

**PROPUESTA DE UN MODELO DE LA BASE DE DATOS DEL ÁREA DE
TRANSMISIÓN DE LA EMPRESA MOVISTAR**

MONICA MORENO CASTRO

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS

FACULTAD DE INGENIERÍA DE TELECOMUNICACIONES

BOGOTÁ D. C.

2015

**PROPUESTA DE UN MODELO DE LA BASE DE DATOS DEL ÁREA DE
TRANSMISIÓN DE LA EMPRESA MOVISTAR**

Presentado Por:

**MONICA MORENO CASTRO
2108466**

Proyecto para optar el Título de Ingeniera de Telecomunicaciones

Dirigido por:

INGENIERA ANGELA TATIANA ZONA ORTIZ, PhD

UNIVERSIDAD SANTO TOMAS

FACULTAD DE INGENIERÍA DE TELECOMUNICACIONES

BOGOTÁ D. C.

2015

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	5
1 PROYECTO.....	8
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	8
1.2 JUSTIFICACION	9
1.3 OBJETIVOS.....	11
1.3.1 Objetivo general	11
1.3.2 Objetivos específicos.....	11
1.4 METODOLOGÍA.....	12
2 CONCEPTOS Y DISEÑO DE BASES DE DATOS	14
2.1 DISEÑO CONCEPTUAL	19
2.1.1 ER (Entidad-relación)	20
2.1.2 UML (Lenguaje unificado de modelado).....	22
2.2 DISEÑO LOGICO.....	29
2.2.1 NORMALIZACION	31
2.3 DISEÑO FISICO.....	33
3 DATOS DE LA RED DE TRANSMISIÓN DE MOVISTAR.....	37
4 CONSOLIDACIÓN DE LOS DATOS DE LA RED DE MOVISTAR.....	43
4.1 CLASIFICACION DE DATOS	44
4.2 CASOS DE APLICACIÓN DE LA CLASIFICACIÓN.....	55
4.3 VALIDACIÓN DE DATOS.....	56
5 DATOS CRÍTICOS PARA LA OPERACIÓN DE LA RED DE TRANSMISIÓN DE MOVISTAR	59
5.1 MARCO LEGAL	59
5.1.1 Contraprestaciones pagadas por el operador por el uso del espectro	60
5.1.2 CNABF.....	65
5.2 CONTRAPRESTACIÓN CANCELADA POR MOVISTAR	67
6 PROPUESTA MODELO DE LA BASE DE DATOS DEL ÁREA DE TRANSMISIÓN DE LA EMPRESA MOVISTAR.....	72
6.1 REQUISITOS.....	72
6.2 DIAGRAMA ER.....	73
6.3 DIAGRAMAS UML	78

6.3.1	DIAGRAMA DE CASOS DE USO.....	79
6.3.2	DIAGRAMA DE SECUENCIA.....	81
6.3.3	DIAGRAMA DE CLASES	85
6.4	NORMALIZACION	88
6.5	DIAGRAMA RELACIONAL LÓGICO	92
6.6	PRUEBAS DEL MODELO EN SQL	96
6.6.1	CREACIÓN DE VISTAS.....	100
7	CONCLUSIONES	103
8	BIBLIOGRAFIA	105
	INDICE DE FIGURAS	106
	INDICE DE TABLAS.....	108

INTRODUCCIÓN

En la actualidad las empresas manejan un gran volumen de datos sobre sus sistemas y funcionamiento gracias a la tecnología. Sin embargo, estos datos por sí solos no representan una ventaja para la empresa, la ventaja se evidencia en la relación de estos datos para generar información que facilite la toma de decisiones. La pregunta es ¿Cómo generar esta información de manera eficiente y sencilla para el usuario?, en este trabajo se presenta una propuesta de modelo para la base de datos de la red de transmisión de Movistar.

Los posibles impactos de esta propuesta serían reducir el volumen de datos almacenados, facilitar la presentación de informes, generar planes de mantenimiento y legalización de la red, facilitar la toma de decisiones relacionadas con el despliegue de la red y optimizar los tiempos de los ingenieros del área de transmisión.

La problemática evidenciada en el área de Transmisión de Movistar se basa en la diversidad de fuentes de consulta para los datos relacionados con la red de Transmisión. Hecho que genera que los datos sean recolectados y validados a medida que se piden los informes del área.

Uno de los informes más importantes que tiene que presentar el área, es el formato de descripción de redes solicitado por el MinTIC, su importancia radica en que éste informe da la legalidad a cada uno de los enlaces de la red de transmisión y condiciona su operación. Dicho informe se debe presentar en los primeros meses del año; se ha evidenciado, mediante la experiencia, que al existir diversidad de fuentes los datos muestran inconsistencias, lo que hace necesaria su validación, de manera que la elaboración del informe resulta compleja y requiere tiempo adicional a las labores diarias del personal del área.

El diseño del presente modelo permite la creación de una Base de Datos, como una única fuente para analizar, validar y generar la información sobre la totalidad

de la red de forma eficiente. Para la realización de la propuesta es necesario revisar y profundizar en los conocimientos básicos de una Base de Datos y el proceso de diseño de la misma, identificando diferentes diagramas que facilitan el diseño y la implementación de la Base de Datos.

Este conocimiento permite establecer los requisitos de la Base de Datos. El establecimiento de estos requisitos inicia con la identificación de los datos pertenecientes a la red de Transmisión de Movistar y su origen. Después de esto se realiza una consolidación de la totalidad de los datos de la red en un archivo de Excel, generando categorías para los datos que puedan tener características similares. Con base a dichas categorías se identifican posibles consultas y relaciones entre los datos, las cuales permiten obtener información adicional sobre la red de Transmisión de Movistar. Para finalizar se identifican los datos críticos que generan un impacto negativo para la empresa, dicho impacto es ejemplificado con el cálculo económico que debe cancelar Movistar anualmente para la legalización de su red.

Conociendo los requisitos, los datos de la red, su origen e impacto, se hace la propuesta del modelo. En esta propuesta se organizan y agrupan los datos mediante algunos diagramas de diseño, que facilitan generar el diagrama relacional lógico que identifica las tablas de la Base de datos que se implementa en SQLServer.

Con el diseño y prueba del modelo propuesto, se calcula una reducción del 85% de los datos almacenados de la Red de Transmisión de Movistar. Esta prueba facilita el manejo de los datos mediante vistas predefinidas, reduciendo el tiempo de consulta y recolección de la información. Esto podría evidenciarse en la presentación del formato descripción de redes, exigido por el Ministerio de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones anualmente.

El alcance de este trabajo es una prueba del modelo de la Base de Datos en SQL, del diagrama de datos, resultado de los diagramas del diseño ER, diagrama de casos de uso, diagrama de secuencia, diagrama de clases y diagrama relacional lógico.

1 PROYECTO

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En el año 2012 el grupo español Telefónica, mediante la empresa Movistar en Colombia, adquiere la totalidad de acciones de la empresa Telecom (Colombia Telecomunicaciones S.A.) con el fin de unificar servicios de las redes fija (Telecom) y Móvil (Movistar) (Portafolio, 2015). Esta fusión busca posicionar a Movistar como una de las empresas de Telecomunicaciones más grandes del país.

Actualmente Movistar se encuentra en un proceso de transformación para convertirse en una *Telco Digital*, que se adapte fácilmente a los constantes cambios y necesidades de los clientes (Telefonica Colombia, 2015). Ésta transformación consiste en el uso de herramientas tecnológicas que permitan facilitar los procesos de gestión, ayudando a conseguir los objetivos de la empresa.

Debido al gran tamaño de las empresas antes de la fusión, no se ha podido completar el proceso de unificación por lo que los datos se encuentran distribuidos en diferentes fuentes, haciendo que las áreas que generan información relacionada con la gestión, procesos administrativos y regulatorios sobre la red de transmisión Nacional de Movistar deban consultar cada una de las fuentes. Situación que ha generado dificultades en el acceso a los datos, percibiendo baja eficiencia en la ejecución de procesos, posible pérdida, duplicidad o falsedad en los datos.

Para el área de Transmisión de la empresa Movistar es de vital importancia tener unificados los datos relacionados con los enlaces en servicio de la empresa a nivel Nacional, debido a que existen entidades encargadas de velar por el cumplimiento de los requerimientos legales, las cuales controlan la información

entregada por los proveedores de servicios de Telecomunicaciones. Por esta razón es necesario establecer los requerimientos para esquematizar un sistema de almacenamiento de datos y gestión de información, que permita el acceso y las consultas de manera eficiente para ejecutar satisfactoriamente procesos administrativos, de gestión y regulatorios necesarios para garantizar la respuesta efectiva del área de transmisión a las necesidades de Movistar.

Teniendo en cuenta la problemática expuesta se plantea la siguiente pregunta de investigación: ¿Cómo se puede hacer que los datos de la red de Trasmisión de la empresa Movistar, sean veraces y permitan el manejo eficiente de la información en los procesos propios del área de Trasmisión?

1.2 JUSTIFICACION

El MinTIC (Misterio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones) tiene la obligación de vigilar y controlar el correcto funcionamiento de los diferentes proveedores de servicios de Telecomunicaciones en Colombia, garantizando el cumplimiento del marco legal establecido y promoviendo una sana competencia e igualdad en el sector.

Cada uno de los proveedores debe adquirir el derecho al uso del espectro radioeléctrico, debido a que los espacios libres en el espectro radioeléctrico son limitados y éste es un recurso que se debe administrar correctamente. Para adquirir los derechos sobre las frecuencias, cada uno de los proveedores debe participar en el proceso de selección objetiva ofrecido por el MinTIC donde se solicita el derecho al uso de las frecuencias.

Adicionalmente una vez adquirido el derecho sobre las frecuencias los proveedores deben cancelar un monto económico sobre dicho derecho, el cual va de la mano con la presentación de la información específica sobre las características de los enlaces que utilizan las frecuencias.

Dentro de la empresa Movistar el proceso de adquisición y mantenimiento de las frecuencias se realiza anualmente, y requiere la entrega de los datos de cada uno de los enlaces proyectados o en servicio. Debido a la problemática expuesta, este proceso implica la validación y recolección, uno a uno de los datos, tomando aproximadamente dos semanas afectando la entrega de la información solicitada por el MinTIC.

Una correcta recolección de los datos garantiza que Movistar cancele el valor legalmente definido, permite una actualización para el MinTIC de los enlaces a nivel Nacional y evita el pago de multas debido a la falsedad de los datos presentados.

El Ministerio realiza una constante vigilancia sobre los proveedores y si existen enlaces en servicio por los cuales no se está cancelando el derecho, el gobierno tiene la capacidad de retirar el derecho al uso de las frecuencias y ofrecer las frecuencias a otro proveedor. Igualmente si existen enlaces fuera de servicio, pero registrados frente al MinTIC, se genera un aumento en el CAPEX (CAPital EXpenditures; inversiones de capital que generan beneficios) de la empresa ya que por un enlace se cancela entre \$5'000.000 y \$20'000.000 anuales.

El diseño de un modelo para la Base de Datos, facilita la recolección de los datos relacionados al área de Transmisión, garantizando que no exista duplicidad en los datos, se tiene la seguridad de su validez y constante actualización y hace más eficiente el proceso de presentación de la información al MinTIC.

A largo plazo, tener los datos organizados facilitaría el reemplazo de equipos obsoletos en la red, procesos de migración a fibra óptica, diseño de nuevos enlaces, generación de informes técnicos o económicos sobre los enlaces en servicio, diseño de soluciones de emergencia, actualización de inventarios y diferentes procesos internos en el área de Transmisión de Movistar.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo general

Proponer un modelo de base de datos para el área de Transmisión de la empresa de Telecomunicaciones Movistar en Colombia, que pueda soportar el diseño de un sistema de información, basado en la consolidación, validación y verificación de las fuentes y datos existentes, sus relaciones, necesidades legales y de gestión dentro del área.

1.3.2 Objetivos específicos

- Identificar los datos relacionados con la red Móvil de Transmisión de Movistar en Colombia, sus fuentes y posibles orígenes dentro de la empresa.
- Consolidar y validar los datos de la red de Transmisión en un único archivo que permita su consulta y que contenga la información de la fuente original.
- Identificar los datos críticos por su posible impacto económico o legal en la empresa y su veracidad.
- Establecer la información y sus relaciones mediante una estructura relacional, identificando los requerimientos para un sistema de información.

1.4 METODOLOGÍA

La metodología se ha dividido en 7 pasos como se muestra en la Figura 1. El punto de partida es la identificación de la problemática (vea 1.1), luego se recorren 7 pasos divididos en dos fases, para llegar a la elaboración de la propuesta de un modelo de Base de Datos.

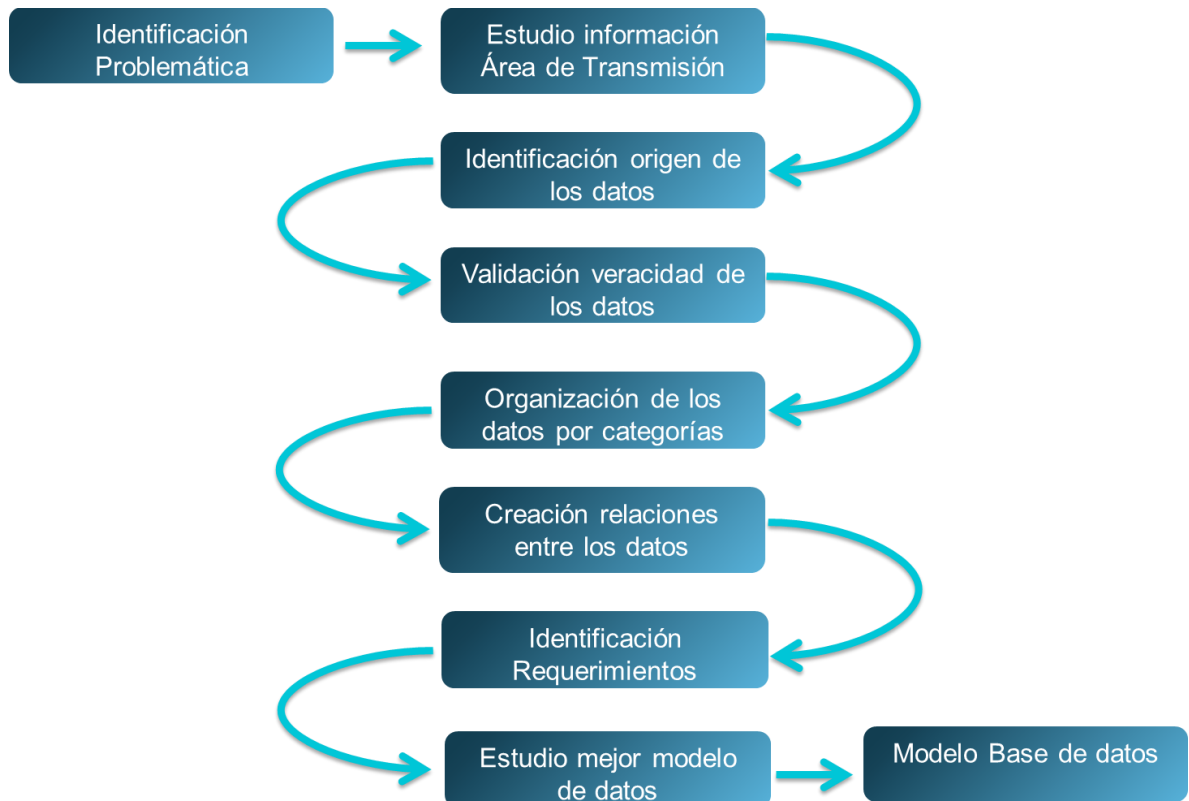


Figura 1. Metodología del Proyecto

En la primera fase se realizan los tres primeros pasos, estos pasos son: el estudio de información del Área de Transmisión, que consiste en identificar cuáles son los datos pertenecientes a la Red de Transmisión de Movistar; La identificación del origen de los datos, que se realiza mediante la caracterización de los procedimientos y personas encargadas de la generación de los datos; Y finalmente, la validación de los datos, la cual permite identificar la forma correcta para validarlos.

La segunda fase consta de los siguientes tres pasos: Clasificación de los datos por categorías, teniendo en cuenta un atributo similar en los datos agrupados; Creación de relaciones entre los datos, esto incluye la relación entre las categorías establecidas anteriormente; Y la identificación de los requerimientos, con base a la información que el área de Transmisión desea obtener.

Para finalizar con el estudio del modelo, el cual debe responder a los requerimientos de información del área de Transmisión.

2 CONCEPTOS Y DISEÑO DE BASES DE DATOS

Para definir el concepto de base de datos es necesario aclarar algunas definiciones con el fin de facilitar su comprensión, tales como: dato, datos estructurados, información y sistema de información.

Un dato se considera cualquier número, letra o símbolo que representa una variable cualitativa o cuantitativa de un suceso o elemento físico. Los datos según quien los identifique pueden ser objetivos o subjetivos, pero por sí solos no generan ningún parámetro para la toma de decisiones.

Los datos estructurados son, variables que permiten recolectar varios valores simultáneamente, estos datos estructurados se clasifican dependiendo si dichos valores o datos son de igual o diferente tipo.

Información se define como un conjunto de datos que describen aspectos específicos sobre un sujeto o sistema. Esta se obtiene gracias a la organización y procesamiento de datos en base a cierta característica que permite transmitir un mensaje específico. De modo que permita el análisis de los datos en un contexto determinado para facilitar la toma de decisiones. Siendo así la información una serie de datos relacionados entre sí, es decir, que pueden asociarse por un atributo específico. (Reinosa, 2012)

Un sistema de información es un conjunto de herramientas y elementos que permiten recolectar, procesar y almacenar datos, sirven de apoyo en la toma de decisiones de una organización. Al ser el conjunto completo de elementos, se dice que el sistema de información contiene la entrada, proceso y salida de información. Una de las herramientas usadas en el sistema de información, para el manejo de datos es la Base de Datos, que se encarga del almacenamiento de los datos y la información.

Una Base de Datos se define como el conjunto de datos almacenados en forma masiva y permanente. El objetivo principal de una Base de Datos es evitar redundancia de datos, sin embargo, tener una Base de Datos solo tiene sentido si los usuarios pueden acceder fácilmente a los datos y trabajar con ellos. Existen varios tipos de Base de Datos, algunas de las más importantes son: (Silberschatz, 2010)

- **Jerárquica:** llamada así por su estructura jerarquía, organizada de forma descendente. La estructura tiene un nodo padre (raíz) del cual se van desprendiendo nodos hijos, que a la vez tiene más ramificaciones hasta llegar a un último nivel, en el cual los hijos no tienen descendencia (hojas). Todos los nodos están relacionados con sus antecesores en uno o más datos (Figura 2).

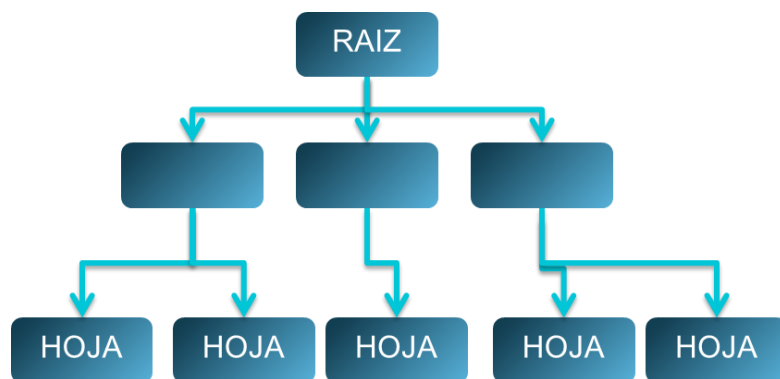


Figura 2. Estructura Base de Datos Jerárquica

- **En red:** En este caso un registro puede estar relacionado como hijo (miembro) con varios padres (propietario). Todos los registros están conectados entre sí por medio de enlaces. Este modelo es una variación del modelo jerárquico que está construido con el concepto de múltiples nodos hijos pero un solo nodo padre, mientras en el modelo de red los nodos hijo pueden estar conectadas a varios nodos padre (Figura 3).

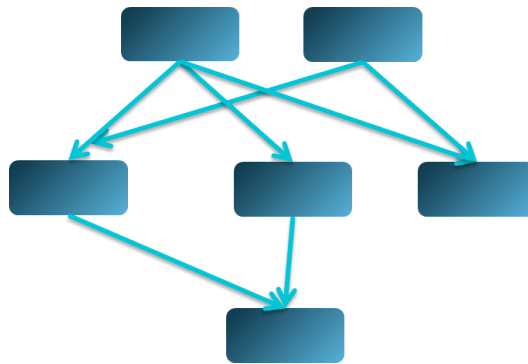


Figura 3. Estructura Base de Datos en red

- **Relacional:** Este modelo organiza los datos en tablas y se caracteriza por crear relaciones entre los registros de las tablas. En esta Base de Datos, la forma en que se almacenan los datos no tiene relevancia, por lo que el diseño se puede extender fácilmente gracias a la organización de los datos en categorías predefinidas. Las filas de las tablas representan cada uno de los registros, los cuales tienen el mismo formato. Y las columnas corresponden a los atributos de dichos registros (Figura 4). La principal ventaja es que compacta, organiza y ordena la información. Permitiendo consultas de forma más sencilla. Una tabla tiene un número fijo de campos y cada campo debe ser único pero puede tener un conjunto de valores posible.

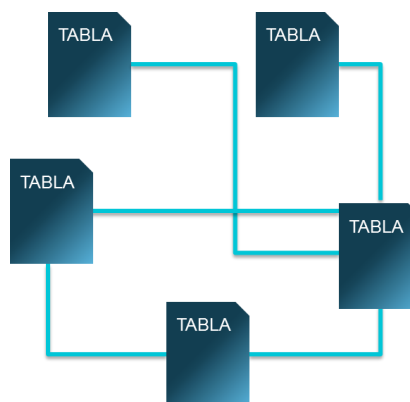


Figura 4. Estructura Base de Datos Relacional

El diseño de la Base de Datos es el proceso que permitirá la implementación de una Base de Datos, la cual debería satisfacer los requerimientos de un Sistema de Información. Este proceso consiste en definir la estructura física y lógica de la Base de Datos con base a las necesidades de información que desea recuperar el Sistema. (Casas Roma, 2014)

La importancia del diseño de la Base de Datos radica en la definición de los datos que serán almacenados, la forma en que se almacenaran y la relación que existirá entre ellos. La selección de los datos depende de las posibles solicitudes de información de los usuarios.

Según la interacción con la Base de Datos, se pueden definir varios perfiles (Reinosa, 2012):

- **Administrador de la Base de Datos:** Es quien genera los privilegios de acceso a la Base de Datos para garantizar la seguridad de la información, monitorea el uso de la Base de Datos, adquiere y selecciona los recursos software y hardware necesarios.
- **Programador de aplicaciones:** Es el encargado del diseño del Sistema de Información, con todas las consultas y reportes que se generan de la Base de Datos.
- **Usuario:** Es quien accede al Sistema de Información y realiza consultas, actualizaciones e informes sobre los datos almacenados, sin tener contacto con el funcionamiento técnico de la Base de Datos.

De estos perfiles quien debe encargarse del diseño de la Base de Datos es el administrador, quien consulta al usuario. El diseño de la Base de Datos contempla 5 de etapas (Figura 5), las cuales van desde la recolección de los datos hasta la implementación completa de la Base de Datos.

La primera etapa es la recogida y análisis de requisitos, donde se realiza la recolección de todos los requisitos, consultas y restricciones que debe tener la Base de Datos. Para esta etapa es necesario conocer las necesidades, aplicación y uso que le dará cada uno de los usuarios a la Base de Datos, teniendo en cuenta la información que necesita obtener de ella.

La segunda etapa es el diseño Conceptual, dónde se analizan los requisitos recolectados, para identificar la información que debe ser obtenida del Sistema de Información. En esta etapa se realiza un esquema gráfico de los datos que son necesarios para la Base de Datos y sus relaciones.

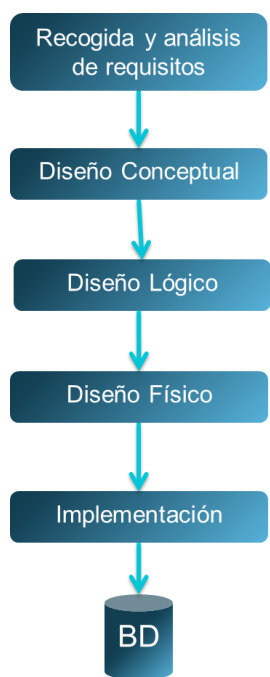


Figura 5. Proceso de Diseño de una Base de Datos

La tercera y cuarta son el diseño Lógico y el diseño físico. En el diseño lógico se define qué tipo de Base de Datos se implementará, es decir la estructura del modelo de datos a utilizar. Y en el diseño Físico se selecciona un SGBD específico, teniendo en cuenta el Hardware en el cual será almacenada la Base de

Datos para que soporte correctamente el SGBD. Algunos ejemplos de SGBD son: Oracle Database, Mysql, y SQL server.

Finalmente en la etapa de implementación se realiza la carga de todos los datos a la Base de Datos. En esta etapa se pueden realizar ajustes y correcciones por problemas detectados.

En el caso de las etapas de diseño conceptual, lógico y físico, es necesario profundizar, ya que se componen de una serie de modelos que se deben establecer. (Sosa Flores, 2007)

2.1 DISEÑO CONCEPTUAL

Este diseño consiste en representar los requisitos mediante un esquema gráfico. Que busca definir la estructura de la información, sin tener en cuenta el tipo de Base de Datos ni el SGBD que se utilizara en las fases siguientes del diseño.

Para el diseño conceptual de la Base de Datos existen dos metodologías, las cuales sirven para plasmar los requisitos en un esquema gráfico: la metodología centralizada y la metodología de integración de vistas.

En la metodología centralizada se unifican los requisitos de los usuarios y se realiza un único diseño para la Base de Datos. En la integración de vistas se realiza un esquema (vistas) para cada conjunto de requisitos, de cada uno de los usuarios de la Base de Datos. Posteriormente se evalúan todas las vistas y se fusionan para generar un diseño general.

La presente propuesta se basa en un diseño conceptual mediante la metodología centralizada. Debido a que la metodología de integración incluye una fase adicional de validación de cada una de las vistas, y esta requiere unas herramientas de evaluación adicionales (Casas Roma, 2014).

Para el diseño conceptual, existen diferentes modelos de datos que permiten modelar y organizar los requisitos y restricciones que debe tener la Base de Datos, mediante diagramas. Entre los diagramas de datos más utilizados se encuentran ER, UML y ORM.

2.1.1 ER (Entidad-relación)

Es un modelo de datos que permite representar el mundo real por medio de un lenguaje gráfico. Este modelo permite identificar las entidades relevantes y las relaciones entre ellas (Figura 6). Los elementos básicos de este modelo son:

- **Entidad:** Es la representación de cualquier “cosa” u “objeto” del mundo real que se diferencia de otro, incluso siendo del mismo tipo de “objeto”. Una entidad se describe por medio de sus características o atributos.
- **Atributo:** Es una característica que define o identifica una entidad y especifica las propiedades de la misma. Cada entidad está conformada por uno o más atributos, pero cada atributo debe ser único dentro de una entidad. El atributo que es único dentro de las entidades se llama clave de la entidad, sin embargo, si existen entidades del mismo tipo con atributos en común, cada atributo debe tener un valor diferente.
- **Relación:** Define el vínculo que describe alguna interacción o asociación entre las entidades.

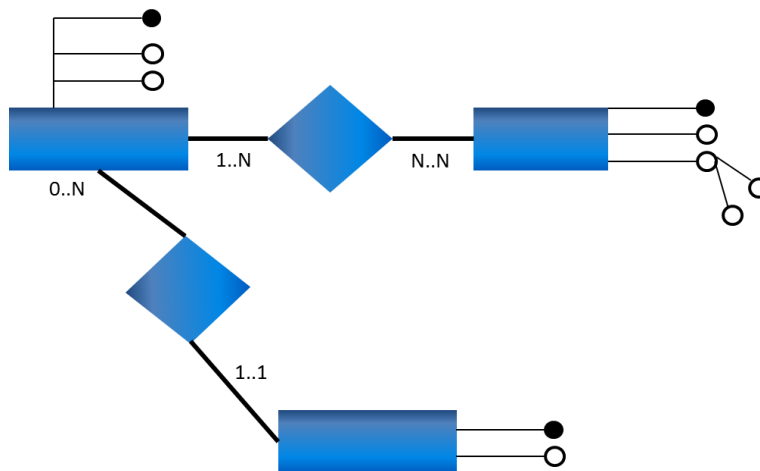


Figura 6. Arquitectura Diagrama ER

En la Figura 7 se observa la representación gráfica de los diferentes tipos de elementos del diagrama ER.

Las entidades pueden ser de tipo normal, débil, o sub entidad. Una entidad normal responde a la definición dada anteriormente; una entidad débil es aquella que su existencia depende de otra entidad; y una Sub-entidad es la que hereda los atributos de otra entidad.

Los tipos de atributos pueden ser: normal, multivalor, derivado, identificador y compuesto. Un atributo multivalor es aquel que puede tomar varios valores; Un atributo derivado se obtiene de una operación entre otros atributos; El atributo identificador o llave, es el conjunto de uno o más atributos cuyo valor es único en la entidad; y un atributo compuesto es el que se puede descomponer en nuevos atributos con significados propios.

En cuanto a las relaciones existen dos tipos la normal y la relación obligatoria, que es aquella que siempre debe existir.

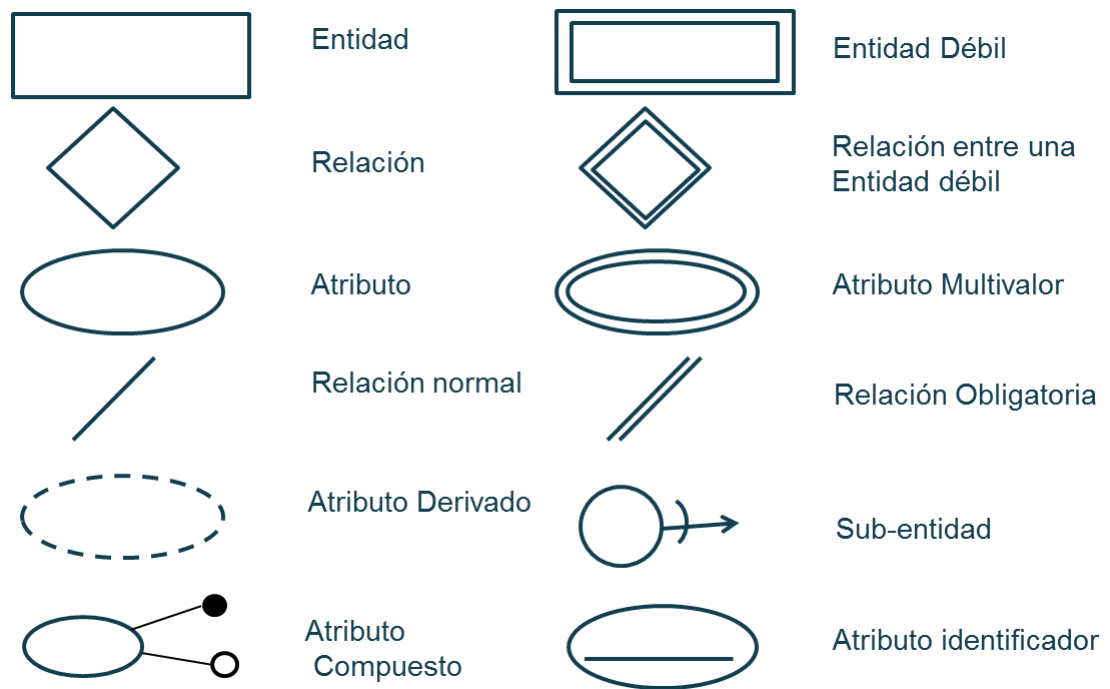


Figura 7. Representación gráfica diagrama ER

2.1.2 UML (Lenguaje unificado de modelado)

Definido por el consorcio de estándares tecnológicos OMG (Object Management Group), es un lenguaje visual que permite especificar, visualizar, construir y documentar por medio de diagramas un sistema, En cuanto a bases de datos se refiere, busca diseñar la representación gráfica de una base de datos. (Object Management Group OMG, 2015)

El lenguaje UML define nueve diagramas, que permiten representar el modelo de datos de la Base de Datos, desde diferentes perspectivas. Dentro de los nueve diagramas, existen dos categorías: Diagramas estructurales y diagramas de comportamiento. Los estructurales dan un esquema estático de los datos y los de comportamiento definen las operaciones que se ejecutan sobre los datos. (Casas Roma, 2014)

Los nueve diagramas del lenguaje UML son: diagrama de casos de uso, diagrama de clases, diagrama de objetos, diagrama de secuencia, diagrama de colaboración, diagrama de estado, diagrama de actividad, diagrama de componente y diagrama de Implementación.

Dependiendo el alcance del diseño de la Base de Datos se realizan los diagramas. Para la presente propuesta se utilizarán:

2.1.2.1 Diagrama de caso de uso:

Representa los posibles usos que va a tener la Base de Datos, y las acciones que realizará cada uno de los usuarios sobre los datos. Se especifican las interacciones, definiendo los actores que tendrán contacto con la Base de Datos y las actividades sobre la misma, que deban producir un resultado concreto con los datos almacenados.

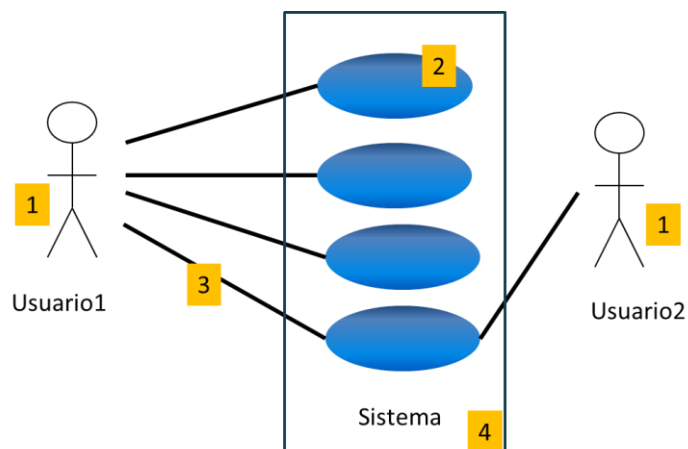


Figura 8. Arquitectura Diagrama de Casos de uso UML

En la Figura 8 se identifican los elementos claves del diagrama de casos de uso, estos son:

- 1) **Usuario o Actor** Es una clase de persona u organización que interactúa con la Base de Datos.

- 2) **Caso de uso** Óvalo que representa las acciones que uno o varios actores realizan sobre la Base de Datos.
- 3) **Asociación** Línea que representa la asociación que tienen los actores con los casos de uso.
- 4) **Sistema** Cuadro que representa el sistema o Base de Datos que se está desarrollando.

2.1.2.2 Diagrama de secuencia

Es el esquema que muestra el flujo temporal de mensajes, que representan la interacción entre un actor y la Base de Datos. El objetivo del diagrama es mostrar las interacciones entre los objetos en el orden secuencial en el que ocurren. Se realiza un diagrama en función a cada caso de uso realizado por un actor.

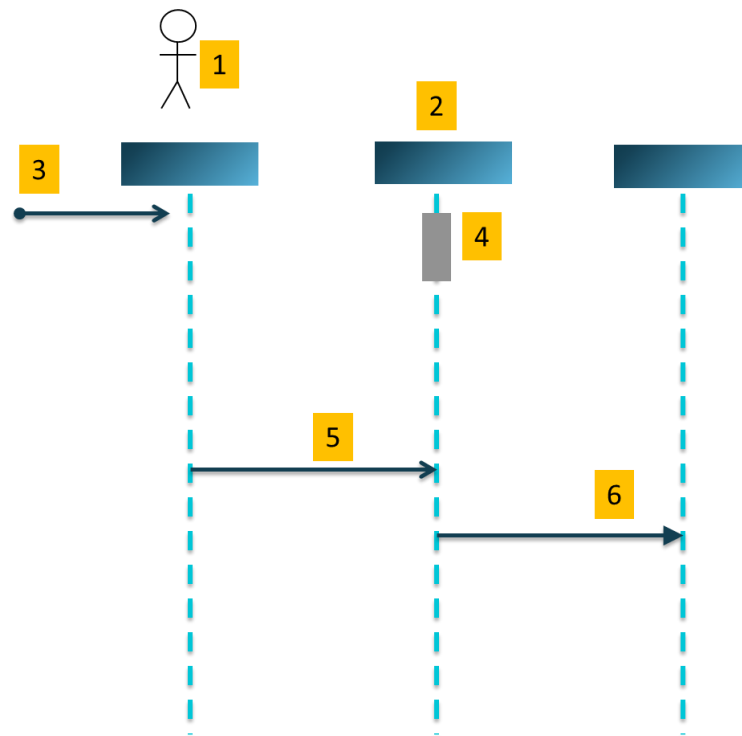


Figura 9. Arquitectura Diagrama de secuencia

En la Figura 9 se identifican los elementos claves del diagrama de secuencia, estos son:

- 1) **Actor** Persona externa al sistema que interactúa con él.
- 2) **Líneas de Vida** Líneas verticales que representan objetos o instancias que participan en la secuencia.
- 3) **Mensaje encontrado** Mensaje de un actor externo.
- 4) **Ocurrencia de ejecución** Representa el periodo en el que el actor ejecuta una acción.
- 5) **Mensaje asíncrono** Aquel que no requiere una respuesta para que el remitente continúe con el flujo.
- 6) **Mensaje sincrónico** aquel donde el remitente espera una respuesta antes de continuar.

2.1.2.3 Diagrama de clases

Es el esquema gráfico que define un conjunto de clases o entidades, sus relaciones y atributos. Representa la información relevante del sistema, clasificando los datos en clases específicas, que cuentan con sus propios atributos (Figura 10).

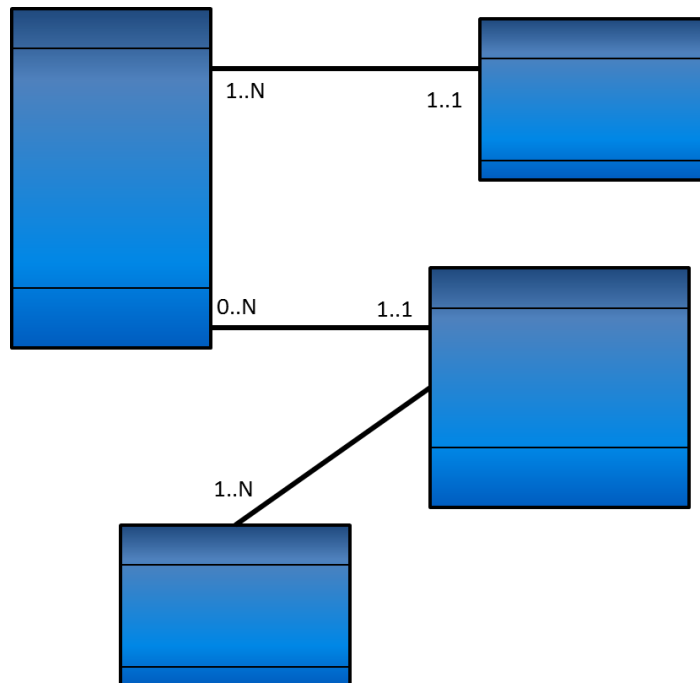


Figura 10. Arquitectura Diagrama de Clases UML

El lenguaje UML define clases (tipos de entidades), atributos y relaciones. Los tipos de entidades o clases, son un conjunto de entidades de las mismas características. En los diagramas UML las clases se representan mediante un rectángulo con tres secciones (Figura 11) (Casas Roma, 2014)

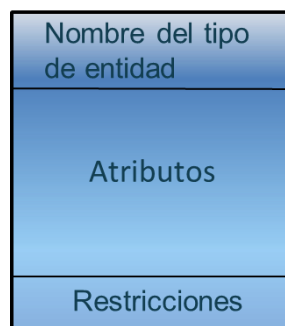


Figura 11. Estructura Clases en UML

La primera sección, Tipo de Entidad, define el grupo de objetos con características comunes.

La segunda sección, Atributos, corresponden a las características de la entidad y se describen como una lista. Para la representación de los atributos en los diagramas se debe tener en cuenta ciertas características:

- **Nomenclatura:** se define

[visibilidad] nombre [etiquetas] [:tipo] [multiplicidad] [=valor inicial]

Donde la visibilidad del atributo define quien tendrá acceso al mismo (publico (+), protegido (#) o privado(-)); El nombre del atributo debe ser único dentro de la entidad; Las etiquetas permiten definir conceptos relacionados con el atributo; El tipo de dato puede ser numérico, string, boolean, entre otros; La multiplicidad define el número de ocurrencias del atributo y el valor inicial define el valor que toma el atributo por defecto.

De los datos incluidos en la nomenclatura el único que es obligatorio es el nombre, la definición de los demás depende del alcance del diseño que se desee realizar. En este caso se definirá el nombre del atributo, el tipo de dato y otros elementos correspondientes al atributo.

- **Cardinalidad:** Define el número posible de valores que puede tener un atributo. La Cardinalidad puede ser un número exacto (#), un intervalo ([...]) o indefinido (*).
- **Clasificación:** Los atributos también se pueden clasificar dependiendo si son multivalor, de enumeración, derivados, clave, entre otros.

Los *atributos derivados* son aquellos que necesitan realizar un cálculo adicional, con atributos de la misma entidad o de una entidad diferente. Se representan con un / por ejemplo, (/edad)

Los *atributos de enumeración* son aquellos que tienen predeterminado una lista cerrada de valores. Por ejemplo el sexo, únicamente puede ser Masculino o Femenino. Las opciones de enumeración se llaman

<<literales de enumeración>> y se representa en el diagrama especificando los valores entre { }. Por ejemplo (*Sexo: { F,M }*)

Los *atributos opcionales* son aquellos que no son obligatorios de almacenar, estos atributos toman el valor NULL que indica que es desconocido o no tiene sentido en la entidad. Se representan (*piso: int [0..1]*) lo que quiere decir que son opcionales y pueden tener un valor nulo.

Los *atributos multivalor* son los que pueden tener diferentes valores, por ejemplo el número telefónico, ya que puede ser teléfono fijo o celular. Se representa con un * así, (*teléfono: **)

- **Dominio del atributo:** Es el conjunto que puede tomar un atributo. Normalmente se utiliza la nomenclatura básica de los lenguajes de programación; por ejemplo: **int** (entero 4bytes), **char** (carácter 1byte), **float** (decimal 4bytes), **double** (decimal 4bytes), **varchar** (carácter de longitud variable), **bool** (lógico 1 o 0). Se representa así (*nombre: varchar (10)*)
- **Llave primaria:** Es el atributo que permite identificar inequívocamente cada objeto individual de la entidad. Se puede representar con la etiqueta <P> así: (*ID <P> : int*).

Si no es posible seleccionar un único atributo como clave primaria, se puede seleccionar un conjunto de atributos, los cuales representarían la llave primaria.

En la tercera sección, Restricciones, son las operaciones o restricciones que recaen sobre los datos de la entidad. Estas no se incluirán en el diseño conceptual de la Base de Datos.

Por último, para relacionar las clases se usan las relaciones, que definen los vínculos que existen entre una clase y la otra. Son definidas mediante la conectividad y existen tres tipos de conectividad:

- **Uno a uno (1..1):** Una entidad de un tipo de entidad se relaciona únicamente con una entidad del otro tipo.
- **Uno a muchos (1..N o 1..*):** Una entidad de un tipo de entidad se relaciona con varias entidades del otro tipo
- **Muchos a muchos (M..N o *..*):** Cada entidad puede relacionar con varias entidades de otro tipo de entidad.

2.2 DISEÑO LOGICO

Previo a esta parte del diseño se debe seleccionar el tipo de Base de Datos que se utilizará. Esta fase del diseño busca transformar el diseño conceptual a un modelo lógico que depende del modelo de datos escogido. El objetivo es llegar a un modelo lógico de la estructura de la información.

Dos de los modelos de datos más utilizados en esta fase del proceso, son el modelo relacional y el modelo de datos orientado a objetos. (Casas Roma, 2014)

- **Modelo relacional lógico:** Es una forma gráfica de representar el esquema UML de una forma sencilla y completa. Este modelo utiliza tablas (relaciones) únicas, para describir los datos de la Base de Datos. En este modelo se obtendrá el conjunto de entidades con sus atributos, llave primarias y llave foráneas.

La llave foránea es un campo de una tabla que hace referencia al campo de llave principal de otra tabla, esta llave representa como están relacionadas las tablas.

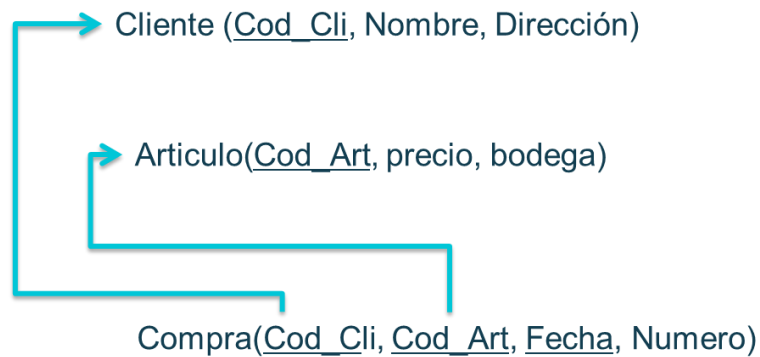


Figura 12. Estructura Diseño Relacional Lógico

La estructura de este modelo se observa en la Figura 12. La creación del este modelo se realiza organizando cada entidad como un conjunto de atributos(relación), este conjunto se describe en forma horizontal, y se describe cada uno de los atributos, identificando también la llave primaria de la relación. Las relaciones M..N del diseño conceptual, se convierte en una relación nueva.

La forma en que este modelo describe cada uno de los campos de las tablas, permite un entendimiento más fácil del sistema y permite una transcripción al lenguaje de programación necesario para la implementación total de la Base de Datos.

- **Modelo de datos orientado a objetos:** Este modelo de diseño busca delegar y definir responsabilidades. En este modelo se identificarán las clases a crear, sus atributos, relaciones, restricciones de integridad y la jerarquía entre las clases. Donde una clase es una plantilla general para un conjunto de objetos que tienen una característica similar.

Para el diseño de este modelo existen diferentes métodos, entre los más utilizados se encuentran, el método Booch, el método de Rumbaugh y el

método Jacobson, cada método centra la importancia en diferentes elementos del diseño.

El diseño lógico tiene tres fases, la reconsideración del modelo conceptual, la transformación del modelo conceptual en modelo lógico y la normalización.

Las dos primeras fases no conllevan un proceso específico de realización. En la reconsideración, se realiza un análisis del diseño conceptual realizado previamente para identificar posibles errores en el diseño. La transformación, consiste en la escritura del esquema conceptual en el modelo escogido. Sin embargo, contrario a las dos fases anteriores, la tercera fase del proceso conlleva una serie de requisitos de vital importancia.

2.2.1 NORMALIZACION

La teoría de normalización se utiliza, sobre todo, en los diseños de Base de Datos relacionales, y busca el diseño de estructuras de datos que eviten anomalías en la actualización del sistema. La normalización consiste en aplicar una serie de reglas a las relaciones obtenidas en el proceso de cambio desde el modelo conceptual al modelo lógico.

Esta fase utiliza las FN (formas normales) para reconocer los casos donde no se han utilizado unos buenos criterios de diseño. Una relación está en una FN si cumple con unas condiciones propias de dicha forma. Cada una de las FN define las restricciones que debe cumplir una relación.

Etapas de la Normalización

Estas etapas permiten identificar la FN en la que se encuentra una relación (Sosa Flores, 2007)

- **1FN (Primera Forma Normal):** Las relaciones en esta forma son un subconjunto del universo de todas las relaciones posibles de la Base de Datos.

Una clase (tabla) se encuentra en esta forma si:

- No contiene grupos repetitivos, es decir, esta forma no permite que un atributo contenga más de un valor.
 - Todas las entidades tienen una llave primaria
 - No puede tener atributos que acepten valores nulos.
-
- **2FN (Segunda Forma Normal):** Las relaciones en esta forma son un subconjunto de las relaciones en 1FN.
La clase o tabla que ya se encuentra en 1FN debe cumplir con un parámetro para lograr llegar estar en 2FN. Dicho parámetro es:
 - Un atributo, que no es la llave primaria, debe depender de toda la llave primaria y no únicamente de parte de ella; Es decir, si existe una llave primaria conformada por varios atributos, todos los atributos depender de todos los atributos que conforman la llave. Si esto no se cumple, es necesario crear tablas nuevas con llaves diferentes para lograr que un atributo dependa de la totalidad de la llave.
-
- **3FN (Tercera Forma Normal):** Las relaciones en esta forma son un subconjunto de las relaciones en 2FN.
Una tabla se encuentra en esta forma si:
 - Ya se encuentra en 1FN.
 - No existe dependencia entre los atributos que no son parte de la llave primaria.

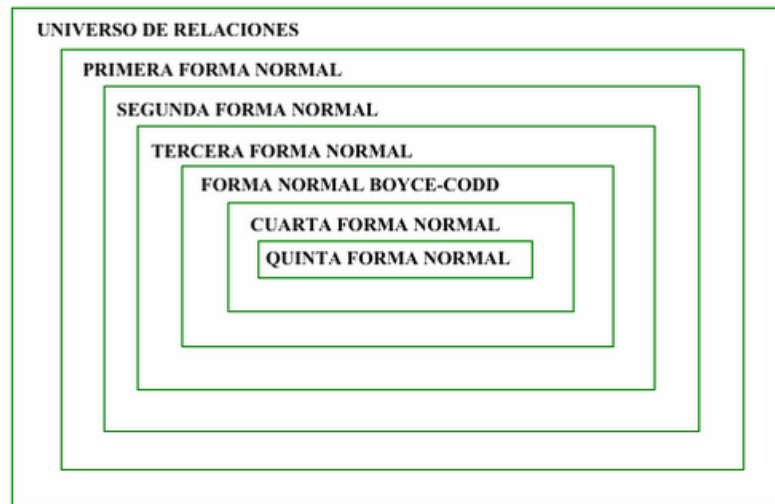


Figura 13. Etapas de la Normalización. (Sosa Flores, 2007)

2.3 DISEÑO FISICO

Previo a este diseño se debe seleccionar el SGBD donde se implementara la Base de Datos diseñada previamente. El SGBD (Sistema de Gestión de Bases de Datos) es el encargado de posibilitar el acceso a la Base de Datos mediante la gestión de usuarios y permisos. Además permitir la manipulación y recuperación de información de forma práctica y eficiente (Silberschatz, 2010).

La manipulación incluye funciones como la consulta, actualización y generación de informes. La consulta permite recuperar datos específicos, la actualización permite modificar datos, y a partir de las consultas se permite la generación de informes. Para recuperar la información, el SGBD permite realizar operaciones entre los datos, como cálculos o filtros, generando datos nuevos con base a un atributo específico que se desea analizar.

El SGBD ofrece protección y mantenimiento a la Base de Datos. La protección puede ser sobre los datos evitando acceso no autorizado, o sobre el funcionamiento defectuoso en el hardware o software. El mantenimiento hacer

referencia a la adaptación de la Base de Datos a nuevos requerimientos, debidos a la evolución de los sistemas.

Para facilitar la escogencia del SGBD, es conveniente conocer su arquitectura básica, que define la forma de interactuar con la Base de Datos.

Arquitectura de un SGBD

Existen diferentes formas de interactuar con los datos almacenados en la Base de Datos, por lo que el grupo ANSI/SPARC (American National Standards Institute) / (Standards Planning and Requirements Committee) propuso una arquitectura para los SGBD. Esta arquitectura busca estandarizar la forma de recuperación de los datos y ubicar a cada usuario dentro de la Base de Datos de tal forma que visualice los datos en función a su interacción con los mismos.

En la Figura 14 se observa la arquitectura de un SGBD la cual está dividida en tres niveles de recuperación y visualización de los datos para cada usuario simplificando la interacción de los mismos con los datos (Sosa Flores, 2007).

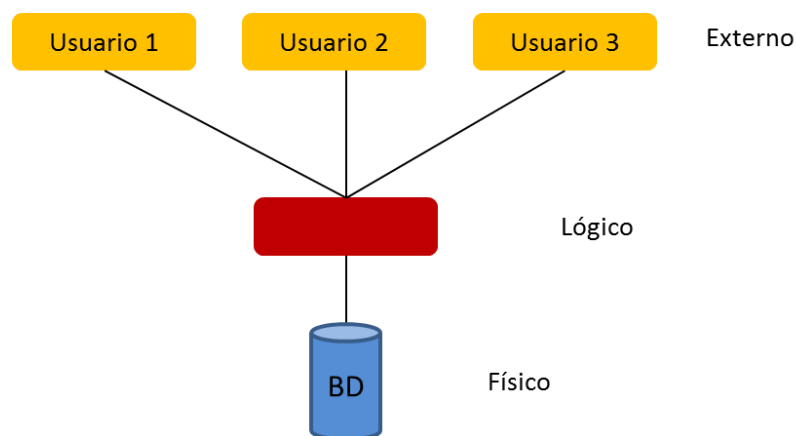


Figura 14. Arquitectura de un SGBD según ANSI/SPARC

- **Nivel Interno – Físico:** Responde a ¿Cómo se almacenan los datos? Este nivel hace referencia a la forma física en la que los datos están almacenados en la Base de Datos, en este nivel se describen las estructuras de mayor complejidad de los datos. De este nivel únicamente se ocupa el administrador de la Base de Datos ya que es el que define la forma de almacenamiento y método de acceso de cada uno de los datos. Los usuarios finales y los programadores no necesitan saber el detalle de la forma física de almacenamiento.
- **Nivel Lógico:** Responde a ¿Qué se almacena? En este nivel se describe cuáles son los datos que están almacenados en la Base de Datos y cuáles son las relaciones que existen entre ellos. Se describen estructuras de menos complejidad que las descritas en el nivel físico. De este nivel se ocupa el administrador ya que es el que decide cuales son los datos que se almacenaran en la Base de Datos y puede realizar modificaciones en las estructuras y relaciones de los datos.
- **Nivel Externo:** Responde a ¿Cómo se visualiza lo almacenado? Este nivel define la forma en que cada uno de los usuarios individuales visualiza los datos en la Base de Datos, existen tantas vistas externas como usuarios que interactúen con la Base de Datos. Cada vista describe solo parte de la totalidad de la Base de Datos ya que cada uno de los usuarios necesita tener acceso únicamente a la parte de la Base de Datos que necesite y no necesita tener acceso a la totalidad de la información.

El diseño físico permite definir la estructura y configuración física de la Base de Datos, en base al lugar donde se almacenara posteriormente, el hardware donde se ubicará la Base de Datos, la frecuencia en las consultas y el volumen de los datos, con el fin de hacer una correcta selección para obtener un buen rendimiento de la Base de Datos.

Dentro del buen rendimiento de la Base de Datos, se busca tener un tiempo de respuesta mínimo, un uso de espacio de disco que satisfaga las necesidades sin desperdiciar espacio, un buen promedio de transacciones que se puedan procesar en un minuto y una disponibilidad de la Base de Datos, en la mayoría de casos de 7x24, donde si existe alguna falla, el tiempo de recuperación sea el mínimo.

Cada fabricante de SGBD utiliza lenguajes y tecnologías diferentes para maximizar el rendimiento de la Base de Datos, ya que no existe un estándar sobre la construcción de este nivel de la Base de Datos; sin embargo los diferentes diseños lógicos tienen cierto parecido en la construcción de su nivel físico.

La construcción del diseño físico depende de las características de cada gestor, adaptando el esquema lógico, definiendo las tablas, con sus atributos y relaciones, para después relacionar cada una a un nivel virtual hasta definir cada espacio virtual a un fichero físico, que constituye el nivel físico del sistema.

De este modo se describe ampliamente el proceso de diseño de una Base de Datos, fases que tendrán una menor o mayor profundidad en base al alcance del diseño y a las necesidades de la Base de Datos deseada.

3 DATOS DE LA RED DE TRANSMISIÓN DE MOVISTAR

La red de transmisión de Movistar es el conjunto de equipos y medios físicos o lógicos que permiten una conexión entre las radio bases y la red troncal de la empresa. La red troncal es la que transporta la información de los usuarios desde o hacia la RNC (Controlador de la Red Radio) la cual es la responsable del control de todos los nodos que se encuentran conectados.

El crecimiento de dicha red está determinado por la necesidad de tener una mayor cobertura en sitios geográficos, donde la calidad de señal resulta insuficiente. Dentro de Movistar, un eficiente crecimiento de la red está en manos de las áreas de RF y Transmisión. El área de RF tiene la responsabilidad únicamente de las necesidades del usuario final, garantizando la cobertura y calidad de la señal; mientras el área de Transmisión es la responsable de la interconexión y sostenimiento de la totalidad de la red (Figura 15).

Como el área de RF es la encargada únicamente de la conexión del usuario a la red, es quien diseña e implementa la radio base o sitio donde se ubican los transmisores, receptores y antenas. De modo que, se garantice el servicio de telefonía móvil e internet, permitiendo el acceso a la red de los dispositivos de usuario.

Una vez instalada la radio base, el área de Transmisión es la encargada de buscar la mejor forma para integrar la radio base a la red existente. Esta integración se realiza mediante enlaces microondas o Fibra Óptica, construyendo el camino hacia el core (núcleo) de la red. Este camino debe garantizar la comunicación bidireccional entre el usuario y el núcleo de la red.

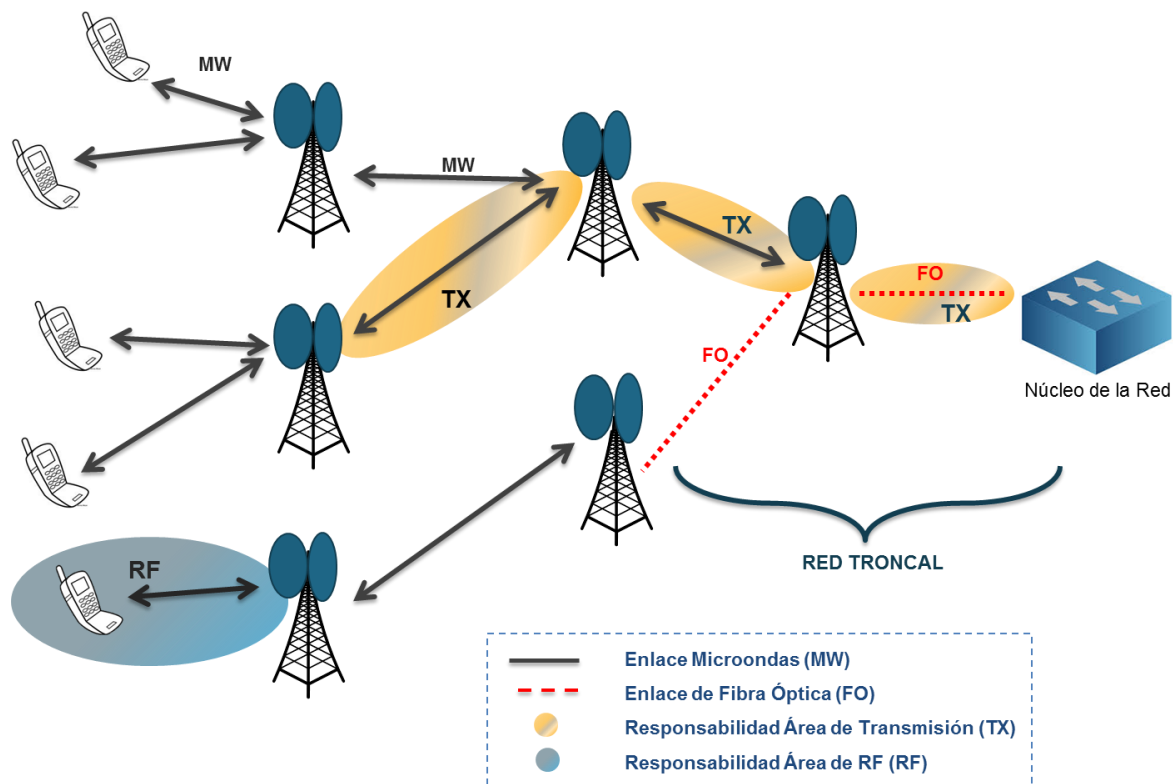


Figura 15. Responsabilidades Área de RF y Tx sobre la red de Movistar

Los datos relacionados con la Red de Transmisión están compuestos por los datos de las radio bases instaladas por RF y los enlaces diseñados por Transmisión. La gran mayoría de los datos de la red de Transmisión son generados durante la creación de un nuevo sitio (Figura 16).

Durante el procedimiento de creación de sitio nuevo es posible identificar el origen y fuente de los datos de la Red de Transmisión. Se entiende como origen el proceso o persona encargada de generar el dato, y como fuente el lugar donde se almacenan los datos para una posterior consulta.

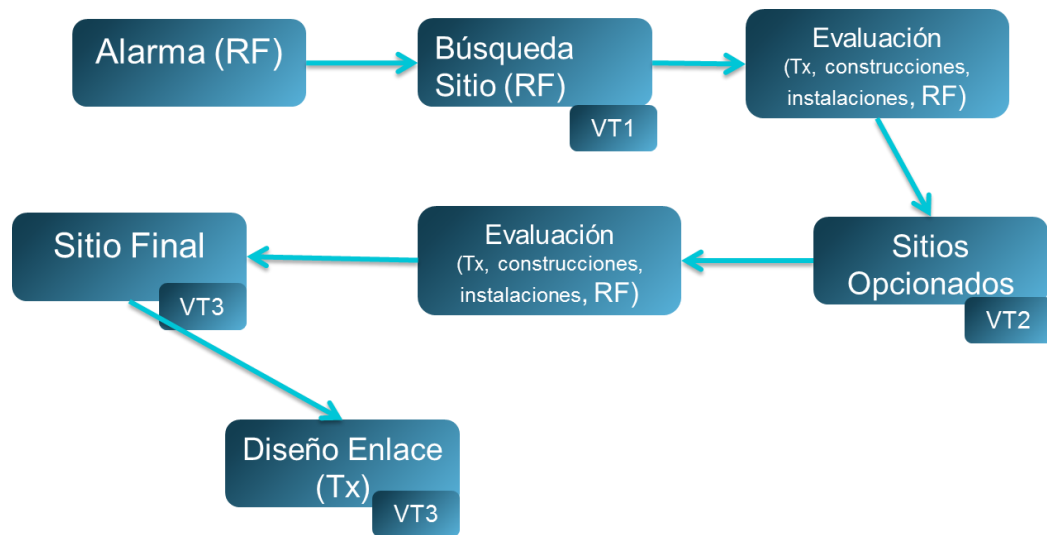


Figura 16. Procedimiento de creación sitio nuevo dentro de Movistar

El área de RF mide el rendimiento de la red mediante a los KPI (Key Performance Indicator), determinando indicadores como el número de pérdida de paquetes, caída de llamadas, congestión en Uplink o Downlink (carga o descarga de datos desde el usuario a la red) en una zona. Si estos indicadores no cumplen una condición de desempeño establecida por el operador o la ley se genera una alarma.

Al generarse la alarma se estudia si es posible repartir el tráfico a otra radio base, que esté geográficamente cerca y así no sobrecargar el tráfico en un solo punto. O si no es posible repartir el tráfico, el área de RF empieza con la búsqueda de sitio.

La búsqueda de sitio consiste en identificar una zona geográfica donde sería posible construir una nueva radio base. Al identificar la zona de búsqueda, RF genera un documento llamado VT1 donde se especifican los datos básicos de la posible radio base. Con éste documento se determina el origen de los datos correspondientes al Id y Nombre del Sitio.

Con el documento VT1 las áreas de Construcciones, Instalaciones, RF y Transmisión realizan visitas, evaluando la viabilidad técnica y económica de ubicar

la radio base en determinado lugar. Dentro de la evaluación realizada por las áreas, se revisa si es necesario construir una torre o si existe como ubicar los equipos para la radio base.

Como resultado de la visitas de las áreas se genera un nuevo documento llamado VT2. En este documento se identifican aproximadamente 3 sitios opcionados que cumplan con las condiciones evaluadas.

Nuevamente los sitios opcionados son evaluados por las áreas, durante ésta evaluación los sitios pueden dejar de ser una opción por problemas de orden público o legales. Algunas veces la comunidad no permite la instalación de radio bases, o se presentan problemas legales con los dueños de la propiedad durante la negociación.

Al finalizar la evaluación por las áreas se obtiene el sitio final donde se instalará la nueva radio base, la información del sitio definido se consigna en un documento final llamado VT3.

Éste será el documento con el cual las demás áreas realizarán los trabajos necesarios para la instalación y puesta en marcha del sitio. Con éste documento se define el sitio exacto de la radio base estableciendo los datos correspondientes a la ubicación geográfica del sitio completando así la Tabla 1.

Una vez el sitio definitivo se ha especificado, se realiza la integración a la red existente. Esta operación recae sobre el ingeniero de Transmisión de cada una de las zonas, y corresponde al diseño del enlace necesario para la interconexión de la nueva radio base. Este diseño da lugar a los datos de la Tabla 2 completando así los datos del documento VT3.

Los datos de la Tabla 2 corresponden a las especificaciones técnicas del enlace, entre la nueva radio base y otra radio base ya existente, la cual cumplirá la función de conectar el nuevo sitio a la totalidad de la red.

La mayoría de los enlaces se diseñan por microondas. Para este diseño el ingeniero debe tener en cuenta aspectos técnicos del enlace. Tales como la potencia permitida por el MinTIC, la capacidad de los radios instalados en la red, la disponibilidad de radios y antenas en bodega, la distancia y línea de vista para poder acceder a otra radio base.

Tabla 1 Datos entregados por RF en el proceso de creación sitio

DATO	ORIGEN	FUENTE
Id	Área de RF	VT1 / Mapper
Nombre Sitio		
Dirección		
Municipio		VT3 / Mapper
Departamento		
Coordenadas		

Tabla 2 Datos correspondientes al enlace diseñado por Tx

DATO	ORIGEN	FUENTE
Canal de frecuencia	Área de Tx	
Ancho de banda		
Polarización		
Capacidad		
Modulación		

Azimut		VT3 / Site
Antenas		
Radio Transmisor		
Configuración		
Tipo Enlace		

Al tener la totalidad de los datos tanto de la radio base como del enlaces diseñado por Transmisión, cada una de las áreas es la encargada de subir los datos a sus bases de datos. La plataforma de almacenamiento para RF se llama Mapper y para Transmisión se llama Site. De este modo, se comparte la información a las demás áreas de la empresa; sin embargo no todos los ingenieros encargados actualizan los datos, generando vacíos en la información almacenada en la empresa.

El diseño del enlace es la última etapa de la creación de un sitio nuevo (Figura 16). La creación de sitio nuevo es el origen de los datos relacionados con cada uno de los sitios pertenecientes a la red de Transmisión de Movistar.

El último dato que falta incluir es el **#Red MinTIC**, éste dato tiene su origen directamente en el MinTIC, ya que ésta entidad lo asigna en el momento de la cancelación del derecho al uso del espectro. Este dato define si el enlace de Transmisión está registrado ante el gobierno, dando la legalidad para su operación.

De esta manera se identifican los principales datos de cada sitio nuevo y su origen. Estos datos dan lugar a otro gran número de datos debido a un nivel mayor de profundidad, los cuales dan información más detallada de los sitios y los enlaces, como se verá en el siguiente capítulo.

4 CONSOLIDACIÓN DE LOS DATOS DE LA RED DE MOVISTAR

Una vez conocidos los datos principales pertenecientes a la red de Transmisión de Movistar, se adicionan otros datos para dar un nivel mayor de profundidad o caracterización. Los principales ejemplo pueden ser:

- Para las características del radio y la antena se adicionan datos de la **marca, referencia, potencia y nivel mínimo y máximo de frecuencia.**
- Para la configuración del enlace, se adicionan datos específicos de la transmisión, tales como: la posibilidad de transmitir con **diversidad de espacio o diversidad de frecuencia.**
- Para la capacidad del enlace se adicionan el **número de puertos** con los que cuenta el equipo transmisor y las características técnicas específicas, tales como: la **sub-banda** de frecuencia, la **polarización**, el tipo de **modulación**, la **potencia de radiación** del equipo transmisor y la **sensibilidad del receptor.**

Es necesario tener la totalidad de los datos, ya que permite obtener información para la toma de decisiones. Por ejemplo, el reemplazo de equipos obsoletos, el correcto mantenimiento de la red, las actualizaciones de software, modificaciones en las características de los enlaces, controlar la capacidad, ajustar los enlaces a los parámetros legales establecidos, entre otros.

Debido a la gran cantidad de datos se debe realizar una consolidación y clasificación de los mismos, teniendo en cuenta un atributo específico entre los datos. La consolidación y clasificación se realiza con el objetivo de poder consultar los datos con facilidad y poder extraer información de forma organizada y eficiente.

4.1 CLASIFICACION DE DATOS

Se establecen 9 categorías que permiten la clasificación de los datos. Esta clasificación permite generar relaciones entre las categorías, relaciones que permiten el diseño de un modelo de Base de datos.

Se identificaran los datos pertenecientes a cada una de las categorías, datos que relacionados entre sí generan información específica sobre las radio bases y los enlaces pertenecientes a la Red de Transmisión de Movistar. A continuación se explica cada categoría y sus datos:

CATEGORIA 1 Identificación de enlaces

Son los datos que permiten identificar los enlaces dentro de la base de datos y dentro de la empresa, al ingeniero encargado de su funcionamiento y la legalidad ante el MinTIC. Los datos identificados se muestran en la Tabla 3.

Tabla 3 Datos correspondientes a la Identificación de Enlaces

Dato	Descripción	Origen	Validación
Ítem	Consecutivo iniciando en 1 que identifica cada uno de los enlaces dando un identificador único	-	(Numérico-byte)
# Red MinTIC	Numero de red que identifica los enlaces registrados en el Ministerio	MinTIC	Revisión Documento Oficial del MinTIC (Numérico-byte)

#Site	Identificación asignada por la herramienta Site para cada enlace	TX	Revisión Herramienta Site (Cadena alfanumérica)
Responsable	Ingeniero encargado de cada una de las 6 zonas geográficas en las que está dividido el país	-	Revisión de la división de los departamentos (Cadena de Caracteres)

CATEGORIA 2 Sitio A y Sitio B

Estos datos corresponden a la ubicación geográfica del sitio tanto a nivel de departamento como de coordenadas, y su correspondiente identificación. Se almacenan los datos para transmisión (Sitio A) y recepción (Sitio B) del enlace, como se observa en la Tabla 4. Adicionales a los ya nombrados en la Tabla 1 se incluye la identificación del emplazamiento.

Tabla 4 Datos Ubicación Sitio A y Sitio B

Dato	Descripción	Origen	Validación
ID	Identificación dada al crear el sitio	RF	Revisión archivo Mapper (Cadena de Caracteres)
Emplazamiento	Identificación antecedida de una 'S' que identifica el lugar geográfico del sitio	RF	Revisión archivo Mapper (Cadena de Caracteres)

Dirección	Ubicación física del sitio	RF	Revisión archivo Mapper (Cadena alfanumérica)
Municipio	Ubicación geográfica del sitio	RF	Revisión archivo Mapper (Cadena alfanumérica)
Departamento	Ubicación geográfica del sitio	RF	Revisión archivo Mapper (Cadena alfanumérica)
Coordenadas	Entregadas en grados, minutos y segundos	RF	Revisión archivo Mapper (Numérico-Decimal)

CATEGORIA 3 Equipo Transmisor

Corresponde a la información técnica del equipo transmisor utilizado en el radio enlace diseñado por Transmisión. Esta información corresponde a la ampliación de datos relacionados con el ítem Radio de la Tabla 2, la descripción de estos datos se muestra en la Tabla 5 .

Tabla 5 Características Técnicas de equipo Transmisor

Dato	Descripción	Origen	Validación
Marca	Radio utilizado en el enlace	TX	Revisión Diseño del enlace (Cadena de Caracteres)

Modelo	Radio utilizado en el enlace	TX	Revisión Diseño del enlace (Cadena de Caracteres)
Límite Inferior Frecuencia	Frecuencia mínima en la que trabaja el radio	Datasheet	Revisión Datasheet entregado por el fabricante (Numérico-Decimal)
Límite Superior Frecuencia	Frecuencia máxima en la que trabaja el radio	Datasheet	Revisión Datasheet entregado por el fabricante (Numérico-Decimal)
Límite Inferior Potencia	Potencia mínima que entrega el radio	Datasheet	Revisión Datasheet entregado por el fabricante (Numérico-Decimal)
Límite Superior Potencia	Potencia máxima que entrega el radio	Datasheet	Revisión Datasheet entregado por el fabricante (Numérico-Decimal)

CATEGORIA 4 Características Técnicas Enlace

Son los datos que determinan la forma en que se está realizando la transmisión de la información, estos datos varían para cada enlace y difieren según el equipo transmisor que se esté empleando. Estos datos corresponden a la ampliación de datos relacionados con el ítem Configuración de la Tabla 2, la descripción de estos datos se muestra en la Tabla 6.

Tabla 6 Configuración Transmisión del Enlace

Dato	Descripción	Origen	Validación
Tipo	Define la organización entre la ODU, IDU y la antena	TX	Revisión características del Radio (Cadena de Caracteres)
Clase Enlace	Tecnología del enlace SDH o PDH	TX	Revisión características del Radio (Cadena de Caracteres)
Configuración	Identifica la cantidad de ODU's que están trabajando en el enlace	TX	Validación Ingeniero de campo (Cadena de Caracteres)
Configuración Xpic	Si el radio permite transmitir en polarización Horizontal y Vertical al tiempo	TX	Revisión características del Radio (Cadena de Caracteres)
Diversidad de Espacio	Recibir o enviar en una misma frecuencia por dos o más trayectos diferentes	TX	Revisión diseño del enlace (Cadena de Caracteres)
Diversidad de Frecuencia	Recibir o enviar por un mismo trayecto en dos frecuencias diferentes	TX	Revisión diseño del enlace (Cadena de Caracteres)

CATEGORIA 5 Tráfico del Enlace

Estos datos definen la capacidad que tiene el radio y el enlace completo de transmitir y recibir información. Capacidad determinada por la cantidad de usuarios conectados a las radio. Estos datos corresponden a la ampliación de datos relacionados con el ítem Capacidad de la Tabla 2, la descripción de estos datos se muestra en la Tabla 6.

Tabla 7 Capacidad Del Enlace

Dato	Descripción	Origen	Validación
Capacidad Nominal	Tráfico posible a transmitir por el radio	TX	Revisión Datasheet entregado por el fabricante (Numérico- Byte)
Capacidad utilizada	Tráfico empujado actualmente por el radio	TX	Validación Ingeniero de campo (Numérico- Byte)
Capacidad vacante	Tráfico disponible en el enlace	TX	Validación Ingeniero de campo (Numérico- Byte)
Número de E1 instalados	Tráfico funcionando en el enlace	TX	Validación Ingeniero de campo (Numérico- Byte)

Número de puertos FE	Puertos con los que cuenta el radio	TX	Revisión Datasheet entregado por el fabricante (Numérico- Byte)
Número de puertos GE	Puertos con los que cuenta el radio	TX	Revisión Datasheet entregado por el fabricante (Numérico- Byte)

CATEGORIA 6 Características Radio Enlace

Estos datos complementan los identificados en la Tabla 6, definen las características para poder realizar la transmisión entre las dos radio bases. La especificación de estos datos depende de las características ya instaladas en la red, para no generar interferencia entre un enlace y el otro. Igualmente algunos de los datos de la Tabla 8 están definidos por parámetros legales dados por el MinTIC.

Tabla 8 Características Enlace

Dato	Descripción	Origen	Validación
Azimet	Angulo de dirección entre en sitio y el otro	TX	Revisión diseño del enlace (Numérico- Decimal)
Banda de frecuencia	Frecuencia en la que trabaja el enlace	TX	Revisión CNABF (Cadena de Caracteres)
Sub-banda	Frecuencia para la transmisión	TX	Revisión Datasheet

	bidireccional de datos		entregado por el fabricante (Cadena de Caracteres)
Frecuencia A	Frecuencia de transmisión del sitio	TX	Revisión CNABF (Numérico- Decimal)
Frecuencia B	Frecuencia de recepción del sitio	TX	Revisión CNABF (Numérico- Decimal)
Polarización	Dirección en la que se transmite la señal	TX	Revisión diseño del enlace (Caracter)
Ancho de banda Espectral	Tamaño del canal a transmitir	TX	Revisión CNABF (Numérico- Byte)
Modulación	Técnica para transportar la información y aprovechar el canal	TX	Revisión diseño del enlace (Cadena de Caracteres)
Potencia de Radiación	Potencia utilizada para el enlace	TX	Revisión diseño del enlace (Numérico- Decimal)
Potencia de Tx	Potencia permitida por el radio	Datasheet	Revisión Datasheet entregado por el fabricante (Numérico- Byte)
Sensibilidad del	Nivel mínimo de señal necesario en el	Datasheet	Revisión Datasheet

receptor	receptor		entregado por el fabricante (Numérico- Decimal)
VSWR	Relación entre la potencia pico y la amplitud mínima de potencia	TX	Revisión diseño del enlace (Cadena de Caracteres)
Xpic Rechazo	Si el radio permite transmitir en polarización Horizontal y Vertical al tiempo	TX	Revisión diseño del enlace (Cadena de Caracteres)

CATEGORIA 7 Parámetros CNABF

Estos dos datos garantizan que el enlace cumple con las condiciones legales establecidas por la ANE, con estos datos es fácil validar los datos técnicos definidos en la Tabla 8.

Tabla 9 Datos correspondientes al CNABF

Dato	Descripción	Origen	Validación
Tabla CNABF	Tabla definida por la ANE según las frecuencias	ANE	Revisión CNABF (Numérico- Byte)

Canal CNABF	Canal definido por la ANE según las frecuencias	ANE	Revisión CNABF (Numérico- Byte)
--------------------	---	-----	------------------------------------

CATEGORIA 8 Antena

Estos datos definen las características físicas de las antenas utilizadas para establecer el radio enlace entre las radio bases. La selección de las antenas está limitada por disponibilidad en bodega y las características físicas del sitio donde serán instaladas. Estos datos corresponden a la ampliación de datos relacionados con el ítem Antena de la Tabla 2, la descripción de estos datos se muestra en la Tabla 10.

Tabla 10 Características Antena

Dato	Descripción	Origen	Validación
Marca	Antena instalada	TX	Revisión Diseño del enlace (Cadena de Caracteres)
Modelo	Antena instalada	TX	Revisión Diseño del enlace (Cadena de Caracteres)
Referencia	Antena instalada	TX	Revisión Diseño del enlace (Cadena de Caracteres)
Peso	Antena instalada	Datasheet	Revisión Datasheet entregado por el fabricante (Numérico-Decimal)

Altura	Antena instalada	TX	Revisión Diseño del enlace (Numérico-Decimal)
Diámetro	Antena instalada	TX	Revisión Diseño del enlace (Numérico-Decimal)
Límite Superior Frecuencia	Frecuencia máxima en la que trabaja la antena	Datasheet	Revisión Datasheet entregado por el fabricante (Numérico-Decimal)
Límite Inferior Frecuencia	Frecuencia mínima en la que trabaja la antena	Datasheet	Revisión Datasheet entregado por el fabricante (Numérico-Decimal)
Tipo Antena	Tipo antena	TX	Revisión Datasheet entregado por el fabricante (Numérico-Decimal)
Ganancia	Relación entre la potencia que entra y sale de la antena	Datasheet	Revisión Datasheet entregado por el fabricante (Numérico-Decimal)
Apertura del Lóbulo	Ancho del lóbulo para direccionar el haz electromagnético	Datasheet	Revisión Datasheet entregado por el fabricante (Numérico-Decimal)

CATEGORIA 9 Datos Adicionales

Estos datos permiten complementar o anotar correcciones necesarias sobre los datos de la Tabla 3 a la Tabla 11. También permiten establecer el tipo de enlace y si está actualmente en funcionamiento.

Tabla 11 Datos Complementarios

Dato	Descripción	Origen	Validación
Observaciones	Se incluyen datos como la Orden de trabajo del enlace	TX	Validación realizada en los demás datos (Cadena de caracteres)
Modificaciones	Comentarios sobre datos a validar	-	Validación realizada en los demás datos (Cadena de caracteres)
Operación	Fija o Móvil	TX	Ingeniero (Cadena de caracteres)
Estado	En servicio o Fuera de Servicio	TX	Ingeniero (Cadena de caracteres)

4.2 CASOS DE APLICACIÓN DE LA CLASIFICACIÓN

Los datos se clasificaron mediante las 9 categorías expuestas anteriormente y se consolidaron en un archivo de Excel. En este archivo se ubicaron todos los datos obtenidos. Se organizó de modo que cada uno de los datos se ubica en una columna, dando un total de 100 columnas y un aproximado de 3000 filas,

correspondientes a cada uno de los enlaces de la red de Movistar. Se asignó un consecutivo para cada una de las filas de la tabla y así controlar más fácilmente el total de enlaces y darles un indicador único a cada uno.

Algunos de los casos de aplicación de los datos mencionados, se pueden identificar realizando filtros en las categorías, por ejemplo:

- Si en la Tabla 3 se filtra por el **#Red MinTIC** se puede establecer por cuantos enlaces se está cancelando un valor económico, cuantos enlaces faltan por legalizar y por cuantos enlaces se está cancelando sin tener un enlace en funcionamiento.
- Con las **coordenadas** de la Tabla 4 es posible calcular la **distancia** total del enlace y con éste dato identificar al **diámetro** de la antena que se debería utilizar y obtener la totalidad de los datos de la Tabla 10.
- Identificando el Ingeniero **responsable** de cada zona (Tabla 3), el **departamento** del enlace (Tabla 4) y la **marca** y **referencia** del equipo transmisor de la Tabla 5, se puede identificar la cantidad de radios obsoletos en cada una de las zonas y así generar planes de reposición de equipos.
- Si se filtra por el par de **frecuencias** y el **ancho de banda** de la Tabla 8, se puede obtener la información del **CNABF** (Tabla 9), validando que las características del enlace sean legales ante el gobierno.
- La información más importante a obtener de todos los datos, es tener el número exacto de la cantidad de enlaces en servicio con la que cuenta Movistar, filtrando el dato **Estado** de la Tabla 11.

4.3 VALIDACIÓN DE DATOS

El primer paso fue validar cuantos enlaces se encontraban en servicio y cuantos se encontraban fuera de servicio. Este proceso se realizó validando el estado con cada uno de los Ingenieros de zona y actualizando la columna correspondiente al

dato Estado. De este proceso se encontró que el 75% de los enlaces se encuentran actualmente en servicio.

Después de validar el estado en los enlaces, se validó si estaban registrados en el MinTIC, mediante la revisión de los documentos del MinTIC. Se obtuvo que el 65% de los enlaces están actualmente registrados en el MinTIC y sobre este porcentaje se cancela el derecho de uso del espectro. El 12% de estos enlaces registrados se encuentran fuera de servicio, es decir, se paga un derecho que no se está utilizando.

Teniendo en cuenta los enlaces en servicio, se encontró que el 21% de estos no se encuentran registrados ante el MinTIC. Lo que significa que Movistar podría sufrir una sanción o cancelación del derecho por parte del MinTIC.

De esta manera se fueron validando diferentes datos del archivo de Excel, encontrando por ejemplo:

- El 4% de enlaces están funcionando con radios obsoletos, que ya no se encuentran en el mercado y necesitan ser reemplazados.
- El 2% de enlaces superan una distancia de 80 Km, lo que significa que se encuentran mal las coordenadas, ya que no existen enlaces tan largos.
- En el 2% de enlaces la frecuencia no coincide con lo definido en el CNABF.
- Únicamente el 10% de enlaces se encuentran ingresados en la plataforma de gestión de la empresa.
- El 7% de enlaces no cuentan con datos del tráfico registrado en la información de la empresa.
- El 53% de la totalidad de enlaces no cuenta con datos referentes a las características del radio y las antenas, en el archivo de Excel.
- El 11% de enlaces, el ancho de banda no corresponde al CNABF o no se encuentra identificado el dato en el archivo de Excel.

Estos resultados permiten ver la desactualización de los datos de la red, requiriendo tiempo extra en la ubicación y validación de los datos faltantes.

De esta manera, se identifican la totalidad de los datos con su respectivo origen e importancia dentro de la empresa. Estos datos darán lugar a la creación de un modelo de Base de datos que facilite la obtención de la información necesaria para el área de Transmisión dentro de la empresa Movistar.

5 DATOS CRÍTICOS PARA LA OPERACIÓN DE LA RED DE TRANSMISIÓN DE MOVISTAR

5.1 MARCO LEGAL

La prestación de servicios de Telecomunicaciones en Colombia, es posible gracias al cumplimiento de las condiciones legales que establece el gobierno. En el caso de los operadores de telefonía móvil celular, el órgano de gobierno que dicta estas condiciones es el MinTIC (Misterio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones).

El ordenamiento jurídico es el conjunto de normas jurídicas que rigen un lugar determinado. Este ordenamiento cuenta con una estructura jerárquica, la cual busca organizar, en una estructura piramidal los documentos jurídicos. Ubicando en el punto más alto la norma suprema del sistema jurídico de un país, y debajo de ella una serie de normas que dependen de otra norma superior.

El documento jurídico de mayor relevancia es la Constitución Política, seguida de los Tratados Internacionales. Después de estos siguen las Leyes, las cuales abarcan los Decretos que se encuentran en una posición inferior. Seguido de los Decretos se encuentran los Reglamentos, hasta llegar a las Normas y Resoluciones, siendo éstos los documentos jurídicos de menor importancia.

El MinTIC define el marco legal para todo el sector de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones en Colombia, mediante la Ley 1341 (MinTIC, 2009). En esta Ley se definen conceptos claves, la intervención del gobierno en el sector y los diversos sistemas de Telecomunicaciones permitidos dentro del país. Adicionalmente, establece las condiciones de acceso al espectro, recurso fundamental en la prestación del servicio de telefonía móvil celular, y las contraprestaciones que deben asumir los operadores.

Por otro lado, la ANE (Agencia Nacional del Espectro), entidad encargada de la atribución y vigilancia del espectro radioeléctrico en Colombia, define el CNABF (Cuadro Nacional de Atribución de Bandas de Frecuencia). En este documento se definen las frecuencias permitidas para cada uno de los servicios de Telecomunicaciones.

5.1.1 Contraprestaciones pagadas por el operador por el uso del espectro

El detalle del régimen de contraprestaciones para los servicios de Telecomunicaciones se establece en el Decreto 1161 (MinTIC, Decreto 1161, 2010). Debe entenderse contraprestación, como el valor económico que los proveedores deben cancelar al gobierno por el uso del espectro. Sin embargo, según la Ley 1341 (MinTIC, 2009) es el MinTIC el encargado del control y administración de las contraprestaciones, y por tanto de las visitas de inspección o vigilancia a las que haya lugar.

La razón de definir dicha contraprestación es promover la competencia, establecer la legalidad de los servicios que hagan uso del espectro, y garantizar un uso racional y eficiente del espectro radioeléctrico.

El pago de dichas contraprestaciones al gobierno, genera una serie de derechos y deberes por parte de los operadores. Los derechos pueden contemplar desde el reconocimiento de los pagos hasta la confidencialidad de la información brindada al MinTIC. En cuanto a los deberes, se contemplan obligaciones legales tales como corregir errores identificados en la liquidación o permitir el control y vigilancia por parte del MinTIC.

El pago de las contraprestaciones es de carácter obligatorio, ya que es el acto administrativo que garantiza la legalidad del servicio. Por esta razón el Decreto 1161 (MinTIC, Decreto 1161, 2010) en el Capítulo I define las sanciones para un

proveedor que no cumple con las contraprestaciones, específicamente se definen 3 sanciones:

- La autoliquidación extemporánea, cancelar tres meses después del vencimiento del plazo, genera una multa de 1.5% sobre la totalidad de las contraprestaciones de dicha autoliquidación.
- La no autoliquidación dentro de los tres meses de plazo, genera una multa del 30% sobre la totalidad de las contraprestaciones de la autoliquidación no presentada.
- La autoliquidación inexacta, cancelar un valor menor al estipulado, genera una multa del 20% de la diferencia entre el valor liquidado y el que legalmente correspondía.

Dichas sanciones se liquidan y el proveedor de servicios debe pagar intereses moratorios por cada día calendario de retardo en el pago.

El monto económico de la contraprestación se establece en la Resolución 2877 (MinTIC, Resolución 2877, 2011). Definiéndose el cálculo matemático de la contraprestación por la utilización del espectro radioeléctrico, junto con el plazo para su cancelación.

Esta contraprestación será el resultado de aplicar los *VAC (Valores Anuales de Contraprestación)* definidos por el MinTIC. Se definen tres formas de pago:

- Autoliquidación periódica por trimestres calendario.
- Autoliquidación por anualidades anticipadas.
- Autoliquidación por único pago.

Cada proveedor tiene la libertad de escoger la forma de pago que le resulte más sencilla. Teniendo en cuenta que cada forma de pago genera un monto económico

único en relación con el plazo. Cada autoliquidación requiere la presentación de diferentes documentos al gobierno, referentes al servicio que se desea legalizar.

Algunos de los Valores de las contraprestaciones definidas en la Resolución 2877 (MinTIC, Resolución 2877, 2011) son:

i. Valor anual de la contraprestación por la utilización de frecuencias radioeléctricas en HF

$$VAC = AB * Fv \quad (1)$$

Dónde:

VAC: Valor anual de Contraprestación en salarios mínimos legales mensuales vigentes (smlmv)

AB: Ancho de banda asignado (KHz)

Fv: Factor de valoración, en función de horas de operación autorizadas por el MinTIC, el valor se obtiene según la Figura 17

Horas de operación diaria	Fv (SMLMV/KHz)
2	0.30
3	0.45
4	0.60
5	0.75
6	0.90
7	1.05
8	1.20
9	1.35
10	1.50
11	1.65
12	1.80
13	1.95
14	2.10
15	2.25
16	2.40
17	2.55
18	2.70
19	2.85
20	3.00
21	3.15
22	3.30
23	3.45
24	3.60

Figura 17. Factor Valorización. Fuente: (MinTIC, Resolución 2877, 2011)

ii. **Valor anual de la contraprestación por la utilización de frecuencias radioeléctricas para enlaces fijos punto a punto**

$$VAC = (Fa) \times (Fv) \quad (2)$$

Dónde:

VAC: Valor anual de Contraprestación en salarios mínimos legales mensuales vigentes (smlmv)

Fa: Factor ancho de banda, definido según el ancho de banda utilizado por el enlace según la Figura 18.

Fv: Factor de valoración, está definido en base a la frecuencia central en la que opera el enlace punto a punto y se obtiene el valor según la Figura 19.

Ancho de Banda del Enlace (MHz)	Fa (SMLMV)	Ancho de Banda del Enlace (MHz)	Fa (SMLMV)
0,002 MHz < AB ≤ 0,010 MHz	0,40	16 MHz < AB ≤ 20 MHz	9,80
0,010 MHz < AB ≤ 0,020 MHz	0,60	20 MHz < AB ≤ 24 MHz	12,00
0,020 MHz < AB ≤ 0,030 MHz	0,80	24 MHz < AB ≤ 28 MHz	14,00
0,030 MHz < AB ≤ 0,060 MHz	1,10	28 MHz < AB ≤ 32 MHz	16,00
0,060 MHz < AB ≤ 0,100 MHz	1,30	32 MHz < AB ≤ 36 MHz	18,00
0,100 MHz < AB ≤ 0,125 MHz	1,50	36 MHz < AB ≤ 40 MHz	20,00
0,125 MHz < AB ≤ 0,250 MHz	2,00	40 MHz < AB ≤ 44 MHz	22,00
0,250 MHz < AB ≤ 0,500 MHz	2,30	44 MHz < AB ≤ 48 MHz	24,00
0,500 MHz < AB ≤ 0,750 MHz	2,60	48 MHz < AB ≤ 52 MHz	26,00
0,750 MHz < AB ≤ 1 MHz	3,00	52 MHz < AB ≤ 56 MHz	28,00
1 MHz < AB ≤ 2 MHz	3,60	56 MHz < AB ≤ 64 MHz	31,00
2 MHz < AB ≤ 4 MHz	4,20	64 MHz < AB ≤ 72 MHz	35,00
4 MHz < AB ≤ 8 MHz	4,90	72 MHz < AB ≤ 80 MHz	39,00
8 MHz < AB ≤ 10 MHz	5,40	80 MHz < AB ≤ 90 MHz	43,00
10 MHz < AB ≤ 12 MHz	6,20	90 MHz < AB ≤ 100 MHz	48,00
12 MHz < AB ≤ 16 MHz	7,70	100 MHz < AB	50,00

Figura 18. Factor ancho de banda. Fuente (MinTIC, Resolucion 2877, 2011)

Frecuencia de enlace (MHz)	Fv
3 < F ≤ 2 690	1,00
2 690 < F ≤ 7 425	0,90
7 425 < F ≤ 14 400	0,80
14 400 < F ≤ 21 200	0,70
21 200 < F ≤ 29 500	0,60
29 500 < F ≤ 40 000	0,50
40 000 < F	0,45

Figura 19. Factor de Valorización. Fuente (MinTIC, Resolucion 2877, 2011)

iii. Valor de las contraprestaciones económicas por fracción anual

$$VCP = \frac{Nd * VAC}{NTd} \quad (3)$$

Dónde:

VCP: Valor de Contraprestación en salarios mínimos legales mensuales vigentes (smlmv)

VAC: Valor Anual de Contraprestación en salarios mínimos legales mensuales vigentes (smlmv)

Nd: Número de días calendario del año de la autoliquidación y pago por el permiso para uso del espectro radioeléctrico

NTd: Número total de días del año sobre el cual se calcula el valor de la cuota

Dentro de la empresa Movistar el cálculo de las contraprestaciones se realiza bajo el formato del **Valor anual de la contraprestación por la utilización de frecuencias radioeléctricas para enlaces fijos punto a punto (2)** y se realiza la autoliquidación de forma anual, liquidación que será ejemplificada en el apartado 5.2.

5.1.2 CNABF

El espectro electromagnético, según la Constitución Política Colombiana, es un bien público inenajenable, imprescriptible, sujeto a la gestión y control del Estado.

La definición técnica del espectro electromagnético corresponde a las ondas electromagnéticas que utilizan el aire como medio de propagación sin guía artificial. Este define la distribución energética, desde las ondas de menor radiación como los rayos gamma hasta las ondas microondas de mayor radiación como las ondas de radio.

Dentro del espectro electromagnético se encuentra el espectro radioeléctrico, que corresponde al conjunto de ondas electromagnéticas que se encuentran en el rango de los 3kHz a los 300 GHz. Este rango de frecuencias permite tener servicios de Telecomunicaciones. El control, gestión y administración del espectro radioeléctrico depende, como ya se había mencionado, de la ANE.

El uso de las TIC (Tecnologías de la Información y las Comunicaciones) ha tenido un avance y penetración acelerada en los últimos años. Este despliegue y avance en la tecnología, hace necesaria una constante actualización en la reglamentación nacional e internacional sobre el uso del espectro radioeléctrico.

Dentro de la reglamentación se encuentra la atribución del espectro radioeléctrico, la cual busca minimizar las interferencias debido al crecimiento en el número de frecuencias utilizadas, hoy en día, por los servicios de Telecomunicaciones. Esta atribución la realiza la ANE, por medio del CNABF (Cuadro Nacional de Atribución de Bandas de Frecuencia) (<http://www.ane.gov.co/cnabf/>). Este cuadro define las bandas de frecuencias de operación de los servicios de radiocomunicación del país.

“Esta atribución del espectro es producto de estudios técnicos, económicos y sociales, y del consenso entre los estados miembros de la UIT, para el mejoramiento y el empleo racional del espectro radioeléctrico, con el fin de evitar interferencias perjudiciales entre las estaciones de radiocomunicación de los distintos países” (Cuadro Nacional de Atribucion de Frecuencias, 2015).

El CNABF discrimina cada par de frecuencias, en las cuales deben trabajar los proveedores para los diferentes servicios de Telecomunicaciones, identificando el ancho de banda correspondiente, canal o distancia recomendada para los enlaces punto a punto o punto multipunto. En la Figura 20 se observa la distribución de frecuencias para una banda de 15GHz. Es sobre dicha asignación de frecuencias donde el MinTIC realiza control o sanción sobre el proveedor.

TABLA 81

PLAN DE DISTRIBUCIÓN DE CANALES BANDA DE 15 GHz (14400 - 15350 MHz)
 REC. UIT-R F.636-4 RECOMIENDA 4
 ANCHO DE BANDA DEL CANAL: 7 MHz
 DISTANCIA MÍNIMA RECOMENDADA DE ENLACE (km): 5,13

$$f_m = f_r + 2768,5 + 28n + 7m \text{ MHz}$$

$$f_{m'} = f_r + 3608,5 - 28(15 - n) + 7m \text{ MHz}$$

$$n = 1, 2, 3, \dots \text{ o } 15$$

$$m = 1, 2, 3, \dots \text{ o } 4$$

$f_r = 11701,0 \text{ MHz}$ $n = 7$				$f_r = 11701,0 \text{ MHz}$ $n = 8$			
Canal (m)	f_m (MHz)	Canal (m')	$f_{m'}$ (MHz)	Canal (m)	f_m (MHz)	Canal (m')	$f_{m'}$ (MHz)
1	14672,50	1'	15092,50	1	14700,50	1'	15120,50
2	14679,50	2'	15099,50	2	14707,50	2'	15127,50
3	14686,50	3'	15106,50	3	14714,50	3'	15134,50
4	14693,50	4'	15113,50	4	14721,50	4'	15141,50

Figura 20. CNABF. Fuente (ANE, 2015)

Para obtener el permiso sobre el espectro radioeléctrico, el operador debe realizar estudios de frecuencias, con el fin de corroborar que frecuencias están libres y cuál de ellas puede utilizar. Estos estudios son presentados al MinTIC para hacer la solicitud de asignación de frecuencia por un sitio y tiempo específico.

5.2 CONTRAPRESTACIÓN CANCELADA POR MOVISTAR

Con base a los parámetros legales establecidos por el MinTIC, sobre el uso del espectro radioeléctrico se pueden identificar ciertos datos críticos. Siendo datos críticos aquellos que influyen sustancialmente en el cálculo de las contraprestaciones que Movistar debe cancelar al MinTIC. Por lo tanto, para evitar sanciones o una posible cancelación del servicio, se debe tener mayor claridad sobre dichos datos.

Para identificar claramente la importancia en la veracidad de los datos, se verá un ejemplo del cálculo matemático de las contraprestaciones. El cálculo se realiza en base al modelo de autoliquidación utilizado en Movistar para enlaces punto a

punto, según ecuación (2) y suponiendo dos enlaces con las características mostradas en la Tabla 12 pertenecientes a la red de Transmisión de Movistar.

Tabla 12 Datos para el cálculo de la contraprestación de enlace punto a punto -Ejemplo

	Sitio A	Sitio B	Banda Frecuencia (GHz)	Frecuencia Sitio A (Hz)	Frecuencia Sitio B (Hz)	Ancho de Banda (MHz)
Ejemplo 1	Santo Tomas	Campus Calle 200	15	14543	14963	14
Ejemplo 2	Santo Tomas	Campus Calle 200	15	14543	14963	28

El cálculo de la contraprestación anual para el sitio A de un enlace punto a punto se calcula con los datos de la (Tabla 12 - Ejemplo 1) y con base a la Figura 18, el factor (Fa) corresponde a un valor de 7.7. De igual manera con base a la Figura 19, el factor (Fv) corresponde a un valor de 0.70. Obteniendo el factor del VAC.

$$\text{Factor VAC} = (7.7) \times (0.70) = 5.39 \quad (4)$$

El valor de la contraprestación se da en salarios mínimos legales mensuales vigentes (smlmv), este se multiplica por el factor VAC obtenido anteriormente. Siendo el resultado, el monto económico a cancelar por el sitio A del enlace, en este caso, el valor es de \$3'473.046,5.

Debido que un enlace consta de dos sitios, uno para transmisión (Sitio A) y otro para Recepción (Sitio B), el resultado del Sitio B es el mismo, ya que las características del enlace son las mismas, obteniendo un total a cancelar por el

funcionamiento del enlace total, durante un año de \$6'946.093; siendo este monto total del VAC.

Duplicando el valor del ancho de banda (Tabla 12 – Ejemplo 2) y realizando el mismo cálculo en el que factor (Fa) cambia de 7.7 a 14, se aumenta el factor VAC a 9.8. Esto multiplicado por el valor correspondiente a un salario mínimo legal mensual vigente ($smlmv$), se obtiene un valor a cancelar por el sitio A del enlace de \$6'314.630. Dando un valor total de VAC a cancelar de \$12'629.260 por la totalidad del enlace, con un ancho de banda mayor.

Se observa que el valor a cancelar por un enlace, al duplicar el ancho de banda es casi el doble. Por lo que el ancho de banda se convierte en uno de los datos críticos más importantes a validar. La importancia del ancho de banda está dada, no solo por el impacto económico que tiene sobre la empresa, sino también por el impacto legal. Ya que se debe validar contra el CNABF si dicho par de frecuencias puede trabajar con ese ancho de banda, con el fin de evitar posibles sanciones o cancelación del enlace.

Otro dato crítico es el número de red entregado por el MinTIC. Este número identifica legalmente el enlace y da el aval para el uso de las frecuencias por un único proveedor de servicio. Si éste dato no es correcto o falta en un enlace, significa que el enlace está funcionando ilegalmente y provocaría una sanción para la empresa o una posible cancelación del servicio en el par de frecuencias.

La banda de frecuencias en la que trabaje el enlace, es otro de los datos críticos, ya que entre más baja sea la banda de frecuencia, mayor será el factor Fv descrito en la Figura 19. Este factor aumentará proporcionalmente el valor a cancelar por cada uno de los enlaces.

La Tabla 13 muestra que solo al cambiar la banda de frecuencia, el VAC de cada enlace aumenta casi dos millones de pesos, manteniendo el resto de

características del enlace iguales. Suponiendo que la red de movistar tiene 3000 enlaces en servicio, de los cuales el 50% se encuentra en la banda de 7GHz (Fv de 0.9) y el otro 50% en la banda de 15GHz (Fv de 0.7), y todos manejando un ancho de banda de 14 MHz, el valor anual a cancelar por los 3000 enlaces en servicio sería \$23,815'176,000.

Tabla 13 Valor a Cancelar por 3000 enlaces dentro de Movistar

	Ancho de Banda (MHz)	FV	Valor a Cancelar Anualmente	Valor por 1500 enlaces
Ejemplo 1	14	0,70	\$6'946.093	\$10.419'139.500
Ejemplo 2	14	0,90	\$8'930.691	\$13.396'036.500
	TOTAL A CANCELAR EN UN AÑO POR 3000 ENLACES			\$23,815'176,000

Por lo tanto, cualquier ahorro económico en el valor de la contraprestación a cancelar, será significativo dentro de la empresa, ya que disminuye el valor anual correspondiente al mantenimiento de la red.

Según los enlaces fuera de servicio registrado ante el MinTIC identificados en el apartado 4.3, Movistar está gastando aprox. \$2.910'000.000 anuales innecesariamente, gasto que aumenta considerablemente el CAPEX y disminuye los recursos disponibles para mantener el óptimo funcionamiento de la red.

Debido a las sanciones mencionadas, se debe tener una completa seguridad de la validez y veracidad de todos los datos entregados al MinTIC anualmente, en los

documentos donde se identifica la totalidad de las características técnicas de los enlaces.

La sanción correspondiente a los errores identificados en el apartado 4.3, correspondería a una multa de aproximadamente de \$5.000'000.000. Dinero que puede ser utilizado en el mejoramiento de la red para prestar un mejor servicio a los usuarios.

En resumen, los datos críticos que afectan económicamente a Movistar, en el momento de la presentación de la liquidación en el MinTIC son: el ancho de banda y las frecuencias en que trabaja. Estos datos críticos también afectan la operación del enlace, incluyendo el número de red del MinTIC, ya que si la frecuencia y el ancho de banda no corresponden a lo descrito en el CNABF o el enlace no se encuentra registrado, el MinTIC puede utilizar dichas frecuencias o cancelar la operación.

6 PROPUESTA MODELO DE LA BASE DE DATOS DEL ÁREA DE TRANSMISIÓN DE LA EMPRESA MOVISTAR

El primer paso para el diseño de una Base de Datos, según lo estipulado en la Figura 5 del capítulo 2, es la recogida y análisis de los requisitos.

Esta recogida de requisitos se realizó en los capítulos 3, 4 y 5. Se identificaron todos los datos pertenecientes a la Red de Transmisión de Movistar, incluyendo aquellos datos críticos que afectan directamente la operación y funcionamiento de la empresa. Se estableció el origen e importancia de los datos dentro de la empresa y fueron consolidados en categorías según su relación. Todo esto, con el fin de definir un conjunto de requisitos y restricciones que permitan generar el modelo conceptual de la Base de Datos.

6.1 REQUISITOS

- La Red de Transmisión de Movistar está dividida en diferentes zonas geográficas, cada zona tiene un nombre y un ingeniero encargado. Cada ingeniero tiene datos del nombre, apellido, correo, cedula y teléfono. Cada zona está dividida en departamentos y cada departamento tiene su nombre y sus municipios. Es necesario contar con una relación entre los ingenieros y sus zonas, para mantener un control sobre los enlaces de su zona.
- Un sitio se ubica en un municipio. Cada sitio tiene un nombre, coordenadas, dirección y un código de emplazamiento, necesarios para su localización e identificación.
- Cada sitio puede tener varias antenas y radios. La antena tiene características como marca, modelo, referencia, peso, altura, diámetro, límite superior de frecuencia, límite inferior de frecuencia, tipo de antena, ganancia y apertura del lóbulo. Y el radio tiene marca, modelo, límite superior de frecuencia, límite inferior de frecuencia, límite superior de

potencia, límite inferior de potencia. Tener esta información de cada sitio facilita el mantenimiento de los equipos.

- Cada radio transmisor tiene también un tráfico propio, el cual tiene E1, puertos FE, puertos GE, capacidad nominal y capacidad utilizada, capacidades con las cuales se calcula la capacidad vacante. Y características de la transmisión como tipo, clase, XPIC, potencia de transmisión, sensibilidad, diversidad de espacio y de frecuencia. Tener esta información sobre el radio, permite analizar la capacidad de la red.
- Con dos sitios se configura un enlace, el cual tiene características como estado, operación, MinTIC, site, modulación, banda de frecuencia, subbanda, potencia, y VSWR. Información necesaria para el mantenimiento y correcta operación de la red.
- Puede existir que un enlace físico trabaje con la misma frecuencia, pero con diferente ancho de banda o polarización, con lo cual se tendría varios enlaces en la red. Esto permite identificar correctamente la totalidad de enlaces.
- Con base a la frecuencia y el ancho de banda del enlace, se obtienen los datos de la tabla y el canal del CNABF. Para cumplir con los requisitos estipulados por el MinTIC.
- Se debe poder recuperar y actualizar todos los datos de un enlace de la Base de Datos.
- La información debe poder ser consultada por diferentes personas de la empresa, pero solo actualizada por los ingenieros del área de Transmisión.

6.2 DIAGRAMA ER

Este diagrama busca agrupar la totalidad de los datos de forma organizada y simplificada, mediante la definición de entidades y sus atributos.

Con base en los parámetros teóricos definidos en el apartado 2.1.1 se realiza el diseño del diagrama ER. En el proceso de diseño fue necesaria la modificación las 9 categorías definidas en el apartado **CLASIFICACION DE DATOS** para la creación de las entidades, ya que se observó que datos pertenecientes a diferentes categorías podrían unificarse en una sola entidad, o que dentro de una categoría la importancia de algunos datos requerían la creación de una nueva entidad. Algunas de las modificaciones fueron:

- Las categorías 3 (Equipo Transmisor) ,4 (Características técnicas enlace) y 5 (Tráfico del enlace) fueron fusionadas, ya que son características propias del radio, formando una entidad.
- Atributos como el departamento y el municipio, fueron eliminados de la categoría sitios, y cada uno generó una nueva entidad.
- Se creó una entidad para los datos del ingeniero encargado de cada zona. Estos no se encontraban en la consolidación inicial, sin embargo son importantes para establecer responsabilidades y hacer gestión sobre las zonas.
- Los elementos relacionados con el enlace se agruparon en una única entidad, fusionando algunos atributos de la categoría 1(Identificación de enlaces), 6(Características radio enlace) ,7(Parámetros CNABF) y 9 (Datos adicionales).

El diagrama Entidad-Relación se muestra en la Figura 21, cuenta con un total de 8 entidades, cada una con sus atributos. Este diagrama también define la relación entre las entidades definidas. Las entidades o tablas creadas son:

- **Ingeniero:** Identifica al responsable de cada una de las seis zonas geográficas del país, en las cuales está dividida la red de Transmisión de Movistar.
- **Zona:** Define cada una de las seis divisiones geográficas del país.

- **Departamento:** Contiene los 32 departamentos del país, los cuales son contenidos en las diferentes zonas.
- **Municipio:** Identifica la subdivisión geográfica dentro de los departamentos, permite ubicar cada uno de los sitios.
- **Sitio:** Identifica los sitios y su ubicación geográfica.
- **Antena:** Identifica las características técnicas de las antenas utilizadas en los enlaces.
- **Radio:** Identifica las características técnicas del radio ubicado en un sitio.
- **Enlace:** Contiene toda la información de la conexión entre los dos sitios.

La selección de los atributos se realiza con base en el ejercicio del apartado 4.1, las modificaciones de las categorías, explicadas anteriormente y aquellos atributos que provean toda la información relacionada con la entidad. Los atributos definidos para cada una de las entidades son:

Tabla 14. Atributos seleccionados diagrama ER

Entidad	Atributo	Explicación
Ingeniero	Cedula, nombre, apellido, correo, teléfono	Permiten contactar e identificar el responsable
Zona	Nombre	Permite reconocer la zona
Departamento	Nombre	Permite identificar cada departamento
Municipio	Id, Nombre	Permiten identificar cada municipio
Sitio	Id, emplazamiento, nombre, dirección, latitud, longitud	Permiten diferenciar y localizar cada sitio en un municipio
Antena	Id, tipo, altura, referencia, potencia, modelo, marca, peso, diámetro, Lim	Identifican cada una de las antenas utilizadas por

	frecuencia, ganancia apertura	Movistar
Radio	Id, puertosGE, puertosFE, puertosE1, marca, modelo, configuración, clase, Lim potencia, Lim frecuencia, tipo, diversidad, sensibilidad, potencia Tx	Identifican cada uno de los radios utilizadas por Movistar
Enlace	Id, operación, estado, MinTIC, site, azimut, frecuencia, polarización, subbanda, ancho de banda, modulación, VSWR, potencia, capacidad, distancia, tabla CNABF, canal CNABF	Permite diferenciar cada uno de los enlaces, dentro y fuera de la empresa, y todas sus características

Las relaciones entre las entidades se establecen con base en los requisitos establecidos, de modo que:

- Existe un único ingeniero que supervisa una única zona del país, relación 1:1 entre ingeniero y zona.
- Cada zona contiene un grupo de departamentos que la conforman, relación 1:N entre zona y departamento.
- Cada departamento se conforma por varios municipios, relación 1:N entre departamento y municipio.
- En un municipio pueden existir varios sitios, relación 1:N entre municipio y sitio.
- Muchos sitios utilizan un tipo de antena, relación N:1 entre sitio y antena.
- Muchos sitios utilizan un tipo de radio, relación N:1 entre sitio y radio.
- Dos sitios conforman un enlace, relación 2:1 entre sitio y enlace.

En total se tienen 61 atributos, de los cuales 3 (Distancia, tabla CNABF, canal CNABF) son atributos derivados, estos se identifican en la Figura 21 mediante el óvalo en línea punteada, estos datos se obtienen mediante la relación entre otros atributos, de modo que:

- **Distancia:** Se obtiene con la latitud y longitud de los dos sitios que conforman un enlace.
- **Tabla CNABF y Canal CNABF:** Se obtienen directamente de las tablas del CNABF con base al ancho de banda y el par de frecuencias del enlace.

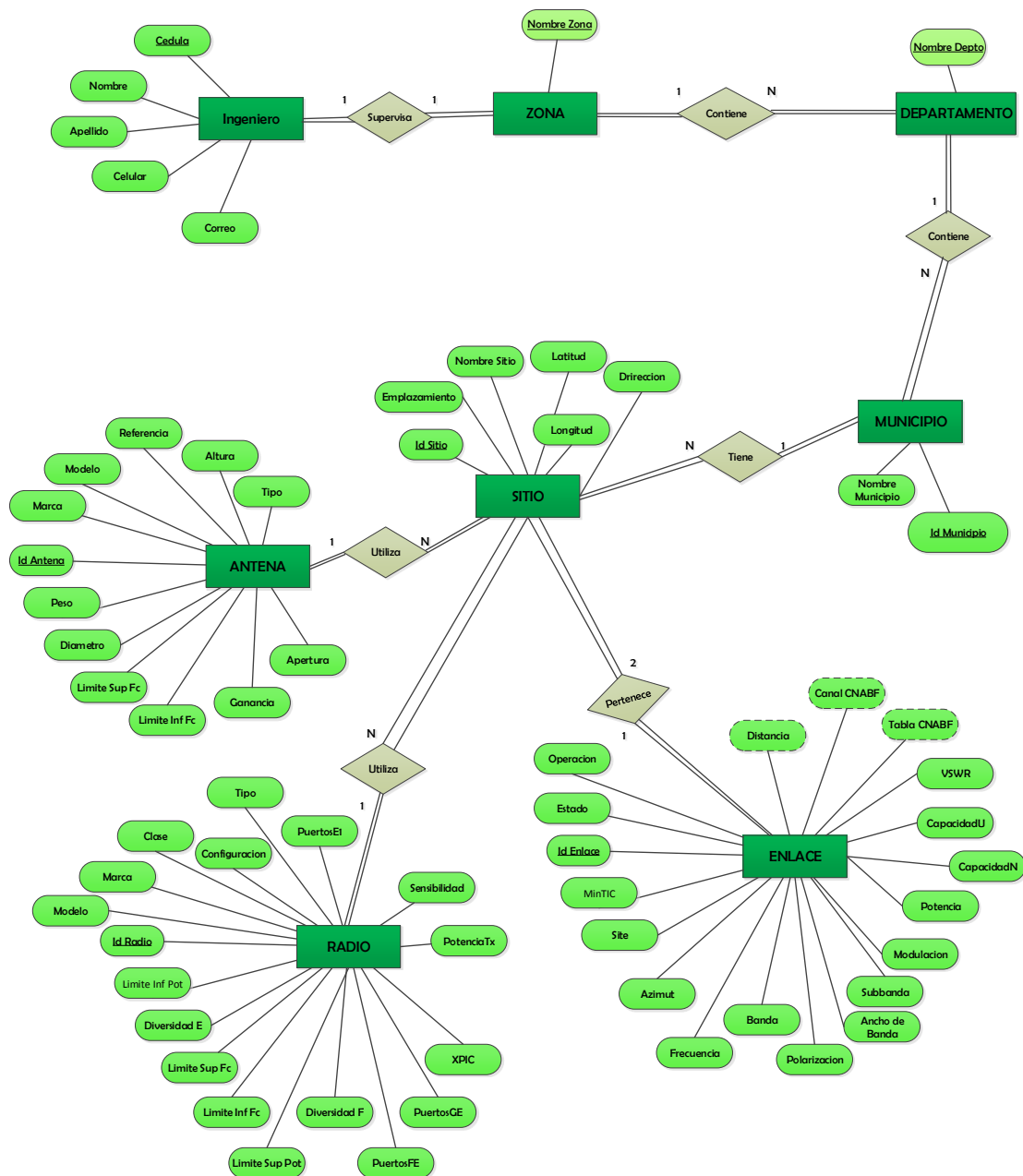


Figura 21. Diagrama ER para el modelo de Base de Datos de Transmisión Movistar

6.3 DIAGRAMAS UML

Teniendo en cuenta que UML define tres tipos de diagramas: estructurales, de comportamiento y de datos. Se eligieron los diagramas de casos de uso, diagramas de secuencia y diagrama de clases respectivamente.

De modo que los diagramas de casos de uso son llamados estructurales, ya que definen información estática, es decir, la información de la Base de Datos y sus interrelaciones pero no cómo se trata u obtiene dicha información.

En los diagramas se definen las interacciones de uno o más actores con la Base de Datos mediante acciones concretas (casos de uso), para permitir la generación de información. Los diagramas diseñados se basan en la experiencia durante la pasantía realizada y la información facilitada por el jefe del área de transmisión.

Los diagramas de secuencia buscan representar una parte de las operaciones realizadas sobre la Base de Datos, se diseñan con base en las acciones de los actores. Sin embargo, como el alcance del presente proyecto es el modelo de una Base de Datos, los diagramas a presentar no buscan representar la totalidad de procesos realizados sobre y dentro de la Base de Datos.

Por último, el diagrama de clases se realiza como traducción del diagrama ER, de manera que los datos se organicen en tablas que faciliten su visualización, definición y relación. Este diagrama se realiza para establecer las tablas necesarias en una posible implementación de la Base de Datos sobre un SGBD.

El diseño que se presenta se basa en los parámetros teóricos definidos en el apartado 2.1.2 y los lineamientos de la OMG (Object Management Group) sobre el lenguaje UML (Object Management Group OMG, 2015).

6.3.1 DIAGRAMA DE CASOS DE USO

Con base en la Figura 8 se realizan dos diagramas de casos de uso, identificando los únicos dos actores que interactúan con la Base de Datos y sus respectivas acciones. Estos dos diagramas buscan describir las acciones que los actores realizan sobre la Base de Datos, más no el proceso en que se realiza para cada una de las acciones.

Estos diagramas toman importancia en etapas futuras para el diseño del sistema de información, definiendo las restricciones del sistema. Cabe resaltar que el diseño del sistema de información está fuera del alcance del presente proyecto.

Uno de los actores que interactuará sobre la Base de Datos, es cualquier empleado de Movistar que no trabaje en el área de Transmisión. Este necesitaría acceder a la Base de Datos únicamente para realizar consultas y generar informes específicos de la red. Para realizar dichas acciones, el empleado debe contar con un usuario que únicamente tendrá autorización para consultas de la Base de Datos, y no para la modificación de datos dentro de la Base de datos (Figura 22).

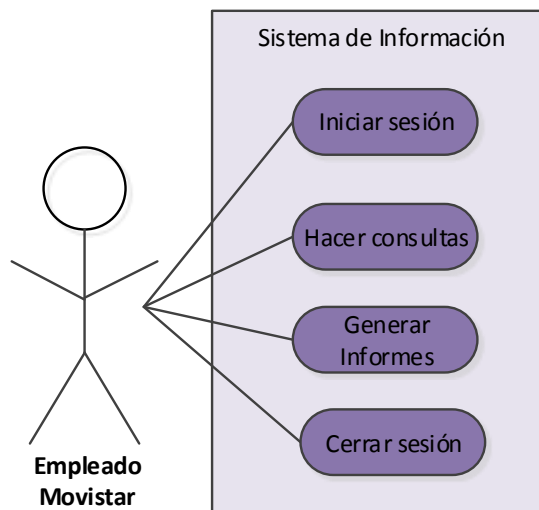


Figura 22. Diagrama Casos de Uso (Empleado) para el modelo de Base de Datos de Transmisión Movistar

El actor representado por todos los ingenieros del área de transmisión, contará con autorización para la modificación, actualización o ingreso de datos nuevos a la Base de Datos. Una de las acciones a realizar por los ingenieros es la realización de consultas, tales como, listado de enlaces en servicio, listado de radios viejos, listados de enlaces por departamento, listado de enlaces registrados en MinTIC, entre otras. Estas consultas permiten la generación de informes que facilitan la toma de decisiones dentro del área. Para realizar acciones sobre la Base de Datos, los ingenieros deben contar con un usuario y permisos que garanticen la integridad de los datos almacenados (Figura 23).

El diagrama de caso de uso relacionado con los ingenieros del área, se realiza bajo tres supuestos: el primero que el Ingeniero de Transmisión cuenta con la totalidad de los datos de los enlaces nuevos, el segundo que el ingeniero de transmisión es el responsable de ingresar los datos al sistema, y el ultimo que la modificación de los datos actuales se realiza de forma progresiva identificando fallas de validación.

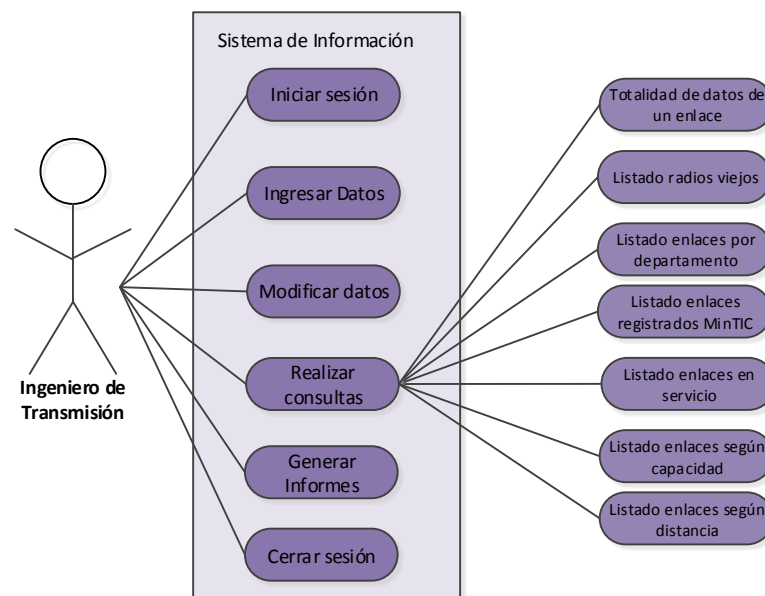


Figura 23. Diagrama Casos de Uso (Ingeniero) para el modelo de Base de Datos de Transmisión

6.3.2 DIAGRAMA DE SECUENCIA

Se presentan diagramas de secuencia para las acciones de los casos de uso, estas son: ingreso de datos, modificación de datos, realización de consultas y generación de informes. Los diagramas buscan describir el proceso de interacción entre el actor y la Base de Datos, mediante un flujo de mensajes básicos que permitan la manipulación de la Base de Datos, teniendo en cuenta las acciones de los casos de uso.

El diseño del modelo de la Base de Datos no requiere de estos diagramas, sin embargo permiten identificar las principales interacciones que se establecerán entre los actores y el sistema. Lo que facilitaría tener un panorama completo del sistema de información en el momento de su diseño. Debido a que los diagramas de secuencia buscan definir la totalidad de procesos realizados sobre y dentro de la Base de datos, sería necesario profundizarlos una vez empiece el diseño del sistema de información, el cual está fuera del alcance de este proyecto.

Cada diagrama de secuencia fue dividido en tres líneas de vida. La primera identifica el actor que interactúa con la Base de Datos, la segunda la interfaz gráfica que observa el actor, y la tercera la Base de Datos que finalmente ejecuta las acciones.

En teoría se debe realizar un diagrama de secuencia por cada una de las acciones descritas en los diagramas de caso de uso. Teniendo en cuenta que las acciones de inicio de sesión y cierre de sesión son estándares, para este proyecto se definen cuatro diagramas de secuencia básicos, que describen a groso modo el proceso interno de la Base de Datos.

El primer diagrama (Figura 24) es el de ingreso de datos nuevos a la Base de datos, es decir, los datos de los enlaces nuevos en la red. El ingeniero debe recoger la totalidad de los datos antes de iniciar esta acción, con el objetivo de

garantizar el almacenamiento completo de los enlaces desde el inicio. La secuencia para realizar el ingreso de datos es: el ingeniero debe iniciar sesión con su usuario, el sistema verifica los datos y si son correctos abre la plataforma al ingeniero, después de esto el ingeniero ingresa la totalidad de los datos nuevos, el sistema le muestra el registro para que sea validado y de esta forma poder guardar y actualizar el sistema, finalmente se cierra el registro actualizado y el ingeniero cierra sesión.

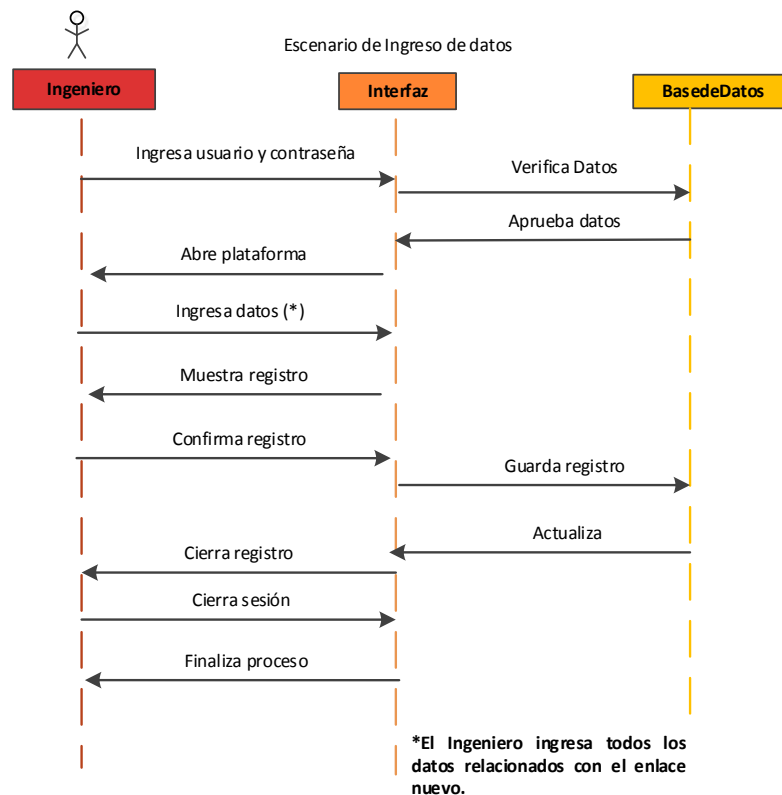


Figura 24. Diagrama de secuencia- Ingreso datos

El segundo diagrama corresponde a la modificación de datos que se realiza a medida que se encuentren fallas en la validación. La secuencia en este caso es: el ingeniero debe iniciar sesión con su usuario, el sistema verifica los datos y si son correctos abre la plataforma al ingeniero, el cual ingresa el número del registro que

desee modificar, el sistema busca el registro y lo muestra al ingeniero para la modificación, después de esto se guarda y actualiza el sistema con las modificaciones realizadas, para finalmente cerrar registro y cerrar sesión del ingeniero (Figura 25).

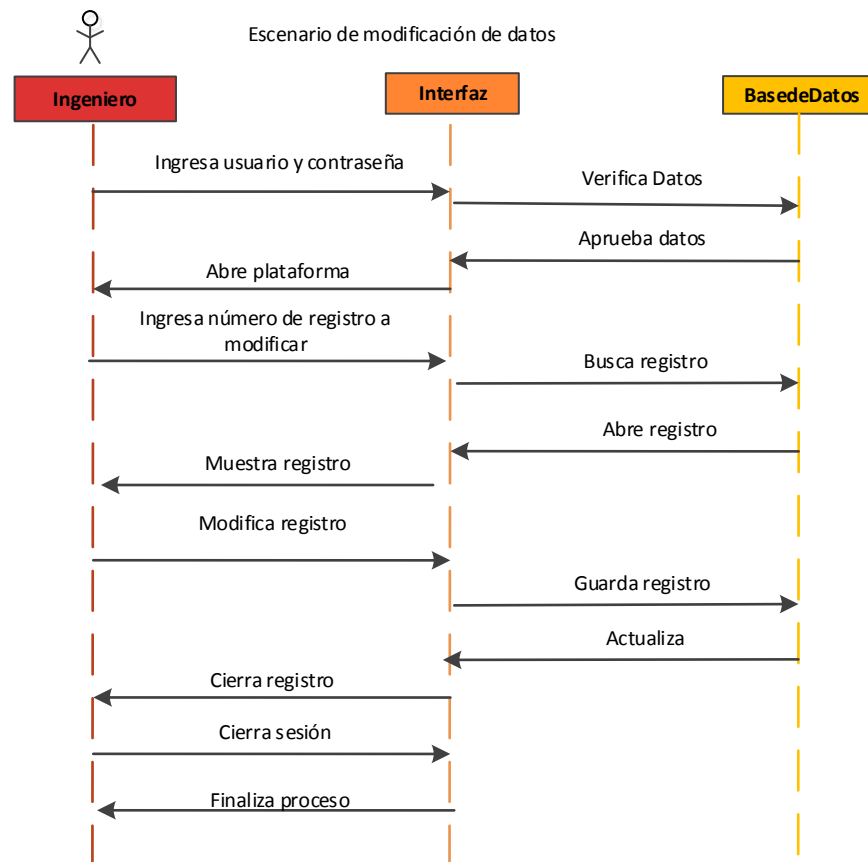


Figura 25. Diagrama de secuencia- Modificación datos

El tercer diagrama es la consulta de información de la Base de Datos, ya sea sobre un enlace completo o un dato específico. Esta busca extraer uno o varios datos, sin realizar operaciones sobre ellos. La secuencia empieza con el ingeniero o el empleado iniciando sesión con su usuario, el sistema verifica los datos y si son correctos abre la plataforma, después de esto debe ingresar la consulta que se desee realizar, el sistema busca el registro que contenga la información

necesaria y lo muestra, si es correcta se acepta la consulta, para finalizar cerrando el registro y la sesión dentro del sistema (Figura 26).

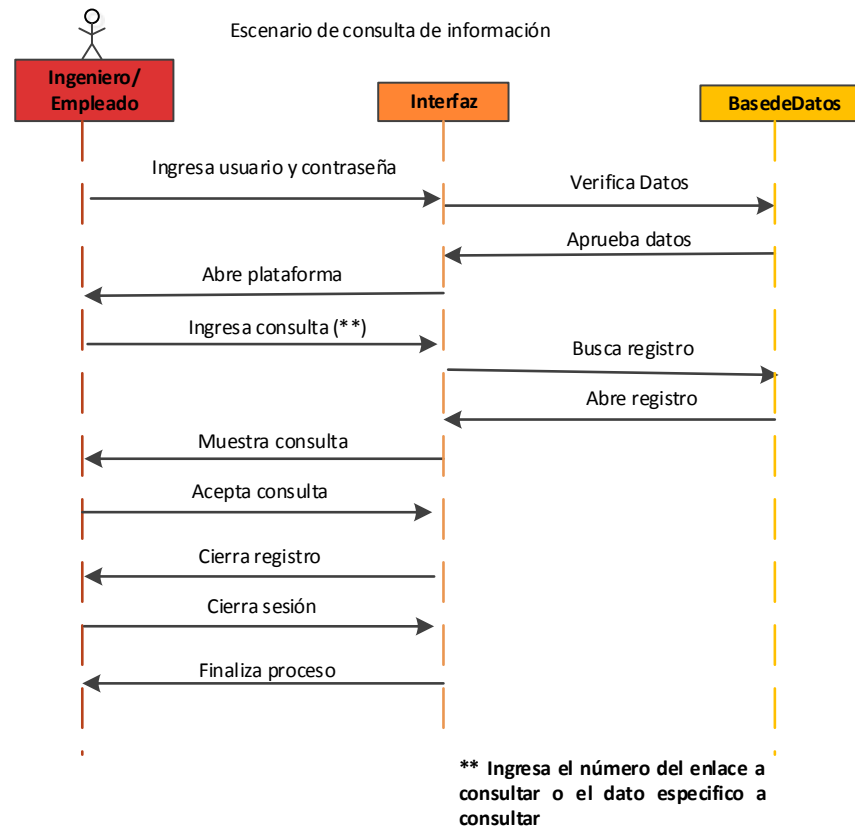


Figura 26. Diagrama de Secuencia - Consulta Información

El último es la generación de informes de la Base de Datos, que consiste en relacionar datos de la Base de Datos para obtener información específica. Los informes se pueden generar mediante plantillas definidas o se puede generar nuevos formatos según los requerimientos de información. La secuencia se describe con el inicio de sesión con el usuario, el sistema verifica los datos y si son correctos abre la plataforma, después de esto se selecciona la plantilla que se requiera o se genera una nueva para el informe, el sistema realiza las actividades necesarias como consultas, operaciones o relaciones entre registros y genera el

informe, se muestra el informe en pantalla, y se finaliza cerrando el registro y la sesión dentro del sistema (Figura 27).

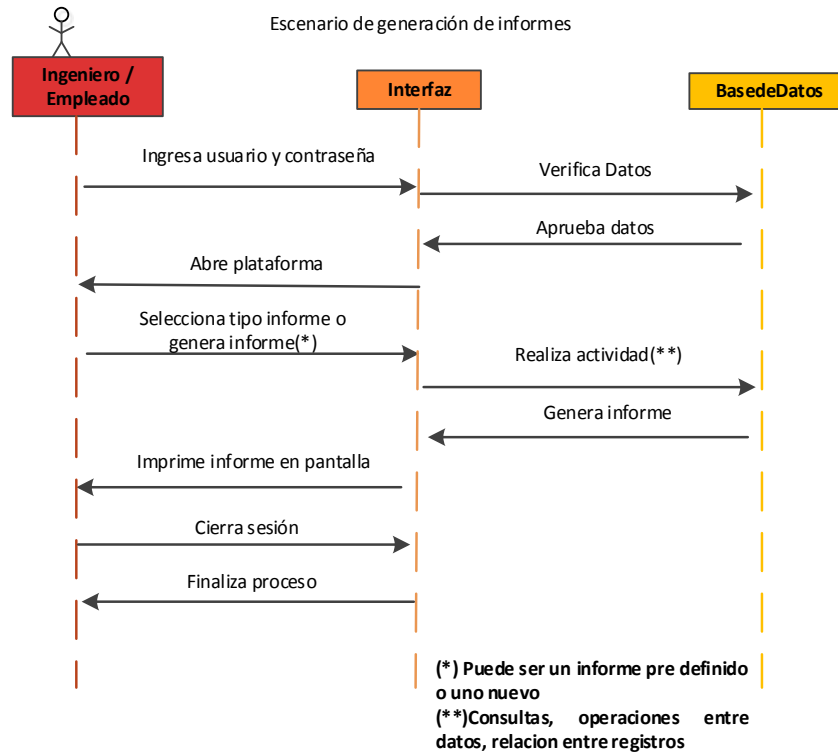


Figura 27. Diagrama de Secuencia - Generación Informe

6.3.3 DIAGRAMA DE CLASES

El diagrama de clases se realiza con base al diagrama ER (Figura 21), traduciendo las entidades, para establecer las tablas necesarias para una implementación de la Base de Datos en un SGBD. Las entidades del diagrama ER se convierten en clases, para cada entidad se creará una tabla con tantos campos como atributos tenga la entidad.

En la definición de los atributos se especifica: el nombre del atributo que corresponde al nombre del diagrama ER; el tipo de atributo, ya sea entero, decimal, fecha o cadena de caracteres, en la cual es necesario especificar la

cantidad de caracteres; el atributo correspondiente a la llave primaria de la clase, la cual es identificada con una letra P; y los atributos derivados de las clases y se realiza por medio de un backslash en el atributo.

Adicionalmente, para definir el diagrama de clases se modifican las relaciones definidas en el diagrama ER, convirtiéndolas en un rango que define el mínimo y máximo de veces que existe la relación. Por ejemplo, entre la relación entre las clase Antena y Sitio existen dos rangos diferentes: el rango 1..1 significa que mínimo debe existir un sitio y máximo un solo sitio con las mismas características, mientras el rango 1..* implica que mínimo debe existir una antena, pero máximo pueden ser infinitas en un sitio. De esta forma se definen los rangos entre las relaciones y se completa el diseño del diagrama de clases (Figura 28).

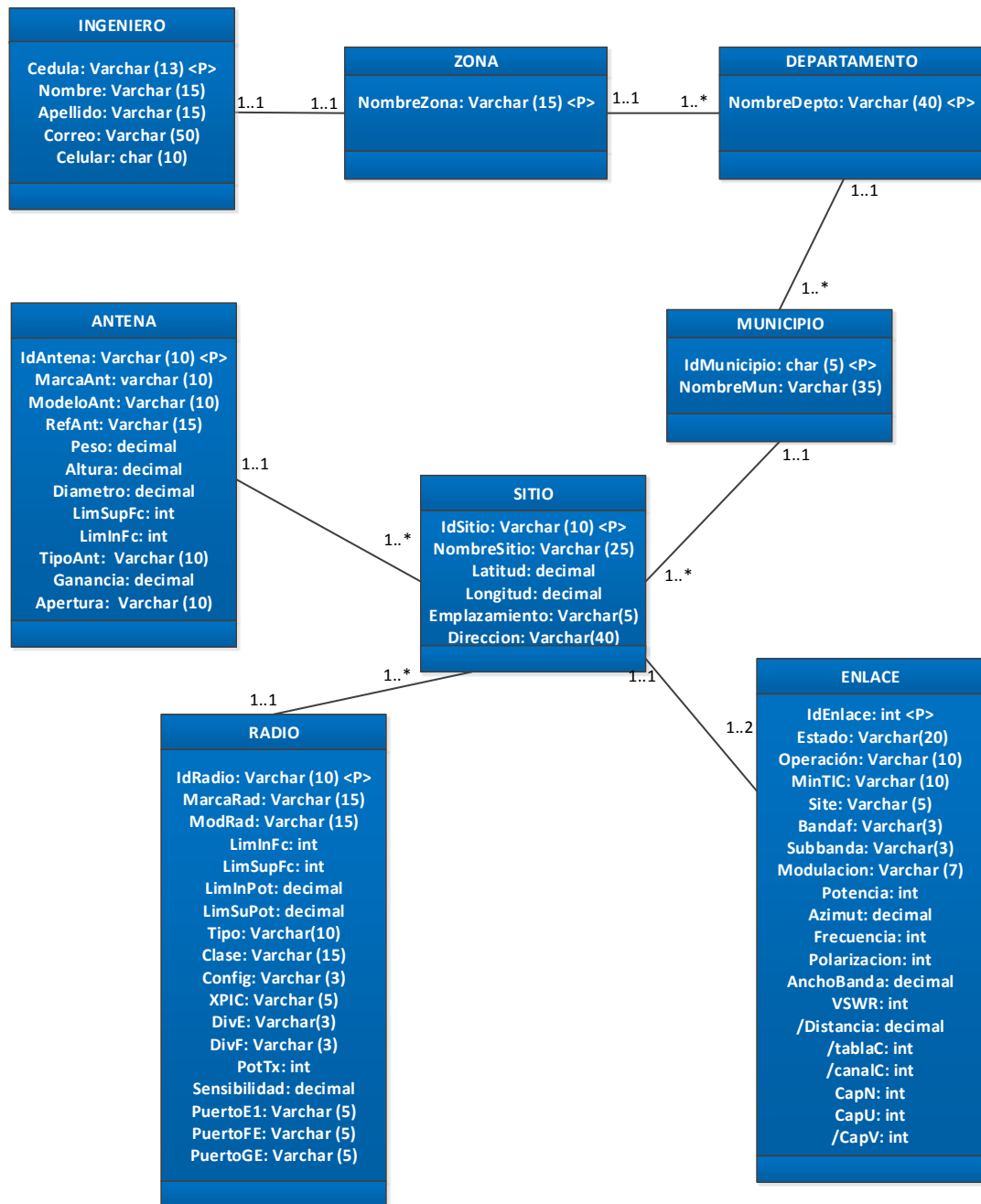


Figura 28. Diagrama de Clases para el modelo de Base de Datos de Transmisión Movistar

6.4 NORMALIZACION

Para pasar del diagrama de clases al diagrama relacional lógico, se hace normalización, buscando corregir errores en los datos y así evitar redundancia de datos. Esta permite evaluar si las clases del diagrama de clases cumplen con las reglas de normalización para convertirlas en tablas. Estas reglas se traducen en formas normales, que pueden llegar hasta sexta forma normal (6FN), estableciendo como mínimo la tercera forma normal (3FN).

El presente modelo contempla hasta la 2FN, ya que en esta forma se garantiza que todos los atributos son atómicos (1FN) y dependen de la llave principal de su tabla (2FN). La 1FN define que todos los atributos deben ser atómicos, es decir, estar compuesto por un único dato indivisible. La 2FN se refiere a que todos los atributos de una tabla dependan de la llave principal de la misma.

Las clases Ingeniero, Zona, Departamento, Municipio, Sitio, Antena y Radio, se convirtieron directamente en tablas en el diagrama relacional lógico, ya que cumplía con todos los requisitos de la 2FN, gracias al proceso realizado en el capítulo 4 y en las modificaciones realizadas en el diagrama ER (6.2).

De este modo, solo se aplica normalización a la clase Enlace, ya que el atributo frecuencia no cumple con la 1FN, y los atributos ancho de banda, tabla CNABF y canal CNABF no cumplen la 2FN.

En relación con la 1FN el atributo **Frecuencia** no cumple con la condición de atomicidad, ya que toma dos valores: uno para transmisión y otro para recepción. Esto se observa claramente en la Tabla 15. Esta violación de la 1FN se corrige separando el atributo frecuencia en dos atributos: **frecuencia A** que corresponde a la frecuencia en transmisión, y **frecuencia B** que corresponde a la frecuencia en recepción, como se muestra en Tabla 16. De este modo se garantiza que todos atributos puedan tomar únicamente un valor.

Tabla 15. Violacion 1FN Tabla Enlace

ENLACE							
Operación	Estado	Id	MinTIC	Frecuencia	Polarización	Ancho de banda	Modulación
móvil	en servicio	1	1023	7520,7890	H	8	64QAM
móvil	en servicio	1	1023	7520,7890	V	8	64QAM
móvil	en servicio	1	1023	7520,7890	H	16	64QAM

Tabla 16. Correcta 1FN Tabla Enlace

ENLACE								
operación	estado	id	MinTIC	frecuencia a	frecuencia b	polarización	Ancho de banda	modulación
móvil	en servicio	1	1023	7520	7890	H	8	64QAM
móvil	en servicio	1	1023	7520	7890	V	8	64QAM
móvil	en servicio	1	1023	7520	7890	H	16	64QAM

Sin embargo se observa que la tabla enlace, a pesar de dividir el atributo frecuencia, como se evidencia en la Tabla 16, sigue sin cumplir la 1FN, ya que la distribución de los atributos implica duplicar datos. Se observa que el enlace 1 que trabaja con un solo par de frecuencias, debido a la diversidad de polarización y de espacio, este mismo par de frecuencias pueden trabajar con diferente polarización y ancho de banda, por lo que esto se traduce en varios registros del mismo enlace con datos duplicados para la tabla enlace. Para evitar esta duplicidad de datos se eliminan los atributos **frecuencia a**, **frecuencia b**, **polarización** y **ancho de**

banda de la tabla enlace, permitiendo que esta cumpla la 1FN. Con estos atributos eliminados se crea una nueva tabla llamada enlace-frecuencia (Tabla 17) que se relaciona con la tabla enlace mediante el atributo **Id** (identificador de enlace).

Tabla 17. Separación Tabla Enlace

ENLACE-FRECUENCIA				
Id	Frecuencia a	Frecuencia b	polarización	Ancho de banda
1	7520	7890	H	8
1	7520	7890	V	8
1	7520	7890	H	16

La nueva tabla enlace ahora cumple la 1FN, pero no la 2FN, ya que la llave primaria de la tabla enlace es el **Id** y los atributos **Tabla** y **Canal** relacionados con el CNABF, dependen de los atributos frecuencia y ancho de banda, que no son la llave primaria de la tabla enlace. Como corrección a esta violación se eliminan los atributos **Tabla** y **Canal** de la tabla enlace, para crear dos nuevas tablas CNABF (Tabla 18) y tabla-canal (Tabla 19) que incluyan los atributos eliminados, de forma que la tabla enlace cumple con la 2FN.

La tabla CNABF contiene los atributos frecuencia a, frecuencia b y el ancho de banda, que componen la llave primaria de la tabla, mediante esta llave se relaciona con tabla enlace-frecuencia y la tabla tabla-canal.

La tabla-canal contiene los atributos tabla y canal, junto con la llave primaria de la tabla CNABF. Con estas nuevas tablas se garantiza que todos los atributos pertenecientes a una tabla dependan de la llave principal de la misma, cumpliendo la 2FN.

Tabla 18. Corrección Violación 2FN Tabla Enlace

CNABF		
Frecuencia a	Frecuencia b	Ancho de banda
7520	7890	8
7520	7890	8
7520	7890	16
7340	7680	8
7340	7680	16

Tabla 19. Corrección Violación 2FN Tabla Enlace

TABLA CANAL				
Frecuencia a	Frecuencia b	Ancho de banda	Tabla CNABF	Canal CNABF
7520	7890	8	84	1
7520	7890	8	84	1
7520	7890	16	83	2
7340	7680	8	84	2
7340	7680	16	84	3

Con la evaluación realizada se garantiza que la Base de Datos se encuentra en 2FN, y no fue necesario realizar más normalizaciones. Como se ha demostrado anteriormente, todos los atributos son atómicos, evitan duplicidad de datos y dependen de la misma llave foránea.

Gracias al proceso de normalización realizado se adicionan tres nuevas tablas: Enlace-frecuencia, CNABF y Tabla-canal las cuales garantizan las reglas de normalización y permite relacionar las demás tablas del modelo.

6.5 DIAGRAMA RELACIONAL LÓGICO

Este diagrama consiste en traducir el Diagrama ER en un lenguaje entendible por el SGBD. El objetivo de este diagrama es organizar las modificaciones debidas a la normalización, incluyendo por lo tanto en el modelo las nuevas tablas creadas. Este diagrama se realiza para establecer las tablas definitivas que satisfacen una correcta organización de los datos, evitando redundancia de datos y que permita una implementación de la Base de Datos.

En este diagrama se busca establecer las llaves foráneas con las que se permite la relación entre las tablas. Una llave foránea consiste en relacionar la llave primaria de una tabla con la llave primaria de la otra.

Para construir el diagrama relacional lógico definitivo, se analizan las relaciones mucho a muchos (M..N), ya que estas se convierten en una nueva entidad, que tendrá como llave primaria compuesta el conjunto de llaves primarias de las entidades que relaciona.

Analizando las relaciones (M..N) se identifican dos relaciones que necesitan la creación de una Tabla nueva. La tabla **Zona**, se relaciona con la tabla **Ingeniero**, y la tabla **Departamento**. La relación entre Zona e Ingeniero, se realiza mediante la llave primaria correspondiente a la cedula del ingeniero, es decir, en la tabla Zona no se almacenan datos del Ingeniero, si no por medio de la llave foránea, con la cedula del Ingeniero, se obtiene la información que se desee de la tabla Ingeniero.

Sin embargo, para poder relacionar la tabla Zona con la tabla Departamento, es necesario crear una nueva tabla. Debido a que la tabla Zona únicamente almacena el nombre de las seis zonas geográficas del país y la tabla Departamento almacena el listado de los 32 departamentos. La nueva tabla llamada **zona_departamento** unirá las llaves primarias de ambas tablas,

permitiendo obtener la información de los departamentos pertenecientes a una zona, pero esta nueva tabla no almacena información.

Lo mismo sucede con la relación entre las tablas **Antena**, **Radio**, **Enlace** y **Sitio**, es necesario crear una nueva tabla que permita establecer a que enlace pertenecen los sitios, la antena con la que trabaja y el radio que utiliza. También permite identificar si en un mismo sitio existen varias antenas y radios pero pertenecientes a diferentes enlaces. Por esto se crea la tabla **punto_enlace** que unirá las llaves primarias de las tablas que relaciona, siendo este conjunto de llaves primarias, la llave foránea que permite la relación. Adicional a las llaves primarias, la tabla **punto_enlace** cuenta con un atributo **TXRX** que permite identificar los dos sitios del enlace, siendo este atributo el único que almacena información.

Las relaciones, entre las tablas del diagrama relacional lógico siguen la secuencia: inicia con la tabla **Ingeniero**, la cual se relaciona con la tabla **Zona** por medio de la cedula del Ingeniero. Siguiendo la tabla **Zona_depto** la cual relaciona la tabla **Zona** con la tabla **Departamento**, por medio de las llaves primarias de ambas tablas. Continúa la tabla **Municipio**, la cual se relaciona con la tabla **Departamento** por medio de la llave primaria, correspondiente al nombre del departamento. Llegando a la tabla **Sitio**, la cual corresponde a un único lado del enlace y se relaciona con las tablas anteriores por medio de llave primaria correspondiente al Id del municipio.

Necesitando la totalidad de características del sitio, y el enlace al que pertenece, continúa la tabla **Punto_enlace**, que relaciona la tabla **Sitio**, **Antena**, **Radio**, y **Enlace**. Esta relación se realiza por medio de las llaves primarias correspondiente al ID de cada elemento. De la tabla **Enlace** se desprende la tabla **Enlace_frecuencia** que se relaciona con el Id del enlace. En la tabla **Enlace_frecuencia** se relaciona la frecuencia, el ancho de banda y la polarización,

que se convierten en la llave primaria que permiten relacionar dicha tabla con la tabla CNABF, la cual se relaciona con la última tabla llamada Tabla_canal.

De esto modo se realiza el diagrama relacional lógico (Figura 29), el cual permite identificar la totalidad de tablas, sus atributos y llaves primarias y foráneas, necesarias para relacionarlas, completando el modelo de Base de Datos propuesto.

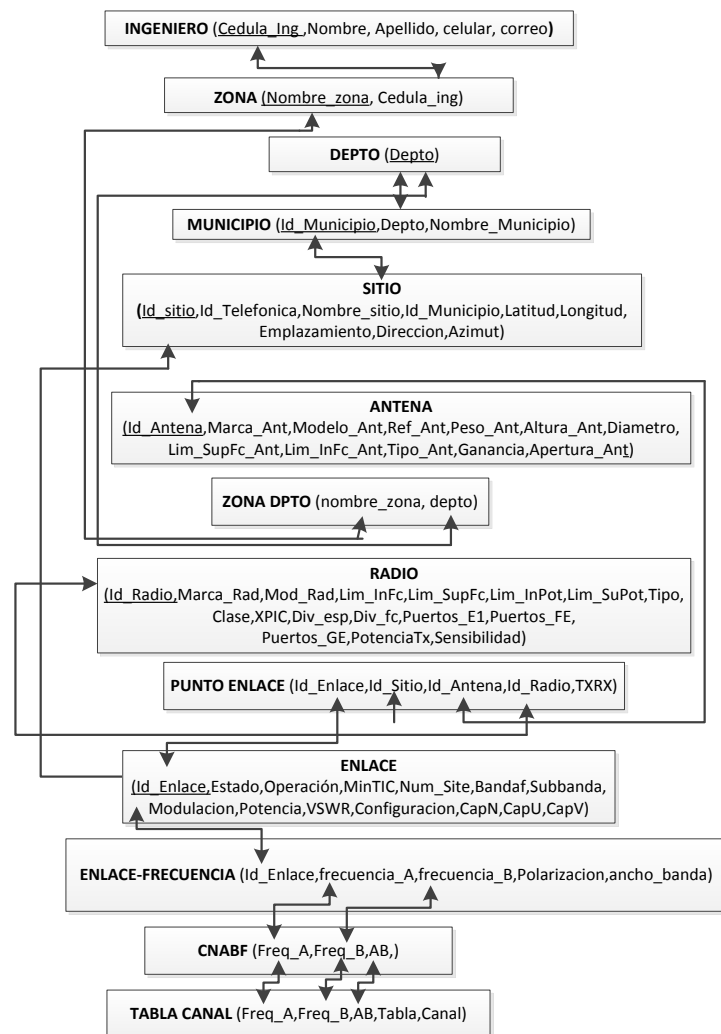


Figura 29. Diagrama Relacional Lógico para el modelo Base de Datos de Transmisión Movistar

Con base al modelo relacional lógico, se genera un diagrama de datos adicional (Figura 30). Este diagrama consiste únicamente en la traducción del modelo relacional lógico en forma de tablas, que faciliten la visualización de las relaciones entre las diferentes tablas y las llaves que las relacionan. Este diagrama será finalmente la forma en la que serán creadas y relacionadas las tablas para la creación de la Base de Datos en SQL.

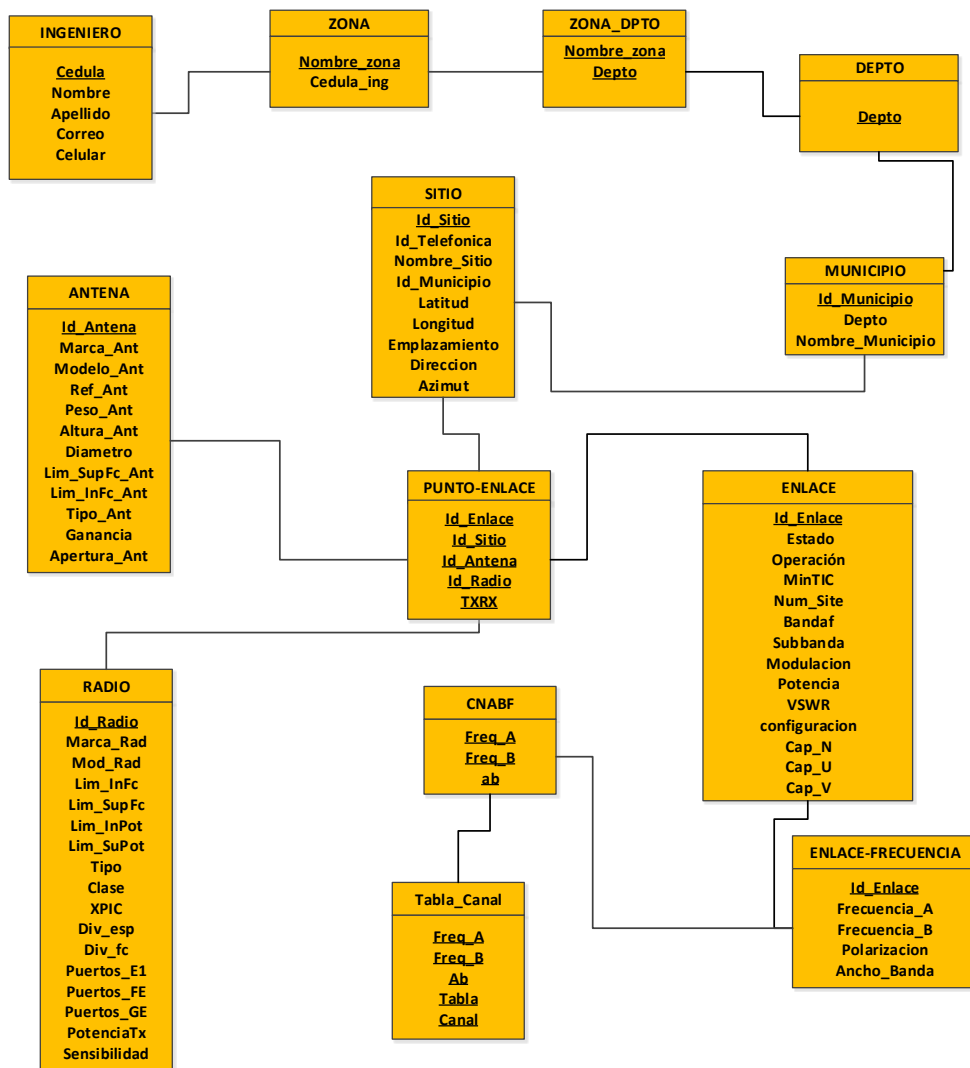


Figura 30. Diagrama de Datos para el modelo de Base de Datos de Transmisión Movistar

6.6 PRUEBAS DEL MODELO EN SQL

Teniendo completamente definidas las tablas que formarán la Base de Datos, se procede a la creación de la misma en el SGBD. Esto se realiza únicamente para probar la funcionalidad del modelo presentado, no corresponde a la implementación total de la Base de Datos de la red de Transmisión de Movistar y se encuentra fuera del alcance y de la metodología del proyecto.

Para la prueba se ingresó la totalidad de departamentos del país y algunos municipios; De los datos pertenecientes al archivo de Excel, se ingresaron únicamente los datos relacionados con doce enlaces de la red.

Las pruebas se realizaron sobre SQL Server Management Studio 2014, sistema desarrollado por Microsoft. Se utiliza este SGBD debido a su fácil escalabilidad, a que permite almacenar, procesar y proteger una gran cantidad de datos, además de una actualización y modificación de las tablas de forma sencilla. Este SGBD garantiza mayor rapidez en el análisis y las consultas, permite un almacenamiento de la Base de Datos en la nube, y la interacción con el Sistema de información es sencilla, aumentando la accesibilidad a la Base de Datos.

La prueba del modelo de la Base de Datos, se realiza por medio de la creación de las tablas que la conforman. La creación de las tablas se puede realizar por medio de código, definiendo el nombre de la tabla y cada uno de los atributos de la misma. La creación de los atributos se realiza definiendo: el tipo de dato que almacenará, si es nulo o es un atributo obligatorio, y definiendo la llave primaria o compartida de la tabla. En la Figura 31 se establece la forma de creación de tablas, por medio de código.

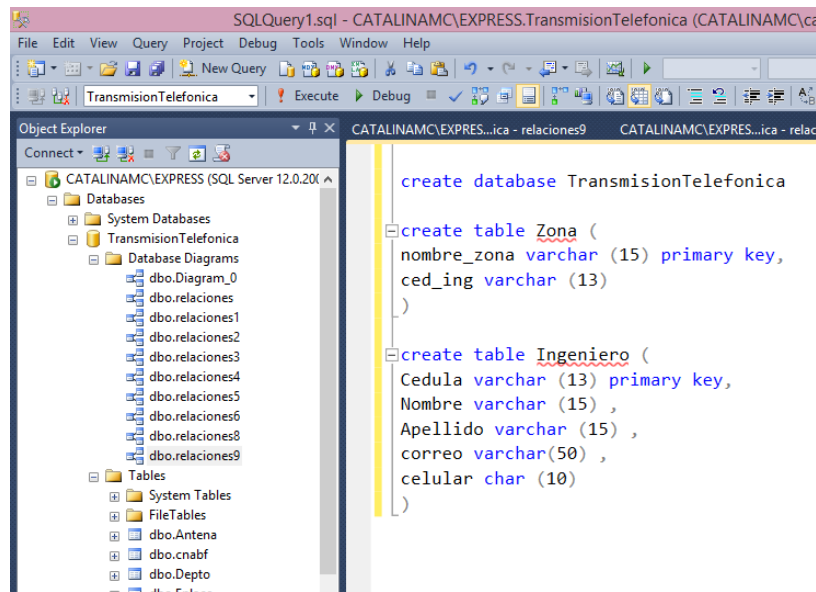


Figura 31. Creación tablas SQL Base de Datos de la red de Transmisión Movistar

Se puede ver de forma gráfica la tabla, para verificar los parámetros definidos anteriormente (Figura 32).

Column Name	Data Type	Allow Nulls
nombre_zona	varchar(15)	☐
ced_ing	varchar(13)	☒

Figura 32. Vista tabla terminada SQL Base de Datos de la red de Transmisión Movistar

Para ingresar los datos a las tablas existen dos opciones. Se pueden traer los datos existentes en un documento de Excel y se realiza solo la copia de los datos dentro de la tabla; si son datos nuevos, se digita uno a uno de los atributos. En la Figura 33 se observa una de las tablas completamente llena con los datos.

Al tener todas las tablas creadas con datos, se realiza la asignación de la llave foránea para crear la relación entre las tablas. Para esto se utiliza la herramienta del SQL Server Management llamada “diagramas de Base de Datos”, la cual permite ver las tablas gráficamente.

nombre_zona	ced_ing
Centro	1112
Costa	9101
Noroccidente	1314
Nororient	5678
Suroccidente	1234
Surorient	1516
NULL	NULL

Figura 33. Ingreso datos tabla SQL Base de Datos de la red de Transmisión Movistar

Se debe indicar, cual es la llave foránea para relacionar las tablas. Esto se hace arrastrando el campo de llave primaria de una tabla y llevándolo a la llave de la otra. Allí se indica que tabla con su llave principal, se relacionará con otra y su llave. Al crear la llave foránea se genera la relación entre las tablas y se observa gráficamente en la Figura 34.

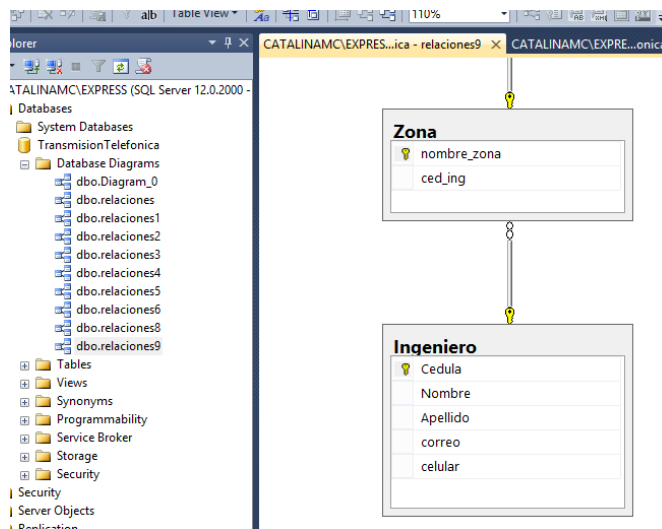


Figura 34. Relación entre tablas SQL Base de Datos de la red de Transmisión Movistar

Al crear las relaciones entre todas las tablas, se completa la creación de la Base de Datos en el SGBD. Y se genera el modelo de la Base de Datos propuesto (Figura 35).

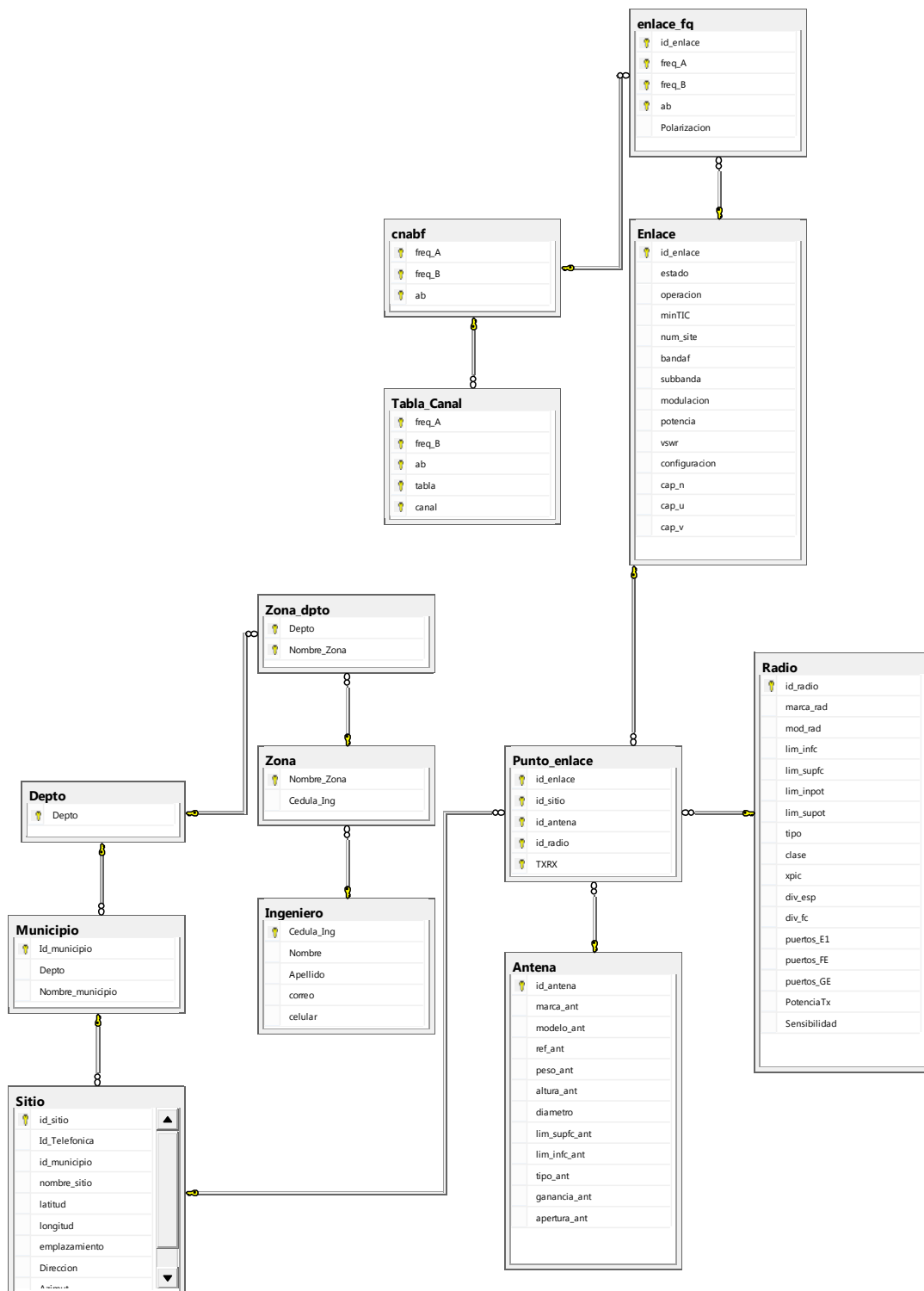


Figura 35. Modelo de Base de Datos Transmisión Movistar creada en SQL

6.6.1 CREACIÓN DE VISTAS

Al tener la Base de Datos creada, se procede a realizar pruebas por medio de consultas, para verificar que la Base de Datos cumpla algunos requerimientos de información solicitados.

Estas consultas se pueden realizar por medio de código, seleccionando una serie de datos que se quieren obtener en base a un requisito específico, o por medio de la creación de vistas. Las vistas pueden considerarse como tablas virtuales, ya que tienen un conjunto de definiciones o condiciones pero no almacenan datos.

La ventaja de las vistas, es que no son creadas por medio de código, y las vistas pueden guardarse para tener una serie de consultas predefinidas, que permiten la generación de informes rápidamente. Para la creación de las vistas, se seleccionan las tablas que contienen los datos a consultar y se realizan las relaciones entre ellos. Al identificar los datos y las operaciones a realizar entre ellos, el SGBD genera el código automáticamente y solo resta ejecutar la vista para obtener la consulta realizada.

Para realizar la prueba del modelo y la funcionalidad de la creación de la Base de Datos en SQL Server, se crearon dos vistas que buscan obtener una consulta sobre los datos almacenados en la Base de Datos.

- **Enlaces por Ingeniero:** Para crear esta vista se relacionan las tablas, Ingeniero, Zona, Zona_depto, Municipio, Sitio y Punto_Enlace, ya que son las que permiten relacionar el Ingeniero con los enlaces a su cargo. (Figura 36). De estas tablas se seleccionan los atributos que se desean observar para este caso: Nombre, Apellido y Cedula del Ingeniero, al realizar la relación en las tablas, SQL genera un nuevo dato llamado Cantidad Enlaces en el que se realiza la sumatoria de enlaces por cada Ingeniero (Figura 37).

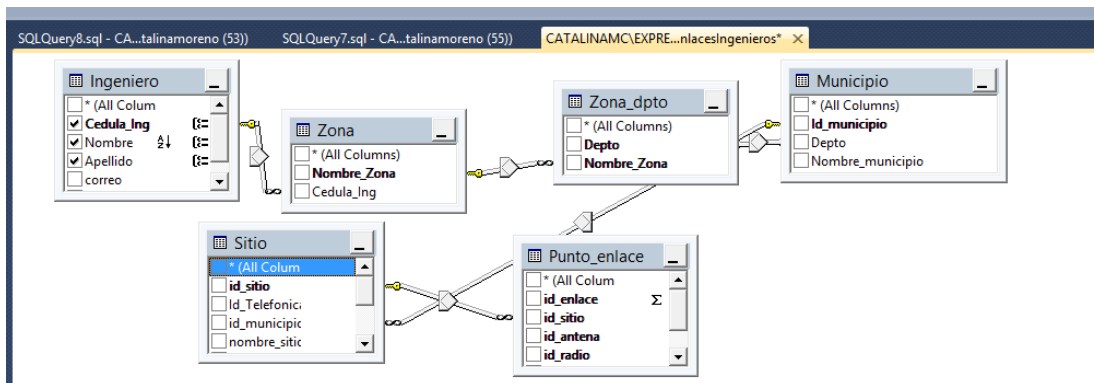


Figura 36. Creación Vista Enlaces por Ingeniero en SQL de Base de Datos Transmisión

FROM	dbo.Ingeniero LEFT OUTER JOIN			
	Apellido	Cantidad Enlaces	Nombre	Cedula_Inq
	Restrepo	0	Antonio	1234
	Torres	0	German	5678
	Aguacia	0	Javier	9101
	Riaño	0	Juan Manuel	1112
	Tovar	10	Luis	1314
	Cruz	2	Nelson	1516

Figura 37. Resultado Ejecución Vista Enlaces Ingeniero en SQL Base de Datos Transmisión

- Distancia Enlaces:** Para crear esta vista primero es necesario identificar el receptor y transmisor de cada enlace, para esto se analiza el dato TXRX de la tabla Punto_enlace, despues de esto se extrae la Latitud y Longitud para de la tabla Sitio. Esto se realiza ya que el cálculo de la distancia del enlace necesita la totalidad de coordenadas por sitio (Figura 38). Al tener identificada la Longitud y Latitud del receptor y transmisor de cada enlace, solo resta realizar la operación para calcular la distancia entre dos puntos (5) para esto es necesario que las coordenadas se encuentren en radianes.

$$D = 6378.137 * ACos(Cos(Lat1) * Cos(Lat2) * Cos(Lon2 - Lon1) + Sin(Lat1) * Sin(Lat2)) \quad (5)$$

En la Figura 39 se observa el resultado de la vista, la cual calcula la distancia en kilómetros del enlace, lo cual permite establecer la veracidad

de las coordenadas, ya que no pueden existir enlaces de una distancia superior a 80Km.

CATALINAMC\EXPRE...ces_PuntosSitios* X

Punto_enlace

☐ * (All Columns)

☒ id_enlace

☐ id_sitio

☐ id_antena

☐ id_radio

☐ TXRX

{=

Sitio

☐ * (All Colum

☐ id_sitio

☐ Id_Telefonico

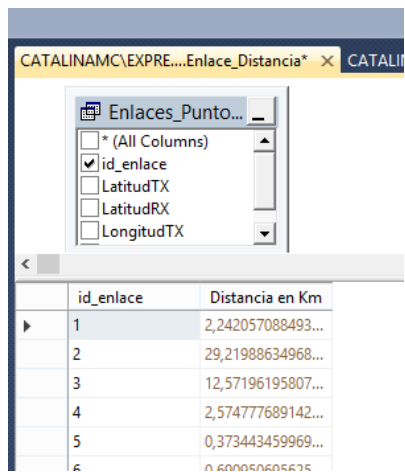
☐ id_municipic

☐ nombre_sitic

<

	id_enlace	LatitudTX	LatitudRX	LongitudTX	LongitudRX
▶	1	4,221400000	4,201350000	-69,941650000	-69,939730556
	2	5,789830000	5,987000000	-75,433900000	-75,608100000
	3	6,330833333	6,218333333	-75,555277778	-75,545277778
	4	6,313333333	6,297777778	-75,558055556	-75,540833333
	5	6,208600000	6,207500000	-75,567088000	-75,563900000
	6	6,240230000	6,254600000	-75,576000000	-75,508100000

Figura 38. Creación Vista Distancia Enlaces en SQL de Base de Datos Transmisión



The screenshot shows a SQL query window titled 'CATALINAMC\EXPRE...Enlace_Distancia*'. It contains a table 'Enlaces_Punto...' with columns: id_enlace, LatitudTX, LatitudRX, and LongitudTX. A query is being executed, and the result grid shows the following data:

	id_enlace	Distancia en Km
1	1	2,242057088493...
2	2	29,21988634968...
3	3	12,57196195807...
4	4	2,574777689142...
5	5	0,373443459969...

Figura 39. Resultado Ejecución Vista Distancia Enlaces en SQL de Base de Datos Transmisión

De esta forma se prueba el funcionamiento del modelo presentado, se observa que la Base de Datos permite generar información con los datos almacenados, información que permite la toma de decisiones futuras dentro del área de Transmisión.

7 CONCLUSIONES

La propuesta de modelo de Base de datos descrita permite manejar los 3.802 enlaces de la red móvil de Movistar, que representan 380.200 datos archivados en una única tabla organizada por categorías. Estas categorías no representan las relaciones entre los datos, por lo que no son eficientes para simplificar el número de datos almacenados.

Gran parte de estos 300.000 datos se encuentran duplicados, puesto que un enlace cuenta con dos sitios con características repetidas, y en el caso que el enlace cuente con diversidad de frecuencia o espacio, el enlace se registra varias veces pues se debe registrar un enlace para cada una de la frecuencias usadas en el sitio. Algunos de los datos de los enlaces no están registrados en las tablas existentes, y otros necesitan algún tipo de verificación con el fin de pasar la información correcta al MinTIC.

La identificación de los datos y sus relaciones, interpretadas desde las necesidades de información del área de Transmisión, han permitido el diseño de una Base de datos robusta que simplifica al 15.5% el número de datos almacenados, es decir, 58.885 datos distribuidos en 13 tablas relacionadas.

La eficacia del diseño de una Base de Datos depende en gran medida del conocimiento de la red y sus componentes, al igual que de la experiencia en las necesidades de información requeridas por el área de Transmisión. Esto permite una organización simplificada de los datos, gracias a las relaciones que se pueden establecer entre ellos, permitiendo una consulta más sencilla.

La implementación de vistas permite la exportación de los datos a Excel. En el caso de los datos solicitados por el MinTIC optimiza el tiempo empleado para la elaboración del formato descripción de redes exigido anualmente a movistar. En el

caso de consultas permite la actualización de los archivos de Excel de un usuario sin contacto con directo con la Base de datos.

En relación con las posibilidades que abre la implementación de esta propuesta, se encuentra la representación de los datos en un sistema geo referenciado que permita visualizar la red.

Los diagramas de casos de uso, el diagrama de secuencia, y el modelo de Base de datos presentados en la propuesta establecen una base sólida para el diseño de un sistema de información. El objetivo de este sistema seria la generación de informes para facilitar la toma de decisiones futuras.

8 BIBLIOGRAFIA

- ANE. (2015). Cuadro Nacional de Atribucion de Frecuencias. Colombia.
- Casas Roma, J. (2014). *Diseño conceptual de bases de datos en UML*. Editorial UOC.
- MinTIC. (30 de Julio de 2009). Ley 1341. Bogota, Colombia.
- MinTIC. (13 de Abril de 2010). Decreto 1161. Bogota, Colombia.
- MinTIC. (17 de Noviembre de 2011). Resolucion 2877. Bogota, Colombia.
- Object Management Group OMG. (20 de Junio de 2015). *Unified Modeling Language™ (UML®)*. Obtenido de <http://www.omg.org/spec/UML/>
- Object Management Group OMG. (20 de Junio de 2015). *Unified Modeling Language™ (UML®) Resource Page*. Obtenido de <http://www.uml.org/index.htm>
- Portafolio. (15 de junio de 2015). Obtenido de Portafolio.co: <http://www.portafolio.co/negocios/asambleas-aprobaron-fusion-telefonica-telecom-y-movistar>
- Reinoso, E. J. (2012). *Bases de datos*. Alfaomega Grupo Editor.
- Silberschatz, A. K. (2010). *Fundamentos de bases de datos (5a. ed.)*. McGraw-Hill Interamericana.
- Sosa Flores, M. (. (2007). *Diseño de bases de datos relacionales*. El Cid Editor.
- Telefonica Colombia. (15 de Junio de 2015). Obtenido de Portal Institucional: http://www.telefonica.co/portallInstitucional/acerca_de_telefonica/

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Metodología del Proyecto	12
Figura 2. Estructura Base de Datos Jerárquica.....	15
Figura 3. Estructura Base de Datos en red	16
Figura 4. Estructura Base de Datos Relacional.....	16
Figura 5. Proceso de Diseño de una Base de Datos	18
Figura 6. Arquitectura Diagrama ER.....	21
Figura 7. Representación gráfica diagrama ER.....	22
Figura 8. Arquitectura Diagrama de Casos de uso UML	23
Figura 9. Arquitectura Diagrama de secuencia	24
Figura 10. Arquitectura Diagrama de Clases UML	26
Figura 11. Estructura Clases en UML	26
Figura 12. Estructura Diseño Relacional Lógico.....	30
Figura 13. Etapas de la Normalización. (Sosa Flores, 2007)	33
Figura 14. Arquitectura de un SGBD según ANSI/SPARC	34
Figura 15. Responsabilidades Área de RF y Tx sobre la red de Movistar	38
Figura 16. Procedimiento de creación sitio nuevo dentro de Movistar	39
Figura 17. Factor Valorización. Fuente: (MinTIC, Resolución 2877, 2011)	63
Figura 18. Factor ancho de banda. Fuente (MinTIC, Resolución 2877, 2011)	64
Figura 19. Factor de Valorización. Fuente (MinTIC, Resolución 2877, 2011)	64
Figura 20. CNABF. Fuente (ANE, 2015)	67
Figura 21. Diagrama ER para el modelo de Base de Datos de Transmisión Movistar.....	77
Figura 22. Diagrama Casos de Uso (Empleado) para el modelo de Base de Datos de Transmisión Movistar	79
Figura 23. Diagrama Casos de Uso (Ingeniero) para el modelo de Base de Datos de Transmisión Movistar	80
Figura 24. Diagrama de secuencia- Ingreso datos.....	82
Figura 25. Diagrama de secuencia- Modificación datos	83
Figura 26. Diagrama de Secuencia - Consulta Información.....	84
Figura 27. Diagrama de Secuencia - Generación Informe.....	85
Figura 28. Diagrama de Clases para el modelo de Base de Datos de Transmisión Movistar	87
Figura 29. Diagrama Relacional Lógico para el modelo Base de Datos de Transmisión Movistar ..	94
Figura 30. Diagrama de Datos para el modelo de Base de Datos de Transmisión Movistar	95
Figura 31. Creación tablas SQL Base de Datos de la red de Transmisión Movistar.....	97

Figura 32. Vista tabla terminada SQL Base de Datos de la red de Transmisión Movistar	97
Figura 33. Ingreso datos tabla SQL Base de Datos de la red de Transmisión Movistar	98
Figura 34. Relación entre tablas SQL Base de Datos de la red de Transmisión Movistar	98
Figura 35. Modelo de Base de Datos Transmisión Movistar creada en SQL	99
Figura 36. Creación Vista Enlaces por Ingeniero en SQL de Base de Datos Transmisión	101
Figura 37. Resultado Ejecución Vista Enlaces Ingeniero en SQL Base de Datos Transmisión	101
Figura 38. Creación Vista Distancia Enlaces en SQL de Base de Datos Transmisión	102
Figura 39. Resultado Ejecución Vista Distancia Enlaces en SQL de Base de Datos Transmisión	102

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Datos entregados por RF en el proceso de creación sitio.....	41
Tabla 2 Datos correspondientes al enlace diseñado por Tx	41
Tabla 3 Datos correspondientes a la Identificación de Enlaces	44
Tabla 4 Datos Ubicación Sitio A y Sitio B.....	45
Tabla 5 Características Técnicas de equipo Transmisor	46
Tabla 6 Configuración Transmisión del Enlace	48
Tabla 7 Capacidad Del Enlace	49
Tabla 8 Características Enlace	50
Tabla 9 Datos correspondientes al CNABF.....	52
Tabla 10 Características Antena.....	53
Tabla 11 Datos Complementarios	55
Tabla 12 Datos para el cálculo de la contraprestación de enlace punto a punto -Ejemplo	68
Tabla 13 Valor a Cancelar por 3000 enlaces dentro de Movistar.....	70
Tabla 14. Atributos seleccionados diagrama ER.....	75
Tabla 15. Violacion 1FN Tabla Enlace	89
Tabla 16. Correcta 1FN Tabla Enlace.....	89
Tabla 17. Separación Tabla Enlace	90
Tabla 18. Corrección Violación 2FN Tabla Enlace	91
Tabla 19. Corrección Violación 2FN Tabla Enlace	91