

UN MÉTODO PARA DEFINIR REQUISITOS DE CALIDAD DE DATOS EN CONTEXTO DEL DESARROLLO ÁGIL CON SCRUM

Carrizo Claudio*, Javier Saldarini*, Angélica Caro#, Carlos Salgado+, Alberto Sánchez+, Mario Peralta+

*Facultad Regional San Francisco – Universidad Tecnológica Nacional
Av. de la Universidad 501 - San Francisco - Córdoba - Tel. 03564-421147
{cjarrizo77, saldarinijavier}@gmail.com

#Departamento de Ciencias de la Computación y Tecnologías de la Información - Facultad de Ciencias
Empresariales, Universidad del Bio Bio
Casilla 447, 3780000, Chillán, Chile
{mcaro}@ubiobio.cl

+Departamento de Informática - Facultad de Ciencias Físico-Matemáticas y
Naturales Universidad Nacional de San Luis
Ejército de los Andes 950 – C.P. 5700 – San Luis – Argentina
{csalgado, alfanego, mperalta}@unsl.edu.ar

Abstract. Los Sistemas de Información son los encargados de proveer información a los usuarios dentro de las organizaciones, a fin de que estos puedan llevar adelante los procesos comerciales y la toma de decisiones. En muchas ocasiones, resulta un desafío contar con información adecuada, debido a problemas en la calidad de los datos, sobre todo en el momento en que se produce el dato. En el ámbito del desarrollo ágil, existen escasas propuestas que tengan un enfoque hacia el resguardo de la calidad de los datos. En este sentido, se observa que no es muy común la incorporación de requisitos de calidad de datos en etapas tempranas del desarrollo. El presente trabajo propone un método que permita guiar la especificación temprana e implementación de Requisitos de Calidad de Datos, definidos desde la perspectiva de la producción de datos. Este método está basado en un conjunto de Normas de la Serie de Estándares ISO/IEC 25000, y está enfocado en el contexto del desarrollo ágil, guiado por Scrum. También se proporciona una herramienta que permite facilitar y/o agilizar la aplicación del Método. Esta propuesta pretende ser un aporte de valor en pos de resguardar la calidad de datos de los productos de software.

Keywords: Requisitos de Calidad de Datos – SQuaRE – Desarrollo de Software – Metodologías Ágiles – Scrum

1. Introducción

Los Sistemas de Información (de aquí en adelante, SI) están presentes en todo tipo de organizaciones y son un componente fundamental para el éxito de los negocios, ya que su implementación permite obtener una ventaja competitiva [1]. En [2] se menciona que en un modelo de sistema, los sistemas informáticos son parte de un SI, y están compuestos por los siguientes elementos: hardware, sistema operativo, software de aplicación y datos. El software de aplicación, tiene entre otras funciones, la de procesar datos de entrada con el propósito de poder brindar información útil a

los usuarios en las organizaciones, para llevar adelante los procesos comerciales y la toma de decisiones [3]. Por otra parte, en [4] se representa la pirámide del conocimiento, en donde se denota que la información es un conjunto de datos que, al ser procesados, producen un significado sobre algún fenómeno en particular; por lo tanto, los datos son la materia prima de su sucesor. De lo anterior, se deduce la importancia de contar con datos que tengan un alto nivel de calidad, a fin de que la información resultante sea útil para los usuarios que la consuman. En [5] se menciona que la mala calidad de datos genera un alto costo e impacto en las organizaciones. En [6] se define la calidad de datos como “grado en que las características de los datos satisfacen necesidades implícitas y/o establecidas cuando son usados en condiciones específicas”. Estas características, también conocidas como “dimensiones”, son atributos que llevan a la calidad, y son medibles. En el ámbito de la calidad de datos, existe la Familia de Estándares de Calidad ISO/IEC 25000 [7], la cual propone un marco para la definición de requisitos de la calidad de software/datos y evaluación de la calidad del software/datos, apoyados por un proceso de medición de la calidad de software/datos. Dentro de este marco, existen las Normas ISO/IEC 25012:2008 [6] e ISO/IEC 25024:2015 [8], las cuales permiten respectivamente definir un modelo general de características de calidad de datos, y un conjunto de medidas de calidad asociadas a dichas características, para datos conservados en formato estructurado dentro de un sistema informático.

En lo que concierne a los procesos de desarrollo de software, en [9] se menciona que muchos de los problemas de calidad de datos provienen de los procesos de generación o producción de datos. En [10] también se destaca la importancia de incorporar aspectos de calidad de datos en el desarrollo de los requisitos, debido a que esta fase es crucial para el éxito o fracaso del SI. Actualmente, existe la Norma ISO/IEC 25030 [2] la cual proporciona un proceso que permite analizar y definir Requisitos de Calidad de Datos (RCD) en un contexto específico. Si bien existen trabajos que abordan la calidad de datos desde los requisitos, desde diferentes perspectivas como por ejemplo, portales web [11], aplicaciones web [12], modelos de procesos de negocio [13], en el ámbito de las metodologías ágiles se han encontrado pocas evidencias al respecto. En este sentido, en [14] se propone el desarrollo de un modelo de calidad de datos utilizando la metodología de sistemas blandos (SSM); en [15] se propone una adaptación del marco de trabajo de Scrum para incorporar calidad de producto; en [16] se menciona la posibilidad de enriquecer las historias de usuario, desde la característica de calidad “usabilidad”.

Lo antes expuesto motivó a realizar una propuesta en el ámbito de la especificación e implementación de RCD, desde la perspectiva de la producción de datos, en el contexto del desarrollo ágil, usando Scrum. Para ello, se definió un método, que permite arribar a una especificación e implementación de RCD, los cuales están enfocados en producción de datos, y son provistos desde SQuaRE. Para facilitar el uso y/o aplicación del método, se desarrolló una herramienta para tal fin. Con esta propuesta, se desea realizar un aporte en el sentido de incorporar aspectos de calidad de datos, en el contexto del desarrollo, mediante el uso de metodologías ágiles.

El resto del artículo se organiza de la siguiente manera. En la Sección 2 se presentan las metodologías ágiles. En la Sección 3 se presenta la Serie ISO/IEC 25000. En la Sección 4 se presenta el método propuesto. En la Sección 5 se realiza

una discusión luego de la instanciación del Método en Scrum. Finalmente, en la Sección 6 se presentan las conclusiones y trabajos futuros.

2. Metodologías Ágiles

En la década de los noventa surgieron metodologías de desarrollo de software ligeras, más adelante nombradas como “metodologías ágiles”. Estas se caracterizan por el desarrollo iterativo e incremental, las entregas frecuentes, la priorización de los requisitos, la constante interacción con el cliente, la adaptación al cambio, el trabajo colaborativo en equipo, etc. Están basadas en el Manifiesto Ágil [17], que establece los siguientes valores: Individuos e interacciones, software funcionando, colaboración con el cliente y respuesta al cambio. Autores como Sommerville [18] y Pressman [19] coinciden en que las más reconocidas en la industria del software son: Scrum [20], Programación Extrema [21] y Crystal [22], entre otras. Por otra parte, según un estudio realizado por la Scrum Alliance [20], Scrum es la metodología ágil más utilizada actualmente, debido a que alrededor del 95% de los encuestados aseguran que utilizan prácticas de Scrum en la gestión de proyectos de software ágiles.

3. ISO/IEC 25000

La familia ISO/IEC 25000 [7], también conocida como “SQuaRE” (del inglés, System and Software Quality Requirements and Evaluation), proporciona una guía que permite la definición de requisitos y evaluación de la calidad de sistemas y del software. En el marco de este trabajo, se presenta en detalle las normas ISO/IEC 25012, ISO/IEC 25024 e ISO/IEC 25030.

3.1. ISO/IEC 25012: Modelo de Calidad de Datos

Esta Norma define un modelo general de calidad de datos, que persisten en formato estructurado. El modelo clasifica los atributos de calidad en 15 características desde dos puntos de vista: inherentes y dependientes del sistema (Tabla 1).

Tabla 1. Clasificación de características de calidad de datos según puntos de vista

Característica	Inherente	Dependiente del Sistema
Exactitud	X	
Compleitud	X	
Consistencia	X	
Credibilidad	X	
Actualidad	X	
Accesibilidad	X	X
Conformidad	X	X
Confidencialidad	X	X
Eficiencia	X	X
Precisión	X	X
Trazabilidad	X	X
Comprensibilidad	X	X
Disponibilidad		X
Portabilidad		X
Recuperabilidad		X

3.2. ISO/IEC 25024: Medición de Calidad de Datos

Esta Norma define medidas de calidad para medir cuantitativamente la calidad de datos en términos de características definidas en la Norma ISO/IEC 25012. Dichas medidas incluyen métodos de medición y elementos de medida de calidad.

3.3. ISO/IEC 25030: Requerimientos de Calidad

Esta Norma permite definir requisitos de calidad, a través de un proceso de análisis y definición, que involucra características (ISO/IEC 25012) y medidas de calidad (ISO/IEC 25024). Dentro de los tipos de requisitos de calidad que existen, se encuentran los RCD, los cuales permiten especificar los niveles de calidad requeridos para datos que están asociados con el producto.

4. Método Propuesto

En esta sección se presenta el método, el cual permite guiar el trabajo de especificación temprana e implementación de RCD, los cuales están enfocados en procesos de producción de datos, y se obtienen a través de la Serie SQuaRe. El método está compuesto por 3 etapas y 5 actividades (Tabla 2).

Tabla 2. Etapas y Actividades del método

Etapa 1: Definición del Gestor de Calidad de Datos (DGCD)
DGCD.A1. Designación del Gestor de Calidad de Datos
Etapa 2: Especificación de Requisitos de Calidad de Datos (ERCD)
ERCD.A1. Incorporación de Historias de Usuario con Producción de Datos
ERCD.A2. Definición de Requisitos de Calidad de Datos (RCD)
ERCD.A3. Definición de Criterios de Aceptación para RCD
Etapa 3: Implementación de Requisitos de Calidad de Datos (IRCD)
IRCD.A1. Verificación de Cumplimiento de Criterios de Aceptación de RCD

Este Método se aplicó en el contexto de desarrollo guiado por la metodología ágil Scrum, debido a que es la más adoptada a nivel mundial. En la Figura 1 se pueden observar los momentos en que se llevan a cabo las 3 etapas dentro del flujo de Scrum.

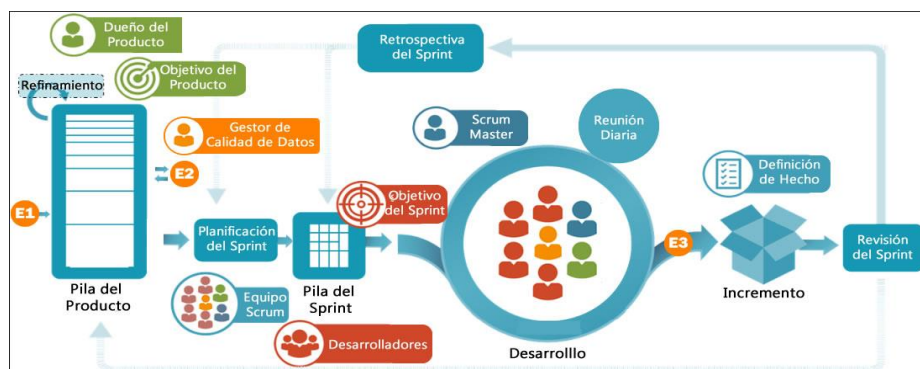


Figura 1. Etapas del método aplicadas dentro del flujo de trabajo de Scrum

A continuación, se brindará mas detalle respecto de las etapas aplicadas en el contexto de Scrum. La Etapa 1 (E1) se aplica al comienzo del proyecto, antes del relevamiento de necesidades de las Partes Interesadas; el responsable de aplicar esta etapa es el Equipo Scrum. La Etapa 2 (E2) se aplica una vez que las historias de usuario están especificadas con un cierto grado de detalle, sobre todo, que incluyan los datos correspondientes; el responsable de aplicar esta etapa es el Gestor de Calidad de Datos (GCD). La Etapa 3 (E3) se aplica despues del desarrollo, más precisamente, cuando se realiza el aseguramiento de la calidad; el responsable de aplicar esta etapa es el Asegurador de la Calidad. Cabe acotar que el GCD también participa en esta etapa, accediendo al resultado de la implementación de los RCD.

El método propuesto cuenta con una herramienta denominada “Metodi”, la cual fue desarrollada de manera ad-hoc por los autores de este trabajo, que permite dar soporte al despliegue de las actividades propuestas en el método.

También se llevó adelante la aplicación del método en 3 casos de estudio reales, a fin de poder validar no sólo el método, sino también la herramienta.

Por cuestiones de espacio, en este trabajo se presentará 1 caso de estudio, con la incorporación de 1 historia de usuario con producción de datos, 2 datos asociados y 3 requisitos de calidad por cada dato. El caso en cuestión consistió en el desarrollo de un sistema web de gestión de actividades agropecuarias.

Etapa 1: Definición del Gestor de Calidad de Datos (DGCD)

DGCD.A1. Designación del Gestor de Calidad de Datos

De acuerdo a lo sugerido en el método, en una reunión que tuvo una duración aproximada de 10 minutos, el Equipo Scrum designó al “Analista Funcional” como “Gestor de Calidad de Datos (GCD)”, debido a que este miembro contaba con experiencia tanto en desarrollo de requisitos, como en aseguramiento de la calidad.

Etapa 2: Especificación de Requisitos de Calidad de Datos (ERCD)

En esta etapa se obtuvo como resultado un conjunto de documentos de especificación de RCD, asociados a historias de usuario con producción de datos.

ERCD.A1. Incorporación de Historias de Usuario con Producción de Datos

En primera instancia, el GCD identificó las HU con producción de datos en la Pila del Producto; luego las incorporó al método, haciendo uso de la herramienta, ingresando su identificador y nombre. Por último, ingresó el nombre de cada dato asociado a las HU, los cuales fueron identificados y consensuados con las partes interesadas, de acuerdo a su relevancia o criticidad para el negocio. En este trabajo se presentará la incorporación de la HU “US01. Registro de Usuarios”, para los datos “Cuit” y “TelefonoCelular”.

ERCD.A2. Definición de Requisitos de Calidad de Datos (RCD)

Por cada dato asociado a cada HU incorporada, el GCD se encargó de definir los RCD (obtenidos a través de ISO/IEC 25030), los cuales se expresan de manera amigable, para que puedan interpretarse facilmente. Además, se registró también la regla de negocio asociada al RCD, la cual fue relevada en instancia de entrevistas con las Partes Interesadas. En la Tabla 3 se puede observar el resultado de esta actividad.

Tabla 3. Resultado de la definición de RCD para “US01. Registro de Usuario”

US01. Registro de Usuarios	
Cuit	
Requisitos de Calidad de Datos	Regla de Negocio
El valor del dato debe provenir de fuentes de datos creíbles	Utilizar API de AFIP
El valor del dato debe ser verdadero	Obtener desde AFIP
El valor del dato no debe repetirse o duplicarse	
TelefonoCelular	
Requisitos de Calidad de Datos	Regla de Negocio
El valor del dato debe ser verdadero	Enviar SMS con código de verificación
El valor del dato debe actualizarse con frecuencia	Solicitar actualización cada 3 meses
El valor del dato debe estar oportunamente actualizado	Cada 3 meses

ERCD.A3. Definición de Criterios de Aceptación para RCD

El GCD definió el Criterio de Aceptación (CA), en base al RCD en sí, y de acuerdo a su regla de negocio asociada, en caso de corresponder. Como resultado de esta acción, se obtuvo una especificación de RCD, la cual puede visualizarse en la Figura 2. Esta especificación contiene: el identificador y nombre de la HU; por cada dato de la HU, se exhibe una tabla compuesta por los RCD (junto con su medida y característica de calidad), y los CA definidos para cada RCD. Cabe acotar que, para cada HU con producción de datos incorporada al método, se obtiene como resultado un documento de especificación de RCD.


	
Especificación de Requisitos de Calidad de Datos	
Historia de Usuario: US01. Registro de Usuario	
Dato: CUIT	
Requisitos de Calidad de Datos (SQUARE) Medida de Calidad / Característica de Calidad	Criterios de Aceptación
Credibilidad de Fuentes de datos Credibilidad de Fuentes / Credibilidad	Se debe utilizar como fuente de datos creíble la API de AFIP
Credibilidad de valores de datos Credibilidad de Valores / Credibilidad	El CUIT ingresado se debe validar a través de la API de AFIP
Duplicación de Valores de Datos Riesgo de Inconsistencia de datos / Coherencia	El CUIT no debe repetirse, caso contrario, mostrar mensaje
Dato: TelefonoCelular	
Requisitos de Calidad de Datos (SQUARE) Medida de Calidad / Característica de Calidad	Criterios de Aceptación
Credibilidad de valores de datos Credibilidad de Valores / Credibilidad	Debe validarse la veracidad del teléfono ingresado, enviando un SMS con un código de verificación
Frecuencia de Actualización de valores de datos Frecuencia de Actualización / Actualización	Debe solicitarse actualización del dato con una frecuencia de 3 meses
Oportunidad de Actualización de Valores de Datos Oportunidad de Actualización / Actualización	El dato debe estar actualizado cada 3 meses

Figura 2. Extracto de Documento de Especificación de RCD (extraído de Metodi)

Finalmente, el GCD accedió a la herramienta “Gitea”, a fin de vincular dicho documento de especificación, con su historia de usuario correspondiente.

Etapa 3: Implementación de Requisitos de Calidad de Datos (IRCD)

En esta etapa se obtiene como resultado un conjunto de documentos de implementación de RCD, asociados a historias de usuario con producción de datos.

IRCD. A1. Verificación de Cumplimiento de Criterios de Aceptación

Esta actividad la lleva a cabo el Asegurador de Calidad (AC) y se realiza una vez finalizado el trabajo de diseño y ejecución de los casos de prueba. Con el resultado de esta última tarea, y a través del uso de Metodi, el AC indicó si los criterios de aceptación se cumplieron o no, registrando además el porcentaje de cumplimiento (0% para CA no cumplidos y 100% para CA cumplidos). Cabe acotar que no existen porcentajes con valores intermedios (entre 0 y 100), ya que se se considera que un CA se cumple o no se cumple. Por último, se puede ingresar una observación, ya sirva de apoyo al cumplimiento o no cumplimiento del CA. En la Figura 3 se puede observar el resultado de esta actividad.

Metodi			
INFORME DE IMPLEMENTACIÓN DE REQUISITOS DE CALIDAD DE DATOS			
Historia de Usuario: US01. Registro de Usuario			
Dato: CUIT			
Requisitos de Calidad de Datos (SQUARE) Medida de Calidad / Característica de Calidad	¿Se Cumplió el CA? (Si / No)	Cumplimiento del CA (en %)	Observación
Credibilidad de Fuentes de datos Credibilidad de Fuentes / Credibilidad	No	0%	No se implementó la API de AFIP
Credibilidad de valores de datos Credibilidad de Valores / Credibilidad	Si	100%	No se verifica la credibilidad por medio de API de AFIP pero si se verifica que sea un CUIT válido por medio de un algoritmo
Duplicación de Valores de Datos Riesgo de Inconsistencia de datos / Coherencia	Si	100%	
Dato: TelefonoCelular			
Requisitos de Calidad de Datos (SQUARE) Medida de Calidad / Característica de Calidad	¿Se Cumplió el CA? (Si / No)	Cumplimiento del CA (en %)	Observación
Credibilidad de valores de datos Credibilidad de Valores / Credibilidad	No	0%	No funciona el envío de SMS o bien no existen créditos disponibles para envío de SMS
Frecuencia de Actualización de valores de datos Frecuencia de Actualización / Actualización	Si	100%	
Oportunidad de Actualización de Valores de Datos Oportunidad de Actualización / Actualización	Si	100%	

Figura 3. Extracto de Documento de Implementación de RCD (extraído de Metodi)

El GCD accedió a los documentos de implementación de RCD, a fin de visualizar los resultados obtenidos. Luego procedió a vincular dichos documentos con su HU correspondiente, a través de la herramienta “Gitea”. Posteriormente participó en la “Definición de Hecho”, liberando los criterios de aceptación relacionados a calidad de los datos.

Con el resultado del compromiso descrito anteriormente, el GCD participó de la “Revisión del Sprint”, informando a las Partes Interesadas acerca del trabajo de incorporación de aspectos de calidad de datos realizado en el incremento.

Finalmente, el GCD estuvo presente en la “Retrospectiva del Sprint”, a fin de receptar aspectos de mejora por parte del Equipo, para ser introducidos en la planificación del próximo sprint.

5. Resultados

En la Tabla 4 se pueden observar algunos resultados obtenidos, luego de la aplicación del método en 3 casos de estudio reales, haciendo uso de la herramienta “Metodi”.

Tabla 4. Resultados de la aplicación del método en 3 casos de estudios

	Caso de Estudio 1	Caso de Estudio 2	Caso de Estudio 3
HU en Total	15	28	40
HU con producción de datos incorporadas	7	8	10
Cantidad de Datos asociados a HU	42	76	95
Cantidad de RCD Definidos (en promedio)	19	18	20
Cantidad de CA Definidos (en promedio)	90	105	120
Documentos de Especificaciones de RCD	7	8	10
Porcentaje de Implementación de RCD	100%	98%	95%

Como puede observarse en la tabla anterior, existe un alto porcentaje de implementación de RCD para los 3 casos de estudios llevados a cabo, lo que permite garantizar la incorporación de aspectos de calidad de datos para el incremento. Cabe destacar que, el promedio de la cantidad de RCD y CA definidos, se realizó en función de la HU “US01. Registro de Usuario”.

También se destacaron algunos aspectos que pueden considerarse como un aporte de valor, luego de la aplicación del Método en contexto del desarrollo ágil con Scrum, los cuales se detallan a continuación:

- Posibilidad de contar con un rol responsable de cuidar la calidad de los datos durante todo el desarrollo del proyecto.
- Posibilidad de poder contrastar la calidad de los datos frente a un estándar reconocido a nivel internacional, como lo es SQUARE.
- Posibilidad de poder definir RCD en forma temprana que, en proyectos anteriores, no se definían o especificaban.
- Existencia de mayor cobertura de casos de prueba diseñados y ejecutados en relación a garantizar la calidad de los datos.
- Implementación de RCD en fase de desarrollo, en base a una especificación temprana.
- Mayor confianza del cliente respecto de la calidad de los datos de su producto, cuando se despliegue en producción.
- Detección temprana de errores relacionados a datos.

Los miembros del equipo que participaron en la aplicación del Método coincidieron que les llevó tiempo y esfuerzo extra, aunque estas dos variables se fueron reduciendo a medida que se llevaron adelante los sprint del proyecto. También

mencionaron que, de no haberse utilizado el método, se hubieran definido muchos menos requisitos de calidad y criterios de aceptación, en relación a los datos; también hicieron hincapié en la amplia cobertura de RCD definidos e implementados.

6. Conclusiones y Trabajos Futuros

La calidad de la información es crucial para llevar adelante los procesos de negocio y la toma de decisiones en las organizaciones, es por esto que resulta de gran importancia poder incorporar de manera temprana en los procesos de desarrollo de software, aspectos relacionados a garantizar la calidad de los datos.

En este artículo se ha presentado un Método, basado en SQuaRe, e instanciado en el contexto del desarrollo ágil, mediante el uso de Scrum, el cual permite guiar la especificación temprana e implementación de RCD, a fin de obtener productos de software con un alto nivel de calidad de datos.

También se ha desarrollado una herramienta web que permite informatizar las etapas y actividades del Método, a fin de poder facilitar y/o agilizar su aplicación, en el contexto de un proyecto real, desarrollado a través de Scrum. Para quien esté interesado en el uso del Método, en la herramienta se pone a disposición un conjunto de tutoriales que explican en detalle la aplicación de cada una sus actividades.

En cuanto a los resultados obtenidos, luego de la aplicación del Método en 3 casos de estudio reales, se observa que el uso del Método, permitió incrementar la cantidad de requisitos de calidad definidos en relación a los datos, debido a que el Método se basa en un estándar de calidad de referencia, que proporciona este tipo de requisitos. Otra de las ventajas es la cuantificación de la implementación de los RCD, lo que permite determinar un nivel de aseguramiento de la calidad de los datos. Según los resultados obtenidos en los 3 casos de estudio, el porcentaje de implementación de RCD supera el 95%, por lo que este valor refleja un alto nivel de calidad de los datos.

En cuanto a líneas de trabajo a futuro, se pueden mencionar las siguientes:

- Llevar adelante más casos de estudio en el contexto del desarrollo ágil mediante Scrum, a fin de optimizar el uso y/o aplicación del Método, y la herramienta.
- Instanciar el Método en otras metodologías ágiles que utilicen el formato de historias de usuario, por ejemplo, Extreme Programming (XP).
- Posibilidad de intercambiar las características y/o medidas de calidad de datos, utilizando otros modelos y estándares.

Bibliografía

- [1] F. Soto, “Análisis de la problemática asociada con la baja calidad de datos en los sistemas de información,” 2014.
- [2] “ISO/IEC 25030:2007, Software engineering — Software product Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE) — Quality requirements., ISO, 2007.” 2007.
- [3] E. A. L. D Cohen Karen, *Tecnologías de información en los negocios*. 2009.

- [4] J. H. Bernstein, “Antithesis JH Bernstein 2009 Bernstein , J . H . (2009). The data-information-knowledge- wisdom hierarchy and its antithesis . How does access to this work benefit you ? Let us know !,” 2009.
- [5] M. Fernández and J. Vilalta, “La calidad de los datos y las decisiones empresariales,” *Libr. Empres.*, vol. 5, pp. 9–10, 2008.
- [6] “ISO/IEC 25012:2008 Software engineering — Software product Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE) — Data quality model.” 2012.
- [7] “ISO/IEC 25000:2014, Systems and software engineering-Systems and software Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE), ISO-Guide to SQuaRE.” 2014.
- [8] “ISO/IEC 25024:2015 Systems and software engineering — Systems and software Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE) — Measurement of data quality.” 2015.
- [9] R. Wand, Y and Wang, “Anchoring Data Quality Dimensions in Ontological Foundations,” *Commun. ACM*, vol. 39, no. 11, pp. 86–95, 1996.
- [10] Yulma Fernanda Torres Alonso, "Especificación de requerimientos de software con un enfoque de calidad de datos", Universidad Autónoma de San Luis de Potosí, 2020.
- [11] C. A. Guerra García, I. Caballero, M. Cardenas Juarez, and J. R. Juárez Ramírez, “A proposal to consider aspects of quality in the software development,” *J. Adv. Theor. Appl. Informatics*, vol. 2, no. 2, p. 12, 2016, doi: 10.26729/jadi.v2i2.2103.
- [12] A. Rodríguez, A. Caro, C. Cappiello, and I. Caballero, “A BPMN extension for including data quality requirements in business process modeling,” *Lect. Notes Bus. Inf. Process.*, vol. 125 LNBIP, pp. 116–125, 2012, doi: 10.1007/978-3-642-33155-8_10.
- [13] A. Caro, A. Fuentes, and M. A. Soto, “Desarrollando sistemas de información centrados en la calidad de datos,” *Ingeniare. Rev. Chil. Ing.*, vol. 21, no. 1, pp. 54–69, 2013, doi: 10.4067/s0718-33052013000100006.
- [14] M. B. N William, WK Ivins, “Data quality & agile methods: A BT perspective,” in *11th International Conference on Information Quality (ICIQ-2006)*, 2006, pp. 10–12.
- [15] C. Tona, R. Juarez-Ramirez, S. Jimenez, A. Quezada, C. Guerra-Garcia, and R. G. Pacheco Lopez, “Scrumlity: An Agile Framework Based on Quality Assurance,” *Proc. - 2021 9th Int. Conf. Softw. Eng. Res. Innov. CONISOFT 2021*, pp. 88–96, 2021, doi: 10.1109/CONISOFT52520.2021.00023.
- [16] A. M. Moreno and A. Yagüe, “Agile user stories enriched with usability,” *Lect. Notes Bus. Inf. Process.*, vol. 111 LNBIP, pp. 168–176, 2012, doi: 10.1007/978-3-642-30350-0_12.
- [17] “Manifiesto for Agile Software Development.” <http://agilemanifesto.org/>.
- [18] I. Sommerville, *Software engineering [9^a ed.]*. Boston, MA, USA, 2010.
- [19] R. Pressman, *Ingeniería de Software*, 6 ed. 2005.
- [20] “Scrum Alliance”. <https://resources.scrumalliance.org/Article/quick-guide-things-scrum>.
- [21] “Extreme Programming”. <https://www.agilealliance.org/glossary/xp>.
- [22] “Crystal, Agile project management”. <http://crystalmethodologies.org/>.