los indicadores energéticos son un proceso de evaluación, pues con estos se puede medir información útil acerca de los logros y metas alcanzadas. En la tabla 3 se hace un resumen de indicadores del año 2022.

TABLA II
INDICADORES DE GESTIÓN ENERGÉTICA MEDIDOS EN HSVF.

Indicador	Descripción	Resultado
Consumo Energético Anual	Permite medir la cantidad de energía que se usa en un año en una edificación	Para el año 2022 el consumo total fue de: 3.220.345 kWh
% ahorro respecto al año anterior	Permite conocer el porcentaje de ahorro del presente año comparado con el año anterior	Para el año 2022 el porcentaje de ahorro es de: 5,2%
Consumo final de energía desagregado por sectores	El indicador permite conocer patrones de consumo de los diferentes sectores	Como son 17 sectores en la plataforma se tiene la información del consumo por sectores
Consumo de energía per cápita	Mide el consumo aparente que surge de la división entre el consumo final de energía del hospital y el número de personas, tanto trabajadores como pacientes, cada año	Para el año 2022 el consumo de energía per cápita fue de: 3.42 kWh
Mantenimientos durante el mes	Mide el número de mantenimientos tanto correctivos y preventivos que se hacen durante un mes	Los mantenimientos promedios al mes para el año 2022 fueron de 1150 y al año 13800
Prioridad y tipo de servicio	Clasifica el tipo y numero de mantenimientos basados en la prioridad y el tipo de servicio prestado	Con son varios tipos de servicio y prioridades en la plataforma se encuentran categorizados para el año 2022.

El indicador consumo energético anual permite realizar una comparación del consumo año tras año para evaluar su aumento o disminución y verificar el porcentaje de ahorro. Respecto al año 2021 hubo un aumento del 6,7%.

El consumo final de energía desagregado por sectores, permite conocer el consumo de cada área por separado lo que facilita el análisis energético y será de gran utilidad para el desarrollo de planes que apunten al uso eficiente de la energía. En la plataforma con el filtro se puede obtener para cada año.

Por su parte el indicador de consumo de energía per cápita permite conocer el aporte que hace cada persona al consumo energético, tomando en cuenta tanto empleados, estudiantes y pacientes.

Los mantenimientos por mes y la prioridad, permite conocer el número de daños por mes y la ubicación en donde se producen estos daños para realizar planes de mantenimiento preventivo para mejorar la vida útil de los equipos.

VII. CONCLUSIONES

1. El objetivo de recopilar y estudiar registros históricos, bases de datos con mediciones y análisis de variables eléctrica, así como informes de gestión de activos en las instalaciones del HSVF ha sido alcanzado. A través de este proceso, se ha logrado obtener una visión integral de los datos eléctricos de los informes de gestión de activos en el hospital. Esta recopilación y estudio exhaustivo de información proporciona una base sólida para futuros análisis y toma de decisiones relacionadas con la eficiencia energética, la optimización de los recursos y la gestión de activos en las instalaciones del hospital. Los resultados obtenidos a partir de este objetivo contribuyen de manera significativa a la mejora continua y al buen funcionamiento de las instalaciones eléctricas en el HSVF.
2. Se ha logrado establecer un modelo de monitoreo de los centros de consumo en el hospital. A través de este proceso, se ha desarrollado un modelo eficiente y efectivo que permite el seguimiento y control de parámetros eléctricos en el HSVF. Este modelo proporciona una herramienta valiosa para evaluar y optimizar el rendimiento energético de estos centros, identificar posibles problemas o desviaciones y tomar medidas correctivas de manera oportuna. La implementación de la plataforma de monitoreo contribuirá a la eficiencia y manejo de recursos en el HSVF, permitiendo una gestión más eficiente del consumo en general.
3. Se ha implementado una plataforma de monitoreo usando *Microsoft Power BI* que permita la visualización de variables de gestión energética en el HSVF. A través de este proceso, se ha desarrollado un modelo de visualización eficiente, este modelo proporciona una interfaz intuitiva y fácil de usar que permite monitorear y analizar el consumo eléctrico de los sectores que conforman el hospital. La visualización de los datos en forma de gráficos, tablas y paneles interactivos facilita la identificación de patrones, tendencia y posibles problemas, lo que permite una toma de decisiones más informada y eficiente en términos de mantenimiento, optimización y gestión de las instalaciones eléctricas en el HSVF. La implementación de esta plataforma a través de *Microsoft Power BI* brinda una herramienta valiosa para mejorar la eficiencia energética, reducir costos y garantizar un funcionamiento óptimo.
4. Se realizó un diagnóstico energético del HSVF, en el cual se encontraron grandes potenciales de ahorro energético como la adquisición de equipos, medir la refrigeración, ubicación de medidores de consumo por áreas, mantenimientos continuos, etc.
5. Los indicadores planteados en la plataforma sobre el uso y gestión eficiente de la energía en HSVF no son representativos, son una recomendación porque no tienen factores que inciden en el aumento del consumo energético.
6. Se realizaron inventarios, seguimientos y registros de los equipos de refrigeración del HSVF debido a la importante incidencia que tienen estos equipos en el funcionamiento normal del hospital. Este seguimiento estuvo enfocado en planes de mantenimiento preventivo y reporte a la empresa tercera que realiza estos mantenimientos.

-
7. Se identificaron los analizadores de redes en el hospital a través de rondas con los técnicos permitiendo sectorizarlos para mejorar la gestión energética.
 8. Se identificó como la mayor dificultad que presenta el HSVF para realizar una correcta gestión energética el hecho de que no se cuenta con un registro antes del 2019 que permita definir los aumentos o disminuciones de los consumos históricos de energía.

VIII. RECOMENDACIONES

Teniendo en cuenta que el HSVF tiene muchos equipos que funcionan con energía eléctrica y que esta representa un alto costo en los servicios públicos se realizan las siguientes recomendaciones para mejorar la eficiencia energética:

1. La instalación de un sistema automático a través de código QR en contadores por áreas asistenciales, permitiendo conocer los consumos específicos y facilitando intervenciones de mejoramiento.
2. Con el objetivo de obtener información concisa del sistema eléctrico, se recomienda llevar a cabo el levantamiento de un diagrama unifilar. Este diagrama identificará todas las redes y su conexión a los respectivos tableros.
3. Instalar interruptores específicos por áreas, como habitaciones y oficinas, en lugar de interruptores generales. Esto permitirá utilizar la energía de manera más eficiente, evitando mantener áreas iluminadas innecesariamente.
4. Será fundamental contar con un equipo especializado en eficiencia energética, encargado de liderar el programa y poseer conocimientos sólidos en la materia.
5. Se realizarán capacitaciones continuas dirigidas a todos los empleados involucrados en el mantenimiento de equipos eléctricos. Estas capacitaciones tendrán como objetivo concienciar sobre la importancia de la eficiencia energética.
6. Todos los funcionarios y contratistas del HSVF serán capacitados en prácticas de ahorro y cuidado de la energía, promoviendo una cultura energética responsable.
7. Se instalarán sensores de movimiento en zonas con baja afluencia de personas, como el área de cuidados intensivos y áreas administrativas. Esto permitirá optimizar el uso de la energía, evitando la iluminación innecesaria.
8. Se realizará la instalación de luminarias ahorradoras, específicamente lámparas T8, T5 y LED, reconocidas por su bajo consumo y alta eficiencia. Se priorizará la selección de marcas reconocidas y con certificado de producto RETIE y RETILAP a nivel mundial para obtener mejores resultados.
9. Se llevará a cabo un diagnóstico energético en el HSVF, identificando equipos que utilizan combustibles para su funcionamiento. A partir de este diagnóstico se

propondrán acciones y mejoras específicas en busca de una mayor eficiencia energética.

REFERENCIAS

- [1] F. González, Introducción a los sistemas de Potencia, Bogotá: En línea, 2022.
- [2] H. TAMAYO, MODULO 2V transporte, Medellín: Universidad de Antioquía, 2015.
- [3] D. Reservados, Guía de ahorro y eficiencia energética en hospitales, Madrid: Comunidad de Madrid, 2020.
- [4] Tecsa, «¿QUE ES UN TRANSFORMADOR ELECTRICO Y COMO FUNCIONA?,» tecsacro, 31 10 2019. [En línea]. Available: <https://www.tecsagro.com.mx/blog/que-es-un-transformador-electrico/>.
- [5] TAMAYO, hector y CERON, Andres, Herramienta de Software para estimar el índice de salud de Transformadores de Potencia, en línea: E-Gnosis, 2020.
- [6] K. Manis, «Microsoft Power BI en aplicaciones,» Microsoft, 12 October 2022. [En línea]. Available: <https://powerbi.microsoft.com/en-us/blog/microsoft-ignite-2022-do-more-with-enterprise-self-service-business-intelligence/>.
- [7] C. J. Sánchez Aldana y F. I. Motta Mosquera, Modelamiento de bases de datos metodología practica y aplicada, Bogotá: UPC, 2020.
- [8] S. A. Alzate Gallego, Auditoria energética a chiller de 80 tr Hospital Universitario San Vicente Fundación, Medellín: ITM, 2015.
- [9] D. G. Padrón y S. P. Morales, Alternativas para el mejoramiento energético del hospital santa clara, bogota: Universidad de la salle, 2011.

ANEXOS

Anexo A. Implementación de base de datos

Se utilizará la herramienta *Microsoft SQL server*, esta herramienta al ser de *Microsoft* permite una conexión directa con *Microsoft Power BI* para hacer el proceso ETL

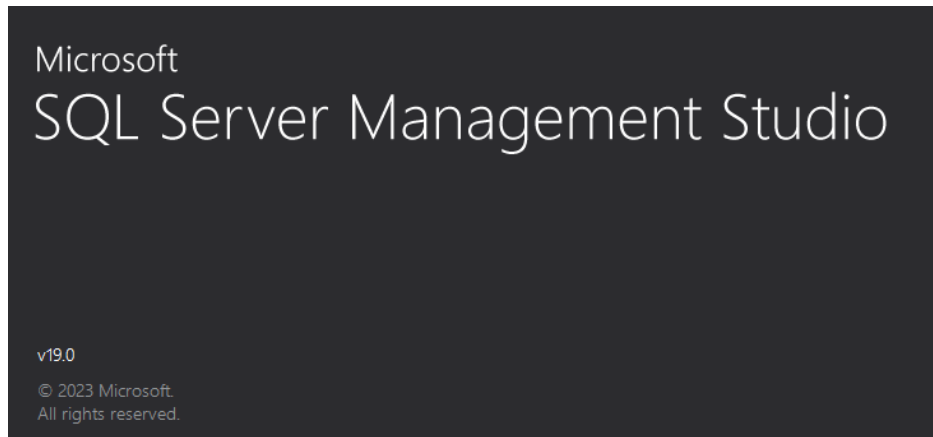


Fig. 21 Programa SQL Server para creación de bases de datos.

Antes de hacer la implementación física se realiza un modelo de entidad relación, el cual se establece las tablas, los atributos, las *primary key* y la cardinalidad entre tablas, como se muestra en la figura

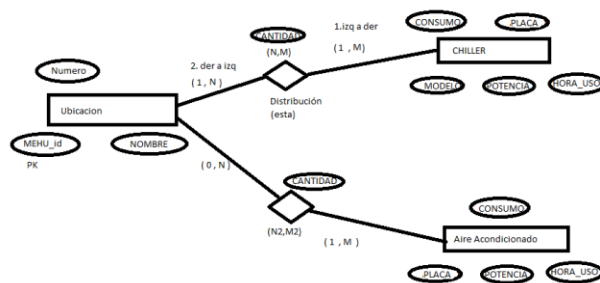


Fig. 22 Modelo Lógico de Bases de Datos.

Luego de la creación del modelo entidad relación se establece el modelo relacional y la información de cada tabla que conformará la base de datos.

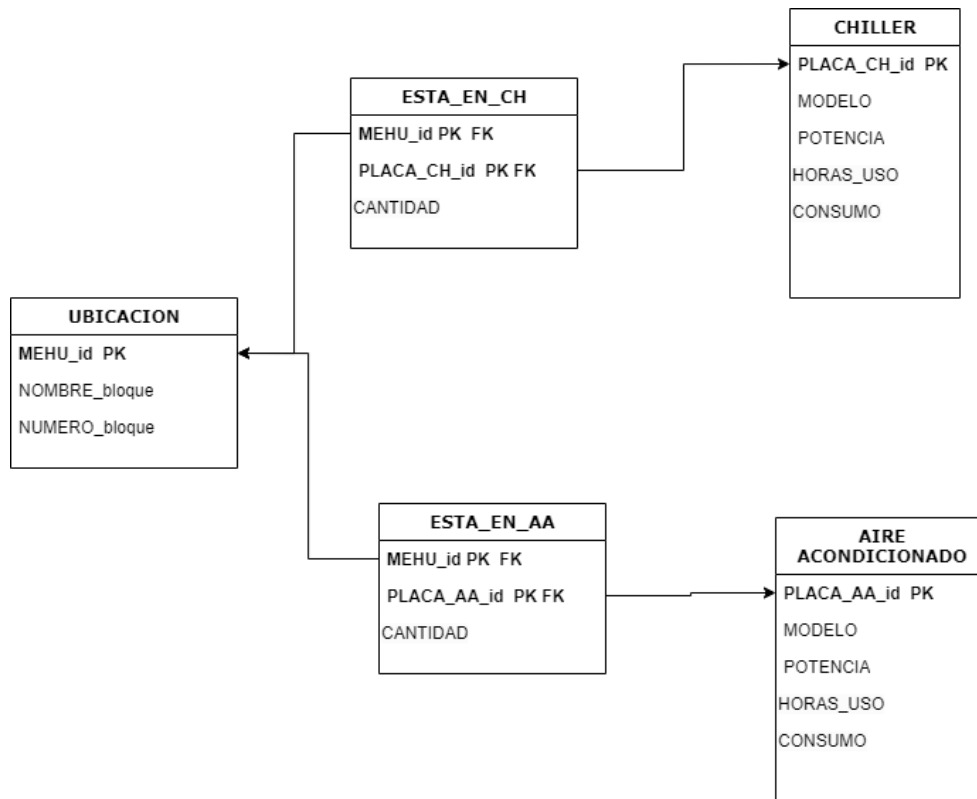


Fig. 23 Implementación modelo relacional.

Luego las tablas tienen la siguiente información el MEHU corresponde al contador o medidor, modelo corresponde al número de serie del equipo.

TABLA III
UBICACIÓN DEL HSVF

Campo	Tipo	Prop	Valid.
MEHU_id	Texto (20)		No nulo, Único
Nombre_bloque	Texto (50)		
Numero_bloque	Númérico (2)	No neg	No nulo

TABLA IV
CLASIFICACIÓN DE CHILLER

Campo	Tipo	Prop	Valid.
PLACA_CH_id	Númérico (5)		No nulo, Único
MODELO	Texto (50)		
POTENCIA	Númérico (2,1)	No neg	No nulo
HORAS_USO	Númérico (2)	No neg	No nulo
CONSUMO	Númérico (8,1)	No neg	No nulo

TABLA V
CLASIFICACIÓN DE AIRES ACONDICIONADO

Campo	Tipo	Prop	Valid.
PLACA_AA_id	Numérico (5)		No nulo, Único
MODELO	Texto (50)		
POTENCIA	Numérico (2,1)	No neg	No nulo
HORAS_USO	Numérico (2)	No neg	No nulo
CONSUMO	Numérico (8,1)	No neg	No nulo

TABLA VI
UBICACIÓN SAP DE CHILLER

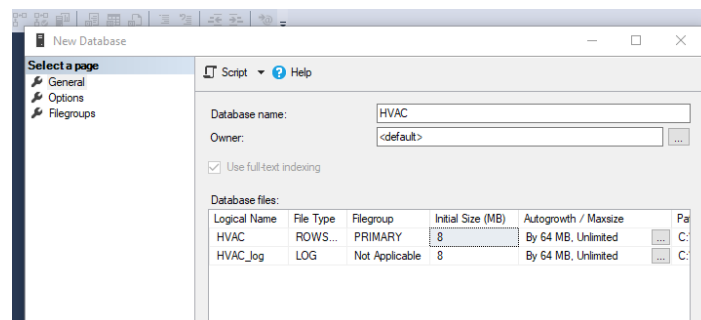
Campo	Tipo	Prop	Valid.
MEHU_id	Texto		
PLACA_CH_id	Numérico		
CANTIDAD	Numérico (3)	No neg	No nulo

TABLA VII
UBICACIÓN SAP DE AIRES ACONDICIONADO

Campo	Tipo	Prop	Valid.
MEHU_id	Texto		
PLACA_AA_id	Texto (50)		
CANTIDAD	Numérico (3)	No neg	No nulo

Finalmente, se crea en SQL Server para hacer la implementación física de la base de datos.

Sé crea la base de datos HVAC como un proyecto que se ira actualizando y agregando información.



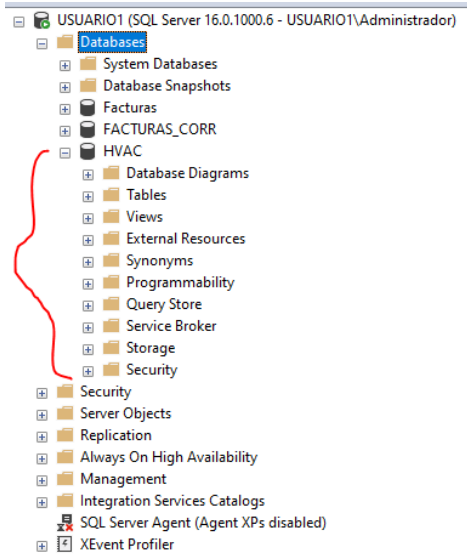


Fig. 24 Creación de tablas y relaciones de una base de datos HVAC.

Luego de agregar las tablas y la información, se tiene implementado la base de datos HVAC la cual reúne en un mismo sitio la información referente los equipos y consumos del HSFV.

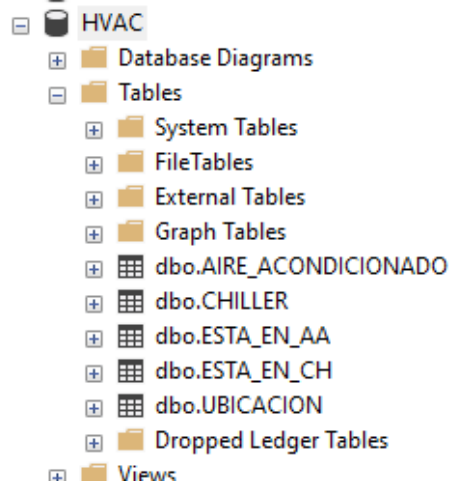


Fig. 25 Bases de datos física HVAC.

Anexo B. identificación de los medidores

El proceso de caracterización de los analizadores de redes en el HSVF fue realizado con meticulosidad y precisión. Se consideraron varios aspectos claves, como el bloque y la llave del cuarto técnico donde se encuentran ubicados estos equipos. La caracterización se enfocó en recopilar información detallada sobre el modelo, serie, año de fabricación, marca y tipo de analizadores de redes.

Además, se tuvo en cuenta el tipo de conexión utilizando por cada analizador d red para garantizar una correcta integración y funcionalidad en el sistema de monitoreo energético del hospital. Este proceso de caracterización permitió tener un inventario completo y actualizado de los analizadores de redes, facilitando así su gestión y mantenimiento eficiente.

UBICACION	BLOQUE	LLAVE	SERIE	MODELO	AÑO	MARCA	TIPO	TIPO DE CONEXION
SERVICIOS DE ALIMENTACION	10	71	361305	PN-5T	1991	NANSEN	ANALOGO	-
RAYOS X CENTRAL	12	39	-	DM800	-	LOVATO	DIGITAL	-
HOSP. INFANTIL	11	35	-	T31CT2	1997	ISKRA	ANALOGO	TRIFASICO
ESTAD/CONS.EXT./LAB.CLIN.	16	18	861301	PN-5T	1991	NANSEN	ANALOGO	TRIFASICO
(AIRE ACONDICIONADO)	16	18	22859330	T37C2	1996	ISKRA	ANALOGO	TRIFASICO
PENSIONADO	6	12	-	DM6	-	LOVATO	DIGITAL	-
MATERNIDAD	12	29	25127749	T31CT2	1998	ISKRA	ANALOGO	TRIFASICO
URGENCIAS INFANTIL - (NORMAL	11	21-54	-	PM200	-	SCHNEIDER	DIGITAL	-
(EMERGENCIA)	11	21-54	-	PM200	-	SCHNEIDER	DIGITAL	-
EQUIPOS INFANTIL	11	21-54	-	PM200	-	SCHNEIDER	DIGITAL	-
BLOQUE AZUL	8	5	25127754	T31CT2	1998	ISKRA	ANALOGO	TRIFASICO
BLOQUE VERDE	5	1	25127789	T31CT2	1998	ISKRA	ANALOGO	TRIFASICO
MEDICINA INTERNA	7	15	25127750	T31CT3	1999	ISKRA	ANALOGO	TRIFASICO
POLICLINICA	14	20	25127752	T31CT2	1998	ISKRA	ANALOGO	TRIFASICO
MEDICINA NUCLEAR	7	15	22859197	T37C2	1996	ISKRA	ANALOGO	TRIFASICO
COMFAMA BLOQUE 1	5	5	22859318	T37C3	1997	ISKRA	ANALOGO	TRIFASICO
PATOLOGIA	13	-	-	-	-	SANGAMO	ANALOGO	-
IATM 220	11	118	-	ME96SS	-	MITSUBISHI	DIGITAL	-
IATM 440	11	118	-	ME96SS	-	MITSUBISHI	DIGITAL	-
FRESENIUS	3	43	266407504	T31CT2	1999	ISKRA	ANALOGO	TRIFASICO
BOMBA H2O	3	48	21932212	T37C2	1996	ISKRA	ANALOGO	TRIFASICO
FOTOCOPIAD.	10	71	37146715	E89Gp2	2006	ISKRA	ANALOGA	MONOFASICO
FONDO EMPLEADOS	10	71	37146715	E89Gp3	2007	ISKRA	ANALOGA	MONOFASICO
CAJERO BANCOLOMBIA	10	71	37146715	E89Gp4	2008	ISKRA	ANALOGA	MONOFASICO
D LOLITA	10	71	4600342934	AMT B1E-OR4TI	2018	RYMEL	DIGITAL	TRIFASICO
CAF. SANTA CLARA	12	53	-	T37C2	1996	ISKRA	ANALOGO	TRIFASICO
BANCO BOGOTA	10	71	4602133130	AMS B1A-OA3TC	2009	RYMEL	DIGITAL	MONOFASICO
D LOLITA 2 (PEDIATRIA)	11	109-107	1317300665	-	2017	INELCA	DIGITAL	-
COLSUBSIDIO	16	-	4600149289	AMT B13-OA4TI	2016	RYMEL	DIGITAL	TRIFASICO
PARQUEADERO	3	43	1319201577	-	2019	INELCA	DIGITAL	-
CAFETERIA EL BUEN DIOS	9	-	37146718	E89Gp2	2006	ISKRA	ANALOGO	MONOFASICO
COLOMBIA MOVIL ANTENA TIGO	17	20	12116303	A1100	2012	ELSTER	DIGITAL	MONOFASICO
LAVADERO DE CARROS	3	43	2105024035	-	2021	INELCA	DIGITAL	-
TELEMETRIA CARDIO	3	43	-	-	-	-	-	-

Fig. 26 Caracterización de analizadores de redes HSVF.

En la figura 28 se tiene esta información detallada. Con eso el HSVF cuenta con una base sólida para gestionar y mantener adecuadamente sus analizadores de redes, lo que a su vez contribuye a un monitoreo preciso y confiable de la energía eléctrica en sus instalaciones.