

Información Importante

La Universidad Santo Tomás, informa que el autor ha autorizado a usuarios internos y externos de la institución a consultar el contenido de este documento a través del catálogo en línea, página web y Repositorio Institucional del CRAI-USTA, así como en las redes sociales y demás sitios web de información del país y del exterior con las cuales tenga convenio la Universidad.

Se permite la consulta a los usuarios interesados en el contenido de este documento, para todos los usos que tengan **finalidad académica**, siempre y cuando, mediante la correspondiente cita bibliográfica, se le dé crédito al trabajo de grado y a su autor, nunca para usos comerciales.

De conformidad con lo establecido en el Artículo 30 de la Ley 23 de 1982 y el artículo 11 de la Decisión Andina 351 de 1993, la Universidad Santo Tomás informa que “los derechos morales sobre documento son propiedad de los autores, los cuales son irrenunciables, imprescriptibles, inembargables e inalienables.”

**Centro de Recursos para el Aprendizaje y la Investigación, CRAI-USTA
Universidad Santo Tomás, Bucaramanga**



Desarrollo del sistema web de gestión de proyectos

para la empresa IBG Ingeniería

Edgar Andrés Porras Andrade

Trabajo de grado presentado para optar al título de Ingeniero de Telecomunicaciones

Tutora:

MSc. Dolly Smith Flórez Moreno

Universidad Santo Tomás

Tutora:

Ing. Diana Sánchez Virviescas

IBG Ingeniería E.U.

Universidad Santo Tomás Bucaramanga

División de ingenierías y arquitectura

Facultad de Ingeniería de telecomunicaciones

2020

Esto es por mí y por todas aquellas personas, familia y amigos, que influyeron y aportaron desde lo más profundo de su **corazón**.

Quiero que sepan que les agradezco infinitamente cada apoyo, material y espiritual, que me sirvió como **impulso** para concluir esta etapa y me servirá para seguir y crecer, llevando siempre conmigo una parte de ustedes, buscando las oportunidades para devolverles de igual manera.

Mi camino continúa, aprendiendo de lo pasado, con la mirada siempre al frente y caminando hacia el **futuro**.

Contenido

1	Contextualización.....	12
1.1	IBG Ingeniería E.U.	12
1.2	Base de datos.....	14
1.2.1	Modelo relacional de datos.....	14
1.2.2	Sistema gestor de bases de datos.	16
1.2.3	SQL.....	17
1.2.4	CRUD.....	18
1.3	Desarrollo web	18
1.3.1	Diseño web adaptable.....	19
1.3.2	HTML, CSS y PHP.	19
2	Ejecución.....	20
2.1	Análisis de requisitos	20
2.2	Arquitectura de la base de datos	23
2.3	Desarrollo de la aplicación web.....	25
2.4	Evaluación y corrección del prototipo	30
2.5	Despliegue de la aplicación	30
2.6	Modernización del sitio web.....	32
3	Conclusión.....	34
	Bibliografía.....	37

Apéndices 39

Apéndice A. Diagrama de la base de datos relacional..... 39

Lista de tablas

Tabla 1. *Sentencias SQL equivalentes a CRUD* 18

Lista de figuras

<i>Figura 1.</i> Equipo de trabajo de IBG Ingeniería.....	13
<i>Figura 2.</i> Representación visual de una relación [3].....	15
<i>Figura 3.</i> Grupos de sentencias SQL [7].....	18
<i>Figura 4.</i> Documentos generados por IBG en la gestión de proyectos.....	21
<i>Figura 5.</i> Encabezado de la lista de propuestas presentadas.....	21
<i>Figura 6.</i> Encabezado del formato de planeación y seguimiento de ejecución de proyectos	22
<i>Figura 7.</i> Encabezado del formato de seguimiento administrativo y financiero de proyectos	22
.....	22
<i>Figura 8.</i> Archivos de la aplicación obtenidos con PHP Generator.....	28
<i>Figura 9.</i> Pantalla principal de IBG SGP.....	29
<i>Figura 10.</i> Pantalla de Fases de un proyecto en IBG SGP.....	29
<i>Figura 11.</i> Panel de control de One.com visto en distintos dispositivos [15].....	31
<i>Figura 12.</i> URL de la aplicación en el dominio web de IBG Ingeniería.....	32
<i>Figura 13.</i> Pantalla de administración de WordPress [16].....	33
<i>Figura 14.</i> Página web principal de la empresa (ibgingeneria.com).....	34
<i>Figura 15.</i> Diagrama de la base de datos relacional (parte A).....	39
<i>Figura 16.</i> Diagrama de la base de datos relacional (parte B).....	40

Resumen

Este trabajo describe la modernización de la metodología y las herramientas de gestión de proyectos en IBG Ingeniería E.U., dirigidas hacia una base de datos organizada que comprende cada etapa del proceso, facilitada a través de una aplicación web y accesible desde cualquier lugar con conexión a Internet. Para ello, se realiza un análisis de las reglas de negocio y requisitos pertinentes, se diseña un modelo relacional de la base de datos y se desarrolla una interfaz web para la interacción del usuario, incluyendo, por supuesto, la evaluación y corrección del prototipo antes de ser lanzado como primera versión funcional. El resultado es una aplicación implementada junto a la página web de la empresa, fácil de acceder y utilizar, que potencializa la productividad y posibilita el acceso remoto a la información.

Palabras clave: proyectos, datos, aplicación, web.

Abstract

This work describes the upgrade of the project management methodology and tools in IBG Ingeniería E.U., converted into an organized database that comprises each stage of the process, facilitated through a web application accessible from anywhere with an Internet connection. An analysis of the relevant business rules and requirements is carried out, a relational model of the database is designed, and a web interface for user interaction is developed, including testing and debugging of the prototype before the first functional version release. The result is an application implemented alongside the company's website, easy to access and use, which enhances productivity and enables remote information access.

Keywords: projects, data, web, application.

Introducción

En muchas empresas se enfrenta el reto de establecer una metodología para la gestión de proyectos que produzca los mejores resultados en términos de productividad y que defina un proceso estándar para la variedad de solicitudes que realizan las partes interesadas. Una metodología planeada y mantenida correctamente, basada en estándares reconocidos, flexible y adaptable, que sea conforme con los requerimientos de la empresa y sus clientes, maximizará los casos de éxito en los cuales los objetivos fijados en cada proyecto serán alcanzados.

El presente trabajo describe la modernización de la metodología y las herramientas de gestión de proyectos en IBG Ingeniería, Empresa Unipersonal, dirigidas hacia una base de datos organizada que comprende cada etapa del proceso, facilitada a través de una aplicación web y accesible desde cualquier lugar con conexión a Internet. Para ello, se realiza un análisis de las reglas de negocio y requisitos pertinentes, se diseña un modelo relacional de la base de datos y se desarrolla una interfaz web para la interacción del usuario, incluyendo, por supuesto, la evaluación y corrección del prototipo antes de ser lanzado como primera versión funcional. El resultado es una aplicación implementada junto a la página web de la empresa, fácil de acceder y utilizar, que potencializa la productividad y posibilita el acceso remoto a la información.

Esto fue elaborado durante un periodo de Práctica Empresarial de 6 meses en IBG Ingeniería E.U., empresa generadora de proyectos de infraestructura y medio ambiente para clientes de los sectores público y privado a nivel nacional. Este periodo fue de importancia para experimentar uno de los escenarios en los que un futuro ingeniero de telecomunicaciones puede desempeñarse profesionalmente, aún en una empresa que no pertenece a dicha área del conocimiento, ya que es el encargado de administrar servicios y soluciones tecnológicas, en la forma de sistemas de

telecomunicaciones e informática, que son transversales y aplicables en organizaciones de diversas categorías.

Como ya se ha esbozado, el objetivo general de esta Práctica es desarrollar un sistema de gestión de proyectos a modo de aplicación web, accesible desde Internet, para el acceso remoto a la información de la empresa IBG Ingeniería E.U., cuyos objetivos específicos consisten en:

- Realizar un análisis de las reglas de negocio y requisitos del sistema que deben ser aplicados al producto.
- Diseñar un modelo relacional de datos que refleje la realidad del sistema de gestión de proyectos actual.
- Desarrollar la interfaz web que permita la interacción de los usuarios de la empresa con la base de datos creada.
- Evaluar y corregir los errores en características y funciones de las versiones de prueba de la aplicación.
- Instalar, integrar y desplegar la aplicación desarrollada en el alojamiento web de la empresa.

Todo lo anterior se detalla en las próximas secciones del documento:

- Primero, una contextualización acerca de la empresa y las bases teóricas de este trabajo.
- Luego, la ejecución de las actividades planteadas anteriormente.
- Finalmente, recomendaciones, lecciones y conclusiones que surgen de lo realizado.

1 Contextualización

1.1 IBG Ingeniería E.U.

La empresa IBG Ingeniería E.U. (Empresa Unipersonal), con sede en la ciudad de Bucaramanga, Santander, se dedica a la generación de proyectos y consultoría en los sectores de infraestructura y medio ambiente, especializándose en las áreas de hidrología, hidrogeología, hidráulica, geología, geotecnia y medio ambiente. La empresa busca contribuir al desarrollo sostenible del país mediante la innovación en la planeación, ejecución y seguimiento de sus servicios, con alta confiabilidad y calidad, alcanzando óptimos resultados en el desarrollo de sus proyectos.

Contando con experiencia en el ofrecimiento de valor a entidades públicas y privadas nacionales de diversos tamaños, IBG ha generado proyectos, en el año anterior a la realización de la Práctica Empresarial, por un costo total promedio de 35 millones de pesos aproximadamente y una rentabilidad cercana al 30% antes de costos administrativos; estos proyectos son relativos a algunos de los ítems de su portafolio de productos y servicios, como lo son:

- Programas ambientales.
- Estudios de calidad e impacto ambiental.
- Cartografía y topografía.
- Planes de saneamiento ambiental.
- Planes de ordenamiento de cuencas hidrográficas.
- Consultoría y diseño ambiental, estructural y civil.
- Diseño de estructuras y redes hidráulicas.
- Estudios de amenaza, vulnerabilidad y riesgo por inundación.
- Caracterización de suelos.

- Estudios de riesgo sísmico.
- Geología de obras subterráneas y abiertas.
- Planes de ordenamiento territorial.
- Construcción de plantas de tratamiento y pozos subterráneos.

Considerándose como microempresa según la ley colombiana, IBG cuenta con una única sede y 5 empleados, entre quienes se distribuyen las actividades definidas en cada proyecto en ejecución junto con otras labores administrativas de la empresa. En la oficina principal se encuentra el gerente general, Ibán Blanco González, la coordinadora de proyectos y auxiliar administrativa, Diana Sánchez Virviescas, y 3 colaboradores de proyectos; incluso, IBG obtiene apoyo temporal de personal adicional con el que se dirige a otras regiones del país para actividades de campo.



Figura 1. Equipo de trabajo de IBG Ingeniería

La Práctica fue desarrollada en el cargo de ‘auxiliar del sistema de gestión – apoyo TIC’ en el que, dado el tamaño de la empresa y el objetivo de la Práctica, se tenía contacto directo con los colaboradores de proyectos para el levantamiento de requisitos del sistema de gestión por desarrollar. Dada la naturaleza de la empresa, IBG no cuenta con personal especializado en el área de las TIC y, por lo tanto, la infraestructura técnica y servicios telemáticos propios no han sido caracterizados más que en un informe generado por el Consultorio TIC de la Universidad Santo Tomás Bucaramanga en el que, haciendo una descripción resumida, se identifica que la oficina de

IBG cuenta con 10 puntos cableados de red distribuidos, 1 red inalámbrica, 1 línea telefónica, 2 impresoras y 8 equipos de cómputo, además de poseer un plan de dominio y alojamiento web, un plan de servicios de telefonía, Internet y televisión con Movistar como proveedor, y otros servicios de almacenamiento en la nube. Se observa también que se utiliza uno de los equipos de cómputo de la oficina para compartir archivos e impresoras de manera centralizada permitiendo el acceso desde los demás equipos en la red.

1.2 Base de datos

El tema clave de la Práctica. Una base de datos es un conjunto de datos interrelacionados lógicamente, almacenado de manera persistente (o no volátil) y organizado siguiendo una estructura determinada, que representa información relevante del mundo real tras haber sido recuperado, procesado y presentado de tal manera que puede ser entendido e interpretado por el usuario de un sistema computarizado [1].

Las bases de datos han sido un recurso importante para la gestión de la información como principal activo de los negocios y las empresas desde el comienzo de la era digital. Aún más lo han sido las bases de datos relacionales que, tras ser postuladas sus bases en 1970 por Edgar Codd, investigador de IBM, han crecido en popularidad hasta convertirse en estándar.

1.2.1 Modelo relacional de datos. Un modelo de datos indica un conjunto de reglas, convenciones y conceptos según el cual han de ser estructurados los datos acerca del mundo real, ofreciendo facilidades de abstracción que ayudan a representar la realidad durante el proceso de diseño de una base de datos [2].

Haciéndose aquí una descripción algo superficial de los elementos del modelo relacional para bases de datos de E. Codd, la estructura básica es la relación (también llamada tabla para facilidad

del usuario), que sirve para establecer tanto los objetos como las asociaciones entre ellos. Una relación es un conjunto de elementos denominados tuplas (o registros); cada tupla es un conjunto de pares: nombre y valor de los atributos (o propiedades) de la relación. Una relación es representada utilizando una tabla donde cada columna es un atributo y cada fila es una tupla [2].

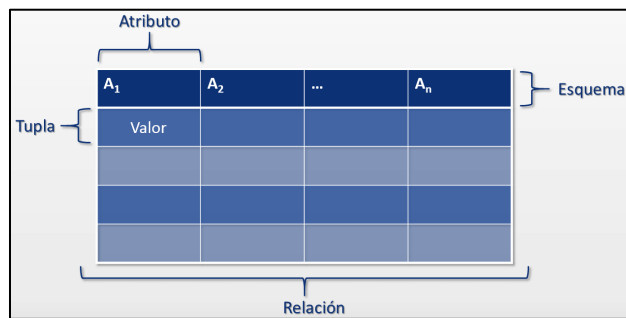


Figura 2. Representación visual de una relación [3]

Además de lo anterior, en el modelo relacional de bases de datos se pueden generar asociaciones entre los objetos, sacando a colación 2 términos:

- Clave primaria: es una columna o combinación de columnas cuyos valores identifican de forma única cada tupla de una relación.
- Clave foránea: es una columna o combinación de columnas cuyos valores corresponden a los valores de la clave primaria de otra relación.

1.2.2 Sistema gestor de bases de datos. Un sistema gestor de bases de datos (SGBD, o DBMS por las siglas de Database Management System) es un programa que trabaja en conjunto con un sistema operativo para crear, procesar, almacenar, recuperar y controlar una base de datos. Actúa como interfaz entre la base de datos, los usuarios y los programas que utilizan la base de datos. Alternativamente, puede ser definido como un sistema computarizado de almacenaje de registros que posibilita a los usuarios añadir, eliminar, modificar, recuperar y actualizar datos. Un sistema gestor permite realizar 5 funciones primarias [4]:

- Crear y organizar una base de datos construyendo un esquema y estableciendo las relaciones lógicas entre sus diferentes elementos.
- Ejecutar la función de ingresar registros a una base de datos según una orden del usuario.
- Ejecutar la función de recuperar registros de una base de datos según una orden del usuario.
- Ejecutar las funciones de manipular y procesar registros de una base de datos según una orden del usuario.
- Limitar el acceso a las bases de datos a los usuarios autorizados manteniendo la integridad y seguridad de los datos.

Dentro de una de las categorías subyacentes de los SGBD, entre las opciones de software que se disponen, MySQL es un sistema gestor de bases de datos relacionales (RDBMS) que se utiliza en el desarrollo del presente proyecto.

Desarrollado actualmente por Oracle Corporation, una compañía importante de software empresarial, MySQL es un software de alto rendimiento, multiplataforma, considerado uno de los sistemas de código abierto más populares del mundo, sobre todo en entornos de desarrollo web;

aunque también es publicado bajo una licencia comercial con el mismo código base, diferenciándose por una serie de extensiones propietarias, herramientas de monitoreo y soporte técnico oficial [5].

1.2.3 SQL. SQL (por las siglas de *Structured Query Language*) es un lenguaje estandarizado de definición, acceso y manipulación de bases de datos relacionales; por tal razón, es utilizado para acceder a todos los sistemas gestores de bases de datos relacionales en el mercado [6]. Es un lenguaje declarativo en el que el usuario solo tiene que especificar qué acción desea ejecutar sin tener que declarar el procedimiento.

Las sentencias de SQL pueden clasificarse en grupos:

- Lenguaje de definición de datos (DDL): usado para definir el esquema y crear o modificar los objetos de una base de datos.
- Lenguaje de manipulación de datos (DML): usado para efectuar consultas y manipular datos dentro de los objetos del esquema de una base de datos.
- Lenguaje de control de datos (DCL): usado para controlar el acceso a los datos almacenados en una base de datos.

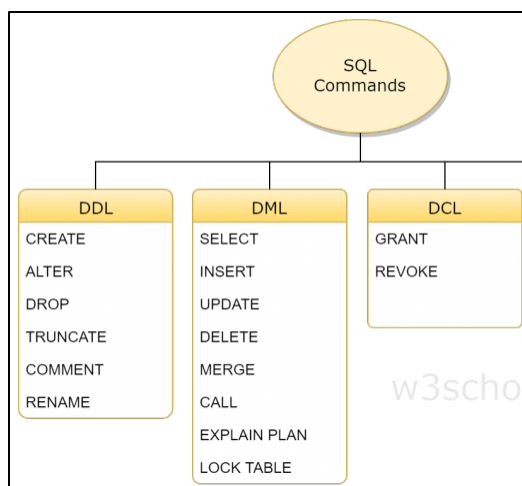


Figura 3. Grupos de sentencias SQL [7]

1.2.4 CRUD. El acrónimo CRUD (*Create, Read, Update, Delete*) hace referencia a las 4 funciones principales que son implementadas en aplicaciones de bases de datos relacionales: Crear, Leer, Actualizar y Eliminar. También se usan otros términos de manera intercambiable como Insertar, Recuperar, Editar, Borrar, y otros sinónimos. Cada función posee una sentencia SQL equivalente:

Tabla 1. Sentencias SQL equivalentes a CRUD

Función	SQL	Descripción
Crear	Insert	Crear o agregar nuevos registros
Leer	Select	Ver o buscar registros existentes
Actualizar	Update	Modificar registros existentes
Eliminar	Delete	Eliminar registros existentes

Nota: a cada una de las 4 funciones principales mencionadas le corresponde una sentencia del lenguaje SQL, estas pueden considerarse las más usadas y permiten ejecutar las funciones descritas.

1.3 Desarrollo web

Este término se refiere ampliamente a las tareas asociadas con el desarrollo de páginas web para su alojamiento en una intranet (red no pública) o en Internet. El proceso del desarrollo web incluye el diseño, el desarrollo de contenido, el secuenciado de comandos del lado cliente y del

lado servidor y la configuración de seguridad, entre otras tareas. Estos procesos habilitan la funcionalidad de un sitio web según las necesidades del propietario [8].

1.3.1 Diseño web adaptable. El diseño web adaptable (en inglés, *responsive web design*) es un enfoque que sugiere que el diseño y el desarrollo web deben responder al comportamiento y al entorno del usuario, adaptando la apariencia de una página web basándose en el tamaño de pantalla o ventana, el sistema operativo y la orientación del equipo [9]. Las actualizaciones de los últimos años a las tecnologías de diseño y desarrollo eliminan la necesidad de crear y mantener múltiples ediciones de un mismo sitio para que sea visto y usado en el amplio espectro de dispositivos inteligentes.

1.3.2 HTML, CSS y PHP. HTML (acrónimo de *Hypertext Markup Language*) es un lenguaje estándar de marcado (no de programación) usado en entornos de desarrollo web para señalar los elementos que componen un documento de hipertexto hecho con el propósito de ser mostrado en un navegador. El software de un navegador web interpreta y renderiza el contenido marcado y lo muestra en la pantalla del usuario. HTML puede ser asistido por CSS (las siglas de *Cascading Style Sheets*), un lenguaje de estilo que da cualidades visuales y estéticas a documentos escritos en lenguaje de marcado.

HTML le da estructura y significado al contenido, designando lo que es, por ejemplo, encabezado, párrafo o imagen. CSS es un lenguaje de presentación creado para estilizar la apariencia del contenido, usando, por ejemplo, fuentes o colores. Ambos lenguajes son complementarios pero independientes; CSS no debería ser escrito dentro de un documento HTML [10].

Pero, si bien utilizar HTML y CSS es suficiente para desarrollar contenido estático, no es adecuado para aplicaciones web cuyo contenido debe ser actualizado constantemente.

PHP (que viene del acrónimo recursivo *PHP: Hypertext Preprocessor*) es un lenguaje de programación en servidor pensado para el desarrollo web. El código es interpretado (es decir, no hay que compilarlo) y ejecutado en un servidor web, generando código HTML que es enviado al navegador del cliente. PHP es un lenguaje gratuito, de alto rendimiento, fácil de aprender y utilizar, disponible para todos los sistemas operativos más usados, que posee una variedad de funciones integradas para establecer conexión con todos los sistemas de bases de datos populares y para realizar otras tareas relacionadas con la web como generar imágenes GIF, establecer conexión con otros servicios de red, enviar correo electrónico, gestionar *cookies* y generar documentos PDF sin muchos bloques de código [11].

2 Ejecución

2.1 Análisis de requisitos

La ingeniería de requisitos del software es un proceso de descubrimiento y análisis en donde el desarrollador y el cliente tienen un papel activo. El cliente intenta replantear un sistema confuso en detalles concretos, y el desarrollador actúa como consultor que debe resolver el problema, sorteando las malas interpretaciones, la falta de información o la ambigüedad que se produce durante el proceso de comunicación entre ambas partes [12].

A partir del análisis a la gestión de proyectos en IBG, en conjunto con el personal de la empresa encargado, se identifican 3 documentos (hojas de cálculo de Excel) en donde se registra la información generada durante el flujo de trabajo, de los cuales es posible extraer las relaciones,

restricciones y reglas de negocio implicadas en cada proceso. Cada documento pertenece a un área funcional de la empresa diferente:

- Mercadeo – Matriz de oportunidades de negocio.
- Ejecución de proyectos – Planeación y seguimiento de ejecución de proyectos.
- Administración y finanzas – Seguimiento administrativo y financiero de proyectos.

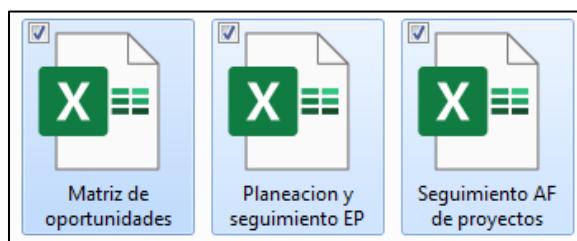


Figura 4. Documentos generados por IBG en la gestión de proyectos

El procedimiento común de los proyectos de IBG comienza al recibir una solicitud de un cliente, al que se le presenta un documento con la propuesta técnica y comercial que IBG determina, o al presentar de manera voluntaria una propuesta para una convocatoria pública del interés de la empresa.

Presentada la propuesta, se ingresa cierta información a la ‘Matriz de oportunidades de negocio’, constituida por algunas de sus características como fechas, objeto, cliente potencial, valor, estado y otras observaciones.

No.		Objeto	Fecha Identificación	Fecha de entrega al cliente	Origen	Ciudad	Correspon de al AM?	Cliente potencial	Estado	Codigo	Valor Propuesta	Fecha Seguimiento	No Conformidad	Observación
1	1													
1	2													
1	2													

Figura 5. Encabezado de la lista de propuestas presentadas

Una vez el interesado acepte la propuesta recibida, IBG inicia la planeación, administración y ejecución del proyecto hasta dar cumplimiento a los objetivos propuestos, para lo cual registran lo

necesario en ‘Planeación y seguimiento de ejecución de proyectos’ y ‘Seguimiento administrativo y financiero de proyectos’, que incluye las actividades definidas, fechas de ejecución, ingresos y egresos, presupuesto, aspectos legales y otras observaciones.

Figura 6. Encabezado del formato de planeación y seguimiento de ejecución de proyectos

Figura 7. Encabezado del formato de seguimiento administrativo y financiero de proyectos

Se encuentra que la información contenida en estos documentos posee datos redundantes e inconsistentes; además, las asociaciones entre los 3 documentos deben ser programadas manualmente entre múltiples hojas de cálculo para cada propuesta o proyecto, dificultando el control y la manipulación de la información.

Crear recursos semejantes a una base de datos relacional usando hojas de cálculo de Excel es una práctica muy difundida en empresas del país; son fáciles de usar en cualquier computador de oficina, se pueden lograr aplicaciones funcionales en poco tiempo y se descarta la necesidad de contar con personal especializado en el área de TI.

Infortunadamente, Excel supone varias complicaciones para el almacenamiento y manipulación de una base de datos ya que:

- Cada celda (incluso de una misma columna) puede poseer un formato diferente, lo que da lugar a inconsistencias.
- A medida que la cantidad de datos aumenta, disminuye el rendimiento del documento y de la interfaz.
- En entornos colaborativos es difícil llevar la trazabilidad de un documento.
- No garantiza la integridad de los datos; pueden añadirse datos no válidos o modificarse datos existentes tomando un valor incorrecto.
- Es difícil incluir un mecanismo, basado en usuarios, de asignación de privilegios o restricciones sobre los datos.

Por tal razón, se ve conveniente la oportunidad de actualizar esta metodología de gestión de proyectos a una herramienta digital que facilite el registro de información, que automatice las distintas asociaciones, gráficas y métricas requeridas, y que supere las anteriores dificultades. Ya identificados no solo los problemas del sistema actual, sino también las oportunidades de mejora y la lista de objetos y atributos requeridos para que sean aplicados al nuevo sistema, se alcanza el primer objetivo específico de este proyecto y se puede proceder a la creación del esquema de la base de datos.

2.2 Arquitectura de la base de datos

A partir de la lista de objetos y atributos obtenida en el análisis de requisitos se pueden identificar 10 relaciones (o tablas) necesarias para que la base de datos refleje lo mejor posible la realidad del sistema de gestión de proyectos.

3 de las relaciones se pueden clasificar en el grupo de partes interesadas, aquellas que tienen un interés en la empresa y pueden afectar o verse afectadas por su actividad de negocio:

- Departamento: división administrativa y política del país, compuesta por los municipios en donde se han presentado propuestas o se han ejecutado proyectos.
- Municipio: división administrativa nacional que agrupa las propuestas y los proyectos según el territorio donde se han presentado y ejecutado.
- Cliente: entidad pública o privada interesada en los productos o servicios que ofrece IBG.

2 objetos importantes se pueden clasificar en el grupo de documentos generados, son entregables con destino a los clientes de la empresa:

- Propuesta: ofrecimiento que representa una oportunidad de negocio con un cliente potencial de IBG.
- Proyecto: conjunto de actividades desarrolladas con el fin de entregar un producto o servicio a un cliente.

Las otras relaciones del conjunto son pensadas como objetos subyacentes (“hijos”) de los documentos generados, o agregan funcionalidad a la aplicación por desarrollar:

- Fase: división del ciclo de vida de un proyecto, compuesta por un conjunto de actividades.
- Actividad: acción necesaria para el cumplimiento del objetivo de un proyecto.
- Usuario: empleado de IBG que debe hacer uso de la aplicación y manipular la base de datos. Todo empleado responsable de alguna actividad debe poseer un usuario.
- Gasto: egreso destinado a atender el pago de un recurso necesario para el desarrollo de un proyecto.
- Pago: ingreso que se percibe como contraprestación a un producto o servicio entregado a un cliente.

Es posible obtener una vista del esquema de la base de datos de la primera versión funcional de la aplicación desarrollada; en él se constituyen las 10 relaciones y sus respectivos atributos. En el título 6.1 del apéndice de este documento, ‘Diagrama de la base de datos relacional’, se encuentra dicha vista, creada con ayuda de un software llamado Database Designer for MySQL, una herramienta CASE (*Computer-aided Software Engineering*, Ingeniería de software asistida por computador) que permite crear visualmente una estructura de una base de datos, ver su diagrama completo y generar la base de datos (o las sentencias SQL para tal fin) en un servidor MySQL [13].

Nótese que, en el diagrama indicado, se ven 3 objetos adicionales a las 10 relaciones mencionadas. Estos corresponden a:

- 2 tablas generadas por las asociaciones M:N (muchos-a-muchos) Municipio-Propuesta y Municipio-Proyecto, que sugieren que las propuestas o los proyectos pueden ser presentados o ejecutados en más de 1 municipio, y que los municipios pueden agrupar varios proyectos o propuestas.
- 1 vista; es una tabla que no almacena ningún dato, sino que muestra los datos almacenados en otras tablas obtenidos a partir de una sentencia (SQL) Select. Esta fue designada con el fin de agregar funcionalidad (descrita más adelante) a la aplicación.

Ya creada la base de datos se cumple el segundo objetivo específico de este proyecto y se puede proceder con el desarrollo de la interfaz web.

2.3 Desarrollo de la aplicación web

Con la motivación de ahorrar tiempo en el desarrollo de la aplicación y disminuir los puntos de fallo, teniendo en cuenta los requisitos del sistema, se utiliza un software generador de código

para aplicaciones web en PHP. PHP Generator for MySQL es una herramienta que facilita crear aplicaciones web, soportadas en bases de datos MySQL, con calidad profesional sin necesidad de programar desde cero. Las aplicaciones generadas con la herramienta se destacan por sus características [14]:

- Su interfaz es adaptable al tamaño de pantalla de cualquier dispositivo móvil inteligente y de escritorio (siguiendo el enfoque del Diseño web adaptable).
- Sus formularios de entrada y actualización de datos pueden incluir una gran variedad de controles (campos de texto, imagen, opciones, fecha, numéricos, etc.).
- Con un sistema de seguridad basado en usuarios, los datos pueden ser protegidos a nivel de aplicación, página o registro.
- Permiten filtrar, ordenar, comparar y particionar los datos según reglas dadas.
- Sus páginas pueden incluir gráficos para presentar datos de manera rápida y entendible.
- Permiten imprimir cualquier página o registro, o exportarlos a formatos de datos conocidos.
- Las páginas pueden ser personalizadas con temas, plantillas, estilos adicionales y eventos programados.

En el proceso de creación de la aplicación deseada, sus características están determinadas por una serie de pasos exigidos por PHP Generator:

1. Establecer conexión con la base de datos: indicar la dirección (URL) del servidor MySQL, el nombre de la base de datos a la que se le quiere generar la interfaz, y el nombre y la contraseña del usuario (del SGBD) que tiene todos los privilegios sobre la base de datos. En este trabajo, primero se usan los parámetros de conexión correspondientes a un servidor

local en un entorno de pruebas, que luego se reemplazan con los de un servidor remoto en un entorno de producción. Con dichos parámetros, PHP Generator logra identificar la estructura de la base de datos previamente cargada en el servidor.

2. Seleccionar, de la lista de relaciones y vistas de la base de datos, los objetos para los cuales se desea crear una página en la aplicación.
3. Personalizar las páginas de la aplicación según como sea necesario. Entre otras opciones, se puede:
 - a. Configurar las propiedades de las columnas en las presentaciones de inserción, edición y visualización.
 - b. Configurar las listas de detalles de las tablas; son las asociaciones entre pares de relaciones padre-hija.
 - c. Configurar los eventos programados del lado cliente (con JavaScript) o del lado servidor (con PHP) a nivel de aplicación o de página.
 - d. Generar los gráficos requeridos a partir de consultas SQL (Select) dadas.
4. Seleccionar o personalizar un esquema de colores para la aplicación.
5. Configurar otras opciones de la aplicación:
 - a. Seguridad basada en usuarios, definidos por tabla, dentro del código o por los usuarios del SGBD.
 - b. Elegir el idioma de la aplicación.
 - c. Indicar el directorio del equipo en el que se quiere guardar los archivos de la aplicación generada.

Finalizados los 5 pasos, PHP Generator construye los scripts y programas en PHP junto con los documentos HTML y CSS de la aplicación; los archivos obtenidos están listos para ser alojados en un servidor web.

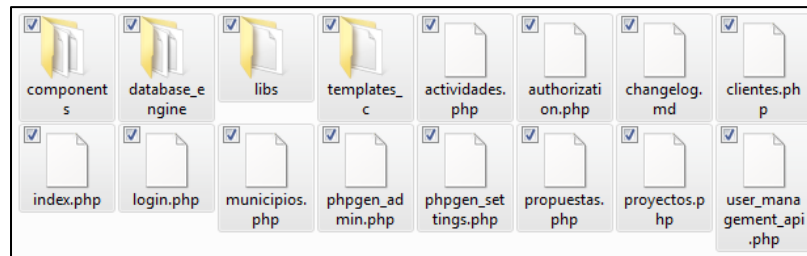


Figura 8. Archivos de la aplicación obtenidos con PHP Generator

Tras unas ligeras modificaciones de diseño y funcionalidad después de haber sido generado el código, el prototipo del sistema web de gestión de proyectos, nombrado IBG SGP, consiste en una interfaz acorde con la imagen corporativa de IBG, y está compuesto por 5 páginas principales:

- **Municipios:** contiene la información de los municipios o localidades en donde IBG ha presentado propuestas o ha ejecutado proyectos.
- **Cientes:** contiene la información de los clientes para los que IBG ha presentado propuestas o ha ejecutado proyectos.
- **Propuestas:** contiene la información de las oportunidades de negocio con clientes potenciales de IBG.
- **Proyectos:** contiene la información de la planeación, ejecución y seguimiento de los proyectos que IBG desarrolla.
- **Mis actividades:** contiene una vista de las actividades de las que el usuario activo en la aplicación es responsable en los diferentes proyectos en ejecución; brinda información clara y precisa acerca de las actividades pendientes, en progreso, y completadas.

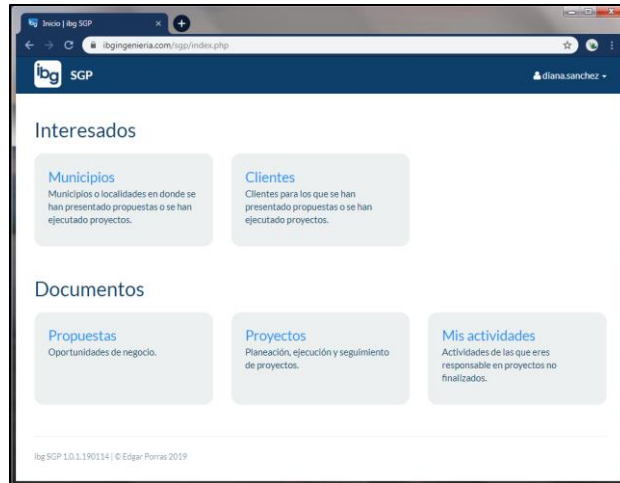


Figura 9. Pantalla principal de IBG SGP

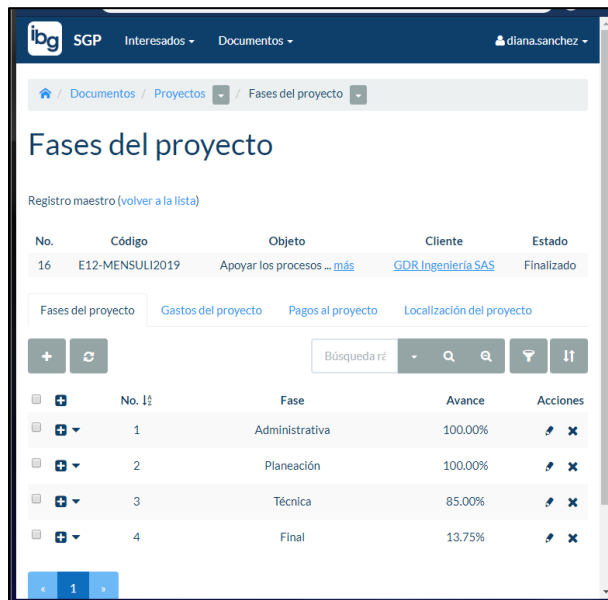


Figura 10. Pantalla de Fases de un proyecto en IBG SGP

El producto obtenido tiene el potencial de ser incrementado en funcionalidad, incluyendo la información generada en otros procesos de negocio de IBG o siendo, incluso, un medio de contacto con sus clientes. Cumplido el tercer objetivo específico de este trabajo, se puede proceder con la evaluación del prototipo de la aplicación.

2.4 Evaluación y corrección del prototipo

Con el prototipo cargado en un servidor web en un entorno de pruebas, se puede hacer uso de la aplicación simulando el proceso de gestión de proyectos de IBG con datos de muestra. Esta etapa del trabajo permite identificar y corregir defectos o errores de programación (informalmente llamados *bugs* en el inglés) en la aplicación; el proceso de depuración (o *debugging*) produce la correcta operación del software, evitando, en este caso, fallas en la conexión con la base de datos, errores tipográficos en sentencias SQL o scripts de PHP y JavaScript, y mal manejo de tipos de datos. Si bien PHP Generator construye la mayor parte del código de la aplicación de manera automática, aún se debe prestar atención al código generado manualmente.

Corregidos los errores observados, se cumple el cuarto objetivo específico de este trabajo y la aplicación está lista para ser cargada en un servidor web como primera versión funcional.

2.5 Despliegue de la aplicación

Con el objetivo de brindarles a los empleados de IBG Ingeniería acceso remoto a la información de la base de datos de proyectos, la aplicación debe ser desplegada en un servidor web en un entorno de producción, que ofrezca las prestaciones (procesamiento, memoria, almacenamiento, ancho de banda, seguridad, etc.) suficientes para albergarla y que tenga una disponibilidad (o *uptime*) cercana al 100%.

El servicio de alojamiento web (o *web hosting*) es una solución que permite a organizaciones e individuos publicar contenido, un sitio o una página web sobre Internet. Un proveedor de alojamiento es una empresa que posee las tecnologías y los servicios necesarios para poner el espacio en sus servidores a disposición de los clientes, de manera estable, segura y respaldada.

IBG ya cuenta con un plan de nombre de dominio y alojamiento web para su página principal, el cual puede aprovecharse para albergar también la aplicación. Con el plan contratado se dispone de un servidor con 100 GB de almacenamiento, procesador y memoria suficientes para un sitio de baja concurrencia, tráfico ilimitado y compatibilidad con bases de datos y código PHP. El proveedor One.com es una compañía europea que da servicios de alojamiento a clientes en 149 países, y es con quien IBG adquirió el plan mencionado.

One.com brinda un panel de control, una interfaz gráfica para administrar los servicios alojados en el servidor web; y aunque es un panel de control hecho a medida, imita las principales características y funciones de los popularmente usados, cPanel y Plesk, entre las cuales, para la instalación de la aplicación desarrollada, son indispensables:

- Acceso a la administración del servidor MySQL para cargar la base de datos diseñada.
- Gestión de archivos para subir el código de la aplicación obtenido de PHP Generator.
- Acceso a los archivos de configuración del servidor HTTP para establecer el redireccionamiento automático de las páginas de la aplicación al protocolo seguro HTTPS.

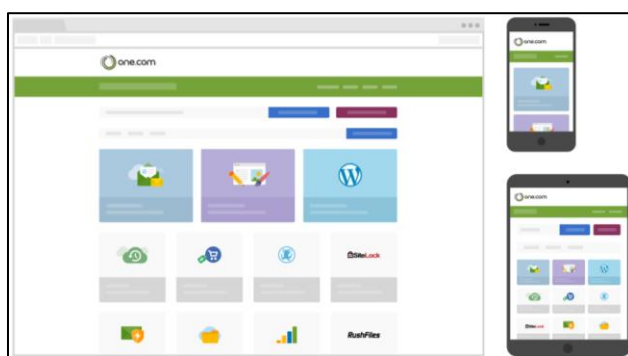


Figura 11. Panel de control de One.com visto en distintos dispositivos [15]

Con la autorización de la empresa, y con las credenciales de acceso al panel de control brindadas por la misma, es posible ejecutar las tareas mencionadas anteriormente para publicar la aplicación en Internet. Con esto se cumple el quinto y último objetivo específico de este trabajo y

se puede proceder con la socialización de la aplicación al personal de IBG Ingeniería, que consiste en la presentación del producto, sus características y funciones, y las ventajas que esta tiene sobre el sistema de gestión de proyectos anterior.

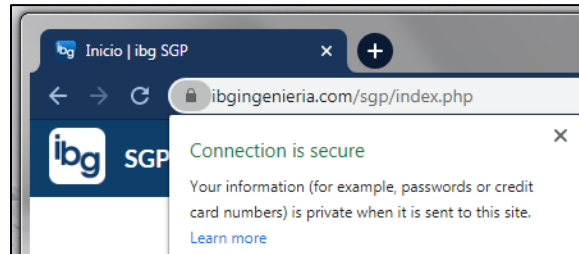


Figura 12. URL de la aplicación en el dominio web de IBG Ingeniería

2.6 Modernización del sitio web

Aunque esta etapa no está contemplada dentro de los objetivos del trabajo, el tiempo ahorrado en el desarrollo de la aplicación se puede usar para modernizar también el portal principal que los interesados observan al ingresar al sitio web de la empresa. Para lograrlo, se debe aprovechar el software disponible en el mercado para la creación de páginas web de manera rápida y con poca programación, sin sacrificar flexibilidad para desarrollar un sitio elegante, acorde con la imagen corporativa de la empresa, y que facilite el contacto con los clientes.

WordPress, un sistema gestor de contenido web (CMS, por las siglas de *Content Management System*), con casi 17 años en el mercado, se ha convertido en uno de los productos más populares de su categoría, siendo esta la opción elegida para crear el sitio. WordPress es un software libre, de código abierto escrito en PHP, que permite crear y gestionar contenido digital sin necesidad de programar. Está compuesto por:

- El núcleo de WordPress: archivos base que componen la instalación de WordPress.
- Una base de datos: donde todo el contenido y la configuración del sitio son almacenados.

- Archivos adicionales: que agregan temas, extensiones y contenido para personalizar el sitio.
- Pantallas de administración: (o dashboard) hacen posible la interacción del usuario con la instalación de WordPress.

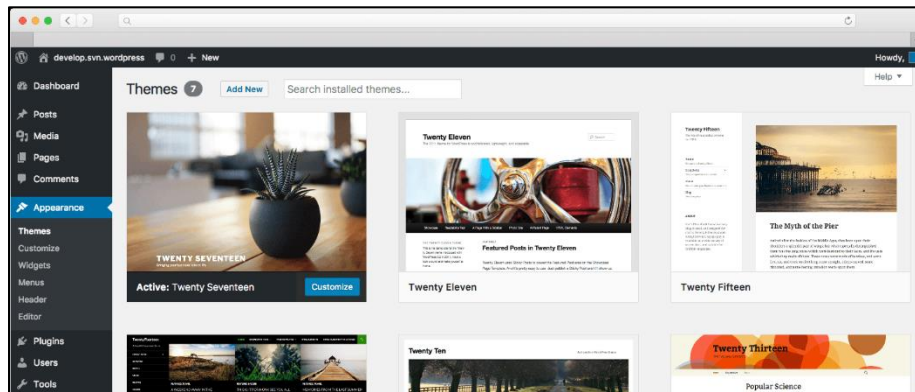


Figura 13. Pantalla de administración de WordPress [16]

Sin ánimo de entrar en detalles acerca de su proceso de creación, el nuevo sitio web se destaca, en comparación con el anterior, por sus características:

- Con un diseño moderno, la página refleja la fiabilidad y competencia de la empresa.
- Su diseño adaptable facilita la visualización en dispositivos con diferentes tamaños de pantalla.
- Presenta la información de la empresa, sus servicios y experiencia de manera organizada.
- Informa todos los medios de contacto con la empresa (teléfonos, dirección y electrónicos).
- Dispone de un formulario de contacto por el que la empresa recibe vía correo electrónico los mensajes de los visitantes del sitio.
- Permite la adición, edición o eliminación de contenido sin afectar la estructura del sitio y sin tener que modificar código.

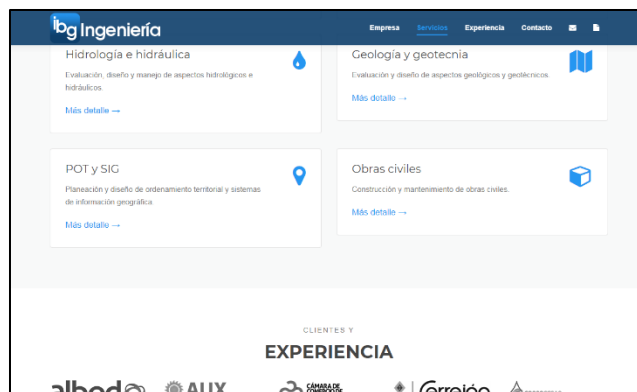


Figura 14. Página web principal de la empresa (ibgingeneria.com)

3 Conclusión

Como se ha mencionado, los productos realizados en esta Práctica aportan a la empresa la capacidad de mejorar sus resultados en términos de productividad, utilizando menos tiempo administrando información y aprovechándolo para ejecutar las actividades definidas en cada proyecto activo. Con una estructura de datos estándar para la variedad de solicitudes de las partes interesadas, provista de tecnologías de comunicación y seguridad, IBG encuentra su información organizada, validada, íntegra, disponible y confidencial.

Se recomienda a la empresa contar con el apoyo de personal profesional (ya sea contratado o tercerizado) en el área de las TIC para que elabore estrategias de aplicación de tecnologías digitales a procesos, productos y activos para mejorar la eficiencia, mejorar el valor para el cliente, gestionar el riesgo y descubrir nuevas oportunidades de generación de ingresos. Se sugiere, a su vez, al programa de Ingeniería de Telecomunicaciones de la Universidad Santo Tomás Bucaramanga, ampliar sus conexiones con todo tipo de empresas a nivel nacional. Aunque muchas no pertenezcan a la industria de la informática y las telecomunicaciones, incluso en ellas, un futuro ingeniero de telecomunicaciones puede hallar necesidades que podrían ser cubiertas con el uso de sus bases científicas y sus habilidades de investigación y generación de proyectos.

Durante el transcurso del desarrollo de la Práctica, no se presentaron contratiempos importantes además de los errores de programación surgidos en el ensayo y error de los componentes de la aplicación que fueron desarrollados manualmente. Dichos errores fueron identificados y solucionados fácilmente. Tal situación fue correspondida a la lectura detenida de la documentación disponible de los distintos paquetes de software utilizados en este proyecto. La documentación incluye:

- Lista de requisitos del software.
- Diseño o arquitectura del software.
- Aspectos técnicos.
- Manuales de usuario.
- Ejemplos y casos de uso proporcionados por el desarrollador o por la comunidad de usuarios.

Estas fuentes de información pueden ayudar a futuros practicantes a realizar una exploración más completa cuando se enfrenten a software, hardware, tecnologías, protocolos o conceptos de los cuales presenten dudas o inconvenientes.

De acuerdo con los objetivos propuestos al inicio de la Práctica, este trabajo satisface cabalmente los resultados esperados:

- En el levantamiento de requisitos, la observación detallada del proceso de gestión de proyectos en IBG brinda ideas claras respecto a lo que la empresa necesita que sea incluido en el software desarrollado.

- La estructura de datos diseñada refleja fielmente la realidad del proceso de gestión de proyectos y, por su escalabilidad, se pueden incorporar otros procesos de negocio si la empresa lo considera conveniente.
- La aplicación web desarrollada facilita la gestión de información manteniéndola ordenada y protegida. La adición o modificación de características no requiere de mucho tiempo de desarrollo ni manipulación de código.
- La depuración de errores en el código de la aplicación evita que los usuarios de IBG se enfrenten a interrupciones en el flujo de trabajo o a la pérdida de integridad de la información.
- La instalación de la aplicación en un servidor web en Internet posibilita el teletrabajo y el acceso remoto a la información por parte de los empleados de IBG.

Bibliografía

- [1] C. J. Date, “Introducción a los sistemas de bases de datos”, séptima ed., 2001, p. 5.
- [2] A. d. M. Castaño, M. Piattini y E. Marcos, “Diseño de bases de datos relacionales, 1999, pp. 23-24, 38, 95-96.
- [3] “Bases de datos relacionales: qué son y por qué se utilizan”, 5 de septiembre de 2019. En línea. Disponible: <https://www.ionos.es/digitalguide/hosting/cuestiones-tecnicas/bases-de-datos-relacionales/>. Último acceso: enero del 2020.
- [4] S. B. Gupta y A. Mittal, “Introduction to database management system”, segunda ed., 2017, pp. 4-5.
- [5] “MySQL”, 24 de enero del 2020. En línea. Disponible: <https://es.wikipedia.org/wiki/MySQL>. Último acceso: enero del 2020.
- [6] C. M. Escofet, “El lenguaje SQL”. En línea. Disponible: http://openaccess.uoc.edu/webapps/o2/bitstream/10609/69205/3/Bases%20de%20datos_M%C3%B3dulo%203_El%20lenguaje%20SQL.pdf. Último acceso: enero del 2020.
- [7] “MySQL – What is DDL, DML and DCL?”. En línea. Disponible: <https://www.w3schools.in/mysql/ddl-dml-dcl/>. Último acceso: enero del 2020.
- [8] “What is Web Development?”. En línea. Disponible: <https://www.techopedia.com/definition/23889/web-development>. Último acceso: enero del 2020.
- [9] “Responsive Web Design – What It Is And How To Use It”, 12 de enero de 2011. En línea. Disponible: <https://www.smashingmagazine.com/2011/01/guidelines-for-responsive-web-design/>. Último acceso: enero del 2020.

- [10] S. Howe, “Learn to Code HTML and CSS: Develop and Style Websites”, 2014, p. 2.
- [11] L. Welling y L. Thomson, “Desarrollo web con PHP y MySQL”, tercera ed., 2005, pp. 33, 35.
- [12] “Análisis de requisitos del software”. En línea. Disponible: <https://tesuva.edu.co/phocadownloadpap/Anlisis%20de%20requisitos%20del%20software.pdf>. Último acceso: enero del 2020.
- [13] “Microolap Database Designer for MySQL”. En línea. Disponible: <https://www.microolap.com/products/database/mysql-designer/>. Último acceso: enero del 2020.
- [14] “MySQL PHP Generator”. En línea. Disponible: <https://www.sqlmaestro.com/products/mysql/phpgenerator/>. Último acceso: enero del 2020.
- [15] “Inicio de sesión en panel de control”. En línea. Disponible: <https://login.one.com/cp/>. Último acceso: enero del 2020.
- [16] “WordPress.org”. En línea. Disponible: <https://wordpress.org/>. Último acceso: enero del 2020.

Apéndices

Apéndice A. Diagrama de la base de datos relacional

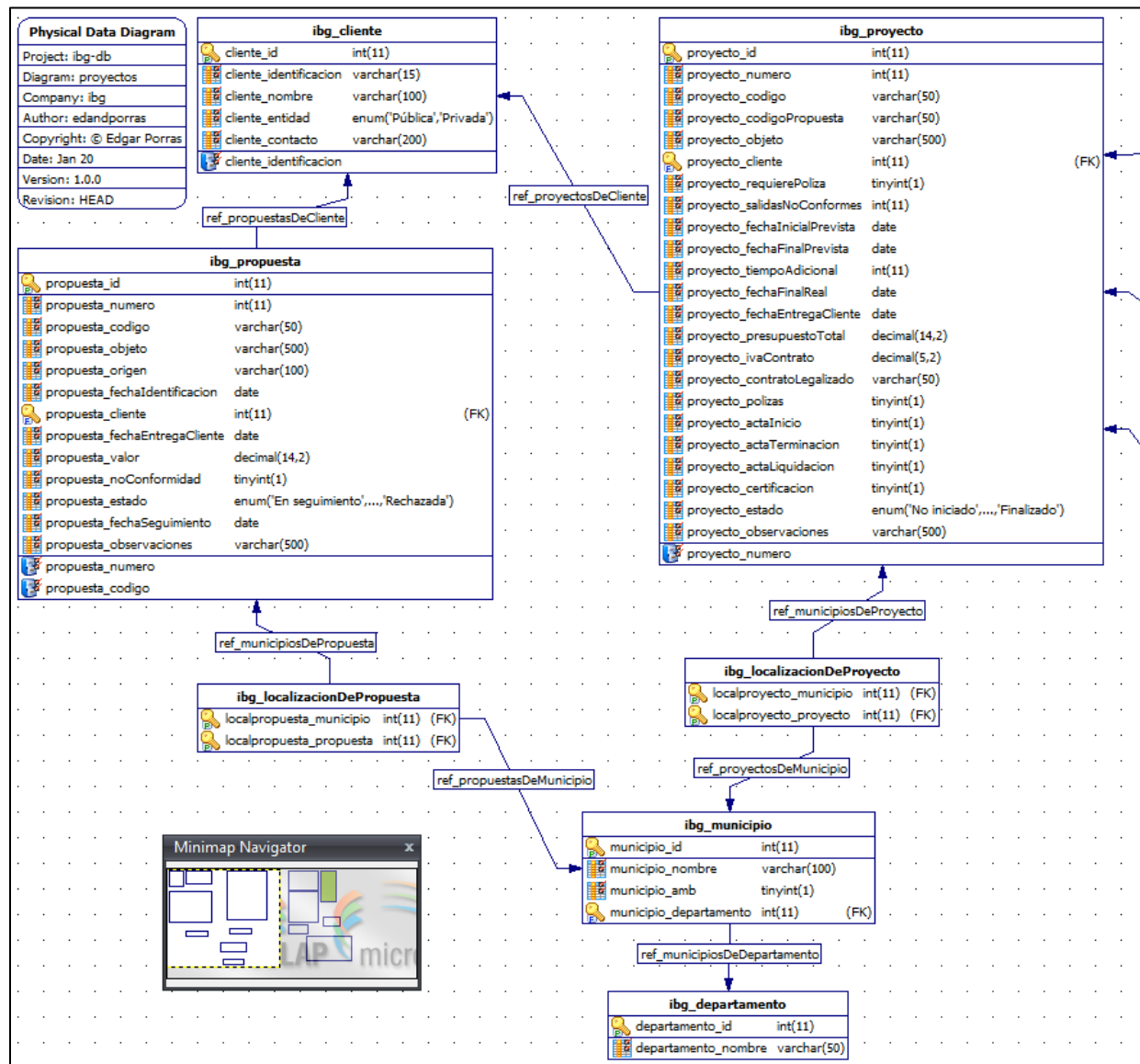


Figura 15. Diagrama de la base de datos relacional (parte A)

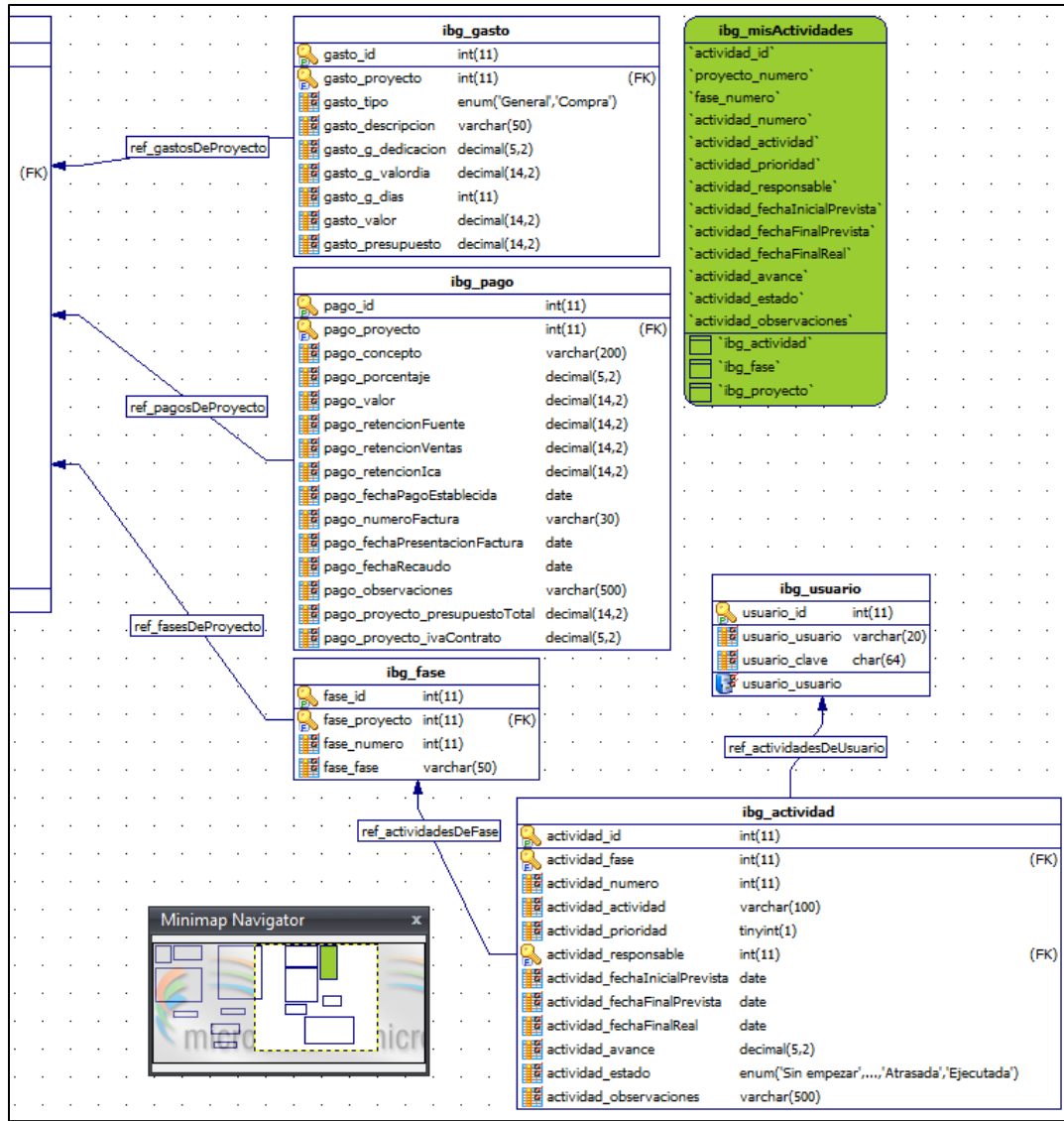


Figura 16. Diagrama de la base de datos relacional (parte B)