

# **ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL**

**FACULTAD DE SISTEMAS**

**UNIDAD DE TITULACIÓN**

**EVALUACIÓN DE LA USABILIDAD DEL MODELO DPQ “DESIGN  
PROCESS QUALITY” MEDIANTE SU APLICACIÓN A UN CASO DE  
ESTUDIO DEL MODELADO DE PROCESOS ORGANIZACIONALES  
APLICANDO LA NORMA ISO/IEC 25010.**

**TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL GRADO DE  
MAGÍSTER EN SOFTWARE MENCIÓN CALIDAD**

**LUZURIAGA PAREDES JORGE FRANCISCO**

[jorge.francisco@epn.edu.ec](mailto:jorge.francisco@epn.edu.ec)

**Director: Dr. MARCO OSWALDO SANTÓRUM GAIBOR**

[marco.santorum@epn.edu.ec](mailto:marco.santorum@epn.edu.ec)

**Codirector: MSc. MAYRA CARRIÓN TORO**

[mayra.carrion@epn.edu.ec](mailto:mayra.carrion@epn.edu.ec)

**QUITO, 2021**

## **APROBACIÓN DEL DIRECTOR**

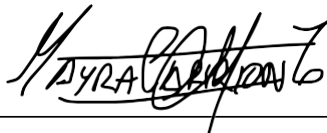
Como director del trabajo de titulación EVALUACIÓN DE LA USABILIDAD DEL MODELO DPQ “DESIGN PROCESS QUALITY” MEDIANTE SU APLICACIÓN A UN CASO DE ESTUDIO DEL MODELADO DE PROCESOS ORGANIZACIONALES APLICANDO LA NORMA ISO/IEC 25010. Desarrollado por Jorge Francisco Luzuriaga Paredes, estudiante del programa de Maestría en Software mención Calidad, habiendo supervisado la realización de este trabajo y realizado las correcciones correspondientes, doy por aprobada la redacción final del documento escrito para que prosiga con los trámites correspondientes a la sustentación de la Defensa oral.



---

**Marco Oswaldo Santórum Gaibor**

**DIRECTOR**



---

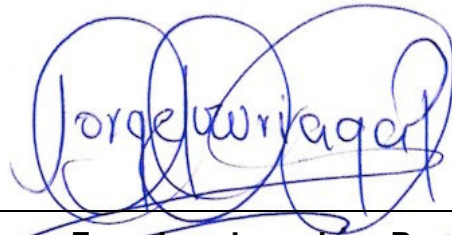
**Mayra Carrión Toro**

**CO-DIRECTOR**

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Yo, Jorge Francisco Luzuriaga Paredes, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentada para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Escuela Politécnica Nacional puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.



---

**Ing. Jorge Francisco Luzuriaga Paredes**

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo todas aquellas personas que depositaron en mi su confianza, fe, y esperanza; que, con buena voluntad, dedicación y perseverancia, lo imposible puede llegar a ser posible.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios, a mi familia y a las personas que me han extendido su mano; por ser ese apoyo incondicional, a pesar de cualquier circunstancia siempre han estado presentes en mi vida. A todas aquellas personas que permitieron que esto sea posible, sacando la mejor versión de mi.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

LISTA DE FIGURAS.....	i
LISTA DE TABLAS.....	ii
LISTA DE ANEXOS.....	iii
RESUMEN.....	iv
ABSTRACT.....	v
<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>13</b>
1.1. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN .....	15
1.2. OBJETIVO GENERAL.....	15
1.3. OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	16
<b>FASE DE PREPARACIÓN.....</b>	<b>16</b>
1.4. MARCO TEÓRICO.....	16
1.4.1. PROCESOS ORGANIZACIONALES.....	16
1.4.2. LA CALIDAD .....	17
1.4.3. MODELOS DE CALIDAD .....	19
1.4.4. MODELO SELECCIONADO, ESTÁNDAR ISO/IEC 25010 .....	32
1.4.5 LA USABILIDAD.....	34
1.4.5.1 MÉTRICAS PARA LA CALIDAD INTERNA, EXTERNA – ISO/IEC 25023.....	35
1.4.5.2 MÉTRICAS DE LA CARACTERÍSTICA DE LA USABILIDAD .....	35
CONCLUSIONES DEL CAPITULO.....	45
<b>FASE DE EVALUACIÓN .....</b>	<b>49</b>
2.1 EVALUACIÓN DE USABILIDAD DEL MODELO DPQ.....	49
2.1.1 IDENTIFICACIÓN DE PARÁMETROS Y EQUIVALENTES.....	49
2.1.2 ELABORACIÓN DE LA MATRIZ DE PRUEBA.....	62
2.1.3 EJECUCIÓN DE LA EVALUACIÓN .....	68
2.2 EVALUACIÓN DE UN CASO DE ESTUDIO MEDIANTE EL MODELO DPQ.....	71
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	74
<b>FASE DE IDENTIFICACIÓN DE PERSPECTIVAS DE EVOLUCIÓN.....</b>	<b>74</b>
3.1 RESULTADOS DE EVALUACIÓN DE USABILIDAD.....	74
3.2 RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN DEL CASO DE ESTUDIO “PROCESO DE	

TITULACIÓN” .....	79
<b>FASE DE REDACCIÓN .....</b>	<b>83</b>
3.3 DISCUSIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	83
3.3.1 ANÁLISIS DE LA EVALUACIÓN DE USABILIDAD DEL MODELO DPQ .....	83
3.3.2 ANÁLISIS DE EVALUACIÓN “PROCESO DE TITULACIÓN”, MEDIANTE DPQ....	89
3.4 POSIBLES PERSPECTIVAS PARA LA EVOLUCIÓN DEL MODELO DPQ.....	91
<b>4 CONCLUSIONES .....</b>	<b>93</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>95</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>97</b>

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Estructura para los modelos de calidad .....	20
<b>Figura 2.</b> Proceso de medición definido por Sommerville .....	21
<b>Figura 3.</b> Modelo de Calidad McCall-Bohem .....	22
<b>Figura 4.</b> Criterios internos de calidad del modelo McCall-Bohem .....	23
<b>Figura 5.</b> Fases del modelo de calidad de Dromei.....	24
<b>Figura 6.</b> Múltiples perspectivas de calidad .....	25
<b>Figura 7.</b> Métricas de la perspectiva sintáctica del modelo DPQ... ..	26
<b>Figura 8.</b> Métricas de la perspectiva semántica del modelo DPQ... ..	28
<b>Figura 9.</b> Métricas de la perspectiva pragmática del modelo DPQ.....	29
<b>Figura 10.</b> Estructura del proceso de evaluación de la calidad de producto de software.....	31
<b>Figura 11.</b> Proceso de evaluación de la calidad del producto.....	32
<b>Figura 12.</b> Modelo de calidad interna y externa de producto de software.....	34
<b>Figura 13.</b> Proceso de metodología de evaluación del caso de estudio .....	49
<b>Figura 14.</b> Evaluación calidad sintáctica .....	71
<b>Figura 15.</b> Evaluación calidad semántica.....	72
<b>Figura 16.</b> Evaluación calidad pragmática .....	73
<b>Figura 17.</b> Gráfico de la evaluación de usabilidad categorizado por métricas.....	76
<b>Figura 18.</b> Resultado de la experiencia del usuario en la evaluación de usabilidad del modelo DPQ .....	79



## LISTA DE TABLAS

<b>Tabla 1:</b> Subcaracterísticas y métricas de usabilidad .....	36
<b>Tabla 2:</b> Descripción del modelo DPQ .....	50
<b>Tabla 3:</b> Tareas que tienen una demostración .....	51
<b>Tabla 4:</b> Parámetros para consistencia operativa .....	53
<b>Tabla 5:</b> Categorización comprensible de la información del modelo DPQ.....	54
<b>Tabla 6:</b> Resumen de equivalencias paramétricas.....	57
<b>Tabla 7:</b> Escala ordinal.....	61
<b>Tabla 8:</b> Categorías de las métricas según ISO/IEC 25010.....	62
<b>Tabla 9:</b> Matriz de evaluación de usabilidad .....	63
<b>Tabla 10:</b> Evaluación de usabilidad del modelo DPQ.....	67
<b>Tabla 11:</b> Ponderación final de la evaluación de usabilidad... ..	74
<b>Tabla 12:</b> Resumen de métricas utilizadas para la evaluación .....	75
<b>Tabla 13:</b> Resultado del cuestionario de usabilidad del modelo DPQ.....	78
<b>Tabla 14:</b> Buenas prácticas del modelo DPQ para el proceso de titulación EPN, perspectiva sintáctica... ..	80
<b>Tabla 15:</b> Buenas prácticas del modelo DPQ para el proceso de titulación EPN, perspectiva semántica.....	81
<b>Tabla 16:</b> Buenas prácticas del modelo DPQ para el proceso de titulación EPN, perspectiva pragmática... ..	82
<b>Tabla 17:</b> Métricas incoherentes del modelo DPQ... ..	85

## LISTA DE ANEXOS

<b>Anexo I</b> – Evaluación del proceso de titulación mediante el modelo DPQ.....	98
<b>Anexo II</b> – Encuesta de usabilidad del modelo DPQ.....	102
<b>Anexo III</b> – Proceso de titulación de la facultad de sistemas de la Escuela Politécnica Nacional.....	105

## RESUMEN

Una organización puede llevar a cabo sus objetivos, metas y expectativas empresariales, mediante el uso de los procesos organizacionales, en los cuales se gestiona toda su información. Para lo cual, es importante tener en cuenta que un proceso bien diseñado requiere de cierta atención por parte de la organización, pensar en una nomenclatura, una estandarización usar el mejor esfuerzo, todo como parte de un conjunto de herramientas que apoyan al mejoramiento de la calidad de los diseños. Basado en esta idea (Gálvez, 2018) propone un modelo de calidad para el diseño de procesos organizacionales; que se basó en la construcción de un modelo cíclico soportado por las perspectivas sintáctica, semántica y pragmática; con el objetivo de construir un modelo que reemplace las técnicas tradicionales de las organizacionales al diseñar procesos. Actualmente en este trabajo se evalúa al modelo DPQ “Design Process Quality” y sus perspectivas, con el objetivo de evaluar su usabilidad y su aplicación práctica, para una posible evolución. Cabe mencionar que, dentro de la usabilidad, se verificará el agrado y satisfacción que un usuario tiene como experiencia a usar el modelo en evaluación. Esta evaluación se lleva a cabo mediante la aplicación de un caso de estudio y el análisis de la propuesta del modelo de calidad ISO/IEC 25010.

**Palabras clave:** Modelo, proceso, organizaciones, usabilidad, evaluación, buenas prácticas.

## ***ABSTRACT***

The best way in which an organization can carry out its business objectives, goals and expectations using organizational processes, in which all its information is managed. For which it is important to consider that a well-designed process requires some attention from the organization, think about a nomenclature, a standardization, use the best effort, all this is part of a set of tools that support the improvement of the quality of their design. Based on this idea, in 2018 in the city of Quito, a quality model was proposed for the design of organizational processes (Galvez, 2018); which was based on the construction of a template supported by semantic, syntactic and pragmatic perspectives; whose main objective was to build a model that replaces traditional techniques by organizations when designing processes. Currently in this work this model known as the "Design Process Quality" model is being evaluated, with the aim of validating its usability, which is measured in the capacity in which it can be understood, learned and used by a specific user. Thus evaluating, if its application continues being adequate for diverse needs, allowing its learning and correct handling; in addition to verifying if the model pleases and satisfies in the interaction with users with different capacities, protecting them from not making mistakes. This evaluation is carried out through the application of a case study of an organization.

**Keywords:** Model, process, organizations, usability, evaluation, good practices.

## INTRODUCCIÓN

El modelo de calidad DPQ “Design Process Quality” propuesto para el diseño de un proceso organizacional, según (Gálvez, 2018) presenta un conjunto de herramientas y recursos entre buenas prácticas y métricas de evaluación, con los cuales una organización puede guiarse al momento de diseñar un proceso de negocio. De esta manera mediante una perspectiva sintáctica, semántica y pragmática, DPQ busca garantizar un nivel de calidad a los procesos organizacionales que serán diseñados por el modelo mediante entrevistas realizadas a expertos y clientes. Sin embargo, en DPQ se identificaron ciertos problemas existentes al momento de realizar el diseño del proceso:

- “Las organizaciones no están completamente estandarizadas con respecto a que, no todos los involucrados en el proceso tienen conocimiento del lenguaje de modelado”, (Gálvez, 2018). Bajo este concepto se puede afirmar que no todos tienen las mismas habilidades y competencias, de modo que complica unificar el conocimiento en un documento que formalice y explique el proceso; para que todos los actores del proceso estén bien alineados con el lenguaje, entendiendo que cada actor cumple diversos roles dentro de la organización.
- “Si no se identifican a todos los actores del proceso, el diseño no estará completo y no será consensuado”, (Gálvez, 2018). Desde este escenario, será necesario que cada actor identifique y describa sus actividades cotidianas dentro del proceso.

Debido a la constante evolución tecnológica que vivimos actualmente, nuevos requerimientos de los clientes, los procesos organizacionales también experimentan ciertos cambios, que son importantes tenerlos en cuenta al momento de tomar una decisión estratégica, con el único fin de acercarse cada vez más a la realización de los objetivos planteados como institución.

Razón por la cual, se ve necesario verificar si el modelo aún mantiene y cumple los parámetros requeridos para ser así considerado como un modelo usable, para una futura aplicación, comprobando la vigencia de sus perspectivas, métricas y definiciones propias, por lo que se requiere una evaluación mediante la aplicación de un caso de estudio de una organización actualmente en funcionamiento y así presentar una eventual propuesta de mejora.

De acuerdo con (ISO 25010, 2014), la usabilidad mide la capacidad en la cual un producto es entendido, aprendido y usado por un determinado usuario. Evaluando así, si su aplicación es adecuada para diversas necesidades, permitiendo su aprendizaje y correcto manejo; además de determinar si el modelo agrada y satisface a la interacción con usuarios con discapacidad, permitiendo proteger a los mismos de no cometer errores.

Se verifica según Gálvez (2018) que no todas las personas que se encuentran involucradas en el proceso mantienen un determinado conocimiento de la terminología comercial, con lo cual, según el estándar no es entendible; además si no se identifica una documentación válida que soporte la interacción que existe entre el usuario y el proceso, no sería aprendido y en consecuencia no es un proceso usable. Dejando muchas puertas abiertas y puntos de inconformidad generado por quienes se encuentran involucrados en el proceso, obteniendo insatisfacción por parte de los actores comprometidos al no encontrar ni mantener un debido orden en la documentación, que a la larga genera pérdida y desemboca en una lista de eventos no deseados del proceso. (Gálvez, 2018).

En base a lo planteado, se propone realizar un trabajo de titulación que evalúe la usabilidad del modelo DPQ (Design Process Quality), a través de su aplicación en un caso de estudio, que permita aplicar el modelo construido para el diseño de procesos de calidad; en esta evaluación se pretende aplicar el modelo a un proceso ya diseñado y así, llegar a emitir recomendaciones tanto para el caso de estudio, como para las perspectivas del modelo. Para

la resolución del problema se propone una evaluación del modelo DPQ y de cada una de sus métricas de evaluación planteadas a través de sus perspectivas (sintáctica, semántica, y pragmática). Al ser aplicado en un caso de estudio real, verificar su usabilidad y posible evolución del modelo, buscando priorizar las buenas prácticas ante los mejores esfuerzos (Galeano, 2014).

Una de las preguntas que una organización puede llegar a tener al momento de escoger un modelo de evaluación, es conocer si tiene la capacidad de ser entendido, aprendido y amigable al usuario. Acorde a lo expuesto anteriormente, se establecen las preguntas de investigación y objetivos del presente documento. El estándar ISO/IEC 25010 proporciona métricas ya definidas que evalúa a un producto software, para este trabajo se buscará la manera de aplicar dichas características de evaluación en el modelo DPQ. (Alvarado, 2020).

## **1.1 Pregunta de investigación**

- ¿Cómo es posible evaluar el modelo DPQ mediante la característica de usabilidad indicada por la norma ISO/IEC 25010?
- ¿El modelo DPQ con el paso del tiempo, se lo puede considerar como un modelo vigente para el diseño de procesos organizacionales de calidad; podría el modelo DPQ ser mejorado?

## **1.2 Objetivo general**

Evaluar la usabilidad del modelo DPQ “Design Process Quality” mediante su aplicación a un caso de estudio del modelado de procesos organizacionales aplicando la norma ISO/IEC 25010.

### **1.3 Objetivos específicos**

- Aplicar el modelo DPQ al diseño de procesos organizacionales de al menos un caso de estudio.
- Evaluar y analizar los procesos organizacionales de acuerdo con el modelo DPQ para obtener recomendaciones de mejora.
- Evaluar la usabilidad del modelo DPQ utilizando el modelo de calidad ISO/IEC 25010.
- Identificar posibles perspectivas de evolución del modelo DPQ.

### **1.4 Marco Teórico**

#### **1.4.1 Procesos Organizacionales**

En una organización existe un grupo de personas que se adaptan a una estructura, esta se encuentra definida en base a las necesidades e intereses en común, con el único fin de cumplir los objetivos y metas propuestas; esta estructura está debidamente organizada y agrupada de manera que, las personas que conforman la organización cumplan roles, actividades y tareas; las mismas que tienen una secuencia lógica con un inicio y fin en un intervalo determinado de tiempo; estas actividades se deben realizar de manera colaborativa, buscando la forma de unificar el conocimiento y las habilidades de cada persona dentro de la organización, y así generar un ambiente confortable de trabajo en el cual se pueda compartir abiertamente las ideas, pensamientos y expectativas de cada persona, aportando apoyo al cumplimiento de los objetivos y metas de la organización.

Los pequeños bucles de instrucciones o fases sucesivas “tareas” para transformar o crear algo desde un hecho complejo con un determinado propósito, se define como un proceso, (Morley, 2005). La responsabilidad del cumplimiento de las tareas, para la correcta ejecución del proceso le corresponde a un rol. Además de ser responsable en la administración de los recursos que pueden presentarse interna o externamente.



Este flujo de tareas sucesivas o secuencia de actividades forman parte de la estructura del proceso, la cual una persona forma parte del grupo de trabajo dentro de la organización. Se detallan ciertos requerimientos básicos según (ISO 9001, 2008) garantizan un nivel de calidad para los procesos organizacionales, dentro los cuales:

- Determinar entradas requeridas y salidas esperadas de los procesos.
- Determinar la secuencia y la interacción de estos procesos.
- Determinar y aplicar los criterios y métodos necesarios
- Asegurar la eficacia de la operación y el control de estos procesos.
- Estipular los recursos necesarios para estos procesos.
- Hay que asegurar que siempre estén disponibles.
- Asignar responsabilidades y autoridades para estos procesos “Roles”.
- Manejar riesgos y oportunidades de acuerdo con los requisitos.
- Evaluar los procesos e implementar cambios que aseguren el éxito.
- Mejorar los procesos y la gestión de la calidad.

Gracias a estas tareas proporcionadas por (ISO 9001, 2018), garantizan la calidad de un proceso organizacional.

## **1.4.2 La Calidad**

A nivel mundial, la calidad de un producto de software se define como un modelo. Este modelo consta de varias formas de medición o propiedades inherentes que dependen de: (i) nivel de madurez; (ii) entorno de trabajo; (iii) métricas de las normas (ISO 25000, 2014). Adicionalmente, este modelo se lo puede ver dividido entre calidad interna y externa de un producto. Esta diferencia radica entre definir qué hace un producto de cómo hacer un producto. Con el fin de que puede generar conformidad y satisfacción al usuario final. Por con siguiente

se analizará a la usabilidad como propiedad inherente o como una métrica definida por la ISO 25000, la cual permite caracterizar y valorar su calidad frente a otros modelos.

Desde los 90s hasta la fecha se han presentado numerosos aportes en lo que refiere la calidad de un producto y o proceso, uno de los trabajos más representativos es la ISO 25010 y la 25023 como normas que están dentro del scope de ISO 25000. Las mismas que da un mejor pensamiento sobre la medición del producto; dentro de estas normas se definen algunas métricas las cuales puede o no ser aplicada dependiendo del producto de software, en aplicaciones donde el cliente o usuario final tiene mucha participación, el objetivo de la definición de estas métricas es de beneficio para la satisfacción de la persona que haga su uso. Generando así un producto que contemple la experiencia del usuario como un eje fundamental en el estudio de la calidad de un producto de software. Dentro del scope de la 25000 se encuentra una división en donde la base de la ISO 25000, tiene a la 2501n como manual de los modelos, 2502n a la medición de calidad, la 2503n referente a los requerimientos de calidad y la 2504n como la evaluación, auditoría de la calidad de un producto de software (Anchundia, 2020).

Para el análisis del documento, se plantea el estudio de la norma ISO 25010 y 25023, en cuanto las métricas como la usabilidad, la fiabilidad, y la amigabilidad que un proceso ofrece al usuario final. Dentro de este aspecto se evalúa, si el producto se describe así mismo completamente en la guía de usuario, que por lo general algunos de estos procesos de medición deben culminar en el uso de una fórmula matemática, permitiendo así ser cuantificables, con el fin de ser interpretable al ojo humano. Para la evaluación del modelo DPQ se realizará un estudio objetivo y subjetivo (refiriéndose a lo subjetivo como aquello que el sujeto observa, y objetivo a lo que es propio del objeto, independiente de la opinión del observador), donde se identifiquen las métricas proporcionadas por el estándar (ISO 25023, 2016).

Para llevar a cabo esta evaluación es importante tener en cuenta el concepto de una métrica. Se dice que una métrica es de una estructura bastante abstracta y depende mucho del entorno donde se la emplea; la idea de una buena métrica de calidad aplicada a un producto, se basa en un proceso de planificación, medición, y su aplicación como una meta o cuestionamiento; con el propósito de formar algo bueno, funcional y verificable, para la metodología.

Concluyendo la calidad no es un proceso espontáneo, más bien es un proceso planificado, argumentado, criticado, evaluado y controlado; con atributos medibles, que desde cualquier punto de vista se lo mire como algo novedoso y simple que no afecte a la calidad, si no que garantice su mejora por medio del cumplimiento de los requerimientos que satisfaga al cliente. (López, Sánchez, & Montejano, 2016).

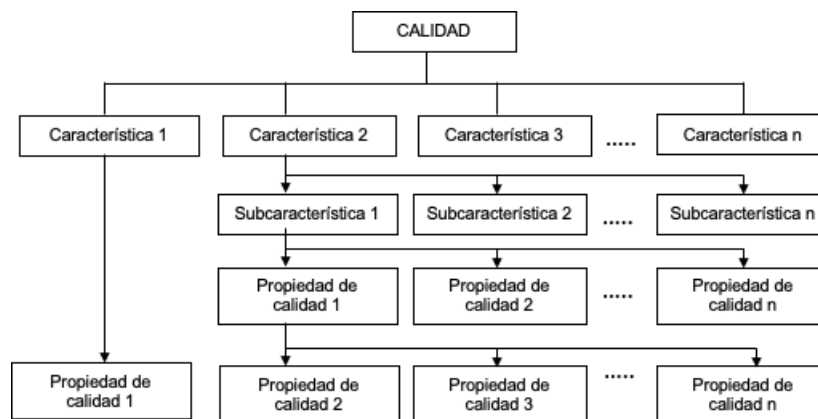
### **1.4.3 Modelos de calidad**

La calidad de un modelo según (ISO 25010, 2011), define como el grado en que un modelo satisface las necesidades implícitas definidas por una organización y sus partes interesadas, por lo tanto, se dice que un modelo de calidad proporciona valor al satisfacer las necesidades de ambas partes. Estas necesidades están representadas en la serie SQuaRE de las normas ISO mediante modelos de calidad, clasifican a la calidad de un producto en características y subcaracterísticas. Dentro de algunas subcaracterísticas se encontrarán nuevas divisiones de subcaracterísticas, dependiendo de que características se evalúe.

Esta distinción jerárquica suministra un desglose conveniente de la calidad del producto. Sin embargo, el conjunto de subcaracterísticas que se asocian a una característica, pueden ser vinculadas a una propiedad de calidad que representa un problema en común, no es necesariamente implica una evaluación exhaustiva. Las subcaracterísticas desmedidas relacionadas con la calidad de un modelo se denominan propiedades de calidad, y estas

propiedades en medidas de calidad, todas se encuentran completamente asociadas unas con otras, con el único propósito de dar valor a una característica. Para llegar a estas medidas de las propiedades de la calidad previamente se debe determinar e identificar las características y o subcaracterísticas previas de calidad, a menos de que se puedan medirse directamente. En la Figura 1 se muestra la relación existente entre las características, subcaracterísticas y las propiedades de la calidad (ISO/IEC 25010, 2011).

**Figura 1.** Estructura para los modelos de calidad



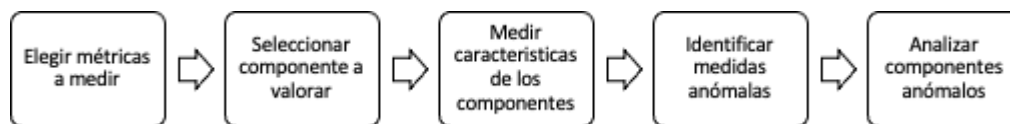
**Fuente:** (ISO/IEC 25010, 2011)

En resumen, un modelo de calidad debe manejar un grado de conformidad con sus especificaciones y proveer una perspectiva externa como la satisfacción del usuario. Dentro de esta perspectiva externa según (Crosby, 1979) estipula 4 principios absolutos los cuales hacen hincapié en un principio llamado “cero defectos”, elevando las expectativas en la administración, incentivando y concientizando a los trabajadores a una búsqueda constante de la calidad. Dentro de este enfoque se enlistan parámetros como la conformidad con los requerimientos tal y como lo están estipulados, la realización de una inspección continua sobre los defectos por prevención, la producción enfocada a cero errores y la evaluación costo de calidad versus el costo de los defectos como una medida de calidad independiente.

A continuación, se presenta modelos de calidad existentes, con el propósito de identificar cualitativamente (cuales) y cuantitativamente (cuantos) los atributos del producto, para caracterizar, evaluar, predecir y mejorar; “No se puede controlar lo que no se puede medir”, y es así como se ha definido a una métrica que, mediante un modelo o un estándar sea posible ver a la calidad como algo tangible, concreto que permite la planificación (Sommerville, 2005).

En la Figura 2 se ilustra como el autor determina el proceso de medición desde la selección de una métrica hasta el análisis de algún componente de estudio.

**Figura 2.** Proceso de medición definido por Sommerville

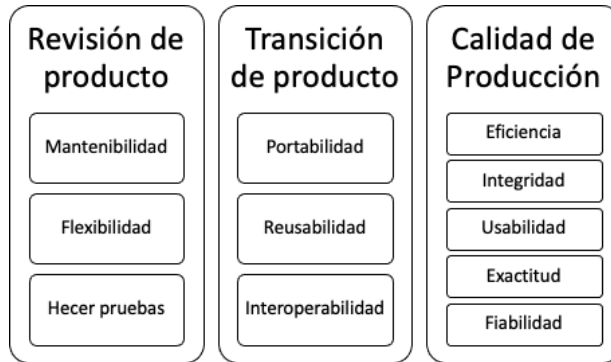


**Fuente:** (Sommerville, 2005)

### **Modelo de McCall- Bohem**

Este modelo ha sido propuesto por Jim McCall y la General Electric en el año 1977. Fue exclusivamente diseñado para los desarrolladores y para el proceso de desarrollo de los sistemas. Este modelo relaciona directamente la calidad del software con las prioridades del desarrollador de software con las expectativas del usuario. Centraliza su enfoque en 3 aspectos la revisión, la transición del producto y la calidad de producción, 11 factores externos de usabilidad y 23 criterios internos de calidad. Estableciendo preguntas diatónicas como “SI” o “NO” (Flores, 2020).

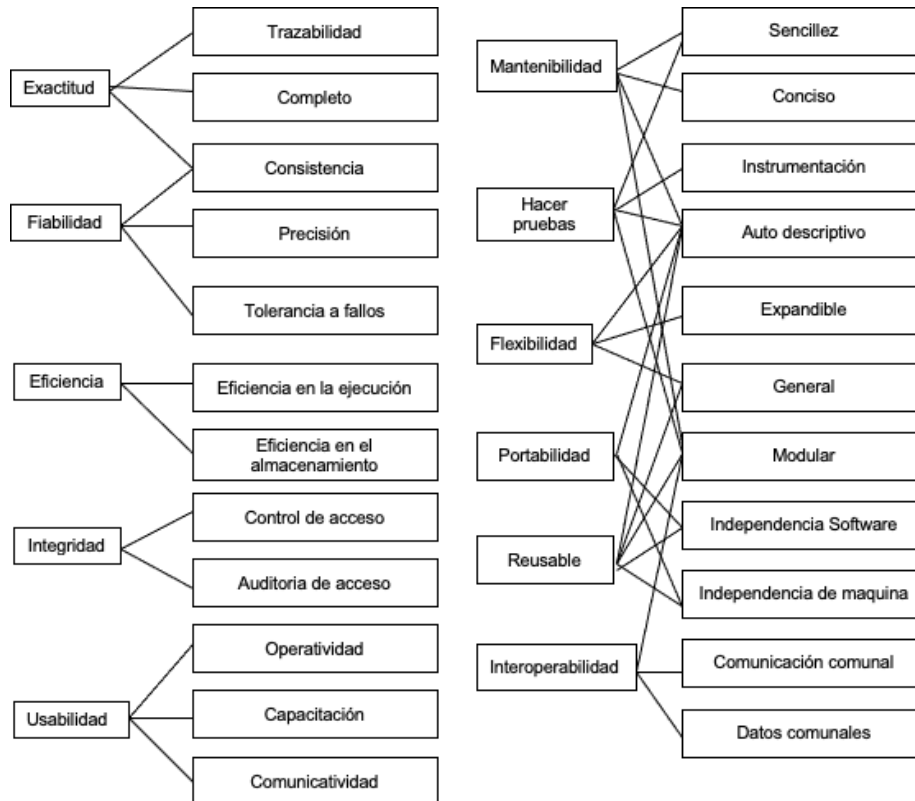
**Figura 3.** Modelo de Calidad McCall-Bohem



**Fuente:** McCall-Bohem

El modelo de McCall centraliza su enfoque de estudio en la medición de características de uso, mientras que según (Bohem, 1978) modelo propuesto año siguiente a la propuesta de McCall, enfoca más su análisis en la característica de mantenibilidad, introduciendo métricas cualitativas la cual no presenta un alto nivel de madurez en la característica de portabilidad. En la siguiente figura se muestra cómo se encuentra distribuida esta estructura jerárquica de los 23 criterios internos de calidad, cabe recalcar que, en este momento el modelo de Bohem se encuentra desactualizado. Y sirve como referencia en este trabajo para la comprensión de la estructura del modelo de calidad.

**Figura 4.** Criterios internos de calidad del modelo McCall-Bohem



**Fuente:** McCall-Bohem

### **Modelo de FURPS+**

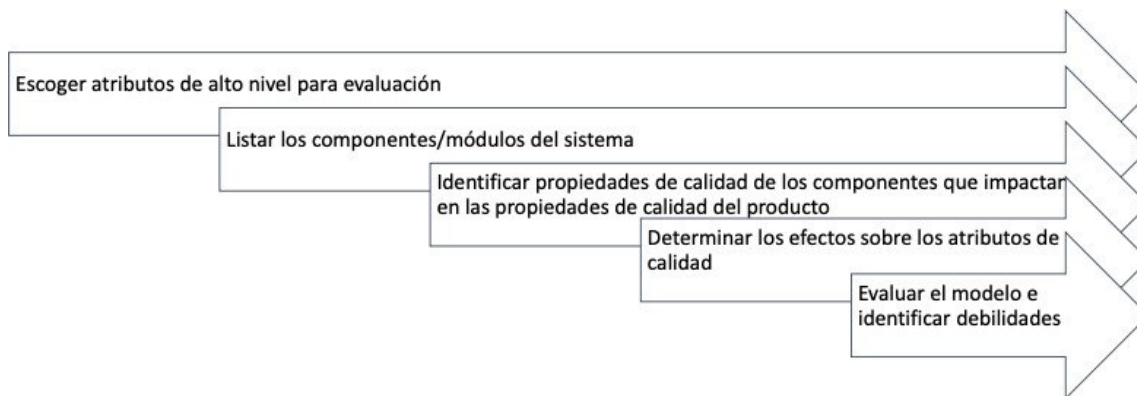
Para este modelo Robert Grady en el año de 1987 inicio el estudio de un nuevo modelo dividido en 2 categorías definidas como funcionales y no funcionales, dentro de las cuales como funcionales se evalúan características como funcionalidad, usabilidad, fiabilidad, rendimiento, compatibilidad y es por ello también las siglas del nombre del modelo, de igual manera que en los modelos anteriormente estudiados, FURPS también maneja subcaracterísticas pero no define métricas de evaluación, motivo por el cual no se lo ha tomado como un modelo adecuado para este trabajo. Dentro de la categoría de no funcionales FURPS se orienta a los

requerimientos de diseño, implementación, interfaz y requisitos físicos; motivo por el cual también fue agregado el signo “+” seguido de su nombre (Flores, 2020).

### Modelo Dromei

En el año 1995 Geoff Dromei propone un nuevo modelo de calidad, mismo que lleva su nombre en honor a su creador, el cual identifica que la evaluación de la calidad esta directamente vinculada con el producto e introduce una relación entre atributos y sub-atributos de calidad del software; para lo cual se estudia 3 elementos principales, el producto de software, las propiedades de un producto, y los atributos de calidad; los cuales se estructuran en 5 fases que se ilustran en la Figura 5 (Flores, 2020).

**Figura 5.** Fases del modelo de calidad de Dromei



**Fuente:** (Dromei, 1995)

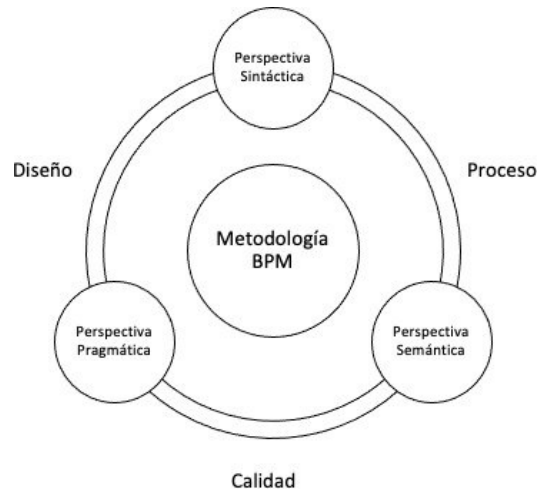
### Modelo DPQ “Design Process Quality”

En el año 2018, se propone un modelo en estudio para asegurar la calidad en el diseño de los procesos organizacional; este modelo se basa en el ciclo de diseño, proceso y calidad por medio de 3 puntos de vista o enfoques llamados “perspectivas”, nombradas por el autor como sintáctica, semántica y pragmática; cada perspectiva está conformada por una definición,



mejores prácticas y métricas de evaluación, en la Figura 6 se muestra como el ciclo del modelo DPQ está interrelacionado, girando toda su construcción sobre la metodología BPM.

**Figura 6.** Múltiples perspectivas de calidad del modelo DPQ



**Fuente:** (Gálvez, 2018)

## **Perspectivas de Design Process Quality “DPQ”**

### **Perspectiva Sintáctica (PSI)**

De acuerdo con la metodología que se ha mantenido para diseñar procesos desde esta perspectiva de calidad, se detectan errores gramaticales para evitar la tergiversación del proceso. Buenas prácticas para diseñar una guía con las reglas que se deben explicar antes de relevar y diseñar un proceso, que defina con anticipación los actores externos e internos que interactuarán durante el proceso. El proceso mediante el cumplimiento de sus respectivos roles, de manera similar modelando las interacciones entre los actores buscando llegar a un consenso mediante la descripción de las actividades de cada agente. Además, dependiendo de los diferentes factores que influyen sobre el proceso; este podrá tener diversos escenarios,

motivo por el cual desde una perspectiva sintáctica se los identifica y representa uno a uno. Con el fin de garantizar el entendimiento del diagrama se propone un inicio, un fin y un orden de ejecución de las actividades desde una evaluación sintáctica. Dentro de esta perspectiva, el modelo DPQ asegura que esta calidad esté relacionada directamente con el hecho de validar sintácticamente aquellas reglas que en la metodología se han utilizado para realizar el diagrama del proceso (Gálvez, 2018). En la Figura 7 se muestran las métricas de evaluación que conforman la perspectiva sintáctica del modelo DPQ.

**Figura 7.** Métricas de la perspectiva sintáctica del modelo DPQ.

Cód.	MÉTRICA
	<b>INFORMACIÓN GENERAL</b>
PSI-ME1	Existe un diagrama del proceso
PSI-ME2	Existe una manual de usuario del proceso
PSI-ME3	Existe un diccionario de terminología comercial
	<b>DIAGRAMA DEL PROCESO</b>
PSI-ME4	Todos los actores relacionados con el proceso están identificados
PSI-ME5	Existe un único inicio en el diagrama del proceso
PSI-ME6	Existen puntos muertos en el diagrama del proceso
PSI-ME7	Existen eventos de fin justificados en el diagrama del proceso
PSI-ME8	Existe orden de precedencia en las actividades diagramadas
PSI-ME9	Las interacciones de los actores externos se encuentra diagramada
PSI-ME10	El diagrama respeta las reglas de la metodología seleccionada
	<b>DOCUMENTACIÓN DEL PROCESO</b>
PSI-ME11	La documentación que fluye en el proceso está clasificada, codificada y almacenada
PSI-ME12	Existe clasificación de los documentos que pueden ser estandarizados y los que no
PSI-ME13	Los documentos estandarizados están detallados
PSI-ME14	Existe un manual de procesos estandarizado

**Fuente:** (Gálvez, 2018)

## **Perspectiva Semántica (PSE)**

La calidad desde la perspectiva semántica tiene como objetivo llevar a cabo una evaluación en el diseño, basada en que las afirmaciones identificadas del mundo real correspondan a las representaciones que se muestran en el proceso. Dentro de este punto de vista semántico, las mejores prácticas de este modelo evitan el cometimiento de errores e identifican dificultades para encontrar soluciones al proceso. Entender el contexto global del proceso previo al levantamiento y diseño es un buen camino hacia la calidad, para de esta manera continuar con reuniones de pocos participantes durante cortos tiempos en las cuales se lleve a cabo el levantamiento y diseño del proceso, identificando todos los posibles escenarios que el proceso puede llegar a tener por diversos factores que influyan sobre el mismo, manteniendo las cualidades que indica la usabilidad; y de esta manera su documentación pueda llegar a ser estandarizada o no, dependiendo de las necesidades que la organización pueda llegar a tener. Las dificultades que se detecten por cada actor se categorizan como dificultades relacionadas al rol o dificultades que estén relacionadas al proceso, no olvidando relacionar la funcionalidad del diagrama del proceso, con las afirmaciones sobre el mundo real que se intenta representar mediante el proceso. En la Figura 8 se muestran aquellas métricas de evaluación que conforman la perspectiva semántica del modelo DPQ (Gálvez, 2018).

**Figura 8.** Métricas de la perspectiva semántica del modelo DPQ.

Cod.	MÉTRICA
<b>INFORMACIÓN GENERAL</b>	
PSE-ME1	Existe un manual de usuario del proceso
PSE-ME2	Existe un conocimiento del proceso unificado entre todos sus actores
<b>DIAGRAMA DEL PROCESO</b>	
PSE-ME3	El diagrama representa la vida real del proceso
PSE-ME4	El diagrama es fácil de entender
PSE-ME5	El diagrama es coherente y tiene secuencia lógica
PSE-ME6	El diagrama representa todos los escenarios del proceso en la vida real
PSE-ME7	El diagrama es consensuado
<b>DOCUMENTACIÓN DEL PROCESO</b>	
PSE-ME8	Existe registro del seguimiento de los documentos que fluyen en el proceso
PSI-ME9	Existe un diccionario de acrónimos o términos comerciales del proceso
PSE-ME10	Existen documentos estandarizados con estructuras definidas
<b>MEJORAS DEL PROCESO</b>	
PSE-ME11	Existen dificultades encontradas en el proceso
PSE-ME12	Las dificultades han sido consensuadas
PSE-ME13	Se diferencian dificultades del rol y del proceso
PSE-ME14	Existen acciones de mejora definidas y consensuadas
PSE-ME15	Las acciones de mejora pueden ser implementadas

**Fuente:** (Gálvez, 2018)

### **Perspectiva Pragmática (PP)**

La perspectiva pragmática busca como objetivo evaluar la calidad desde un punto de vista práctico, a la ejecución o la realización de las acciones, esto se evalúa independientemente del nivel de comprensión que la persona tiene sobre el diagrama, este enfoque se relaciona con la sencillez de entender el diagrama del proceso. Para lo cual las mejores prácticas recomiendan identificar el contexto general, objetivos, actores y verificar que el diagrama esté correctamente consensuado y alineado a la realidad que se busca mediante el propósito, dentro de esta perspectiva se busca también incentivar la creatividad de los participantes mediante una retroalimentación identificando las acciones de mejora las cuales permitan solucionar diversas

dificultades que se vayan presentando, y así buscar la innovación el proceso. Cabe recalcar que, al identificar las acciones de mejora, es necesario tener en cuenta que aquellas acciones pueden generar consecuencias, es por lo que, al organizar estas acciones por su nivel de prioridad, se sugiere su simulación en el proceso y así evaluar la ejecución del proceso. En la Figura 9 se muestran aquellas métricas de evaluación que conforman la perspectiva pragmática del modelo DPQ (Gálvez, 2018).

**Figura 9.** Métricas de la perspectiva pragmática del modelo DPQ.

No.	MÉTRICA
<b>INFORMACIÓN GENERAL</b>	
<b>PP-ME1</b>	Existe un manual de usuario estandarizado y claro del proceso
<b>PP-ME2</b>	Todos los actores tienen conocimiento del proceso, con sus dificultades y acciones de mejora
<b>PP-ME3</b>	Existe un diagrama consensuado que represente la realidad del proceso
<b>DIAGRAMA DEL PROCESO</b>	
<b>PP-ME4</b>	El diagrama representa la realidad y respeta las normativas del proceso
<b>PP-ME5</b>	El diagrama tiene dificultades o problemas evidentes.
<b>PP-ME6</b>	El diagrama se encuentra mejorado
<b>PP-ME7</b>	El diagrama es consensuado
<b>PP-ME8</b>	El diagrama es fácil de entender
<b>DOCUMENTACIÓN DEL PROCESO</b>	
<b>PP-ME9</b>	Los documentos que fluyen en el proceso están codificados y estandarizados
<b>PP-ME10</b>	La estructura de los documentos estandarizados es clara y completa
<b>PP-ME11</b>	Los estados de los documentos que fluyen en el proceso son bien definidos y entendibles
<b>SIMULACIÓN DEL PROCESO</b>	
<b>PP-ME12</b>	La simulación del proceso se ha realizado en todos sus escenarios
<b>PP-ME13</b>	La simulación del proceso ha satisfecho a todos los actores
<b>PP-ME14</b>	La simulación del proceso ha permitido entender de forma clara el flujo del proceso

**Fuente:** (Gálvez, 2018)

### **Modelo de calidad ISO/IEC 25010**

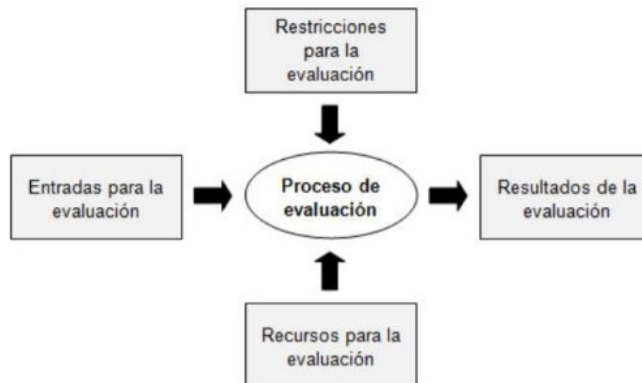
La calidad para este modelo presenta 2 enfoques, uno reúne todas las características de calidad interna (medición de resultados) y externa (aspectos de comportamientos) describiendo así el funcionamiento del producto en un entorno de desarrollo; mientras que el segundo encuentra a la calidad en uso de un producto ya finalizado como tal permitiendo conocer que tan usable es o no el producto en evaluación. Este modelo es seleccionado como el más viable para la evaluación a realizarse en este trabajo desde su primer enfoque; se considera como un modelo internacional ya probado y actualizado, además de que presenta características, subcaracterísticas, propiedades de calidad y métricas bien definidas que dan apertura a un estudio completo al momento de generar una matriz de evaluaciones para el caso de estudio a prueba.

### **Modelo de evaluación de calidad de producto ISO/IEC 25040**

Se analiza un modelo de evaluación como sugerencia en la cual apoye el trabajo con respecto a la evaluación del caso de estudio, según la norma o estándar ISO 25000 existe una división la cual se orienta a la evaluación de la calidad de un producto de software, se analizará este modelo con el fin de llevar el conocimiento a una evaluación de usabilidad.

Dentro de la división del estándar ISO/ IEC 25000, se encuentra la división 25040 como el proceso de evaluación de la calidad del producto de software que incluye las entradas, los recursos, las restricciones y los resultados, para el proceso de evaluación de la calidad del producto de software, en la Figura 10 se muestra como está estructurado esta relación de evaluación (ISO/IEC 25040).

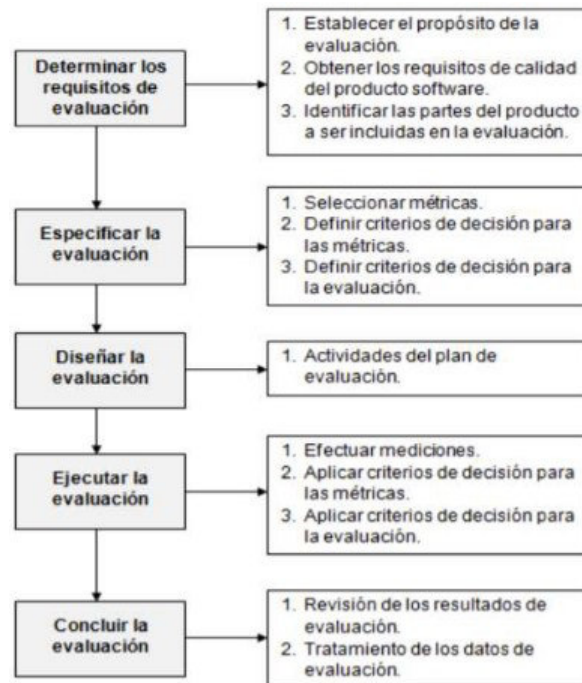
**Figura 10.** Estructura del proceso de evaluación de la calidad de producto de software



**Fuente:** (ISO/IEC 25040, 2011)

Como se puede ver en la Figura 10, el proceso de evaluación se tendrán entradas a las cuales se le aplicarán restricciones y recursos, generando como resultados las salidas del proceso, Las entradas para el proceso de evaluación son todos aquellos requisitos y especificaciones de calidad que un producto va a tomar en cuenta para su evaluación, buscando garantizar cierta calidad que satisfaga las necesidades de los usuarios.; las restricciones se identificaran como aquellas necesidades de los usuarios, recursos, horarios, costos, medio ambiente, herramientas y metodología. En el caso de los recursos se incluye a la metodología y sus herramientas de medición aplicables, incluidos módulos de evaluación, documentos SQuaRE aplicables (ISO / IEC 25001, 25010, 2502n, 25030, 25041, 25042), recursos humanos para la evaluación de la calidad de los productos de software, base de datos de conocimiento para la evaluación de la calidad de los productos de software etc... Las salidas son las conclusiones que apoyan al mejoramiento y evolución del producto en estudio. Este proceso de evaluación al igual que cualquier otro proceso maneja un inicio y un fin, que según la norma ISO 25040 lleva los siguientes pasos que se enlistan a continuación.

**Figura 11.** Proceso de evaluación de la calidad del producto



**Fuente:** (ISO/IEC 25040, 2011)

Como se muestra en la Figura 11 el proceso de evaluación es cíclico y lleva una secuencia debidamente bien organizada, por el cual reúne todo lo necesario para llevar a cabo una evaluación de calidad.

#### **1.4.4 Modelo seleccionado, estándar ISO/IEC 25010**

Se ha utilizado el estándar ISO/IEC 25010 como un modelo de calidad debido a que conforma parte de una familia de normas o estándares definidos dentro de la ISO/IEC 25000, además que es un estándar que se encuentra vigente por las actualizaciones y mejoras constantes, de esta manera brindando al evaluador una gran cantidad de herramientas para el trabajo; a esta familia se lo ha denominado con el nombre de “SQuaRE” por su división en su marco de trabajo de requisitos y evaluación de la calidad del software y del sistema, esta familia de estándares es producto de una constante evolución de normas anteriormente ya publicadas cual fin a sido



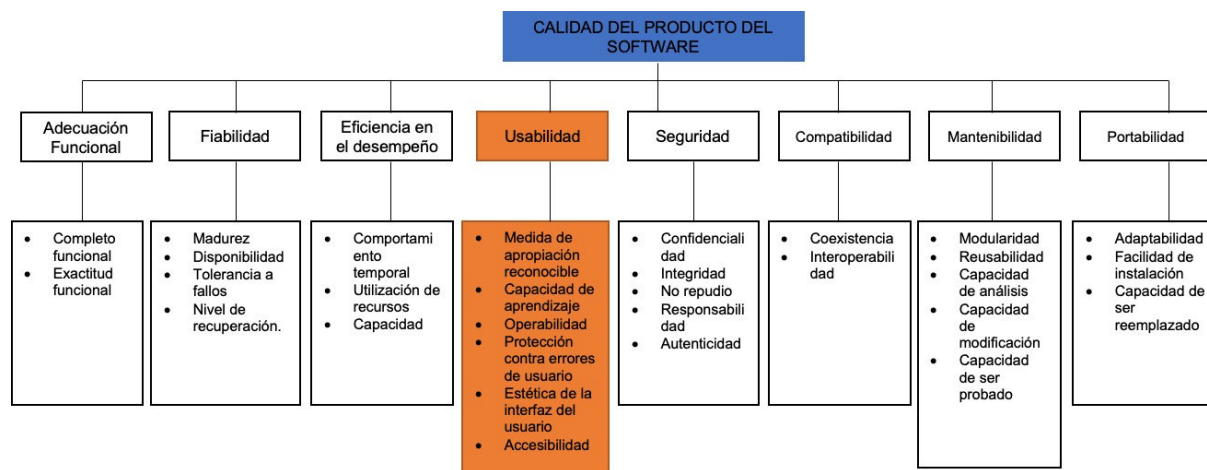
y es presentar un modelo de calidad de un producto de software. En este marco de trabajo aborda 5 divisiones las cuales son:

- ISO/IEC 2500n – División de Gestión de Calidad
- ISO/IEC 2501n – División de Modelo de Calidad
- ISO/IEC 2502n – División de Medición de Calidad
- ISO/IEC 2503n – División de Requisitos de Calidad
- ISO/IEC 2504n – División de Evaluación de Calidad

Para este trabajo se requiere realizar un estudio directo sobre la norma ISO/IEC 2501n que representa la división de modelo de calidad, el mismo que identifica a la calidad como el grado en el que un producto puede satisfacer las necesidades propuestas por un usuario bajo ciertas condiciones propias. Dentro de este modelo se encuentra una división la cual propone 2 modelos de los cuales uno de ellos hace referencia a la calidad en uso de un producto de software por otra parte, el modelo hace referencia a la calidad interna y externa de un producto. El modelo de calidad de uso según (ISO 25010, 2011) hace mención la efectividad, eficiencia, satisfacción, libertad de riesgo y cobertura de contexto como las 5 características principales en el análisis de la interacción usuario-producto; el estudio de este modelo no está alineado a los objetivos de este trabajo por lo cual, no se profundiza más en el estudio de sus métricas que se encuentran en (ISO 25013, 2016). Sin embargo, apoya de conocimiento en el sentido de entender la estructura de la norma ISO/IEC 2501n.

Por otro lado, adecuación, funcionalidad, eficiencia de desempeño, compatibilidad, usabilidad o (facilidad de uso), fiabilidad, seguridad, mantenibilidad y portabilidad forman parte del modelo de la calidad interna y externa de un producto software como características imprescindibles, mismas que se subdividen en subcaracterísticas que a continuación se detallarán en la Figura 12.

**Figura 12.** Modelo de calidad interna y externa de producto de software.



**Fuente:** (ISO/IEC 25010, 2011)

### 1.4.5 La usabilidad

La usabilidad o facilidad de uso según el estándar se mide como la capacidad que un producto o un sistema de software puede ser aprendido, entendido, usado y agradado por un determinado usuario que cual cumple un cierto rol en el proceso. (ISO 25010, 2011). En este trabajo se centra en las subcaracterísticas de la usabilidad, con sus respectivas propiedades de calidad “métricas”, documentadas en el estándar ISO/IEC 25023, que sugiere una codificación para una mejor identificación, esta codificación se ha determinado por su abreviación del nombre de la subcaracterísticas en inglés.

La primera subcaracterísticas de usabilidad es la capacidad de reconocer su apropiación o appropriateness recognizability “UAp”, misma que permite al usuario conocer si el producto es adecuado para el cumplimiento de los requerimientos. La capacidad para ser entendido o learnability “ULe” que mide la capacidad en la cual un usuario entienda si el producto esta acorde los objetivos estipulados. Operatividad u operability “UOp” mide la capacidad en la cual un usuario puede controlar y operar con facilidad el producto. Protección contra errores del usuario o user error protection “UEp” mide la capacidad en la cual un producto o un sistema

protege al usuario de no cometer errores. Estética de la interfaz del usuario o user interface aesthetics “UIa” se mide la capacidad en la cual el usuario se encuentra conforme con la interfaz del producto, agradando y satisfaciendo a la interacción con el mismo. Accesibilidad técnica o accessibility “UAc” mide la capacidad en la cual un producto permita la interacción con usuarios con diferentes capacidades (ISO/IEC 25023, 2016).

#### **1.4.5.1 Métricas para la calidad interna, externa – ISO/IEC 25023**

Para el estudio del modelo de calidad de la norma ISO/IEC 25010 con respecto a la usabilidad de un producto, se requiere de un conjunto de parámetros de medición que se estipula en la norma ISO/IEC 25023, de las cuales será importante detallarlas a continuación, ya que servirán de base para el desarrollo de este trabajo, entendiendo que las métricas internas de un producto puede ser o no un ejecutable, o también puede ser aplicado en su fase de desarrollo, y de este modo predecir la calidad final del producto y así poder iniciar acciones correctivas dentro del ciclo de desarrollo. Por otra parte, las métricas externas son aquellos atributos que se pueden medir a partir del comportamiento del producto de software o en el caso del producto final “modelo DPQ”, siendo aplicado a un ejecutable y al medir la calidad del producto final. Todas las métricas de evaluación para la usabilidad se encuentran consideradas por el estándar ISO/IEC 25000 como externas e internas, lo cual no habrá ninguna distinción al respecto.

#### **1.4.5.2 Métricas de la característica de la usabilidad**

En la Tabla 1 se presentan las métricas de evaluación de usabilidad que se utilizan para medir el nivel en que los usuarios pueden entender, aprender y operar, llevando a cabo una interacción confortable, satisfactoria y que lleve a cabo el cumplimiento de los objetivos del modelo en estudio.

**Tabla 1:** Subcaracterísticas y métricas de usabilidad (ISO\_25023, 2016)

<b>USABILIDAD</b>			
<b>Código</b>	<b>Subcaracterísticas</b>	<b>Id</b>	<b>Métrica</b>
<b>UAp</b>	Medida de apropiación reconocible	UAp-1-G	Descripción de lo completo
		UAp-2-S	Cobertura de demostración
		UAp-3-S	Autodescriptividad del punto de entrada
<b>ULe</b>	Capacidad de aprendizaje	ULe-1-G	Integridad de la guía del usuario
		ULe-2-S	Valores predeterminados de entrada
		ULe-3-S	Comprensibilidad de los mensajes de error
		ULe-4-S	Interfaz de usuario auto explicativa
<b>UOp</b>	Operabilidad	UOp-1-G	Consistencia operativa
		UOp-2-G	Claridad del mensaje
		UOp-3-S	Personalización funcional
		UOp-4-S	Personalización de interfaz de usuario
		UOp-5-S	Capacidad de monitoreo
		UOp-6-S	Capacidad de deshacer
		UOp-7-S	Categorización comprensible de información
		UOp-8-S	Consistencia de la apariencia
		UOp-9-S	Compatibilidad con dispositivos de entrada
<b>UEp</b>	Protección contra errores de usuario	UEp-1-G	Evitar errores de operación del usuario
		UEp-2-S	Corrección de errores de entrada de usuario
		UEp-3-S	Capacidad de recuperación de errores
<b>UIn</b>	Estética de la interfaz	UIn-1-S	Estética de la apariencia de la interfaz
<b>UAc</b>	Accesibilidad	UAc-1-G	Accesibilidad a usuarios con discapacidad
		UAc-2-S	Adecuación de idiomas admitidos

**Fuente:** (ISO/IEC 25010, 2011)

A continuación, se describe a cada una de las métricas de evaluación que el estándar ISO/IEC 25023, considera para la evaluación de usabilidad.

**UAp: Medida de apropiación reconocible** (ISO\_25023, 2016): Las medidas de calidad para el reconocimiento de la apropiación se utilizan para evaluar el grado en que los usuarios pueden reconocer si un producto o sistema es apropiado para sus necesidades.

- **UAp-1-G Descripción de lo completo:** Mide qué proporción se describe así mismo a detalle el producto en los documentos del usuario, y es muy recomendable, lo cual el estándar sugiere utilizar siempre esta medida de calidad. La función es  $X = A/B$  donde  $A$  = Número de escenarios de uso descritos en la descripción del producto o los documentos del usuario y  $B$  = Número de escenarios de uso del producto.
- **UAp-2-S Cobertura de demostración:** Mide qué parte de las tareas tiene funciones de demostración para que los usuarios reconozcan su capacidad para llevar a cabo un fin determinado. Según el estándar se recomienda utilizarlo bajo la discreción del usuario; lo que significa que se puede utilizar esta medida de calidad como referencia al desarrollar una nueva medida de calidad porque la medida tiene una fiabilidad desconocida. La función es  $X = A/B$  donde  $A$  = Número de tareas con funciones de demostración y  $B$  = Número de tareas que podrían beneficiarse de las funciones de demostración.
- **UAp-3-S Autodescriptividad del punto de entrada:** Mide qué parte de las páginas de destino de uso común en un sitio web explica el propósito del sitio web. Según el estándar se recomienda utilizar bajo la discreción del usuario, lo que significa que se puede utilizar esta medida de calidad como referencia al desarrollar una nueva medida de calidad porque la medida tiene una fiabilidad desconocida. La función es  $X = A/B$  donde  $A$  = Número de páginas de destino que explican el propósito del sitio web y  $B$  = Número de páginas de destino en un sitio web.

**ULe: Capacidad de aprendizaje** (ISO\_25023, 2016): Las medidas de capacidad de aprendizaje se utilizan para evaluar el grado en que usuarios específicos pueden usar un producto o sistema para lograr objetivos específicos de aprendizaje, para usar el producto o sistema con efectividad, eficiencia, ausencia de riesgo y satisfacción en un contexto de uso específico.

- **ULe-1-G Integridad de la guía del usuario:** Mide qué proporción de funciones se explica con suficiente detalle en la documentación del usuario y / o en la función de ayuda para permitir que el usuario aplique las funciones, y es muy recomendable, lo cual el estándar sugiere utilizar siempre esta medida de calidad. La función es  $X = A/B$  donde A = Número de funciones descritas en la documentación del usuario y / o servicio de ayuda según sea necesario; B = Número de funciones implementadas que deben documentarse. **NOTA** La capacidad de aprendizaje está estrechamente relacionada con la capacidad de reconocimiento pueden ser indicadores potenciales de aprendizaje del producto, donde la función de ayuda, por ejemplo, ayuda en línea, video de guía operativa, instrucciones operativas del sistema, etc.
- **ULe-2-S Valores predeterminados de los campos de entrada:** Mide qué proporción del campo de entrada que podría tener valores predeterminados, se llenan automáticamente con valores predeterminados, según el estándar es recomendado, que significa utilizar esta medida de calidad cuando sea apropiado. La función es  $X = A/B$  donde A = Número de campos de entrada cuyos valores predeterminados se han rellenado automáticamente durante la operación y B = Número de campos de entrada que podrían tener valores predeterminados.
- **ULe-3-S Comprensibilidad de los mensajes de error:** Mide qué proporción de los mensajes de error indican el motivo por el que se produjo el error y cómo resolverlo, según el estándar es recomendado, que significa utilizar esta medida de calidad cuando sea apropiado. La función es  $X = A/B$  donde A = Número de mensajes de error que

indican el motivo de la aparición y sugieren las formas de resolución cuando es posible y  $B =$  Número de mensajes de error implementados.

- **ULe-4-S Interfaz de usuario auto explicativa:** Mide qué proporción de elementos y pasos de información presentados al usuario permiten que las tareas comunes sean completadas por un usuario primerizo sin estudios o capacitación previos o buscando asistencia externa, según el estándar se recomienda utilizar bajo la discreción del usuario, lo que significa que se puede utilizar esta medida de calidad como referencia al desarrollar una nueva medida de calidad porque la medida tiene una fiabilidad desconocida. La función es  $X = A/B$  donde  $A =$  Número de elementos de información y pasos que se presentan de una manera que el usuario pudiera entender y  $B =$  Número de elementos de información y pasos necesarios para completar las tareas comunes para un usuario primerizo.

**UOp: Operabilidad** (ISO\_25023, 2016): Las medidas de operatividad se utilizan para evaluar el grado en que un producto o sistema tiene atributos que facilitan su operación y control del producto. Se espera que las medidas de operatividad se midan mediante pruebas operativas por parte de los representantes de los operadores o usuarios finales, o se pueden medir mediante análisis estático, como la revisión de requisitos, especificaciones de diseño o manuales de usuario.

- **UOp-1-G Consistencia operativa:** Mide en qué medida las tareas interactivas tienen un comportamiento y una apariencia coherentes tanto dentro de la tarea como en tareas similares, es muy recomendable, lo cual el estándar sugiere utilizar siempre esta medida de calidad. La función es  $X = 1 - A/B$  donde  $A =$  Número de tareas interactivas específicas que se realizan de forma incoherente y  $B =$  Número de tareas interactivas específicas que deben ser coherentes.
- **UOp-2-G Claridad del mensaje:** Mide qué proporción de mensajes de un sistema transmite el resultado correcto o instrucciones para el usuario, los mensajes que

proporcionan toda la información disponible podrían ayudar al usuario y, cuando es posible explicar cómo resolver el error, según el estándar es recomendado, que significa utilizar esta medida de calidad cuando sea apropiado. La función es  $X = A/B$  donde A = Número de mensajes que transmiten el resultado correcto o instrucciones para el usuario y B = Número de mensajes implementados.

- **UOp-3-S Personalización funcional:** Mide qué proporción de funciones y procedimientos operativos puede un usuario personalizar para su conveniencia, según el estándar se recomienda utilizar bajo la discreción del usuario, lo que significa que se puede utilizar esta medida de calidad como referencia al desarrollar una nueva medida de calidad porque la medida tiene una fiabilidad desconocida. La función es  $X = A/B$  donde A = Número de funciones y procedimientos operativos que se pueden personalizar para la comodidad del usuario y B = Número de funciones y procedimientos operativos para los que los usuarios podrían beneficiarse de la personalización.
- **UOp-4-S Personalización de interfaz de usuario:** Mide qué proporción de elementos de la interfaz de usuario pueden ser personalizado en apariencia, según el estándar se recomienda utilizar bajo la discreción del usuario, lo que significa que se puede utilizar esta medida de calidad como referencia al desarrollar una nueva medida de calidad porque la medida tiene una fiabilidad desconocida. La función es  $X = A/B$  donde A = Número de elementos de la interfaz de usuario que se pueden personalizar y B = Número de elementos de la interfaz de usuario que podrían beneficiarse de la personalización.
- **UOp-5-S Capacidad de monitoreo:** Mide qué proporción de estados de función se pueden monitorear durante la operación, para una mejor medición es útil encontrar qué función tiene un beneficio de la capacidad de monitoreo desde el punto de vista de la usabilidad durante la revisión del escenario o las pruebas operacionales por parte del



usuario. Esta función también se puede especificar como requisitos, según el estándar se recomienda utilizar bajo la discreción del usuario, lo que significa que se puede utilizar esta medida de calidad como referencia al desarrollar una nueva medida de calidad porque la medida tiene una fiabilidad desconocida. La función es  $X = A/B$  donde  $A =$  Número de funciones que tienen capacidad de supervisión de estado y  $B =$  Número de funciones que podrían beneficiarse de la capacidad de supervisión.

- **UOp-6-S Capacidad de deshacer:** Mide qué proporción de tareas que tiene una consecuencia significativa proporciona una opción para re-confirmación o deshacer, según el estándar es recomendado, que significa utilizar esta medida de calidad cuando sea apropiado. La función es  $X = A/B$  donde  $A =$  Número de tareas que proporcionan la capacidad de deshacer o solicitar la re-confirmación y  $B =$  Número de tareas para las que los usuarios podrían beneficiarse de tener capacidad de re-confirmación o deshacer.
- **UOp-7-S Categorización comprensible de información:** Mide hasta qué punto el software organiza la información en categorías que son familiares para los usuarios previstos y convenientes para sus tareas, ejemplo una tienda online organiza la mercancía de forma similar a la distribución física, según el estándar es recomendado, que significa utilizar esta medida de calidad cuando sea apropiado. La función es  $X = A/B$  donde  $A =$  Número de estructuras de información que son familiares y convenientes para el usuario previsto y  $B =$  Número de estructuras de información utilizadas.
- **UOp-8-S Consistencia de la apariencia:** Mide qué proporción de interfaces de usuario con elementos similares tiene una apariencia similar, por ejemplo, el “Ok” y el “Cancelar” siempre están en la misma posición en las interfaces, según el estándar se recomienda utilizar bajo la discreción del usuario, lo que significa que se puede utilizar esta medida de calidad como referencia al desarrollar una nueva medida de calidad porque la medida tiene una fiabilidad desconocida. La función es  $X = 1 - A/B$  donde  $A =$

Número de interfaces de usuario con elementos similares, pero con diferentes apariencias y B = Número de interfaces de usuario con elementos similares.

- **UOp-9-S Compatibilidad con dispositivos de entrada:** Mide en qué medida pueden iniciarse las tareas mediante todas las modalidades de entrada apropiadas (como teclado, mouse o voz), ejemplo dentro de un formulario de búsqueda, el botón de búsqueda se puede activar usando el mouse o presionando la tecla “Enter” en el teclado, según el estándar se recomienda utilizar bajo la discreción del usuario, lo que significa que se puede utilizar esta medida de calidad como referencia al desarrollar una nueva medida de calidad porque la medida tiene una fiabilidad desconocida. La función es  $X = A/B$  donde A = Número de tareas que pueden iniciar todas las modalidades de entrada apropiadas y B = Número de tareas soportadas por el sistema.

**UEp: Protección contra errores de usuario (ISO\_25023, 2016):** Las medidas de protección contra errores del usuario se utilizan para evaluar el grado en que el sistema protege a los usuarios contra cometer errores. Se espera que las medidas de protección contra errores del usuario se midan a través de pruebas operativas por parte de representantes de los operadores o usuarios finales, o se pueden medir mediante análisis estático, como la revisión de requisitos, especificaciones de diseño o manuales de usuario.

- **UEp-1-G Evitar errores de operación del usuario:** Mide qué parte de las acciones y entradas del usuario están protegidas en contra de causar cualquier mal funcionamiento del sistema, ejemplo al borrar archivos dentro de una aplicación, el usuario debe confirmar cada eliminación, es muy recomendable, lo cual el estándar sugiere utilizar siempre esta medida de calidad. La función es  $X = A/B$  donde A = Número de acciones y entradas del usuario que están protegidas contra la causa de cualquier funcionamiento defectuoso del sistema y B = Número de acciones y entradas del usuario que podrían protegerse de causar cualquier mal funcionamiento del sistema.

- **UEp-2-S Corrección de errores de entrada de usuario:** Determina en qué medida proporciona el sistema un valor correcto sugerido para los errores de entrada de usuario detectados con una causa identificable, es muy recomendable, lo cual el estándar sugiere utilizar siempre esta medida de calidad. La función es  $X = A/B$  donde A = Número de errores de entrada para los que el sistema proporciona un valor correcto sugerido y B = Número de errores de entrada detectados.
- **UEp-3-S Capacidad de recuperación de errores de usuario:** Mide qué proporción de errores de usuario se pueden corregir o recuperar por el sistema, según el estándar es recomendado, que significa utilizar esta medida de calidad cuando sea apropiado. La función es  $X = A/B$  donde A = Número de errores de usuario diseñados y probados para ser recuperados por el sistema y B = Número de errores de usuario que pueden ocurrir durante la operación.

**UIn: Estética de la interfaz del usuario (ISO\_25023, 2016):** Las medidas estéticas de la interfaz de usuario se utilizan para evaluar el grado en que la interfaz de usuario permite una interacción agradable y satisfactoria para el usuario.

- **UIn-1-S Estética de la apariencia de la interfaz del usuario:** Mide hasta qué punto son las interfaces de usuario y el diseño general estéticamente agradable en apariencia, evaluar la apariencia de las interfaces de usuario y estará influenciada por factores como el diseño y el color de la pantalla. Esto es particularmente importante para los productos de consumo. Las buenas combinaciones de colores pueden ayudar a los usuarios a leer rápidamente el texto o identificar la imagen. Luego, puede ser útil para una mejor medición de la estética abordar combinaciones de colores incorrectas, como azul claro sobre gris, rojo sobre naranja, verde sobre azul, etc. Esta medida de la calidad a menudo depende de un individuo de usuarios. Luego, se espera que participen diseñadores de usabilidad expertos o probadores en nombre de los usuarios, o representantes de los grupos de usuarios objetivo para medir esto. Según el estándar

se recomienda utilizar bajo la discreción del usuario, lo que significa que se puede utilizar esta medida de calidad como referencia al desarrollar una nueva medida de calidad porque la medida tiene una fiabilidad desconocida. La función es  $X = A/B$  donde  $A$  = Número de interfaces de visualización estéticamente agradables para los usuarios en apariencia y  $B$  = Número de interfaces de visualización.

**UAc: Accesibilidad (ISO\_25023, 2016):** Las medidas de accesibilidad se utilizan para evaluar el grado en que un producto o sistema puede ser utilizado por personas con la más amplia gama de características y capacidades, con el fin de lograr un objetivo específico bajo un contexto de uso específico.

- **UAc-1-G Accesibilidad para usuarios con discapacidad:** Mide hasta qué punto pueden los usuarios potenciales con discapacidades específicas utilizar con éxito el sistema (con tecnología de asistencia si es apropiado), las discapacidades específicas incluyen discapacidad cognitiva, física, auditiva/de voz y discapacidad visual. El rango de capacidades incluye discapacidades asociadas con la edad. Cualquier persona se convierte posiblemente en un usuario con capacidad cognitiva, física, auditiva o visual limitada en situaciones o entornos específicos, por ejemplo, en la oscuridad, en baja presión atmosférica a gran altitud, en agua y así sucesivamente, según el estándar es recomendado, que significa utilizar esta medida de calidad cuando sea apropiado. La función es  $X = A/B$  donde  $A$  = Número de funciones utilizables con éxito por los usuarios con una discapacidad específica y  $B$  = Número de funciones implementadas.
- **UAc-2-S Adecuación de idiomas admitidos:** Mide qué proporción de idiomas necesarios se admite, cuando los usuarios intentan utilizar un producto con un idioma diferente al del nativo, con frecuencia sufren errores operativos y, a veces, se dan por vencidos para lograr sus objetivos previstos. Tal caso es uno de accesibilidad decreciente y causado por una mala comprensión de la descripción y los mensajes. Luego, se debe considerar, especificar e implementar, qué idiomas se admitirán para

una posible variación de usuarios, según el estándar se recomienda utilizar bajo la discreción del usuario, lo que significa que se puede utilizar esta medida de calidad como referencia al desarrollar una nueva medida de calidad porque la medida tiene una fiabilidad desconocida. La función es  $X = A/B$  donde A = Número de idiomas realmente admitidos y B = Número de idiomas necesarios para ser admitidos.

## **Conclusiones del capítulo**

- Un proceso organizacional esta conformado por un grupo de personas, con un rol diferente dentro del proceso, estos roles deben estar bien estructurados en función de cumplir un mismo propósito, necesidades e intereses en común; dentro de estos roles existen actividades y tareas interconectadas mediante una secuencia lógica, el cual tiene un inicio y un fin, en el proceso se manejan intervalos de tiempo de trabajo en donde prevalece el conocimiento y las habilidades en su ejecución como una organización.
- La calidad es un conjunto de propiedades agrupadas, para determinar un nivel de aprovechamiento, en base a la satisfacción y el cumplimiento de un recurso sobre un requerimiento. A lo largo del tiempo se ha evidenciado múltiples aportes que han hecho de la calidad algo bien visto por la humanidad, para la calidad de un producto o un modelo, el aporte más relevante es el del estándar ISO 25000; que constantemente ha venido mejorando sus contribuciones e investigaciones a lo largo del tiempo, garantizando siempre la satisfacción del usuario.
- La usabilidad es una de las características del modelo de calidad ISO 25010, para demostrar si un producto es entendido, aprendido, y correctamente usado; el cual proporcione una interacción confortable y satisfactoria para el usuario.

- Para la evolución del modelo DPQ es importante analizar al modelo como un producto que brinda un servicio de calidad; es necesario analizar a la calidad del modelo mediante las buenas practicas y métricas de evaluación que aseguraran una mejora del proceso a la calidad.

## 2 METODOLOGÍA

Para el desarrollo del trabajo de titulación se ha determinado como metodología viable, la ejecución de cuatro fases: preparación, evaluación del caso de estudio, identificación de perspectivas de evolución del modelo DPQ, y redacción del proyecto de titulación. Han sido establecidas para el desarrollo de esta evaluación, basado en las recomendaciones que se sugiere llevar a cabo en un estudio de evaluación, en donde Robert (2009) menciona en su libro “Case Study Research” buenas prácticas para el diseño correcto de un caso de estudio; y adicional los pasos que sugiere la ISO/IEC 25040, con respecto a una evaluación de la calidad que se muestra en la Figura 11 “Proceso de evaluación de la calidad del producto”. Para este trabajo se ha adaptado estas fuentes con el fin de formular fases de trabajo para recopilar la información, organizar, evaluar y reportar. Haciendo posible la personalización de estas 4 fases para la evaluación del modelo DPQ mediante un caso de estudio. En este sentido, el proceso de titulación juega el rol de un caso de ejemplo, un caso práctico, o una aplicación práctica para ser evaluado por el modelo de calidad en estudio.

**Fase de preparación:** La fase de preparación contempla una recopilación de la información, por medio de los registros oficiales de las clases magistrales impartidas como nuevas competencias profesionales. Robert (2009), sugiere habilidades que debe tener una persona para recopilar la información, para este trabajo la información que se requiere es, los modelos de calidad de procesos, el modelo DPQ y sus perspectivas, las métricas que presenta el estándar ISO 25000 con respecto a la usabilidad. Para esta fase no se requiere de ninguna metodología para la recolección de la información, ya que el objetivo de este trabajo está centralizado en la evaluación del modelo DPQ, es por ello que se reutilizará las referencias impartidas por los docentes dentro del programa de Maestría. Como resultado de esta fase se obtiene el “Marco Teórico” presentado en la Sección 1.4, de este trabajo.

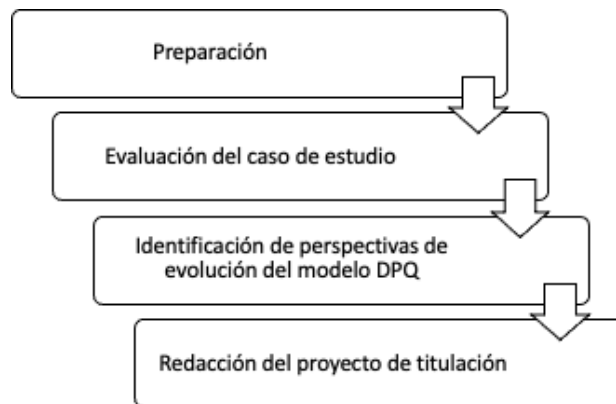
**Fase de evaluación del caso de estudio:** En esta fase de evaluación, se lleva a cabo una revisión de la Sección 1.4 y del proceso seleccionado como caso de ejemplo para esta evaluación; se requerirá la elaboración de una matriz de evaluación, en donde se presenten las métricas de usabilidad y toda la información relevante sobre la evaluación del modelo DPQ, esta matriz de evaluación se base en el diseño planteado por (Mena, 2020).

**Fase de identificación de perspectivas de evolución del modelo DPQ:** En esta fase se analiza la usabilidad del modelo DPQ mediante su aplicación a un caso de estudio del modelado de procesos organizacionales, basado en el modelo de calidad de la norma ISO/IEC 25010, donde se detallan las características, subcaracterísticas y métricas correspondientes a la usabilidad de un producto, con respecto a las perspectivas sintáctica, semántica y pragmática del modelo DPQ.

**Fase de redacción del proyecto de titulación:** Para, de esta manera finalizar el trabajo mediante la fase de redacción del proyecto de titulación, esta fase se inspira en el capítulo número 6 de (Robert, 2009) "Reportando casos de estudios", donde se analiza el cómo y que redactar sobre el estudio realizado, teniendo muy en cuenta de a quien está dirigido el reporte, dependerá su composición y la estructura ilustrativas del estudio realizado. Llevando así la redacción de la memoria de tesis y el proyecto de desarrollo.



**Figura 13.** Proceso de metodología de evaluación del caso de estudio.



## **Fase de Evaluación**

### **2.1 Evaluación de usabilidad del modelo DPQ**

Una vez ya revisada y analizada la información sobre el modelo DPQ, el proceso de titulación y la normativa establecida por el estándar ISO 25000 a continuación, se identificarán parámetros equivalentes entre un modelo de calidad y un producto de software.

#### **2.1.1 Identificación de parámetros y equivalentes para la evaluación de Usabilidad**

La identificación de los parámetros equivalente para la evaluación de la usabilidad, es realmente importante tomarlo en cuenta, ya que en este trabajo se busca medir la usabilidad de un modelo de calidad, mediante métricas desarrolladas para un producto de software. En este sentido se busca identificar cuales de estas métricas podrían ajustar al presente estudio. A continuación, se detalla detenidamente a cada una de las subcaracterísticas de usabilidad presentado anteriormente en la Tabla 1.

### 2.1.1.1 Medida de apropiación reconocible

**UAp-1-G Descripción de lo completo.** - Una vez revisado el documento descrito por (Gálvez, 2018), se puede evidenciar que el modelo cumple con la normativa del estándar, al disponer de una documentación base para el usuario, donde la construcción se encuentra descrita completamente en su documentación. Motivo por el cual se considera una medida de evaluación aplicable.

**Tabla 2:** Descripción del modelo DPQ.

<b>Escenarios</b>	<b>Descripción</b>
<b>Sintáctico</b>	Validar las reglas de la metodología
<b>Semántico</b>	Funcionalidad del diagrama del proceso
<b>Pragmático</b>	Facilidad de entender el modelo

**Fuente:** (Gálvez, 2018)

**UAp-2-S Cobertura de demostración:** Una vez terminada la construcción del modelo DPQ, su autor (Gálvez, 2018), presenta un caso de aplicación para el proceso de automatización de transferencias en línea gestionado por Kruger Corporation; demostrando las tareas que se debe llevar a cabo al evaluar un proceso con el modelo DPQ. Por tanto, se considera a esta medida como aplicable, al disponer de una cobertura demostrativa del modelo en ejecución. En la Tabla 3 se registran las tareas, que se evidencian en la documentación.

**Tabla 3:** Tareas que tienen una demostración

<b>Tareas</b>	<b>Perspectivas</b>
<b>Evaluación</b>	Sintáctica
	Semántica
	Pragmática
<b>Análisis</b>	Sintáctica
	Semántica
	Pragmática
<b>Reporte</b>	Sintáctica
	Semántica
	Pragmática

**Fuente:** (Gálvez, 2018)

**UAp-3-S Autodescriptividad del punto de entrada:** Al verificar el ciclo del modelo DPQ que esté conformado por las fases diseño, proceso y calidad, las cuales son controladas por sus perspectivas o escenarios; el estándar en esta métrica busca medir cuan alineadas están las partes del modelo a un mismo propósito, tal como es el caso del propósito de las paginas web en un sitio web. Como se ilustra en la Figura 6, las perspectivas están interconectadas por medio del ciclo DPQ. Por tanto, se considera medible para la evaluación.

### **2.1.1.2 Capacidad de aprendizaje**

**ULe-1-G Integridad de la guía del usuario:** Al ser una métrica que busca determinar la plenitud de la información en la guía del usuario, aplicaría para un producto de software como para un modelo, ya que ambos manejan la respectiva documentación que los respalde, por tanto, se considera medible para la evaluación. Para la evaluación del modelo DPQ, se mide cuan funcional es la documentación a la hora de ejecutar una evaluación. Una vez revisado el

documento de (Gálvez, 2018), se verifica que la documentación es funcional, al momento de evaluar un “caso de aplicación” y llegar al cumplimiento del propósito del modelo DPQ.

**ULe-2-S Valores predeterminados de los campos de entrada:** El estándar evalúa, la cantidad de valores que automáticamente un software genera en los campos de entrada. Al no ser el modelo DPQ un producto de software, no se espera una función que llene de valores dentro de su construcción. Por lo tanto, la métrica de valores predeterminados de los campos de entrada no es aplicable.

**ULe-3-S Comprensibilidad de los mensajes de error:** Un producto de software genera mensajes de error, al encontrar fallas en sus operaciones; el modelo DPQ al no ser un producto de software no genera mensajes de error. Por lo tanto, es una medida no aplicable.

**ULe-4-S Interfaz de usuario auto explicativa:** El estándar al decir elementos de información, hace referencia a los botones, cuadro de texto, mensajes flotantes, etc., que son atributos propios de un producto de software y que se presentan al usuario. Para el caso de la evaluación del modelo DPQ, se lo considera no aplicable, por considerarse una métrica exclusiva.

### **2.1.1.3 Capacidad Operativa**

**UOp-1-G Consistencia operativa:** Se mide a la operabilidad desde una conducta coherente e incoherente de sus tareas. Para el caso del modelo DPQ se registran sus métricas como tareas de evaluación. Por lo tanto, se considera una medida aplicable, en la Tabla 4 se presentan las métricas coherentes e incoherentes. Esta diferencia de coherencia se evalúa bajo el concepto de entendibilidad, por ejemplo, la métrica PSI-ME2 es un duplicado de la idea de PSE-ME1, sin ningún tipo de argumentación; “Existe un manual de usuario del proceso”. Para más detalle sobre esta evaluación, ver la Tabla 17 “Métricas incoherentes del modelo DPQ”.

**Tabla 4:** Parámetros para consistencia operativa

Tarea	Perspectivas	Coherentes	Incoherente
Evaluación	Sintáctica	14	0
	Semántica	11	4
	Pragmática	8	6
<b>Total</b>		33	10

**Fuente:** (Gálvez, 2018)

**UOp-2-G Claridad del mensaje:** Mide si la cantidad de mensajes que transmiten información al usuario es transparente, para el caso del modelo DPQ como ha sido previamente evaluadas sus métricas; aquí se presentan 27 buenas prácticas basadas en la metodología BPM; como guía para la construcción del modelo, por lo cual es considerado como mensajes que se emiten al usuario. Por lo tanto, es una medida de evaluación aplicable.

**UOp-3-S Personalización funcional:** Mide la correspondencia de funciones y procedimientos operativos que, por beneficio de un usuario se puede personalizar. Para el caso del modelo DPQ, dentro de su construcción ningún procedimiento ha sido diseñado para la personalización funcional. Además, la personalización funcional es una característica propia de un producto de software. Por lo tanto, se la a considerado como una medida no aplicable.

**UOp-4-S Personalización de interfaz de usuario:** Mide la capacidad de una interfaz, al ser personalizada por la cantidad de componentes que cambian su apariencia. El modelo DPQ no maneja ninguna interfaz del usuario, puede llegar a 0 ser muy forzado aplicarlo. Por lo tanto, está métrica se la considera como no aplicable para la evaluación.

**UOp-5-S Capacidad de monitoreo:** Mide la capacidad de supervisión a los estados de las funciones que se ejecutan a lo largo de una operación; la función de supervisión según el estándar hace referencia al monitoreo, lo cual es exclusivo de un producto de software. El modelo DPQ sin duda no aplicaría para la evaluación al ser un informe textual. Sin embargo,

podría ser de gran ayuda disponer un diccionario de métricas, para mejorar la comprensión por parte del usuario. Para este caso es una medida de evaluación no aplicable.

**UOp-6-S Capacidad de deshacer:** Es una capacidad propia de un producto de software, donde se ejecuta por detrás una función rollback o reversión, en el modelo DPQ no existe la capacidad de manipular datos, al ser esta medida característica de un sistema. Se dice que es una medida de evaluación no aplicable.

**UOp-7-S Categorización comprensible de información:** Esta medida busca determinar cual es el nivel de categorización con el cual el modelo DPQ maneja su información; la información para el caso del modelo DPQ son sus perspectivas que se componen de: definición, buenas prácticas y métricas de evaluación. Por lo tanto, se considera una medida evaluación aplicable.

**Tabla 5:** Categorización comprensible de la información del modelo DPQ

Categorías de
DPQ
Sintáctica
Semántica
Pragmática

**Fuente:** (Gálvez, 2018)

**UOp-8-S Consistencia de la apariencia:** Busca medir la proporción en que las interfaces tienen una apariencia similar a través de sus elementos. Los elementos a los que hace referencia el estándar son botones, cuadros de texto, checklist etc. El modelo DPQ no presenta interfaces de usuario ni tampoco elementos de un software. Por lo tanto, es una medida de evaluación no aplicable.

**UOp-9-S Compatibilidad con dispositivos de entrada:** Busca medir el número de tareas que se ejecutan por medio del uso de dispositivos periféricos (como teclado, ratón o voz); el modelo DPQ al ser un informe textual no requiere de dispositivos tecnológicos, por lo cual está medida de evaluación es no aplicable.

#### **2.1.1.4 Protección contra errores de usuario**

**UEp-1-G Evitar errores de operación del usuario:** Mide que número de movimientos de entrada tienen seguridad. El evitar un mal funcionamiento, es una característica exclusiva de un sistema al tener un conjunto de instrucciones que por detrás validan errores. Esto no es aplicable para un modelo de calidad, por lo tanto, es una medida de evaluación no aplicable.

**UEp-2-S Corrección de errores de entrada de usuario:** Verifica la correspondencia que un sistema tiene, con la asignación de valores correctos a los errores de ingreso por el usuario. En el caso del modelo DPQ no maneja funciones de corrección de datos, por lo que imposibilitaría el manejo funciones de autocompletado, por ser un modelo de calidad. Por tanto, es una medida de evaluación no aplicable.

**UEp-3-S Capacidad de recuperación de errores de usuario:** Mide la oportunidad que un software pueden corregir o recuperar información por medio de los errores de usuario; las acciones de corregir o recuperar información es una propiedad exclusiva de un software, el modelo DPQ al ser un archivo plano no maneja ninguna de estas operaciones y tampoco se espera. Por lo tanto, no es una medida de evaluación aplicable.

#### **2.1.1.5 Estética de la interfaz del usuario**

**UIn-1-S Estética de la apariencia de la interfaz del usuario:** Mide si el aspecto es agradable estéticamente, tanto como para las interfaces del usuario como para el diseño en general. Esta medida estará influenciada por factores como el diseño y el color de la pantalla. El modelo al presentar un informe textual no alcanza a evaluar estas propiedades, que según el estándar es

exclusiva de un producto de software que se despliega en una pantalla. Para el caso del modelo DPQ es una medida no aplicable para su evaluación.

### **2.1.1.6 Accesibilidad**

**UAc-1-G Accesibilidad para usuarios con discapacidad:** Verifica en qué medida los usuarios con discapacidades tiene acogida al modelo, según el estándar estas discapacidades pueden ser cognitivas, físicas, auditivas y visuales. Para la evaluación del modelo DPQ se consideraría una medida aplicable, por el derecho de accesibilidad a la información (Comisión Nacional de los Derechos Humanos, 2019, pág. 60). Al considerar al modelo DPQ como una guía para el diseño de procesos de calidad, el cual requiere de un medio de comunicación para la transmisión del mensaje, sus parámetros de evaluación serán: el número de discapacidades que el estándar sugiere, versus el número de discapacidades que el modelo puede atender.

**UAc-2-S Adecuación de idiomas admitidos:** Mide la capacidad que un software tolera utilizarlo con un idioma diferente al natal. Para el caso del modelo DPQ solamente se encuentra desarrollado en el idioma español, además no presenta una suficiente evolución en la cual se pueda presentar mediante gráficos o diagramas por el contrario es presentado como un informe en donde se describen textualmente las sugerencias. Por este motivo es una medida de evaluación no aplicable.

En la siguiente tabla se presenta un resumen de las equivalencias y su justificación entre los parámetros que dicta el estándar y aquellos que en esta sección no fueron identificados como equivalentes para la evaluación de la usabilidad del modelo DPQ.



**Tabla 6:** Resumen de equivalencias paramétricas

ID	Parámetros ISO/IEC 25023	Equivalentes en Modelo	Descripción y Justificación
	Usabilidad	DPQ	
<b>UAp-1-G</b>	Número de escenarios de uso que se presenta en la descripción del producto.	Número de perspectivas que se presenta en la descripción del modelo.	Verifica si el modelo cuenta con una documentación completamente.
<b>UAp-2-S</b>	Número de tareas que tiene funciones de demostración.	Número de tareas que el modelo demuestra como llevar a cabo, su ejecución	Verifica si hay una demostración completa o parcial dentro de la documentación.
<b>UAp-3-S</b>	Páginas de destino de uso común, que un sitio web explica el propósito del sitio.	Componentes del modelo que explica su propósito a detalle.	Verifica si el modelo DPQ, explica su propósito en cada uno de sus estudios.
<b>ULe-1-G</b>	Funciones que se explica con suficiente detalle en la documentación.	Medir la funcionalidad del documento, al ejecutar el modelo DPQ.	Verifica si el modelo, permite el aprendizaje sobre el mismo mediante, su documentación.
<b>ULe-2-S</b>	Número de campos de entrada que podrían tener valores predeterminados	N/A	Las métricas de evaluación del modelo, no espera valores predeterminados
<b>ULe-3-S</b>	Número de mensajes de error que indican el motivo por el cual se produjo el error.	N/A	No se puede medir mensajes de error, ya que es una cualidad exclusiva de un producto de software
<b>ULe-4-S</b>	Proporción de elementos informativos que presentan al usuario una explicación,	N/A	El estándar al mencionar elementos de información, refiere a botones, cuadro de

	para ser completadas sin capacitación previa.		texto, elementos propios de un producto de software.
<b>UOp-1-G</b>	Número de tareas que tienen un comportamiento coherente e incoherente.	Número de métricas de evaluación que tiene un comportamiento coherentes e incoherentes.	Verificar las métricas de evaluación del modelo tiene una consistencia operativa.
<b>UOp-2-G</b>	Proporción de mensajes que un sistema transmite como un resultado correcto o instrucciones a seguir por el usuario.	Evaluar la claridad con la que se presentan las buenas practicas.	Analizar la claridad de los mensajes, puede dar un valor agregado al modelo DPQ.
<b>UOp-3-S</b>	Proporción de funciones y procedimientos operativos puede un usuario personalizar para su conveniencia	N/A	Un modelo no esta diseñado para la personalización de su operación. Ya que es un ciclo cerrado.
<b>UOp-4-S</b>	Proporción de elementos de la interfaz de usuario puede ser personalizado en apariencia	N/A	El modelo no puede medir su apariencia sin presentar una interfaz de usuario.
<b>UOp-5-S</b>	Proporción de estados de función que se pueden monitorear durante la operación	N/A	La función de monitoreo, en esta medida, esta diseñada para evaluar a un producto de software, se encontraría muy forzado, realizar una equivalencia al modelo DPQ.

<b>UOp-6-S</b>	Proporción de tareas que tienen una consecuencia significativa y proporcionan una opción para re-confirmación	N/A.	La función de reconfirmación es una exclusividad de un sistema de software por la función "rollback".
<b>UOp-7-S</b>	Mide hasta qué punto el software organiza la información en categorías	Busca medir si la información se encuentra organizada y bajo que categoría.	El modelo DPQ maneja información, que se encuentra documentada para su operación.
<b>UOp-8-S</b>	Proporción de interfaces de usuario con elementos similares tiene la misma apariencia	N/A	En el modelo no dispone de interfaces de usuario, no presenta elementos como botones, cuadro de texto, etc..
<b>UOp-9-S</b>	Mide la cantidad de tareas que se inician mediante el uso de dispositivos de entrada	N/A	El modelo DPQ, no es un ejecutable para que pueda admitir dispositivos de entrada.
<b>UEp-1-G</b>	Mide qué parte de las acciones de entradas por parte del usuario están protegidas en contra de causar un mal funcionamiento del sistema.	N/A	Validar los campos es una función exclusiva de un sistema, no de un modelo.
<b>UEp-2-S</b>	En que medida proporciona el sistema un valor correcto sugerido para los errores de entrada de usuario	N/A	Un modelo no genera ningún valor de entrada, por el contrario, solo espera contribuir con una idea de

			calidad.
<b>UEp-3-S</b>	Mide qué proporción de errores de usuario se pueden corregir o recuperar por el sistema	N/A	Un modelo no cumple estas funciones, es una medida específica de un sistema.
<b>UIn-1-S</b>	Mide hasta qué punto son las interfaces de usuario y el diseño general estéticamente agradable en apariencia	N/A	El modelo no presenta una interfaz de usuario, únicamente definiciones, buenas prácticas y métricas de evaluación.
<b>UAc-1-G</b>	Mide hasta qué punto usuarios con discapacidades pueden utilizar con éxito el sistema.	Medir hasta que punto un usuario con discapacidad, puede hacer uso del modelo.	Ya que el modelo transmite información, requiere de un medio de comunicación, el cual pueda ser accesible por una discapacidad.
<b>UAc-2-S</b>	Mide qué proporción de idiomas necesarios se admiten, cuando los usuarios intentan utilizar un producto con un idioma diferente al del nativo	N/A	El modelo solo funciona para español.

## 2.1.2 Elaboración de la matriz de prueba

En la Tabla 1, se describen las métricas internas y externas de evaluación necesarias para la evaluación de la usabilidad de un producto de software; el modelo DPQ en este trabajo es

mirado como un artefacto o un producto de calidad; con respecto al modelo de calidad propuesto por ISO/IEC 25010, y lo descrito en la Sección 1.4.4 Estudio del estándar ISO/IEC 25010 del presente trabajo; se busca objetivamente encontrar equivalencias entre un modelo de calidad y un producto de software con respecto a la usabilidad. Con el fin de verificar la factibilidad de una evaluación de usabilidad por medio de las métricas que presenta el estándar ISO/IEC 25023.

Según el estándar, las medidas de usabilidad generan inevitablemente resultados algo subjetivos por lo que el modelo de calidad ISO/IEC 25010 recomienda utilizar una escala ordinal como alternativa. Para esta evaluación se aplica la escala sugerida que a continuación se detalla (ISO/IEC 25023, 2016).

**Tabla 7: Escala ordinal**

<b>Valor</b>	<b>Apreciación</b>
<b>Numérico</b>	
<b>1.0</b>	Excelente
<b>0.8</b>	Bien
<b>0.6</b>	Promedio
<b>0.4</b>	Pobre
<b>0.2</b>	Mal

**Fuente:** (ISO/IEC 25023, 2016)

Las métricas internas y externas que se encuentran formando parte de la evaluación de usabilidad según el estándar ISO/IEC 25010, están organizadas en 3 categorías.

**Tabla 8:** Categorías de las métricas según ISO/IEC 25010

<b>HR</b>	Muy recomendable	El estándar sugiere utilizar siempre esta medida de calidad
<b>R</b>	Recomendable	Utilizar esta medida de calidad cuando sea apropiado
<b>UD</b>	Utilizar bajo la discreción del usuario	Se puede utilizar esta medida de calidad como referencia al desarrollar una nueva medida de calidad porque la medida tiene una fiabilidad desconocida

**Fuente:** (ISO/IEC 25010, 2011)

### 2.1.2.1 Matriz de prueba para la evaluación de la usabilidad

En la Tabla 9, se presenta una matriz de evaluación de la usabilidad del modelo DPQ previo a su ejecución, sus campos constan del nombre de la subcaracterísticas correspondientes a la usabilidad, el nombre de cada una las métricas de las subcaracterísticas a ser evaluada, la fórmula que requiere cada métrica para ser medida, el tipo de medida que para el caso de la usabilidad sus valores serán contables; el método de aplicación donde se explica la acción que se deberá llevar acabo para encontrar las variables A, y B que varía de acuerdo con la fórmula que cada métrica presenta en la ecuación. Obteniendo así el valor de X que será el resultado de la evaluación de cada métrica presentada para la usabilidad. El diseño de la matriz de evaluación fue inspirado en la evaluación de portabilidad que se llevó a cabo por (Mena, 2020).

**Tabla 9:** Matriz de evaluación de usabilidad

<b>Subcaracterísticas</b>	<b>ID</b>	<b>Métrica</b>	<b>Método de aplicación</b>	<b>Formula</b>	<b>Tipo de medida</b>
Medida de apropiación reconocible	UAp-1-G	Descripción de lo completo	Contar el número de de escenarios, que se describe en la documentación.	$X = A/B$	X, A, B Contables
	UAp-2-S	Cobertura de demostración	Contar el número de tareas que se ha llevado a cabo una demostración, como guía.	$X = A/B$	X, A, B Contables
	UAp-3-S	Autodescriptividad del punto de entrada	Contar el número de perspectivas que explican el propósito del modelo.	$X = A/B$	X, A, B Contables
Capacidad de aprendizaje	ULe-1-G	Integridad de la guía del usuario	Contar el número de funcionalidades del documento para evaluar el modelo DPQ.	$X = A/B$	X, A, B Contables
	ULe-2-S	Valores predeterminados de los campos de entrada		N/A	N/A
	ULe-3-S	Comprensibilidad de los mensajes de error		N/A	N/A

**Tabla 9:** Matriz de evaluación de usabilidad (continuación)

<b>Subcaracterísticas</b>	<b>ID</b>	<b>Métrica</b>	<b>Método de aplicación</b>	<b>Formula</b>	<b>Tipo de medida</b>
Capacidad de aprendizaje	ULe-4-S	Interfaz de usuario auto explicativa		N/A	N/A
Operatividad	UOp-1-G	Consistencia operativa	Contar número de tareas interactivas incoherentes y coherentes	$X = 1 - A/B$	X, A, B Contables
	UOp-2-G	Claridad del mensaje	Contar el número de buenas prácticas que el modelo utiliza para transmitir en mensaje al usuario	$X = A/B$	X, A, B Contables
	UOp-3-S	Personalización funcional		N/A	N/A
	UOp-4-S	Interfaz de usuario		N/A	N/A
	UOp-5-S	Capacidad de monitoreo		N/A	N/A
	UOp-6-S	Capacidad de deshacer		N/A	N/A
	UOp-7-S	Categorización comprensible de información	Contar las categorías en las que el modelo agrupa la información	$X = A/B$	X, A, B Contables
	UOp-8-S	Consistencia de la apariencia		N/A	N/A
	UOp-9-S	Dispositivos de entrada		N/A	N/A



**Tabla 9:** Matriz de evaluación de usabilidad (continuación)

<b>Subcaracterísticas</b>	<b>ID</b>	<b>Métrica</b>	<b>Método de aplicación</b>	<b>Formula</b>	<b>Tipo de medida</b>
Protección contra errores de usuario	UEp-1-G	Evitar errores de operación del usuario		N/A	N/A
	UEp-2-S	Corrección de errores de entrada de usuario		N/A	N/A
	UEp-3-S	Capacidad de recuperación de errores de usuario		N/A	N/A
Estética de la interfaz del usuario	UIIn-1-S	Estética de la apariencia de la interfaz del usuario		N/A	N/A
Accesibilidad	UAc-1-G	Accesibilidad para usuarios con discapacidad	Contar el número de medios de comunicación para personas con discapacidad	$X = A/B$	X, A, B Contables
	UAc-2-S	Adecuación de idiomas admitidos		N/A	N/A

### **2.1.3 Ejecución de la evaluación**

En la Tabla 10, se lleva a cabo la ejecución de la evaluación de aquellas métricas que fueron aplicables para la evaluación de usabilidad del modelo “DPQ”, los campos de la tabla indican el nombre de la subcaracterísticas, nombre de la métrica, fórmula de evaluación, valor de las variables, y su aprovechamiento.

**Tabla 10:** Evaluación de usabilidad del modelo DPQ

<b>Subcaracterísticas</b>	<b>Métricas</b>	<b>Fórmula</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>X</b>	<b>Aprovecha</b>
Medida de apropiación	Descripción de lo completo <b>UAp-1-G</b>	$X = A/B$ donde A = Número de perspectivas descritas en la documentación del modelo B = Número de perspectivas totales del modelo.	3	3	1	Excelente
Cobertura de demostración	<b>Uap-2-S</b>	$X = A/B$ donde A = Número de tareas que se demuestran, en la documentación B = Número de tareas demostradas que benefician al usuario	9	9	1	Excelente
Autodescriptividad del punto de entrada	<b>Uap-3-S</b>	$X = A/B$ donde A = Número de perspectivas que explican claramente su propósito en el modelo B = Número de perspectivas del modelo.	3	3	1	Excelente
Capacidad de aprendizaje	Integridad de la guía del usuario <b>Ule-1-G</b>	$X = A/B$ donde A = Número de funciones de ayuda registrado en el documento. DPQ B = Número de funciones de ayuda implementadas, que deben documentarse.	1	1	1	Excelente

**Tabla 10:** Evaluación de usabilidad del modelo DPQ (continuación)

Subcaracterísticas	Métricas	Fórmula	A	B	X	Aprovechamientos
Operatividad	Consistencia operativa	$X = 1 - A/B$ donde A = Número de métricas incoherente y B = Número de métricas coherente	10	33	0.7	Bien
	<b>UOp-1-G</b>					
	Claridad del mensaje	$X = A/B$ donde A = Número de buenas practicas que se describen a si mismas, para el usuario y B = Número de buenas practicas.	27	27	1	Excelente
	<b>UOp-2-G</b>					
Accesibilidad	Categorización comprensible de información	$X = A/B$ donde A = Número de perspectivas del modelo DPQ. B = Número de perspectivas utilizadas por el modelo DPQ.	3	3	1	Excelente
	<b>UOp-7-S</b>					
	Accesibilidad para usuarios con discapacidad	$X = A/B$ donde A = Número de medios de comunicación que el modelo puede tener, para discapacidades y B = Número de discapacidades que sugiere el estándar.	1	4	0.2	Mal
	<b>UAc-1-G</b>					

## **2.2 Evaluación de un caso de ejemplo práctico mediante el modelo “DPQ”**

### **2.2.1 Descripción del caso de ejemplo práctico**

En la evaluación se presenta el proceso de titulación desarrollado por la Facultad de Ingeniería de Sistemas “FIS” de la Escuela Politécnica Nacional “EPN” en el año 2020, mismo que tiene como objetivo, representar el proceso que un estudiante egresado debe realizar para llevar a cabo la obtención del título respectivo, para lo cual la persona que toma el rol de estudiante debe reunir ciertos requisitos. El proceso se lo considera útil para la evaluación, ya que se encuentra actualmente en operación, maneja diferentes roles, cada una de las actividades se encuentran debidamente interconectadas entre los roles con un único fin, y más importante que al ser un caso de estudio el proceso de titulación, el investigador puede ser adaptativo y flexible, de modo que las situaciones recién encontradas puedan verse como oportunidades, no como amenazas, y es una de las sugerencias que presenta Robert (2009) en la recolección de evidencia del caso de estudio. De esta manera teniendo en cuenta todos y cada uno de los requerimientos que cada actor debe tener para el correcto funcionamiento, se lo ha tomado como un caso viable para la evaluación del modelo DPQ de Patricia Gálvez, en el año 2018.

El diagrama del proceso se encuentra adjunto a este trabajo en la sección de anexos, con el nombre de *Proceso de Titulación de la Facultad de Sistemas de la Escuela Politécnica Nacional*.

#### **2.2.1.1 Actividades del proceso de graduación**

De manera global se identifica para el proceso de titulación de la EPN, los siguientes actores: Secretaría General EPN, Secretaría de Grado FIS, Estudiante, Jefe de Departamento, Tribunal Calificador, Presidente(a) de Tribunal.

- **Secretaría General EPN.** - Receptar expediente de grado del estudiante enviado por la Unidad Académica. Revisar y evaluar expediente. Registrar la fecha de declarado apto para rendir defensa oral. Archivar expediente final del estudiante.
- **Secretaría de Grado FIS.** - Receptar la solicitud y los ejemplares del trabajo de titulación. Ingresar la fecha de entrega de ejemplares, calificaciones en el SAEW. Entregar y receptar lista de requisitos del estudiante, recibir solicitud de fecha de defensa oral, y el trabajo de titulación empastado con los CDs.
- **Estudiante.** - Reunir los requisitos para armar el expediente de grado, dentro de los requisitos se encuentra la orden de empastado, solicitud apta para rendir el grado oral, hoja de datos personales del graduando, copia de cédula de identidad y papeleta de votación, título de bachiller o acta de grado, certificado de idioma inglés, registro bibliográfico, certificado de no adeudar en Unidades Académicas EPN, certificado de no adeudar en Unidades FIS.
- **Jefe de departamento.** - Notificar a los profesores que fueron designados como miembros del tribunal calificador. Receptar expedientes finales del estudiante, firmar y aprobar el expediente, remitir expediente firmado y aprobado a Secretaría General.
- **Tribunal Calificador.** - Completar rúbrica de evaluación de proyecto de titulación de posgrado. Emitir informe de calificación. Establecer fecha de la defensa oral, deliberar nota de defensa de grado, esta actividad se lo realiza en conjunto con el presidente del tribunal.
- **Presidente(a) de Tribunal.** - Completar acta de calificación.

El flujograma del proceso anteriormente descrito se encuentra adjunto como anexo III en este trabajo con el nombre de "Proceso de titulación de la Escuela Politécnica Nacional".

En esta evaluación, se ejecuta de forma práctica la evaluación del caso de estudio con el nombre de "proceso de titulación" adjunto en el Anexo III, este proceso es gestionado por la Facultad de Sistemas de la Escuela Politécnica Nacional; para su ejecución se ha solicitado la

ayuda de la parte administrativa del proceso, que para este caso es “secretaría de grados”. Mediante una reunión presencial se lleva a cabo la evaluación del proceso mediante el modelo DPQ, adjunto en el Anexo II. Evaluación que se llevo de manera satisfactoria y que ha generado los siguientes resultados.

**Figura 14.** Evaluación del proceso de titulación, perspectiva sintáctica.

<b>MÉTRICAS DE CALIDAD SINTÁCTICA</b>			
<b>No.</b>	<b>MÉTRICA</b>	<b>SI</b>	<b>NO</b>
<b>INFORMACIÓN GENERAL</b>			
1	Existe un diagrama del proceso		X
2	Existe una manual de usuario del proceso		X
3	Existe un diccionario de terminología comercial		X
<b>DIAGRAMA DEL PROCESO</b>			
1	Todos los actores relacionados con el proceso están identificados	X	
2	Existe un único inicio en el diagrama del proceso	X	
3	Existen puntos muertos en el diagrama del proceso	X	
4	Existen eventos de fin justificados en el diagrama del proceso	X	
5	Existe orden de precedencia en las activades diagramadas	X	
6	Las interacciones de los actores externos se encuentra diagramada	X	
7	El diagrama respeta las reglas de la metodología seleccionada	X	
<b>DOCUMENTACIÓN DEL PROCESO</b>			
1	La documentación que fluye en el proceso está clasificada, codificada y almacenada	X	
2	Existe clasificación de los documentos que pueden ser estandarizados y los que no		X
3	Los documentos estandarizados están detallados	X	
4	Existe un manual de procesos estandarizado	X	

**Figura 15.** Evaluación del proceso de titulación, perspectiva semántica.

<b>MÉTRICAS DE CALIDAD SEMÁNTICA</b>			
<b>No.</b>	<b>MÉTRICA</b>	<b>SI</b>	<b>NO</b>
<b>INFORMACIÓN GENERAL</b>			
1	Existe un manual de usuario del proceso	X	
2	Existe un conocimiento del proceso unificado entre todos sus actores	X	
3			
<b>DIAGRAMA DEL PROCESO</b>			
1	El diagrama representa la vida real del proceso	X	
2	El diagrama es fácil de entender	X	
3	El diagrama es coherente y tiene secuencia lógica	X	
4	El diagrama representa todos los escenarios del proceso en la vida real	X	
5	El diagrama es consensuado	X	
<b>DOCUMENTACIÓN DEL PROCESO</b>			
1	Existe registro del seguimiento de los documentos que fluyen en el proceso		X
2	Existe un diccionario de acrónimos o términos comerciales del proceso		X
3	Existen documentos estandarizados con estructuras definidas		X
<b>MEJORAS DEL PROCESO</b>			
1	Existen dificultades encontradas en el proceso		X
2	Las dificultades han sido consensuadas		X
3	Se diferencian dificultades del rol y del proceso		X
4	Existen acciones de mejora definidas y consensuadas	X	
5	Las acciones de mejora pueden ser implementadas	X	



Figura 16. Evaluación del proceso de titulación, perspectiva pragmática.

<b>MÉTRICAS DE CALIDAD PRAGMÁTICA</b>			
<b>No.</b>	<b>MÉTRICA</b>	<b>SI</b>	<b>NO</b>
<b>INFORMACIÓN GENERAL</b>			
1	Existe un manual de usuario estandarizado y claro del proceso	X	
2	Todos los actores tienen conocimiento del proceso, con sus dificultades y acciones de mejora	X	
3	Existe un diagrama consensuado que represente la realidad del proceso	X	
<b>DIAGRAMA DEL PROCESO</b>			
1	El diagrama representa la realidad y respeta las normativas del proceso	X	
2	El diagrama tiene dificultades o problemas evidentes		X
3	El diagrama se encuentra mejorado	X	
4	El diagrama es consensuado	X	
5	El diagrama es fácil de entender	X	
<b>DOCUMENTACIÓN DEL PROCESO</b>			
1	Los documentos que fluyen en el proceso están codificados y estandarizados		X
2	La estructura de los documentos estandarizados es clara y completa	X	
3	Los estados de los documentos que fluyen en el proceso son bien definidos y entendibles	X	
<b>SIMULACIÓN DEL PROCESO</b>			
1	La simulación del proceso se ha realizado en todos sus escenarios	X	
2	La simulación del proceso ha satisfecho a todos los actores	X	
3	La simulación del proceso ha permitido entender de forma clara el flujo del proceso	X	

### 3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### Fase de identificación de perspectivas de evolución del modelo DPQ.

##### 3.1 Resultados de evaluación de usabilidad

En la Tabla 11, se muestra un resumen completo de la evaluación de usabilidad del modelo DPQ, con el resultado obtenido de cada métrica evaluada, el valor esperado, una sumatoria y un porcentaje de usabilidad; cabe recalcar que este porcentaje es un valor aproximado de usabilidad, ya que solamente se han hallado 8 métricas equivalentes de 22 que el estándar propone para una evaluación de usabilidad.

**Tabla 11:** Ponderación final de la evaluación de usabilidad

Subcaracterísticas	Métricas	Resultado	Valor	Aprovecha
		Obtenido	deseado	
Medida de apropiación	Descripción de lo completo	1	1	Excelente
	Cobertura de demostración	1	1	Excelente
	Autodescriptividad del punto de entrada	1	1	Excelente
Capacidad de aprendizaje	Integridad de la guía del usuario	1	1	Excelente
Operatividad	Consistencia operativa	0.5	1	Promedio
	Claridad del mensaje	1	1	Excelente
	Categorización comprensible de información	1	1	Excelente
Accesibilidad	Accesibilidad para usuarios con discapacidad	0.2	1	Mal
Sumatoria		6.7	8	BIEN
<b>Porcentaje</b>		<b>83,75%</b>	<b>100%</b>	

En la Tabla 12, se presenta un resumen de todas las métricas que corresponden a una evaluación de usabilidad, clasificadas por su categoría y nombre según lo indica el estándar; como se pudo evidenciar no todas las métricas fueron aplicables para este estudio, lo cual es de aporte para la última fase de este trabajo.

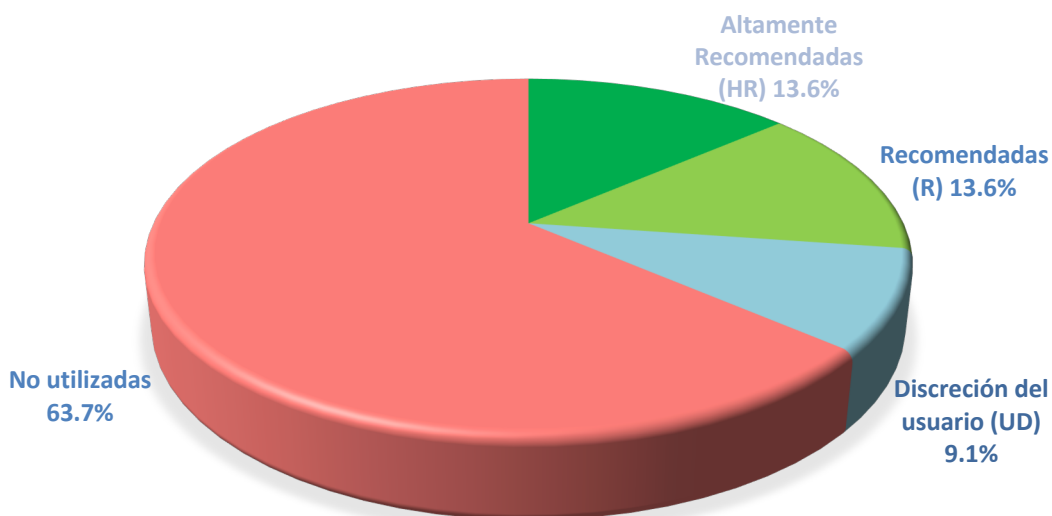
**Tabla 12:** Resumen de métricas utilizadas para la evaluación

<b>Subcaracterísticas</b>	<b>Métricas de usabilidad</b>	<b>Categoría</b>	<b>Métricas Usadas</b>
<b>Idoneidad reconocible</b>	Descripción de lo completo	HR	SI
	Cobertura de demostración	UD	SI
	Autodescriptividad del punto de entrada	UD	SI
<b>Capacidad de aprendizaje</b>	Integridad de la guía del usuario	HR	SI
	Valores predeterminados de los campos de entrada	R	NO
	Comprensibilidad de los mensajes de error	R	NO
	Interfaz de usuario auto explicativa	UD	NO
<b>Operabilidad</b>	Consistencia operativa	HR	SI
	Claridad del mensaje	R	SI
	Personalización funcional	UD	NO
	Personalización de interfaz de usuario	UD	NO
	Capacidad de monitoreo	UD	NO
	Capacidad de deshacer	R	NO
	Categorización comprensible de información	R	SI
	Consistencia de la apariencia	UD	NO
	Compatibilidad con dispositivos de entrada	UD	NO
<b>Protección contra errores de usuario</b>	Evitar errores de operación del usuario	HR	NO
	Corrección de errores de entrada de usuario	HR	NO
	Capacidad de recuperación de errores de usuario	R	NO

<b>Estética de la interfaz del usuario</b>	Estética de la apariencia de la interfaz del usuario	UD	NO
<b>Accesibilidad</b>	Accesibilidad para usuarios con discapacidad	R	SI
	Adecuación de idiomas admitidos	UD	NO
<b>Total</b>	22 métricas de evaluación	HR: 5; R: 7; UD: 10	HR:3; R: 3; UD: 2; <b>TOTAL</b> <b>8/22</b>

En el Figura 17, se representa gráficamente el porcentaje de métricas que fueron evaluadas, estas se encuentran clasificadas por su categoría, “HR” altamente recomendadas, “R” recomendadas, “UD” a discreción del usuario como lo muestra la Tabla 8, y además el porcentaje de métricas que no fueron aplicables. El gráfico ilustra los resultados de la Tabla 12.

**Figura 17.** Gráfico de la evaluación de usabilidad categorizado por métricas.



En el Anexo II, se adjunta al documento una serie de preguntas que están basadas en las características de la usabilidad, con el fin de evaluar la usabilidad del modelo DPQ, desde un enfoque más subjetivo (desde la persona más que desde el objeto), complementando así a la evaluación que se lleva a cabo. Estas preguntas fueron abordadas después de utilizar el modelo “DPQ”, las cuales fueron diseñadas en base al concepto que cada una de las características de usabilidad se enuncian en la Sección 1.4.5.2 y adicional la escala ordinal, que el estándar lo sugiere para una medición de la usabilidad, exclusivamente estos resultados están consolidados en la Tabla 13.

Cada una de las preguntas que se diseñaron para el cuestionario Anexo II, hacen un cuestionamiento a la experiencia del sujeto que lo observa, por ejemplo: la pregunta 1 dice: “cuán apropiada consideraría usted a la evaluación anteriormente realizada; como un modelo para el diseño de procesos de calidad”, basándose en el concepto de la característica de “Medida de apropiación” que se describe en la Sección 1.4.5.2, y cual busca medir cuán apropiado es el modelo para cumplir su objetivo. De esta manera se planteo cada una de las preguntas que presenta el Anexo II, con cada uno de sus conceptos de las características y subcaracterísticas de usabilidad, sin excluir a ninguna de las subcaracterísticas que sus parámetros de medida no fueron equivalentes por ser un modelo de calidad Tabla 6; de esta manera es como se diseño el cuestionario, que se puede visualizar en el Anexo II. Este estudio no se lo ha realizado con el fin para corroborar, o comparar resultados, sino más bien complementando al estudio mediante la evaluación de la experiencia del usuario con respecto a la usabilidad del modelo DPQ.

Para la obtención del resultado se realiza un promedio del puntaje de las preguntas de usabilidad, para más detalle sobre las preguntas y la obtención de estos resultados ver el Anexo II.

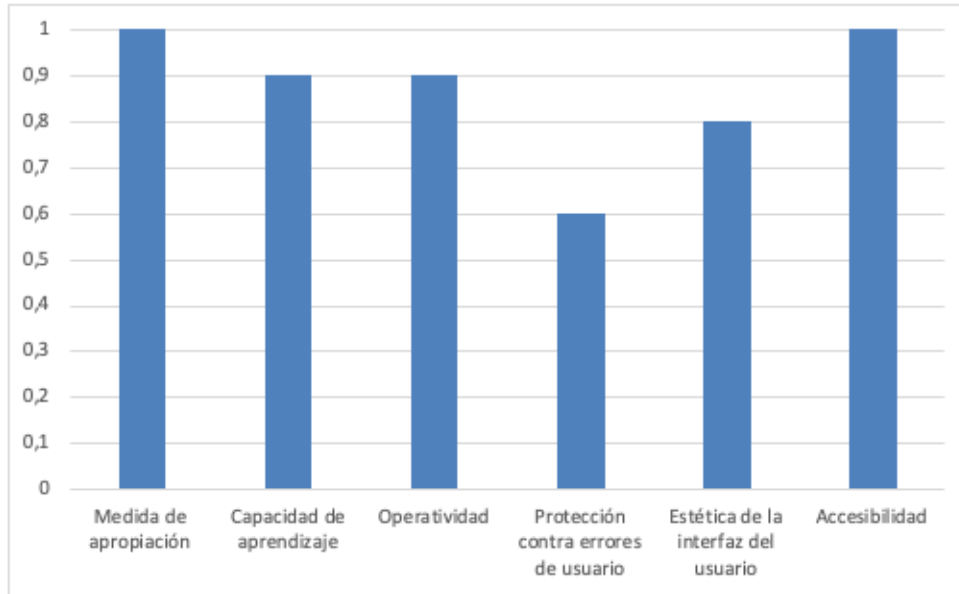
**Tabla 13:** Resultado del cuestionario de usabilidad del modelo DPQ

<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>PUNTAJE</b>	<b>EQUIVALENCIA</b>
Medida de apropiación	5	1
Capacidad de aprendizaje	4.5	0.9
Operatividad	4.5	0.9
Protección contra errores de Usuario	3	0.6
Estética de la interfaz del usuario	4	0.8
Accesibilidad	5	1
Promedio	4.3	0.8
		6
<b>Porcentaje</b>		<b>86.6%</b>

El estudio anteriormente planteado da como resultado un 86.6% de usabilidad del modelo DPQ, este porcentaje valora la experiencia del usuario con respecto a la usabilidad al utilizar el modelo DPQ; cabe recalcar que esta evaluación es subjetiva y no tiene un resultado aproximado a lo real; mediante estos análisis realizados, se busca presentar una aproximación de resultados, con el fin de disponer de recursos para la fase de redacción del proyecto de titulación y conclusión de los objetivos.

En la Figura 18, se busca representar gráficamente la Tabla 13, con el fin de ilustrar los resultados que fueron obtenidos; en la parte izquierda del eje Y, se presenta la escala ordinal como base de la evaluación la cual ha sido de soporte en todas las evaluaciones del trabajo, en el eje de la X, se encuentran las subcaracterísticas de usabilidad que propone el estándar ISO/IEC 25010.

**Figura 18.** Resultado de la experiencia del usuario en la evaluación de usabilidad del modelo DPQ



### 3.2 Resultados de la evaluación del caso de estudio “Proceso de titulación”

En base a la documentación presentada por (Gálvez, 2018), cuando un proceso no cumple con una o unas métricas de evaluación, el siguiente paso es analizar a través de las perspectivas del modelo DPQ sus falencias; y la manera en como las buenas prácticas, aportan valor para su mejoramiento. Sugerir una buena práctica, ha sido identificado como una tarea dentro del modelo DPQ, en donde se emite un reporte, con aquellas métricas que no cumple el proceso. En base al resultado obtenido en el Anexo I, se presenta la Tabla 14, 15 y 16, como las buenas prácticas que sugiere el modelo DPQ para el proceso de titulación; las tablas anteriormente mencionadas constan de: el código de la métrica, el problema, y de su recomendación.

Cumpliendo todas y cada una de las recomendaciones que propone el modelo DPQ, se garantizaría un mejor diseño de calidad en el proceso de titulación de la EPN.

**Tabla 14:** Buenas prácticas del modelo DPQ para el proceso de titulación EPN, perspectiva sintáctica

<b>Código métrica</b>	<b>Problema</b>	<b>Recomendación</b>
<b>PSI-ME1</b>	<i>Marcación errórea.</i> existe un diagrama del proceso	Si N/A
<b>PSI-ME2</b>	No existe un manual del proceso que fue diagramado.	Para seguir la metodología y lograr un diseño que cumpla con el propósito del proceso es bueno designar un guía que conduzca a los participantes durante la formalización del proceso.
<b>PSI-ME3</b>	No existe un diccionario de terminología comercial.	La mayoría de metodologías hacen uso de reglas, las cuáles deben ser explicadas antes de formalizar el proceso
<b>PSI-ME12</b>	No existe una clasificación de los documentos que pueden ser estandarizados y los que no.	En el proceso se deben clasificar dos tipos de documentos, por un lado, están los que se pueden estandarizar que deben ser recopilados con sus especificaciones y por otro los que no.



**Tabla 15:** Buenas prácticas del modelo DPQ para el proceso de titulación EPN, perspectiva semántica

<b>Código métrica</b>	<b>Problema</b>	<b>Recomendación</b>
<b>PSE-ME8</b>	No existe un registro del seguimiento de los documentos que fluyen en el proceso.	En el proceso se deben identificar los documentos que se generan, y dar seguimiento a los documentos que fluyen en él
<b>PSE-ME9</b>	Existe un diccionario de acrónimos o términos comerciales del proceso.	Para completar el diseño del proceso es necesario generar un manual del proceso, por otro lado, se debe incluir un diccionario que contenga la terminología específica utilizada en el diagrama.
<b>PSE-ME10</b>	Existen documentos estandarizados con estructuras definidas	Los documentos que fluyen en el proceso y que son estandarizados, deben ser recopilados con las especificaciones de diseño de los posibles formularios
<b>PSE-ME11</b>	Existen dificultades encontradas en el proceso	Es importante que cada actor detecte las dificultades que tiene en el proceso diariamente.
<b>PSE-ME12</b>	Las dificultades han sido consensuadas	En base a cómo se realiza el proceso y cómo lo realiza la competencia, los actores deben identificar las acciones de mejora que permitan solucionar las

		dificultades encontradas e innovar el proceso
<b>PSE-ME13</b>	Se diferencian dificultades del rol y del proceso	En el proceso existen dos tipos de dificultades las cuáles deben ser diferenciadas, el primer tipo tiene que ver con las dificultades relacionada al rol, el segundo tipo tiene que ver con las dificultades relacionadas al proceso

**Tabla 16:** Buenas prácticas del modelo DPQ para el proceso de titulación EPN, perspectiva pragmática

<b>Código métrica</b>	<b>Problema</b>	<b>Recomendación</b>
<b>PP-ME5</b>	El diagrama tiene dificultades o problemas evidentes.	Es importante socializar el nuevo diagrama del proceso obtenido en base a la mejora seleccionada, mediante uso de medios visuales y auditivos
<b>PP-ME9</b>	Los documentos que fluyen en el proceso están codificados y estandarizados	Los documentos que fluyen en el proceso y que son estandarizados, deben ser recopilados con las especificaciones de diseño de los posibles formularios

## Fase de redacción

### 3.3 Discusión y análisis de resultados

#### 3.3.1 Análisis de la evaluación de usabilidad del modelo DPQ

El presente trabajo de titulación se muestra una alternativa de evaluación de usabilidad que esta basado en el modelo de calidad ISO/IEC 25010; mediante la utilización de las métricas de calidad interna y externa presentadas por medio del estándar ISO/IEC 25023.

Dentro de este contexto se ha realizado un análisis minucioso en los parámetros de evaluación que el estándar sugiere seguir, con el fin de tener un resultado de evaluación lo más cercano posible a la realidad; para el caso de la evaluación del modelo DPQ, no ha sido en su totalidad aplicable a las métricas de evaluación que el estándar propone, esto debido a que, el estándar ISO/IEC 25000 es un conjunto de normas que evalúan la calidad de producto de software. Sin embargo, en este trabajo se busca encontrar una alternativa de evaluación para modelos de diseño de procesos de calidad. Se parte de la idea de identificar equivalencias en los parámetros de medida del estándar. Después de un detenido análisis, a cada una de las 22 métricas de usabilidad, se presenta una matriz de evaluación, donde se excluye las métricas no aplicables. Obteniendo un resultado total de 36.4% de métricas de usabilidad equivalentes, conformado por el 13.6% de las métricas altamente recomendadas, 13.6% recomendadas, y 9.1% a discreción del usuario. A continuación, se detallan sus resultados:

**Métricas Altamente Recomendadas.** - Por tener una fiabilidad conocida, el estándar siempre sugiere utilizarlas a la hora de una evaluación.

- **UAp-1-G Descripción de lo completo.** – Esta métrica o medida de usabilidad busca evaluar, si el modelo se encuentra completamente descrito en su manual de usuario; para el caso del modelo “DPQ”, se lo ha encontrado descrito en su totalidad teniendo como aprovechamiento “Excelente”. Sin embargo, Se puede esperar un manual de

usuario, que se diseñe exclusivamente para el uso de una persona o entidad particular, detallando cada una de sus definiciones, buenas prácticas y métricas de evaluación de cada una de las perspectivas.

- **ULe-1-G Integridad de la guía del usuario.** – En esta métrica, lo que se busca evaluar es la integridad de la guía del usuario, en el análisis del modelo DPQ se verificó que todo lo que está implementado en la construcción y aplicación de este, tiene claridad, consistencia y lógica con lo que la documentación busca enseñar al usuario; teniendo un resultado de un aprovechamiento “Excelente”. Sin embargo, cabe recalcar la necesidad de sintetizar todo el documento del trabajo de titulación en un manual de usuario para una evolución.
- **UOp-1-G Consistencia operativa.** – Por medio de esta métrica se evalúan las tareas o mensajes que tiene una lógica coherente e incoherente. Se han evaluado las métricas de evaluación de las perspectivas del modelo “DPQ”; donde se encontraron inconsistencias en su lógica; existen métricas con un significado repetitivo entre perspectivas y sin justificación. Dentro de estas métricas se tiene un total de 33 métricas coherentes que se alinean a un significado único o al propósito de su participación dentro de la perspectiva; por otro lado, se tiene un total de 10 métricas incoherente. Para el caso de las métricas incoherentes, se presenta la Tabla 17.

**Tabla 17:** Métricas incoherentes del modelo DPQ

Métricas Incoherentes	Justificación
<b>PSE-ME1</b> Existe un manual de usuario del proceso	Se registra duplicada con <b>PSI-ME2</b>
<b>PSE-ME9</b> Existe un diccionario de acrónimos o términos comerciales del proceso	La codificación de la métrica es <b>PSI-ME9</b> , lo cual por su codificación apuntaría a una métrica de “perspectiva sintáctica” siendo una métrica de perspectiva semántica
<b>PSE-ME10</b> Existen documentos estandarizados con estructuras definidas	Realiza cierta dependencia entre documentos estandarizados codificados <b>PP-ME9</b> con documentos estandarizados con estructuras bien definidas
<b>PSE-ME15</b> Las acciones de mejora pueden ser implementadas	Esta métrica debería habilitarse únicamente si la métrica <b>PSE-ME14</b> se cumple, caso contrario generaría inconsistencia.
<b>PP-ME1</b> Existe un manual de usuario estandarizado y claro del proceso	El contexto de la métrica es similar al de las métricas <b>PSI-ME2</b> y <b>PSE-ME1</b> .
<b>PP-ME3</b> Existe un diagrama consensuado que represente la realidad del proceso	Al decir que “el diagrama representa la realidad” coincide su significado con la métrica <b>PSE-ME3</b> y <b>PP-ME4</b> .
<b>PP-ME4</b> El diagrama representa la realidad y respeta las normativas del proceso	Presenta la misma idea de evaluación que las métricas <b>PP-ME3</b> y <b>PSE-ME3</b> , pudiendo solamente evaluar si “respeta las normativas del proceso”

<b>PP-ME7</b> El diagrama es consensuado	Misma métrica que se presenta en <b>PSE-ME7</b>
<b>PP-ME8</b> El diagrama es fácil de entender	Misma métrica que se presenta en <b>PSE-ME4</b>
<b>PP-ME9</b> Los documentos que fluyen en el proceso están codificados y estandarizados	Falta una aclaración entre documentos codificados, estandarizados y con estructuras definidas. <b>PSE-ME10</b> , caso contrario se recomendaría la misma buena práctica para ambas métricas

En base al estudio que se realizó en la Tabla 17, y al evaluar la métrica, se obtuvo un resultado de 0.5 que en la escala ordinal indica un aprovechamiento “Promedio”. Esto quiere decir que para una futura evolución del modelo DPQ, es necesario reformular las métricas de evaluación que el modelo DPQ maneja actualmente, en especial aquellas que se detallan en la tabla 17; cabe recalcar que el replanteamiento se tiene que hacer con respecto a la usabilidad de un usuario, buscando ser cada vez más entendible y fácil de utilizar.

**Métricas Recomendadas.** - Por tener una fiabilidad parcialmente conocida, el estándar sugiere utilizarlas cuando el usuario vea necesario en una evaluación.

- **UOp-2-G Claridad del mensaje.** – En esta métrica se busca medir la claridad del mensaje de las buenas prácticas. Una vez revisada la documentación, se encuentra 27 buenas prácticas como base para la construcción del modelo, cada una de ellas está descrita, referenciada y explica con claridad el mensaje de la buena práctica. Para el modelo DPQ se obtuvo un del aprovechamiento “Excelente”.

- **UOp-7-S Categorización comprensible de información.** – Dentro de esta medida se obtuvo un aprovechamiento “Excelente”, ya que su documentación está organizada por 3 escenarios o “perspectivas”, y un mismo propósito en común.
- **UAc-1-G Accesibilidad para usuarios con discapacidad.** – Al medir la capacidad que el modelo tiene para acceder a su información por personas con discapacidad; Se verificó que el modelo DPQ, gracias a su documentación cumpliría solamente con accesibilidad para discapacidad visual; al cargar su documento en un lector de PDF y escuchar su contenido a través de los altavoces de un ordenador. Por lo tanto para una futura evolución, se recomienda considerar nuevos medios de comunicación que logren transmitir el mensaje al usuario, con respecto a las discapacidades que el estándar sugiere.

**Métricas de discreción del usuario.** - Por tener una fiabilidad desconocida, el estándar sugiere utilizar a discreción del usuario.

- **UAp-2-S Cobertura de demostración.** – Dentro de esta métrica se evalúa, la capacidad que la documentación el modelo DPQ, presenta una demostración práctica en como llevar a cabo cada una de sus tareas. Para el modelo DPQ, se obtuvo un resultado con un aprovechamiento “Excelente”, gracias a su caso de aplicación detallado en la documentación, que brinda al usuario una mejor apropiación de las definiciones, buenas prácticas y métricas de evaluación.
- **UAp-3-S Autodescriptividad del punto de entrada.** – En esta métrica de evaluación, se evalúo cada una de las perspectivas que conforma el modelo DPQ, verificando que cada una de ellas expliquen el propósito del modelo; teniendo como resultado un aprovechamiento “Excelente”, ya que sus perspectivas al estar alineadas a un ciclo de diseño, calidad y proceso juegan un papel consensuado.

**Métricas sugeridas por el autor.** – Después de llevar a cabo la evaluación del proceso de titulación mediante el modelo DPQ, se evidencio empíricamente, la posibilidad de implantar

otras métricas que no están en el estándar. Estas métricas que se enlistan a continuación no tienen un fin de evaluación; son de carácter informativo deducida en base a la experiencia obtenida, en el proceso de evaluación de este trabajo (Tudashboard, 2020).

- **Tasa de finalización.** - En esta medida se buscaría determinar que porción de métricas del modelo DPQ han sido completadas, teniendo como parámetros de evaluación, 1= si es métrica respondida o 0= si es métrica no respondida.
- **Tiempo de la evaluación.** - Registrar, cuánto tiempo le llevaría a un usuario completar la evaluación. Iniciando cuando los usuarios terminen de leer todo el documento, y finalizando cuando hayan terminado toda la evaluación.
- **Tareas con éxito.** - Medir los porcentajes de éxito al resolver la evaluación, esto sería contar el número de ocasiones en las que un usuario a logrado responder una métrica sin ayuda.

Puesto el análisis de esta manera, se responde a una de las preguntas de investigación, realizada en el presente trabajo “*¿Cómo es posible evaluar el modelo DPQ mediante la característica de usabilidad indicada por la norma ISO/IEC 25010?*”; se puede evaluar al modelo DPQ mediante la norma o estándar ISO/IEC 25010 no con fines de una certificación, queda comprobado que al ser un estándar diseñado para evaluar la calidad de un producto de software, se encuentran con medidas y parámetros específicos en un gran porcentaje; no se pudo hallar equivalencia para todas las métricas. Sin embargo, mediante el mejor esfuerzo se realizó un estudio puntual de aquellas métricas que presentan una equivalencia, como es el caso de la evaluación a la guía de usuario, la claridad de los mensajes, la consistencia operativa, la accesibilidad, la categorización de la información y la descripción del modelo.

Es posible evaluar al modelo DPQ mediante el análisis de cada una de las subcaracterísticas de usabilidad, buscando una equivalencia como se lo ha demostrado en el presente trabajo. Al tener un cuadro resumido de aquellas métricas equivalentes, se procede a diseñar una matriz de evaluación, en donde se presentan las fórmulas y sus variables, que para el caso del



modelo DQP, fueron de naturaleza contables, y así proceder con la obtención de los resultados. Estos resultados producto del estudio realizado tanto objetivamente (enfocado al objeto) versus un estudio subjetivo que refiere a lo que es propio del sujeto que lo observa, representan un 83.8% versus un 86.6% correspondiente. Lo cual indica que el modelo DPQ es usable, cabe recalcar que el cuestionario presentado en el Anexo II, fue diseñado con el propósito de valorar la experiencia del usuario con el modelo DPQ, basándose en los parámetros que proporciona el estándar ISO 25000 con respecto a la usabilidad como característica de la calidad.

### **3.3.2 Análisis de evaluación de un caso de estudio “Proceso de titulación”, mediante el modelo DPQ.**

El modelo DPQ planteado en el año 2018, como trabajo de titulación para la obtención del título de Magister en Software, mención calidad de software, se lo ha considerado como un producto con el único propósito de ponerlo en ejecución, validar su usabilidad, y además verificar su vigencia. El cual se lo ha puesto en ejecución al evaluar un proceso que se encuentra actualmente en operación; respondiendo al cuestionamiento *¿El modelo DPQ con el paso del tiempo, se lo puede considerar como un modelo vigente para el diseño de procesos organizacionales de calidad; podría el modelo DPQ ser mejorado?* Al paso de 4 años de su construcción, el modelo DPQ aún se encuentra amigable, entendible, usable por el usuario y asegurándose de cumplir su propósito.

Por medio de la evaluación del proceso de titulación, se presentan las Tablas 14,15,16 de las perspectivas sintáctica, semántica y pragmática respectivamente; se muestran los códigos de las métricas que no cumple el proceso de titulación, juntamente con los problemas y las buenas prácticas sugeridas para el proceso de titulación. Se enlista a continuación las recomendaciones para el proceso de titulación gestionada por la facultad de sistemas de la Escuela Politécnica Nacional:

1. Para seguir la metodología y lograr un diseño que cumpla con el propósito del proceso es bueno designar un guía o responsable que conduzca a los participantes durante la formalización del proceso.
2. La mayoría de las metodologías hacen uso de reglas, las cuáles deben ser explicadas antes de formalizar el proceso
3. En el proceso se deben clasificar dos tipos de documentos, por un lado, están los que se pueden estandarizar que deben ser recopilados con sus especificaciones y por otro los que no.
4. En el proceso se deben identificar documentos que se generan, y dar seguimiento a los documentos que fluyen en él
5. Para completar el diseño del proceso es necesario generar un manual del proceso, por otro lado, se debe incluir un diccionario que contenga la terminología específica utilizada en el diagrama.
6. Los documentos que fluyen en el proceso y que son estandarizados, deben ser recopilados con las especificaciones de diseño de los posibles formularios
7. Es importante que cada actor detecte las dificultades que tiene en el proceso diariamente.
8. En base a cómo se realiza el proceso y cómo lo realiza la competencia, los actores deben identificar las acciones de mejora que permitan solucionar las dificultades encontradas e innovar el proceso
9. En el proceso existen dos tipos de dificultades las cuáles deben ser diferenciadas, el primer tipo tiene que ver con las dificultades relacionada al rol, el segundo tipo tiene que ver con las dificultades relacionadas al proceso
10. Es importante socializar el nuevo diagrama del proceso obtenido en base a la mejora seleccionada, mediante uso de medios visuales y auditivos

11. Los documentos que fluyen en el proceso y que son estandarizados, deben ser recopilados con las especificaciones de diseño de los posibles formularios.

Por medio del análisis de usabilidad en la Sección 3.3.1, más el análisis del proceso en la Sección 3.3.2, se concluye que el modelo DPQ y sus perspectivas, se encuentran vigentes para un futuro uso. Sin embargo, al evaluar la usabilidad del modelo DPQ, se encontraron ciertas inconsistencias operativas las cuales se debe reformular para una futura evolución, dentro de este escenario se tiene las siguientes recomendaciones para el modelo DPQ.

### **3.4 Posibles perspectivas para la evolución del modelo DPQ**

- Diseñar un manual de usuario, en el cual se describa completamente al modelo DPQ, desde un punto de vista del usuario final, no técnico.
- Dentro del manual de usuario implementar mensajes de información, así como mensajes de advertencia, error o negación que guíen al usuario a una mejor experiencia en el uso del modelo DPQ.
- Replantear las métricas presentadas en la Tabla 18, ya que sus ideas resultan redundantes, y hasta un poco complejo de entender. Si en el caso se considera que las métricas están bien planteadas, implementar un diccionario en el que se detallen de mejor manera su significado, o su vez diseñar un mapa de métricas de evaluación que esté basado en su ciclo “diseño, proceso, calidad”, en el cual ha sido construido el modelo DPQ.
- Al finalizar la evaluación de las perspectivas de un proceso x, se sugiere de alguna u otra forma, mejorar la relación entre las buenas prácticas que se debe sugerir a las métricas de evaluación; ya que, en el caso de la evaluación del proceso de titulación, para obtener las Tablas 14,15,16, se realizó un análisis por descarte de entre todas las buenas prácticas; lo cual desde el punto de vista de la calidad no algo muy bien

visto, se pierde mucho tiempo, se aumenta el porcentaje de error,

y es hasta cierto punto molesto para un usuario detenerse a encontrar la semejanza o relación.

- El desarrollo de una característica que pueda dar mas accesibilidad al modelo DPQ a personas con discapacidad, es considerado también una de las sugerencias que el modelo DPQ, puede considerar implementar en su evolución.

Con la implementación de las posibles perspectivas que han sido presentadas anteriormente, se puede decir que el modelo DPQ, podría experimentar una evolución y aumentar su vigencia para 4 años más dentro del área del diseño de procesos organizacionales de calidad.

## 4 CONCLUSIONES

Se realizó la evaluación de la usabilidad del modelo DPQ “Design Process Quality” mediante su aplicación a un caso de estudio del “procesos de titulación de la facultad de sistemas de la Escuela Politécnica Nacional”, aplicando la norma ISO/IEC 25010; concluyendo que de las métricas que presenta el estándar, solo un 36.4% son métricas aplicables, por sus parámetros equivalentes que existe entre un producto de software y un modelo de calidad para procesos organizacionales.

Se estudió un caso de modelado de procesos organizacionales, el “Proceso de titulación de la Facultad de sistemas de la Escuela Politécnica Nacional”, evaluado mediante el modelo DPQ. Para completar un diseño del proceso de titulación de calidad, es necesario generar un manual del proceso e incluir un diccionario que contenga la terminología específica utilizada en el diagrama. Además, todos los documentos que fluyen en el proceso y que son estandarizados, deben ser recopilados con las especificaciones de diseño de los formularios y aquellos documentos deben tener una codificación en cuanto al estado que poseen al pasar por diferentes actividades.

Se evaluó la usabilidad del modelo DPQ utilizando el modelo de calidad ISO/IEC 25010, concluyendo que el modelo DPQ está descrito completamente a sí mismo y correctamente documentado, se encuentra demostrado, explica detalladamente el propósito en cada una de sus perspectivas, tiene una consistencia operativa promedio de sus métricas, maneja una buena claridad del mensaje de sus buenas prácticas, la categorización de la información es excelente, y como sugerencia del estándar mejorar la característica de accesibilidad para personas con discapacidad.

Se identificó que, para una posible perspectiva de evolución, el modelo DPQ debe realizar un mantenimiento preventivo y correctivo en su construcción, Sección 3.4. Y por último tener una consideración con respecto a una perspectiva de evolución del modelo se describa completamente así mismo; que mejore sus habilidades de ser entendido, aprendido y utilizado por un usuario que no tenga ningún tipo de capacitación.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Koskela, L. (1992). *Application of the new production philosophy to construction*. Finland: VTT Building Technology.
- Hofacker, A. (2008). *Rapid lean construction - quality rating model*. Manchester: s.n.
- Gálvez, P. (2018). *Propuesta de un modelo de calidad para el diseño de procesos organizacionales*. Quito.
- Yin, R. (2009). *Case Study Research: design and methods*. 4th Edition.
- Alvarado, D. A. (2020). *Análisis de mantenibilidad y portabilidad del framework react native aplicando la norma ISO/IEC 25010 mediante un caso de estudio en la aplicación de gestión de eventos OAQ*. Trabajo de titulación, Escuela Politécnica Nacional, Facultad de Sistemas, Quito.
- Galeano, A. (2014). *Identificar y analizar modelos de negocio a través de la metodología de los casos de estudio una revisión del estado del arte y propuesta preliminar*. Valencia.
- International Organization for Standardization. (2014). *Systems and software engineering — Systems and software Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE) — System and software quality models*. Switzerland.
- López, A., Sánchez, A., & Montejano, G. A. (2016). *Definición de Métricas de Calidad para Productos de Software*. Catamarca.
- Anchundia, C. (2020). *Calidad de producto de software*. Quito.
- International Organization for Standardization 9001. (2008). *Sistemas de Gestión de Calidad*. International Organization for Standardization 25010. (2011). *Systems and software Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE)*. Switzerland.
- Crosby, P. (1979). *La calidad no cuesta*. (G. E. S.A., Ed.) Virginia: Grupo Editorial Patria S.A. Ian Sommerville. (2005). *Ingeniera del software*. Madrid, España: Pearson Educacion.
- International Organization for Standardization. (2016). *Systems and software engineering — Systems and software Quality Requirements and Evaluation*

*(SQuaRE) — Measurement of system and software product quality. Switzerland.*

Flores, D. (2020). *Modelos de calidad de software*. Quito.

Tudashboard. (12 de Agosto de 2020). *10 métricas usabilidad esenciales de medir*.  
Obtenido de <https://tudashboard.com/metricas-usabilidad/>

Comisión Nacional de los Derechos Humanos. (2019). *Informe Especial sobre el Derecho a la Accesibilidad de las Personas con Discapacidad*. México.



## **ANEXOS**

**Anexo I**

**EVALUACIÓN DEL PROCESO DE TITULACIÓN MEDIANTE EL**

**MODELO DPQ**

### MODELO DPQ "Design Process Quality"

Describa brevemente cual es su participación (rol) en el proceso de titulación:

Secretaria de Grados + expediente de grado  
planes de titulación en Valparaíso

#### PERSPECTIVA SINTÁCTICA

Cód.	MÉTRICA	SI	NO
	<b>INFORMACIÓN GENERAL</b>		X
PSI-ME1	Existe un diagrama del proceso		X
PSI-ME2	Existe una manual de usuario del proceso		X
PSI-ME3	Existe un diccionario de terminología comercial		X
	<b>DIAGRAMA DEL PROCESO</b>		
PSI-ME4	Todos los actores relacionados con el proceso están identificados	X	
PSI-ME5	Existe un único inicio en el diagrama del proceso	X	
PSI-ME6	Existen puntos muertos en el diagrama del proceso	X	
PSI-ME7	Existen eventos de fin justificados en el diagrama del proceso	X	
PSI-ME8	Existe orden de precedencia en las actividades diagramadas	X	
PSI-ME9	Las interacciones de los actores externos se encuentra diagramada	X	
PSI-ME10	El diagrama respeta las reglas de la metodología seleccionada	X	
	<b>DOCUMENTACIÓN DEL PROCESO</b>		
PSI-ME11	La documentación que fluye en el proceso está clasificada, codificada y almacenada	X	
PSI-ME12	Existe clasificación de los documentos que pueden ser estandarizados y los que no		X
PSI-ME13	Los documentos estandarizados están detallados	X	
PSI-ME14	Existe un manual de procesos estandarizado	X	

PERSPECTIVA SEMÁNTICA

Cod.	MÉTRICA	SI	NO
	<b>INFORMACIÓN GENERAL</b>		
PSE-ME1	Existe un manual de usuario del proceso	X	
PSE-ME2	Existe un conocimiento del proceso unificado entre todos sus actores	X	
	<b>DIAGRAMA DEL PROCESO</b>		
PSE-ME3	El diagrama representa la vida real del proceso	X	
PSE-ME4	El diagrama es fácil de entender	X	
PSE-ME5	El diagrama es coherente y tiene secuencia lógica	X	
PSE-ME6	El diagrama representa todos los escenarios del proceso en la vida real	X	
PSE-ME7	El diagrama es consensuado	X	
	<b>DOCUMENTACIÓN DEL PROCESO</b>		
PSE-ME8	Existe registro del seguimiento de los documentos que fluyen en el proceso		X
PSI-ME9	Existe un diccionario de acrónimos o términos comerciales del proceso		X
PSE-ME10	Existen documentos estandarizados con estructuras definidas		X
	<b>MEJORAS DEL PROCESO</b>		
PSE-ME11	Existen dificultades encontradas en el proceso		X
PSE-ME12	Las dificultades han sido consensuadas		X
PSE-ME13	Se diferencian dificultades del rol y del proceso		X
PSE-ME14	Existen acciones de mejora definidas y consensuadas	X	
PSE-ME15	Las acciones de mejora pueden ser implementadas	X	

PERSPECTIVA PRAGMÁTICA

No.	MÉTRICA	SI	NO
<b>INFORMACIÓN GENERAL</b>			
PP-ME1	Existe un manual de usuario estandarizado y claro del proceso	X	
PP-ME2	Todos los actores tienen conocimiento del proceso, con sus dificultades y acciones de mejora	X	
PP-ME3	Existe un diagrama consensuado que represente la realidad del proceso	X	
<b>DIAGRAMA DEL PROCESO</b>			
PP-ME4	El diagrama representa la realidad y respeta las normativas del proceso	X	
PP-ME5	El diagrama tiene dificultades o problemas evidentes.		X
PP-ME6	El diagrama se encuentra mejorado	X	
PP-ME7	El diagrama es consensuado	X	
PP-ME8	El diagrama es fácil de entender	X	
<b>DOCUMENTACIÓN DEL PROCESO</b>			
PP-ME9	Los documentos que fluyen en el proceso están codificados y estandarizados		X
PP-ME10	La estructura de los documentos estandarizados es clara y completa	X	
PP-ME11	Los estados de los documentos que fluyen en el proceso son bien definidos y entendibles	X	
<b>SIMULACIÓN DEL PROCESO</b>			
PP-ME12	La simulación del proceso se ha realizado en todos sus escenarios	X	
PP-ME13	La simulación del proceso ha satisfecho a todos los actores	X	
PP-ME14	La simulación del proceso ha permitido entender de forma clara el flujo del proceso	X	

## **Anexo II**

### **CUESTIONARIO DE USABILIDAD DEL MODELO DPQ**



"proceso de titulación de las FIS EPN"; se le solicita de favor realice la evaluación basándose en un escala ordinal que se presenta a continuación.

#### Escala Ordina

Valor Numérico	Apreciación
5.0	Excelente
4.0	Bien
3.0	Promedio
2.0	Pobre
1.0	Mal

#### Medida de apropiación reconocible

1. En una escala del 1 al 5, cuán apropiada consideraría usted a la evaluación anteriormente realizada; como un modelo para el diseño de procesos de calidad. (5.)
2. Considera usted que las métricas de evaluación anteriormente enlistadas, describen a las perspectivas de un modelo de calidad. Del 1 al 5 cual sería su puntuación. (5.)
3. Según su experiencia personal al realizar la evaluación del modelo DPQ, considera usted que cada una de las métrica se describen a si mismo, dando una idea clara y asegurando ser completamente entendidas. (5.)

#### Capacidad de aprendizaje

4. Ha recibido usted alguna guía previa a la evaluación del modelo DPQ, entendiéndolo a una guía como la parte explicativa sobre cómo llevar a cabo la evaluación. (5.)
5. Considera usted que la distribución en la que se encuentran estructuradas las perspectivas del modelo DPQ, se encuentra en una presentación auto explicativa, y que ayuda a la comprensión del mismo (5.)

#### Operatividad

6. Considera usted que cada una de las métricas evaluadas anteriormente tiene un orden lógico de operación. (5.)

7. En base a su criterio, las métricas de evaluación del modelo DPQ anteriormente presentadas, han generado una idea clara y comprensible (5.)
8. Considera usted que el modelo DPQ, puede ser personalizado para diferentes entornos, entendiendo que cada proceso tiene sus propios requerimientos. (5.)
9. En base a su criterio, en una escala del 1 a 5 cuál es el nivel de capacidad que el modelo DPQ tiene de deshacer o reconfirmar sus respuestas. (5.)
10. Considera usted que el modelo DPQ mantiene una categorización de la información. (4.)

#### **Protección contra errores del usuario**

11. Basado en su experiencia al evaluar el proceso de titulación mediante el modelo DPQ, considera usted que el modelo asegura cierto nivel de no cometer errores al realizar la evaluación. En este caso, cuál sería el nivel que el modelo protege al usuario de no cometer errores (3.)

#### **Estética de la interfaz del usuario**

12. Bajo su experiencia como evaluador del modelo DPQ, cuál es el grado en que la presentación del modelo DPQ hacia el usuario, es agradable visualmente permitiendo una interacción confortable (4.)

#### **Accesibilidad**

13. Bajo su criterio, cuál es el grado en que el modelo DPQ puede ser utilizado por personas con discapacidades, con el fin de llevar a cabo la evaluación realizada. (5.)



**Anexo III**

**PROCESO DE TITULACIÓN DE LA FACULTAD DE SISTEMAS DE LA ESCUELA  
POLITECNICA NACIONAL**

