

UCUENCA

Universidad de Cuenca

Facultad de Ingeniería

Maestría en Gestión Estratégica de Tecnologías de la Información

DESARROLLO DE UN PROTOTIPO DE SOLUCIÓN DE BUSINESS INTELLIGENCE PARA LA CONSULTA EXTERNA DEL HOSPITAL HUMANITARIO


Trabajo de titulación previo a la
obtención del título de Magíster en
Gestión Estratégica de
Tecnologías de la Información

Autor:

Aida Karina Orellana Bravo

Director:

Oscar Patricio Alvear Alvear

ORCID:  0000-0003-4569-9364

Cuenca, Ecuador

2023-03-17

Resumen

El Hospital Humanitario - Fundación Pablo Jaramillo Crespo es una institución privada, sin fines de lucro, que junto a empresas como Indurama y Marcimex pertenece al grupo empresarial Consenso; y orienta sus beneficios de atención médica, de forma prioritaria, a gente de escasos recursos, por lo que brinda servicios médicos a precios económicos. En el presente documento se detalla cómo se implementó un sistema de Business Intelligence para el área de consulta externa del Hospital Humanitario Pablo Jaramillo, con la finalidad de gestionar de mejor manera el indicador de productividad; que actualmente se elabora de forma manual y solo se puede visualizar cuando el mes ha finalizado, solicitando un reporte en hojas de cálculo para iniciar su tabulación. El indicador de productividad es propio del Hospital Humanitario y se usa para referirse a la cantidad de pacientes atendidos en un período de tiempo, por especialidad y médico. El sistema de business intelligence a desarrollarse, tendrá como finalidad la actualización diaria y de forma automática de la información necesaria para obtener este indicador y presentarlo gráficamente, sobre una herramienta especializada en análisis de datos. De esta manera se podrá dar el seguimiento y control oportuno de la atención que los médicos brindan a los pacientes. En el marco teórico se realizó una descripción de los conceptos básicos usados en este documento, así como una investigación sobre lo que actualmente está documentado acerca del uso de business intelligence relacionado a la gestión de casas de salud. Se detalla la implementación realizada y se validan los resultados y mejoras que representa en la gestión del área, siendo los principales beneficios la eliminación del tiempo requerido para obtener los resultados del indicador, el rápido análisis del indicador y la gran variedad de información que se obtiene de un solo tablero.

Palabras clave: business intelligence, consulta externa, hospital, salud

Abstract

The Humanitarian Hospital - Fundación Pablo Jaramillo Crespo is a private, non-profit institution that, together with companies such as Indurama and Marcimex, belongs to the Consenso business group; and orients its health care benefits, as a priority, to low-income people, for which it provides medical services at affordable prices. This document details how a Business Intelligence system was implemented for the outpatient area of the Pablo Jaramillo Humanitarian Hospital, in order to better manage the productivity indicator; which is currently prepared manually and can only be viewed when the month has ended, requesting a report in spreadsheets to start its tabulation. The productivity indicator is specific to the Humanitarian Hospital and is used to refer to the number of patients treated over a period of time, by specialty and doctor. The purpose of the business intelligence system to be developed will be the daily and automatic update of the information necessary to obtain this indicator and present it graphically, on a specialized data analysis tool. In this way, timely monitoring and control of the care that doctors provide to patients can be given. In the theoretical framework, a description of the basic concepts used in this document was made, as well as an investigation of what is currently documented about the use of business intelligence related to the management of health homes. The implementation carried out is detailed and the results and improvements that it represents in the management of the area are validated, the main benefits being the elimination of the time required to obtain the results of the indicator, the rapid analysis of the indicator and the great variety of information obtained. from a single board.

Keywords: business intelligence, outpatient, hospital, health

Índice de contenidos

Resumen	2
Abstract.....	3
Índice	4
Agradecimiento.....	6
Dedicatoria.....	7
CAPÍTULO I.....	8
GENERALIDADES.....	8
Antecedentes.....	8
Justificación	8
Problemática.....	10
Objetivo General.....	10
Objetivos Específicos.....	11
Alcance.....	11
CAPÍTULO II.....	12
MARCO TEÓRICO.....	12
Transformación digital en las empresas.....	12
Herramientas colaborativas	13
Cloud Computing	14
Almacenamiento en nube	15
Internet of Things.....	15
Business Intelligence	16
CAPÍTULO III.....	27
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	27
1. Identificar la información.....	28
2. Creación del cubo de información.....	30
3. Creación de tableros.....	33

CAPÍTULO IV	36
IMPLEMENTACIÓN	36
Identificar la información	37
Creación del cubo de información	39
Creación de tableros	50
CAPÍTULO V	56
RESULTADOS Y CONCLUSIONES	56
REFERENCIAS	62

Agradecimiento

Gracias infinitas a quien siempre creyó en mí, gracias a mi esposo que me apoya en cada paso que doy en mi vida, en cada decisión y en cada oportunidad.

Gracias a mis hijos que son y siempre serán el motor de mi vida y la mejor razón para ser mejor.

Gracias a mi mamá que es un ser de luz en mi vida.

Gracias a Dios que me permite tenerlos a mi lado.

Dedicatoria

Este trabajo está dedicado a mi familia, mi amado esposo quien nunca dejó de creer en mí incluso cuando ni yo misma creía, quien me convenció de lo grandiosa y maravillosa que soy; a mi hija que me enseñó a ser mamá y ha sido siempre la razón de querer ser mejor, a mis pequeños varones que con su alegría e inocencia llenan de color mi vida y por quienes todo esfuerzo vale la pena; a mi mamá la persona más optimista y perseverante del mundo, por enseñarme que no hay límites mientras se tenga voluntad y que todo se puede con un poco de ingenio.

CAPÍTULO I

GENERALIDADES

Antecedentes

El Hospital Humanitario es una institución sin fines de lucro, que brinda servicios de salud y orienta su atención principalmente hacia personas de bajos recursos económicos gracias a sus costos accesibles, siempre pensando el sector menos favorecido de la sociedad.

El hospital ofrece diversos servicios como: especialidades (consulta externa), hospitalización, farmacia, laboratorio, entre otros. Prioriza la atención materno – infantil, aunque cuenta con muchas otras especialidades.

El hospital es parte del Grupo Consenso, que es un grupo empresarial con sede principal en la ciudad de Cuenca y del que forman parte importantes empresas como Indurama y Marcimex.

El grupo tiene su área de sistemas centralizada en una empresa de servicios propia; a pesar de esto, el hospital se mantiene fuera de este esquema y maneja un sistema transaccional propio, que se administra por separado; funciona con Oracle como su base de datos principal y Oracle Reports es su principal fuente de reportes, adicional a esto, en ocasiones se solicita información extra al departamento de sistemas, misma que se descarga directamente de la base de datos y se entrega en hojas de cálculo para su procesamiento.

Grupo Consenso actualmente cuenta con un sistema de Business Intelligence (BI), donde los principales indicadores de sus empresas más grandes se encuentran representados gráficamente. El Hospital Humanitario, al no tener su sistema incluido dentro del manejo centralizado del área de sistemas del grupo; no cuenta con su información dentro de este sistema de BI y se maneja internamente de forma manual.

Las herramientas que se usan en el BI corporativo son: Exasol como base de datos analítica, por su potencia en procesamiento de consultas analíticas y excelentes tiempos de respuesta; y Tableau como herramienta de visualización de la información, donde son creados los tableros gráficos para cada indicador.

Justificación

Los indicadores de mayor importancia para el hospital en el área de consulta externa o especialidades son:

- **Calidad:** Valida el tiempo de atención que toma a los médicos realizar una consulta, desde que el paciente ingresa hasta que sale del consultorio.
- **Productividad:** Es la cantidad de consultas que son atendidas por cada especialidad y médico en determinado período de tiempo.

El hospital, en su área de especialidades para su óptimo desempeño tiene definido el indicador de *productividad* como su indicador principal; que por su complejidad y falta de información oportuna, solo se pueden elaborar mensualmente cuando el mes finaliza, ya que se realiza de forma manual en hojas de cálculo y está basado en reportes solicitados verbalmente al área de Tecnología de la Información (TI), donde se descarga la información directamente de la base de datos local, y la entrega a quién está encargado de la ejecución de estos indicadores.

Con un sistema de Business Intelligence, que actualice diariamente la información generada por el área, y permita presentar estos indicadores de forma visual para facilitar su comprensión e interpretación, y verlos en diferentes espacios de tiempo y granularidad; se puede mostrar la evolución de los indicadores a lo largo del tiempo y detectar posibles problemáticas, así como plantear acciones correctivas para las mismas, de forma oportuna, y así mejorar los procesos y volverlos más eficientes.

Es importante destacar que la implementación de un sistema de BI en el área de salud ayudará a mejorar en varios aspectos como:

Análisis inteligente de datos: Se puede convertir la gran cantidad de datos que se generan diariamente en conocimiento valioso, con información fácil de interpretar, desde varios puntos de vista y en diferentes niveles de granularidad.

Reducción de Costos: Con una pronta detección de problemas se puede conseguir una reducción de desperdicios y optimizar recursos tanto de tiempo como personales, lo que tiene como consecuencia una reducción de costos en el proceso. Además un sistema de BI permite entender los acontecimientos pasados, para poder realizar proyecciones más realistas a futuro.

Calidad de la atención: Contribuye a la gestión de la oferta de servicios, con una adecuada administración de los tiempos y espacios de atención de los pacientes y mejorando la satisfacción de los mismos.

Problemática

El hospital cuenta con distintas áreas para su correcto funcionamiento, entre ellas están las administrativas (financiera, talento humano y otras); y operativas (consulta externa, hospitalización y otras). Cada una maneja sus propios indicadores para gestionar su desempeño.

El principal problema que existe en el área de consulta externa es que no posee una manera óptima de obtener los valores de su principal indicador de atención, para evaluar el funcionamiento del área, el desempeño de los médicos tratantes y la calidad de atención que están brindando, además constatar la cantidad de consultas que se están realizando por día y por especialidad, y usar esta información para implementar mejoras de forma inmediata y corregir los problemas que se presentan en el día a día, y así poder tomar decisiones oportunas a un nivel táctico y estratégico, que estén basadas en información actualizada.

El indicador de productividad actualmente tiene que ser elaborado manualmente en hojas de cálculo, es tabulado y graficado a partir de la información que es solicitada a TI, y entregada también en hojas de cálculo.

Los principales problemas que se pretende resolver con la implementación del sistema de BI serán:

1. Reducir el tiempo invertido mensualmente en la elaboración de la presentación visual de este indicador, al automatizarlo en forma de dashboards.
2. Mitigar el error, es decir, reducir la posibilidad de cometer errores al obtener los indicadores de forma manual.
3. Falta de conocimiento de los valores de los indicadores durante todo el mes, ya que al volverse automáticos podrán ser consultados en cualquier momento.
4. Consultar la evolución del indicador a lo largo del tiempo.

Objetivo General

Desarrollar un prototipo de Business Intelligence para el Hospital Humanitario, definiendo los principales indicadores clave de rendimiento de forma automática y visual a través de una herramienta analítica que permita analizarlos de manera general y por especialidad y en tiempo real.

Objetivos Específicos

- Revisar el estado del arte de la implementación de soluciones de Business Intelligence en centros de salud.
- Definir los indicadores claves de rendimiento de consulta externa para el Hospital Humanitario.
- Crear un prototipo de una solución de BI utilizando Exasol y Tableau.
- Crear los dashboards que permitan visualizar en tiempo real los indicadores definidos.

Alcance

Con base en estos antecedentes la presente propuesta de proyecto de fin de máster, consiste en implementar un sistema Business Intelligence (BI) para el área de consulta externa del Hospital Humanitario, que permita a su área administrativa contar con la información de su indicador de productividad, para así mantener el correcto seguimiento, y control oportuno de la atención que los médicos brindan a los pacientes; tomando en cuenta factores como la cantidad de pacientes que son atendidos por día y la especialidad a la que acuden, sin la necesidad de que estos datos sean procesados manualmente.

No se incluirán más indicadores en este desarrollo, que puede considerarse la primera etapa de un proyecto más completo a futuro; por tanto se replicará desde la base transaccional, sólo la información que sea necesaria para la obtención y visualización de este indicador de consulta externa, y sobre esta se elaborará el cubo de información requerido.

La implementación iniciará con la construcción de un data warehouse en una base de datos analítica (Exasol), que todos los días actualizará los datos transaccionales a través de una herramienta de BI (Pentaho); y con procesos propios realizará la población de cubos de información, que sean de fácil y rápido acceso. Una vez que los datos se transformen en información con valor analítico, ésta se mostrará en forma de dashboards, para que la información generada diariamente, pueda ser mostrada de forma visual e interpretada de forma inmediata a través de la herramienta de visualización (Tableau).

En Tableau se elaborará un dashboard donde se mostrará el indicador de de manera gráfica y contará con filtros de especialidad, fecha, médico y departamento.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

En este capítulo se revisan los principales conceptos usados en el presente documento y desarrollo del proyecto, además se investiga la historia del arte respecto al uso de sistemas de BI en el área de la salud. Comenzaremos explicando algunas de las tendencias actuales en cuanto a tecnología se refiere y sus posibles usos dentro de las empresas.

Transformación digital en las empresas

Actualmente son innumerables las tareas que se pueden realizar a través de medios digitales, trabajar desde casa, interactuar en tiempo real con personas al otro lado del mundo, hacer compras y recibirlas a domicilio, solicitar empleo, hasta un sinnúmero de posibilidades; es decir, la tecnología globaliza el mundo y cada día es más necesaria.

Así como usamos los dispositivos digitales que tenemos a nuestro alcance de forma personal, las empresas no pueden quedarse atrás y se ven obligadas a implementar cada vez mejores y más robustas tecnologías que les permitan mantenerse competitivas ante sus competidores directos.

La confusión en torno al verdadero significado de «transformación digital» se comprende mejor si atendemos al hecho de que esta consiste en ese salto (no concluido) entre la adopción tecnológica y la reinención de procesos dentro de cualquier organización (Aguilar,2018).

La transformación digital es la incorporación de tecnologías informáticas a los productos, procesos y estrategias de una organización.

La transformación digital es un término que se ha vuelto muy conocido en los últimos años alrededor del mundo y hace referencia al uso que las empresas le dan a las soluciones tecnológicas, con la intención de realizar las labores cotidianas de manera más eficiente, en menor tiempo y con menos recursos, para involucrar y servir mejor a sus trabajadores y clientes, y mejorar así su capacidad de competir (Sparapani,2021).

Hoy en día, la transformación digital es un proceso transversal dentro de las empresas, que no solo trata de la parte tecnológica, sino involucra a todos quienes de alguna manera participan en el funcionamiento de las mismas, como los empleados y los clientes; dándoles

a cada uno de ellos herramientas cada vez más fáciles y accesibles para interactuar entre todos los actores sin necesidad de estar físicamente en el mismo lugar.

Implica un cambio estructural en las empresas sin perder su identidad, donde el protagonismo lo tienen las soluciones tecnológicas; y pasan de tener un papel secundario a ser una herramienta estratégica para el cumplimiento de objetivos, detección de problemas y toma de decisiones.

La Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) pronostica grandes avances en el uso de herramientas digitales en los próximos años, impulsando el uso de Big data, computación en la nube, IoT, impresión 3D, ya que cada día son más accesibles a empresas pequeñas lo que conduce a su crecimiento (OECD,2019).

Las organizaciones evolucionan constantemente, por eso, hablar de transformación digital implica no solo mencionar la transformación para cada empresa, sino que inevitablemente nos involucra a todos, puesto que como empleados o consumidores, también nos vemos involucrados en los nuevos modelos de negocios.

Es necesario conocer la importancia de la transformación digital en las empresas, y que éstas se adapten a la constante evolución de las tecnologías, debido a que quienes no marchen a la par de las demás, simplemente irán quedando rezagadas hasta desaparecer.

Herramientas colaborativas

En estos momentos en los que la comunicación online se volvió parte de nuestro día a día y es sumamente necesaria para evitar el contacto directo entre las personas, se popularizó en las áreas administrativas de las empresas, de todo tipo de negocio, el uso de las herramientas colaborativas, las cuales permiten interactuar entre grupos de personas desde cualquier parte del mundo.

Las herramientas colaborativas son sistemas virtuales, que sirven para realizar trabajo en equipo al permitir el acceso a los usuarios asignados a plataformas donde pueden trabajar de manera simultánea, en tiempo real, a pesar que no se encuentren físicamente en el mismo lugar; por lo tanto, es necesaria la implementación de nuevas herramientas y procesos para que todos puedan realizar el trabajo que les corresponde desde donde se encuentren.

Algunas de las ventajas del uso de las herramientas colaborativas se puede mencionar: (Herramientas colaborativas: ventajas de utilizarlas en tu empresa, 2018)

- Inmediatez: Acceso rápido y fácil a la información de importancia.

- Eficiencia: Permiten ahorro y optimización de tiempo al tener acceso más rápido a la información.
- Movilidad y flexibilidad: Intercomunicación de equipos y acceso a la información desde cualquier lugar y en tiempo real.
- Automatización de procesos: Simplifican tareas diarias y reducen procesos repetitivos.
- Mensajería: Facilita la interacción entre las personas que integran la empresa.
- Fidelización: Aumenta el sentimiento de pertenencia y compromiso con la empresa.
- Atención al cliente: No solo mejora la interacción interna entre los empleados sino también la externa tanto con clientes como proveedores.
- Actualización y aprendizaje: Se requiere capacitación constante para el correcto uso de las herramientas y se deben evaluar constantemente los procesos.

Otros de los beneficios que tienen las herramientas colaborativas son: (Alestra, 2017)

- Integración de herramientas: Muchas aplicaciones en un mismo sitio con los mismos accesos.
- Efectividad: Con información centralizada y oportuna se logra mayor productividad.
- Seguridad: La información se mantiene confidencial para quienes son externos al grupo o equipos de trabajo.
- Ventaja competitiva: Al implementar herramientas de actualidad y optimizar procesos, la empresa adquiere ventaja frente a la competencia.

Algunas de las herramientas colaborativas más conocidas y usadas son: correo electrónico, salas de reuniones virtuales, presentaciones colaborativas, manejo de archivos de texto y hojas de cálculo en equipo.

Cloud Computing

Cloud Computing hace referencia a la disponibilidad de recursos computacionales a través de Internet, para que las empresas o usuarios no tengan la necesidad de adquirir y dar mantenimiento a infraestructura física. Esto permite que las empresas paguen sólo lo que realmente están usando y puedan aumentar o disminuir sus recursos según sus necesidades. (Google Cloud. (s. f.).

Existen tres tipos de servicios en nube: la infraestructura como servicio (IaaS), la plataforma como servicio (PaaS) y el software como servicio (SaaS).

Parte del cloud computing es el almacenamiento en nube, que actualmente está tomando fuerza entre las empresas por su facilidad de administración.

Almacenamiento en nube

Las bases de datos tradicionales ya pueden ser reemplazadas por espacios en la nube que ofrecen ciertos proveedores y que disponibiliza estos espacios, con todas las seguridades de almacenamiento, en servidores propios, con esto se elimina la necesidad de la compra y constante actualización de servidores físicos en las empresas.

La información se transfiere a través de Internet a un almacenamiento proporcionado por uno de los tantos proveedores de este servicio, y permiten desde el almacenamiento de información personal, hasta datos empresariales de grandes volúmenes con diversas funcionalidades.

El almacenamiento en la nube consiste en extraer, agrupar y compartir recursos de almacenamiento a través de Internet. Existen tres tipos de modelos de despliegue para el almacenamiento: pública, privada e híbrida. También hay tres maneras de dar forma a este almacenamiento: en bloques, archivos u objetos (RedHat, 2018).

Es un tipo de almacenamiento escalable, que permite a los usuarios o empresas contratar lo mínimo necesario para sus requerimientos e incrementar el espacio según crezcan sus necesidades.

Internet of Things

Con la evolución de la transformación digital, los evidentes avances tecnológicos, y tomando en cuenta que cada vez son más las personas y empresas que se conectan a Internet, se ha vuelto común el término Internet de las cosas (IoT).

IoT describe la red de objetos físicos "cosas", que llevan incorporados sensores, software y otras tecnologías con el fin de conectarse e intercambiar datos con otros dispositivos y sistemas a través de Internet.

IoT posibilita que elementos o dispositivos físicos de uso cotidiano y propósitos específicos como electrodomésticos, aparatos de domótica, dispositivos médicos, accesorios personales, entre otros; se puedan conectar a Internet, para recibir, transmitir y analizar datos, así como para obedecer comandos con mínima intervención humana, gracias a sistemas de inteligencia artificial (IA) y aprendizaje automático (Machine Learning - ML).

Los dispositivos IoT, en las empresas, ayudan a mejorar la manera en la que actualmente se relacionan con los clientes, empleados, competencia e incluso sus propios procesos y de esto surge constantemente gran cantidad de información y el reto de su correcta interpretación.

Business Intelligence

Conforme pasa el tiempo y las empresas se sumergen en el mundo de la transformación digital, empiezan a entender el valor que tienen los datos que genera su transaccionalidad, para acelerar su crecimiento.

A pesar de los muchos conceptos que existen de Business Intelligence, varios autores concuerdan en que es el conjunto de herramientas y procesos enfocados en el análisis de los datos que genera una empresa para facilitar la toma de decisiones (Mora, 2018).

Dedić and Stanier (2017) amplían el concepto de BI de su dimensión instrumental a la funcional, y consideran que abarca las “estrategias, procesos, aplicaciones, datos, productos, tecnologías y arquitecturas técnicas, empleadas para sustentar la recolecta, análisis, presentación y difusión de la información del negocio”.

Una de las definiciones más claras es la de Hatch (2014): “Business Intelligence (BI) es la combinación de prácticas, capacidades y tecnologías usadas por las compañías para recopilar e integrar la información, aplicar reglas del negocio y asegurar la visibilidad de la información en función de una mejor comprensión del mismo y, en última instancia, para mejorar el desempeño”.

Basado en Montejo y Sousa (2021) que dicen “los datos constituyen partículas aisladas con mínimos sentidos semántico, los cuales al ser captados, agrupados, decodificados, e interpretados por un receptor se convierten en información. El receptor puede establecer mentalmente puntos conexos entre esa información y sus experiencias acumuladas, contextualizarla a través de asociaciones, y es solo entonces que se puede afirmar que la información fue entendida y comprendida, es decir que se volvió conocimiento”, se pretende

que los sistemas BI se encarguen de esta transformación de datos simples, que nacen en un nivel operativo; hasta lograr que sean conocimiento de importancia para la empresa como objetivo de BI.

Los sistemas de BI tienen como base los sistemas de soporte a la toma de decisiones (DSS - Decisions Support Systems), que responden a la necesidad de las empresas de convertir sus datos en información y ésta a su vez en conocimiento tal como se muestra en la figura 1, para así tener un panorama claro de su estado actual.

Figura 1

Pirámide del conocimiento



Nota: Adaptado de Datos, información, conocimiento.

https://www.sinnexus.com/business_intelligence/piramide_negocio.aspx

Los sistemas BI permiten que las empresas tengan una visión global de su estado real y puedan ayudar a detectar y corregir los problemas de forma oportuna y eficaz. Por eso se dice que los sistemas de BI ayudan a la correcta toma de decisiones.

Las herramientas de Business Intelligence ayudan a mejorar la interpretación de la información generada en las empresas y cada una de sus áreas, así como mejoran la medición de indicadores que se manejan en éstas, y a su vez, sirven para mejorar su desempeño.

Arquitectura de un sistema BI

Para la implementación de un sistema completo de BI es importante tener en cuenta la creación del Datawarehouse (DWH) o almacén de datos, cuyo objetivo es servir como

repositorio de los datos de importancia de la empresa, provenientes de diferentes fuentes de almacenamiento.

La figura 2 muestra de forma gráfica la estructura general de un sistema BI, donde se tiene las fuentes que alimentan los sistemas, pasan por procesos de extracción, transformación y carga (ETL) o extracción, carga y transformación (ELT), para ser almacenados en la bodega de datos o DWH, que está conformada por datamarts, se agregan en los cubos de datos donde se preparan para su visualización ya sea en reportes o dashboards.

Figura 2

Arquitectura de un sistema BI



Nota: Adaptado de Gestión de la información cuantitativa en las universidades (Rodríguez, 2019).

Existen algunas metodologías para la implementación de un sistema de BI; Hernández realiza un comparativo de las principales como son: Hefesto, Kimball, CRISP-DM (Cross -Industry Standard Process for Data Mining), y expone las fases que intervienen en cada una como se muestra en la figura 3 (Hernández Mejía 2019).

Figura 3

Comparativa de metodologías para el desarrollo de un DWH

Metodología	Nivel de implementación	Documentación	Uso en el mercado	Costos	Nivel de detalle
Ralph Kimball	Medio	Alta	Alto	Medio	Alto
CRISP-DM	Bajo	Medio	Medio	Medio	Alto
Hefesto	Alto	Bajo	Bajo	Medio	Alto

Nota: Adaptado de Hernández, 2019.

Que aporta BI a las empresas

Las empresas que quieren mantenerse competitivas ante las demás de su mismo ámbito, se ven obligadas a incursionar más en implementaciones tecnológicas, una de las más conocidas son los sistemas de BI.

Un sistema de BI en una empresa permite recuperar datos de diferentes tipos de fuentes sean estos bases de datos, sistemas ERP, ficheros de texto, hojas de cálculo, redes sociales y otros; transformarlos en información mediante procesos de extracción, transformación y carga o ETL por sus siglas en inglés, para presentarlos de manera uniforme y homogénea, facilitando su comprensión e interpretación; de esta manera se convertirá en conocimiento dentro de la organización y servirá como base para mejorar la toma de decisiones, que se traduce en mejores resultados del negocio.

Los sistemas BI también permiten a las empresas tener una visión en tiempo real de toda la información, tanto histórica como actual y de las diversas fuentes, consiguiendo información de calidad, logrando la comprensión de la misma en una sola visualización; y posteriormente poder desglosarla a detalle, según sea la necesidad, además de destacar la información relevante y que realmente aporte a mejorar cada área.

A partir de la información generada se pueden elaborar diferentes indicadores o métricas claves de rendimiento, que permiten conocer el estado real de la organización y plantear metas para mejorar los procesos actuales; y lo más importante tomar mejores decisiones en momentos oportunos para maximizar su competitividad y reducir riesgos.

BI en el área de la salud

Los sistemas de inteligencia de negocios son de gran utilidad en la toma de decisiones de las empresas para mejorar la competitividad y el desempeño de las mismas, lo que al final resulta

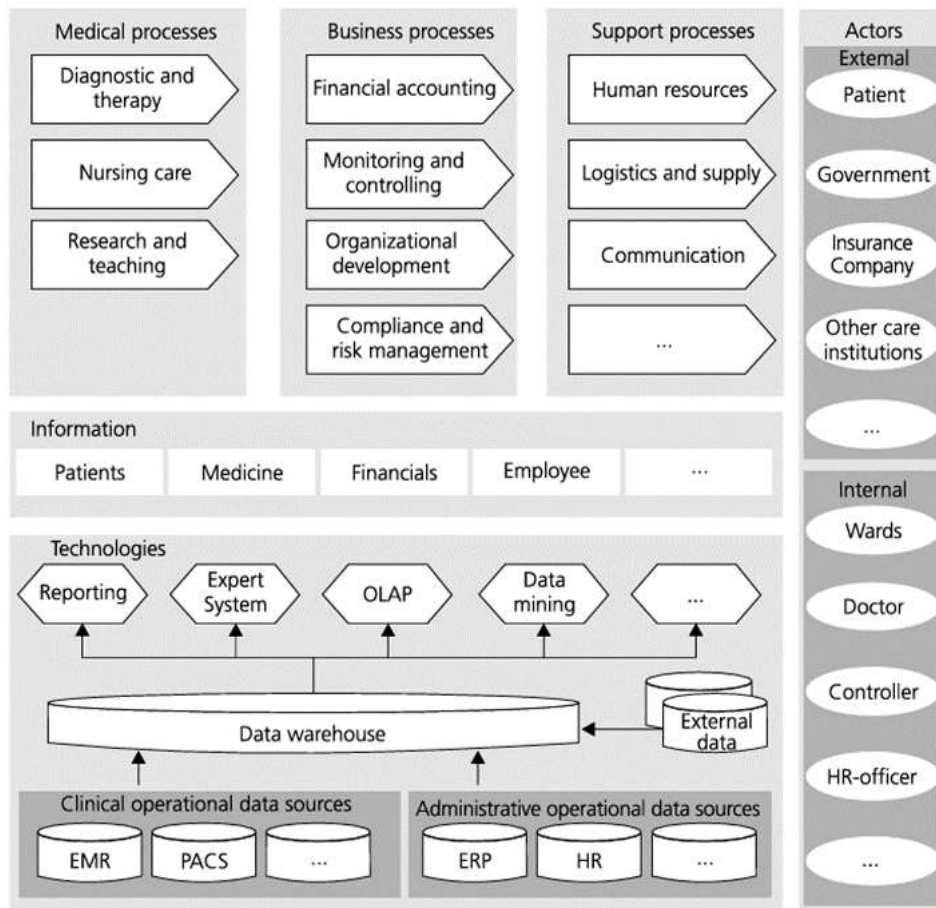
visible en mejores réditos económicos; por esta razón han sido más usados para la gestión, principalmente en áreas financieras y comerciales; lo que ha provocado que en áreas como la salud no tengan la misma importancia, ignorando de esta forma los beneficios que se pueden obtener con su aplicación.

Según Mettler y Vimarlund (2009), “nuestra comprensión de BI en salud es que debe ayudar a la gestión (tanto clínica como administrativa) en la comprensión de las capacidades disponibles en la empresa (o la red de salud) y facilitar la toma de decisiones tanto clínicas como administrativas integrando todo tipo de métricas duras y blandas sobre una variedad de actores internos y externos que resultan de un amplio espectro de procesos”.

En la figura 4 se muestra un marco de proceso que muestra cómo se puede integrar los procesos de una entidad de salud con un sistema de BI. Aquí se identifican los procesos responsables de ingreso de información como médicos, administrativos y soporte, así como el tipo de información que se genera en estos, los actores internos y externos que de alguna forma generan esta información; esta información que se encuentra en distintos medios de almacenamiento pasa a un DWH donde se procesa y se puede visualizar.

Figura 4

Framework para BI en cuidado de salud



Nota: Adaptado de Understanding business intelligence in the context of healthcare (Mettler & Vimarlund 2009).

Arnaudo, Lago y Bandoni realizan un análisis y amplia explicación de la Economía de la salud y la Ingeniería de sistemas por separado, como base para entender cómo las dos pueden conjugarse en soluciones destinadas a ofrecer claras mejoras en el manejo de los servicios de salud, que a su vez se traducen en optimizar el sistema de salud haciendo uso óptimo de los recursos disponibles. Entre las áreas de aplicación destacan optimización terapéutica, gestión y logística del cuidado de la salud, planeamiento del sistema de salud (Arnaudo, Lago & Bandoni, 2020).

A nivel local, está la publicación de Palacios, Medina, Ochoa y Torres (2020) donde realizan una investigación descriptiva basada en la encuesta de 690 profesionales de la salud de la ciudad de Cuenca - Ecuador, entre doctores y odontólogos tanto del sector público como privado. En dicho estudio se destaca la importancia de la implementación de un sistema de BI en el sector salud, que concentre toda la información de pacientes y sus patologías en una sola base de datos, dejando de usar registros manuales, y de esta forma obtener los datos

que serán el pilar de una solución final, donde la información recopilada pueda ser tabulada de forma organizada y precisa; para fortalecer la toma de decisiones en el área de salud, al contar con indicadores que permitan analizar la evolución de pacientes, destacando entre sus principales beneficios la posibilidad de detectar enfermedades en etapas tempranas (Palacios-Tapia, Medina, Ochoa-Crespo & Torres-Palacios, 2020).

Cabe destacar que la documentación respecto al área de salud relacionada con avances tecnológicos en el manejo de la información y sistemas de BI es poca y en su mayoría se basa en investigaciones de los posibles beneficios y no implementaciones realizadas; y en lo que respecta a BI se encuentra aún menos información documentada.

Herramientas BI

A continuación se describen algunas de las herramientas para BI que se nombran en el presente documento de fin de máster.

Exasol: Es una base de datos analítica que usa almacenamiento columnar, lo que quiere decir que el tiempo que usa para guardar y obtener datos desde el disco duro es mucho menor. Además es una base en memoria, que significa que la información se carga en memoria y no necesita constantes accesos a disco para resolver las consultas (The analytics database. (2022)).

Pentaho: Es una plataforma de BI que se usa para facilitar los procesos ETL. Puede servir como conexión entre bases de datos (¿Qué es Pentaho y cuáles son sus beneficios? (s. f.)).

Tableau: Es una herramienta que se utiliza para la elaboración y visualización de tableros con información estratégica de una empresa (Tableau: Business Intelligence and Analytics Software. (2022)), está entre las principales y más completas herramientas de BI.

Conceptos Básicos de BI

OLTP: (On-Line Transactional Processing) Son sistemas de procesamiento de transacciones en línea, se refiere a los sistemas que utiliza cada organización o empresa para su desempeño diario, es donde se genera la mayor parte de la data transaccional, es el corazón

de la operación de las empresas. Contiene una base de datos OLTP, optimizada para gestionar varias transacciones al mismo tiempo sin perder ninguna de ellas en el procesamiento, generalmente se usa para la carga y modificación de datos.

OLAP: (On-Line Analytical Processing) Son bases de datos destinadas al procesamiento analítico de datos, provenientes de diferentes fuentes, entre ellas los sistemas OLTP. Este procesamiento implica la lectura de grandes volúmenes de datos con la finalidad de transformarlos en información útil para la organización. Los datos provenientes de los diferentes sistemas transaccionales o fuentes externas se estructuran y homologan utilizando procesos ETL.

En la figura 5 se muestra un cuadro comparativo entre las herramientas OLTP y OLAP, detallando sus principales diferencias

Figura 5

Diferencias entre OLTP y OLAP

	OLTP	OLAP
Es	Es un sistema transaccional en línea y gestiona la modificación de la base de datos.	Es un sistema de recuperación de datos y análisis de datos en línea.
Función	Insertar, actualizar, eliminar información de la base de datos.	Extrae datos para analizar que ayuden en la toma de decisiones.
Datos	OLTP y sus transacciones son la fuente de datos original.	La base de datos OLTP diferente se convierte en la fuente de datos para OLAP.
Transacción	OLTP tiene transacciones cortas.	OLAP tiene transacciones largas.
Tiempo	El tiempo de procesamiento de una transacción es comparativamente menor en OLTP.	El tiempo de procesamiento de una transacción es comparativamente mayor en OLAP.
Consultas	Consultas simples.	Consultas complejas.
Normalización	Las tablas en la base de datos OLTP están normalizadas (3NF).	Las tablas en la base de datos OLAP no están normalizadas.
Integridad	La base de datos OLTP debe mantener la restricción de integridad de datos.	La base de datos OLAP no se modifica con frecuencia. Por lo tanto, la integridad de los datos no se ve afectada.

Nota: Adaptado de Moreno, J. M. (2018)

ETL: (Extraction, Transformation and Load) Son procesos que realizan extracción de datos, transformación y carga de estos desde sistemas con bases OLTP como origen, en bases de datos OLAP como destino.

Con estos procesos se extraen los datos necesarios de diversas fuentes de datos, según el propósito de cada datamart; los datos se transforman, homologan, estandarizan para mantenerlos homogéneos y finalmente se cargan en la nueva base OLAP.

ELT: (Extraction, Load and Transformation) A diferencia de los procesos ETL, estos realizan primero la carga de la información y luego se realizan los procesos de homologación y estandarización, una vez que los datos ya fueron almacenados en la base de datos destino.

En la figura 6 se muestran las diferencias entre los procesos ETL y ELT.

Figura 6

Diferencias entre ETL y ELT

ETL	ELT
La transformación de los datos se realiza en un staging area.	La transformación de los datos se realiza en el almacén de datos de destino.
Precisa de un motor de transformación especializado e independiente.	El almacén de datos de destino debe tener capacidades de procesamiento para realizar transformaciones.
Ideal para volúmenes de datos pequeños o medios.	Ideal para grandes volúmenes de datos (Big Data).
Puntos fuertes: Facilita procesos de data quality, seguridad de datos y data compliance.	Puntos fuertes: Mayor flexibilidad y rapidez a la hora de cargar y transformar grandes volúmenes de datos no estructurados.

Nota: Emilio, N. (s. f.). ¿Qué es ELT y cuáles son sus diferencias con ETL? BI Smart. (<http://blog.bismart.com/que-es-elt-diferencias-etl>)

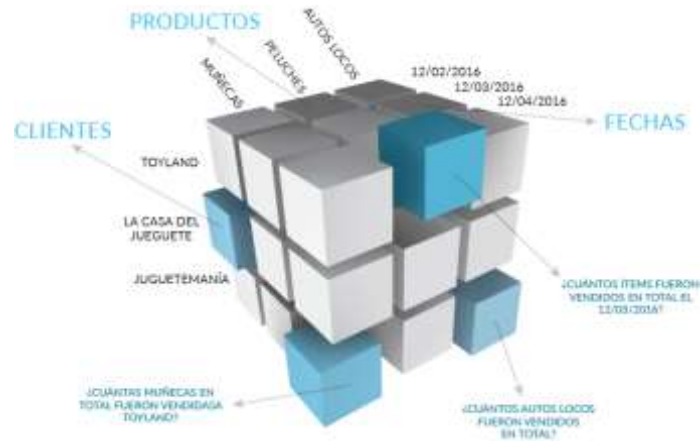
Data Warehouse: (Bodega de datos) Es un repositorio centralizado, de gran magnitud que almacena datos de toda la organización que pueden ser provenientes de diversas fuentes sean internas o externas. Este almacén de datos puede estar ubicado en servidores propios o en la nube y usa una base de datos OLAP.

Datamart: Segmentos de datos que forman parte de un data warehouse pero corresponden a un módulo específico y almacenan los datos relacionados a este módulo, ejm, Datamart comercial, Datamart financiero. (Acosta, V. M. 2019)

Cubo de información: La información se almacena finalmente en cubos de información que son estructuras multidimensionales conformadas por dimensiones y hechos. Ayudan a tener información con todas las combinaciones posibles desde todos los puntos de vista que marquen las dimensiones. En la figura 7 se representa un cubo de forma gráfica.

Figura 7

Funcionamiento de un cubo OLAP



Nota: Stark, K. (2021, 7 junio). Cubos OLAP de información para la toma de decisiones. Evaluando Software. (<https://www.evaluandosoftware.com/cubos-olap-informacion-la-toma-decisiones/>)

Dimensiones: Es un componente de un cubo de información que permite ver la información desde un determinado punto de vista y puede tener jerarquías o niveles. Ejm, dimensión fecha, jerarquías: año, trimestre, mes, día. Representa datos descriptivos del datamart.

Tablas de hechos: contienen las claves de las tablas de dimensiones que aportan las características, además contienen métricas o medidas (valores cuantificables). Ejm: Ventas, compras, movimientos financieros.

Para la creación de un BI se utilizan herramientas tipo OLAP (On-Line Analytical Processing), que usa modelos multidimensionales y facilitan las consultas y análisis de grandes cantidades de datos; y al tener únicamente accesos de lectura reduce tiempos de forma importante.

Los sistemas de dónde proviene la información serán sistemas OLTP (On-Line Transaction Processing), que facilita el uso y administración de aplicaciones transaccionales, tanto para entrada, recuperación y eliminación de datos.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

La implementación de un sistema de BI va a depender de las herramientas que se definan para uso en la empresa, y el tipo de empresa donde se implemente entre otros factores.

Si la implementación del sistema de BI es totalmente nueva se inicia por elegir los módulos principales que se requiere representar; a partir de estos módulos se deberán determinar los indicadores que se tomarán como referencia para la implementación del BI, es decir, los indicadores que queremos medir y presentar de forma visual.

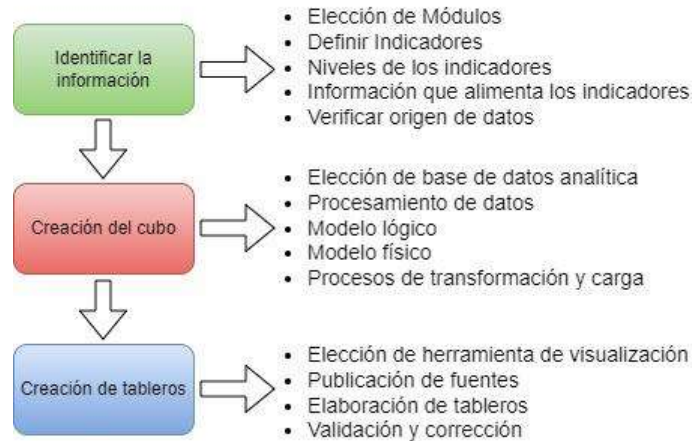
En caso que la empresa ya cuente con un sistema de BI, se deberá determinar los módulos que se requiere agregar y de igual forma se deben determinar los indicadores que serán visualizados.

Para realizar la implementación del sistema de BI se utiliza una metodología propia del grupo que se ha usado en varias implementaciones de BI para las demás empresas y que en gran parte se basa en la metodología hefesto (Peñafiel, Zapata, Morales, & Toaquiza, 2019). Esta metodología, principalmente, se basa en el análisis de los indicadores a monitorizar, y en entregar avances preliminares antes que un producto final.

En la figura 8 se muestran los pasos del proceso que se usa dentro del departamento TI del Grupo Consenso, para la implementación de un sistema de BI y a continuación se describe a detalle.

Figura 8

Metodología de implementación propia del grupo



Nota: Elaboración propia

1. Identificar la información

1.1 Elección de módulos

Las empresas cuentan con más de un módulo común para casi todas, como el financiero y de talento humano; además siempre habrá uno o varios módulos específicos, dependiendo del giro del negocio; por ejemplo, una empresa dedicada a la comercialización de mercadería tendrá un módulo de ventas y uno de cobros; una empresa que se dedique a la fabricación de uno o más productos tendrá un módulo de producción y uno de ventas, un hospital contará con módulos de consulta externa y de hospitalización.

Es importante destacar que cada módulo tendrá un trato especial según la información de la que se compone; por ejemplo, el módulo comercial se actualizará diariamente con la información generada con fecha del día anterior, ya que la información histórica no sufre cambios; en tanto que, el módulo financiero se actualizará diariamente con la información del mes en curso ya que se puede ingresar comprobantes con fechas anteriores.

1.2 Definir indicadores

Al igual que se debe elegir los módulos, se debe determinar los principales indicadores que se usan para medir el desempeño de cada módulo seleccionado, estos indicadores serán los que se visualizarán en los tableros finales de BI.

Los indicadores serán únicos para cada módulo, y deberán contribuir a la correcta evaluación del estado actual de dicho módulo. Al momento de definir los indicadores también se debe definir la periodicidad de actualización de los mismos.

1.3 Niveles de los indicadores.

Los indicadores podrán visualizarse a diferentes niveles, y dependerá de a quiénes está dirigida la información. Existen 3 niveles esenciales a los que se puede presentar la información:

Estratégico: Valida los objetivos de la empresa y cómo estos indicadores aportan a la consecución de los mismos, así se puede analizar si estos están o no siendo alcanzados. La información a este nivel está dirigida a los más altos mandos de la organización (directivos, presidencia, gerencias).

Táctico: Muestra cómo se desarrollan los objetivos específicos de cada área dentro de la empresa. El desarrollo de la información se enfoca en las jefaturas o gerencias de cada área.

Operativo: Este es el nivel más bajo al que se muestra la información y muestra el desempeño interno de cada área. Está dirigido al personal operativo, es decir, quienes realizan las acciones dentro de cada área enfocadas a alcanzar los objetivos específicos.

Los niveles determinan el nivel de granularidad de información que tendremos para cada indicador, es decir, que tan consolidada está la información.

1.4 Identificar la información para cada indicador.

Cada indicador nace de los datos operativos que se generan en cada una de las áreas que corresponden a su propio módulo. Es indispensable ubicar cuales son los datos que se necesitan para cada uno de los indicadores y cómo se relacionan entre ellos. Se puede elaborar una base inicial de muestra con los campos que se necesitan para mostrar cada indicador.

1.5 Verificar el origen de los datos

La información que se utilizará para los indicadores puede tener diversos orígenes como bases de datos OLTP, archivos de hojas de cálculo, archivos de texto, redes sociales, etc.

Se debe determinar el origen de cada uno de los campos identificados en el punto anterior, tanto la base o archivo de donde provienen; así como los campos a los que corresponden.

Ejemplos de bases de datos OLTP:

- Microsoft SQL Server.
- Oracle.
- DB2.
- PostgreSQL.
- MariaDB.
- MySQL.

De esta manera se identifica la información que será la base de los tableros del BI, antes de ser procesada.

2. Creación del cubo de información

2.1 Elección de la base de datos destino

Se debe elegir la mejor opción de la base de datos destino OLAP, donde se implementará la bodega de datos, esta base de datos debe ser analítica y contar con características que ayuden a una rápida recuperación de la información; para que se pueda obtener la información procesada en el menor tiempo posible, y los indicadores se puedan mantener actualizados con la periodicidad necesaria.

Actualmente se encuentran este tipo de bases de datos tanto on premise como on cloud y son muchas las empresas que ofrecen este servicio.

Ejemplos de bases de datos analíticas:

- Exasol
- Mongo
- Azure
- Big Query

2.2 Procesamiento de datos

En este punto se debe elegir entre los procesos ETL o ELT, si bien los procesos ETL son más comunes, los procesos ELT han cobrado fuerza actualmente ya que no es necesario una herramienta intermedia que realice la transformación de los datos. En los dos procesos se realiza primero la extracción de la información sin importar las fuentes de origen.

ETL: La transformación de los datos (homologación, depuración) se realiza en una herramienta intermedia por donde pasarán antes de ser depositados en la base destino.

ELT: Luego de la extracción de los datos, estos se depositan directamente en la base de datos destino, donde posteriormente se realizan los procesos de transformación.

Dependiendo del proceso que se elija se definirán las herramientas que se usarán posteriormente.

Una vez determinado el proceso que se va a utilizar, se define el método de extracción de datos, esto dependerá tanto de la base de datos origen como del destino, puede ser por replicación utilizando los logs que se generan en los movimientos de la base origen; pueden usarse también herramientas adicionales que se encargan de realizar la conexión entre las bases de origen y destino y realizan la copia de la información, y aseguran la integridad de los datos.

2.3 Elaboración del modelo lógico.

Se analiza la información para identificar los datos que forman parte de las dimensiones y cómo se pueden desnormalizar desde su estado original, para agregar en una sola tabla todas las posibles combinaciones; y así volver más ágiles las consultas posteriores.

Como parte del análisis de la información se elabora el modelo del cubo de información en una herramienta de diseño; segmentado en la tantos datamarts como módulos se hayan definido inicialmente.

El primer datamart se elabora con la información maestra, es decir, la los datos comunes a todos los módulos; por ejemplo, fechas, clientes, productos.

En el modelo lógico se definen las posibles tablas de hechos y dimensiones que debería tener nuestro datamart, así como los campos y tipos de datos que tendrán.

Las tablas de dimensiones se poblarán con información agrupada según las características; por ejemplo, la dimensión PRODUCTO tendrá los campos Producto, Línea, Marca, Color, Tamaño.

Las tablas de hechos o Facts se poblará con las claves de las tablas de dimensiones y además tendrá los datos cuantitativos de cada módulo; por ejemplo, los hechos comerciales tendrán las claves de las dimensiones de clientes y productos; y también los datos de ventas, intereses, plazo, descuento, etc.

2.4 Elaboración del modelo físico

El modelo físico son las estructuras finales que se tendrán dentro del dwh, con la información procesada que será la base para la visualización de los indicadores.

Una vez que se tiene finalizado el modelo lógico se inicia con la fase de implementación del modelo físico, en la base de datos elegida para la creación del dwh; se crean las estructuras definidas previamente, con sus respectivos campos, es necesario tener en cuenta que los tipos de datos de los campos origen deben ser los mismos en el datamart.

2.5 Procesos de Transformación / Carga

El tipo de proceso elegido en esta metodología es ELT, por tanto, en esta etapa comienza con la replicación de la información transaccional desde su origen a la base de datos analítica. Luego se realiza la limpieza y preparación de los datos, esto consiste en la homologación de cierta información, estandarización, corrección de formatos y errores de digitación, agrupamiento o desagregación según como esté definido y sea necesario.

Con estos procesos se consigue que la información resultante esté limpia antes de almacenarse en las tablas creadas en el dwh. Para ello se utilizan tablas de almacenamiento temporal en caso de ser necesarias y son propias para cada módulo.

Cuando la información está preparada, se realizan las consultas y procesos necesarios para que ésta sea almacenada en las tablas finales del modelo del datamart, es decir en las tablas de dimensiones y hechos.

3. Creación de tableros

3.1 Elección de la herramienta de visualización.

Una vez que se tiene la información procesada y lista para ser visualizada, es necesario elegir la herramienta en la cual se van a mostrar los resultados de los indicadores elegidos inicialmente; para esto se debe tener en cuenta el tamaño de la empresa, la cantidad de información que tiene la empresa y el número de usuarios que van a acceder a la misma; con estos puntos se determinará si se debe optar por una herramienta de pago o una gratuita, on premise o en nube.

Ejemplos de herramientas de visualización de BI:

(<https://www.unir.net/ingenieria/revista/herramientas-business-intelligence/>)

Tableau: Es una herramienta de visualización que permite acceder y analizar los datos de manera simple y efectiva, crear cuadros de mando y reportes, así como compartirlos de manera sencilla.

SAP BI: Plataforma integral de Inteligencia de Negocio que posibilita obtener los datos, analizarlos y desarrollar modelos de aprendizaje automático. También, para aplicarlos para realizar predicciones y proyecciones a futuro, así como la realización de cuadros de mando e informes

SAS BI: Herramienta especializada en la utilización de datos y métricas para, haciendo uso de modelos predictivos, asistir a la toma de decisiones de negocio.

MicroStrategy: Aplicación de Inteligencia Empresarial cuyos puntos fuertes son el análisis de datos (como, por ejemplo, tendencias) y la definición y desarrollo de cuadros de mando para la visualización de la información.

QlikView: Su punto fuerte es la búsqueda y descubrimiento de datos de distintas fuentes, ofreciendo integración con multitud de aplicaciones como p. ej. Salesforce, Teradata... Se trata de una plataforma personalizable ya que cada usuario puede crear su propio espacio y procesar los datos de la manera que necesita.

Microsoft Power BI: Es una suite de herramientas de análisis y procesamiento de datos que provienen de diversos orígenes. Se trata de una plataforma potente para la visualización de la información y creación de reportes.

Oracle BI: Software de Inteligencia de Negocio cuyo punto fuerte es el descubrimiento de patrones e interfaz de visualización de datos sencilla e intuitiva. Ofrece las principales funcionalidades de las herramientas de BI, tales como cuadros de mando, inteligencia artificial, alertas...

3.2 Publicación de fuentes y elaboración de tableros

Una vez que la herramienta de visualización está definida, se debe comenzar con la elaboración de los tableros; para esto es necesario conectar la herramienta elegida con el dwh.

Aunque no es indispensable, se sugiere realizar una plantilla inicial, para la creación de los tableros en base a esta, ya que así se puede mantener uniformidad en la presentación de la información; además esto aporta para que los usuarios se familiaricen con la herramienta y los tableros. En la plantilla se pueden agregar el logo y los colores empresariales, ya que esto da identidad a la empresa y quienes forman parte de esta.

La construcción de los tableros está directamente relacionada con la identificación de los indicadores y los niveles en los que tienen que presentarse, ya que cada tablero realizado representará gráficamente un indicador en un nivel específico, con la granularidad de la información que también ya fue definida.

3.3 Validación y corrección de tableros

Luego de elaborados los tableros estos pasan a un proceso de validación por parte de los usuarios finales de cada área, quienes determinarán si la información presentada es correcta, y la manera de visualizar cada indicador es comprensible.

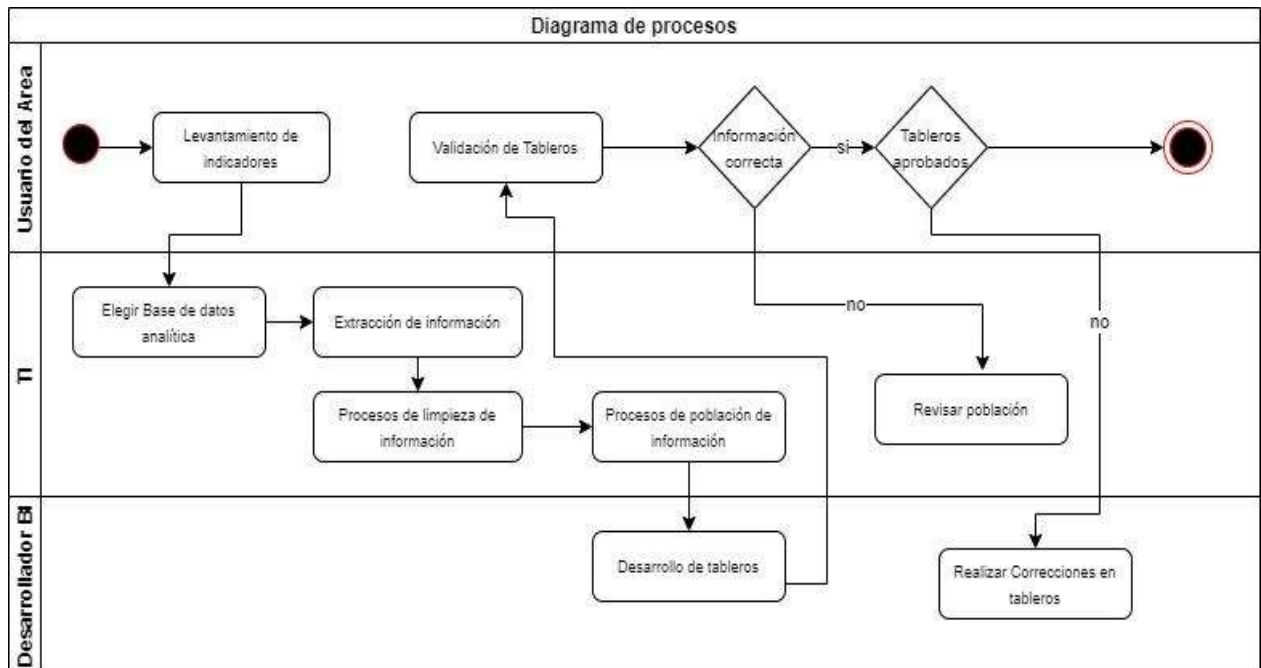
De presentarse algún inconveniente los tableros regresan a una de las etapas previas de carga de información o elaboración de tableros, según el inconveniente presentado.

3.4 Diagrama de procesos de elaboración de un sistema de BI

En la figura 9 se expone el diagrama del proceso de implementación de un sistema de BI en el grupo y los actores que intervienen en el mismo.

Figura 9:

Diagrama de procesos de implementación de un sistema BI



Nota: Elaboración propia.

Luego de cumplidos con todos estos pasos, los tableros están listos y solo queda por definir la periodicidad de las actualizaciones automáticas, para que los usuarios puedan consultar la información.

CAPÍTULO IV

IMPLEMENTACIÓN

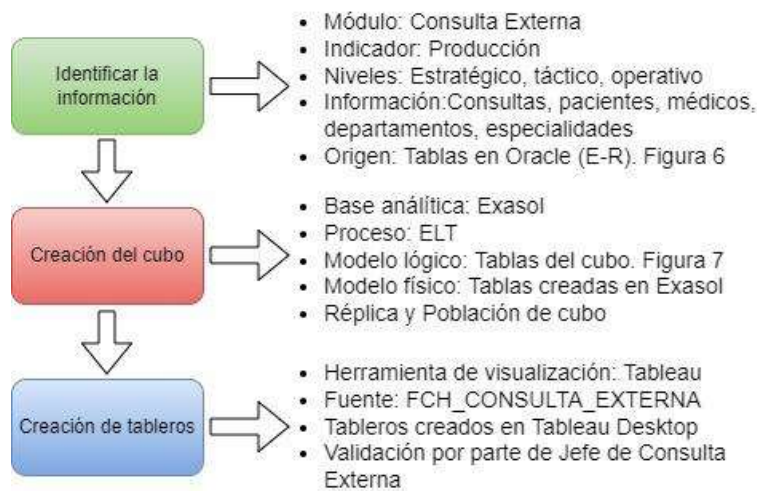
El Hospital Humanitario, al ser parte del grupo empresarial Consenso utilizará la metodología de implementación del sistema de business intelligence descrito en el capítulo anterior, que es la que usa el grupo.

El Grupo Consenso, en la actualidad cuenta con un sistema de Business Intelligence implementado y consolidado, que se alimenta con la información de las 3 principales empresas del grupo.

Al inicio del proyecto no se tenía nada de información del hospital dentro de este sistema de BI, por tanto este desarrollo se adaptó a la metodología y estructura que ya se tiene definida, para mantener tanto estándares corporativos, como colores de visualización. En la figura 10 se resume la aplicación de la metodología planteada.

Figura 10

Implementación de BI de consulta externa sobre metodología propia



Nota: Elaboración propia

1. Identificar la información

1.1 Elección módulos

Como cualquier empresa, el Hospital Humanitario cuenta con muchos módulos para su normal funcionamiento, entre ellos tenemos los módulos comunes como el financiero, compras, talento humano y específicos como los módulos de consulta externa, farmacia, hospitalización.

Para el desarrollo de este proyecto de fin de máster, se tomó en cuenta únicamente el módulo de CONSULTA EXTERNA, que es donde se registra la información proveniente de las citas médicas que solicitan los pacientes. Las citas se agendan con cualquier médico, en cualquier especialidad, en los diferentes horarios que ofrece el hospital, y no necesitan hospitalización.

Las citas médicas se dan todos los días laborables en horarios de 8am a 5pm y con constante periodicidad; por lo que, la información en el sistema de BI deberá contar con la actualización diaria de la información, generada durante cada día de atención normal.

Esta actualización se realizará diariamente a partir de las 10 pm, para no interrumpir los procesos que se ejecutan normalmente en el sistema transaccional.

1.2 Definir indicadores

En el área de consulta externa tiene establecidos previamente varios indicadores, para su correcto funcionamiento, por lo que no es necesario realizar análisis adicionales. Los dos principales indicadores son:

Calidad: Es el tiempo de atención que toman los médicos en cada consulta, desde el ingreso de un paciente hasta que éste sale del consultorio.

Producción: Es la cantidad de pacientes que son atendidos por cada médico, en cualquier especialidad y en determinado período de tiempo (diario, semanal, mensual).

El indicador que se implementó fue el de Producción, ya que para este se cuenta con toda la información de las consultas médicas atendidas diariamente.

No se implementó el indicador de calidad, debido a que la base de datos no cuenta con la información real del inicio y finalización de cada consulta, que se necesita para evaluar este indicador.

1.3 Niveles de los indicadores.

Para el indicador escogido para la elaboración de este trabajo de fin de máster, se mostrará la información en los tres niveles posibles: estratégico, táctico y operativo.

Estratégico: Da una visión general para quienes dirigen el hospital, y permite entender cómo se están moviendo mensualmente los valores totalizados del indicador.

Táctico: Destinado a quienes dirigen el departamento de consulta externa para validar el movimiento diario y poder detectar los problemas de forma oportuna e implementar las soluciones requeridas para mejorar los resultados del indicador.

Operativo: Cada responsable de especialidad puede ver cómo se encuentra la información generada por sus médicos especialistas y las consultas atendidas, así como, cada médico puede ver cómo fue su desempeño.

Al tener los indicadores en todos los niveles es importante que la información tenga un nivel de granularidad mínimo, es decir, se necesita que los datos se repliquen a detalle.

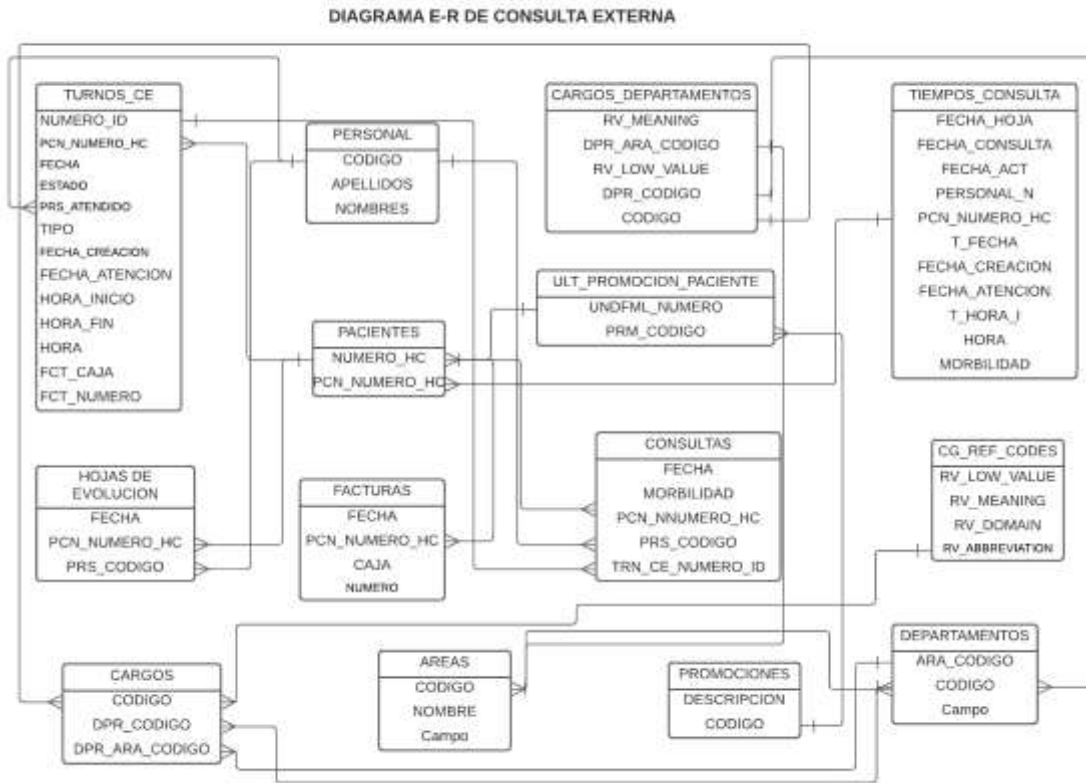
1.4 Identificar la información para cada indicador

1.5 Verificar el origen de los datos

Se identifica que el origen de los datos para el indicador de producción es la base de datos transaccional que maneja el hospital, y que está sobre la base de datos Oracle; se definen las tablas que corresponden a esta información, con las que se elabora el diagrama Entidad - Relación que se muestra en la figura 11.

Figura 11

Diagrama E-R del módulo de consulta Externa



Nota: Elaboración Propia

Al final de esta parte se deben tener identificadas las tablas que intervienen en el proceso de registrar las atenciones médicas, así como sus campos y relaciones entre ellas.

2. Creación del cubo de información

2.1 Elección de la base de datos destino

La implementación del BI del Hospital Humanitario se realiza en la misma base de datos que tiene actualmente el grupo, que es Exasol. Exasol es una base de datos analítica, lo que significa que está enfocada en la rápida resolución de consultas, mismas que devuelven grandes cantidades de información, ya que trabaja en memoria y tiene un sistema de almacenamiento columnar.

2.2 Procesamiento de datos

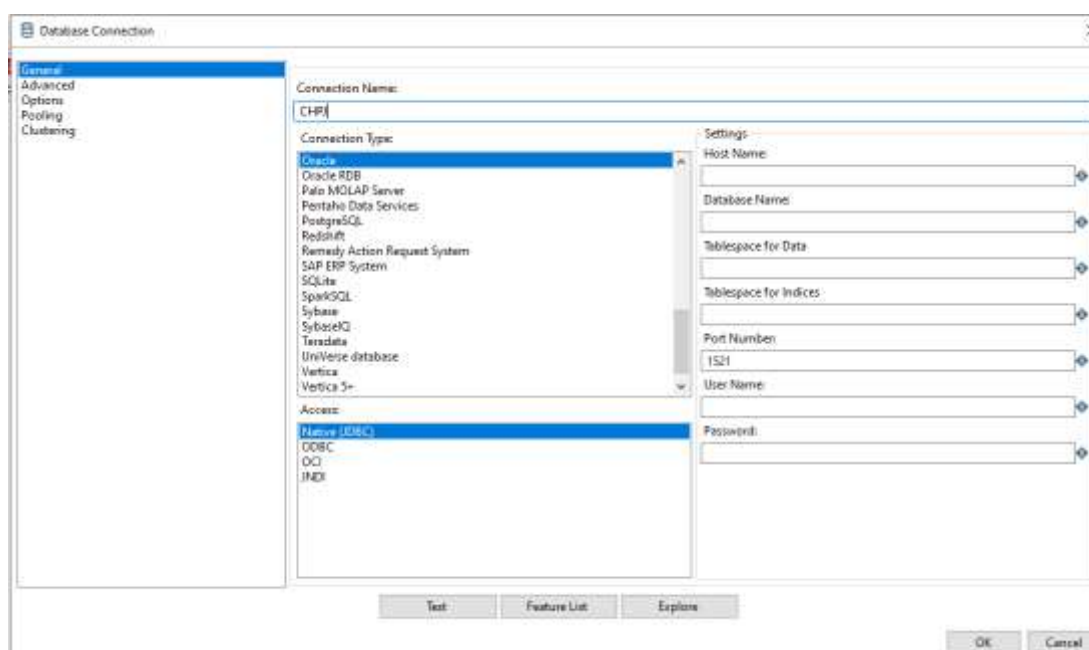
Se realizará la extracción y replicación de los datos, desde la base transaccional que está en Oracle, con ayuda de la herramienta Pentaho que servirá como puente de conexión entre esta base y la base final que está en Exasol.

Pentaho es una herramienta que sirve como punto intermedio entre dos bases de datos, no almacena información aunque tiene una base de datos interna propia.

A través de Pentaho se conecta la base de datos origen, donde se eligen las tablas y la forma en que se replicarán; y se van a generar todos las conexiones necesarias que se ejecutarán diariamente. Posteriormente la información extraída en los procesos de Pentaho será colocada en las tablas de igual estructura de la base de datos destino. En las figuras 12 y 13 se muestran las pantallas donde se generan las conexiones a cada base de datos desde Pentaho.

Figura 12

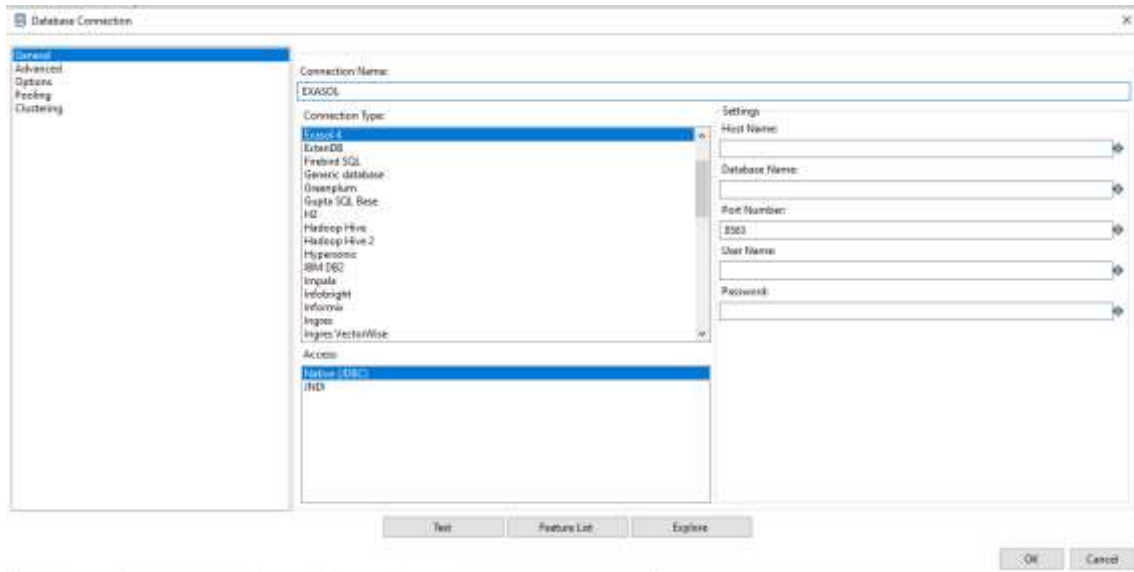
Pantalla para realizar la conexión a la base de datos origen (Oracle)



Nota: Elaboración propia

Figura 13

Pantalla para realizar la conexión a la base de datos destino (Exasol)



Nota: Elaboración propia

2.3 Elaboración del modelo lógico.

Al elaborar el modelo lógico, se determina que, se deben crear tablas que combinen la información de tal manera que se obtenga la información necesaria en una sola tabla de hechos.

Se analiza la información para identificar los datos que forman parte de las dimensiones, y la forma de relacionarlos para obtener una sola tabla y optimizar las consultas.

Como parte del análisis de la información, se elabora el modelo del cubo de información en una herramienta de diseño; segmentado en la tantos datamarts como módulos se hayan definido inicialmente, y en este caso será uno solo que se incorpora a los que existen previamente en el sistema de BI.

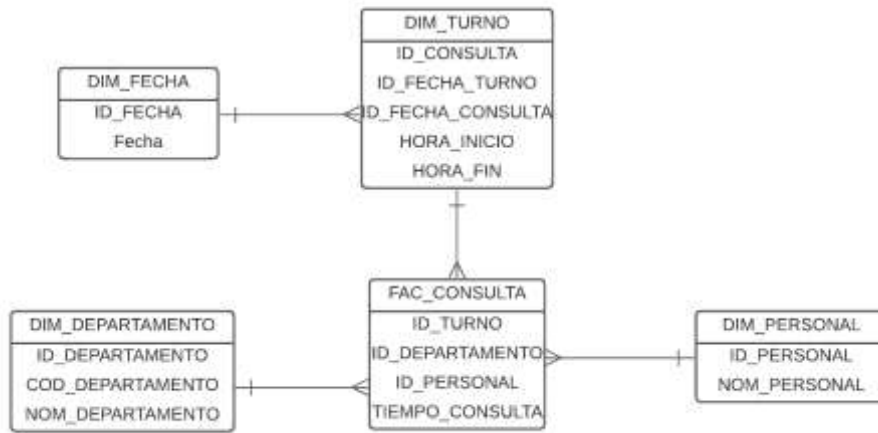
En el modelo lógico se definen las tablas de hechos y dimensiones que va a tener nuestro datamart, así como los campos y tipos de datos de las mismas.

Las tablas de dimensiones tendrán información agrupada según las características, como los datos de los turnos; las tablas de hechos tendrán la información correspondiente a la transaccionalidad, en este caso las citas médicas agendadas y atendidas. En la figura 14 se muestra el modelo lógico generado para el módulo de consulta externa, la tabla del centro es la tabla de hechos y las demás son tablas de dimensiones.

Figura 14

Modelo lógico del datamart para consulta externa.

MODELO LÓGICO



Nota: Elaboración propia.

2.4 Elaboración del modelo físico.

El modelo físico son las estructuras finales que se tendrán dentro del dwh, con la información procesada que será la base para la visualización de los indicadores.

Una vez que se tiene finalizado el modelo lógico se inicia con la fase de implementación de este modelo, en la base de datos elegida para la creación del dwh. Se crean las estructuras que se definieron previamente, con sus respectivos campos, es necesario tener en cuenta que los tipos de datos de los campos correspondan a la información con la que se van a poblar.

2.5 Procesos de Transformación / Carga

Al iniciar el proceso de extracción de datos de la base de datos origen y carga en la base de datos destino, se define para cada tabla la manera en la que se copiará la información, según el tamaño, la estructura y la manera en la que está poblada la tabla en el sistema transaccional.

La información se va a replicar de dos maneras en la fuente destino:

Truncar: Truncando la tabla destino y copiando nuevamente toda la información desde el origen, ya que son tablas pequeñas, con poca información, la cual no se modifica con mucha frecuencia.

Para esto la tabla de Exasol se vaciará diariamente y se volverá a ejecutar el proceso de carga desde Pentaho donde se extraerá la información desde la tabla origen de Oracle y se depositará en la tabla de Exasol.

Con esto se asegura que cualquier cambio realizado en la tabla origen siempre estará reflejado en la tabla replicada. Se realiza de esta forma ya que es mucho más rápido copiar nuevamente toda la información que identificar los cambios.

En las figuras 15, 16 y 17 se muestra un ejemplo de la configuración realizada para esta replicación.

Figura 15

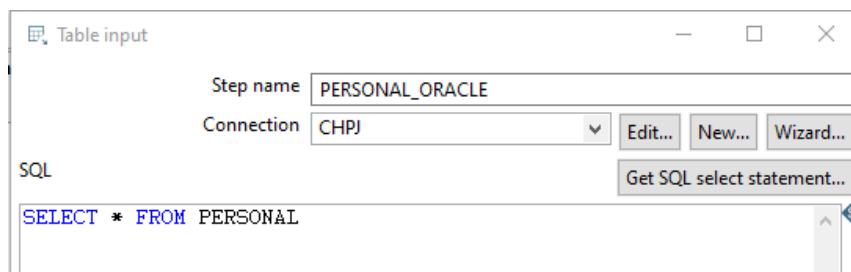
Conexión de Pentaho para la tabla Personal



Nota: Elaboración propia

Figura 16

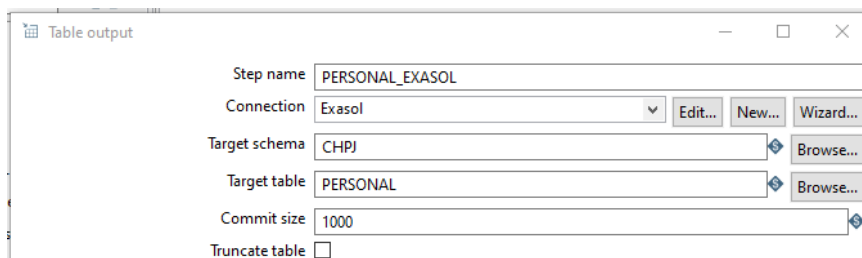
Conexión hacia Oracle, a la tabla personal



Nota: Elaboración propia.

Figura 17

Conexión hacia Exasol, a la tabla personal



Nota: Elaboración propia.

En esta extracción tanto la tabla origen como la tabla destino tienen la misma estructura, es decir tienen los mismos campos y tipos de campos.

En este esquema de replicación se encuentran las siguientes tablas:

PERSONAL: Tiene la información del personal que trabaja en el hospital, de aquí se van a obtener los datos de los médicos tratantes.

CG_REF_CODES: Hace referencia a los códigos que se utilizan en todo el sistema transaccional se agrupan por dominio y tienen una abreviatura y su descripción.

CARGOS: Contiene todos los servicios que se ofrecen dentro de la clínica en consulta externa como consultas, revisión de resultados; así como los procedimientos que se realizan en hospitalización.

ÁREAS: Estos datos corresponden a todas las áreas que se encuentran dentro del hospital, incluyendo consulta externa, hospitalización, administración y otras.

DEPARTAMENTOS: Aquí se identifican todos los departamentos que conforman cada área y todo el personal debe corresponder a un departamento.

Proceso: Se genera un proceso más complejo de replicación para validar que no se repita la información y que se copie únicamente la información nueva; este tipo de proceso se utiliza en tablas grandes, que tienen mucha transaccionalidad, en las que eliminar la tabla y volver a crearla requiere muchos recursos.

En este tipo de replicación se va a tener dos procesos de carga de datos:

Carga inicial: replica toda la información de la tabla y se realiza solo la primera vez

Carga incremental: sólo se graban la información que se va generando posteriormente a la carga inicial y se ejecutará diariamente.

A continuación en las figuras 18, 19 y 20 se muestra un ejemplo de la carga inicial (completa) de la tabla pacientes.

Figura 18

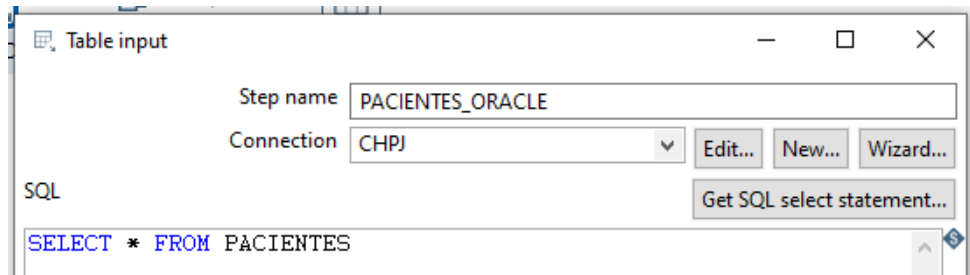
Conexión de Pentaho para la tabla Pacientes



Nota: Elaboración propia

Figura 19

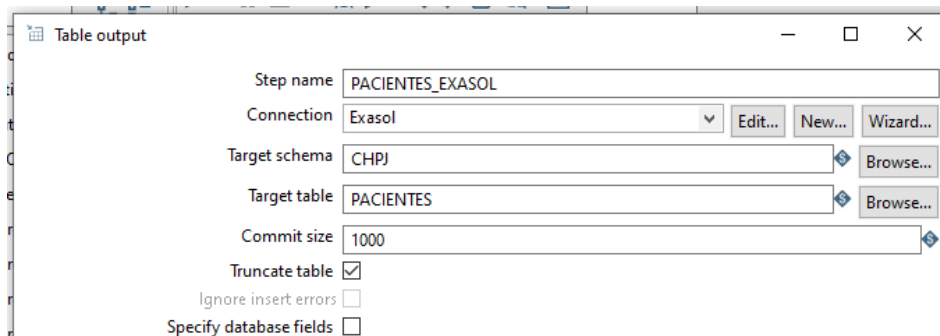
Conexión hacia Oracle, a la tabla pacientes



Nota: Elaboración propia

Figura 20

Conexión hacia Exasol, a la tabla pacientes



Nota: Elaboración propia.

Dentro de este esquema se encuentran las tablas:

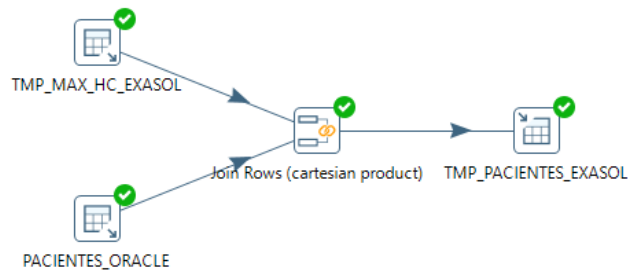
PACIENTES: Almacena toda la información correspondiente a los pacientes que se registran cada día; se debe tener toda la información histórica, y esta no se modifica..

En las actualizaciones diarias de esta tabla se identifican los nuevos pacientes, a través de una unión en Pentaho basada en el campo NUMERO_HC ya que este campo es clave primaria en la tabla transaccional, representa al número de historia clínica y es único. En Exasol se obtendrá una tabla con un campo único que tendrá el número máximo de historia clínica para identificar en Pentaho los registros con Numero_hc mayor a este, estos serán los

registros nuevos y los únicos que se deberán replicar. En las figuras 21, 22, 23, 24 y 25 se muestran los procesos y conexiones realizados en Pentaho para obtener diariamente la información de esta tabla.

Figura 21

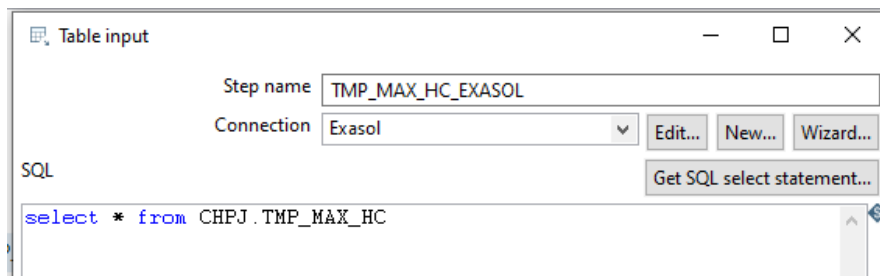
Conexión en Pentaho para realizar carga incremental en tabla Pacientes



Nota: Elaboración propia.

Figura 22

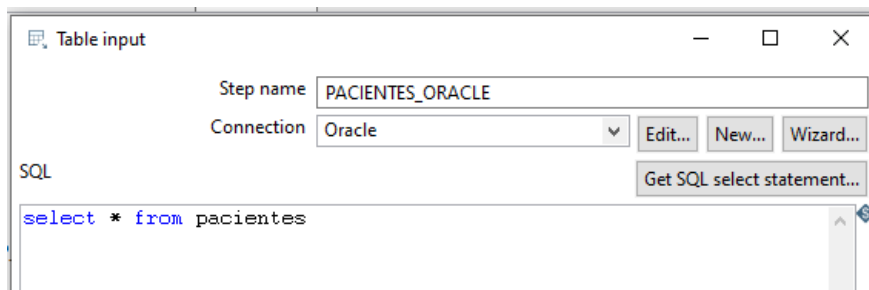
Conexión hacia Exasol, a la tabla temporal con el mayor número de historia clínica



Nota: Elaboración propia.

Figura 23

Conexión hacia Oracle, a la tabla Pacientes



Nota: Elaboración propia.

Figura 24

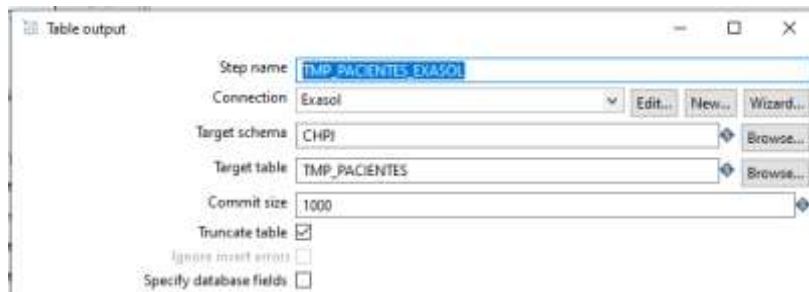
Unión en Pentaho entre tabla Pacientes y TMP_MAX_HC_EXASOL



Nota:Elaboración propia.

Figura 25

Conexión hacia Exasol, a la tabla temporal de pacientes



Nota: Elaboración propia.

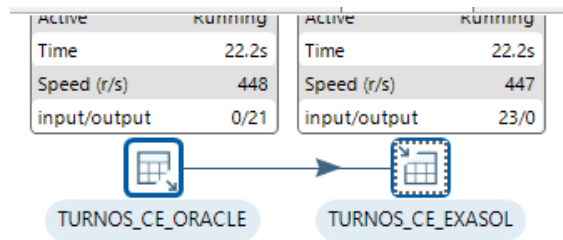
En la figura 25 se toma una tabla temporal de pacientes, donde se almacenará sólo la información incremental, posteriormente se pasará esta información a la tabla final de pacientes.

TURNOS_CE: Corresponde a los turnos generados durante un día normal de consulta externa. Para los tableros se cargará la información desde el 01-01-2019, ya que es un período temporal suficiente para realizar los análisis de evolución; la información más antigua no aporta en la revisión del estado del departamento.

Se tiene dos procesos de carga, el primero que sirve para realizar una carga completa a partir de la fecha definida como inicial, hasta el día en curso en la noche. La fecha que se usa para esta validación es la fecha de creación del turno, ya que el turno se puede reservar con anticipación. Este proceso de carga completa se usa en la carga inicial de la información, y en casos emergentes en los que se requiera volver a cargar la información por la existencia de algún imprevisto. En las figuras 26 y 27 se muestra la carga inicial de esta tabla.

Figura 26

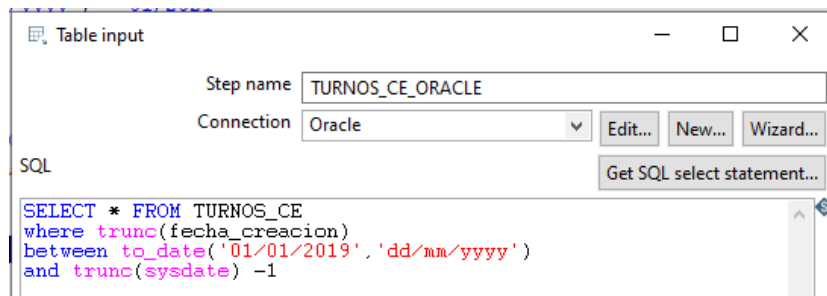
Conexión de Pentaho para la tabla Turnos_ce



Nota:Elaboración propia.

Figura 27

Conexión hacia Oracle, a la tabla Turnos_ce



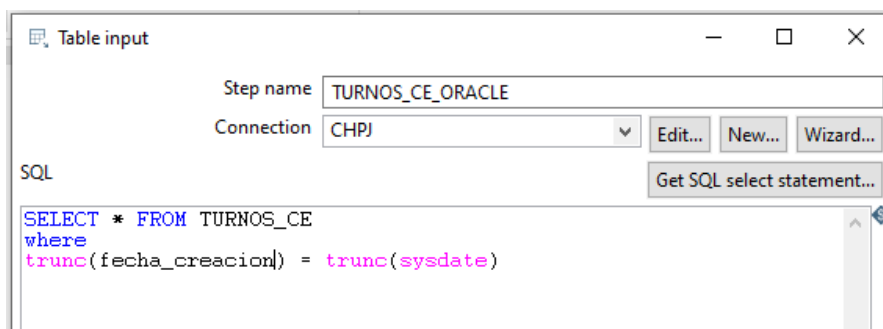
Nota: Elaboración propia

En la figura 27 se muestra la extracción inicial de la información desde Oracle, con fecha 01/01/2019.

El segundo proceso se ejecutará diariamente y poblará la tabla de Exasol con la información generada en el sistema transaccional durante el día en curso; es decir, que su campo FECHA_CREACION sea igual al día en curso. Como se muestra en las figuras 28 y 29.

Figura 28

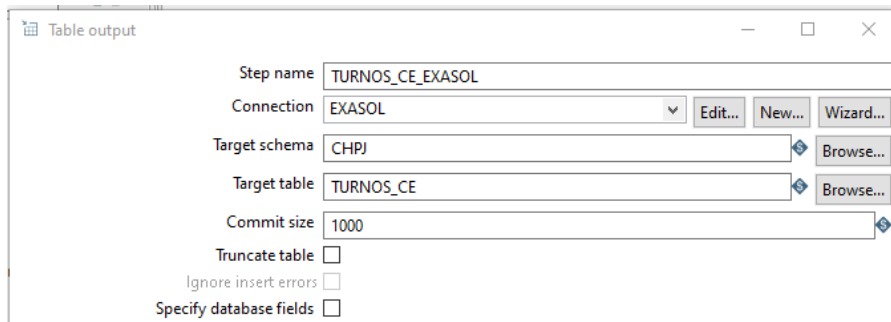
Conexión a Oracle para carga incremental de la tabla Turnos_ce



Fuente: Elaboración propia

Figura 29

Conexión en Exasol a tabla Turnos_ce



Fuente: Elaboración propia

CONSULTAS: Tiene el registro de los turnos que realmente fueron atendidos, es decir los que efectivamente se convirtieron en consultas; ya que algunos turnos generados terminan sin ser atendidos por diversos motivos.

Inicialmente se realizará una carga completa de las consultas que corresponden a los turnos creados desde el 01-01-2019; ya que pueden haber turnos que no generen consultas, pero no habrá consultas sin un turno previo. En las figuras 30, 31 y 32 se muestra el proceso para la tabla de consultas

Figura 30

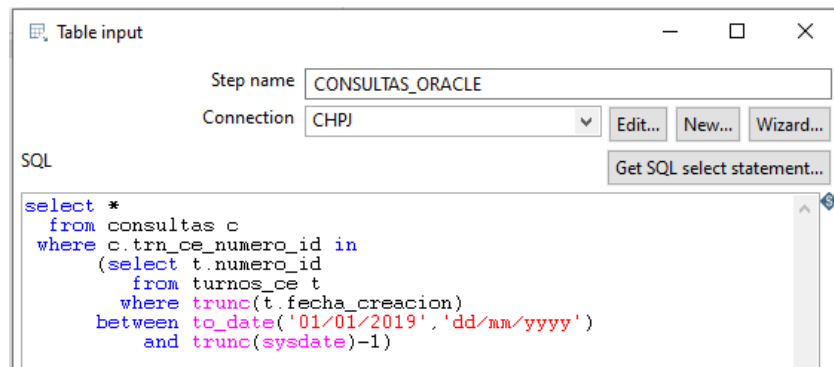
Conexión en Pentaho para la tabla Consultas



Fuente: Elaboración propia

Figura 31

Conexión hacia Oracle para extraer la carga inicial de la tabla Consultas



Nota: Elaboración propia

Figura 32

Conexión en Exasol para la tabla Consultas

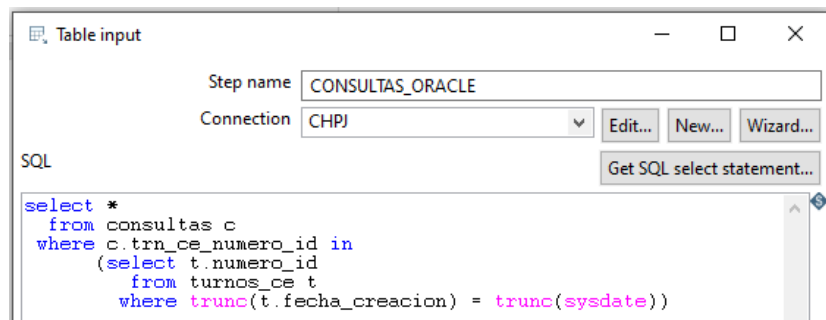


Nota: Elaboración propia

Además se tiene el proceso de carga diaria que replicará únicamente las consultas que corresponden a los turnos generados ese día como se muestra en la figura 33

Figura 33

Conexión en Oracle para la carga diaria de la tabla Consultas



Nota: Elaboración propia

3. Creación de tableros

3.1 Elección de la herramienta de visualización.

Hay que recordar que el Hospital Humanitario es parte del Grupo Consenso, que actualmente ya tiene un sistema BI implementado, así que para la construcción del tablero del área de consulta externa del hospital se requiere el uso de las mismas herramientas usadas para todo el grupo; por tanto, se usará Tableau como herramienta BI para la implementación de dicho tablero.

3.2 Publicación de fuentes y elaboración de tableros

Una vez que la información fue replicada desde el sistema transaccional, y se poblaron las dimensiones y tablas de hechos; se realiza una vista que contenga toda la información que se levantó como necesidad inicial, y ésta finalmente se mostrará en Tableau para la elaboración de los tableros.

La vista se elabora en Exasol y cuando está creada puede ser publicada a través de la herramienta Desktop de Tableau, como una fuente de datos que quedará disponible para que se elaboren estos tableros y otros a futuro.

En Tableau desktop se crean los tableros aplicando los formatos que se tienen predefinidos para el Grupo Consenso como tipos de letra, espacios para gráficos, colores, logo corporativo; y a esto se agrega el logo del Hospital Humanitario, como se ve en la figura 34.

Figura 34

Encabezado del tablero de Consulta externa



Nota: Elaboración propia.

Luego de aplicar formatos, se definen los filtros que se aplican en el tablero, en el caso de consulta externa son los que se pueden ver en la figura 35.

Figura 35

Filtros del tablero de Consulta externa



Nota: Elaboración propia.

Los filtros usados son los siguientes:

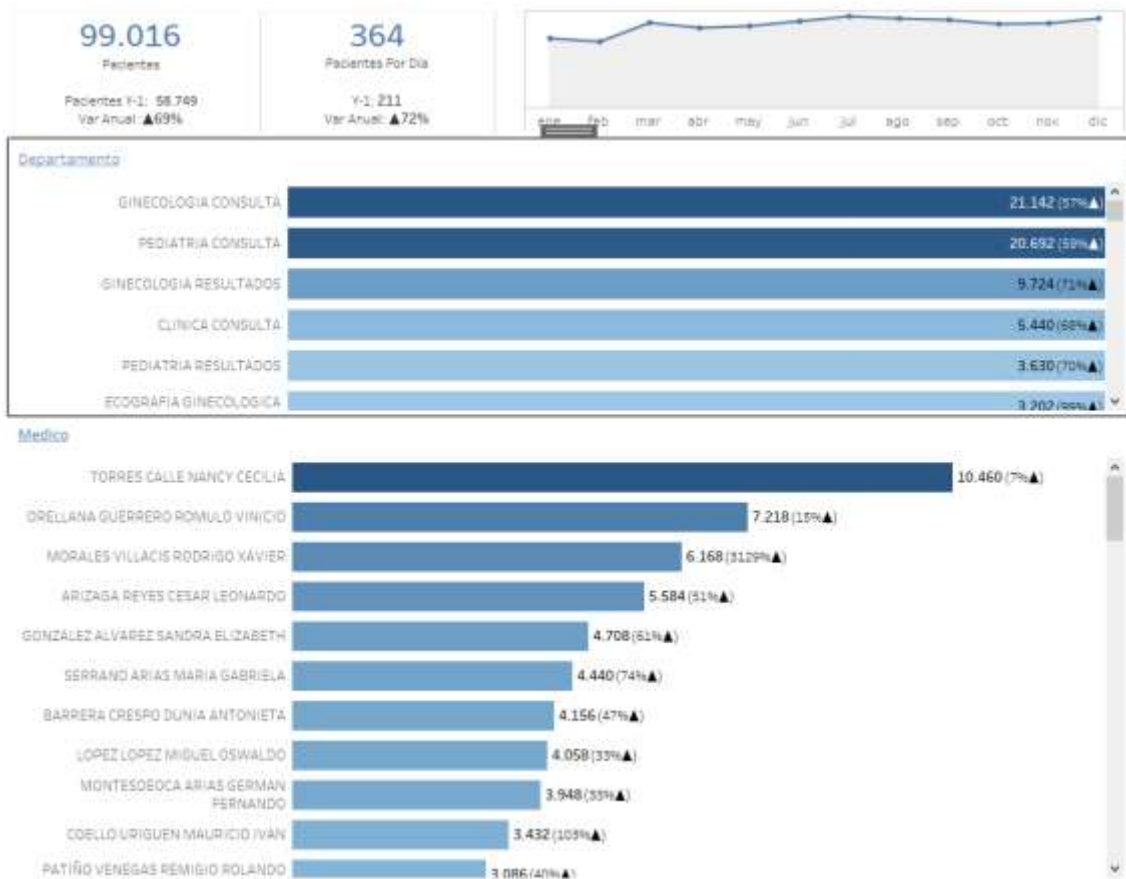
- **Año:** Permite consultar la información histórica
- **Mes:** Permite que se realice el análisis de la información de cualquier mes.
- **Análisis:** Tiene los valores de Mensual y Acumulado.

- **Mensual:** Realiza el análisis de la información, sólo de la fecha especificada en los filtros anteriores.
- **Acumulado:** Analiza la información, obteniendo valores acumulados hasta la fecha especificada, teniendo en cuenta que siempre se deberá tener un año filtrado.
- **Departamento:** Están todos los departamentos que tiene la clínica actualmente y de los que se han atendido consultas.
- **Personal:** Muestra todos los médicos que han atendido consultas.

A continuación se definen los espacios para los gráficos que se dividen en tres grandes partes como se muestra en la figura 36, cabe destacar que cada uno de los gráficos se adaptará a los filtros que están colocados y se mostrarán según se afecten dichos filtros.

Figura 36

Zona de gráficos del tablero



Nota: Elaboración propia

En la primera parte se muestran los gráficos principales y también se divide en 3 gráficos resumen del estado general del área, como muestra la figura 37.

Figura 37

Primer grupo de gráficos del tablero

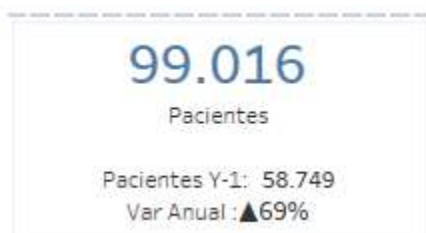


Nota: Elaboración propia.

En el primer gráfico se tiene el total de pacientes atendidos según los filtros, el total de pacientes del mismo período pero del año anterior y el porcentaje de variación entre los dos períodos, figura 38.

Figura 38

Total de pacientes en un período de tiempo



Nota: Elaboración propia

El segundo gráfico muestra un promedio de pacientes atendidos por día; de igual manera se tiene el valor del mismo período del año anterior al elegido con los filtros, y el porcentaje de variación entre los dos períodos como se ve en la figura 39.

Figura 39

Promedio de pacientes por día



Nota: Elaboración propia

En el tercer gráfico se puede ver la evolución de la información de los pacientes atendidos durante el año completo mes a mes, correspondiente al año elegido en el filtro, como se ve en la figura 40.

Figura 40.

Evolución mensual de atenciones

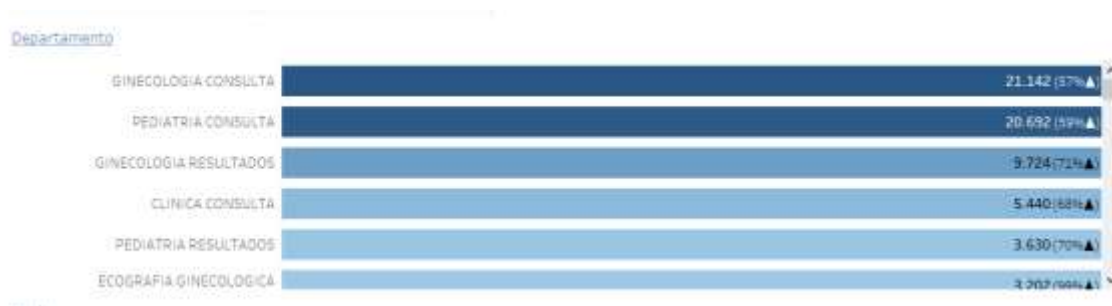


Nota: Elaboración propia

En la segunda parte de los gráficos, se muestra un gráfico de barras con los departamentos, como se ve en la figura 41; que pueden ser todos o los que correspondan a los filtros aplicados en la parte superior. En cada barra se tiene el nombre del departamento y el número total de consultas atendidas en el período de tiempo definido en la parte superior, y entre paréntesis, su variación con respecto al año pasado.

Figura 41

Gráfico de barras de departamentos



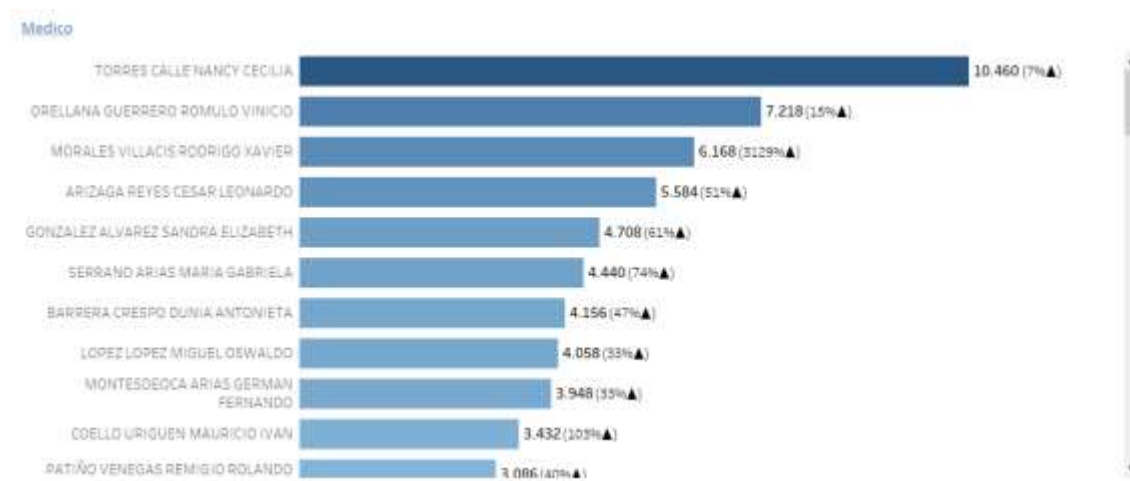
Nota: Elaboración propia

El tercer gráfico muestra el detalle de los médicos, que corresponden a los departamentos. En el tablero inicialmente se muestra el gráfico que representa a todos los médicos, y esto cambia según el departamento que se elija ya sea en los filtros o en el gráfico superior.

Cuando se elige un médico también se aplica como filtro para los demás gráficos del tablero; en la figura 42 se muestra el gráfico de médicos..

Figura 42

Gráfico de barras de los médicos tratantes.



Nota: Elaboración propia

Los dos gráficos finales se muestran en orden de mayor a menor atenciones médicas y es importante destacar que al pasar el cursor sobre cada uno de los gráficos se puede ver información adicional.

3.3 Validación y corrección de tableros

Una vez finalizado el tablero, fue entregado a la jefe del área de consulta externa para realizar las pruebas y valorar que cumple con las necesidades planteadas inicialmente.

Luego de la validación del tablero no se tienen observaciones por parte de la jefatura del área, ya que dicho tablero cumple con las expectativas del área y presenta una correcta visualización de la información del área, siendo además de fácil interpretación; que a su vez aporta de forma adecuada y oportuna para ayudar en la toma de decisiones.

Una vez cumplidos con todos los pasos descritos, el tablero queda definido y aprobado; este se actualizará en Tableau diariamente.

CAPÍTULO V

RESULTADOS Y CONCLUSIONES

Resultados

Luego de la implementación del sistema de BI en el área de consulta externa del hospital, se pueden evidenciar claras mejoras en el manejo de la misma, que permitirán plantear cambios importantes en la administración del área.

Antes del proyecto la elaboración de informes, del funcionamiento mensual del área, era muy compleja y tardía, teniendo como resultado final reportes estáticos, limitados y sin opciones de filtros.

El proceso iniciaba con la solicitud verbal o vía correo electrónico de la información transaccional del área de consulta externa al departamento de TI; posteriormente, cuando esta información se entregaba, una persona debía dedicarse varios días, entre 5 y 7, tiempo completo a realizar la tabulación manual de la información en hojas de cálculo.

Con la implementación del BI, que tiene como hito de final el tablero de consulta externa, este tiempo se reduce completamente ya que el tablero estará disponible y visible de forma permanente en la herramienta de visualización del grupo (Tableau), y la información se mantendrá actualizada de manera automática y se podrán aplicar diferentes filtros, de modo que con el mismo tablero se puedan realizar diferentes análisis.

La principal variable medida durante la elaboración del proyecto de fin de máster, fue el tiempo que toma la elaboración de los reportes, previo a la implementación del BI y posterior a esta.

En la figura 43 se muestra el cálculo del tiempo en minutos del método inicial para generar los reportes, tomando como promedio 7 días, dedicando 8 horas laborables, en contraste con la revisión de los gráficos que se tienen en el tablero luego de la implementación, la misma que puede llegar a tardar 1 hora de análisis.

Figura 43

Tiempo en minutos para obtener el indicador



Nota: Elaboración propia

Anteriormente no era posible realizar un análisis comparativo con los mismos períodos del año anterior, o un análisis evolutivo de la cantidad de pacientes atendidos en consulta externa a lo largo del tiempo, ya que incorporar la información histórica era complejo, debido a que la tabulación se vuelve demorada y difícil, por la cantidad de información que se tenía que trabajar de forma manual, por este motivo solo se contaba con la información del último mes finalizado.

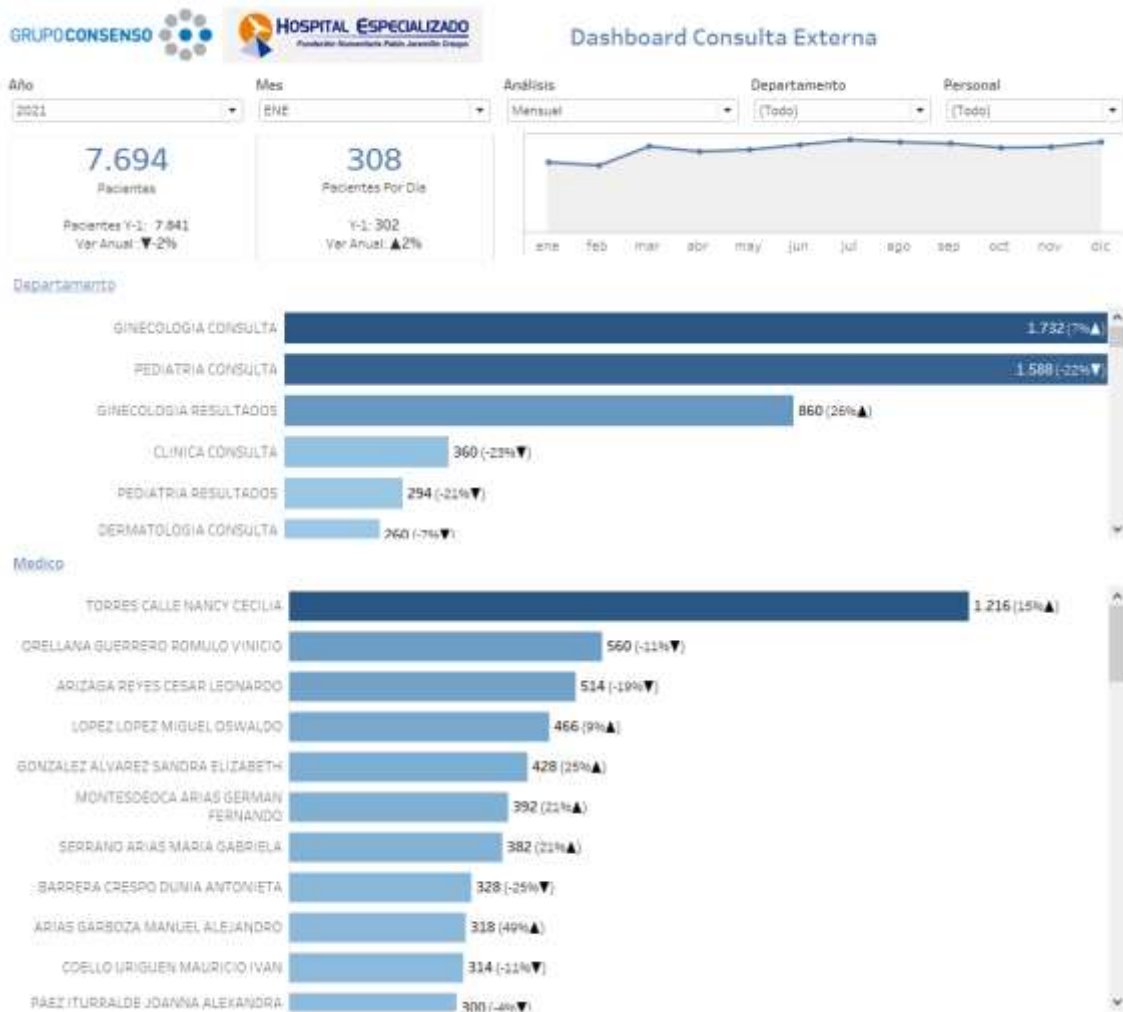
Con el sistema de BI se extrae toda la información registrada en la base de datos a partir del año 2019, ya que la información con más antigüedad no es de relevancia para el análisis; por tanto, el tablero se elabora con la información histórica y actual, permitiendo realizar tanto análisis comparativos entre períodos de tiempo, tanto como evolutivos a lo largo del tiempo.

Al incluir la comparación de la información de un año respecto al mismo período del año pasado, y tener calculada la variación (el porcentaje en el que se diferencia el año en curso respecto al anterior), se puede validar cómo ha evolucionado cada especialidad o médico en este lapso de tiempo, y que mes del año tiene mayor o menor concurrencia en alguna especialidad. Esto no se podía realizar con los reportes manuales por falta de información y en caso de ser necesario se debería volver a procesar los datos de una manera diferente para este análisis.

En la figura 44 se puede ver la pantalla inicial del Dashboard de consulta externa del hospital, con los filtros, total de pacientes atendidos, promedio de pacientes por día, además estos mismos valores del año anterior al presentado, y la variación respecto al año pasado, también se incluye una gráfica anual de la evolución en atención basada en el número de pacientes atendidos en cada mes del año seleccionado para el análisis. También se puede ver la cantidad de pacientes atendidos por cada departamento y por cada médico.

Figura 44

Dashboard de consulta externa.



Nota: Elaboración propia.

Cabe destacar que, cuando se aplica uno o más filtros, la información de todo el tablero se afecta y se modifican los gráficos según los filtros elegidos.

En la figura 45, se muestra un ejemplo aplicando los filtros de año, mes y análisis, además en la sección de departamentos se selecciona “Pediatria Consulta”. Aquí se ve que se actualizan los valores de la cabecera, y en la sección de médicos se presentan sólo aquellos que pertenecen a este departamento.

Figura 45

Dashboard aplicando filtros



Nota: Elaboración propia

Con la elaboración del tablero se tiene una visión más amplia sobre el estado actual y la evolución del área de consulta externa; y se pueden detectar problemas importantes como:

Necesidad de redistribución de horarios: Evidencia las horas más solicitadas por los pacientes de una misma especialidad, y de esta manera se pueden modificar los horarios de atención de algunos médicos para abastecer en momentos de gran demanda.

Necesidad de redistribución de infraestructura: cada especialidad utiliza un espacio físico en la infraestructura del hospital, y con el nuevo sistema se puede evidenciar que especialidad tiene más pacientes para asignarle un mayor espacio y así mismo disminuir el espacio de especialidades que no son tan concurridas.

Validación de la atención médica y carga de pacientes: se puede validar si un médico tiene sobrecarga de pacientes o por lo contrario tiene muy pocos pacientes y demasiadas horas de atención asignadas.

Verificar si el número de médicos es el indicado: se verifica si el número de médicos por cada especialidad es óptimo, según la carga de pacientes que tienen que atender, en caso de que se evidencie la necesidad se puede contratar o prescindir del personal según la demanda de atención por especialidad.

Análisis de nuevas especialidades: será posible validar su evolución desde que son implementadas, y realizar el seguimiento para impulsarlas de la manera adecuada.

Medición de cada médico y su desempeño: se puede verificar la cantidad de pacientes que está atendiendo diariamente.

Conclusiones

La implementación del sistema de BI en el área de consulta externa del hospital cumple en su totalidad con el propósito de ayudar en la toma de decisiones importantes y oportunas, ya que permitirá visualizar los problemas que antes no se podían detectar.

Se puede tener una visión completa de la evolución del área, ya sea en general, por especialidad o por médico; siendo que la información que se visualiza en los tableros sirve para realizar análisis en todos los niveles. Desde la parte estratégica se puede validar la evolución del área a través del tiempo; a nivel táctico se evaluará la evolución de cada especialidad y a nivel operativo cada médico puede ver su propia evolución en la atención de pacientes a lo largo del tiempo.

Los indicadores de mayor importancia en el área de consulta externa son *productividad* y *calidad*, ya que estos muestran un panorama general del estado del área.

Se define el indicador de *productividad* como el más aceptable para la implementación, ya que tiene toda la información en su sistema transaccional y esta sirve para su diaria actualización.

Inicialmente se consideró implementar también el indicador de calidad, pero no fue posible, debido a que la base de datos no cuenta en todos los casos con el tiempo real utilizado para

cada consulta, pues no todos los médicos registran el tiempo de inicio y finalización de cada consulta de forma adecuada y algunos ni siquiera lo registran.

La implementación del BI y su posterior visualización en Tableau, reduce notoriamente el tiempo de obtención del indicador y del análisis de la información del área, ya que la información está disponible y actualizada diariamente.

Quienes están encargados del área de consulta externa pueden detectar fácilmente posibles problemas actuales y pasados para tomar decisiones oportunas y evitar que se repitan a futuro.

Con la implementación se optimizan recursos, pues el tiempo de la persona encargada de la tabulación de la información transaccional del área puede ser utilizado en tareas más significativas, ya que al tener el indicador actualizado diariamente no necesita realizar este proceso cada mes.

No es necesario esperar que el mes finalice para contar con la información que alimente este indicador, ya que esta se está replicando constantemente en Exasol.

Quedan muchas áreas e indicadores por implementar dentro de una solución de BI completa, para optimizar la gestión del hospital.

Luego de la investigación en el estado del arte es notorio que las soluciones de Business Intelligence en el área de salud están muy poco documentadas, lo que lleva a pensar que son pocas las implementaciones de este tipo.

Referencias

- Acosta, V. M. (2019, 17 mayo). Descubre la principal diferencia entre Data Mart y Data warehouse. Canal Informática y TICS. <https://revistadigital.inesem.es/informatica-y-tics/diferencia-entre-data-mart-y-data-warehouse/>
- Aguilar, F. V. (2018). Transformación digital: del lifting a la reconversión. *Revista Tecnología, Ciencia y Educación*, (10), 135-143.
- Alestra, S. (2017). 10 beneficios de contar con herramientas de colaboración online. Alestra Blog. <http://blog.alestra.com.mx/10-beneficios-de-contar-con-herramientas-de-colaboraci%C3%B3n-online>
- Arnaudo, M. F., Lago, F. P., & Bandoni, J. A. (2020). Toma de decisiones en el sistema de salud: aportes interdisciplinarios desde la Economía de la Salud y la Ingeniería de Sistemas de Procesos. *Ensayos de Economía*, 30(56), 136–150. <https://doi.org/10.15446/ede.v30n56.78681>
- Cómo medir la transformación digital. (2019b). OECD iLibrary. <https://doi.org/10.1787/af309cb9-es>
- ¿Cuáles son las ventajas de utilizar herramientas colaborativas?* (2018, 5 diciembre). Sewan. Recuperado 23 de enero de 2022, de <https://www.sewan.es/ventajas-herramientas-colaborativas/>
- Datos, información, conocimiento. (s. f.). <https://www.sinnexus.com/>. Recuperado 29 de febrero de 2022, de https://www.sinnexus.com/business_intelligence/piramide_negocio.aspx
- Dedić, N., & Stanier, C. (2017). Measuring the success of changes to Business Intelligence solutions to improve Business Intelligence reporting. *Journal of Management Analytics*, 4(2), 130–144. <https://doi.org/10.1080/23270012.2017.1299048>
- Dedić, N., & Stanier, C. (2017). Measuring the success of changes to Business Intelligence solutions to improve Business Intelligence reporting. *Journal of Management Analytics*, 4(2), 130-144. <https://doi.org/10.1080/23270012.2017.1299048>
- Emilio, N. (s. f.). ¿Qué es ELT y cuáles son sus diferencias con ETL? BI Smart. <http://blog.bismart.com/que-es-elt-diferencias-etl>

Google Cloud. (s. f.). Cloud Computing Services |. <https://cloud.google.com/>

Mettler, T., & Vimarlund, V. (2009). Understanding business intelligence in the context of healthcare. *Health Informatics Journal*, 15(3), 254–264. <https://doi.org/10.1177/1460458209337446>

Montejo, Y. C., & Sousa, H. P. (2021). Gestión documental, Gestión de información y Gestión del conocimiento: nociones e interrelaciones. *Bibliotecas. Anales de investigación*, 222-227.

Mora, G. (2018). Siglo XXI economía de la información: gestión del conocimiento y Business Intelligence, el camino a seguir hacia la competitividad. *SIGNOS - Investigación en sistemas de gestión*, 10(2), 161–174. <https://doi.org/10.15332/s2145-1389.2018.0002.09>

Moreno, J. M. (2018, 23 abril). *Diferencias entre OLTP y OLAP*. PC Solución. <https://pc-solucion.es/2018/04/23/diferencias-entre-oltp-y-olap/>

Palacios-Tapia, J. A., Medina, E. H., Ochoa-Crespo, J. D., & Torres-Palacios, M. M. (2020). Business Intelligence aplicado al sector Salud. *Revista Arbitrada Interdisciplinaria Koinonía*, 5(3), 622. <https://doi.org/10.35381/r.k.v5i3.914>

¿Qué es cloud computing? |. (s. f.). Google Cloud. Recuperado 25 de julio de 2022, de <https://cloud.google.com/learn/what-is-cloud-computing?hl=es#:~:text=Definici%C3%B3n%20de%20cloud%20computing,%C3%BAnicamente%20por%20los%20que%20usen.>

¿Qué es el almacenamiento en la nube? (2018). RedHat. <https://www.redhat.com/es/topics/data-storage/what-is-cloud-storage#:~:text=Existen%20tres%20tipos%20de%20nubes,%3A%20p%C3%ABlica%2C%20privada%20e%20h%C3%ADbrida.>

¿Qué es el Internet de las cosas (IoT)? (s. f.). Oracle México. <https://www.oracle.com/mx/internet-of-things/what-is-iot/>

¿Qué es Pentaho y cuáles son sus beneficios? (s. f.). ¿Qué es Pentaho y cuáles son sus beneficios? Recuperado 25 de julio de 2022, de <https://www.itop.es/blog/item/que-es-pentaho-y-cuales-son-sus-beneficios.html>

Rodríguez, A., & Bernal, E. (2019). Gestión de la información cuantitativa en las universidades, Pistas para su abordaje en la era de la sobreinformación. Bogotá DC: Universidad Nacional de Colombia.

Rodríguez Parrilla, J. M. (2014). Cómo hacer inteligente su negocio.

Silva Peñafiel, G. E., Zapata Yáñez, V. M., Morales Guamán, K. P., & Toaquiza Padilla, L. M. (2019). Análisis de metodologías para desarrollar Data Warehouse aplicado a la toma de decisiones. *Ciencia Digital*, 3(3.4.), 397-418. <https://doi.org/10.33262/cienciadigital.v3i3.4.922>

Sparapani, J., & Pratt, M. K. (2021, 17 junio). Transformación digital. *ComputerWeekly.es*. <https://www.computerweekly.com/es/definicion/Transformacion-digital>

Stark, K. (2021, 7 junio). Cubos OLAP de información para la toma de decisiones. *Evaluando Software*. <https://www.evaluandosoftware.com/cubos-olap-informacion-la-toma-decisiones/>

Tableau: Business Intelligence and Analytics Software. (2022). Tableau. <https://www.tableau.com/>

The analytics database. (2022). Exasol. <https://www.exasol.com/>

Unir, V. (2021, 8 octubre). 7 herramientas de Business Intelligence indispensables. UNIR. <https://www.unir.net/ingenieria/revista/herramientas-business-intelligence/>