

Implementación del sistema de información geográfico catastral del cantón Déleg

Zhindón Martín¹, Quevedo Sebastián², Angamarca Pablo³, Córdova Federico¹

1 Centro de Investigación/Unidad Académica de Ingeniería, Industria y Construcción/Universidad Católica de Cuenca
Av. de las Américas/Azuay/Ecuador
mgzhindonm@ucacue.edu.ec
nfcordovag@ucacue.edu.ec

2 Ingeniería de Sistemas/Facultad de Tecnologías de la Información/Universidad Católica de Cuenca sede Azogues
Av. Ernesto Cheguevara/Cañar/Ecuador
asquevedo@ucacue.edu.ec

3 EVOTECH
Panamericana Sur/Cañar/Ecuador
pabloangamarca@gmail.com

RESUMEN

La integración de la información geográfica y alfanumérica es de fundamental importancia en el diseño e implementación de un sistema para la gestión del catastro. Este trabajo presenta el proceso para el desarrollo de tal integración, como parte de la implementación de la plataforma tecnológica web para la gestión del catastro. Este trabajo no tiene como fin ser un informe de lo que fue el proceso completo de desarrollo y funcionalidad del sistema, pero se presenta de manera general las fases más importantes del proceso de ingeniería del software llevado a cabo. El desarrollo de la aplicación se basó en el uso de herramientas de software de código abierto como: PostgreSQL y PostGIS e Hibernate para el manejo de los datos; Java 8 y Java Enterprise Edition 7 (JEE7) como lenguaje de programación. Adicionalmente se crearon web map services utilizando Geoserver y también uno personalizado propio para el uso dentro de la aplicación utilizando JAX-RS e Hibernate Spatial y OpenLayers. La aplicación se integra con QGIS para la creación y gestión de la información geográfica, hasta la emisión de reportes con JasperReports que consume un WMS de Geoserver para presentar la forma del predio. El sistema fue implementado para el Gobierno Autónomo Descentralizado (GAD) Municipal del Cantón Déleg y construido basado en un sistema legado proporcionado por la Asociación de Municipalidades del Ecuador (AME).

Palabras clave: **catastro, información geográfica, modelos, orientación a objetos, integración.**

ABSTRACT

The integration of a geographical and alphanumeric information has a fundamental importance in the design and implementation of a system for the management of the cadastre. This paper presents the process for the development of such integration, as part of the implementation of the web technology platform for cadastre management. This work is not intended to be a report of what was the complete process of development and functionality of the system, but is presented in a general way the most important phases of the software engineering process carried out. The development of the application was based on the use of open software source tools such as: PostgreSQL and PostGIS and Hibernate for data management; Java 8 and Java Enterprise Edition 7 (JEE7) as a programming language. In addition, web map services were created using Geoserver and also a custom one for the within use of the application using JAX-RS and Hibernate Spatial and OpenLayers.

The application integrates with QGIS for the creation and management of geographic information, until the reports emission with JasperReports that consumes a Geoserver WMS to present the form of the property. The system was developed for the Decentralized Autonomous Government of Déleg Canton, it was built based on a legacy system provided by the Association of Municipalities of Ecuador (AME).

Keywords: cadastre, geographical information, models, object oriented, integration.

I. INTRODUCCIÓN

Los sistemas de información (SI) legados se han convertido en el núcleo de operaciones de organizaciones públicas y privadas. Éstos fueron creados e implementados varios años atrás y mediante constantes actualizaciones se han ajustado a los requerimientos de los procesos de negocios (Dayani-Fard & Al., 1999). En este contexto, el Gobierno Autónomo Descentralizado municipal del Cantón Déleg, entidad pública a la que, de ahora en adelante nos referiremos como GAD municipal, realiza la gestión de la información catastral con un SI legado, implementado mediante transferencia tecnológica a través de la AME. Este sistema realiza la gestión de la información geográfica catastral mediante una variación del modelo topológico vectorial conocido como Modelo GEORELACIONAL (Longley, Goodchild, Maguire, & Rhind, 2015). Éste tipo de modelos mantienen las características geográficas del objeto en un archivo regular y sus atributos alfanuméricos en una base de datos relacional. Específicamente las características geográficas de los predios se encuentran en archivos CAD y los atributos alfanuméricos que los describen se almacenan en la base de datos relacional del SI, en donde el campo común entre éstos es la clave catastral.

El problema del SI del GAD Municipal se presenta de acuerdo a lo planteado por (Pressman & Maxim, 2015) y contextualizado con requerimientos específicos que fundamentan el desarrollo de un nuevo sistema: (1) El SI tiene que ser mejorado para implementar el requerimiento de integración de las características geográficas del predio y sus atributos alfanuméricos, debido a que al manejar el modelo geográfico como un archivo común, los usuarios de los diferentes departamentos del GAD municipal, utilizan diferentes copias de éste y los cambios que se realizan sobre estos de manera aislada provoca que se manejen modelos inconsistentes, ya que la forma de comunicar los cambios es verbal o mediante sincronización manual del modelo. Además no existe garantía de la congruencia entre la información que se maneja en CAD y la base de datos relacional, puesto que el registro de la clave se realiza por separado y de forma manual. (2) Permitir el acceso a la información del catastro mediante Internet. Para cubrir con este requerimiento el software debe ser adaptado para cubrir las necesidades de nuevos ambientes de computación, específicamente el software debe evolucionar a un ambiente Web. En el contexto de la ciencia de la información geográfica a éste requerimiento se encuentra dentro de lo que se conoce como Neo geografía (Longley et al., 2015). De esta manera la plataforma se convierte en una herramienta que da lugar a un proceso que transparentaría y democratizaría la información del catastro (Tapscott, 2014).

Debido a múltiples restricciones que presenta el SI legado del GAD municipal, como: la falta de documentación, limitantes propias del lenguaje de programación, ausencia de soporte y arquitectura a dos capas, no es posible aplicar un proceso de reingeniería, para solventar los nuevos requerimientos. Debido a lo

anterior se determinó la necesidad de implementar una nueva plataforma tecnológica que de soporte a la gestión del catastro.

Para determinar de la solución propuesta, se consideró como principal antecedente que en el Ecuador se encuentra establecida como política pública el uso del software libre (Decreto No 1014, 2008). En éste contexto existen diferentes tipos de software, entre los cuales se encuentra: los de sistema, de aplicación, aplicaciones web, científicos o de ingeniería entre otros (Pressman & Maxim, 2015).

Luego de haber realizado un análisis de las soluciones de las aplicaciones de software disponibles, ofrecidas a nivel local por consultoras y a nivel global mediante la implementación de sistemas como SOLA¹, el GAD municipal determinó que era conveniente el desarrollo de una nueva plataforma acorde a las necesidades de la entidad. Esto debido a que a pesar de que las aplicaciones de software disponían de funcionalidades para manejar los procesos de catastro, era necesario realizar adaptaciones adicionales, lo que al igual que al desarrollo de una herramienta completamente nueva involucra costos y tiempos, de implementación (Cuan, Delgado, Elisa, Uribe, & de Santiago, 2016), pero sin garantizar que la aplicación se adapte por completo a los procesos catastrales.

El objetivo de este trabajo es construir un nuevo sistema de información que permita la gestión integrada de la información geográfica, mediante la implementación de un modelo de datos geográfico que integre las características geográficas de los predios y sus atributos alfanuméricos, y que permita que esta información pueda ser accedida a través de la Web.

II. MÉTODO

La integración geográfica y alfanumérica constituye parte de las etapas de la metodología empleada para el desarrollo completo del SIG Catastral, aunque no se brinda un detalle completo de cada una de éstas, se incluyen apartados relevantes para comprender el contexto en el cual se desarrolló el trabajo.

Las fases que se presentan a continuación se encuentran enmarcadas en la metodología para la solución de problemas propuesta por (Polya, 1945), articuladas al marco genérico del proceso de desarrollo de proyectos de Ingeniería de Software, de acuerdo a (Pressman & Maxim, 2015). Además, debido al estilo de desarrollo de software empleado, las fases se desarrollaron con inclinación hacia la orientación a objetos (Phillips, 2015).

A. COMPRENSIÓN EL PROBLEMA

Es el proceso de identificación del dominio del problema, sistemas o tareas. En esta etapa se determina que se tienen que realizar. En el caso concreto de este proyecto, este proceso se llevó a cabo de la siguiente manera: (1) se realizó un análisis detallado del sistema legado con el cuál se realizaba la gestión de la información catastral para identificar su tecnológica,

¹ <http://www.flossola.org/>

funcionalidades y las tareas que con este se llevaban a cabo. Concretamente con la parte geográfica sus funcionalidades y deficiencias se obtuvieron del desarrollo de esta fase y ya fueron presentadas en la sección introductoria de este trabajo. (2) Se procedió a realizar una serie de entrevistas informales con los involucrados en los procesos de la gestión de la información catastral. De estas entrevistas identificamos en primer lugar que la forma de cotejar la información se realizaba de forma visual identificando la clave catastrales en el SI y el CAD, sin que nada garantice su correcta integración. (3) Se identificaron los nuevos requisitos del sistema, de los cuales, entre otros destacamos la necesidad de gestión de la información como una plataforma Web. Algunos de estos requerimientos de usuario se plasmaron en un documento de Especificación de Requisitos de Software (ERS) IEEE Std 830-1998².

B. PLANIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN

En esta etapa se crea una especificación de implementación, tomando como base el levantamiento de requerimientos. De manera general los componentes de esta especificación son: los modelos de datos y el diseño de la arquitectura.

Previo al proceso de la definición y creación de los modelo se determinó que la escala del problema es detallada, debido a que la información geográfica a representar principalmente corresponde a forma, ubicación y tamaño de las parcelas, su propósito es normativo y en la escala de tiempo es operacional (Longley et al., 2015).

Los modelos permiten crear una representación simplificada de la realidad a través de un proceso de abstracción. Uno de estos modelos, es el modelos de datos geoespaciales, que a más de representar los atributos de un fenómeno de la realidad, representan su característica espacial (Menke, 2016).

El proceso para la creación del modelo inició con la identificación de los fenómenos que son relevantes al dominio del problema, iniciamos con la identificación de las características de las parcelas con un enfoque geográfico: (1) Cada una de las parcelas poseen límites bien definidos y corresponden a un número finito dentro de la jurisdicción del GAD municipal, por lo que el esquema conceptual para su representación es el de un objeto discreto. (2) en cuanto a su dimensión topológica posee dos dimensiones, largo y ancho y puede ser representado con un objeto geométrico de tipo área o polígono. (3) de acuerdo a estas características, su representación inicial se realizó con el modelo lógico de datos geoespacial vectorial. La desventaja de este modelo radica en que su enfoque principal no va más allá de la geometría, y no permite implementar las complejas relaciones existentes con los demás dominios que conforman el sistema catastral. (4) Como solución para aprovechar el modelo vectorial y al mismo tiempo modelar éstas relaciones, se creó un Modelo Lógico de Datos de Objetos Geográficos (Figura 1) (Longley et al., 2015).

La arquitectura de Diseño guiado por el Dominio (DDD), permite a través del enfoque tradicional del Análisis y Diseño Orientado a Objetos (Remijan, 2014), construir el sistema de información geográfica con unas variantes en la capa RDBMS, (Figura 2).

La estructura y las herramientas Postgres³ y PostGIS⁴ de la capa de persistencia permiten construir el Modelo físico⁵ de

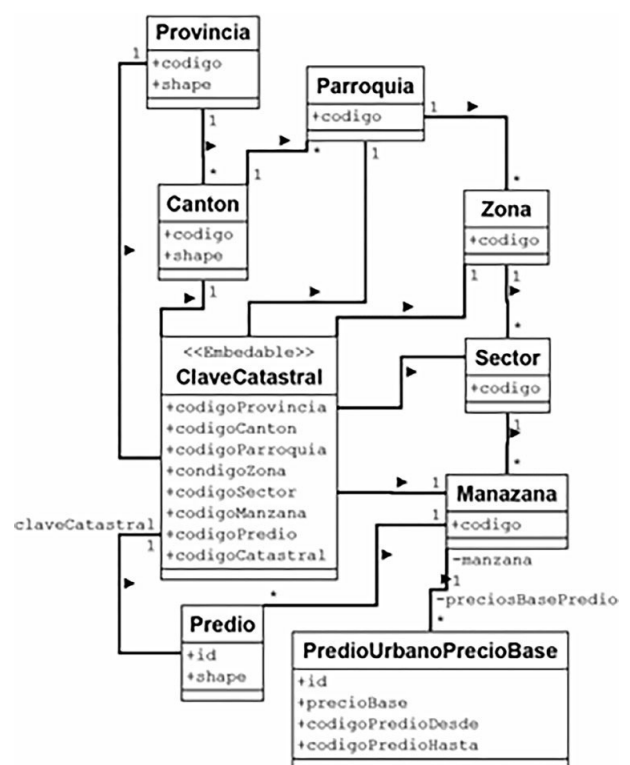


Figura. 1. Modelo de datos de objetos geográficos del módulo de organización territorial y su relación con el predio y estructura de clave catastral.

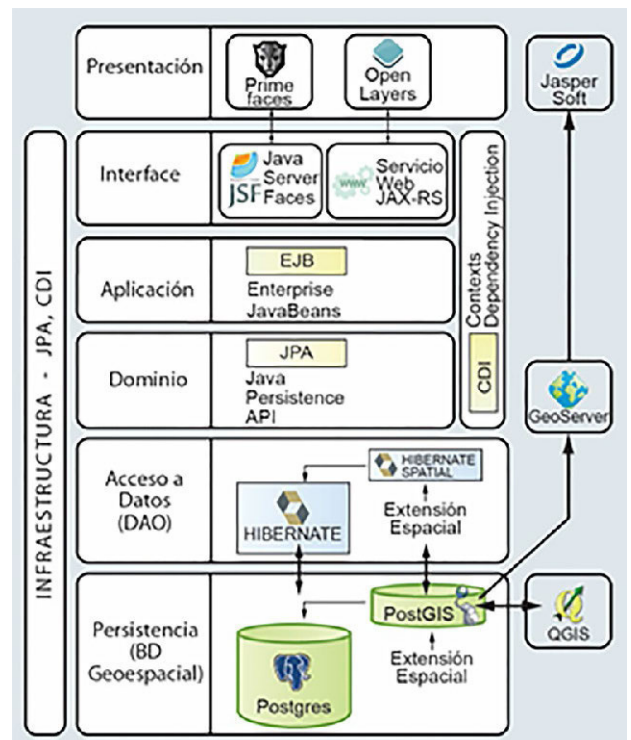


Figura. 2. Diseño de la arquitectura del sistema.

2 IEEE Std 830-1998, estándar para el registro de requerimientos de software.
 3 <https://www.postgresql.org/>
 4 <http://www.postgis.net/>
 5 Término aceptado, aunque el modelo existe digitalmente en un computador (Longley et al., 2015)

datos de objetos geográfico. La capa de persistencia corresponde la base de datos geoespacial, que en el contexto de este proyecto se utiliza como contenedor y organizador de la información geográfica, pero a diferencia de lo planteado por (Obe, Hsu, & Wood, 2015), se considera su potencial de análisis espacial, ya que esta capa constituye la plataforma base para el desarrollo de trabajos futuros.

En la capa DAO⁶ se utiliza Hibernate Spatial⁷, que es una extensión de Hibernate⁸, que permite implementar el ORM⁹, para que las demás capas de la arquitectura, accedan a los datos geográficos persistentes en la base de datos Geoespacial. Esta es una modificación a la implementación de referencia estándar de JPA.

La construcción de la arquitectura DDD se realizó con el marco de desarrollo Java¹⁰ Enterprise Edition (JEE7). En la capa de la Interfaz se creó un servicio Web personalizado con JAX-RS, el cual es consumido por OpenLayers¹¹ para presentar la geometría de los predios en el formulario Web, además se utiliza el servidor de mapas Geoserver¹², que proporciona el WMS, que permite mostrar la geometría del promedio en reportes PDF, generados por JasperReports¹³.

Todas las herramientas empleadas en el desarrollo se pueden describir de acuerdo a (Smith, 2012), bajo el término umbrela de Software Libre y de Código abierto (FOSS), por sus siglas en Inglés.

C. EJECUCIÓN DEL PLAN

En esta fase del proyecto se realizó la creación de la arquitectura del proyecto empleando las herramientas de software detalladas en la (Figura 1), se construyó el modelo físico de datos geográfico y se dotó de funcionalidad a los modelos, considerando los procesos de negocios del GAD Municipal, a través de la programación.

III. RESULTADOS

Los resultados son el producto de la ejecución de cada una de las fases de la metodología empleada: en la fase de comprensión del problema se obtuvieron los documentos ERS con la especificación de los requisitos de software; en la fase de la planificación del problema, los modelos de datos y diseño de la arquitectura; y en la fase de ejecución del plan, el sistema de información geográfico catastral.

El sistema permite la creación y edición de las características geográficas de los predios con QGIS¹⁴, el cual se encuentra conectado con la base de datos Geoespacial. Para crear la información alfanumérica es necesario acceder al formulario web que lista todos los predios creados, que no poseen una ficha catastral (Figura 3), en éste es posible visualizar su geometría de manera gráfica y al seleccionar uno de éstos, el sistema muestra el formulario para el ingreso de propietario, información legal, atributos topográficos, infraestructura de servicios, usos de suelo y bloques (Figura 4). Además permite la impresión de la ficha catastral del predio en formato PDF incluyendo la forma del predio, escala y sus coordenadas (Figura 5).

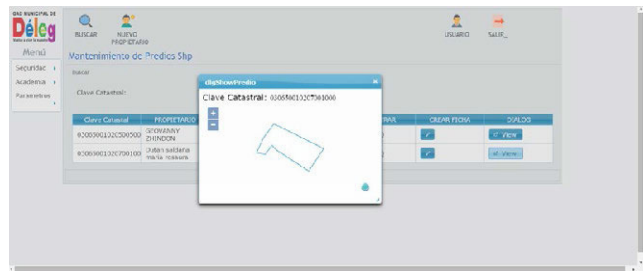


Figura. 3. Vista previa desde la aplicación de la Geometría del Predio creada en QGIS.

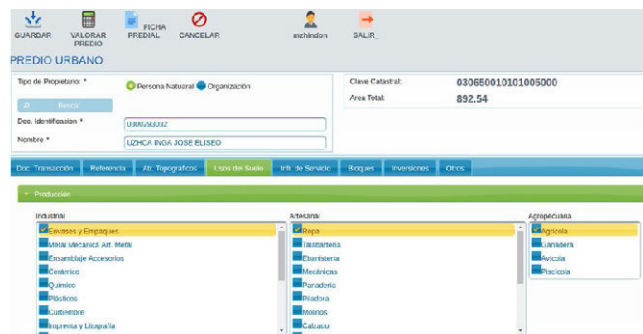


Figura. 4. Formulario para ingresar Información alfanumérica de la Ficha Catastral.

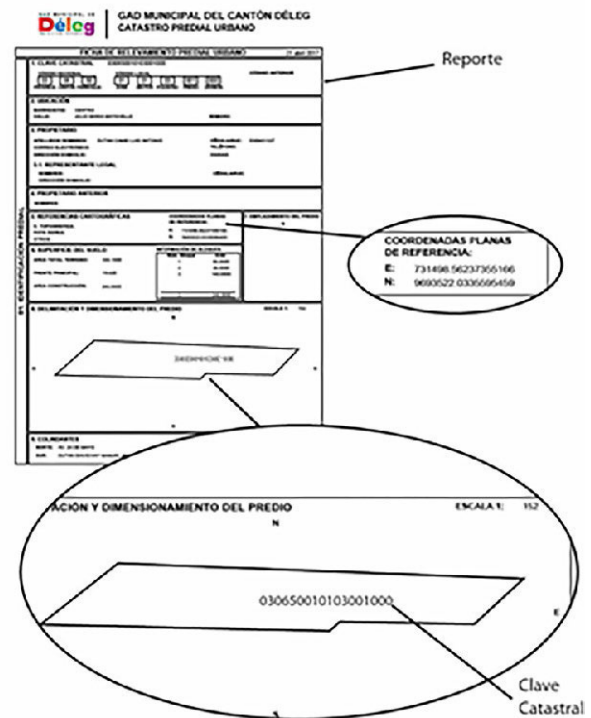


Figura. 5. Geometría del predio impreso en el Reporte de Ficha Catastral, generado con JasperReport, consumiendo un servicio WMS de Geoserver.

6 (Gregory, By, & Demichiel, 2016)
 7 <http://www.hibernate.org/>
 8 <http://hibernate.org/orm/>
 9 (O'Neil, 2008)
 10 <https://www.java.com/en/>
 11 <https://openlayers.org/>
 12 <http://geoserver.org/>
 13 <http://community.jaspersoft.com>
 14 <http://www.qgis.org/en/site/>

IV. CONCLUSIONES

El sistema de información geográfico permite el manejo integrado de la información, lo que garantiza la consistencia del inventario catastral. Además su arquitectura permite el manejo y el acceso a la información a través de la Web. El proceso de desarrollo se realizó con el soporte de la ciencia de la información geográfica, es decir considerando los principios y conceptos teóricos que fueron puestos en práctica en la construcción de la aplicación (Longley et al., 2015). Desde el punto de vista de la ciencia es una implementación práctica de la denominada neogeografía (Haklay, Singleton, & Parker, 2008). Los modelos de datos y la arquitectura del sistema que fueron diseñados para que el sistema pueda ser escalado y evolucione (Pressman & Maxim, 2015), inmediatamente se han vuelto

prioritarios, debido a que en octubre de 2016, la Dirección Nacional de Catastros emitió las Normas Técnicas para Catastro de Bienes Inmuebles Urbanos y Rurales del Ecuador, en el que se establece nuevos requisitos que van desde el registro de información socio-económica hasta la implementación de modelos econométricos para la valoración de bienes inmuebles (Catastro, 2016), razón por la cual la ventaja de disponer de un sistema completamente nuevo desarrollado a medida permitirá que la implementación de los nuevos requerimientos se realice de manera relativamente sencilla. De esta manera queda marcada la ruta para la segunda etapa del proyecto, y quedando evidenciado que el sistema puede adaptarse a las dinámicas de cambio propias del territorio, en este caso determinadas por la política pública.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos por la importante colaboración en el proyecto, al Ing. Jhony Cuzco, técnico del GAD Municipal y al Ing. Vinicio Fernandez, técnico de GRAIMAN.

REFERENCIAS

- Catastro, D. N. de. (2016). ACUERDO MINISTERIAL No. 029-16. Retrieved from <http://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2016/08/Acuerdo-Ministerial-No-0029-16-Normas-Tecnicas-Nacionales-para-el-Catastro-de-Bienes-Inmuebles-Urbanos-Rurales-y-Avaluos-de-Bienes-Operacion-y-Calculo-de-Tarifas-de-la-Dinac.pdf>
- Cuan, E., Delgado, J. L., Elisa, U., Uribe, D., & de Santiago, A. (2016). Desarrollo de un sistema de planificación de recursos de producción MRPII a la medida. In Centro de Investigaciones en Óptica (Ed.) (pp. 1-5).
- Dayani-Fard, H., & Al., E. (1999). Legacy software systems: Issues, progress, and Challenges.
- Gregory, G., By, F. O., & Demichiel, L. (2016). Java Persistence with Hibernate.
- Haklay, M., Singleton, A., & Parker, C. (2008). Web Mapping 2.0: The Neogeography of the GeoWeb. *Geography Compass*, 2(6), 2011-2039. <https://doi.org/10.1111/j.1749-8198.2008.00167.x>
- Longley, P., Goodchild, M., Maguire, D., & Rhind, D. (2015). *Geographic Information Science and Systems* (fourth ed.). John Wiley & Sons, Inc.
- Menke, K. (2016). Discover QGIS.
- O'Neil, E. J. (2008). Object/relational mapping 2008: hibernate and the entity data model (edm). In Proceedings of the 2008 ACM SIGMOD international conference on Management of data (pp. 1351-1356).
- Obe, R. O., Hsu, L. S., & Wood, B. (2015). PostGIS in Action.
- Phillips, D. (2015). Python 3 Object-oriented Programming. <https://doi.org/10.1109/TGRS.2004.834800>
- Polya, G. (1945). How to Solve It. *The Mathematical Gazette*. <https://doi.org/10.2307/3609122>
- Pressman, R. S., & Maxim, B. R. (2015). *Software Engineering-A Practitioners Approach*. <https://doi.org/10.2991/978-94-6239-006-5>
- Remijan, M. (2014). Debu Panda Reza Rahman Ryan Cuprak Michael Remijan.
- República del Ecuador, P. Decreto, Pub. L. No. 1014, 4 (2008). Quito, Ecuador.
- Smith, R. (2012). *Linux Essentials*.
- Tapscott, D. (2014). *The digital economy: Promise and peril in the age of networked intelligence* (2nd ed., Vol. 1)