

Metodología para identificar reglas de negocio de calidad de datos basada en ISO 25012

Ramón Galera^{1,2} [0009-0007-8361-9579], Fernando Gualo^{1,2} [0000-0002-7800-7902],
Ismael Caballero² [0000-0002-5189-1427] y Moisés Rodríguez^{2,3} [0000-0003-2155-7409]

¹ DQTeam, Ciudad Real, Spain

rgalera@dqteam.es, fgualo@dqteam.es

² Alarcos Research Group, UCLM, Ciudad Real, Spain

Ismael.Caballero@uclm.es

³ AQCLab, UCLM, Ciudad Real, Spain

mrodriguez@aqclab.es

Resumen. En la actualidad, las organizaciones generan y manejan extensas cantidades de datos de forma continua con un fin particular, como puede ser la toma de decisiones adecuadas o la monitorización de ciertos parámetros. No solo es importante obtener los datos; cómo se obtienen y cómo se almacenan y mantienen tiene tanto o incluso más valor. La calidad de los datos es un factor clave para cualquier organización ya que, si sus datos no presentan un nivel de calidad adecuado, su uso no permitirá obtener los mejores resultados. Para mantener niveles de calidad adecuados es necesario que las organizaciones identifiquen los requisitos de datos o reglas de negocio que sus datos deben cumplir para el fin que se les va a dar. En esta línea, existe un modelo de calidad de datos basado en ISO/IEC 25012 que permite realizar una evaluación de la calidad de datos a partir de los requisitos de una organización. En este artículo se presenta una metodología para facilitar la identificación y clasificación de las reglas de negocio para una organización, así como su asociación a cada una de las características de calidad de datos respecto al estándar ISO/IEC 25012.

Keywords: Reglas de negocio, calidad de datos, ISO/IEC 25012.

1 Introducción

Un modelo de medición de calidad de datos tiene como objetivo cuantificar el grado en el que el conjunto de datos de un repositorio cumple con las características que se han propuesto en un modelo de calidad de datos. Existen distintas formas y herramientas para evaluar la calidad de los datos de forma adecuada [1].

Actualmente, cuando una organización quiere realizar la evaluación de calidad de datos, es necesario que dicha organización disponga o elabore la especificación de requisitos de datos, o reglas de negocio que deben cumplir éstos en función del uso que se le vaya a dar dentro de la organización [2]. A pesar de que no es un proceso de gran complejidad, sí que requiere una serie de conocimientos y fundamentos que pueden

llevar a que no se realice de la forma adecuada, haciendo que la duración del proceso y/o de la evaluación completa sea mucho mayor de lo esperado [3].

El objetivo de este artículo es presentar una metodología que ayude a las organizaciones en la identificación y clasificación sistemática de reglas de negocio, con el fin de reducir los tiempos en la obtención de los requisitos como parte del proceso de evaluación de calidad de datos. Para ello el resto del artículo se estructura de la siguiente manera: en el apartado 2 se presentan el estándar ISO/IEC 25012 y algunas de sus características de calidad. A continuación, en el apartado 3 se expone la técnica utilizada para obtener la metodología diseñada. En el apartado 4 se muestra la propia metodología diseñada junto a sus fases. Posteriormente, en el apartado 5 se procede a validar la metodología a través de un caso de estudio. Por último, se exponen las conclusiones y los trabajos futuros que han surgido a raíz del desarrollo del artículo.

2 Estado del arte

De entre los modelos y estándares que se han desarrollado en los últimos años, para la evaluación de la calidad de los datos, se puede destacar el estándar ISO/IEC 25012, que define un modelo de calidad con el conjunto de características que se deben tomar en consideración a la hora de realizar la evaluación de las propiedades de un producto de datos [4]. Existen un total de quince características, sin embargo, para el proceso de realizar una evaluación de la calidad de datos para la certificación, nos centraremos en las características inherentes [5]. La razón es que estas características satisfacen la mayoría de situaciones independientemente del contexto tecnológico, permitiéndonos realizar una evaluación objetiva y precisa. Estas características son:

- **Exactitud:** Grado o proximidad del valor de los datos a un conjunto de valores válidos predefinidos en un dominio determinado para un contexto específico. Estos datos deben representar de forma exacta el valor verdadero o esperado en el contexto en el que se esté usando.
- **Compleitud:** Grado en el que los datos asociados a una entidad tienen valores para todos los atributos necesarios que permiten la representación de la entidad en un contexto de uso específico.
- **Consistencia:** Grado en que los datos tienen atributos coherentes con los datos existentes del repositorio y se encuentran libres de contradicción.
- **Credibilidad:** Grado en que los datos tienen atributos que los usuarios de negocio consideran verdaderos y creíbles en su contexto de uso.
- **Actualidad:** Grado en el que los datos del repositorio son actualizados de acuerdo con su necesidad de uso y ante eventos específicos. Estos datos deben contener atributos admisibles en la actualidad del contexto.

Por otro lado, el estándar ISO/IEC 25024 presenta un conjunto de métricas para realizar la medición de tal calidad de datos. Este estándar es aplicable a cualquier tipo de dato que se encuentre en un formato estructurado dentro de un sistema [6]. Existen numerosas propiedades y formas de medirlas, algunos ejemplos de ellas son:

- **Complejidad de registro:** Grado en el que se cumple el número mínimo de atributos necesarios para la representación de una identidad mediante un registro.
- **Complejidad de fichero:** Grado en el que el conjunto de datos de una entidad de datos es acorde al número mínimo/máximo de registros esperado para esa entidad.
- **Integridad referencial:** Grado en que cada campo de un registro con una relación con un atributo de otro fichero de datos (p.ej., en bases de datos relacionales: una clave ajena), el valor de ese campo está presente el atributo relacionado del fichero diferente (p.ej., en bases de datos relacionales: hay una clave primaria referenciada) o el valor de la clave ajena es “NULL”.

La motivación de este trabajo surge al identificar la falta de metodologías específicas que permitan a terceros sin experiencia en calidad de datos, estándares y procesos de calidad, identificar las reglas de negocio en su propio repositorio de datos. Muchas organizaciones enfrentan dificultades al definir sus reglas de negocio, ya que requiere conocimiento profundo y tiempo. A través de esta metodología se busca simplificar y agilizar este proceso, brindando una estructura clara para identificar, documentar y mantener dichas reglas, siguiendo el estándar ISO/IEC 25012. El objetivo del proyecto es desarrollar una metodología práctica y accesible que facilite a terceros identificar y comprender las reglas de negocio relevantes en su contexto, para así poder proceder a una evaluación adecuada de su calidad de datos.

3 Método de investigación

Con el objetivo de aplicar un proceso riguroso en la investigación realizada para la propuesta de esta metodología de identificación y clasificación de requisitos de datos, en este apartado se presentan los pasos seguidos, basados en la ciencia del diseño [7]:

1. **Identificación del problema y motivación:** Tras numerosas evaluaciones y certificaciones de la calidad de los datos realizadas en los últimos años [3], uno de los problemas más frecuentes que nos hemos encontrado está relacionado con la recolección de reglas de negocio por parte de la organización que desea la evaluación. Una identificación no adecuada ni rigurosa de las reglas de datos para una entidad, ya sea por ser incompleta o recogida de forma imperfecta, hace que los resultados de la evaluación sean menos exactos, puesto que no se evalúa de una forma correcta y completa [8]. La motivación principal es ofrecer una forma de identificación y clasificación de reglas de negocio en base al estándar ISO 25000 mucho más eficiente y que requiera menor cantidad de tiempo al interesado, tratando de evitar la ambigüedad lo máximo posible.
2. **Definir el objetivo de la solución:** Debido a que la mayoría de los problemas correspondientes a la carencia de reglas de negocio apta para una evaluación eficiente se originan a raíz de la falta de entendimiento y tiempo del interesado, la base de esta solución tratará de crear una metodología que permita la

identificación de reglas de negocio de forma más comprensible y liviana para las organizaciones, por ser la mejor forma de conseguir una solución funcional. Esta metodología puede ser integrada con otras metodologías, como la ISO/IEC 25040 usada a la hora de certificar proyectos de calidad de datos [9].

- 3. Diseño y Desarrollo de la solución:** Una vez definido el problema y el objetivo, se diseñaron distintas fases relacionadas con los pasos a realizar para conseguir llegar desde el principio de una evaluación, como puede ser identificar el alcance de ella, hasta su finalización, obteniendo un resultado cuantitativo de la calidad de los datos.
- 4. Validación de la solución:** La validación de la solución será realizada a través de la aplicación en un contexto real. El análisis en torno a los resultados se presenta en la sección 5.

4 Metodología de identificación de reglas de negocio para la evaluación de la calidad de datos

Esta sección introduce una metodología compuesta por distintas fases, como se muestra en la **Figura 1**, con el fin de proporcionar soporte a la identificación y clasificación de reglas de negocio durante el proceso de evaluaciones de calidad de datos ISO 25012, así como su posterior generación de scripts, evaluación y soporte, consiguiendo un flujo de trabajo estructurado. Para cada una de las fases se especifica el propósito y descripción, los productos de entrada necesarios, las salidas esperadas y las actividades a desarrollar. Además, dependiendo del contexto organizacional, no es necesario, aunque sí recomendable, realizar todas las fases descritas. Alternativamente se podrán ejecutar solo aquellas fases que se consideren necesarias para ayudar a desempeñar las distintas actividades.



Fig. 1. Visión global de la metodología

4.1 Fase 1: Definición del alcance de la evaluación

Propósito y descripción: El objetivo principal es conseguir identificar el conjunto de elementos de datos que van a formar parte del proceso de medición y evaluación de la calidad de datos [10]. A partir de la combinación de uno o varios repositorios, se conseguirá un listado con los elementos que formen una línea base de trabajo. En la **Figura 2** se puede observar una visión en detalle de la fase actual.

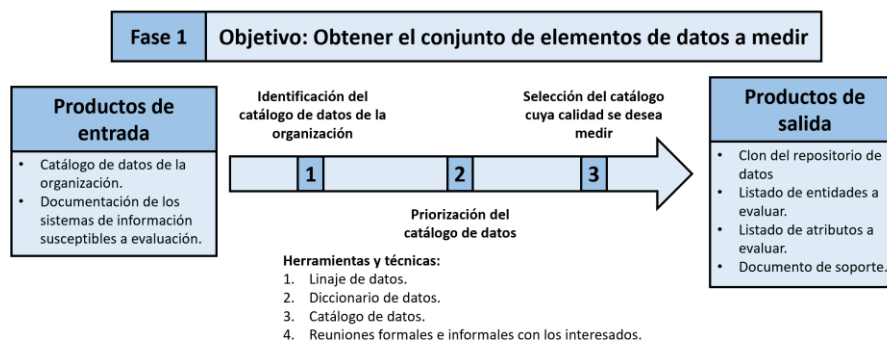


Fig. 2. Detalle de la Fase 1 de la metodología

Productos de entrada:

- Catálogo de datos de la organización.
- Documentación de los sistemas de información susceptibles de evaluación.

Productos de salida:

- Clon del repositorio de datos en el que se va a realizar la evaluación.
- Listado de entidades a evaluar.
- Listado de atributos a evaluar.
- Documento de soporte para la evaluación con las distintas entidades y atributos a evaluar.

Herramientas y técnicas utilizables:

- Linaje de datos.
- Diccionario de datos.
- Catálogo de datos.
- Reuniones formales e informales con interesados.

Actividades:

1. Identificación del catálogo de datos de la organización.
2. Priorización del catálogo de datos.
3. Selección del catálogo cuya calidad se desea evaluar.

4.2 Fase 2: Captura de reglas de negocio a través de preguntas

Propósito y descripción: El objetivo principal de esta fase es identificar, determinar y describir las reglas de negocio que rigen la validez de los datos, para así poder cuantificar posteriormente el grado en el que el repositorio cumple con estas [11]. Con el fin

de mejorar la gestión de esta fase y así conseguir una mejor trazabilidad y un menor tiempo de duración de esta, tras la experiencia en distintas evaluaciones como las descritas en [3], se decidió crear un cuestionario cerrado con una serie de preguntas a responder por la organización que desea llevar a cabo la evaluación de calidad de datos. Se ha tratado de reducir al mínimo el número de preguntas, así como acotar las posibles respuestas al máximo posible (siendo en varios casos booleanas), de forma que no existan preguntas redundantes y sean las adecuadas [12]. Sin embargo, serán necesarias algunas preguntas de respuesta libre, ya que sin ellas no conseguiríamos el contexto suficiente. Del mismo modo, debido a la distinta naturaleza de las organizaciones, se ha decidido crear un apartado abierto donde introducir requisitos de datos o reglas que por dominio específico de la organización no sea posible clasificar dentro de alguna pregunta del cuestionario, pero que sea necesario su conocimiento. Una vez contestadas y a partir de estas, se tiene que haber conseguido la suficiente información para realizar una clasificación de las mismas siguiendo el enfoque de características y propiedades de calidad de datos en base al modelo ISO 25012. Además, durante el desarrollo de esta fase se deberán validar estas reglas, con el fin de encontrar posibles fallos introducidos por la organización cliente. Esta validación se realizará de manera iterativa y siempre con supervisión de la parte interesada. En la **Figura 3** se puede observar en detalle el desarrollo de esta fase.

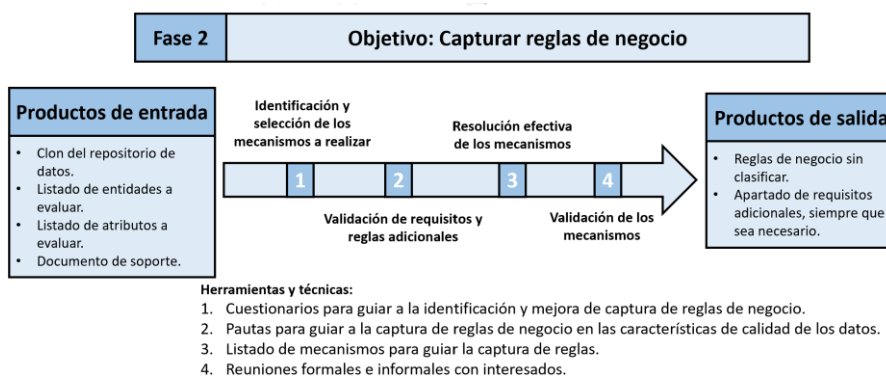


Fig. 3. Detalle de la fase 2 de la metodología

Productos de entrada:

- Clon del repositorio de datos a evaluar.
- Listado de entidades a evaluar.
- Listado de atributos a evaluar.
- Documento de soporte con las entidades y atributos a evaluar,

Productos de salida:

- Documento de soporte con las entidades y atributos a evaluar, incluyendo el cuestionario con las preguntas y su pertinente respuesta, es decir, las reglas de negocio.



- Apartado de requisitos y reglas adicionales, siempre que sea necesario.

Herramientas y técnicas utilizables:

- Cuestionarios para guiar la identificación y mejora de captura de reglas de negocio.
- Pautas para guiar la captura de reglas de negocio en las características de calidad de los datos.
- Listado de preguntas para guiar la captura de reglas.
- Reuniones formales e informales con interesados.

Actividades:

1. Identificación y selección de las preguntas a realizar dependiendo del contexto y del tipo de evaluación.
2. Validación de requisitos y reglas adicionales.
3. Resolución de las preguntas de manera efectiva.
4. Validación de las respuestas.

4.3 Fase 3: Clasificación de reglas de negocio

Propósito y descripción: El objetivo principal de esta fase, como se puede observar en la **Figura 4**, es el de clasificar las reglas o requisitos identificados a través de los productos de salida de la Fase 2 en forma de características (ISO/IEC 25012) y propiedades de calidad de datos (ISO/IEC 25024).

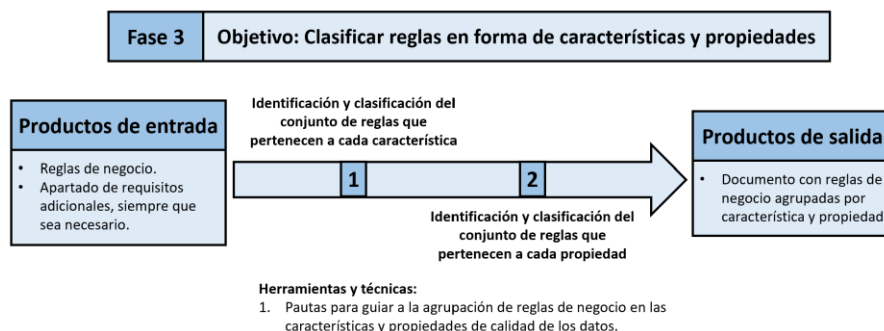


Fig. 4. Detalle de la fase 3 de la metodología

Productos de entrada:

- Reglas de negocio.
- Apartado de requisitos y reglas adicionales, siempre que sea necesario.

Productos de salida:

- Documento con reglas de negocio agrupadas por cada característica y propiedad la cual sea necesaria para realizar la evaluación.

Herramientas y técnicas utilizadas:

- Pautas para guiar a la agrupación de reglas de negocio en las características y propiedades de calidad de los datos.

Actividades:

1. Identificación y clasificación del conjunto de reglas que pertenecen a cada característica de calidad de datos.
2. Identificación y clasificación del conjunto de reglas que pertenecen a cada propiedad medible de cada característica de calidad de datos.

4.4 Fase 4: Generación de scripts y medición del repositorio

Propósito y descripción: El objetivo principal es producir los mecanismos de validación de requisitos de datos o reglas de negocio necesarios para poder llevar a cabo la medición y evaluación de calidad de datos. Por experiencia previa, para la mayor parte de reglas, se deberán generar scripts de validación dado que es el mecanismo más eficaz [3]. Así mismo, una vez generados estos mecanismos, será necesaria la ejecución de estos con el fin de conseguir como resultado el grado de cumplimiento de los requisitos de datos, así como poder identificar fortalezas y debilidades dentro del repositorio de datos de la organización. En la **Figura 5**, se puede observar en detalle el esquema de esta última fase.

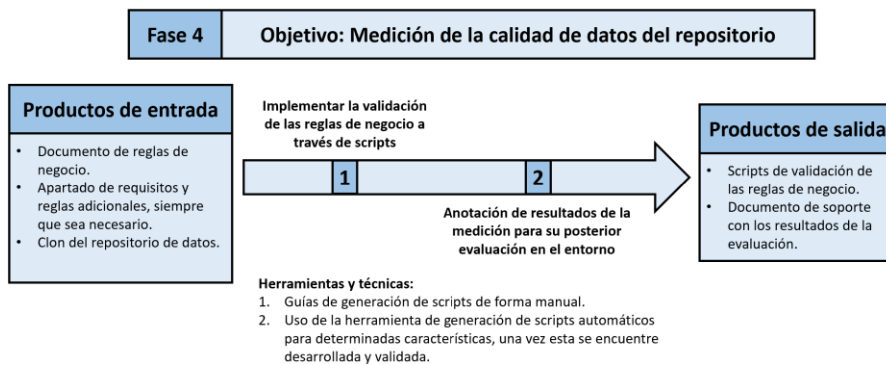


Fig. 5. Detalle de la fase 4 de la metodología

Productos de entrada:

- Documento con reglas de negocio agrupadas por cada característica y propiedad.
- Apartado de requisitos y reglas adicionales, siempre que sea necesario.
- Clon del repositorio de datos en el que se va a realizar la evaluación.

Productos de salida:

- Scripts de validación de las reglas de negocio.
- Documento de soporte con los resultados de la evaluación.

Herramientas y técnicas utilizables:

- Uso de la herramienta de generación de scripts automáticos para determinadas características, una vez esta haya finalizado su desarrollo y se encuentre validada.
- Guías de generación de scripts de forma manual.

Actividades:

1. Implementar la validación de las reglas de negocio a través de scripts.
2. Anotación de resultados para su posterior evaluación en el entorno.

5 Validación

Con el fin de validar la metodología presentada en este artículo, se ha utilizado la metodología de estudio de caso para realizar un proceso de medición y evaluación de calidad de datos en una organización no gubernamental. Dicha organización alberga datos relacionados con multitudes de usuarios, como estudios, nacionalidades y ayudas ofrecidas, entre otros.

En este caso de estudio nos centraremos en las propiedades *completitud de registro*, *completitud de fichero* e *integridad referencial* con el fin de poder indagar en distintos ejemplos de formatos de preguntas.

Fase 1: Definición del alcance de la evaluación

Tras **identificar el catálogo de datos de la organización** y una vez que ha sido analizado y **priorizado** con la ayuda de la propia organización, se ha seleccionado un conjunto de 16 tablas y 227 atributos para **ser evaluados en términos de calidad**. Estos elementos se han identificado como prioridades para determinar la calidad de los datos, ya que son fundamentales para el correcto funcionamiento de la organización.

Como producto de salida de la fase, se ha creado, proporcionado y accedido al clon del repositorio de datos, así como se ha generado el documento de soporte que contiene las entidades y atributos a evaluar. Este documento se ha creado en formato tabular, donde cada fila de la tabla muestra los diferentes atributos de una entidad, en este caso, una

tabla de base de datos. Se muestra un ejemplo de los resultados esperados en la **Figura 6**.

Entidad	Atributo
Persona	ID_PERSONA
Persona	FECHA_NACIMIENTO
Persona	ID_PAIS
Persona	IND_RESIDENTE
Persona	SEXO
Persona	NACIONALIDAD
Persona	ESTADO_CIVIL
Persona	ID_CENTRO_ACTIVO
Persona_Idioma	ID_PERSONA
Persona_Idioma	ID_IDIOMA
Persona_Idioma	NIVEL
Persona_Idioma	ID_NIVEL

Fig. 6. Listado de los atributos que se encuentran en dos entidades.

Fase 2: Captura de reglas de negocio a través de preguntas

Una vez identificadas las entidades y atributos a evaluar, el siguiente paso es **identificar y seleccionar las preguntas** que se formularán, dependiendo del contexto y del tipo de evaluación, para capturar las reglas de negocio. Se han identificado tres preguntas para evaluar las propiedades mencionadas en el trabajo. Dos son preguntas de tipo “*Sí/No*” relacionadas con la completitud del registro y la completitud de las propiedades del archivo. La pregunta restante, correspondiente a la integridad referencial, también es de tipo booleano, pero en caso de una respuesta afirmativa, se deben proporcionar detalles adicionales. La **Figura 7** muestra las preguntas mencionadas anteriormente y sus posibles respuestas y detalles.

N.º	Pregunta	Resp.	Detalle
P1	¿Debe el campo contener siempre un valor (no se permiten campos vacíos)?	a) Sí	-
P1	¿Debe el campo contener siempre un valor (no se permiten campos vacíos)?	b) No	-
P2	¿El valor del campo (siempre que lo haya) hace referencia a otro atributo contenido en otra entidad?	a) Sí	El valor del campo se hace referencia al atributo "X" de la entidad "Y".
P2	¿El valor del campo (si existe) hace referencia a otro atributo contenido en otra entidad?	b) No	-
P3	¿Es el número de registros existentes en la tabla el esperado?	a) Sí	-
P3	¿Es el número de registros existentes en la tabla el esperado?	b) No	-

Fig. 7. Preguntas para identificar reglas de negocio relacionadas con las propiedades a evaluar

Una vez obtenido el listado de preguntas a realizar, la organización procedió a proporcionar una **resolución efectiva de las preguntas** con el apoyo y supervisión de los investigadores involucrados en este trabajo. En este caso, no fue necesario generar una sección adicional para reglas adicionales, ya que se han especificado todos los detalles necesarios para la medición adecuada de las propiedades a evaluar. Una vez recibidas las respuestas, se **valida la resolución** para proceder a la siguiente fase. Como salida de este proceso, se ha generado una sección con todas las preguntas y sus respuestas correspondientes dentro del documento de apoyo para la evaluación, como se muestra en un fragmento en la **Figura 8**.

Entidad	Atributo	P1	P2	Detalle P2
Persona	ID_PERSONA	a) Si	b) No	-
Persona	FECHA_NACIMIENTO	a) Si	b) No	-
Persona	ID_PAIS	a) Si	b) No	-
Persona	IND_RESIDENTE	b) No	b) No	-
Persona	SEXO	b) No	b) No	-
Persona	NACIONALIDAD	b) No	b) No	-
Persona	ESTADO_CIVIL	b) No	b) No	-
Persona	ID_CENTRO_ACTIVIVO	a) Si	b) No	-
Persona_Idioma	ID_PERSONA	a) Si	a) Si	El valor del campo hace referencia al atributo ID_PERSONA de la tabla PERSONA.
Persona_Idioma	ID_IDIOMA	b) No	a) Si	El valor del campo hace referencia al atributo ID_IDIOMA de la tabla IDIOMA.
Persona_Idioma	NIVEL	a) Si	b) No	-
Persona_Idioma	ID_NIVEL	a) Si	a) Si	El valor del campo hace referencia al atributo ID_NIVEL de la tabla NIVEL.

Fig. 8. Preguntas y respuestas correspondientes a las preguntas P1 y P2 del documento de soporte.

Fase 3: Clasificación de reglas de negocio

Gracias al empleo del cuestionario, las reglas de negocio pueden clasificarse de manera más sistemática, reduciendo el tiempo necesario para identificar y categorizar los requisitos. Cada pregunta o serie de preguntas se asocia con propiedades específicas basadas en ISO/IEC 25012 e ISO/IEC 25024. Esto garantiza un proceso estandarizado y eficiente para clasificar y alinear las reglas con las propiedades relevantes de calidad de datos. Por lo tanto, se lleva a cabo la **identificación y clasificación de las reglas de negocio** para cada característica y propiedad.

De tal forma se consigue el documento de reglas de negocio agrupado por características y propiedades, ya sea a través de tablas o preguntas. En la **Figura 9** se puede observar una tabla del documento con la pregunta “¿El campo debe contener siempre un valor (no admite la existencia de campos vacíos)?” agrupada en la característica completitud y en la propiedad completitud de registro.

Tabla "Persona"	Completitud		Integridad	
	Completitud de registro		Integridad referencial	
Atributo	¿El campo debe contener siempre un valor?		¿El valor del campo hace referencia a otro atributo contenido en otra tabla?	
ID_PERSONA	Si		No	
FECHA_NACIMIENTO	Si		No	
ID_PAIS	Si		No	
IND_RESIDENTE	No		No	
SEXO	No		No	
NACIONALIDAD	No		No	
ESTADO_CIVIL	No		No	
ID_CENTRO_ACTIVADO	Si		No	

Fig. 9. Preguntas clasificadas para las características de completitud e integridad.

Fase 4: Generación y evaluación de scripts

Durante esta fase, se implementa la **validación de las reglas de negocio mediante los scripts** necesarios para evaluar las reglas definidas. Estos scripts se utilizan para verificar y validar las reglas establecidas antes de llevar a cabo la evaluación. Además, estos scripts son ejecutados. Como ejemplo, para la propiedad completitud de registro de la entidad 'Persona' se ha generado el script de la **Figura 10**, el cual da el resultado detallado en la propia imagen.

```

select
  count(*)
from
  DWH_CALIDAD_TMP.PERSONA p
where
  p.ID_PERSONA is not null
  and p.FECHA_NACIMIENTO is not null
  and p.ID_PAIS is not null
  and p.ID_CENTRO_ACTIVADO is not null
union
select
  count(*)
from
  DWH_CALIDAD_TMP.PERSONA p2;

```

Resultados 1

Grilla

1	9.505.263
2	10.450.516

Fig. 10. Script y resultado de la propiedad completitud de registro para la tabla Persona.

Por último, en el documento de soporte para la evaluación se **anotarán los distintos resultados** de los diferentes scripts que se realicen a lo largo de la medición. A partir de los resultados de las distintas entidades para las propiedades medidas, se podrá realizar una evaluación. En la **Figura 11** se puede observar un ejemplo de anotación de resultados de medición.

Entidad	Complejidad de registro	Complejidad de fichero	Integridad referencial
Persona	0,910	0,975	1,000
Persona_Idioma	0,982	1,000	0,590
Persona_Nacionalidades	0,534	0,789	0,996

Fig. 11. Ejemplo de anotación de resultados de medición en el documento de soporte.

6 Conclusiones y trabajos futuros

En este artículo se ha presentado una metodología para la identificación de reglas de negocio para su posterior evaluación con el fin de conseguir que las organizaciones no requieran conocimientos previos para poder completarlas. Esta metodología ha sido diseñada para ser aplicada en proyectos reales y se ha realizado su validación como se ha presentado en este trabajo.

En cuanto a trabajos futuros, este proyecto tiene previsto ampliar las propiedades de calidad cubiertas, con el fin de conseguir realizar la identificación de todas las reglas de negocio a través de esta metodología, así como conectar el documento de soporte a la identificación de reglas con el programa de generación de scripts automáticos de evaluación que se está desarrollando dentro de la organización. Por otro lado, también se está trabajando en una aplicación ya existente de cuadros de mandos que proporcione una visualización clara del grado de cumplimiento de cada una de las reglas por requisito de calidad identificado durante la aplicación de la metodología propuesta en este artículo.

Agradecimientos

Esta investigación ha sido parcialmente financiada por los siguientes proyectos y becas: Doctorado Industrial (Ref.: DIN2018-009705), financiado por el Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades; Proyecto ESEDM: Evaluación de Sistemas de Explotación de Datos Maestros (Ref.:13/22/IN/041) financiado por Fondo Europeo de Desarrollo Regional, a través del Programa FEDER 2021-2027 de Castilla-la Mancha; ADAGIO (SBPLY/21/ 180501/000061) – Alarcos’ Data Governance framework and systems, financiada por la Consejería de Educación, Cultura y Deportes de la Junta de Comunidades de Castilla La Mancha, España, y el Fondo Europeo de Desarrollo Regional FEDER; y AETHER-UCLM: A Smart para el análisis de datos contextualizados centrado en la calidad y la seguridad centrado en la calidad y la seguridad (Ministerio de Ciencia e Innovación Innovation, PID2020-112540RB-C42).

Referencias

- [1] C. Batini, C. Cappiello, C. Francalanci y A. Maurino, «Methodologies for Data Quality Assessment and Improvement», *ACM Comput. Surv.*, pp. 16:1 - 16:52, julio 2009.
- [2] B. Heinrich, D. Hristova, M. Klier, A. Schiller y M. Szubartowicz, «Requirements for Data Quality Metrics», 22 enero 2018.
- [3] F. Gualo, M. Rodriguez, J. Verdugo, I. Caballero y M. Piattini, «Data quality certification using ISO/IEC 25012: Industrial experiences», *Journal of Systems and Software*, junio 2021.
- [4] ISO25000, «ISO 25012», [En línea]. Available: <https://iso25000.com/index.php/normas-iso-25000/iso-25012>. [Último acceso: 5 marzo 2023].
- [5] J. Calabrese, S. Esponda, A. Pasini, M. Boracchia y P. Pesado, «Guía para evaluar calidad de datos basada en ISO/IEC 25012», *XXV Congreso Argentino de Ciencias de la Computación*, pp. 696-697, octubre 2019.
- [6] ISO, «Systems and software engineering — Systems and software Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE) — Measurement of data quality», [En línea]. Available: <https://www.iso.org/standard/35749.html>. [Último acceso: 2023 marzo 6].
- [7] T. Seyffarth y S. Kuehnel, «Maintaining business process compliance despite changes: a decision support approach based on process adaptations», *Journal of Decision Systems*, pp. 1-31, diciembre 2022.
- [8] P. Kumar Chittimalli y K. Anand, «Domain-independent method of detecting inconsistencies in SBVR-based business rules», *FormABS 2016: Proceedings of the International Workshop on Formal Methods for Analysis of Business Systems*, pp. 9-16, septiembre 2016.
- [9] ISO, *ISO/IEC 25040 Systems and software engineering - Systems and software Quality*, Ginebra, Suiza, 2011.
- [10] D. Loshin, *Enterprise Knowledge Management*, Morgan Kaufmann, 2001.
- [11] S. Watts, G. Shankaranarayanan y A. Even, «Data quality assessment in context: A cognitive perspective», *Decision Support Systems*, pp. 202-211, diciembre 2009.
- [12] C. Corea y T. Matthias, «Towards Inconsistency Measurement in Business Rule Bases», noviembre 2019.