

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN - TACNA

Facultad de Ingeniería

Escuela Académico Profesional de Ingeniería en Informática y Sistemas

**“CALIDAD EN EL MODELAMIENTO DE LOS PROCESOS DEL
NEGOCIO DEL CENTRO PREUNIVERSITARIO DE LA
UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE
GROHMANN TACNA 2014”**

TESIS

Presentada por:

Bach. Freeman Hugo Llamozas Escalante

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO EN INFORMÁTICA Y SISTEMAS

TACNA – PERÚ

2015

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN – TACNA

Facultad de Ingeniería

**JURADO CALIFICADOR Y CALIFICACIÓN DE LA SUSTENTACIÓN DE
TESIS**

TESIS N°: _____

TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero en Informática y Sistemas

La secretaría académica de la facultad de ingeniería, por resolución de Facultad N°02630-2014-FAIN/UNJBG, designó jurado para la sustentación oral de la tesis titulada: “CALIDAD EN EL MODELAMIENTO DE LOS PROCESOS DEL NEGOCIO DEL CENTRO PREUNIVERSITARIO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN TACNA 2014”.

El mismo que está conformado por:

Presidente: MSc. Edgar Aurelio Taya Acosta

Secretario: Ing. Edwin Antonio Hinojosa Ramos


Vocal: Ing. Gianfranco Alexey Málaga Tejada

Para calificar la sustentación de la Tesis en acto público el día 30 de Diciembre del 2014.


Presentado por el Bachiller Freeman Hugo Llamozas Escalante, de la Escuela Académico Profesional de Ingeniería en Informática y Sistemas.

El Jurado Calificador en forma secreta e individual emitió su opinión sobre el tema de la tesis expuesta y procedió a obtener el promedio que arrojó el calificativo de aprobado con la nota de Diecisiete (17) – promedio sobresaliente.


Para ratificar lo detallado firman:



MSc. Edgar Aurelio Taya Acosta
Presidente



Ing. Edwin Antonio Hinojosa Ramos
Secretario



Ing. Gianfranco Alexey Málaga Tejada
Vocal

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN – TACNA

Facultad de Ingeniería

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN
INFORMÁTICA Y SISTEMAS**

**“CALIDAD EN EL MODELAMIENTO DE LOS PROCESOS DEL NEGOCIO
DEL CENTRO PREUNIVERSITARIO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL
JORGE BASADRE GROHMANN TACNA 2014”**

TESIS PRESENTADA A LA COMISIÓN REVISADORA Y
APROBADA POR EL JURADO CALIFICADOR, INTEGRADO POR:

Presidente:



Msc. Edgar Aurelio Taya Acosta

Secretario:



Ing. Edwin Antonio Hinojosa Ramos

Vocal:



Ing. Gianfranco Alexey Málaga Tejada

Asesor:



Mgr. Erbert Francisco Osco Mamani

Agradecimientos

Me gustaría que estas líneas sirvieran para expresar mis más profundos y sinceros agradecimientos a todas aquellas personas que con su ayuda han colaborado en la realización del presente trabajo, es por ello que primero dedico esta noble frase. "La gratitud da sentido a nuestro pasado, trae paz al presente y crea una visión para el mañana" y es por eso que agradezco a:

A Dios, por brindarme la paciencia necesaria para superar todos los retos en esta vida y permitirme llegar hasta donde he llegado. A mi familia, por su amor, comprensión y apoyo incondicional y por quienes soy la persona de hoy. A mis amigos, por sus palabras de aliento y apoyo.

A todos mis docentes de la E.A.P. de Ingeniería en Informática y Sistemas que durante toda mi enseñanza en la carrera profesional han aportado con un granito de arena a mi formación.

Para ellos: Muchas gracias y que Dios los Bendiga.

Dedicatoria

*A todos los estudiantes que día a día
luchan para crecer profesionalmente, se
esmeran en ser mejores a cada momento
y especialmente a Melissa Qiaozhen
López Maquera quien hace honor a esas
palabras con cada acto suyo.*

CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS	iv
ÍNDICE DE FIGURAS	vi
ÍNDICE DE FÓRMULAS	viii
RESUMEN	ix
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I	3
PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN	3
1.1 Descripción del problema	3
1.1.1 Antecedentes del problema	3
1.1.2 Problemática de la investigación	8
1.2 Formulación del problema	14
1.3 Justificación	14
1.4 Alcances y limitaciones	15
1.5 Objetivos	17
1.5.1 Objetivo general	17
1.5.2 Objetivos específicos	17
1.6 Hipótesis	17
1.6.1 Hipótesis global	17
1.6.2 Sub hipótesis	18
1.7 Variables	18
1.7.1 Identificación de variables	18
1.7.2 Definición de las variables	19
1.7.3 Operacionalización de variables	20
1.7.4 Clasificación de las variables	21
1.8 Diseño de la investigación	22
1.8.1 Diseño experimental o no experimental	22
1.8.2 Población y muestra	23
1.8.3 Técnicas e instrumentos para la recolección de datos	24
1.8.4 Análisis de datos	26

1.8.5	Selección de pruebas estadísticas	27
CAPÍTULO II		29
MARCO TEÓRICO		29
2.1	Marco referencial	29
2.1.1	Administración de procesos del negocio – BPM	29
2.1.2	Historia del BPM	34
2.2	Bases teóricas respecto al problema	36
2.2.1	Introducción a los procesos del negocio y su modelado	36
2.2.2	Ciclo de vida y gestión de los procesos del negocio	41
a.	Ciclo de vida de los procesos del negocio	41
b.	Gestión de procesos del negocio	43
c.	Sistemas de gestión de procesos del negocio	46
2.2.3	Modelado de procesos	50
2.2.4	Técnicas de diagramación orientadas al flujo de control	51
a.	Redes de Petri	53
b.	BPMN	53
c.	UML diagrama de actividades	55
d.	UML diagrama de caos de uso	56
2.3	Estado del arte	57
2.3.1	Lenguajes para el modelado de procesos del negocio	57
2.3.2	Business Process Modeling Notation (BPMN)	63
a.	Objetivo y alcance de BPMN	64
b.	Diagrama de procesos del negocio (BPD)	66
c.	Usos de BPMN	68
d.	Diferencias de BPMN con otros estándares	71
2.3.3	Medidas para modelos de procesos de negocio	72
a.	Definición teórica de las medidas	78
➤	Definición de medidas base	78
➤	Definición de medidas derivadas	84
CAPÍTULO III		86
DESARROLLO		86

3.1	Descripción de la institución estudiada	86
a.	Objetivos del CEPU	87
b.	Programación académica	88
c.	Base legal	92
d.	Misión y visión	92
e.	Organigrama	93
3.2	Desarrollo del modelo actual	93
3.2.2	Proceso 2: preparación de clases	103
3.3	Desarrollo de nuevos modelos	106
3.3.1	Modelado proceso 1: inscripción de alumnos	106
CAPÍTULO IV		110
RESULTADOS		110
4.1	Medición de los diagramas	110
4.1.1	Medidas base y derivadas de los diagramas	112
4.1.2	Aplicación de las fórmulas	124
4.2	Aplicación de instrumentos de información	126
4.2.1	Tiempos empleados	126
4.2.2	Aciertos obtenidos y cálculo de la eficiencia	141
4.3	Validación de las hipótesis	180
4.3.1	Entendibilidad	181
4.3.2	Modificabilidad	185
4.3.3	Calidad	189
CAPÍTULO V		194
DISCUSIONES		194
CONCLUSIONES		196
RECOMENDACIONES		199
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS		202
ANEXOS		209

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Situación actual del centro preuniversitario	13
Tabla 2: Operacionalización de variables	20
Tabla 3: Personal de trabajo en el centro preuniversitario	24
Tabla 4: Principales estándares de modelado de procesos de negocio	60
Tabla 5: Elementos centrales de la notación BPMN	67
Tabla 6: Medidas base – elemento	80
Tabla 7: Medidas base – elemento actividades	81
Tabla 8: Medidas base – elemento nodos	82
Tabla 9: Medidas base – objetos de conexión	83
Tabla 10: Medidas base - carriles	83
Tabla 11: Medidas base - artefactos	84
Tabla 12: Medidas derivadas	85
Tabla 13: Porcentaje de vacantes asignadas por ciclo	88
Tabla 14: Programación académica por ciclo	89
Tabla 15: Carreras canal 1	90
Tabla 16: Carreras canal 2	90
Tabla 17: Carreras canal 3	91
Tabla 18: Carreras canal 4	91
Tabla 19: Relación del personal y cargo del CEPU otoño 2015	94
Tabla 20: Tabla resumen del proceso de inscripción de alumnos	100
Tabla 21: Tabla resumen del proceso preparación de clases	103
Tabla 22: Cálculo de medidas base	113
Tabla 23: Cálculo de medidas derivadas	114
Tabla 24: Cálculo de medidas base	115
Tabla 25: Cálculo de medidas derivadas	116
Tabla 26: Cálculo de medidas base	117
Tabla 27: Cálculo de medidas derivadas	118
Tabla 28: Cálculo de medidas base	119
Tabla 29: Cálculo de medidas derivadas	120
Tabla 30: Cálculo de medidas base	121
Tabla 31: Cálculo de medidas derivadas	122
Tabla 32: Cálculo de medidas base	123
Tabla 33: Cálculo de medidas derivadas	124
Tabla 34: Cálculo de los indicadores	125
Tabla 35: Tiempo de entendibilidad	127
Tabla 36: Tiempo de modificabilidad	134
Tabla 37: Aciertos entendibilidad	142
Tabla 38: Aciertos diagrama IA - entendibilidad	143
Tabla 39: Aciertos - eficiencia diagrama IA - entendibilidad	144

Tabla 40: Aciertos diagrama GC - entendibilidad	144
Tabla 41: Aciertos - eficiencia diagrama GC - entendibilidad	146
Tabla 42: Aciertos diagrama EPE - entendibilidad	146
Tabla 43: Aciertos - eficiencia diagrama EPE - entendibilidad	148
Tabla 44: Aciertos diagrama CD - entendibilidad	148
Tabla 45: Aciertos - eficiencia diagrama CD - entendibilidad	150
Tabla 46: Aciertos diagrama IC - entendibilidad	150
Tabla 47: Aciertos - eficiencia diagrama IC - entendibilidad	152
Tabla 48: Aciertos diagrama PC - entendibilidad	152
Tabla 49: Aciertos - eficiencia diagrama PC - entendibilidad	154
Tabla 50: Aciertos diagrama IA - modificabilidad	155
Tabla 51: Aciertos – eficiencia diagrama IA – modificabilidad	156
Tabla 52: Aciertos diagrama GC - modificabilidad	157
Tabla 53: Aciertos – eficiencia diagrama GC – modificabilidad	158
Tabla 54: Aciertos diagrama EPE - modificabilidad	159
Tabla 55: Aciertos – eficiencia diagrama EPE – modificabilidad	160
Tabla 56: Aciertos diagrama CD - modificabilidad	161
Tabla 57: Aciertos – eficiencia diagrama CD – modificabilidad	162
Tabla 58: Aciertos diagrama IC - modificabilidad	163
Tabla 59: Aciertos – eficiencia diagrama IC – modificabilidad	164
Tabla 60: Aciertos diagrama PC - modificabilidad	165
Tabla 61: Aciertos – eficiencia diagrama PC – modificabilidad	166
Tabla 62: Medidas promedio obtenidas	167
Tabla 63: Valoración subjetiva IA entendibilidad - modificabilidad	168
Tabla 64: Valoración subjetiva GC entendibilidad - modificabilidad	170
Tabla 65: Valoración subjetiva EPE entendibilidad - modificabilidad	172
Tabla 66: Valoración subjetiva CD entendibilidad - modificabilidad	174
Tabla 67: Valoración subjetiva IC entendibilidad - modificabilidad	176
Tabla 68: Valoración subjetiva PC entendibilidad - modificabilidad	178
Tabla 69: Eficiencia de entendibilidad por diagrama	181
Tabla 70: Determinación de medidas de centralización y dispersión	182
Tabla 71: Determinación del promedio de entendibilidad calculado	183
Tabla 72: Eficiencia de modificabilidad por diagrama	185
Tabla 73: Determinación de medidas de centralización y dispersión	186
Tabla 74: Determinación del promedio de entendibilidad calculado	187
Tabla 75: Eficiencia en entendibilidad y modificabilidad	189
Tabla 76: Medidas de dispersión	190
Tabla 77: Determinación de las medidas de entendibilidad y modificabilidad calculada	191

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Contextos de la problemática de la investigación	9
Figura 2: Clasificación de variables	21
Figura 3: Diseño no experimental descriptivo simple	22
Figura 4: Ciclo de vida de la gestión por procesos	30
Figura 5: El ciclo del BPM	33
Figura 6: Evolución de la ingeniería de procesos hacia el BPM	36
Figura 7: Elementos de un proceso del negocio	38
<i>Figura 8: Ciclo de vida del proceso de negocio</i>	42
<i>Figura 9: Fases del proceso de negocio soportadas por BPM</i>	45
Figura 10: Ciclo de vida de los procesos de negocio con tecnología WFMS y BPMS	48
Figura 11: Clasificación de algunas técnicas de diagramación para modelamiento de procesos	52
Figura 12: Tipos generales de estándares de procesos del negocio	62
Figura 13: Ejemplo de un proceso de negocio privado	69
Figura 14: Ejemplo de un proceso de negocio abstracto	70
Figura 15: Ejemplo de un proceso de negocio colaborativo	71
Figura 16: Marco de calidad en modelado conceptual	74
Figura 17: Calidad de un producto software	76
Figura 18: Organigrama CEPU	93
Figura 19: Proceso de inscripción de alumnos	96
Figura 20: Proceso de inscripción de alumnos BPMN	97
Figura 21: Proceso de inscripción de alumnos (IA) ver.1	102
Figura 22: Proceso de preparación de clases (PC) ver.1	105
Figura 23: Diagrama de inscripción de alumnos - BPMN	107
Figura 24: Diagrama de preparación de clases - BPMN	109
Figura 25: Tiempo del diagrama IA - entendibilidad	128
Figura 26: Tiempo del diagrama GC - entendibilidad	129
Figura 27: Tiempo del diagrama EPE - entendibilidad	130
Figura 28: Tiempo del diagrama CD - entendibilidad	131
Figura 29: Tiempo del diagrama IC - entendibilidad	132
Figura 30: Tiempo del diagrama PC - entendibilidad	133
Figura 31: Tiempo del diagrama IA - modificabilidad	135
Figura 32: Tiempo del diagrama GC - modificabilidad	136
Figura 33: Tiempo del diagrama EPE - modificabilidad	137
Figura 34: Tiempo del diagrama CD - modificabilidad	138
Figura 35: Tiempo del diagrama CD - modificabilidad	139
Figura 36: Tiempo del diagrama PC - modificabilidad	140
Figura 37: Aciertos del diagrama IA - entendibilidad	143
Figura 38: Aciertos del diagrama GC - entendibilidad	145

Figura 39: Aciertos del diagrama EPE - entendibilidad	147
Figura 40: Aciertos del diagrama CD - entendibilidad	149
Figura 41: Aciertos del diagrama IC - entendibilidad	151
Figura 42: Aciertos del diagrama PC - entendibilidad	153
Figura 43: Aciertos del diagrama IA – modificabilidad	155
Figura 44: Aciertos del diagrama GC – modificabilidad	157
Figura 45: Aciertos del diagrama EPE – modificabilidad	159
Figura 46: Aciertos del diagrama CD – modificabilidad	161
Figura 47: Aciertos del diagrama IC – modificabilidad	163
Figura 48: Aciertos del diagrama PC – modificabilidad	165
Figura 49: Valoración subjetiva IA - entendibilidad	169
Figura 50: Valoración subjetiva IA - modificabilidad	169
Figura 51: Valoración subjetiva GC - entendibilidad	171
Figura 52: Valoración subjetiva GC - modificabilidad	171
Figura 53: Valoración subjetiva EPE - entendibilidad	173
Figura 54: Valoración subjetiva EPE - modificabilidad	173
Figura 55: Valoración subjetiva CD - entendibilidad	175
Figura 56: Valoración subjetiva CD - modificabilidad	175
Figura 57: Valoración subjetiva IC - entendibilidad	177
Figura 58: Valoración subjetiva IC - modificabilidad	177
Figura 59: Valoración subjetiva PC - entendibilidad	179
Figura 60: Valoración subjetiva PC - modificabilidad	179
Figura 61: Visualización grafica de la función pivotal	184
Figura 62: Visualización grafica de la función pivotal	188
Figura 63: Visualización grafica de la función pivotal	192

ÍNDICE DE FÓRMULAS

Fórmula 1: Tiempo de Entendibilidad	110
Fórmula 2: Aciertos de Entendibilidad	111
Fórmula 3: Eficiencia de Entendibilidad	111
Fórmula 4: Tiempo de Modificabilidad	111
Fórmula 5: Aciertos de Modificabilidad	111
Fórmula 6: Eficiencia de Modificabilidad	112
Fórmula 7: Función pivotal	180
Fórmula 8: Calculo de la función pivotal - entendibilidad	183
Fórmula 9: Regiones de aceptación y rechazo	184
Fórmula 10: Calculo de la función pivotal - modificabilidad	187
Fórmula 11: Regiones de aceptación y rechazo	188
Fórmula 12: Calculo de la función pivotal	191
Fórmula 13: Regiones de aceptación y rechazo	192

RESUMEN

Se presenta la Calidad en el modelamiento de los procesos del negocio del Centro Preuniversitario de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, esta propuesta verifica la calidad en cada modelado de procesos del negocio a través de la valoración de los principales actores que interactúan en el flujo de información ayudando mejorar las labores que debe desempeñar cada personal del trabajo, para ello se realizaron diagramas de procesos del negocio con la notación estándar BPMN (*Business Process Model and Notation*), establecida por la OMG (*Object Management Group*) junto con el BPMI (*Business Process Management Initiative*), posteriormente se estableció el cálculo de las medidas base del diagrama, las cuales ayudan a realizar el cálculo de las medidas derivadas y obtener los resultados de los indicadores establecidos.

La evaluación de la propuesta basada en expertos nos muestra la cantidad mínima de aciertos que se necesitan en la realización de la técnica de recopilación de la información, brindando la cantidad de tiempo empleada y la eficiencia relacionada con las anteriores dos variables; de lo cual se concluye que los modelos de procesos de negocio empleados para Entendibilidad son considerados ni complejos ni fáciles por parte de

los encuestados y para los diagramas de Modificabilidad son considerados algo complejos para el personal del centro preuniversitario, acotando que algunos encuestados, de los datos calculados y recopilados se detalla que el tiempo de Entendibilidad se reduce un 7.01% referente a lo calculado tiempo de Modificabilidad se reduce un 31.66% con respecto a lo calculado, los aciertos obtenidos por los instrumentos de recopilación son superiores a los calculados mediante la aplicación de fórmulas, esto nos deja que la eficiencia en cada modelo evaluado de Entendibilidad es superior a la calculada, para el caso de Modificabilidad se aproxima a la cantidad calculada.

Se espera que este modelo contribuya a iniciar la mejora consecutiva, buscando la retroalimentación y ayude en futuras investigaciones de desarrollo de proyectos de software.

Palabras Claves:

Estándar BPMN, medidas base, medidas derivadas.

INTRODUCCIÓN

Los procesos del negocio y los procesos de software presentan ciertas similitudes, siendo la más común de ellas el que ambos tratan de capturar las principales características de un grupo de actividades parcialmente ordenadas que son llevadas a cabo para lograr una meta específica. Ahora bien, mientras que el objetivo de un proceso de software es obtener un producto de software, el de un proceso de negocio es obtener resultados beneficiosos para los clientes u otros afectados por el proceso. También existen ciertas características en común en cuanto al modelado de ambos tipos de procesos, los modelos de procesos de software son una descripción abstracta de las actividades por las cuales el software es desarrollado; los modelos de procesos de negocio describen cómo funciona el negocio.

En el contexto del centro preuniversitario y según el Decreto supremo 004-2013-PCM a nivel nacional, para la gestión pública se debe priorizar todo proceso que sean más relevante a la demanda ciudadana.

En este trabajo se propone la evaluación de la Entendibilidad y la Modificabilidad, indicadores de Calidad según la ISO/IEC 9126 y los criterios de calidad de Lindland, Sindre y Snolvnerg en 1994 los cuales son utilizados para el presente trabajo, basándose en el estándar BPMN (*Business Process Model and Notation*) establecido por la OMG (*Object Management Group*) y el BPMI (*Business Process Management Initiative*) para la realización de los diagramas a evaluar junto con la técnicas de recopilación de información (entrevista y observación), en los cálculos de las medidas (tiempo, aciertos y eficiencia) y obteniendo tiempos reales mediante la utilización de la técnica de recopilación de información faltante (encuesta).

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 Descripción del problema

1.1.1 Antecedentes del problema

Según Díaz, Flor en “Gestión de procesos de negocio BPM (Business Process Management), TICs y crecimiento empresarial. ¿Qué es BPM y cómo se articula con el crecimiento empresarial?” menciona lo siguiente: “La globalización de los mercados, la apertura económica, los tratados de libre comercio y el entorno de competencia exigen empresas y organizaciones que sean capaces de enfrentar su futuro con parámetros de eficiencia y eficacia. Las soluciones tecnológicas solicitadas por los clientes para mantener y aprovechar el crecimiento empresarial de largo plazo en gestión, hacen que soluciones como BPM (Business Process Management) apoyen estas condiciones, convirtiendo la gestión de procesos de negocios en una técnica estratégica, que permite generar y controlar “cambios” de forma ágil,

oportuna, confiable y de calidad, con miras al logro de los objetivos estratégicos establecidos por dichas empresas.

La gestión empresarial ha evolucionado a tal punto que hoy en día se considera que los procesos son un activo fundamental en el desarrollo de toda organización, razón por la cual las empresas deben adaptarlos, optimizarlos e integrarlos, apoyándose en soluciones de negocio conformadas por plataformas, sistemas de información y aplicativos que responden ante los cambios que produce el entorno, facilitan una mayor productividad del empleado y una mayor y mejor colaboración con socios comerciales y clientes de valor, evitando así riesgos innecesarios que disminuyen la rentabilidad y los beneficios de las mismas.

Es por todo esto que muchas de las empresas interesadas en su perdurabilidad a través del tiempo han adoptado soluciones BPM (Business Process Management), cuyo objetivo es la mejora de la eficiencia a través de la gestión sistemática de los procesos de negocio, los cuales deben ser integrales, automatizados, optimizados, monitoreados y documentados de una forma continua, siendo esta una plataforma de soporte en la toma de decisiones gerenciales relacionadas con ciclos del producto más cortos, inteligencia colectiva

en la demanda del mercado y reacciones ágiles frente a las fluctuaciones de los precios.”, disponible (DÍAZ PIRAQUIVE, 2008).

Del artículo se puede concluir que los procesos del negocio que se desarrollan en las empresas son el principal activo el cual debe ir mejorando en la continuidad debido a que ayuda al crecimiento empresarial.

Según Irene Vanderfeesten, Jorge Cardoso, Jan Mendling, Hajo A. Reijers y Wil van der Aalst; en “Quality Metrics for Business Process Models” argumenta lo siguiente: “In the area of software engineering, quality metrics have shown their importance for good programming practices and software designs. A design developed by the help of these metrics (e.g. coupling, cohesion, complexity, modularity and size) as guiding principals is likely to be less error-prone, easy to understand, maintain, and manage, and is more efficient. Several researchers already identified similarities between software programs and business process designs and recognized the potential of quality metrics in business process management (Cardoso, Mendling, Neuman & Reijers, 2006; Gruhn & Laue, 2006; Latva-Koivisto, 2001). This chapter elaborates on the importance of quality metrics for business process modeling. It presents a classification and an overview of current business process metrics and

it gives an example of the implementation of these metrics using the ProM tool. ProM is an analysis tool, freely available, that can be used to study process models implemented in more than eight languages.” disponible (VANDERFEESTEN, CARDOSO, MENDLING, REIJERS, & VAN DER AALST, 2006).

En el artículo se pone en manifiesto que tanto la ingeniería de software como la administración de procesos del negocio tienen similitudes por las métricas de calidad que utilizan así también se detalla que es una parte importante en el desarrollo de la programación de software.

Según Alfonso Rodríguez y Angélica Caro; en “Obteniendo Casos de Uso centrados en la Calidad de los Datos desde Procesos de Negocio descritos con BPMN” puntualizan lo siguiente: “La calidad de datos es considerada un aspecto importante en relación con el éxito o fracaso de las tareas cotidianas en una organización. Hoy en día, la mayoría de estas tareas se encuentran soportadas por aplicaciones de software. La especificación temprana de los requisitos que deben cumplir esas aplicaciones es un desafío para la ingeniería del software. En este trabajo se aborda la especificación temprana de requisitos de software, poniendo especial atención en la calidad de datos. Dichos requisitos serán capturados desde modelos de

procesos de negocio descritos con BPMN (Business Process Model and Notation), y expresados mediante casos de uso de UML (Unified Model Language). Con este propósito se propone un método mediante el cual, de manera ordenada y sistemática, los expertos del negocio pueden modelar procesos de negocio consciente de la calidad de datos y obtener desde dichos modelos artefactos útiles para la creación de software.”, disponible (RODRÍGUEZ & CARO, 2012).

El enfoque que se tiene al modelado de datos para poder obtener aplicaciones que soporten los requisitos establecidos en la empresa y ayuden a un mejor entendimiento se detalla mejor en el modelado de procesos del negocio siendo expresados después en los casos de uso de UML (actividades, secuencia y uso principalmente).

Según Kuciapski, Michał; en “Quality Management Modeling of Business Processes in IS Projects” sintetiza lo siguiente: “Years of evolution in the field of information systems, business processes and universal modeling notations have resulted in the creation of modern modeling languages, such as BPMN or UML. Founded languages concentrate on processes and activity flow without taking into account important management categories like quality or control. These aspects permit the research thesis that there is a room for further

modeling improvement. The article concentrates on analyzing the role of quality management modeling for business and project processes. It begins by introducing the current state of modeling languages. It is a starting point for the presentation of elaborated quality-oriented notation for the business and project processes. The concept discussed in the second section is presented as a separate diagram type. A sample model is also included showing notation capabilities and its practical usability. The third part of the article presents verification of proposed quality management modeling approach of processes in IS projects. The article concludes with a summary, disponible (KUCIAPSKI, 2012).

El total énfasis que se debe detallar en la calidad del modelado de los procesos utilizando lenguajes de modelamiento como BPMN y UML, los cuales no puntualizan si se está agregando una adecuada calidad al diseño del modelo.

1.1.2 Problemática de la investigación

Para detallar la problemática de la investigación se definirá desde un contexto global hasta llegar a la situación actual que está ocurriendo.

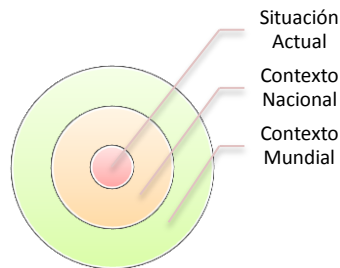


Figura 1: Contextos de la problemática de la investigación

Fuente: Elaboración propia

A nivel mundial se detalla que las empresas actuales requieren de modelos de negocios complejos con una estructura organizacional, procesos y sistemas que deben ser diseñados explícitamente. (BONILLO, 2006).

A nivel nacional el Decreto supremo 004-2013-PCM donde se aprueba la Política Nacional de Modernización de la Gestión Pública, en la gestión por procesos, resalta que:

“Se debe priorizar aquellos procesos que sean más relevantes de acuerdo a la demanda ciudadana”.

También informa que la gestión por procesos permitirá identificar y priorizar los procesos que agregan valor, de manera que no se trabaje sobre procesos innecesarios o irrelevantes. (La Presidencia de la República, 2013).

La Problemática del Centro Preuniversitario de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, se puede evidenciar deficiencias

en los procesos del negocio que presenta la organización (académico, logístico, informático y administrativo). Debido a una falla que se produzca en una parte del sistema, se está propenso a tener un retraso en la administración de las tareas a realizar.

En el centro Preuniversitario de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann se observan los siguientes problemas:

- Exceso de papel acumulado por las inscripciones que se realizan por ciclo (verano, otoño e invierno). Para lo cual no se cuenta con el espacio necesario donde depositar estos documentos, cada vez que se acumulan los documentos debido a procesos innecesarios de recolecta de datos.
- No existe integración entre los distintos sistemas de registro de alumnos; el alumno se puede pre-inscribir en la web y no está registrado ningún dato en el sistema actual, por lo cual se planteaba mejora a cada rato en el software utilizado a almacenamiento de datos, se empezó con una inscripción manual posteriormente se desarrolló un software basado en consola, evoluciono a una aplicación de escritorio y al último incremento su valor en la web. Pero en toda esta línea de evolución que se ha dado no se pudo mejorar las tareas que debería cumplir, no se puntualizó la finalidad a desarrollar.

- Falta de uso del software, debido a la cantidad de datos que se maneja y que solo puede tener acceso el técnico programador no se utiliza al máximo todos los módulos existentes, creando problemas en el flujo de la información de un área a otra, o en algunos casos todas las personas hacen el mismo trabajo, logrando duplicar respuestas.
- Poca atención por parte de la cabeza principal de la organización en los flujos de información y en las tareas principales realizadas por cada empleado para su mejora, brindando solo una secuencia a la cantidad de alumnos inscritos en cada ciclo.
- Demora en la realización de constancias y carnets para los alumnos, docentes y personal empleado en el centro Preuniversitario, esto se debe a la falta de responsabilidad de los alumnos, docentes y personal empleado, un hecho que siempre se está detallando debido al constante cambio de personal empleado, cambios en los contratos y nuevas inscripciones de alumnos recién egresados de los colegios. Con un modelo de negocio donde se detalla las actividades de cada proceso mejora la consistencia de las actividades.

- La desactualización y falta de documentación de la secuencia de actividades y tareas no impulsan a desechar los pasos innecesarios en los procesos.

Situación que ha motivado a la realización del presente trabajo denominado Calidad en el Modelamiento de los Procesos del Negocio del Centro Preuniversitario de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann de Tacna 2014.

De los problemas mencionados podemos sacar un pronóstico de la situación a partir de estos criterios lógicos comprobados que se tienen:

Tabla 1: Situación actual del centro preuniversitario

N°	Diagnostico	Pronostico
1	Exceso de material físico acumulado.	Tener duplicidad de material, aumento de material físico cada ciclo, falta de espacio de almacenamiento.
2	Falta de integración en los sistemas Existentes.	Errores en el sistema empleado, genera incertidumbre, desconfianza en el personal; no se puede controlar historial histórico del postulante.
3	Mal uso del software empleado.	Poco aprovechamiento de la capacidad total del software empleado, recurrencia a hojas externas u otros programas.
4	Poca atención en los flujos de información y tareas principales realizadas para su mejora	Tener modelos obsoletos, no hay capacidad de mejora, no se piensa en el crecimiento.
5	Demora en la realización de actividades	Postergación de fechas, aparición de incidentes e incidencias en cada proceso.
6	Falta de Documentación de las tareas asignadas	Inexistencia de guía de ayuda al personal en situaciones necesaria.
7	Cambio constante de Personal	Personal inadecuado para asumir funciones.
8	Generación de colas en el proceso de inscripción.	Demora en la atención al cliente, perdida de futuros clientes.
9	No se cuenta con los equipos necesarios para desarrollar funciones.	Retraso en las actividades, pedido de préstamos de equipos en cada ciclo.
10	Insatisfacción del personal.	Personal no se identifica con la organización.
11	Falta difusión y marketing en los ciclos a aperturar.	Pérdida significativa de futuros clientes.

Fuente: Elaboración propia

1.2 Formulación del problema

Problema General

¿Cuál es la Calidad en el Modelamiento de los Procesos del Negocio del Centro Preuniversitario de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann de Tacna?

Problemas Específicos

- ¿Cuál es la Entendibilidad que se aplica en el Modelamiento de los Procesos del Negocio del Centro Preuniversitario de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann de Tacna?
- ¿Cuál es la Modificabilidad que se aplica en el Modelamiento de los Procesos del Negocio del Centro Preuniversitario de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann de Tacna?

1.3 Justificación

El desarrollo del presente trabajo se lleva a cabo tomando en cuenta que en el mundo de hoy las empresas actuales requieren modelos del negocio para controlar sus procesos que brindan bienes o servicios para los futuros clientes, mejorar los procesos implica dar un valor agregado, de manera que no se trabaje sobre procesos innecesarios o irrelevantes, eliminando obstáculos o costos inapropiados para la misma empresa, para lo cual se debe definir los objetivos prioritarios

de la entidad, identificar los procesos relevantes y en función de ellos, la entidad debe organizarse de manera adecuada para lograr llevar adelante eficientemente los procesos y alcanzar los resultados esperados en la entrega de los bienes o servicios que brinde.

Hoy en día, no basta con que una organización sea solo eficiente como lo podría haber sido en el pasado, porque si no es capaz de adaptarse ante los frecuentes cambios impulsados por la globalización no es eficaz, dicho de otra forma no logra cumplir con los objetivos en el tiempo y calidad exigidos por el mercado (FREUND, RÜCKER, & HITPASS, 2014).

La implementación del modelamiento en los procesos ayuda a la organización a identificar y documentar cada proceso para poder implementar un Sistema de Control Interno que se podría implementar posteriormente, también se puede implementar políticas y directivas necesarias para las Normas de Control interno (Contraloría General de la República, 2008).

1.4 Alcances y limitaciones

Del Alcance a realizar por parte de este estudio descriptivo se tiene como propósito especificar algunas de las propiedades de la calidad del modelamiento, recogiendo datos de manera independiente del

lugar de estudio, solo llegando a una solución cognitiva, por lo cual su valor de este estudio es para precisar una situación sobre el contexto del ámbito estudiado.

De las Limitaciones que se presentan en el presente desarrollo de la futura tesis se debería a la recopilación de la información, como la mayoría del personal de trabajo del Centro Preuniversitario es cambiante en cada ciclo aperturado, se contrata por locación de servicios a la mayoría del personal excepto al Director en Jefe y al Secretario académico porque ellos son designados, por lo cual se debe precisar que al emplear una técnica de recopilación de información en la organización variaría por el personal contratado en cada ciclo. El trabajo solo se aplica a la organización pudiendo ser adaptado a otras partes para futuros temas de estudio.

1.5 Objetivos

1.5.1 Objetivo general

Evaluar la calidad del Modelamiento en los Procesos del Negocio del Centro Preuniversitario de la Universidad Nacional Jorge Basadre Jorge Basadre Grohmann de Tacna.

1.5.2 Objetivos específicos

- Analizar la Entendibilidad del modelamiento en el Centro Preuniversitario de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann de Tacna.
- Analizar la Modificabilidad del modelamiento en el Centro Preuniversitario de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann de Tacna.

1.6 Hipótesis

1.6.1 Hipótesis global

Si la Gestión de Procesos del Negocio mejora la agilidad, eficacia y eficiencia Entonces es probable que la Calidad en el Modelamiento de los Procesos del Negocio del Centro Preuniversitario de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann de Tacna sea deficiente.

1.6.2 Sub hipótesis

- Si los modelos establecen las funciones a realizar Entonces la Entendibilidad en el Modelamiento de los Procesos del Negocio que se aplica en el Centro Preuniversitario de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann de Tacna es deficiente.
- Si los modelos ayudan a la comprensión de las actividades Entonces la Modificabilidad en el Modelamiento de los Procesos del Negocio que se aplica en el Centro Preuniversitario de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann de Tacna es deficiente.

1.7 Variables

1.7.1 Identificación de variables

De la futura tesis:

Calidad del Modelamiento de los Procesos del Negocio del Centro Preuniversitario de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann de Tacna 2014, se resalta que la única variable utilizada es:

Calidad del Modelamiento de los Procesos del Negocio

Siendo esta variable una propiedad que puede fluctuar y cuya variación es susceptible de medirse u observarse (HERNÁNDEZ

SAMPIERI, FERNÁNDEZ COLLADO, & BAPTISTA LUCIO, 2010).

1.7.2 Definición de las variables

La definición de la variable única que se tiene para la realización de la presente tesis se puede desagregar mediante dos indicadores importantes de Calidad utilizados también en el Modelamiento de los Procesos del Negocio, según la norma ISO/IEC 9126-1, 2,3; los cuales son:

- Entendibilidad; es una subcaracterística de la usabilidad, la cual se detalla en la ISO/IEC 9126, y representa para nuestro caso de estudio la capacidad para permitir al usuario entender si es conviene el modelo, y cómo puede ser usado para tareas y condiciones de uso particulares (ISO, 2001). Para verificar la calidad del modelo propio, se analiza sus características de diseño del modelo. Las métricas para medir estos procesos se basan a partir de las métricas de medición del software FMESP (Framework for the Modeling and Evaluation of Software Processes) (ROLÓN, RUIZ, GARCÍA, & PIATTINI).
- Modificabilidad; en una subcaracterística de la mantenibilidad la cual es expresada en la ISO/IEC 9126 de la siguiente manera,

la capacidad de permitir implementar una modificación específicamente previa (ISO, 2001). Se verifica también a través de las características del Estándar del Modelo, para nuestro estudio se utilizara el estándar BPMN.

1.7.3 Operacionalización de variables

Tabla 2: Operacionalización de variables

Variable	Indicadores	Sub Indicadores
Calidad del Modelamiento de los Procesos del Negocio	Entendibilidad	Tiempo
		Aciertos
		Eficiencia
		Valoración Subjetiva
	Modificabilidad	Tiempo
		Aciertos
		Eficiencia
		Valoración Subjetiva

Fuente: Elaboración propia

Estos indicadores son medidos a través del empleo del estándar BPMN

1.7.4 Clasificación de las variables

Siendo una investigación netamente descriptiva el desarrollo de la presente tesis propuesta, se busca especificar propiedades, características y rasgos importantes de las tendencias de este grupo (HERNÁNDEZ SAMPIERI, FERNÁNDEZ COLLADO, & BAPTISTA LUCIO, 2010).

La variable a utilizar es variable única o situacional, que permite utilizar escalas para poder ser medida.

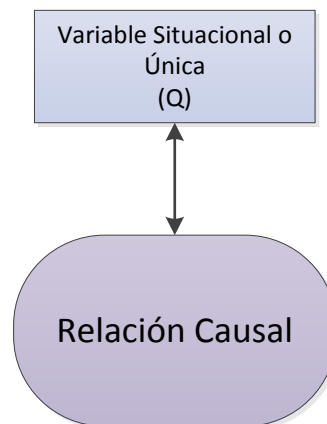


Figura 2: Clasificación de variables

Fuente: Elaboración Propia

1.8 Diseño de la investigación

1.8.1 Diseño experimental o no experimental

El diseño de la investigación es no Experimental, siendo un estudio donde no se hace variar en forma intencional las variables independientes para su efecto sobre otras variables. Lo que se hace es observar fenómenos tal como se dan en su contexto natural, para posteriormente analizarlos. La investigación no experimental es sistemática y empírica en que la variable no se manipula porque ya ha sucedido (HERNÁNDEZ SAMPIERI, FERNÁNDEZ COLLADO, & BAPTISTA LUCIO, 2010).

Por lo que este proyecto de investigación es de diseño no experimental descriptivo, teniendo la siguiente forma:



Figura 3: Diseño no experimental descriptivo simple

Fuente: Metodología de la investigación – Hernández Sampieri

Dónde:

M: representa la muestra sacada del Centro Preuniversitario

O: representa la información recogida de la muestra

Debido a estos fundamentos se debe tener en cuenta que la investigación solo se basara en la recolección de información

actual con respecto a una situación objeto de estudio. Resaltando que se trata de un Diseño descriptivo de corte transversal.

1.8.2 Población y muestra

Para el establecimiento de la población o muestra a utilizar en el futuro trabajo debemos definir los conceptos previos que se tienen de población y muestra y dar una idea clara de la cantidad de personas que entrarían en esta población o muestra.

- Población (N): es el conjunto general o universo de todas las personas que intervienen en la realización de la investigación (HERNÁNDEZ SAMPIERI, FERNÁNDEZ COLLADO, & BAPTISTA LUCIO, 2010).
- Muestra (n): es la elección sistemática de elementos representativos de la población (E. KENDALL & E. KENDALL, 2005).

La realización de una muestra se da en la mayoría de casos cuando se tiene una población abundante para reducir costos en la investigación, acelerar la recopilación de datos, reducir parcialidad y mejorar la efectividad.

Debido a que la población del Centro Preuniversitario que es esencial para analizar los procesos del negocio son:

Tabla 3: Personal de trabajo en el centro preuniversitario

Personal	Cantidad	%
Jefe del Centro Preuniversitario	1	7.14%
Secretaria	1	7.14%
Encargados del Área Académica	2	14.29%
Técnico Programador	1	7.14%
Auxiliares de aula	4	42.86%
Personal Auxiliar de Servicios	4	21.43%
Total	13	100%

Fuente: Centro preuniversitario

La población del presente trabajo de investigación es 13 personas que laboran en el área del Centro Preuniversitario, esta población variaría de acuerdo a la cantidad de personal a contratar, esta es una población referencial para CEPU - Otoño.

De lo cual se puede deducir que no es necesario realizar una muestra debido a que la cantidad de la población es reducida por lo que la muestra será igual a la población ($N=n=13$ personas que laboran; N "población", n "muestra"); por lo que se reduce el error.

1.8.3 Técnicas e instrumentos para la recolección de datos

Técnicas

Se utilizarán las siguientes:

Observación; al observar las actividades se busca darse idea de lo que realmente se hace, no solo de lo que se documenta o explica. Además al observar se trata de ver personalmente las relaciones que existen entre los miembros de la organización. (E. KENDALL & E. KENDALL, 2005). Se realizara para el cálculo del primer indicador y del desarrollo de este.

Se observará todos los procedimientos realizados para después realizar un modelo con estándares de calidad.

Encuesta; para permitir estudiar las actitudes, creencias, comportamiento y características importantes de la organización cuantificándolo mediante un instrumento de medición. (E. KENDALL & E. KENDALL, 2005). Se realizara para el cálculo del segundo indicador.

Entrevista: es una conversación dirigida con un propósito específico que utiliza un formato de preguntas y respuestas, para obtener opiniones y su parecer acerca del estado actual, metas organizacionales y personales y procedimientos informales. (E. KENDALL & E. KENDALL, 2005).

Instrumentos de medición

Ficha de Observación; Para los instrumentos de medición de las técnicas se tiene estándares en la observación de los procesos.

Cuestionario; Para la medición de los cuestionarios se utilizara cálculos de los datos obtenidos (aciertos y tiempo) para luego encontrar el valor de la eficiencia empleada en cada cuestionario por parte del personal que labora.

1.8.4 Análisis de datos

Para el análisis de datos se utilizaran el software de cálculos de datos MS Excel fácil su comprensión y estudio, que ayuda en la realización de las pruebas de hipótesis.

Se procederá a la apreciación crítica de los valores relativos y de los estadísticos para facilitar la posterior elaboración de formulación de conclusiones.

1.8.5 Selección de pruebas estadísticas

Se debe tener en cuenta que la presente tesis es de carácter descriptivo por lo cual se podría utilizar una prueba estadística para poder sustentar las hipótesis presentadas, pero también se cuenta con otra opción para la interpretación de los datos recopilados mediante los instrumentos aplicados; Se puede aplicar Estadística Descriptiva o Estadística Inferencial:

Estadística Descriptiva: es el estudio que incluye la obtención, organización, presentación y descripción de información numérica (GARCÍA MANCILLA & MATUS PARRA, pág. 28).

La estadística descriptiva o análisis exploratorio de datos, nos ofrece el modo de presentar y evaluar las características principales de los datos a través de tablas, gráficos y medidas resúmenes.

Estadística Inferencial: es una técnica mediante la cual se obtienen generalizaciones o se toman decisiones en base a una información parcial o completa obtenida mediante técnicas descriptivas (GARCÍA MANCILLA & MATUS PARRA, pág. 29).

Nos permite proponer el valor de una cantidad desconocida (realizar una estimación) o decidir entre dos teorías contrapuestas cuál de ellas explica mejor los datos (Pruebas de Hipótesis).

Para nuestro caso se aplicara la estadística descriptiva que a través de los DPN (Diagrama de Procesos del Negocio), permiten una mejor visualización de los procesos y actividades desempeñadas.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Marco referencial

2.1.1 Administración de procesos del negocio – BPM

Todas las organizaciones se encuentran en un recorrido, un viaje sin fin donde la atención se centra en mejorar la manera en que las cosas se hacen para el beneficio de los accionistas, las partes interesadas y/o ganancias (WHITE & MIERS, 2009, pág. 20).

En la actualidad existen muchas definiciones de BPM. Aunque todas ellas tienen algo en común también existen diferencias, sobre todo en el alcance. Algunos autores y expertos, en especial en Europa, restringen el BPM a una disciplina de gestión sin incluir explícitamente el apoyo de TI. (HITPASS, 2012, pág. 4) La gestión por procesos, sigue un ciclo de vida:

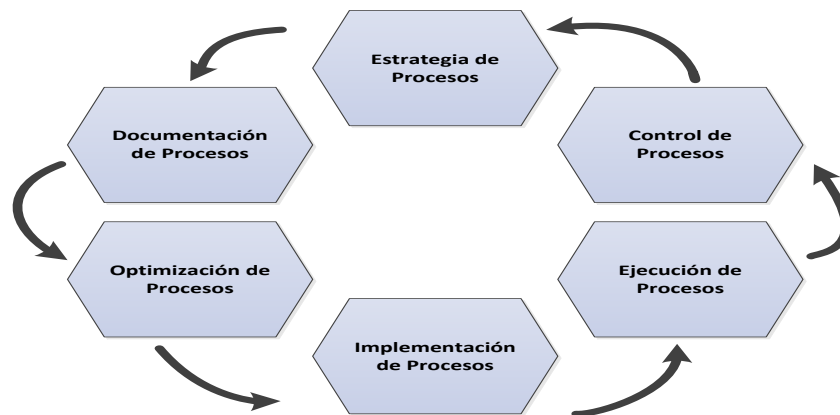


Figura 4: Ciclo de vida de la gestión por procesos

Fuente: el libro del BPM – Club BPM

BPM es una disciplina integradora que engloba técnicas y disciplinas, que abarca las capas de estrategia, negocio y tecnología, que se comprende como un todo integrado en gestión a través de los procesos (HITPASS, 2012, pág. 5).

Entonces, se define en forma abreviada BPM como una “Disciplina de Gestión por Procesos de negocio y de Mejora Continua apoyada fuertemente por TI”. Una definición más amplia según ABPMP (Association of BPM Professionals); Business Process Management (BPM) es un enfoque sistemático para identificar, levantar, documentar, diseñar, ejecutar, medir y controlar tanto los procesos manuales como automatizados, con la finalidad de lograr a través de sus resultados en forma consistente los objetivos de negocio que se

encuentran alineados con la estrategia de la organización. BPM abarca el apoyo creciente de TI con el objetivo de mejorar, innovar y gestionar los procesos de Principio a fin, que determinan los resultados de negocio, crean valor para el cliente y posibilitan el logro de los objetivos de negocio con mayor agilidad (FREUND, RÜCKER, & HITPASS, 2014, pág. 3).

BPM visto con un enfoque de 360°, comprende un conjunto de tecnologías que son capaces de automatizar todo el ciclo de vida de los procesos, desde su identificación y diseño, hasta su automatización, monitorización y mejora continua (CLUB BPM, 2010, pág. 9).

Business Process Management (BPM) es un conjunto de métodos, herramientas y tecnologías utilizados para diseñar, representar, analizar y controlar procesos de negocio operacional. BPM es un enfoque centrado en los procesos para mejorar el rendimiento que combina las tecnologías de la información con metodologías de proceso y gobierno (GARIMELLA, LEES, & WILLIAMS, 2008, pág. 5).

BPM es una actividad de ilustrar tanto los procesos actuales y futuros de una empresa de negocios con el fin de evaluar y mejorar

los procesos de negocios actuales en términos de calidad y eficiencia (BLOKDIJK, 2008, pág. 129).

Entre los Objetivos que persigue BPM se detallan:

Lograr o mejorar la “agilidad de negocio” en una organización. El concepto de agilidad de negocio se entiende como la capacidad que tiene una organización de adaptarse a los cambios del entorno a través de los cambios en sus procesos integrados (HITPASS, 2012, pág. 4).

Lograr mayor “eficacia”. El concepto de eficacia se entiende como la capacidad que tiene una organización para lograr en mayor o menor medida los objetivos estratégicos o de negocio (HITPASS, 2012, pág. 4).

Mejorar los niveles de “eficiencia”. Eficiencia es la relación entre los resultados obtenidos y los recursos utilizados, es decir el grado de productividad de un resultado (HITPASS, 2012, pág. 4).

A su vez BPM sigue un ciclo de vida:

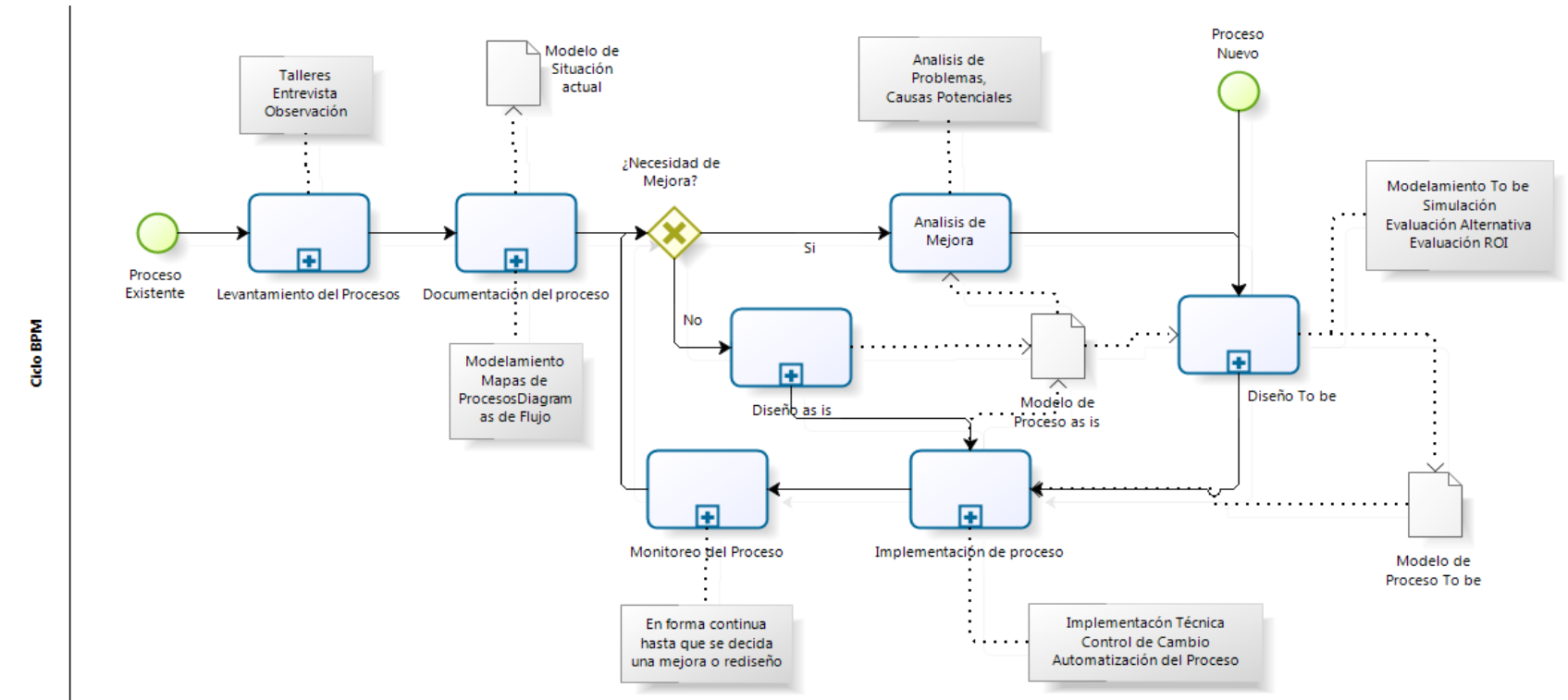


Figura 5: El ciclo del BPM

Fuente: BPMN 2.0 Manual de referencia y guía práctica – Jakob Freund

2.1.2 Historia del BPM

A principios de siglo pasado Frederick Winslow Taylor (1911) desarrollo el concepto de la “Administración Científica”. A Taylor se le atribuye haber desarrollado los principios de la especialización y estandarización de los procesos en la producción industrial elevándolos a una ciencia que podríamos llamar “ingeniería industrial y mejora de procesos”, razón por la cual muchos autores lo denominan como el padre de la ingeniería industrial (HITPASS, 2012, pág. 5).

Más adelante, a principios de los 80, aparecieron enfoques estadísticos con el objetivo de mejorar los procesos de control. Así nació el enfoque TQM (Total Quality Management) basado en una gestión de control estadístico, pero aplicarlo requiere de una rigurosa disciplina en la organización que es difícil alcanzar (HITPASS, 2012, pág. 7).

También apareció Six Sigma como una opción para mejorar la eficacia y eficiencia de los procesos de negocio. La sigla Six Sigma significa “one output defect in six Standard deviations of a probability distribution for a particular process output”. Las técnicas se emplean sobre la base de episodios o eventos, los cuales debiesen estar dentro del nivel de exigencia definida para el proceso.

A mediados de los 90 aparece la ola de los ERP's (Enterprise Resource Planning). Los ERP's se vendieron como la solución para todos los problemas en la organización, pero los ERP's no generaron la eficiencia y eficacia esperada en los procesos de negocio, estaban diseñados para mejorar la eficiencia administrativa. A fines de los 90 y a principios del 200 aparecieron los sistemas Customer Relation Managment (CRM) como medida para mejorar los servicios a los clientes, pero aún no contábamos con una integración entre los procesos del front office (CRM) con los del back office (ERP) (HITPASS, 2012, pág. 8).

En la década de los 90 la industria occidental se centra en mejorar la administración de los recursos empresariales. Así aparecen soluciones verticales altamente especializadas como los ERP (Enterprise Resource Planning), CRM (Customer Relationship Management) y BSC (Balanced Scorcard). (HITPASS, 2012, pág. 10)

En la publicación de Smith and Fingar en el año 2002 con el título BPM Third Wave, aparece por primera vez el acrónimo BPM (FREUND, RÜCKER, & HITPASS, 2014, pág. 3).

A partir del año 2000 el tema de gestión de procesos de negocio empieza a cobrar importancia en círculos profesionales y

académicos y a partir de los años 2005 y 2006 se instala definitivamente como una disciplina de gestión integrada basada en procesos de negocio (HITPASS, 2012, pág. 10).

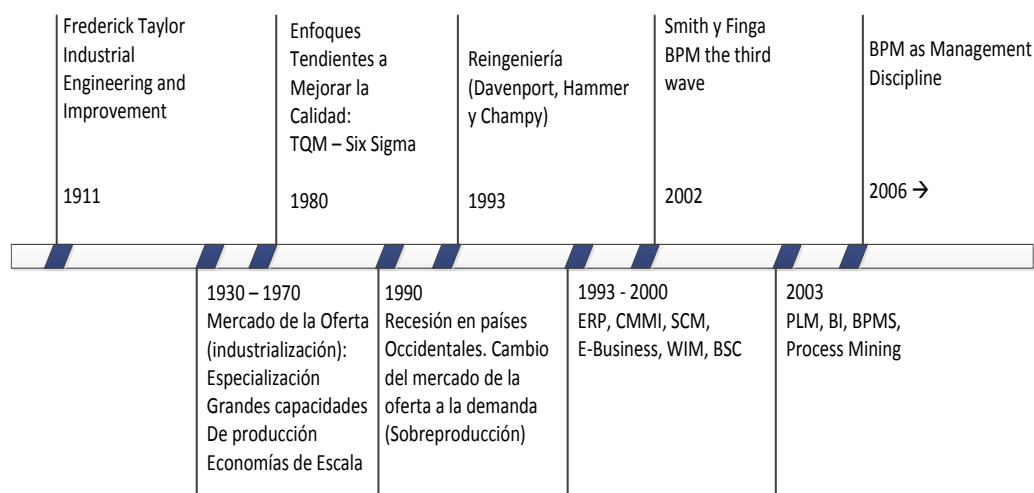


Figura 6: Evolución de la ingeniería de procesos hacia el BPM

Fuente: BPM fundamentos y conceptos de implementación – Bernhard Hitpass

2.2 Bases teóricas respecto al problema

2.2.1 Introducción a los procesos del negocio y su modelado

Un **proceso** es “un sistema de pasos parcialmente ordenados que intentan lograr una meta”. (CURTIS & OVER, 1992) Otras definición como (RUS, SEAMAN, & LINDVALL, 2003), consiste de un conjunto de actividades, artefactos (entradas y salidas de actividades) y roles (recursos) relacionados entre sí, que son usados transformando los elementos de entrada en resultados para lograr una determinada meta.

En el ámbito empresarial los procesos del negocio son definidos como “conjunto de dos o más procedimientos o actividades enlazadas que realizan de forma colectiva un objetivo del negocio o meta política, normalmente dentro del contexto de una estructura organizacional en donde se definen roles funcionales y relaciones” (WFMC, 1999), también es definido como un “conjunto estructurado de actividades, diseñado para producir una salida específica o lograr un objetivo, que describen como es realizado el trabajo de la empresa y caracterizándose por ser observables, medibles, mejorables y repetitivos” (JIMÉNEZ, FARÍAS, & PINTO, 2003).

Los procesos de negocio reales se caracterizan por ser grandes y complejos, muy dinámicos, ampliamente distribuidos y hechos a la medida del cliente a través de diferentes sistemas y unidades de negocio, de extenso funcionamiento, automatizadas, dependientes de la inteligencia y criterios humanos y difíciles para hacer visibles (SMITH, NEAL, FERRARA, & HAYDEN, 2002).

Dadas estas características, los procesos del negocio se consideran de naturaleza muy compleja y borrosa, siendo las principales razones de esta complejidad el hecho de que (BIEMANS, LANKHORST, & TEEUW, 2001):

- Involucran diversos dominios de conocimiento.

- Operan con tiempos de escalas ampliamente diferentes y a menudo son independientes.
- La gente necesita años de capacitación antes de poder entenderlos y razonarlos.
- No existe un marco de referencia común entre los diversos stakeholders.

Tienen muchas modificaciones incontroladas.

Considerando los elementos básicos que conforman un proceso de negocio (metas, actividades, entradas, salidas y recursos), que las actividades son realizadas en un orden determinado afectando a más de una unidad organizacional y creando valor ya sea interno o externo (ROLÓN AGUILAR).

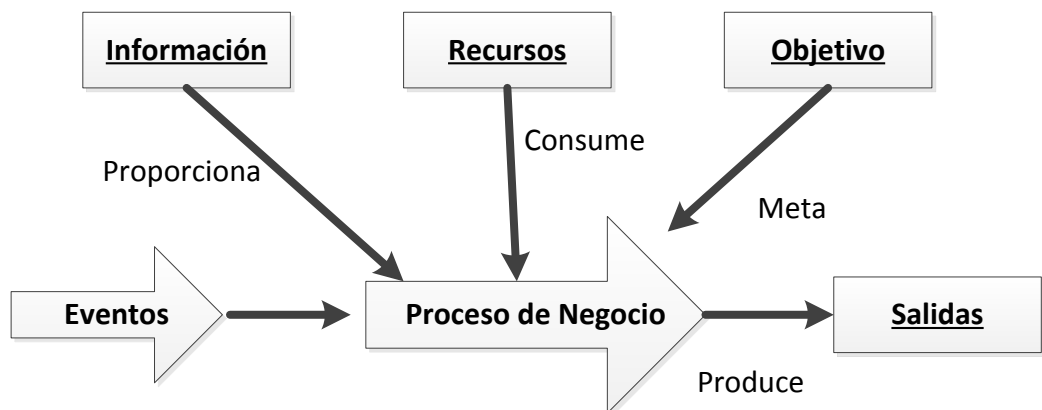


Figura 7: Elementos de un proceso del negocio

Fuente: Medidas para asegurar la calidad de los modelos de procesos de negocio – Elvira

Rolón Aguilar

De la misma manera como se detalló el significado de proceso, para modelo se puede definir como la representación abstracta de la realidad la cual es construida, analizada y manipulada para incrementar su entendimiento y un buen modelo es útil para hacer predicciones y probar hipótesis acerca de los efectos de ciertas acciones en el mundo real (DUFRENSE & MARTÍN, 2003).

En el campo de la Ingeniería de software, los modelos de procesos se definen como “una descripción abstracta de un proceso actual o propuesto que representa determinados elementos del proceso que son considerados importantes para el propósito del modelado y pueden ser representados o realizados ya sea por una persona, lo que se denominaría escritura del proceso, o bien por una máquina, denominándose programa del proceso”, siendo sus principales aplicaciones las siguientes (CURTIS & OVER, 1992):

- Facilitar el entendimiento y comunicación de modo que un grupo pueda ser capaz de compartir un formato representativo común.
- Proporcionar soporte a la mejora de procesos, lo que requiere de una base para definir y analizar procesos.
- Proporcionar soporte a la gestión de procesos, lo que requiere un proceso definido contra el cual el comportamiento del proyecto actual pueda ser comparado.

- Automatizar la dirección del proceso que requiere herramientas automatizadas para manipular descripciones de Procesos.
- Automatizar el soporte a la ejecución requiere de una base informática para controlar el comportamiento dentro de un entorno automatizado.

Mediante el modelo de procesos de negocio se perfilan todas las acciones indispensables para producir los resultados esenciales, siendo activado en función del cliente independientemente de cómo, cuándo, por quién o el medio por el cual se produzcan los resultados, mostrando lo que un sistema hace o debe hacer de manera independiente a la implementación. (WEDEMEIJER & DE BRUIN, 2004). Por lo cual el modelado de procesos de negocio es uno de los primeros pasos en el logro de las metas organizacionales, siendo además el elemento clave para el éxito de la organización que sus procesos sean innovadores y flexibles.

Los usos potenciales del modelo de procesos están (BROWNING, 2002): como base para programas de planeación, ejecución y mejora continua de la organización; para la retención del conocimiento y aprendizaje, la visualización de los procesos, la capacitación de nuevo personal; sirviendo además como marco para la definición de métricas y para ayudar a la organización a cumplir

con los requisitos de auditoria y evaluación. Los principales objetivos del modelado de procesos de negocio recaen en diversos aspectos de los cuales destacan: a) mejora el entendimiento de una situación y comunicarla y, 2) que los modelos de procesos pueden ser vistos como una herramienta para alcanzar las metas de un proyecto de proceso de desarrollo (MULTAMÄKI, 2002).

2.2.2 Ciclo de vida y gestión de los procesos del negocio

Terminado de analizar los principales conceptos de los procesos de negocio y del modelo que los representa, en este apartado se describe las etapas del ciclo de vida del proceso, y la importancia que implican a la hora de llevar a cabo su gestión.

a. Ciclo de vida de los procesos del negocio

El ciclo de vida del proceso de negocio abarca tres etapas principales que son (HOLLINGSWORTH, 2004): a) Definición y modelado, b) Implementación y c) Análisis y mejora. Estas tres etapas están unidas en el sentido de que cada una contribuye a la consistencia global de la visualización y los usos de un modelo común para la representación del proceso de negocio. (GEORGAKOPOULOS & TSALGATIDOU, 1998) Refleja las tres

fases del ciclo de vida, y además introduce objetivos de calidad para mejorar la eficacia y eficiencia de los procesos de negocio.

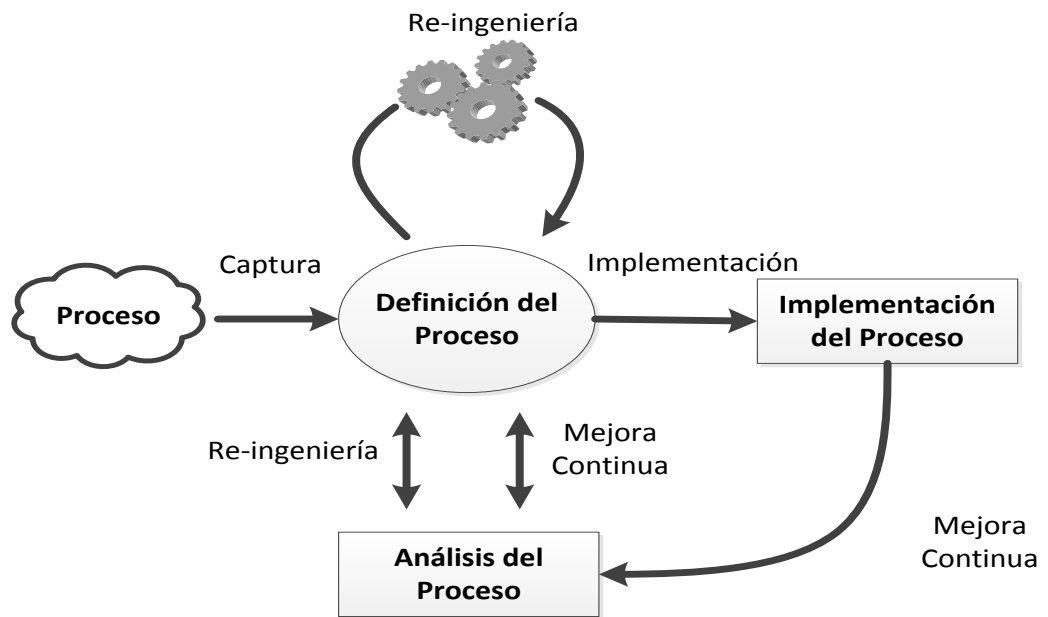


Figura 8: Ciclo de vida del proceso de negocio

Fuente: Technology and tools for comprehensive business process lifecycle management – Georgakopoulos and Tsalgaidou

Los elementos que componen este ciclo de vida de los procesos de negocio son:

La **Definición del Proceso**, que típicamente incluye un conjunto de conceptos usados para describir procesos, actividades, la coordinación de las actividades y los roles requeridos para realizar actividades específicas.

La **Reingeniería del Proceso**, que debe ser dirigida por objetivos de negocios claramente indicados (como reducir costos o tiempos de producción) y que implica el diseño de nuevos procesos, los cuales son soportados en mejoras de los resultados y soluciones del sistema.

La **Implementación del Proceso**, que implica la realización de un proceso usando hardware, software y sistemas de información y en donde la definición del proceso es usada para implementar y automatizar el proceso.

Efectuar **Mejoras Continuas** del proceso basado en el análisis y medición de la ejecución de los procesos. Puede conducir a ideas para la mejora basada en los resultados del proceso actual, o bien, las mejoras pueden hacerse después de definir el proceso pero antes de su implementación basadas en la intuición humana y/o posible simulación con datos estimados.

b. Gestión de procesos del negocio

El uso del término “Business Process Manageent” (BPM), aunque en los últimos años se ha popularizado, no es relativamente nuevo, ya que se ha utilizado a través de los años en estrecha relación al campo de los procesos de negocio, tales como la mejora, la reingeniería, y la innovación de procesos de negocio. Es decir, las

organizaciones siempre han examinado, diseñado, desarrollado, ejecutado, manipulado, optimizado y analizado sus procesos de negocio, aunque en la última década ha cambiado radicalmente la manera en que lo hacen (ROLÓN AGUILAR).

BPM ha sido definido de diferentes maneras y con distintos enfoques, que en algunas ocasiones generan más confusión que claridad, algunas de las definiciones encontradas en la literatura son: “Es el soporte de negocio mediante el uso de métodos, técnicas y software que involucra personas, organizaciones, aplicaciones, documentos y otras fuentes de información, para diseñar, promulgar, controlar y analizar procesos operativos” (VAN DER, 2003).

“Capacidad de descubrir, diseñar, desarrollar, demostrar y ejecutar interactuando recíprocamente con la operación, optimización y análisis de los procesos de principio a fin, haciéndolo en un nivel de diseño de negocios y no en un nivel de implementación técnica” (SMITH, NEAL, FERRARA, & HAYDEN, 2002).

BPM comprende además, un número de diferentes tareas acerca de procesos organizacionales y a menudo es usado como un término genérico para Reingeniería de Procesos de Negocio, Gestión de la Calidad o Implementación de Sistemas de Gestión Workflow. Partes importantes de la gestión de Procesos de Negocio son la adquisición

de datos relevantes y la ilustración de modelos, productos y procesos de la organización, así como el uso de recursos, como por ejemplo la tecnología de la información (PALKOVITS, RÖSSLER, & WIMMER, 2004).

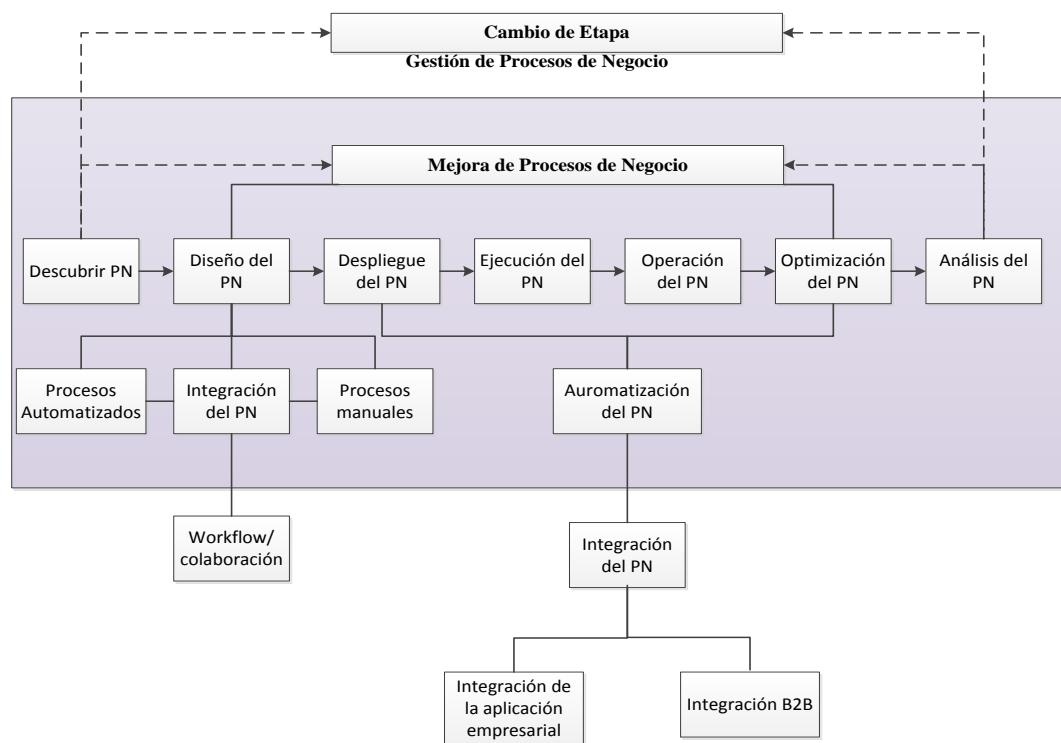


Figura 9: Fases del proceso de negocio soportadas por BPM

Fuente: Process modelling – burden or relief? Living process modelling within a public organization – Palkovits S. Rössler T. and Wimmer M.

De las fases del proceso mostradas en la figura anterior, la que ocupa más atención para nuestro trabajo es la fase de diseño, la

cual significa explícitamente modelar, diseñar, simular y rediseñar los procesos de acuerdo a las necesidades de la organización.

c. Sistemas de gestión de procesos del negocio

Con la revolución generada en torno al ámbito de negocios en relación a la necesidad de gestionar sus procesos, ha emergido una nueva generación de sistemas cuyo propósito principal es coordinar el trabajo de otros, ya sean sistemas o personas. Inicialmente surgieron los paquetes ERP (Enterprise Resource Planning), que finalmente en la práctica no proporcionaban la transparencia y agilidad prometida. Una promesa parcial para la solución a esos requerimientos fueron los sistemas workflow, basados en la documentación del ciclo de vida y procesamiento de información.

Actualmente existen productos comerciales disponibles que dan soporte a la gestión de procesos de negocio, de los cuales se puede distinguir: 1) Los sistemas de Gestión de Flujos de Trabajo (Workflow Management Systems, WFMS) que son sistemas software genéricos y dirigidos por explícitos diseños de procesos para decretar y manejar procesos operativos del negocio. (VAN DER, 2003), es decir que dan soporte a la automatización del proceso, y 2) Los Sistemas de Gestión de Procesos de Negocio

(Business Process Management Systems, BPMS) que están dirigidos a la integración de sistemas, automatización de actividades rutinarias, a dirigir todas las fases del proceso, a desarrollar procesos perfectos y a proporcionar visibilidad y control de principio a fin (SMITH, NEAL, FERRARA, & HAYDEN, 2002). Estos dos grupos de sistemas, proporcionan la tecnología que las organizaciones necesitan para la gestión de sus procesos de negocio, dando soporte en las etapas de definición e implementación del proceso dentro de su ciclo de vida (GEORGAKOPOULOS & TSALGATIDOU, 1998).

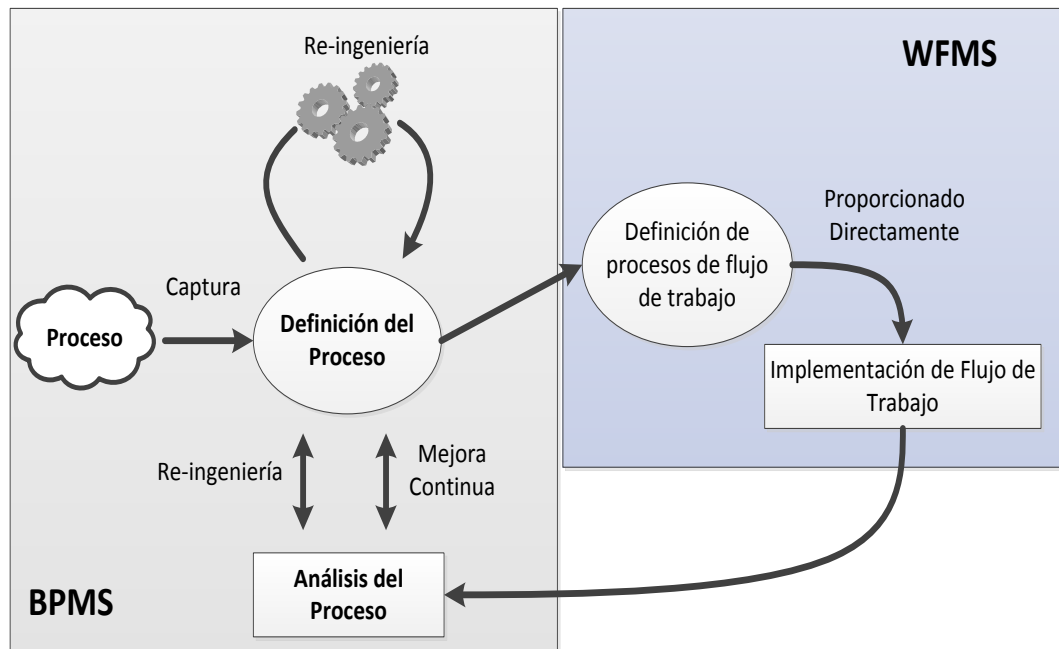


Figura 10: Ciclo de vida de los procesos de negocio con tecnología WFMS y BPMS

Fuente: Technology and tools for comprehensive business process lifecycle management

– Georgakopoulos and Tsaigatidou.

En la **Definición del Proceso** se tiene que hacer una distinción del proceso de negocio y del proceso workflow, ya que la definición de cada uno de ellos son dos entidades diferentes. La situación ideal sería que para dar soporte a la gestión completa del proceso, la definición de proceso de negocio usada para propósitos de reingeniería y mejora sea la misma que se necesita como definición de proceso workflow para la implementación del mismo, lo cual no es posible hasta ahora porque ambas difieren.

La **Reingeniería del Proceso** no se ve afectada al introducir la tecnología WFMS, sin embargo los BPMS proporcionan herramientas para el análisis de los modelos de procesos que pueden soportar una o más metodologías BPR (Business Process Reengineering)

La **Implementación** de un proceso no se ve afectada por la introducción de BPMS pero si obtiene muchas ventajas de la intervención de los WFMS, ya que proporciona la implementación directa del proceso, conduciendo a la automatización del mismo a través de la definición del proceso de flujo de trabajo.

En cuanto a la realización de **Mejoras continuas** del proceso, la utilización de WFMS y BPMS implica hacer cambios en:

- La definición del proceso de negocio en base a las mediciones realizadas con el BPMS.
- La definición del proceso workflow en base a los cambios de la correspondiente definición de proceso de negocio.
- La definición del proceso de negocio en base a las mediciones efectuadas cuando la definición del proceso workflow es ejecutada por los WFMS.

2.2.3 Modelado de procesos

La elaboración de un modelo de procesos es como ver el resultado final del proceso, más probablemente una representación de cómo el proceso se vería con descripciones detalladas sobre cómo deberían o deben hacerse las cosas (BLOKDIJK, 2008, pág. 129).

Proceso, Corresponde a la representación de un conjunto de acciones (actividades) que se hacen, bajo ciertas condiciones (reglas) y que puede gatillar o ejecutar cosas (eventos). (HITPASS, 2012, pág. 10)

Un proceso de negocio es un conjunto de actividades que toman uno o más tipos de inputs y crean un output que es de valor para un cliente (HITPASS, 2012, pág. 11).

Un proceso es una concatenación lógica de actividades, a través del tiempo y lugar, impulsadas por eventos y que a través de su proceso de transformación, cumplen un determinado fin (FREUND, RÜCKER, & HITPASS, 2014, pág. 2).

Los modelos de proceso son normalmente creados (descubiertos o capturados) observando las operaciones de la empresa en marcha. Son importantes entradas los objetivos, estrategias y reglas (o reglamentaciones) de la organización (WHITE & MIERS, 2009, pág. 21).

Los procesos pueden ser de dos tipos: fundamentales (directos) y habilitadores (indirectos). Los procesos se pueden ensamblar en cadenas de valor mayores conocidas como entornos de procesos. Los entornos de procesos fundamentalmente incluyen procesos de flujo de valor para los clientes como presentación de nuevos productos, ciclos de pedido a cobro y aprovisionamiento de pago. Los entornos de procesos habilitadores incluyen reclutamiento de empleados y gestión de recursos. Colectivamente, los entornos de procesos conforman la arquitectura de procesos e incluyen todos los procesos utilizados por la empresa (GARIMELLA, LEES, & WILLIAMS, 2008, pág. 34).

2.2.4 Técnicas de diagramación orientadas al flujo de control

Formalmente podemos hacer la primera gran división en metodologías basadas en técnicas de lenguaje estructurado (script) y metodologías basadas en técnicas de diagramación. Las notaciones de tipo script están cerca de los lenguajes de programación (BPEL o lenguajes propietarios de herramientas de software), son formalmente precisas, pero su expresividad visual es prácticamente nula, por lo que sería muy difícil de emplearlas con usuarios de negocio.

Las metodologías basadas en técnicas de diagramación, las podemos clasificar en técnicas orientadas al flujo de datos, al flujo de control y orientadas al objeto.

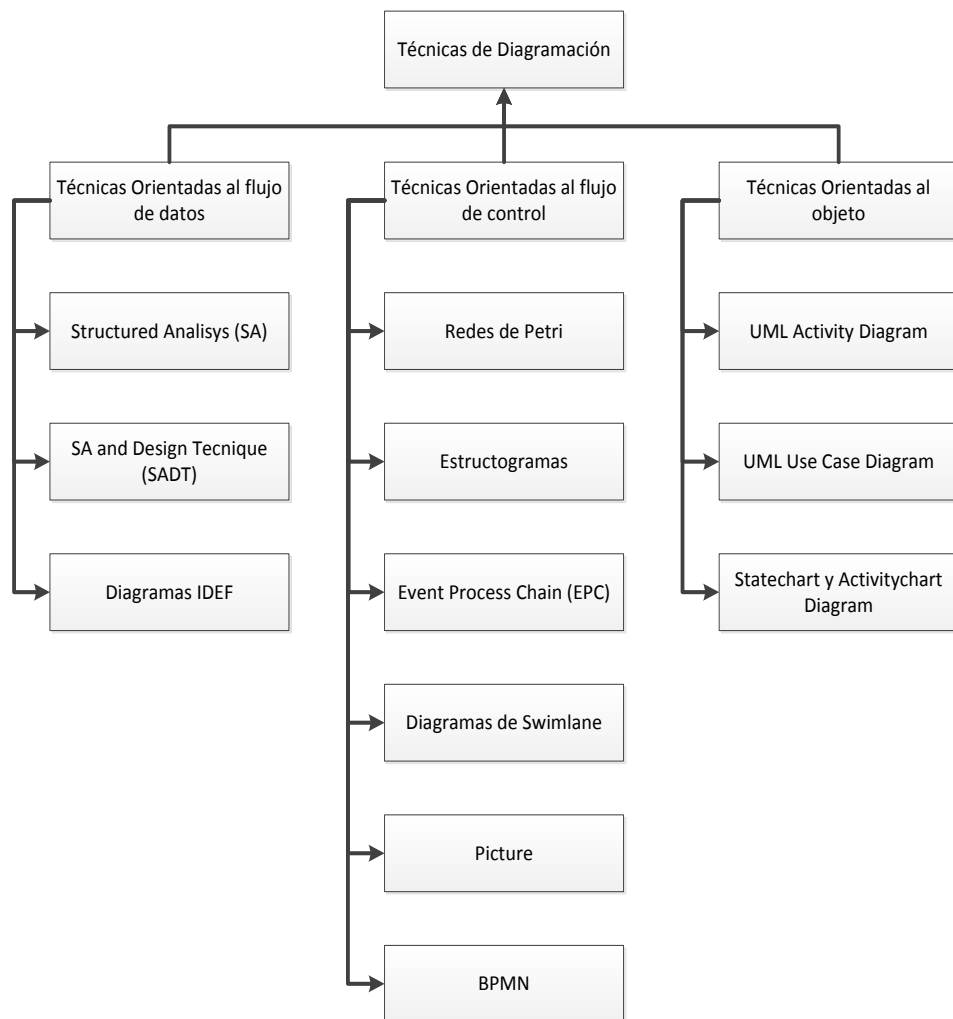


Figura 11: Clasificación de algunas técnicas de diagramación para modelamiento de procesos

Fuente: BPMN 2.0 manual de referencia y guía práctica – Jakob Freund

El uso de técnicas orientadas al flujo de datos se está empleando cada vez menos, de hecho actualmente para la especificación de desarrollo de sistemas se utilizan los diferentes diagramas de UML (FREUND, RÜCKER, & HITPASS, 2014, pág. 120).

a. Redes de Petri

Son una herramienta gráfica y matemática del modelado para la descripción formal de sistemas cuya dinámica se caracteriza por concurrencias, sincronización, exclusión mutua y conflictos, las cuales son características típicas de sistemas distribuidos, su modelado tiene dos características importantes; Primero es posible visualizar su comportamiento como concurrencia, paralelismo, sincronización y recursos compartidos. Segundo existe varios métodos para el análisis de redes de Petri (CERVANTES CANALES, 2005, pág. 8).

b. BPMN

BPMN fue desarrollado para modelar procesos (mapas de procesos, estructuras organizacionales, estructuras de datos, estrategias y modelos de negocio, reglas de negocio, infraestructura de TI), se concentra en el modelamiento de los procesos y no de otras estructuras organizacionales (FREUND, RÜCKER, & HITPASS, 2014, pág. 20).

BPMN, acrónimo de Business Process Modeling Notation (notación de creación de modelos de procesos de negocio), se trata de una notación grafica estandarizada para representar los procesos de negocio en un flujo de trabajo, que facilita la mejora de la comunicación y la portabilidad de los modelos de proceso (WHITE & MIERS, 2009, pág. 70).

En el 2004, el Business Process Management Initiative (BPMI.org) desarrollo y public el Business Process Modeling Notation (BPMN) versión 1.0 En el 2006, el BPMI dio las reglas para el mantenimiento de la notación BPMN con el Object Management Group (OMG), sin fines de lucro para los estándares de la industria de la computación. El OMG incluyo especificaciones propias en UML, COBRA, CWM y otros estándares de especificaciones en la industria para decenas de mercados. En enero del 2008, el OMG realizo el BPMN versión 1.1.

La notación estándar de BPMN consolidaba mejores ideas para otras notaciones incluidas en UML (diagrama de actividades), IDEF, ebXML BPSSm ADF, Event-Process Chains (EPCs), etc. (BLOKDIJK, 2008, pág. 17). Sobre esta técnica de diagramación se tocara más profundamente el tema en la siguiente sección detallando más su utilidad y su uso.

c. UML diagrama de actividades

El diagrama de actividades de UML (Unified Modeling Language) pertenece a una familia de 13 tipos de diagramas que existen en la versión 2.0. UML es administrado al igual que BPMN por OMG (Object Management Group). Sin embargo no hay que malinterpretar que BPMN reemplazaría a UML, porque UML fue desarrollado como técnica para el desarrollo de sistemas, mientras que BPMN para el modelamiento de procesos. Antes que apareciera BPMN se utilizaba el diagrama de actividades de UML para modelar procesos. se ha empleado preferentemente como técnica de especificación para el desarrollo del workflow embebido en sistemas de TI.

Para efectos de una especificación técnica de flujos en el desarrollo de sistemas, los diagramas de actividades de UML, especificando casos de uso, van a seguir siendo importantes, pero para la implementación de procesos de negocio BPMN es el estándar declarado y su notación es muy superior a la de UML (FREUND, RÜCKER, & HITPASS, 2014, pág. 125).

Antes que apareciera BPMN se difundieron bastante algunas técnicas orientadas a objetos para modelar procesos, sobre todo UML (diagrama de Actividades – diagrama de los procesos a nivel descriptivo y diagrama de Casos de Uso – describen el flujo entre

actividades y unidades organizacionales) (FREUND, RÜCKER, & HITPASS, 2014, pág. 123).

El diagrama de actividad complementa al caso de uso al proporcionar una representación gráfica del flujo de interacción dentro de un escenario específico. De manera similar al diagrama de flujo, un diagrama de actividades utiliza rectángulos redondeados para indicar una función específica del sistema, flechas para representar el flujo a través del sistema, rombos de decisión para mostrar una ramificación por decisión y líneas horizontales sólidas para indicar que ocurren actividades paralelas (S. PRESSMAN, 2006, pág. 208).

d. UML diagrama de caos de uso

Un caso de uso captura las interacciones que ocurre entre los productores y consumidores de información y del sistema en sí mismo. Describiendo un escenario de uso específico en un lenguaje directo desde el punto de vista de un actor definido (S. PRESSMAN, 2006, pág. 202).

2.3 Estado del arte

2.3.1 Lenguajes para el modelado de procesos del negocio

Un lenguaje para el modelado de procesos de negocio debe cubrir ciertos requisitos que proporcionen el soporte necesario dado la complejidad que presentan. Algunos criterios propuestos por diversos autores para la evaluación de lenguajes de modelado de procesos, indican que estos deben ser (HABERL, 2003) (LONJON, 2004).

- Ser capaces de modelar todas las complejidades que presentan los procesos de negocio, incluyendo: secuencia, bifurcación, enlazamiento, construcción de concurrencia, intervalos, vencimientos, fallos y agregación.
- Tener un medio de distinción de roles y de asignación de las diversas tareas.
- Ser una representación gráfica inequívoca del lenguaje.
- Especificar como las instancias de procesos serán disparadas e identificadas a lo largo de toda la ejecución.
- El lenguaje no debe mezclarse con detalles de protocolos de comunicación.
- Tener una notación intuitiva que sea fácilmente adoptada por el usuario.

- Tener un metamodelo y un vocabulario, es decir un grupo de conceptos y relaciones que esté estricta y consistentemente definido para proporcionar un fundamento sólido a las diversas propuestas de procesos de negocio.
- Permitir una clasificación del metamodelo y de la notación para cada nivel de análisis del proceso de negocio, como la organización e integración de las tecnologías de la información. La clasificación debe estar acompañada por un mecanismo para navegar entre los diferentes niveles de análisis.

Por tanto, un lenguaje de modelado de negocios define formalmente un método de modelado de negocios, que consiste en un conjunto de reglas sintácticas y semánticas para construir un conjunto de diagramas y relacionar objetos constituyendo un modelo válido de un sistema de negocio.

Entre las técnicas, ya antes mencionadas, o lenguajes comúnmente usados para el modelado de procesos de negocio se encuentran: los Diagramas de Flujos de Datos (DFDs, Data Flow Diagrams), los Diagramas de Gantt, Diagramas de Pert y los diagramas de la familia IDEF, especialmente IDEF0 e IDEF3, Redes de Petri, Event Driven Process Chain (EPC), etc. (ROLÓN AGUILAR).

Ante la diversidad de propuestas es fundamental considerar la estandarización en los lenguajes de modelado de procesos de negocio. En este sentido, actualmente organizaciones como Object Management Group (OMG), Business Process Management Initiative (BPMI) y Workflow Management Coalition (WfMC) ofrecen una serie de estándares para el modelado de procesos de negocios, así como lenguajes de definición.

Tabla 4: Principales estándares de modelado de procesos de negocio

Nombre	Organización	Campo de Aplicación	Metamodelo	Notación	Intercambio de Formato
XPDL	WfMC	Lenguaje de ejecución	Sí	No	Sí
BPML	BPMI	Lenguaje de ejecución	Sí	No	Sí
BPEL	OASIS	Lenguaje de ejecución	Sí	No	Sí
UML 1.0	OMG	Análisis de la automatización del proceso de negocio	Sí	Sí	Sí
UML 2.0	OMG	Análisis de la automatización del proceso de negocio	Sí	Sí	Sí
BPMN 1.0	BPMI/OMG	Análisis de la automatización del proceso de negocio	No	Sí	No
BPMN 2.0	BPMI/OMG	Análisis de la automatización del proceso de negocio Análisis Organizacional Análisis del valor en cadena	?	Sí	?
ISO 9000x	ISO	Análisis organizacional Análisis del valor en cadena	No	No	No
BPDM	OM	Análisis de la automatización del proceso de negocio Análisis organizacional Análisis del valor en cadena	Si	Sí	Sí

Fuente: Business process modeling and standarization – Lonjon A.

Algunos de los estándares usados para tecnologías y prácticas con BPM fueron desarrollados para otros propósitos relacionados a procesos, tales como UML (Unified Modeling Language) desarrollado con un objetivo totalmente diferente, o la familia de lenguajes IDEF que incluso surgió mucho antes de la concepción de los primeros BPMS. Algunos estándares urgentes fueron desarrollados por organizaciones formales de estándares (conforme a derecho) y otros dejan paso a compañías dominantes dentro de determinados estándares de una industria (HARMON, 2005).

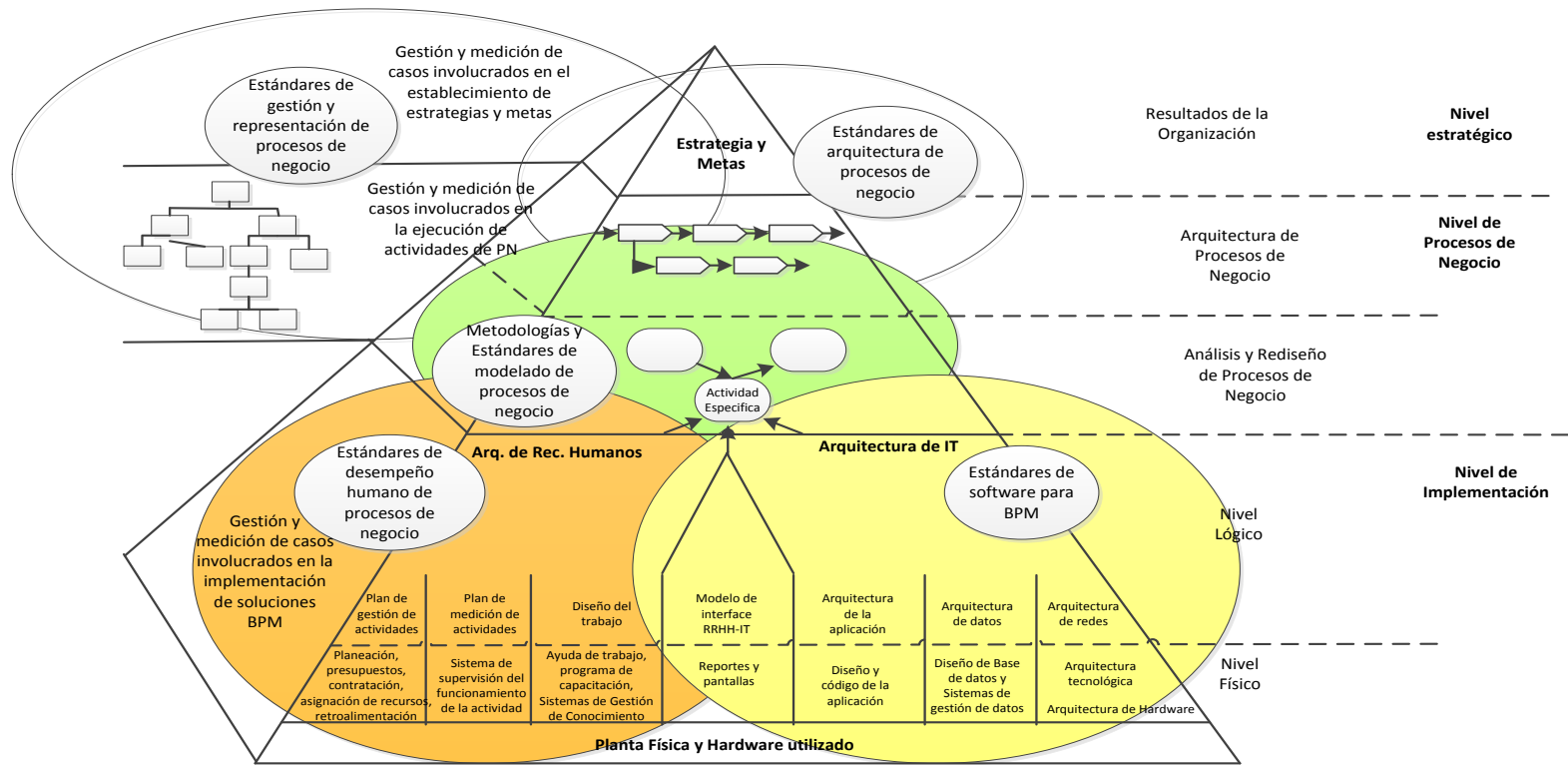


Figura 12: Tipos generales de estándares de procesos del negocio

Fuente: Medidas para asegurar la calidad de los modelos de procesos de negocio – Elvira Rolón Aguilar

En la figura anterior se hace una clasificación de cinco tipos generales de estándares que deberían ser usados por las empresas involucradas en prácticas BPM. Esta clasificación abarca tres niveles: el estratégico, el de procesos de negocio y el de implementación. Estos niveles son cubiertos por cinco diferentes tipos de estándares, de los cuales los dos más complejos son los estándares de Metodologías y Modelado de Procesos de Negocio (Diagrama de Actividades UML 2.0, y BPMN) y los estándares de software para BPM (como BPEL, ebXML, XPD, Reglas de Negocio, etc)

2.3.2 Business Process Modeling Notation (BPMN)

Business Process Modeling Notation (BPMN) (OMG, 2006), es un estándar para el modelado de procesos de negocio y servicios web, propuesto inicialmente por la BPMP, organización que actualmente trabaja de manera conjunta con la OMG en la promoción y desarrollo de estándares abiertos, completos y totalmente libres basados en XML con el objetivo de proporcionar el soporte necesario al ciclo del desarrollo, ejecución, mantenimiento y optimización, creando un puente estandarizado para el vacío existente entre las fases de

diseño del proceso de negocio y su implementación (WHITE S. , 2004).

a. Objetivo y alcance de BPMN

Los principales objetivos de BPMN son (OMG, 2006):

- Proporcionar una notación fácilmente entendible por todos los usuarios de negocio, desde los análisis que crean el bosquejo inicial del proceso, hasta los negocios, desde los analistas que crean el bosquejo inicial del proceso, hasta los desarrolladores responsables de implementar la tecnología que ejecutará el proceso y las personas que van a dirigir y controlar dicho proceso, proporcionando soporte a la gestión de procesos de negocio y a la habilidad de modelar procesos de negocio complejos.
- Asegurar que los lenguajes XML diseñados para la ejecución de procesos de negocio como BPEL4WS y BPML puedan ser visualizados con una notación común orientada a negocios.

Por tanto el interés de este estándar radica en proporcionar a los negocios la capacidad de definir y entender sus procedimientos tanto internos como externos, a través de un diagrama de procesos dando la habilidad para comunicar estos procesos en una manera estándar. Sin embargo, el alcance de BPMN está restringido a dar soporte sólo a los conceptos de modelado que son aplicables a procesos de

negocio, lo cual significa que otros tipos de modelado hechos por organizaciones para propósitos de negocios tales como la estructura y recurso organizacional, fallas funcionales, modelos de datos e información, estrategia y reglas de negocio, quedan fuera del alcance de este estándar (OMG, 2006).

Entre las principales características de BPMN se incluyen:






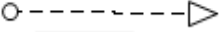
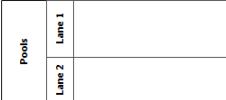



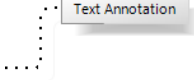
- Facilita el diseño de procesos de alto nivel, así como procesos complejos con múltiples niveles de detalle.
- Proporciona la noción de conceptos de datos para modelar documentos, datos y otros objetos que son usados y actualizados durante un flujo de procesos.
- Proporciona una notación de modelado que enlaza la definición del negocio al mapa de la ejecución del proceso.
- Es extensible y permite usar asociaciones y anotaciones para interrelacionar con otros artefactos dentro o fuera del sistema.
- Permite el modelado de B2B y B2C mediante notaciones especiales que han sido agregadas a los diagramas para representar eventos basados en mensajes y mensajes transcurriendo entre organizaciones.

- Modela servicios Web haciendo el trabajo de los mismos en un proceso de cuatro etapas: diseño, simulación, publicación y orquestación.
- Define un Diagrama de Procesos de Negocio (BPD por sus siglas en inglés) que está basado en una técnica de diagrama de flujo adaptada para la creación de modelos gráficos de operaciones de procesos de negocio.

b. Diagrama de procesos del negocio (BPD)

Los elementos que componen el BPD constan de dos categorías: 1) una lista de elementos centrales que dan soporte a los requisitos de una notación simple y 2) una lista completa de elementos, incluyendo los elementos centrales que dan soporte a los requisitos de una notación de gran alcance.

Tabla 5: Elementos centrales de la notación BPMN

Conjunto de elementos Centrales del BPD			
Objetos de Flujo	Objetos de Conexión	Swimlanes	Artefactos
 <p>Eventos</p>	 <p>Flujos de Secuencia</p>	 <p>Pools (Piscinas/entidades)</p>	 <p>Objetos de Datos</p>
 <p>Actividades</p>	 <p>Flujos de Mensaje</p>	 <p>Lanes (Carriles/roles)</p>	 <p>Grupos</p>
 <p>Nodos</p>	 <p>Asociaciones</p>		 <p>Anotación de Texto</p>

Fuente: Business process modeling notation (BPMN) - OMG

Cada categoría de elementos básicos mostrada en la anterior tabla, se compone a su vez de una lista completa de elementos con los cuales se da el soporte a los requisitos de complejidad sin cambiar drásticamente la apariencia y sentido del diagrama. La descripción completa de todos los elementos que componen la notación estándar BPMN se presenta en los anexos.

c. Usos de BPMN

Dado que el modelado de procesos de negocio es usado para comunicar una amplia variedad de información a una amplia variedad de audiencias, BPMN está diseñado pensando en abarcar muchos tipos de modelado y permitir la creación de procesos de negocio de principio a fin, dentro de los cuales hay tres tipos básicos de sub-modelos (ROLÓN AGUILAR):

- **Los Procesos de Negocio Privados:** Son procesos internos de una organización generalmente llamados flujos de trabajo (workflow). En este tipo de procesos el flujo de secuencia esta contenido dentro del Pool y no puede cruzar los límites del mismo. Para mostrar las interacciones que existen entre procesos de negocio privados separados, sería necesario un flujo de mensaje que si puede cruzar los límites del Pool. Por lo tanto, un solo BPD

puede mostrar múltiples procesos de negocio privados, cada uno con mapeo separado a BPEL4WS.

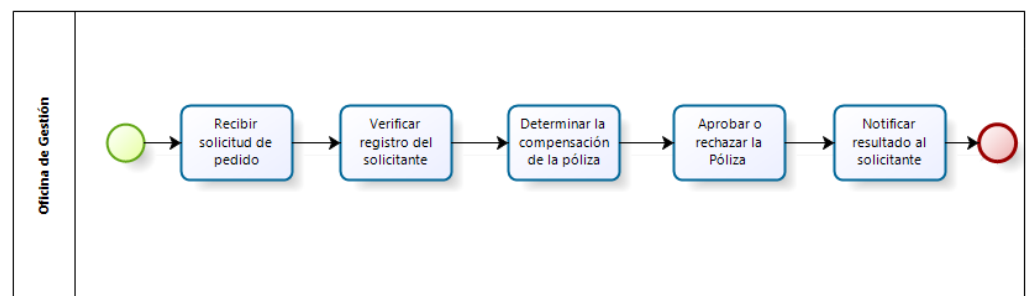


Figura 13: Ejemplo de un proceso de negocio privado

Fuente: Medidas para asegurar la calidad de los modelos de procesos de negocio – Elvira

Rolón Aguilar

- **Los Procesos abstractos (públicos):** representan las interacciones entre un proceso de negocio privado y otro proceso o participante, mostrando la secuencia de los mensajes que son requeridos para interactuar entre ellos. En este caso, un único proceso abstracto puede ser mapeado a un solo proceso abstracto de BPEL4WS. En el proceso abstracto las actividades son usadas solo para comunicarse externamente con los procesos de negocio privados, más los flujos de control apropiados que están incluidos en el proceso abstracto.

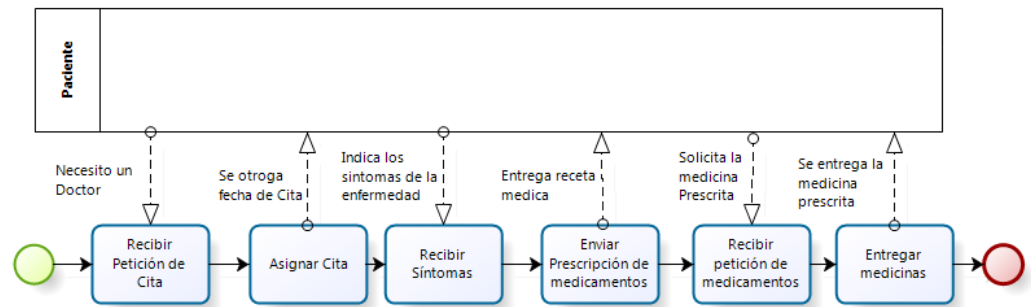


Figura 14: Ejemplo de un proceso de negocio abstracto

Fuente: Medidas para asegurar la calidad de los modelos de procesos de negocio – Elvira

Rolón Aguilar

- **Los Procesos de colaboración (globales):** describen la interacción entre dos o más entidades de negocios, que son definidas como una secuencia de actividades que representan el intercambio de patrones de mensajes entre las entidades involucradas.

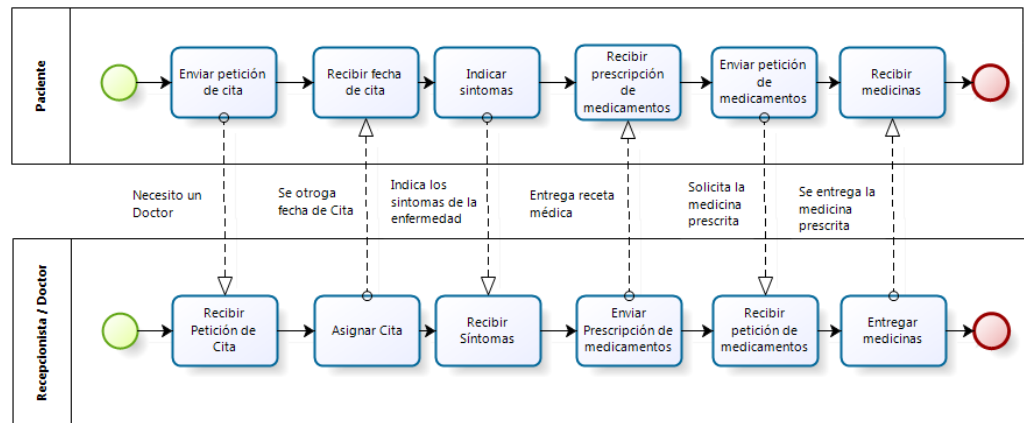


Figura 15: Ejemplo de un proceso de negocio colaborativo

Fuente: Medidas para asegurar la calidad de los modelos de procesos de negocio – Elvira

Rolón Aguilar

En un proceso colaborativo las actividades de cada participante pueden ser consideradas los puntos de contacto entre ellos, y el proceso ejecutable probablemente tendrá mucha más actividad y detalle que la que es mostrada en el proceso abstracto.

d. Diferencias de BPMN con otros estándares

XPDL, BPML, y BPEL son lenguajes de modelado de procesos con enfoque a la ejecución del proceso, y generalmente no son usados en las fases de análisis y diseño, ya que por definición no están diseñados para abarcar los niveles de la cadena de suministro y del análisis organizacional. Todos ellos están

expresados en sintaxis XML por lo que tienen un formato de intercambio estándar, sin embargo ninguno de ellos ofrece una notación gráfica estandarizada. Otra diferencia a distinguir entre los principales lenguajes de modelado, es la existencia entre UML y BPMN, ya que UML está orientado a objetos para modelado de aplicaciones con enfoque en diseño de software, mientras que BPMN está orientado a procesos para el modelado de sistemas (ROLÓN AGUILAR).

2.3.3 Medidas para modelos de procesos de negocio

Los procesos de negocio pueden ser representados mediante diversas notaciones o lenguajes de modelado, algunos de los cuales han sido diseñados específicamente para tal efecto, como es el caso particular de la notación estándar BPMN. Además, al ser BPMN una notación de las más recientes y aceptadas tanto por comunidades empresariales como científicas, se ha elegido para la definición de medidas en esta tesis. Por tanto, la definición de medidas para evaluar modelos de procesos de negocio, se basa en los elementos de BPMN, abarcando de esta manera todos los elementos centrales de un proceso de negocio.

En los últimos años han surgido diversas propuestas interesantes para evaluar diversos aspectos de los procesos de negocio a partir del modelo que los representa gráficamente. Estas propuestas se basan en la noción de que al evaluar el proceso en fases tempranas de desarrollo, es posible obtener información sobre la complejidad del proceso, detectar y corregir errores, predecir las probabilidades de error, etc., facilitando de esta manera las tareas de reingeniería.

De esta manera, al analizar estructuralmente el modelo también evaluada su calidad. Por otra parte, y de acuerdo con (LINDLAND, SINDRE, & SOLVNERG, 1994), “la calidad de un producto final depende en gran medida de la precisión en la especificación de requisitos y está más centrada en la mejora de las fases tempranas de desarrollo”. Con esta filosofía se estaría proporcionando soporte a la Gestión de Procesos de Negocio, mediante la evaluación temprana de su calidad en una de sus primeras etapas que es la de definición y modelado.

Desde el punto de vista meramente conceptual del modelo, (LINDLAND, SINDRE, & SOLVNERG, 1994), propone un marco que distingue los objetivos para la mejora de la calidad y los medios para lograr esos objetivos. Para ello, define tres criterios de calidad para modelos conceptuales, que son: la calidad semántica, la calidad

sintáctica y la calidad pragmática. En base al marco propuesto por Lindland (1994), se considera que utilizando las medidas definidas sería posible evaluar la calidad de los modelos conceptuales de procesos de negocio en relación a la calidad de los datos mediante el análisis de aspectos lingüísticos.

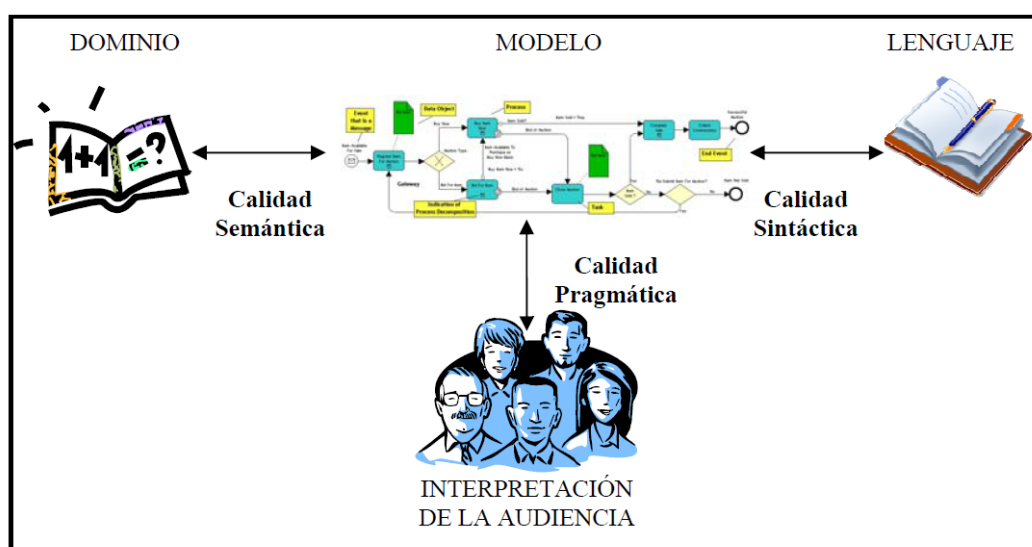


Figura 16: Marco de calidad en modelado conceptual

Fuente: Understanding quality in conceptual modeling – Lindland O. (1994)

- **Calidad Semántica:** el grado con el que el modelo representa correctamente el dominio del problema. Existen dos objetivos en esa dimensión: 1) validez: significa que todo lo que refleja el modelo es correcto y relevante para el problema modelado, y 2) completión: significa que el modelo refleja todo lo que es relevante y correcto para el problema objeto de modelado.

- **Calidad Sintáctica:** el grado con el que el modelo no contiene errores sintácticos. La corrección sintáctica de un modelo implica que todos los elementos que se incluyen en el modelo estén de acuerdo con la sintaxis del lenguaje de modelado.
- **Calidad Pragmática:** esta dimensión se refiere al aspecto de comprensión del modelo desde la perspectiva de los implicados en el proceso de modelado (modeladores, diseñadores, desarrolladores, etc.), la calidad pragmática captura el grado con el que el modelo es correctamente entendido por los implicados.

Las propiedades de calidad de los modelos de procesos de negocio que se evalúan con las medidas propuestas en la presente tesis, se han elegido algunas de las subcaracterísticas de la norma ISO/IEC 9126 (ISO, 2001), que propone un modelo de calidad de software general para productos del software. La norma ISO/IEC 9126 (ISO, 2001) define la calidad del producto de software como la totalidad de las características relacionadas con su habilidad para satisfacer necesidades establecidas o implicadas. El modelo de calidad de este estándar categoriza los atributos de calidad en seis características: funcionalidad, fiabilidad, usabilidad, eficiencia, mantenibilidad y portabilidad. A su vez cada una de estas características se subdivide

en subcaracterísticas que pueden ser medidas por métricas internas o externas.

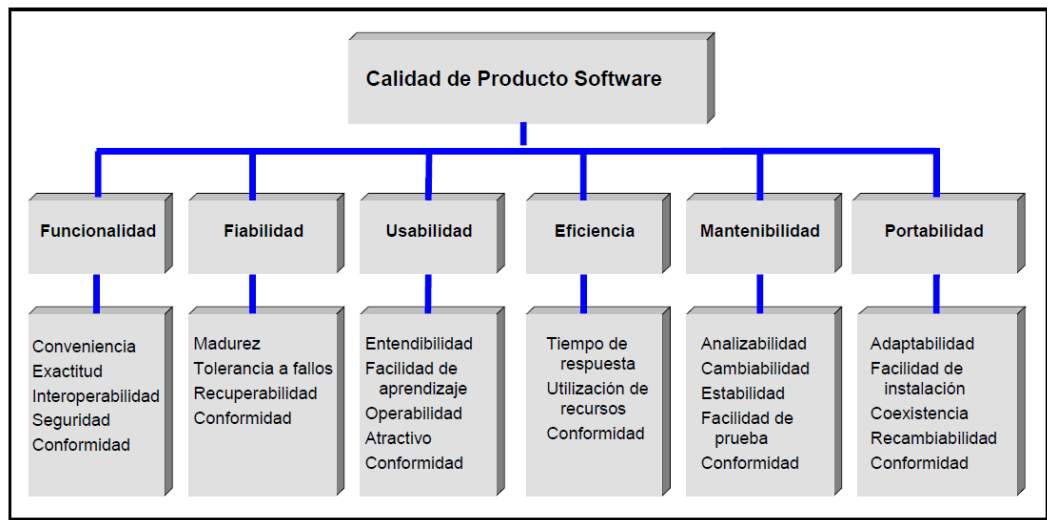


Figura 17: Calidad de un producto software

Fuente: Software product evaluation – quality characteristics and guidelines – ISO/IEC 9126

Analizando la relación existente entre los modelos procesos de negocio y modelos conceptuales de producto software, se ha considerado que el modelo de calidad de un producto software establecido en el estándar ISO/IEC 9126, se puede utilizar para caracterizar los aspectos de calidad de los modelos de procesos de negocio.

Para la presente tesis, se han elegido las características de usabilidad y mantenibilidad por considerarlas las más significativas y que están más relacionadas para con el presente trabajo. La

usabilidad se entiende como la capacidad de un producto software para ser entendido, aprendido, usado y ser atractivo para el usuario, cuando es usado bajo condiciones específicas. La **mantenibilidad** es definida como la capacidad de un producto software para ser modificado. Estas modificaciones pueden incluir correcciones, mejoras o adaptación del software a cambios en el entorno, en los requerimientos o en las especificaciones funcionales.

La evaluación de estas dos características de calidad se ha llevado a cabo mediante las subcaracterísticas. En el caso de usabilidad, se seleccionó la subcaracterística de entendibilidad, que es la capacidad del producto software para permitir al usuario entender si el software es conveniente, y como puede ser usado para tareas y condiciones de uso particulares.

Para evaluar la **mantenibilidad** del modelo se eligió la subcaracterística de **cambiabilidad** (Modificabilidad), que se define como la capacidad del producto software de permitir implementar una modificación específica previamente. La implementación incluye los cambios en el diseño, considerando que si el software puede ser modificado por el usuario final, la cambiabilidad puede afectar a la operatividad.

a. Definición teórica de las medidas

Siguiendo la conceptualización establecida en la ontología de la medición de software (GARCÍA, y otros, 2005) las medidas definidas para modelos de proceso de negocio representados con BPMN han sido agrupadas en dos categorías: Medidas Base y Medidas Derivadas

➤ Definición de medidas base

Las medidas base se han definido mediante la aplicación del método de medición contar sobre los elementos significativos del modelo de proceso de negocio. Tomando en cuenta que la notación en BPMN se compone de cuatro categorías de elementos centrales con los cuales es posible definir modelos de procesos simples, se ha efectuado una clasificación y agrupación de las medidas base de acuerdo a cada uno de estos elementos centrales, que son: Objetos de Flujo, Objetos de Conexión, Carriles y Artefactos. A su vez dentro de cada una de estas categorías de elementos centrales, existe una lista más extensa de elementos con los cuales es posible desarrollar modelos de proceso de negocio más complejos o de alto nivel.

De este modo y acorde a los elementos que componen las cuatro categorías centrales de BPMN y su respectiva clasificación de elementos, se han definido un total de 46 medidas base las cuales

están distribuidas de la siguiente manera: 37 medidas base corresponden a la categoría de Objetos de Flujo, 5 medidas corresponden a la categoría de Objetos de Conexión, 2 a la categoría de Carriles y finalmente 2 medidas corresponden a la categoría de artefactos.

Las primeras 37 medidas base corresponden a la categoría de Objetos de Flujo, a su vez, están agrupadas en función del elemento común al que corresponden. De esta manera se han definido 23 medidas para el elemento Evento, 9 medidas para el elemento Actividad y 5 medidas para los Nodos de decisión/Unión.

A continuación se definen cada una de las medidas base siguiendo el orden antes mencionado y en función de los elementos que componen la notación BPMN (OMG, 2006).

Tabla 6: Medidas base – elemento

Elemento Central	Clasificación	Nombre Medida	Definición de la Medida Base
Eventos de Inicio	Inicio	NSNE	Número de Eventos de Inicio simple
	Tiempo	NSTE	Número de Eventos de Inicio de Tiempo
	Mensaje	NSMsE	Número de Eventos de Inicio de Mensaje
	Regla	NSRE	Número de Eventos de Inicio de Regla
	Vínculo	NSLE	Número de Eventos de Inicio de Vínculo
	Múltiple	NSMuE	Número de Eventos de Inicio Múltiple
Eventos intermedios	Intermedio	NINE	Número de Eventos Intermedios simple
	Tiempo	NITE	Número de Eventos Intermedios de Tiempo
	Mensaje	NIMsE	Número de Eventos Intermedios de Mensaje
	Error	NIEE	Número de Eventos Intermedios de Error
	Cancelación	NICaE	Número de Eventos Intermedios de Cancelación
	Compensación	NICoE	Número de Eventos Intermedios de Compensación
	Regla	NIRE	Número de Eventos Intermedios de Regla
	Vínculo	NILE	Número de Eventos Intermedios de Vínculo
	Múltiple	NIMuE	Número de Eventos Intermedios Múltiples
Eventos Finales	Final	NENE	Número de Eventos Finales Simples
	Mensaje	NEMsE	Número de Eventos Finales de Mensaje
	Error	NEEE	Número de Eventos Finales de Error
	Cancelación	NECaE	Número de Eventos Finales de Cancelación
	Compensación	NECoE	Número de Eventos Finales de Compensación
	Vínculo	NELE	Número de Eventos Finales de Vínculo
	Múltiple	NEMuE	Número de Eventos Finales Múltiples
	Terminación	NETE	Número de Eventos Finales de Terminación

Fuente: Business process modeling notation (BPMN) – OMG

Continuando con la categoría Objetos de Flujo, el conjunto de medidas definidas para el elemento Actividad, contemplan las dos clases de actividades que se pueden tener en un modelo de

procesos de negocio expresado en BPMN: las actividades atómicas (tareas) y las actividades compuestas (Sub-procesos). Las medidas correspondientes a estos dos grupos se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 7: Medidas base – elemento actividades

Elemento Central	Clasificación	Nombre Medida	Definición de la Medida Base
Tarea	Tarea Simple	NT	Número de Tareas
	Bucle	NTL	Número de Tareas de Bucle
	Instancia Múltiple	NTMI	Número de Tareas de Instancia Múltiple
	Compensación	NTC	Número de Tareas de Compensación
Sub-Proceso	Sub-Proceso	NCS	Número de Sub-Procesos
	Bucle	NCSL	Número de Sub-Procesos de Bucle
	Instancia Múltiple	NCSMI	Número de Sub-Procesos de Instancia Múltiple
	Compensación	NCSC	Número de Sub-Procesos de Compensación
	Ad-Hoc	NCSA	Número de Sub-Procesos Ad-Hoc

Fuente: Business process modeling notation (BPMN) – OMG

Las últimas cinco medidas definidas dentro de la categoría de Objetos de Flujo corresponden a los Nodos de Decisión los cuales generan bifurcación o unión de flujos de secuencia en un punto específico del modelo. Los nodos en un modelo de procesos de negocio representado con BPMN, pueden ser de cinco tipos distintos, considerando que la inclusión de cualquiera de ellos podría incrementar la complejidad del modelo y por consiguiente afectar la

entendibilidad del mismo, se ha definido una medida por cada uno de los elementos.

Tabla 8: Medidas base – elemento nodos

Elemento Central	Nombre Medida	Definición de la Medida Base
Decisión Exclusiva Basada en Datos (XOR)	NEEDB	Número de Decisión/Unión Exclusiva Basada en Datos
Decisión Exclusiva Basada Eventos (XOR)	NEDEB	Número de Decisión/Unión Exclusiva Basada en Eventos
Inclusiva (OR)	NID	Número de Decisión /Unión Inclusiva
Compleja	NCD	Número de Decisión/Unión Compleja
Paralela (AND)	NPF	Número de Bifurcaciones/Uniones Paralelas

Fuente: Business process modeling notation (BPMN) – OMG

En las tres categorías restantes de elementos centrales se ha seguido la misma línea para la definición de las medidas base. De este modo se han definido 5 medidas para los Objetos de Conexión y dos medidas en cada una de las dos categorías restantes. Con estas medidas se abarca en su totalidad los elementos significativos que componen un modelo de proceso de negocio con BPMN.

Tabla 9: Medidas base – objetos de conexión

Elemento Central	Nombre Medida	Definición de la Medida Base
Flujo de Secuencia	NSFA	Número de Flujos de Secuencia entre actividades
	NSFE	Número de Flujos de Secuencia procedente de un evento
	NSFG	Número de Flujos de secuencia procedentes de un Nodo decisión/unión
	NSFL	Número de Flujos de secuencia Bucle
Flujo de Mensaje	NMF	Número de Flujos de Mensaje entre participantes en el Proceso

Fuente: Business process modeling notation (BPMN) – OMG

Tabla 10: Medidas base - carriles

Elemento Central	Nombre Medida	Definición de la Medida Base
Participantes	NP	Número de Participantes en el Proceso
Carriles	NL	Número de Carriles en el Proceso

Fuente: Business process modeling notation (BPMN) – OMG

En función de la cuarta categoría de elementos centrales que corresponde a la de artefactos, se ha efectuado una distinción del Objeto de Datos de manera que se pueda identificar cuando éste corresponda a una entrada o a una salida de datos en una actividad.

Tabla 11: Medidas base - artefactos

Elemento Central	Nombre Medida	Definición de la Medida Base
Objetos de Datos (Entradas)	NDOIn	Número de Objetos de Datos de entrada a actividades en el Proceso
Objetos de Datos (salidas)	NDOOut	Número de Objetos de Datos de salida de actividades en el Proceso

Fuente: Business process modeling notation (BPMN) – OMG

➤ **Definición de medidas derivadas**

Con la definición de todas las medidas base es posible conocer el número de elementos significativos que componen un diagrama de procesos de negocio. A partir de las medidas base se ha definido un conjunto de 15 medidas derivadas, con las cuales es posible conocer el conjunto de elementos de una misma categoría, así como las proporciones existentes entre diferentes elementos relevantes del modelo y que pueden pertenecer a varias categorías.

Tabla 12: Medidas derivadas

Nombre de Medida	Definición y Fórmula de la Medida
TNSE	Número Total de Eventos de Inicio del Modelo $TNSE=NSNE+NSTE+NSMsE+NSRE+NSLE+NSMuE$
TNIE	Número Total de Eventos Intermedios del Modelo $TNIE=NINE+NITE+NIMsE+NIEE+NICaE+NICoE+NIRE+NILE+NIMuE$
TNEE	Número Total de Eventos Finales del Modelo $TNEE=NENE+NEMsE+NEEE+NECaE+NECoE+NELE+NEMuE+NETE$
TNEE	Número Total de Eventos del Modelo $TNE=NTSE+NTIE+TNEE$
TNT	Número Total de Tareas del Modelo $TNT=NT+NTL+NTMI+NTC$
TNCS	Número Total de Sub-Procesos del Modelo $TNCS=NCS+NCSL+NCSMI+NCSC+NCSA$
TNA	Número Total de Actividades $TNA=TNT+TNCS$
TNG	Número Total de Decisiones/Uniones del Modelo $TNG=NEDDB+NEDEB+NID+NCD+NPF$
TNDO	Número Total de Objetos de Datos en el Modelo $TNDO=NDOIn+NDOOut$
CLA	Nivel de Conectividad entre Actividades $CLA=TNA/NSFA$
CLP	Nivel de Conectividad entre Participantes $CLP=NMF/NP$
PDOPIIn	Proporción de Objetos de Datos como productos de entrada y el total de Objetos de Datos $PDOPIIn=NDOIn/TNDO$
PDOPOut	Proporción de Objetos de Datos como productos de salida y el total de Objetos de Datos $PDOPOut=NDOOut/TNDO$
PDOTOut	Proporción de Objetos de Datos Producto resultante de las Actividades $PDOTOut=NDOOut/TNT$
PLT	Proporción de Participantes y/o carriles y las actividades del Modelo $PLT=NL/TNT$

Fuente: Business process modeling notation (BPMN) – OMG

CAPÍTULO III

DESARROLLO

3.1 Descripción de la institución estudiada

El centro de estudios Preuniversitario (CEPU) es un órgano académico descentralizado de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann (UNJBG), de segundo nivel organizacional dentro de la estructura orgánica de la Universidad, depende funcional y operativamente del Vicerrectorado Académico, quien además supervisa su accionar.

Se encarga de proporcionar los elementos básicos y cognitivos a los estudiantes, que se preparan y capacitan para alcanzar una vacante de ingreso a cualquier Institución Educativa de nivel Superior.

Por lo tanto es responsabilidad del CEPU y de la UNJBG, realizar todos los esfuerzos para satisfacer la demanda de los padres de familia y estudiantes atendiendo la necesidad académica y de preparación.

Y debido al desarrollo académico de las actividades del CEPU, la naturaleza de su funcionamiento es anual en el manejo presupuestal y administrativo.

a. Objetivos del CEPU

Entre los objetivos principales que tiene el CEPU se encuentra:

- Proporcionar orientación vocacional y actitudinal a los postulantes que desean ingresar a la UNJBG, en las habilidades básicas que posibiliten su formación integral preuniversitaria.
- Consolidar, profundizar y complementar los conocimientos y aptitudes básicas que requieren los estudiantes para alcanzar el ingreso y permanencia en la Universidad.
- Proveer una sólida preparación académica de calidad a egresados de nivel secundario, para acceder a una vacante en los diferentes procesos de admisión en nuestra Universidad y otras del sistema.
- Evaluar y seleccionar académicamente a los estudiantes que cumplan con los requisitos establecidos para alcanzar su ingreso a la Universidad, en estricto orden de mérito.
- Garantizar la imparcialidad y honestidad en la ejecución de los diferentes procesos de examen del CEPU.
- Mantener y mejorar la vigencia de la imagen institucional en la preparación preuniversitaria y en la prestación de servicios a

la comunidad en función de la demanda y necesidades de la región y el país.

- Taller de orientación y evaluación psicológica a los profesores que permitan determinar su habilidad pedagógica en el dictado de clases en el CEPU.

b. Programación académica

En el Plan de Funcionamiento del CEPU, se especifica especialmente en lo académico, que tendrá una duración de un año presupuestal, esto implica que abarca el Ciclo I (otoño), Ciclo II (invierno) y el Ciclo III (verano). Concediendo un 40% de total de vacantes ofrecidas en cada Carrera Profesional para el ingreso por la modalidad de Concurso de Admisión mediante el Centro Preuniversitario. La cantidad de vacantes es determinada por cada Facultad. Del total de vacantes que le corresponden al CEPU se distribuye en los tres Ciclos de la siguiente manera:

Tabla 13: Porcentaje de vacantes asignadas por ciclo

Ciclos del CEPU	% de Vacantes
Ciclo Otoño	32%
Ciclo Invierno	32%
Ciclo Verano	36%

Fuente: Plan de funcionamiento CEPU – 2015

Las vacantes serán cubiertas en estricto orden de méritos, los cuales ingresarán directamente a la universidad, sin rendir examen de Admisión. Cada ciclo cuenta con su propia Programación Académica, la cual se simplifica en la siguiente tabla:

Tabla 14: Programación académica por ciclo

Descripción Actividad	Ciclo I - 2015 (Otoño)	Ciclo II - 2015 (Invierno)	Ciclo III - 2015 (Verano)
Duración	12 semanas	12 semanas	10 semanas
Horas por Semana	16 horas/semana	16 horas/semana	30 horas/semana
Duración de hora académica	50 minutos	50 minutos	55 minutos
Total de Horas por Ciclo	192 horas	192 horas	300 horas

Fuente: Plan de funcionamiento CEPU – 2015

De esta carga académica cada Ciclo cuenta con 4 canales los cuales hacen referencia a todas las carreras profesionales que están incorporadas en la universidad:

Canal1: Ciencias de la Salud y Biomédicas

Tabla 15: Carreras canal 1

N°	Carrera Profesional
1	Medicina Humana
2	Odontología
3	Obstetricia
4	Enfermería
5	Farmacia y Bioquímica
6	Biología - Microbiología
7	Medicina Veterinaria y Zootecnia

Fuente: Plan de funcionamiento CEPU – 2015

Canal 2: Ciencias, Ingeniería y Arquitectura

Tabla 16: Carreras canal 2

N°	Carrera Profesional
1	Ingeniería Civil
2	Ingeniería en Informática y Sistemas
3	Ingeniería Mecánica
4	Ingeniería de Minas
5	Ingeniería Geológica - Geotecnia
6	Ingeniería Metalúrgica
7	Ingeniería Química
8	Física Aplicada
9	Ingeniería en Industrias Alimentarias
10	Ingeniería Pesquera
11	Agronomía
12	Ingeniería Ambiental
13	Matemática

Fuente: Plan de funcionamiento CEPU – 2015

Canal 3: Ciencias Sociales y Humanidades

Tabla 17: Carreras canal 3

N°	Carrera Profesional
1	Derecho y Ciencias políticas
2	Ciencias de la Comunicación
3	Educación
4	Ciencias de la Naturaleza
5	Tecnología y Ambiente
6	Idioma Extranjero
7	Traductor e Intérprete
8	Lengua Literatura y Gestión Educativa
9	Ciencias Sociales y Promoción Socio-cultural
10	Matemática Computación e Informática
11	Artes
12	Historia

Fuente: Plan de funcionamiento CEPU – 2015

Canal 4: Ciencias Actuariales y Empresariales

Tabla 18: Carreras canal 4

N°	Carrera Profesional
1	Ciencias Contables y Financieras
2	Ciencias Administrativas
3	Ingeniería Comercial
4	Economía Agraria

Fuente: Plan de funcionamiento CEPU – 2015

c. Base legal

La base Legal del Centro Preuniversitario está regida por:

- Resolución Jefatural N° 095-95-INAP/DNR.
- Ley Universitaria 23733.
- Estatuto General dela UNJBG.
- Estructura Funcional de la UNJBG, aprobado con Resolución Rectoral N°3635-93 UNJBG.
- Reglamento de Organización y Funciones de la UNJBG, aprobado con Resolución Rectoral N°3636-93-UNJBG.
- Cuadro de Asignación de Personal Administrativo aprobado con Resolución Rectoral N°5254-95-UNJB.

d. Misión y visión

La misión y Visión del centro Preuniversitario es:

Misión: Proporcionar una formación complementaria a la obtenida en la educación secundaria, conectando mediante una preparación de calidad a los estudiantes que aspiran ingresar y seguir con éxito sus estudios en la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann.

Visión: ser la institución emblemática y acreditada a nivel Regional en la preparación de calidad para el ingreso y continuación exitosa de los estudios en la Universidad.

e. Organigrama

El Centro Preuniversitario no cuenta con órganos de nivel inferior.

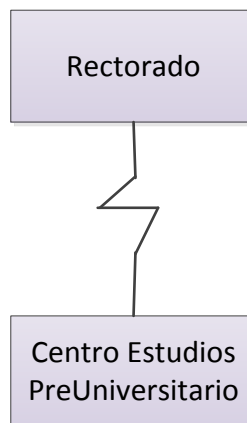


Figura 18: Organigrama CEPU

Fuente: Manual de organización y funciones del CEPU

3.2 Desarrollo del modelo actual

Para el desarrollo de los modelos referentes al centro Preuniversitario primeramente se escogió la técnica a emplear para la recolección de datos que nos brinde una clara perspectiva del trabajo que se desempeña en el día a día. Se realizaron las siguientes actividades:

- Selección del equipo de Trabajo en el CEPU: para definir los procesos de negocio, primeramente se definió las personas que participaban en los procesos, estando involucradas en diferentes

áreas de trabajo; debido al constante cambio de personal se pudo recopilar información de las personas involucradas en los procesos y sus cargos en el Ciclo Otoño 2015 son:

Tabla 19: Relación del personal y cargo del CEPU otoño 2015

N°	Nombres y Apellidos	Cargo
1	Juan Guillermo Bornaz Acosta	Jefe del CEPU
2	Eduardo Rodríguez Delgado	Secretario Académico
3	Irma Susana Ticona Rojas	Secretaria de Jefatura
4	Javier Orlando Cáceres Meza	Asistente Administrativo SEAC
5	Melissa Qiaozhen López Maquera	Técnico Programador
6	William Carlos Flores Maquera	Técnico de Impresiones
7	Wilma Verónica Talace Cayo	Auxiliar de Aula
8	Fiorella Karina Chire Herrera	Auxiliar de Aula
9	Pedro Pablo Castillo Condori	Auxiliar de Aula
10	Jhudith Alexandra Silva Flores	Auxiliar de Aula
11	Cesar Augusto Mamani Salcedo	Personal de Limpieza
12	Sugard Gustavo Gabriel Aycachi Romero	Personal de Limpieza

Fuente: Oficio N° 397-2014-CEPU/UNJBG

También se debe agregar el nombre de una persona, la cual demuestra el completo conocimiento del desarrollo de los procesos del CEPU, quien ahora se encuentra como personal de apoyo logístico para el desarrollo de las actividades; Edith Silva Flores, haciendo un total de 13 personas con las que se trabajaría y lo cual no variaría en cantidad hasta el inicio del ciclo verano 2015.

- Formación en modelado de procesos con BPMN: para facilitar el trabajo a desarrollar y obtener los objetivos planteados, se diagramaron los procesos inicialmente en un Diagrama de Flujo, el cual recopilaba la información y secuencia de trabajo de cada labor desempeñada, seguidamente y con los conocimientos previos se desarrolló su migración a un diagrama BPMN, el cual nos facilita su cálculo debido a ser un estándar general impulsado por la OMG y BPMI.

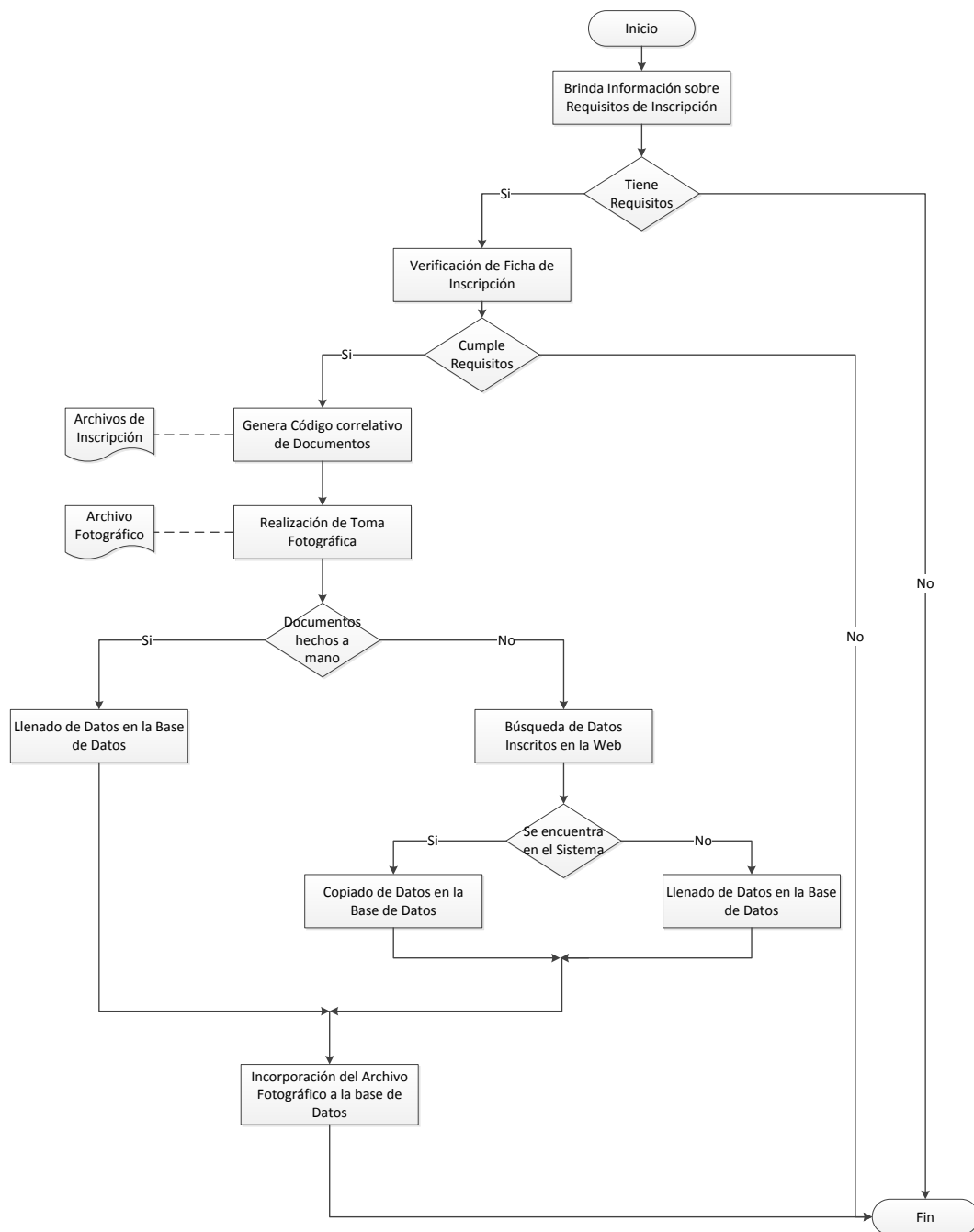


Figura 19: Proceso de inscripción de alumnos

Fuente: Elaboración propia

Después de desarrollar los diagramas de Flujo fueron elaborados los Diagramas BPMN y posteriormente a su elaboración se impulsó en la mejora de este diagrama.

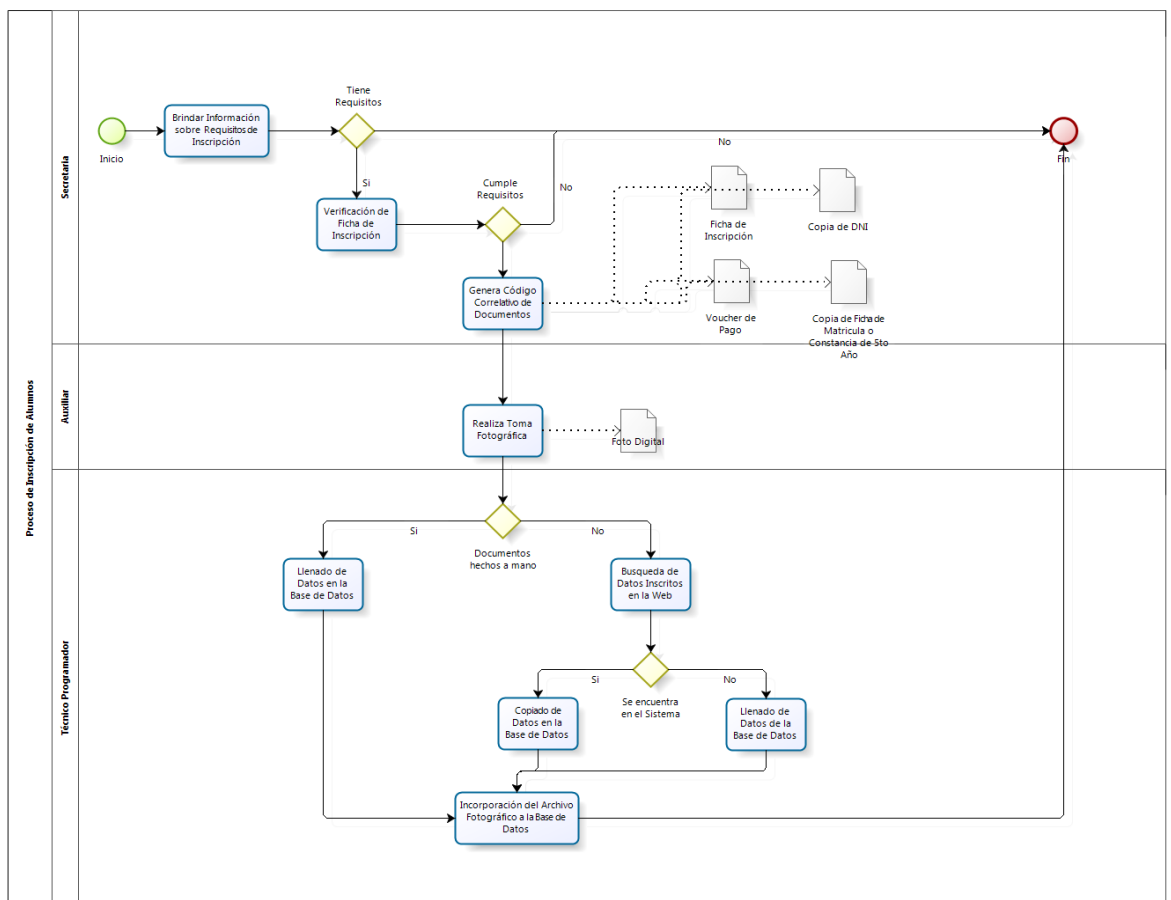


Figura 20: Proceso de inscripción de alumnos BPMN

Fuente: Elaboración propia

Los diagramas BPMN como en la sección anterior mencionada se pueden utilizar para realizar cálculos debido a su notación utilizada en el modelado.

- Selección de los Procesos a Modelar: de los procesos que se desarrollan en el CEPU se seleccionaron los principales (Inscripción de Alumnos y Preparación de Clases), debiendo integrar aquellos que se encontraban como subprocessos, o generalizar un proceso amplio, los demás procesos son descritos en los Anexos del presente trabajo. Los criterios para la selección de los procesos fueron:

Todos los integrantes o personal que labora en el CEPU debían tener un amplio conocimiento sobre el funcionamiento de los procesos a seleccionar.

Los procesos elegidos debían afectar múltiples unidades dentro de la organización.

Identificar procesos con necesidad de mejora.

La selección se llevó a cabo en tres fases; una lluvia de ideas, en la que se aportaron propuestas para; priorización, realizando una observación a todo el ciclo que recorre la información y el tratamiento que se le da; Discusión, para centralizar la prioridad de cada proceso respecto a los involucrados en el tema.

- Recopilación de Datos: para la recopilación de datos se aplicaron las técnicas de observación, encuesta y entrevista, para lo cual se utilizaron instrumentos como la ficha de observación donde se

recopila la información del proceso, las actividades realizadas y los participantes en cada proceso; para la entrevista no se elaboró una ficha previa a su aplicación debido a que se preguntó en campo cada duda que se tenía respecto al proceso con el debido encargado; para la encuesta se utilizó el instrumento de cuestionario, este fue utilizado para captar los valores de cada indicador, para tener los cálculos finales.

- Desarrollo de los modelos: la manera en que se desarrollaron los modelos fue de forma iterativa e incremental, después de cada iteración (recopilación de información) se fue añadiendo cada vez un detalle más al modelo, obteniéndose los principales modelos mencionados a continuación.

3.2.1 Proceso 1: inscripción de alumnos

El proceso de Inscripción de Alumnos (IA) es un proceso clave dentro del Centro Preuniversitario (CEPU). Involucra actividades de inscripción (recibir la ficha de inscripción, toma fotográfica del alumno, verificación de los datos en la base de datos), de los cuales normalmente en estas actividades se encuentran los roles de la secretaria y técnico programador. A continuación se presenta una

ficha resumen con los datos más relevantes del proceso de Inscripción de Alumnos (IA):

Tabla 20: Tabla resumen del proceso de inscripción de alumnos

Proceso	Inscripción de Alumnos (IA)
Misión	Proporcionar al futuro Estudiante una atención integral que despeje sus dudas sobre las carreras profesionales, formas de pago, inscripción y tipos de pago; satisfaciendo sus expectativas en cuanto a trato e información. El Alumno accede a la inscripción del centro Preuniversitario, participando en el desarrollo de las clases y posteriormente brindándosele un carnet de identificación.
Límites del Proceso	La entrada o inicio del proceso se genera con la consulta del Alumno sobre los requisitos necesarios para la inscripción y la salida es la incorporación de todos sus datos en la base de datos.
Cliente	El Alumno y sus familiares.
Responsables del Proceso	Secretaria del Centro Preuniversitario, Técnico Programador y Jefe del Centro Preuniversitario
Participantes	Dentro de los participantes del proceso a parte de los responsables pueden estar integrados los Auxiliares del Centro Preuniversitario brindando información o ayudando en la toma fotográfica a realizar.

Fuente: Elaboración propia

Además de la técnica de observación empleada para describir el proceso IA, fue necesario realizar una entrevista a los responsables del proceso para obtener más detalle del funcionamiento del proceso, en diversas ocasiones se observó que los auxiliares también participaban del flujo de los datos en el proceso pero no eran responsables directos de la actividad.

En base al flujo de información observado y después de algunas iteraciones realizadas en las que hubo una retroalimentación

continua tanto con los responsables del proceso como con los participantes del mismo fue posible obtener la construcción del modelo en BPMN, en la siguiente sección se detallara el modelado

Final de los procesos seleccionados:

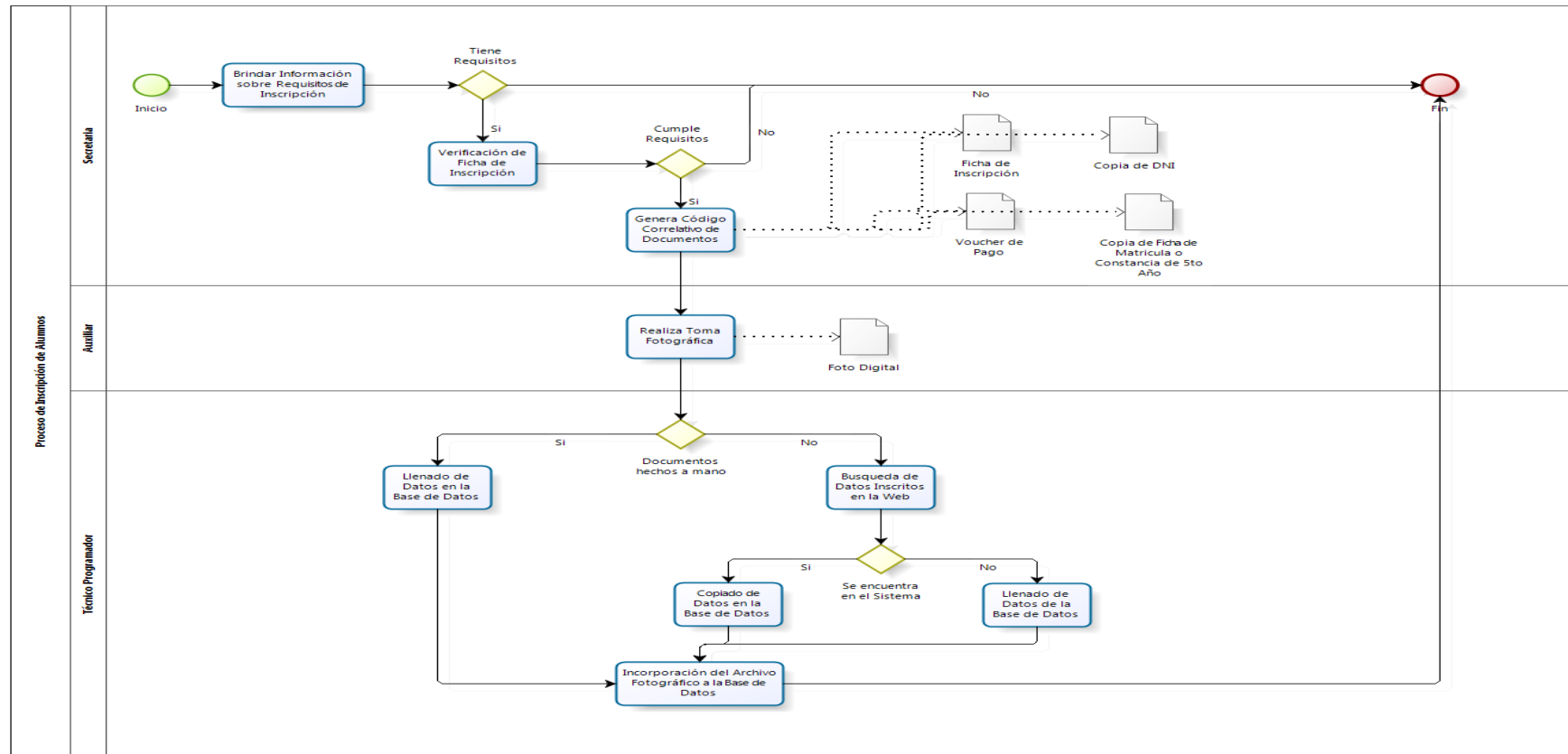


Figura 21: Proceso de inscripción de alumnos (IA) ver.1

Fuente: Elaboración propia

3.2.2 Proceso 2: preparación de clases

El proceso de Preparación de Clases (PC), es un proceso repetitivo por cada generación de las prácticas a desarrollar por parte de los alumnos. Involucra las actividades de reproducción de las prácticas y el desarrollo de las mismas por parte de los docentes del CEPU y la verificación de las respuestas entregadas por los coordinadores. Todas las actividades mencionadas se describen en el diagrama BPMN elaborado, anteriormente a eso se presenta una ficha resumen con los datos relevantes al proceso de Preparación de Clases (PC):

Tabla 21: Tabla resumen del proceso preparación de clases

Proceso	Preparación de Clases (PC)
Misión	Tener las prácticas del dictado de clases a tiempo para su desarrollo por parte de los docentes y alumnos, viendo una ayuda de consulta dejada por los coordinadores de cada asignatura.
Límites del Proceso	El proceso inicia con la recepción de las prácticas elaboradas por parte de los coordinadores de cada asignatura y termina cuando se pasa al dictado de las clases o la reproducción masiva y entrega de las prácticas.
Cliente	Alumnos del Centro Preuniversitario
Responsables del Proceso	El responsable directo del proceso es el asistente del secretario académico, quien coordina con los docentes y coordinadores de las asignaturas para la elaboración y desarrollo de la práctica.
Participantes	Dentro del proceso participan, los auxiliares, docentes, coordinadores y el técnico de impresiones

Fuente: Elaboración propia

A igual que el anterior proceso se realizó entrevistas con el asistente del secretario académico y los auxiliares, para verificar el flujo de secuencia de los procesos, a continuación se presenta el diagrama BPMN en la primera versión recopilada de los procesos, en la siguiente sección se presentara el diagrama en su última versión donde se ha agregado más nivel de detalle pero también posteriormente es evaluado por las personas que laboran en el centro Preuniversitario, para verificar los indicadores de entendibilidad y Modificabilidad, los cuales son evaluadores de la calidad del modelado de los diagramas de procesos de negocio.

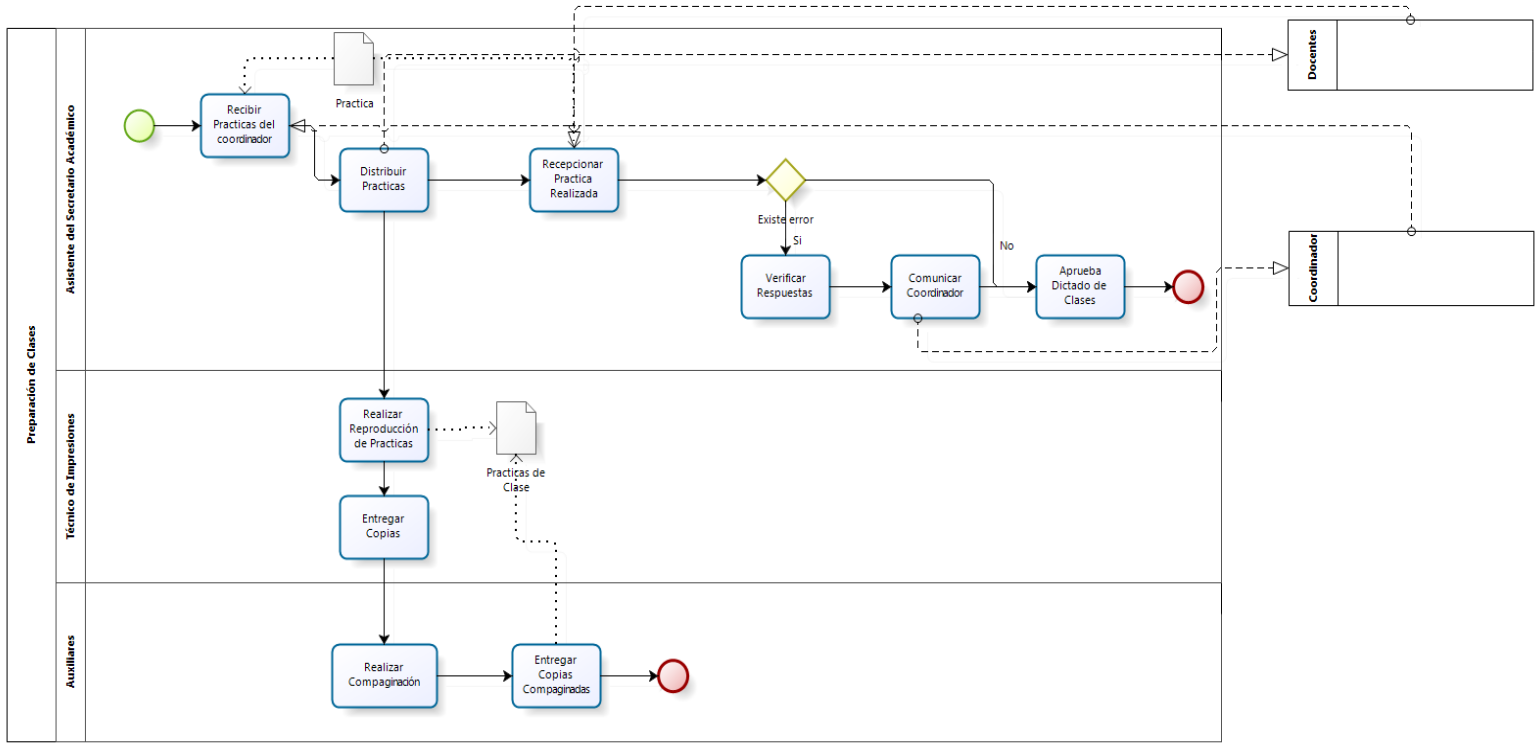


Figura 22: Proceso de preparación de clases (PC) ver.1

Fuente: Elaboración propia

3.3 Desarrollo de nuevos modelos

Como se mencionó anteriormente los diagramas de procesos fueron elaborados de la forma iterativa e incremental, cada vez acoplándole un poco más de detalle pero sin que pierda su esencia de lo que se quiere demostrar en el proceso, siempre partiendo de la premisa de que lo más simple es lo mejor, mientras menos complejo sea el diagrama, nos ayudara a que sea más entendible y más fácil de modificar.

3.3.1 Modelado proceso 1: inscripción de alumnos

El diagrama de Inscripción de Alumnos, después de realizar algunas iteraciones para adecuarlo y reflejar el proceso que se lleva a cabo en el centro Preuniversitario, se concluyó en la siguiente ilustración:

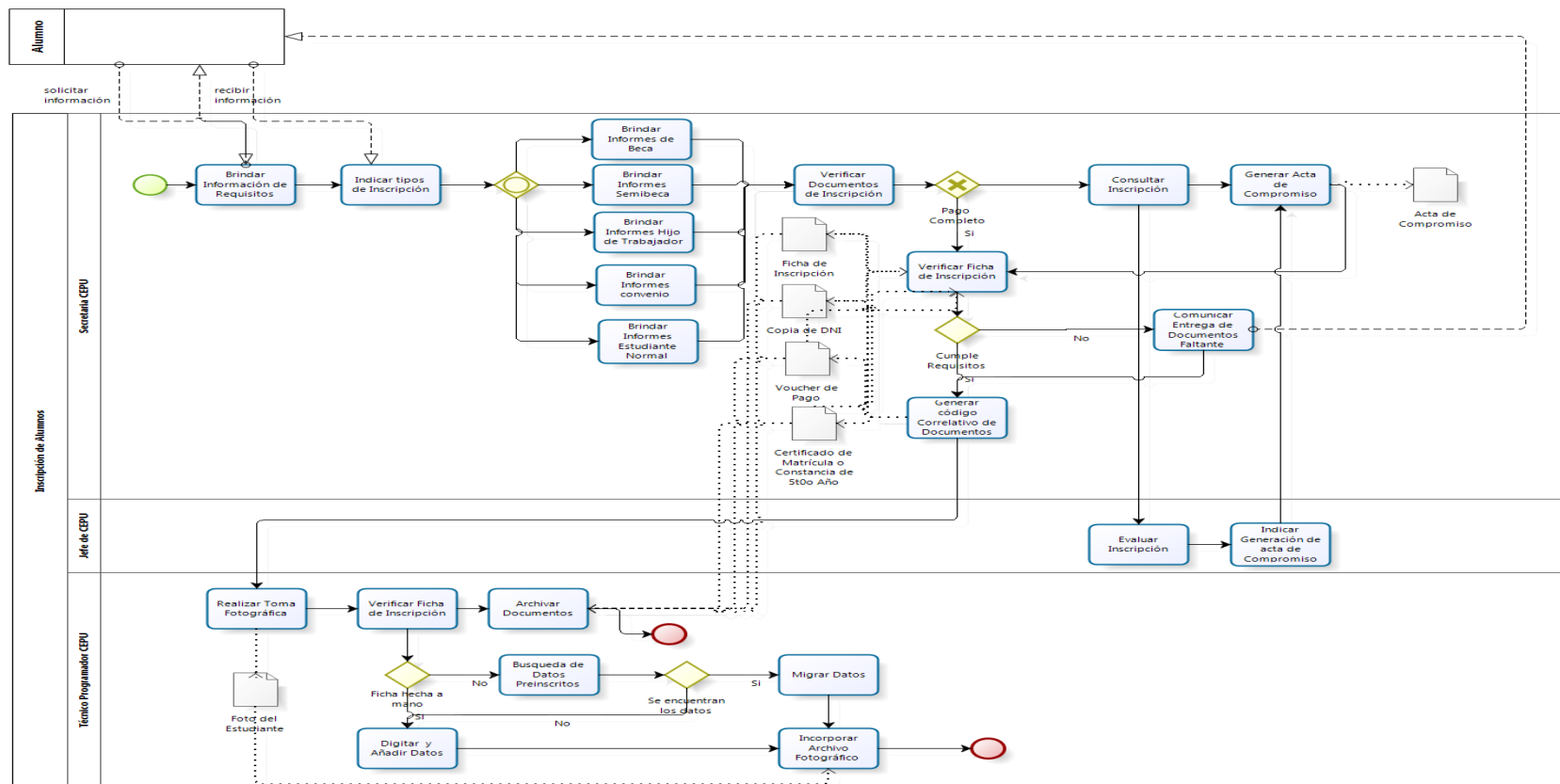


Figura 23: Diagrama de inscripción de alumnos - BPMN

Fuente: Elaboración propia

3.3.2 Modelado proceso 2: preparación de clases

El diagrama de Preparación de Clases (PC) a diferencia del anterior diagrama solo se incluyó detalles en su finalización, debido a que se recopiló toda la información necesaria para su emisión desde un principio.

Este diagrama comenzó desde la generación de diagramas de flujo y posteriormente la migración a la notación BPMN, incorporándose en cada iteración detalles. La siguiente ilustración muestra el diagrama final sobre el proceso de preparación de clases.

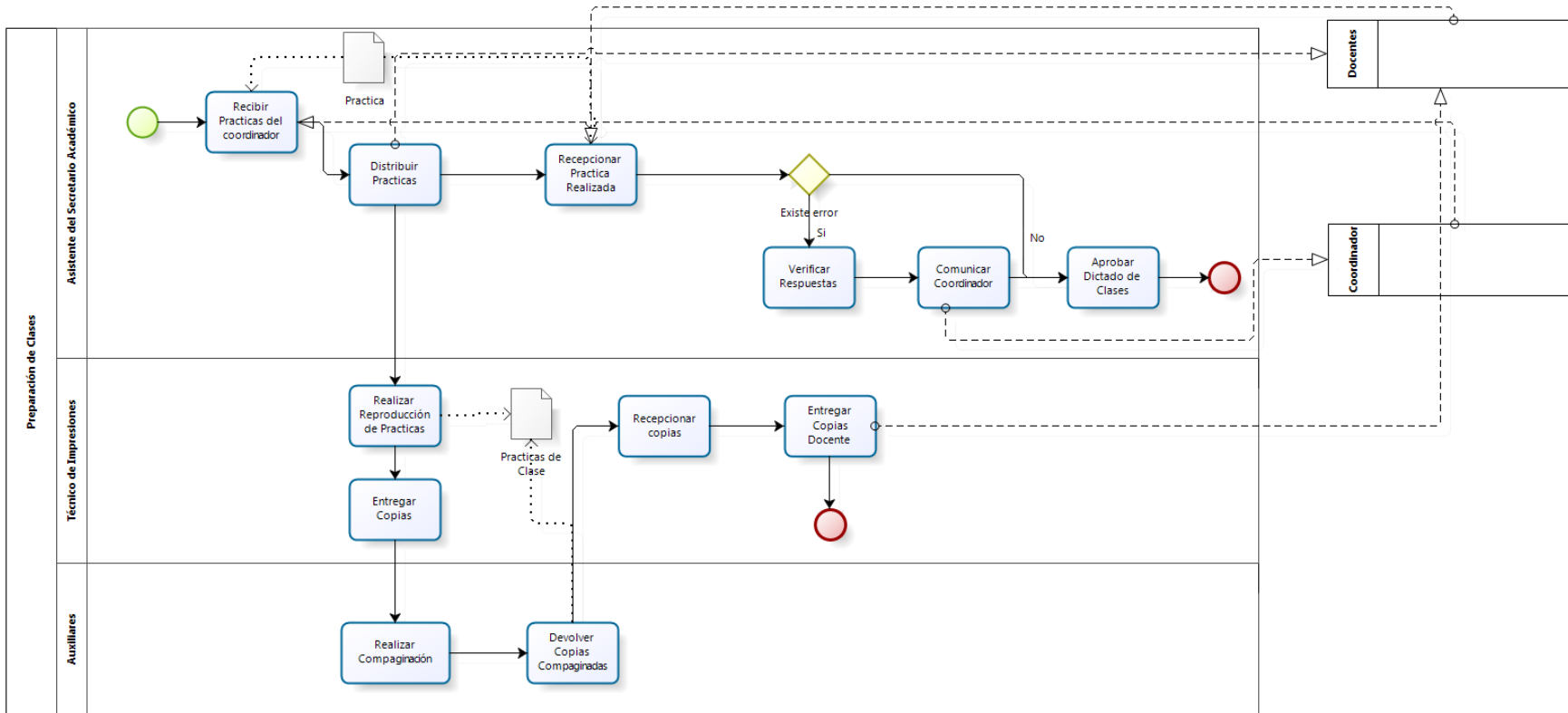


Figura 24: Diagrama de preparación de clases - BPMN

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1 Medición de los diagramas

Para la realización de la medición de los diagramas, serán basados en la notación BPMN, medidas base y medidas derivadas que brinda la OMG y el BPMI para este estándar; posteriormente a la realización de las Medidas se aplicaran las fórmulas de correlación para los tiempos, aciertos y Eficiencias; brindados por la (ROLÓN AGUILAR) en su tesis doctoral denominada “Medidas para Asegurar la Calidad de los Modelos de Procesos de Negocio”, donde encontró una correlación de las medidas con respecto a la entendibilidad y Modificabilidad; indicadores utilizados en la presente tesis; las cuales se describen a continuación:

$$TE = 40.622343 - 0.205153 * TNSF + 9.562413 * TNE - 8.387718 * NSFE \\ + 5.411965 * TNG + 1.973189 * NMF$$

Fórmula 1: Tiempo de Entendibilidad

Fuente: Medidas para Asegurar la Calidad de los Modelos de Procesos de Negocio – Elvira Rolón
Aguilar

$$AE = 2.922682 + 0.003581 * TNSF - 0.026920 * NMF + 0.062145 * NL - 0.012397 * NSFG$$

Fórmula 2: Aciertos de Entendibilidad

Fuente: Medidas para Asegurar la Calidad de los Modelos de Procesos de Negocio – Elvira Rolón Aguilar

$$EE = 0.063530 - 0.000431 * TNSF - 0.008013 * CLP - 0.008838 * NDOut + 0.005739 * NDOIn - 0.003917 * NSFE + 0.001941 * NMF + 0.003726 * NL + 0.001604 * TNE$$

Fórmula 3: Eficiencia de Entendibilidad

Fuente: Medidas para Asegurar la Calidad de los Modelos de Procesos de Negocio – Elvira Rolón Aguilar

$$TM = 158.073512 + 3.467248 * NSFG + 31.664625 * NL - 7,905191 * NMF + 3.379862 * TNA$$

Fórmula 4: Tiempo de Modificabilidad

Fuente: Medidas para Asegurar la Calidad de los Modelos de Procesos de Negocio – Elvira Rolón Aguilar

$$AM = 0.774070 - 0.244445 * NL + 0.962727 * CLA$$

Fórmula 5: Aciertos de Modificabilidad

Fuente: Medidas para Asegurar la Calidad de los Modelos de Procesos de Negocio – Elvira Rolón Aguilar

$$EM = 0.003386 - 0.000222 * NSFG - 0.002153 * NL + 0.014281 * CLA \\ + 0.00064 * CLP$$

Fórmula 6: Eficiencia de Modificabilidad

Fuente: Medidas para Asegurar la Calidad de los Modelos de Procesos de Negocio – Elvira Rolón
Aguilar

De acuerdo a los resultados obtenidos por las formulas encontradas, se emplearan en el desarrollo del trabajo.

4.1.1 Medidas base y derivadas de los diagramas

Para calcular los valores obtenidos por las formulas primero se debe calcular las medidas base y derivadas de este diagrama:

Diagrama de Inscripción de Alumno (IA)

Para el diagrama de inscripción de alumnos se tienen el siguiente cálculo de medidas:

Tabla 22: Cálculo de medidas base

Elementos Base	Nombre Medida	Valor
Eventos	NSNE	1
	NENE	2
Actividades	NT	22
Nodos de Decisión	NEDDB	4
	NID	1
Flujos de Secuencia	NSFA	16
	NSFE	3
	NSFG	17
Flujos de Mensaje	NMF	4
Participantes	NPF	2
Carriles	NL	3
Objetos de Datos (entradas)	NDOIn	8
Objetos de Datos (Salidas)	NDOOut	6

Fuente: Elaboración propia

Tabla 23: Cálculo de medidas derivadas

Medida Derivada	Valor
TNSE	1
TNIE	0
TNEE	2
TNE	3
TNT	22
TNCS	0
TNA	22
TNG	5
TNDO	14
CLA	1.375
CLP	2
PDOPIn	0.571
PDOPOut	0.429
PDOTOOut	0.273
PLT	0.136

Fuente: Elaboración propia

Diagrama Generación de Carnets (GC)

Para el Diagrama de Generación de Carnets, se tienen las siguientes medidas:

Tabla 24: Cálculo de medidas base

Elementos Base	Nombre Medida	Valor
Eventos	NSNE	1
	NENE	1
Actividades	NT	14
Nodos de Decisión	NEDDB	4
	NPF	1
Flujos de Secuencia	NSFA	5
	NSFE	3
	NSFG	19
Flujos de Mensaje	NMF	2
Participantes	NPF	1
Carriles	NL	3
Objetos de Datos (entradas)	NDOIn	4
Objetos de Datos (Salidas)	NDOOut	1

Fuente: Elaboración propia

Tabla 25: Cálculo de medidas derivadas

Medida Derivada	Valor
TNSE	1
TNIE	0
TNEE	1
TNE	2
TNT	14
TNCS	0
TNA	14
TNG	5
TNDO	5
CLA	2.8
CLP	2
PDOPIn	0.8
PDOPOut	0.2
PDOTOOut	0.0714
PLT	0.2143

Fuente: Elaboración propia

Diagrama Elección de Personal de Examen (EPE)

El Diagrama de Elección de Personal Cuenta con un Subproceso, la forma gráfica del diagrama se puede apreciar en los Anexos del trabajo, sus medidas obtenidas son:

Tabla 26: Cálculo de medidas base

Elementos Base	Nombre Medida	Valor
Eventos	NSNE	1
	NENE	1
Actividades	NT	5
	NCS	1
Nodos de Decisión	NEDDB	1
Flujos de Secuencia	NSFA	4
	NSFE	2
	NSFG	3
Flujos de Mensaje	NMF	1
Participantes	NPF	2
Carriles	NL	
Objetos de Datos (entradas)	NDOIn	0
Objetos de Datos (Salidas)	NDOOut	5

Fuente: Elaboración propia

Tabla 27: Cálculo de medidas derivadas

Medida Derivada	Valor
TNSE	1
TNIE	0
TNEE	1
TNE	2
TNT	5
TNCS	1
TNA	6
TNG	1
TNDO	5
CLA	1.5
CLP	0.5
PDOPIn	0
PDOPOut	1
PDOTOOut	1
PLT	0.2

Fuente: Elaboración propia

Diagrama Contratar Docente (CD)

El diagrama de contratar docente muestra las siguientes medidas:

Tabla 28: Cálculo de medidas base

Elementos Base	Nombre Medida	Valor
Eventos	NSNE	1
	NENE	1
Actividades	NT	4
Nodos de Decisión	NEDDB	2
Flujos de Secuencia	NSFA	1
	NSFE	2
	NSFG	6
Flujos de Mensaje	NMF	1
Participantes	NPF	1
Carriles	NL	1
Objetos de Datos (entradas)	NDOIn	1
Objetos de Datos (Salidas)	NDOOut	1

Fuente: Elaboración propia

Tabla 29: Cálculo de medidas derivadas

Medida Derivada	Valor
TNSE	1
TNIE	0
TNEE	1
TNE	2
TNT	4
TNCS	0
TNA	4
TNG	2
TNDO	2
CLA	4
CLP	1
PDOPIn	0.5
PDOPOut	0.5
PDOTOut	0.25
PLT	0.25

Fuente: Elaboración propia

Diagrama de Inspeccionar Clases (IC)

El diagrama inspeccionar base, al igual que el diagrama Elección de Personal de Examen cuenta con un Subproceso, contiene las siguientes medidas:

Tabla 30: Cálculo de medidas base

Elementos Base	Nombre Medida	Valor
Eventos	NSNE	1
	NENE	1
Actividades	NT	4
	NCS	1
Nodos de Decisión	NEDDB	2
Flujos de Secuencia	NSFA	1
	NSFE	3
	NSFG	6
Flujos de Mensaje	NMF	0
Participantes	NPF	1
Carriles	NL	2
Objetos de Datos (entradas)	NDOIn	0
Objetos de Datos (Salidas)	NDOOut	1

Fuente: Elaboración propia

Tabla 31: Cálculo de medidas derivadas

Medida Derivada	Valor
TNSE	1
TNIE	0
TNEE	1
TNE	2
TNT	4
TNCS	1
TNA	5
TNG	2
TNDO	1
CLA	5
CLP	0
PDOPIn	0
PDOPOut	1
PDOTOOut	0.25
PLT	0.5

Fuente: Elaboración propia

Diagrama de Preparación de Clases (PC)

El diagrama Preparación de Clases, al igual que el primer diagrama mostrado fue uno de los dos principales diagramas elegidos por su importancia en el Centro Preuniversitario.

Tabla 32: Cálculo de medidas base

Elementos Base	Nombre Medida	Valor
Eventos	NSNE	1
	NENE	2
Actividades	NT	12
Nodos de Decisión	NEDDB	1
Flujos de Secuencia	NSFA	10
	NSFE	3
	NSFG	3
Flujos de Mensaje	NMF	5
Participantes	NPF	1
Carriles	NL	3
Objetos de Datos (entradas)	NDOIn	1
Objetos de Datos (Salidas)	NDOOut	2

Fuente: Elaboración propia

Tabla 33: Cálculo de medidas derivadas

Medida Derivada	Valor
TNSE	1
TNIE	0
TNEE	2
TNE	3
TNT	12
TNCS	0
TNA	12
TNG	1
TNDO	3
CLA	1.2
CLP	5
PDOPIn	0.333
PDOPOut	0.667
PDOTOOut	0.167
PLT	0.25

Fuente: Elaboración propia

4.1.2 Aplicación de las fórmulas

Después del cálculo de las medidas base y derivadas de los diagramas realizados se procedió al cálculo de cada uno de ellos a través de las formulas anteriormente mencionadas, toda la información recopilada se refleja en la siguiente tabla:

Tabla 34: Cálculo de los indicadores

Calculo de Medidas	Diagrama IA	Diagrama GC	Diagrama EPE	Diagrama CD	Diagrama IC	Diagrama PC
Tiempo Entendibilidad	71.714	60.051	48.511	53.922	43.356	56.142
Acierto Entendibilidad	2.920	2.916	2.953	2.916	3.008	2.995
Eficiencia Entendibilidad	0.037	0.057	0.012	0.050	0.049	0.019
Tiempo Modificabilidad	354.747	350.453	212.514	216.156	259.106	264.502
Acierto Modificabilidad	1.364	2.736	1.974	4.381	5.099	1.196
Eficiencia Modificabilidad	0.014	0.034	0.022	0.058	0.069	0.017

Nota: TNSF=NSFA+NSFE+NSFG+NSFL

Fuente: Elaboración propia

4.2 Aplicación de instrumentos de información

Para la recopilación de la información se aplicaron cuestionarios de respuestas para el indicador de Entendibilidad, también se aplicaron preguntas de desarrollo para el cuestionario de Modificabilidad, detallando los tiempos que eran necesarios medir en segundos para el cálculo de la eficiencia, con respecto a la cantidad de aciertos obtenidos por el encuestado, primero detallaremos la cantidad de tiempos obtenidos con respecto a cada modelo, después se mencionara la cantidad de aciertos de cada pregunta verificando la eficiencia de cada encuestado, los cuestionarios empleados en cada modelo pueden ser verificados en el anexo F del presente trabajo.

4.2.1 Tiempos empleados

Primero se detallaran los tiempos empleados para la resolución de las preguntas del cuestionario de Entendibilidad, después se analizara cada diagrama con respecto a los tiempos empleados:

Tabla 35: Tiempo de entendibilidad

N°	Tiempo IA	Tiempo GC	Tiempo EPE	Tiempo CD	Tiempo IC	Tiempo PC
1	60	45	40	45	35	70
2	45	40	40	40	40	45
3	50	90	50	70	30	70
4	40	35	45	30	30	30
5	70	45	30	30	30	40
6	90	70	30	80	35	30
7	60	50	70	90	60	70
8	50	45	55	40	50	55
9	45	60	50	90	65	90
10	40	55	60	40	65	65
11	60	60	65	30	40	49
12	60	70	40	50	40	50
13	55	40	50	60	40	60
Prom	55.769	54.231	48.077	53.462	43.077	55.692

Fuente: Elaboración propia

Ahora se procederá a explicar cada uno de los diagramas elaborados con respecto a su tiempo.

- **Diagrama IA**

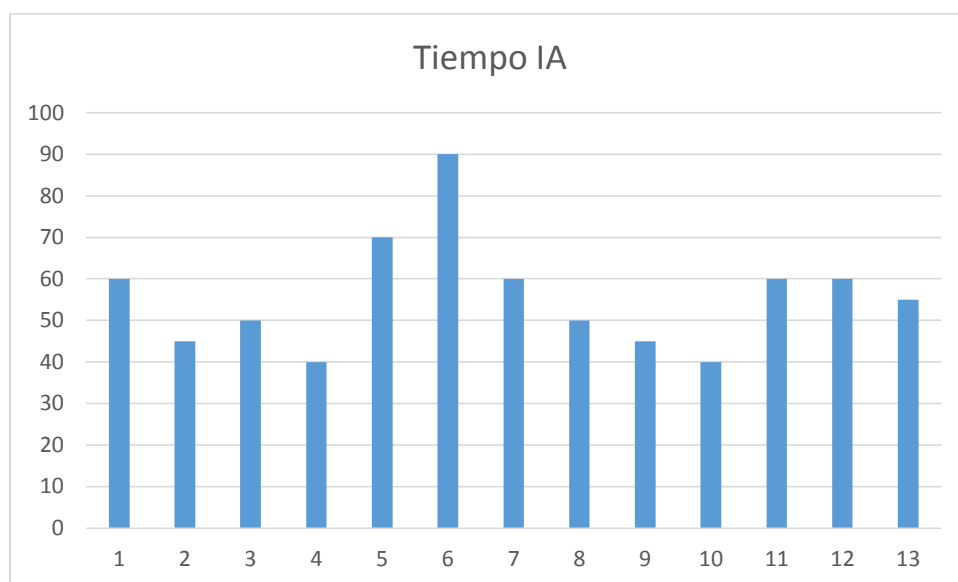


Figura 25: Tiempo del diagrama IA - entendibilidad

Fuente: Elaboración propia

En la anterior figura se detalla que de los tiempos recopilados para la realización del primer cuestionario referente al diagrama de Inscribir Alumnos, solo un encuestado demora 90 segundos en la realización del cuestionario (Encuestado 6), la mayoría de encuestados su tiempo empleado está por debajo de los 60 segundos, siendo su promedio de tiempo empleado en la resolución del cuestionario del diagrama 55.769 segundos.

- **Diagrama GC**

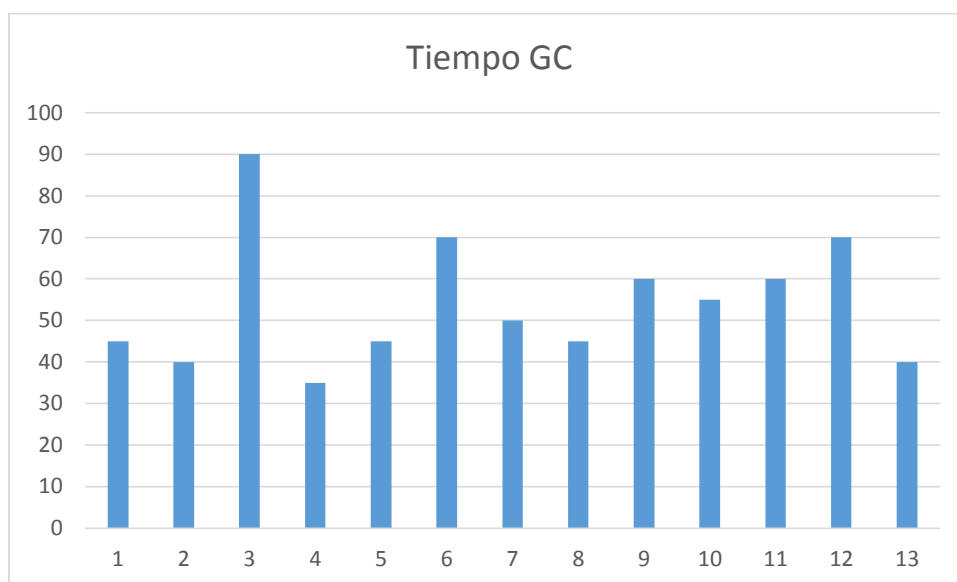


Figura 26: Tiempo del diagrama GC - entendibilidad

Fuente: Elaboración propia

En la anterior figura se detalla que de los tiempos recopilados para la realización del segundo cuestionario referente al diagrama de Generar Carnet, solo un encuestado demora 90 segundos en la realización del cuestionario (Encuestado 3) y 2 demoran 70 segundos (Encuestado 6 y 12), la mayoría de encuestados su tiempo empleado está por debajo de los 50 segundos, siendo su promedio de tiempo empleado en la resolución del cuestionario del diagrama 54.231 segundos debido a tener 3 valores altos es que el promedio sobrepasa los 50 segundos.

- **Diagrama EPE**

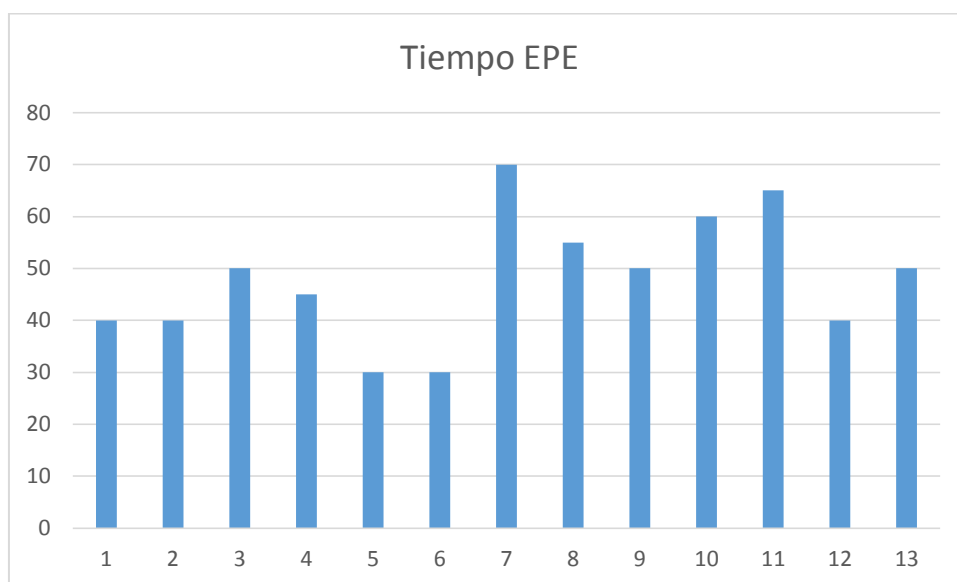


Figura 27: Tiempo del diagrama EPE - entendibilidad

Fuente: Elaboración propia

En la anterior figura se detalla que de los tiempos recopilados para la realización del tercer cuestionario referente al diagrama de Elección Personal de Examen, de todos los encuestados hubieron 2 personas (encuestados 5 y 6) que demoraron 30 segundos en responder el cuestionario, siendo su promedio de tiempo empleado en la resolución del cuestionario del diagrama 48.077 segundos.

- **Diagrama CD**

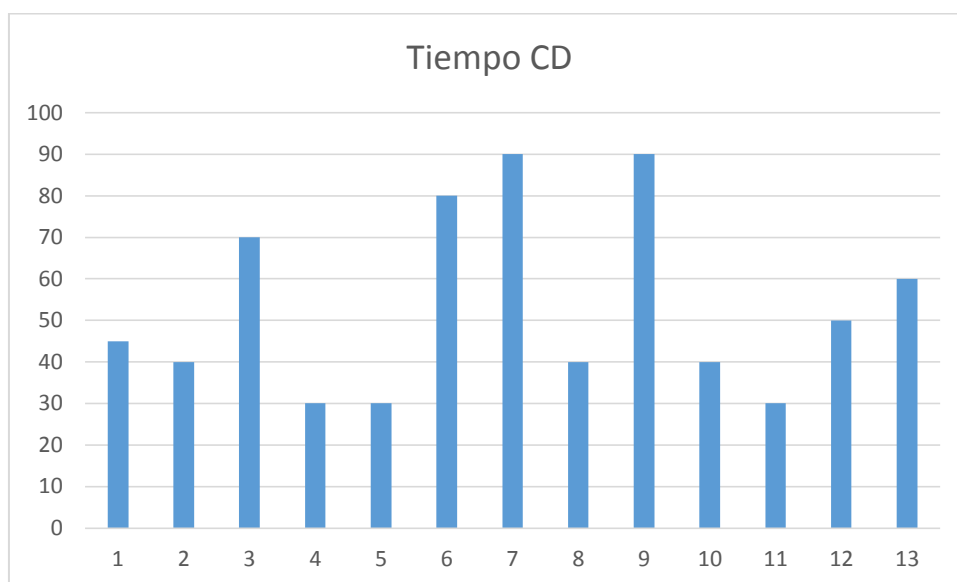


Figura 28: Tiempo del diagrama CD - entendibilidad

Fuente: Elaboración propia

En la anterior figura se detalla que de los tiempos recopilados para la realización del cuarto cuestionario referente al diagrama Contratar Docente, de todos los encuestados hubieron 3 personas (Encuestados 4, 5 y 11) que demoraron 30 segundos en responder el cuestionario, dos personas demoraron 90 segundos en la resolución de este cuestionario (Encuestado 7 y 9) siendo su promedio de tiempo empleado en la resolución del cuestionario del diagrama 53.462 segundos.

- **Diagrama IC**

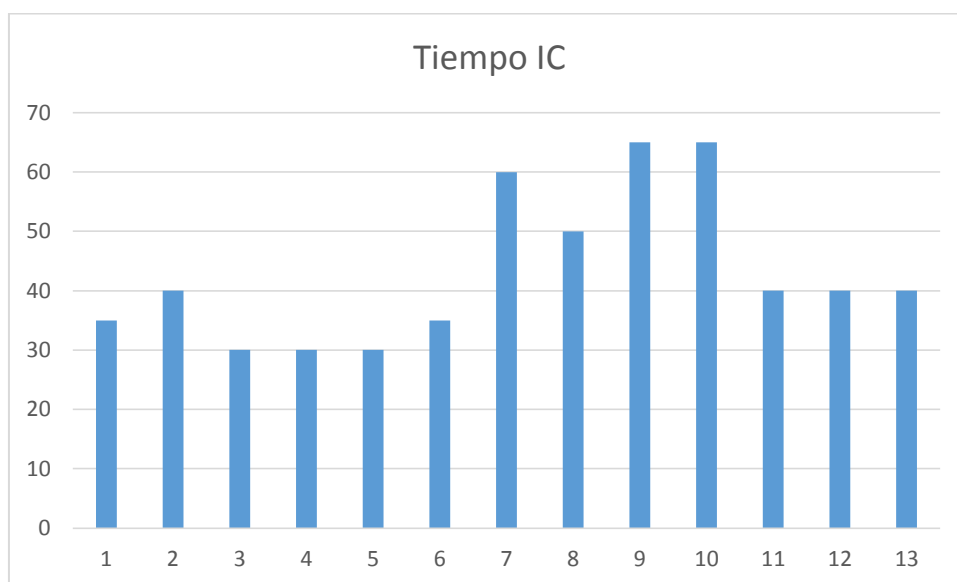


Figura 29: Tiempo del diagrama IC - entendibilidad

Fuente: Elaboración propia

En la anterior figura se detalla que de los tiempos recopilados para la realización del quinto cuestionario referente al diagrama Inspeccionar Clases, de todos los encuestados hubieron 3 personas (Encuestados 3, 4 y 5) que demoraron 30 segundos en responder el cuestionario, dos personas demoraron 65 segundos en la resolución de este cuestionario (Encuestado 9 y 10) siendo su promedio de tiempo empleado en la resolución del cuestionario del diagrama 43.077 segundos.

- **Diagrama PC**

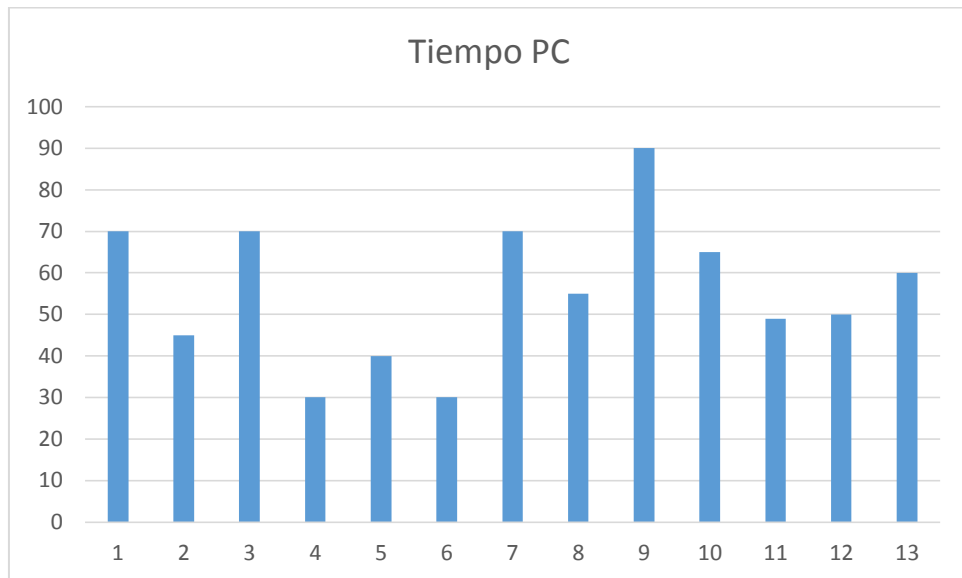


Figura 30: Tiempo del diagrama PC - entendibilidad

Fuente: Elaboración propia

En la anterior figura se detalla que de los tiempos recopilados para la realización del sexto cuestionario referente al diagrama Inspeccionar Clases, de todos los encuestados hubieron 2 personas (Encuestados 4 y 6) que demoraron 30 segundos en responder el cuestionario, una persona demoró 90 segundos en la resolución de este cuestionario (Encuestado 9) siendo su promedio de tiempo empleado en la resolución del cuestionario del diagrama 55.692 segundos.

Ahora se procederá a detallar los tiempos de las tareas programadas en el cuestionario de Modificabilidad, a diferencia del anterior cuestionario, no se pedía una respuesta (Si/No), sino se pedía la resolución de una actividad referente al diagrama, para lo cual se explicó y se dio ejemplos a los encuestados sobre la notación BPMN (Anexo C), detallando también las actividades que se realizan.

Tabla 36: Tiempo de modificabilidad

N°	Tiempo IA	Tiempo GC	Tiempo EPE	Tiempo CD	Tiempo IC	Tiempo PC
1	240	180	240	180	180	190
2	160	210	240	170	220	220
3	200	180	220	160	195	210
4	250	190	230	140	100	240
5	140	200	195	150	210	230
6	160	160	220	160	180	280
7	170	180	180	180	195	190
8	190	260	200	150	230	180
9	240	240	220	160	330	280
10	350	200	200	140	250	240
11	120	80	140	80	180	160
12	180	100	140	120	160	180
13	160	120	140	140	160	180
Prom	196.923	176.923	197.308	148.462	199.231	213.846

Fuente: Elaboración propia

De igual forma se procederá a explicar cada uno de los diagramas con respecto a su tiempo.

- **Diagrama IA**

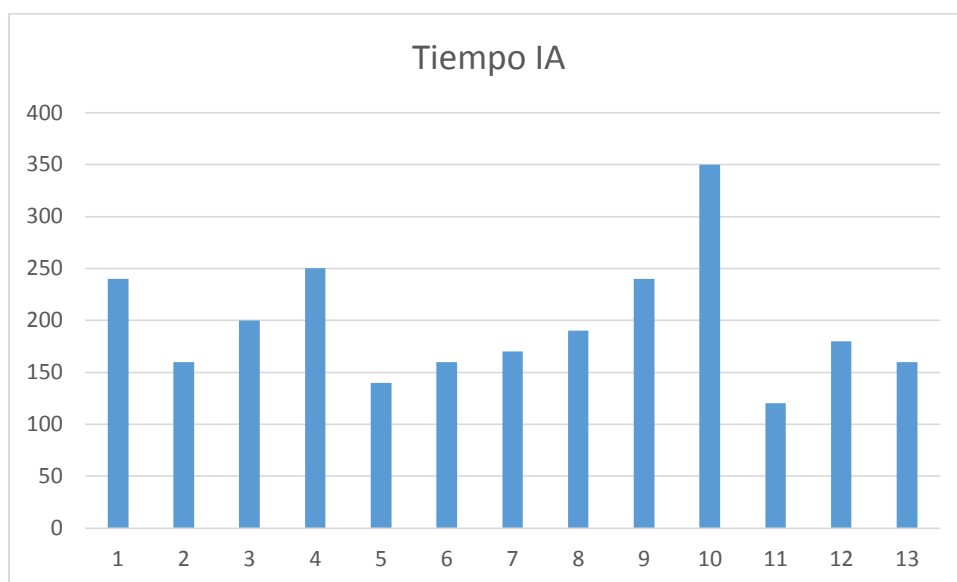


Figura 31: Tiempo del diagrama IA - modificabilidad

Fuente: Elaboración propia

En la anterior figura se detalla que de los tiempos recopilados para la realización del primer cuestionario referente al diagrama Inscribir Alumno, de todos los encuestados una persona (Encuestado 10) demoro 350 segundos en responder el cuestionario como el mayor tiempo utilizado, el menor tiempo utilizado es de 120 segundos (Encuestado 11), el promedio de tiempo empleado en la resolución del cuestionario del diagrama 196.923 segundos.

- **Diagrama GC**

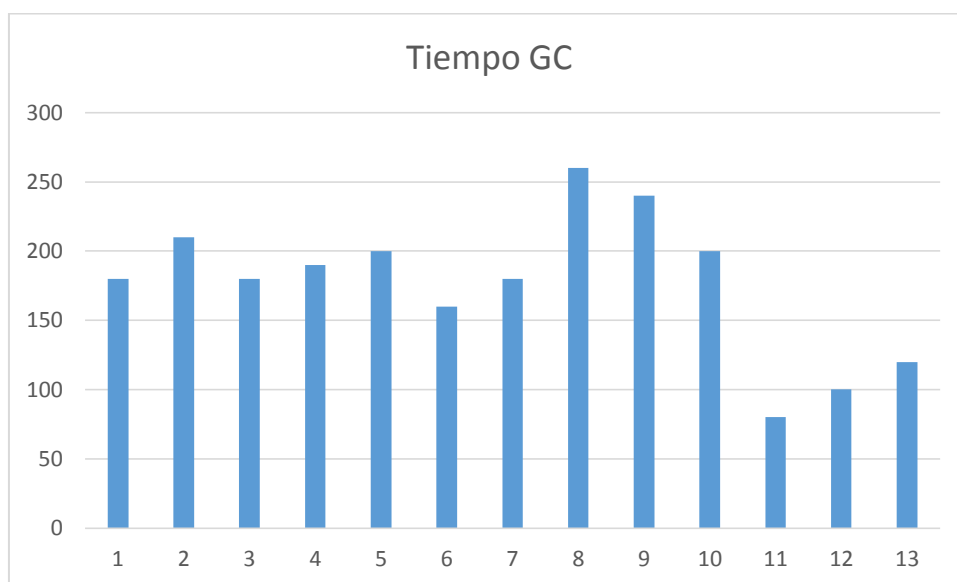


Figura 32: Tiempo del diagrama GC - modificabilidad

Fuente: Elaboración propia

En la anterior figura se detalla que de los tiempos recopilados para la realización del segundo cuestionario referente al diagrama Generar Carnet, de todos los encuestados una persona (Encuestado 8) demoró 260 segundos en responder el cuestionario como el mayor tiempo utilizado, el menor tiempo utilizado es de 80 segundos (Encuestado 11), el promedio de tiempo empleado en la resolución del cuestionario del diagrama 176.923 segundos

- **Diagrama EPE**

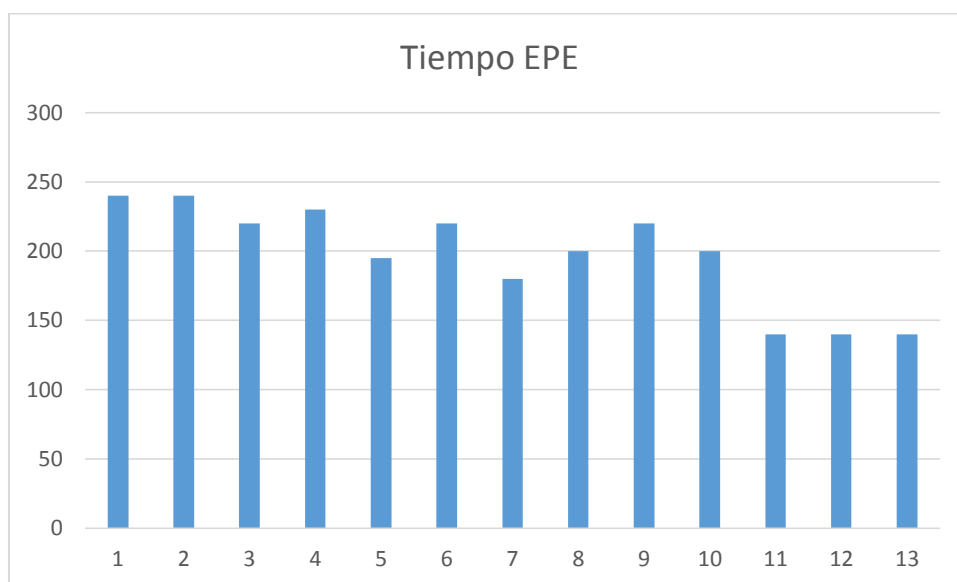


Figura 33: Tiempo del diagrama EPE - modificabilidad

Fuente: Elaboración propia

En la anterior figura se detalla que de los tiempos recopilados para la realización del tercer cuestionario referente al diagrama Elección Personal de Examen, de todos los encuestados dos personas (Encuestados 1 y 2) demoro 240 segundos en responder el cuestionario como el mayor tiempo utilizado, el menor tiempo utilizado es de 140 segundos (Encuestados 11, 12 y 13), el promedio de tiempo empleado en la resolución del cuestionario del diagrama 197.308 segundos.

- **Diagrama CD**

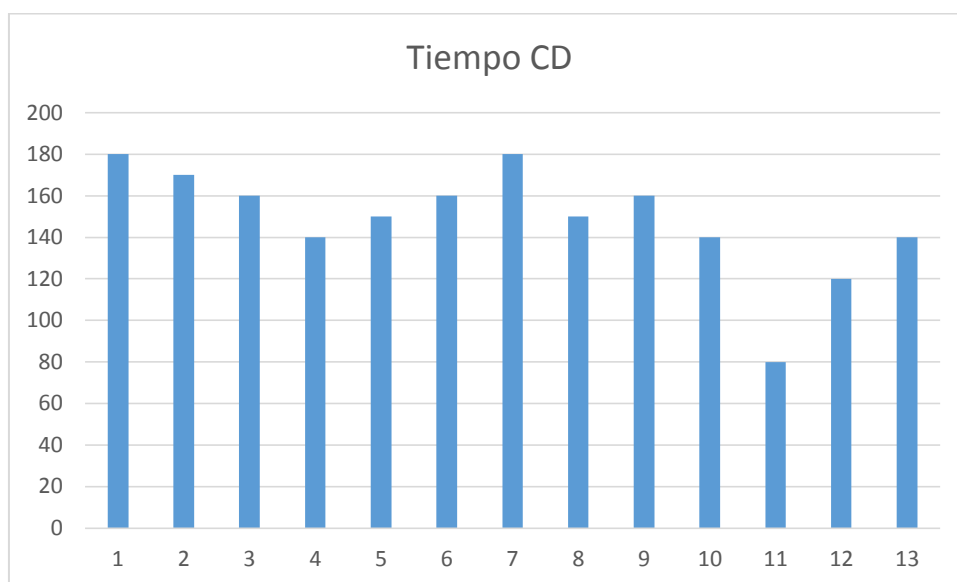


Figura 34: Tiempo del diagrama CD - modificabilidad

Fuente: Elaboración propia

En la anterior figura se detalla que de los tiempos recopilados para la realización del cuarto cuestionario referente al diagrama Contratar Docente, de todos los encuestados dos personas (Encuestados 1 y 7) demoró 180 segundos en responder el cuestionario como el mayor tiempo utilizado, el menor tiempo utilizado es de 80 segundos (Encuestado 11), el promedio de tiempo empleado en la resolución del cuestionario del diagrama 148.462 segundos.

- **Diagrama IC**

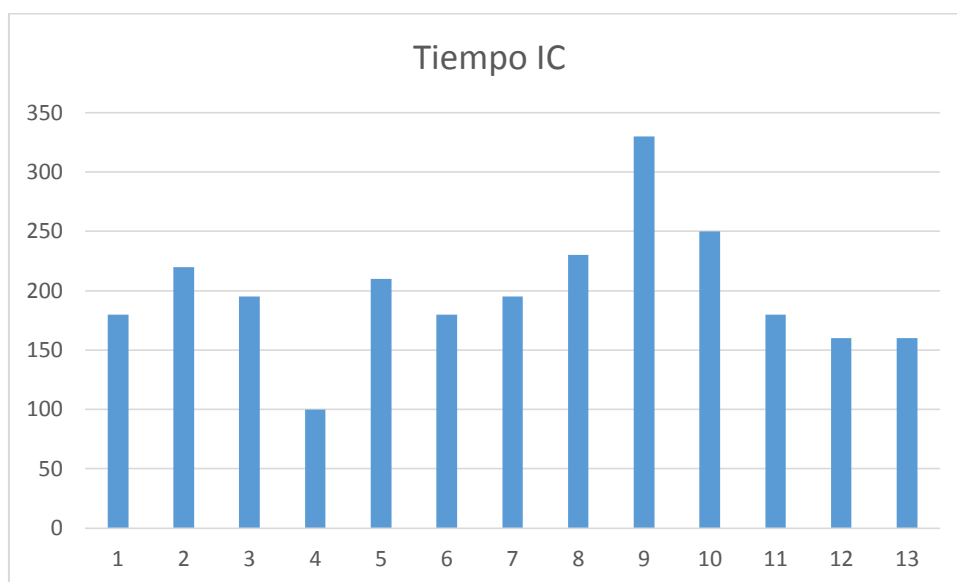


Figura 35: Tiempo del diagrama CD - modificabilidad

Fuente: Elaboración propia

En la anterior figura se detalla que de los tiempos recopilados para la realización del quinto cuestionario referente al diagrama Inspeccionar Clases, de todos los encuestados una persona (Encuestado 9) demoró 330 segundos en responder el cuestionario como el mayor tiempo utilizado, el menor tiempo utilizado es de 100 segundos (Encuestado 4), el promedio de tiempo empleado en la resolución del cuestionario del diagrama 199.231 segundos.

- **Diagrama PC**

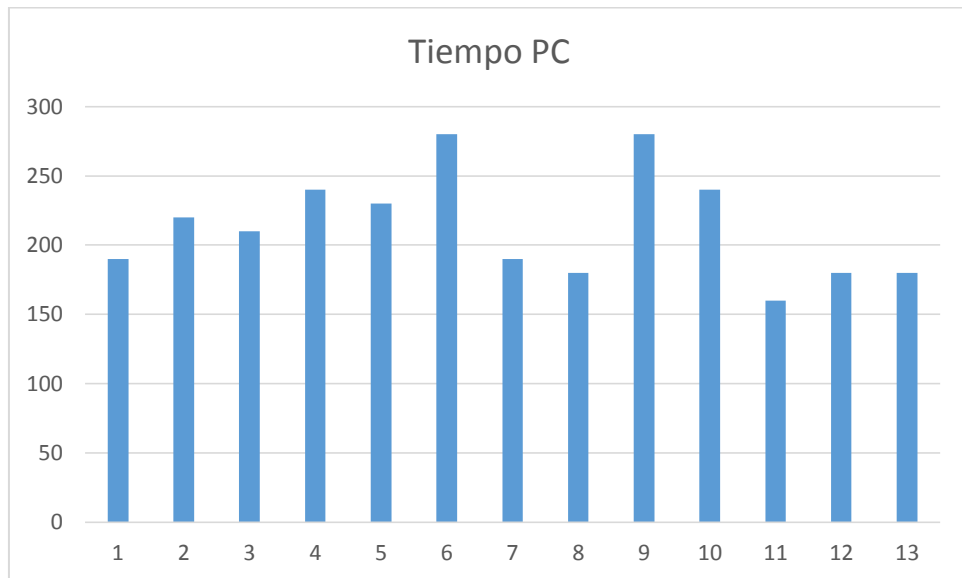


Figura 36: Tiempo del diagrama PC - modificabilidad

Fuente: Elaboración propia

En la anterior figura se detalla que de los tiempos recopilados para la realización del quinto cuestionario referente al diagrama Inspeccionar Clases, de todos los encuestados dos personas (Encuestados 6 y 9) demoró 280 segundos en responder el cuestionario como el mayor tiempo utilizado, el menor tiempo utilizado es de 160 segundos (Encuestado 11), el promedio de tiempo empleado en la resolución del cuestionario del diagrama 213.846 segundos.

De lo tiempos empleados en los cuestionarios podemos concluir que más tiempo se empleó en los cuestionarios de Modificabilidad debido a que se pedía la realización de tareas específicas y que se tenía que brindar una previa capacitación; para los promedios de los diagramas de entendibilidad no superan los 60 segundos, por lo cual la dificultad empleada en la realización de los cuestionarios no fue tan dificultosa, a diferencia de los cuestionarios de Modificabilidad, en los cuales se obtiene que sus promedios no superan los 220 segundos, pero es debido a que la capacitación por la nueva notación empleada en el desarrollo de los diagramas fue una experiencia innovadora para los encuestados.

4.2.2 Aciertos obtenidos y cálculo de la eficiencia

Respecto a los aciertos en los cuestionarios empleados, primero se analizara los aciertos de los cuestionarios de Entendibilidad y posteriormente de Modificabilidad; después del análisis de los aciertos se realiza el cálculo de la eficiencia empleada por cada encuestado, la eficiencia está basada respecto a la cantidad de aciertos sobre el tiempo empleado para la resolución del cuestionario.

Primero se detallan los aciertos de Entendibilidad, referentes a las 5 preguntas binarias realizadas (Anexo F).

Tabla 37: Aciertos entendibilidad

N°	Aciertos IA	Aciertos GC	Aciertos EPE	Aciertos CD	Aciertos IC	Aciertos PC
1	5	5	5	3	3	5
2	4	4	5	3	4	4
3	4	3	5	3	4	5
4	4	4	5	4	4	5
5	5	4	5	5	3	5
6	5	5	5	5	3	5
7	3	4	3	5	3	5
8	4	4	5	4	5	5
9	4	4	5	5	3	4
10	4	4	5	3	3	5
11	4	3	5	4	4	5
12	4	3	5	4	5	5
13	5	5	5	4	3	5
Prom	4.231	4.000	4.846	4.000	3.615	4.846

Fuente: Elaboración propia

- Diagrama IA

Tabla 38: Aciertos diagrama IA - entendibilidad

N°	Acertos IA
1 Acierto	0
2 Acierto	0
3 Acierto	1
4 Acierto	8
5 Acierto	4
Total	13

Fuente: Elaboración propia

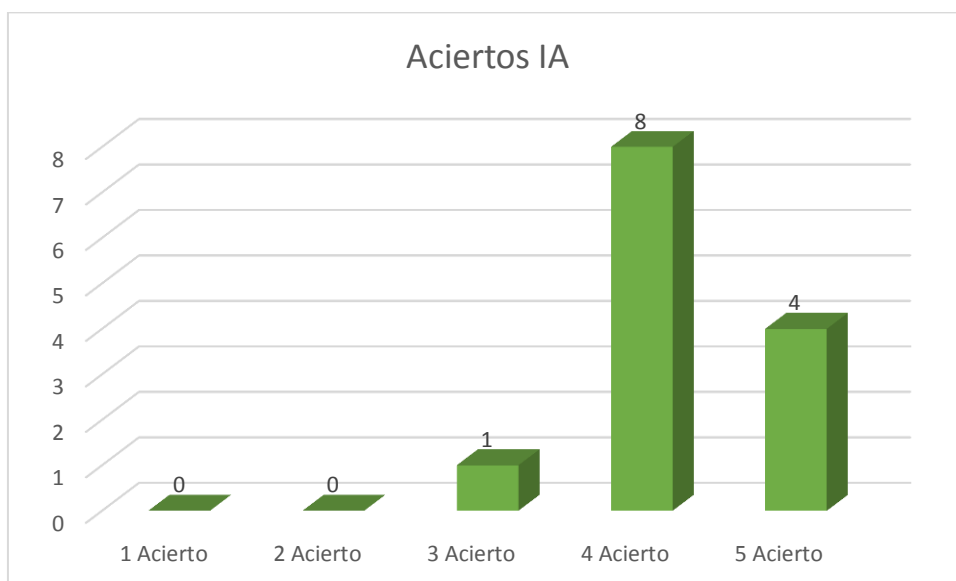


Figura 37: Acertos del diagrama IA - entendibilidad

Fuente: Elaboración propia

En la figura anterior referente a los aciertos de los encuestados respecto a las preguntas de Entendibilidad, tenemos que la

mayoría de personas (8) tuvieron 4 aciertos de las 5 preguntas realizadas; entonces para el cálculo de la eficiencia referente es:

Tabla 39: Aciertos - eficiencia diagrama IA - entendibilidad

N°	Aciertos IA	Eficiencia IA
1	5	0.083
2	4	0.089
3	4	0.080
4	4	0.100
5	5	0.071
6	5	0.056
7	3	0.050
8	4	0.080
9	4	0.089
10	4	0.100
11	4	0.067
12	4	0.067
13	5	0.091
Prom	4.231	0.079

Fuente: Elaboración propia

- **Diagrama GC**

Tabla 40: Aciertos diagrama GC - entendibilidad

N°	Aciertos GC
1 Acierto	0
2 Acierto	0
3 Acierto	3
4 Acierto	7
5 Acierto	3
Total	13

Fuente: Elaboración propia

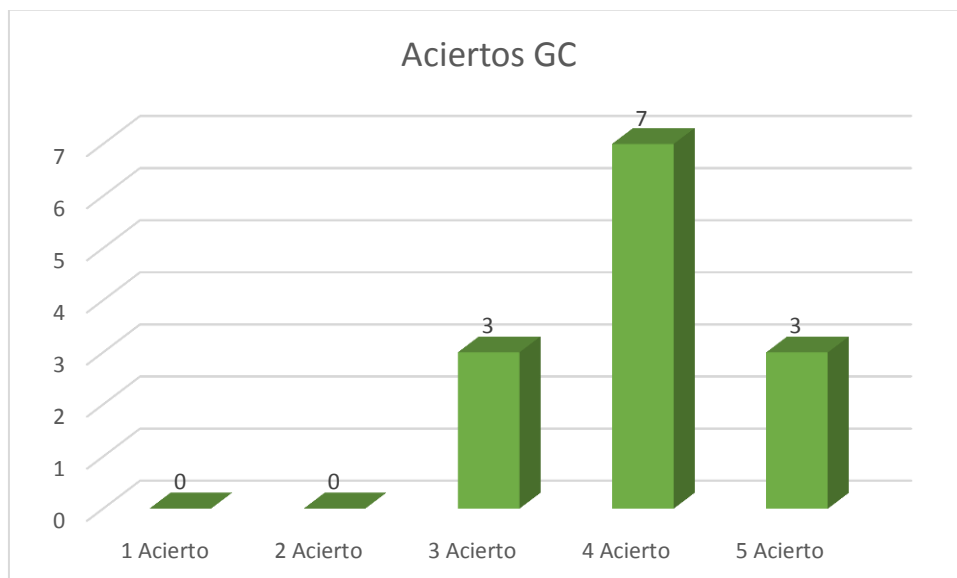


Figura 38: Aciertos del diagrama GC - entendibilidad

Fuente: Elaboración propia

En la figura anterior referente a los aciertos de los encuestados respecto a las preguntas de Entendibilidad, tenemos que la mayoría de personas (7) tuvieron 4 aciertos de las 5 preguntas realizadas; entonces para el cálculo de la eficiencia referente es:

Tabla 41: Aciertos - eficiencia diagrama GC - entendibilidad

N°	Aciertos GC	Eficiencia GC
1	5	0.111
2	4	0.100
3	3	0.033
4	4	0.114
5	4	0.089
6	5	0.071
7	4	0.080
8	4	0.089
9	4	0.067
10	4	0.073
11	3	0.050
12	3	0.043
13	5	0.125
Prom	4.000	0.080

Fuente: Elaboración propia

- **Diagrama EPE**

Tabla 42: Aciertos diagrama EPE - entendibilidad

N°	Aciertos EPE
1 Acierto	0
2 Acierto	0
3 Acierto	1
4 Acierto	0
5 Acierto	12
Total	13

Fuente: Elaboración propia

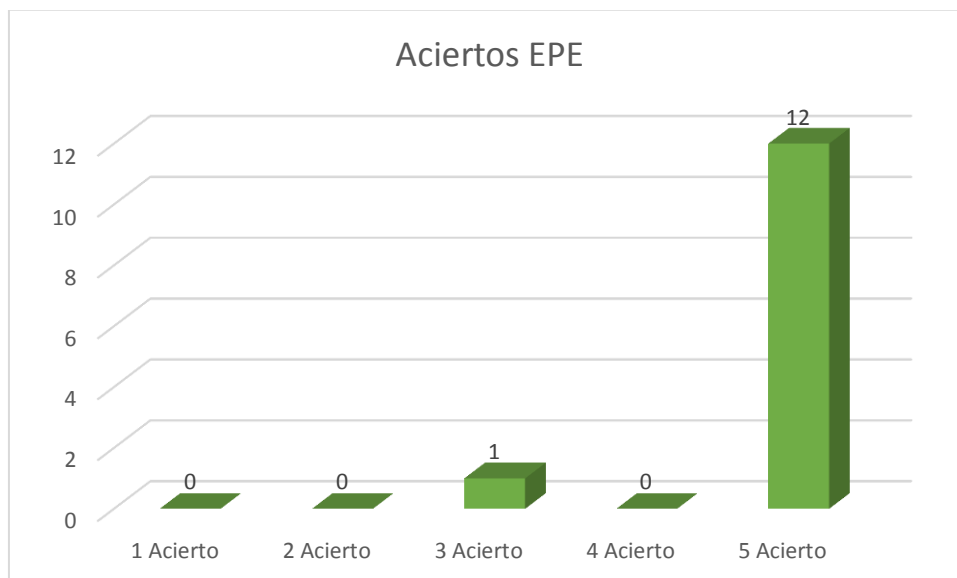


Figura 39: Aciertos del diagrama EPE - entendibilidad

Fuente: Elaboración propia

En la figura anterior referente a los aciertos de los encuestados respecto a las preguntas de Entendibilidad, tenemos que la mayoría de personas (12) tuvieron 5 aciertos de las 5 preguntas realizadas; entonces para el cálculo de la eficiencia referente es:

Tabla 43: Aciertos - eficiencia diagrama EPE - entendibilidad

N°	Aciertos EPE	Eficiencia EPE
1	5	0.125
2	5	0.125
3	5	0.100
4	5	0.111
5	5	0.167
6	5	0.167
7	3	0.043
8	5	0.091
9	5	0.100
10	5	0.083
11	5	0.077
12	5	0.125
13	5	0.100
Prom	4.846	0.109

Fuente: Elaboración propia

- **Diagrama CD**

Tabla 44: Aciertos diagrama CD - entendibilidad

N°	Aciertos CD
1 Acierto	0
2 Acierto	0
3 Acierto	4
4 Acierto	5
5 Acierto	4
Total	13

Fuente: Elaboración propia

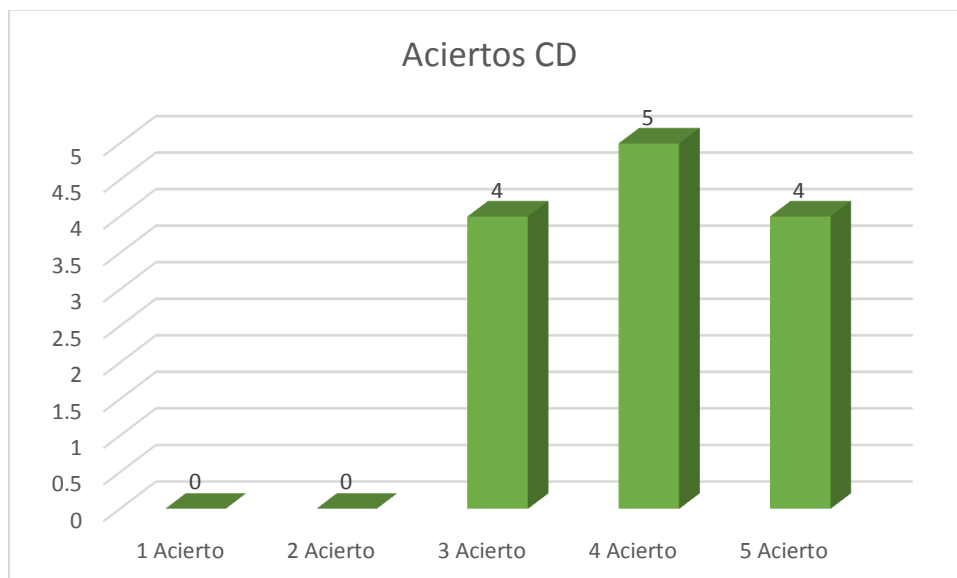


Figura 40: Aciertos del diagrama CD - entendibilidad

Fuente: Elaboración propia

En la figura anterior referente a los aciertos de los encuestados respecto a las preguntas de Entendibilidad, tenemos que los encuestados han obtenido entre 3, 4 y 5 aciertos de las 5 preguntas realizadas; entonces para el cálculo de la eficiencia referente es:

Tabla 45: Aciertos - eficiencia diagrama CD - entendibilidad

N°	Aciertos CD	Eficiencia CD
1	3	0.067
2	3	0.075
3	3	0.043
4	4	0.133
5	5	0.167
6	5	0.063
7	5	0.056
8	4	0.100
9	5	0.056
10	3	0.075
11	4	0.133
12	4	0.080
13	4	0.067
Prom	4.000	0.086

Fuente: Elaboración propia

- Diagrama IC

Tabla 46: Aciertos diagrama IC - entendibilidad

N°	Aciertos IC
1 Acierto	0
2 Acierto	0
3 Acierto	7
4 Acierto	4
5 Acierto	2
Total	13

Fuente: Elaboración propia

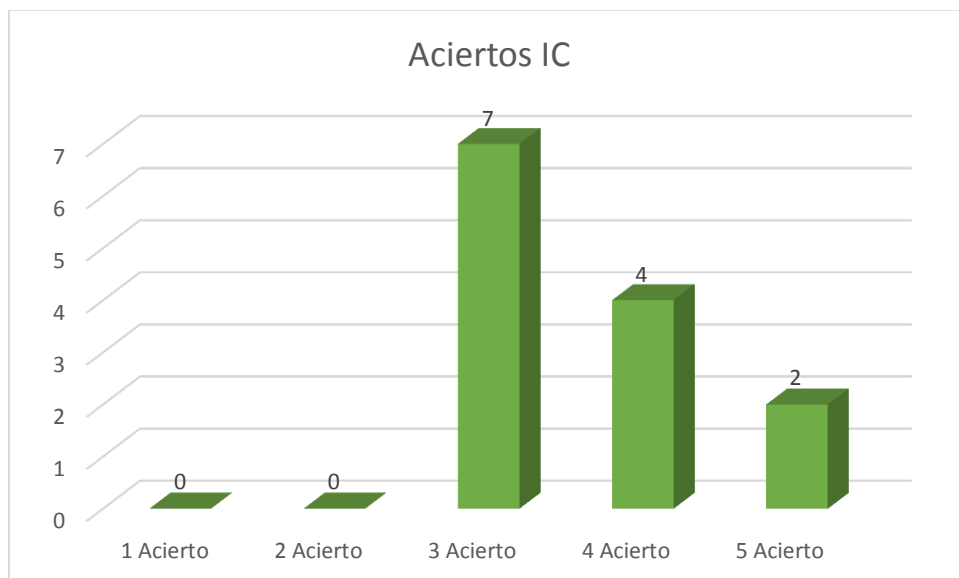


Figura 41: Aciertos del diagrama IC - entendibilidad

Fuente: Elaboración propia

En la figura anterior referente a los aciertos de los encuestados respecto a las preguntas de Entendibilidad, tenemos que la mayoría de personas (7) tuvieron 3 aciertos de las 5 preguntas realizadas; entonces para el cálculo de la eficiencia referente es:

Tabla 47: Aciertos - eficiencia diagrama IC - entendibilidad

N°	Aciertos IC	Eficiencia IC
1	3	0.086
2	4	0.100
3	4	0.133
4	4	0.133
5	3	0.100
6	3	0.086
7	3	0.050
8	5	0.100
9	3	0.046
10	3	0.046
11	4	0.100
12	5	0.125
13	3	0.075
Prom	3.615	0.091

Fuente: Elaboración propia

- **Diagrama PC**

Tabla 48: Aciertos diagrama PC - entendibilidad

N°	Aciertos PC
1 Acierto	0
2 Acierto	0
3 Acierto	0
4 Acierto	2
5 Acierto	11
Total	13

Fuente: Elaboración propia

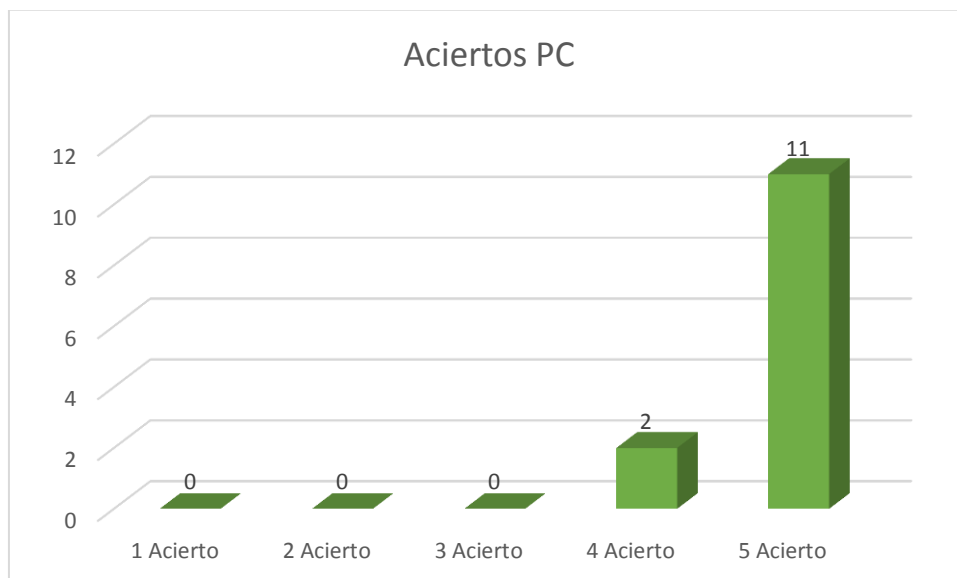


Figura 42: Aciertos del diagrama PC - entendibilidad

Fuente: Elaboración propia

En la figura anterior referente a los aciertos de los encuestados respecto a las preguntas de Entendibilidad, tenemos que la mayoría de personas (11) tuvieron 5 aciertos de las 5 preguntas realizadas; entonces para el cálculo de la eficiencia referente es:

Tabla 49: Aciertos - eficiencia diagrama PC - entendibilidad

N°	Aciertos CD	Eficiencia CD
1	3	0.067
2	3	0.075
3	3	0.043
4	4	0.133
5	5	0.167
6	5	0.063
7	5	0.056
8	4	0.100
9	5	0.056
10	3	0.075
11	4	0.133
12	4	0.080
13	4	0.067
Prom	4.000	0.086

Fuente: Elaboración propia

Posteriormente se detallan los aciertos de las 6 tareas encomendadas en el cuestionario de Modificabilidad.

- Diagrama IA

Tabla 50: Aciertos diagrama IA - modificabilidad

N°	Aciertos IA
1 Acierto	0
2 Acierto	3
3 Acierto	5
4 Acierto	3
5 Acierto	2
6 Acierto	0
Total	13

Fuente: Elaboración propia

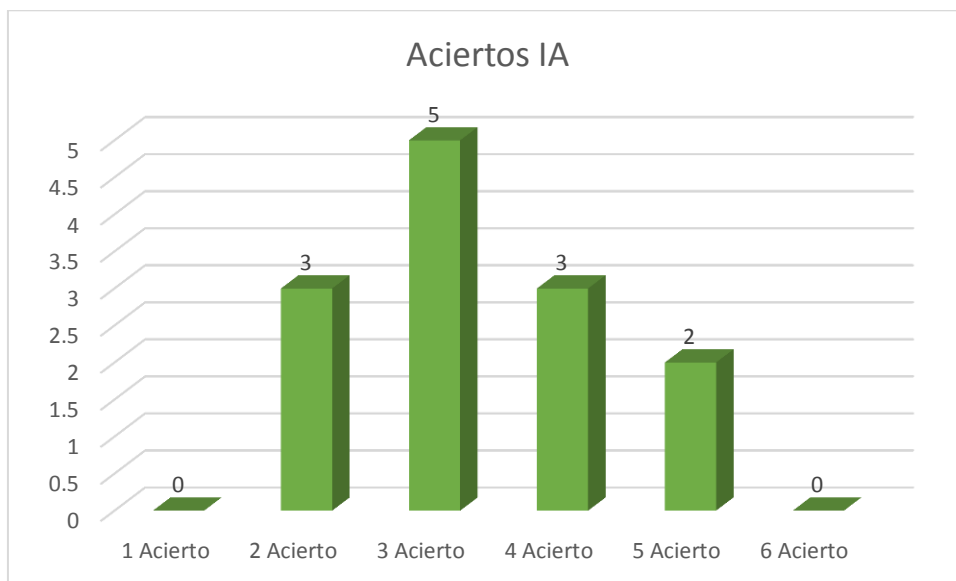


Figura 43: Aciertos del diagrama IA – modificabilidad

Fuente: Elaboración propia

En la figura anterior referente a los aciertos de los encuestados respecto a las tareas de Modificabilidad, tenemos que la mayoría

de personas (5) tuvieron 3 aciertos de las 6 tareas encargadas;
entonces para el cálculo de la eficiencia referente es:

Tabla 51: Aciertos – eficiencia diagrama IA – modificabilidad

N°	Aciertos IA	Eficiencia IA
1	3	0.013
2	3	0.019
3	4	0.020
4	2	0.008
5	4	0.029
6	3	0.019
7	3	0.018
8	2	0.011
9	2	0.008
10	3	0.009
11	5	0.042
12	5	0.028
13	4	0.025
Prom	3.308	0.019

Fuente: Elaboración propia

- Diagrama GC

Tabla 52: Aciertos diagrama GC - modificabilidad

N°	Aciertos GC
1 Acierto	0
2 Acierto	0
3 Acierto	1
4 Acierto	2
5 Acierto	3
6 Acierto	7
Total	13

Fuente: Elaboración propia

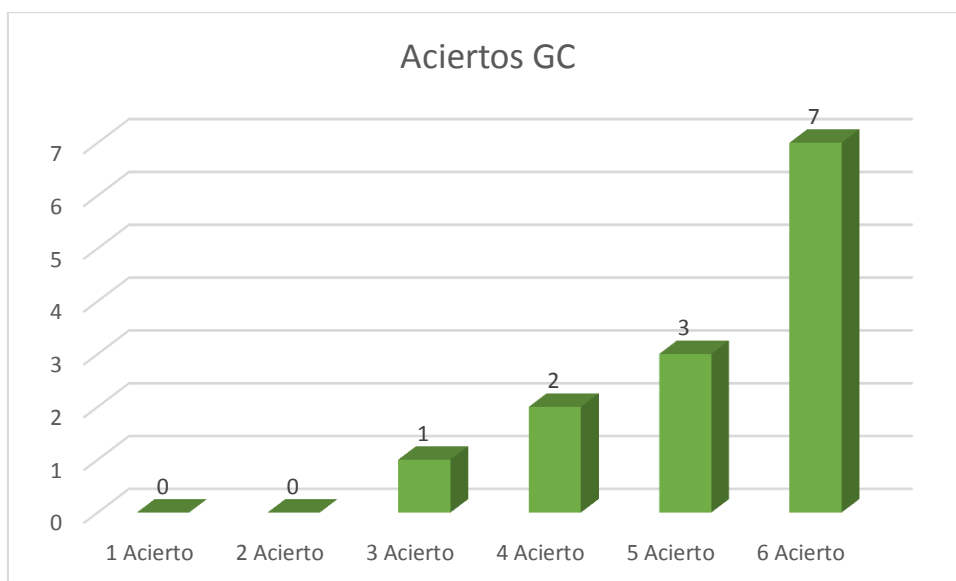


Figura 44: Aciertos del diagrama GC – modificabilidad

Fuente: Elaboración propia

En la figura anterior referente a los aciertos de los encuestados respecto a las tareas de Modificabilidad, tenemos que la mayoría

de personas (7) tuvieron 6 aciertos de las 6 tareas encargadas;
entonces para el cálculo de la eficiencia referente es:

Tabla 53: Aciertos – eficiencia diagrama GC – modificabilidad

N°	Aciertos GC	Eficiencia GC
1	5	0.028
2	3	0.014
3	6	0.033
4	4	0.021
5	6	0.030
6	6	0.038
7	6	0.033
8	4	0.015
9	5	0.021
10	6	0.030
11	6	0.075
12	5	0.050
13	6	0.050
Prom	5.231	0.034

Fuente: Elaboración propia

- **Diagrama EPE**

Tabla 54: Aciertos diagrama EPE - modificabilidad

N°	Aciertos EPE
1 Acierto	0
2 Acierto	0
3 Acierto	3
4 Acierto	7
5 Acierto	3
6 Acierto	0
Total	13

Fuente: Elaboración propia

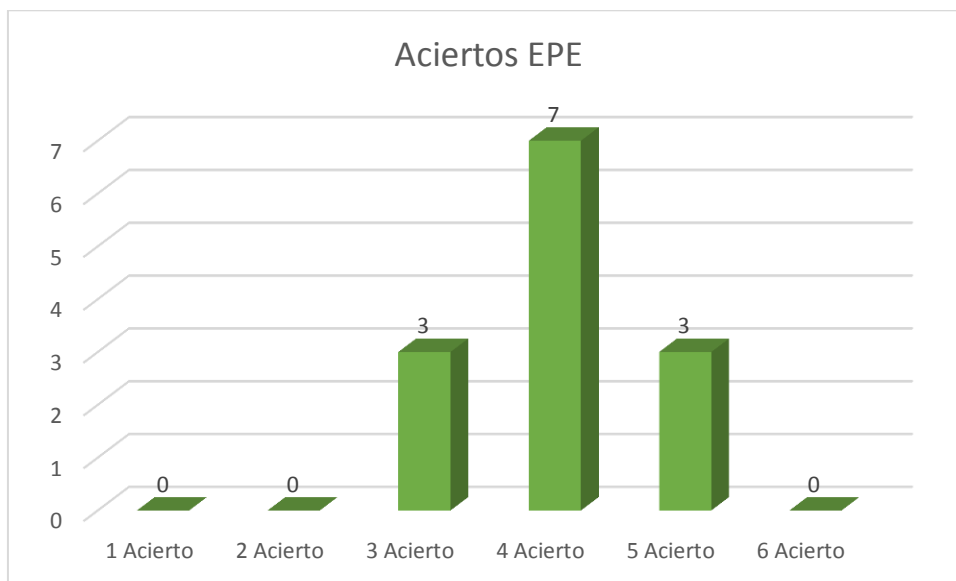


Figura 45: Aciertos del diagrama EPE – modificabilidad

Fuente: Elaboración propia

En la figura anterior referente a los aciertos de los encuestados respecto a las tareas de Modificabilidad, tenemos que la mayoría

de personas (7) tuvieron 4 aciertos de las 6 tareas encargadas;
entonces para el cálculo de la eficiencia referente es:

Tabla 55: Aciertos – eficiencia diagrama EPE – modificabilidad

N°	Aciertos EPE	Eficiencia EPE
1	3	0.013
2	4	0.017
3	3	0.014
4	4	0.017
5	4	0.021
6	4	0.018
7	5	0.028
8	4	0.020
9	3	0.014
10	4	0.020
11	5	0.036
12	5	0.036
13	4	0.029
Prom	4.000	0.022

Fuente: Elaboración propia

- Diagrama CD

Tabla 56: Aciertos diagrama CD - modificabilidad

N°	Aciertos CD
1 Acierto	0
2 Acierto	0
3 Acierto	0
4 Acierto	1
5 Acierto	5
6 Acierto	7
Total	13

Fuente: Elaboración propia

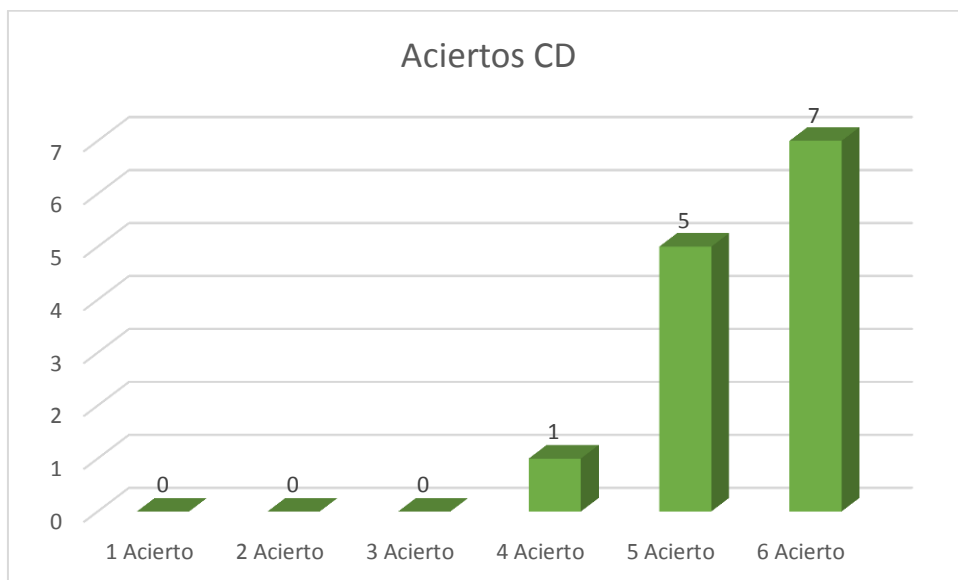


Figura 46: Aciertos del diagrama CD – modificabilidad

Fuente: Elaboración propia

En la figura anterior referente a los aciertos de los encuestados respecto a las tareas de Modificabilidad, tenemos que la mayoría

de personas (7) tuvieron 6 aciertos de las 6 tareas encargadas; entonces para el cálculo de la eficiencia referente es:

Tabla 57: Aciertos – eficiencia diagrama CD – modificabilidad

N°	Aciertos CD	Eficiencia CD
1	5	0.0278
2	6	0.0353
3	6	0.0375
4	5	0.0357
5	6	0.0400
6	5	0.0313
7	4	0.0222
8	6	0.0400
9	5	0.0313
10	6	0.0429
11	5	0.0625
12	6	0.0500
13	6	0.0429
Prom	5.462	0.038

Fuente: Elaboración propia

- Diagrama IC

Tabla 58: Aciertos diagrama IC - modificabilidad

N°	Aciertos IC
1 Acierto	0
2 Acierto	0
3 Acierto	0
4 Acierto	2
5 Acierto	6
6 Acierto	5
Total	13

Fuente: Elaboración propia

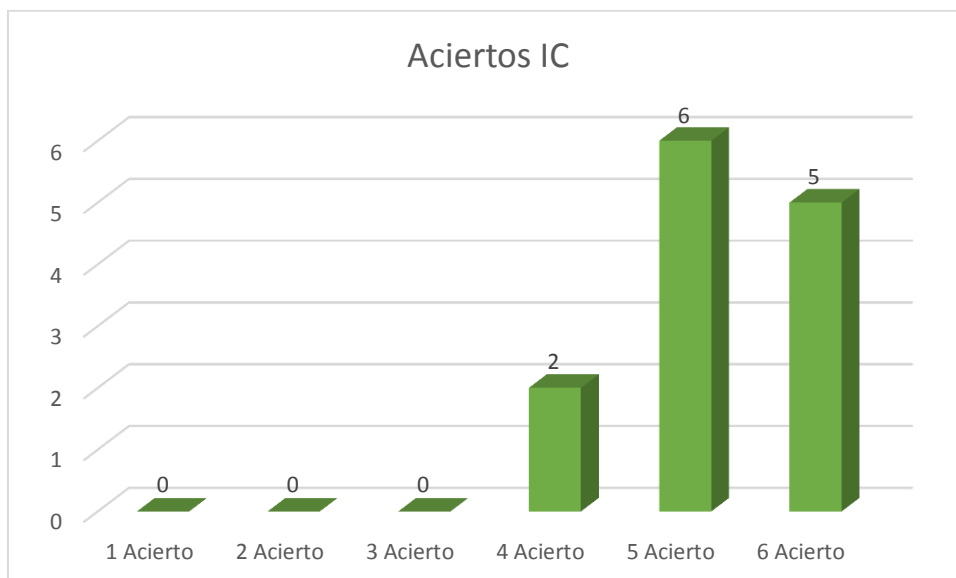


Figura 47: Aciertos del diagrama IC – modificabilidad

Fuente: Elaboración propia

En la figura anterior referente a los aciertos de los encuestados respecto a las tareas de Modificabilidad, tenemos que la mayoría

de personas (6) tuvieron 5 aciertos de las 6 tareas encargadas;
entonces para el cálculo de la eficiencia referente es:

Tabla 59: Aciertos – eficiencia diagrama IC – modificabilidad

N°	Aciertos IC	Eficiencia IC
1	5	0.028
2	6	0.027
3	4	0.021
4	6	0.060
5	5	0.024
6	6	0.033
7	6	0.031
8	5	0.022
9	4	0.012
10	5	0.020
11	6	0.033
12	5	0.031
13	5	0.031
Prom	5.231	0.029

Fuente: Elaboración propia

- Diagrama PC

Tabla 60: Aciertos diagrama PC - modificabilidad

Nº	Aciertos PC
1 Acierto	0
2 Acierto	2
3 Acierto	4
4 Acierto	3
5 Acierto	3
6 Acierto	1
Total	13

Fuente: Elaboración propia

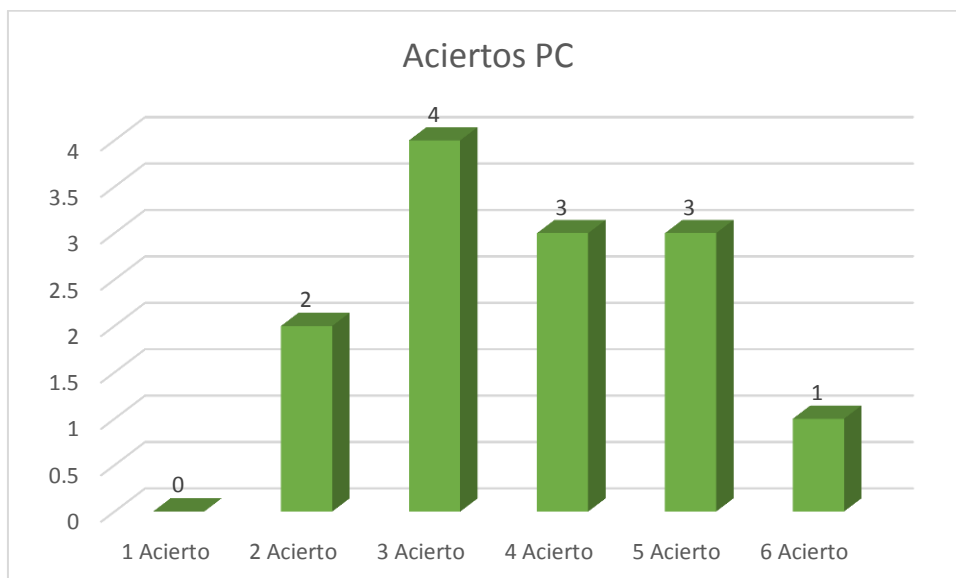


Figura 48: Aciertos del diagrama PC – modificabilidad

Fuente: Elaboración propia

En la figura anterior referente a los aciertos de los encuestados respecto a las tareas de Modificabilidad, tenemos que la mayoría

de personas tuvieron 3, 4 y 5 aciertos de las 6 tareas encargadas; entonces para el cálculo de la eficiencia referente es:

Tabla 61: Aciertos – eficiencia diagrama PC – modificabilidad

N°	Aciertos PC	Eficiencia PC
1	3	0.016
2	4	0.018
3	2	0.010
4	3	0.013
5	3	0.013
6	4	0.014
7	5	0.026
8	2	0.011
9	3	0.011
10	5	0.021
11	6	0.038
12	4	0.022
13	5	0.028
Prom	3.769	0.018

Fuente: Elaboración propia

De los aciertos de los encuestados, la mayoría de los cuestionarios relacionados a Entendibilidad y Modificabilidad obtuvieron más de 3 aciertos referentes a las preguntas y tareas encargadas.

Después de realizado estos cálculos se establece la siguiente tabla resumen referente a los promedios (Tiempo, Aciertos y Eficiencia) empleados en los cuestionarios de Entendibilidad y Modificabilidad.

Tabla 62: Medidas promedio obtenidas

Medidas Promedio Obtenidas	Diagrama IA	Diagrama GC	Diagrama EPE	Diagrama CD	Diagrama IC	Diagrama PC
Tiempo Entendibilidad	55.769	54.231	48.077	53.462	43.077	55.692
Acierto Entendibilidad	4.231	4.000	4.846	4.000	3.615	4.846
Eficiencia Entendibilidad	0.079	0.080	0.109	0.086	0.091	0.097
Tiempo Modificabilidad	196.923	176.923	197.308	148.462	199.231	213.846
Acierto Modificabilidad	3.308	5.231	4.000	5.462	5.231	3.769
Eficiencia Modificabilidad	0.019	0.034	0.022	0.038	0.029	0.018

Fuente: Elaboración propia

4.2.3 Valoración subjetiva del encuestado

La valoración subjetiva es la apreciación del diagrama a cada uno de los encuestados, para esto se empleó una escala siendo el valor mínimo la representación de que el diagrama es muy simple y el valor máximo que el diagrama es muy complejo.

Este valor fue evaluado con respecto a la capacidad de entender el diagrama y la complejidad que demandaba la realización de las tareas.

A continuación se procederá a mostrar los resultados de la valoración subjetiva del cuestionario de Entendibilidad y de Modificabilidad por cada diagrama realizado:

- **Diagrama IA**

Tabla 63: Valoración subjetiva IA entendibilidad - modificabilidad

N°	Valoración Subjetiva	Entendibilidad	Modificabilidad
1	Muy Simple	0	0
2	Algo Simple	0	0
3	Normal	11	8
4	Algo Complejo	2	5
5	Muy Complejo	0	0
	Total	13	13

Fuente: Elaboración propia

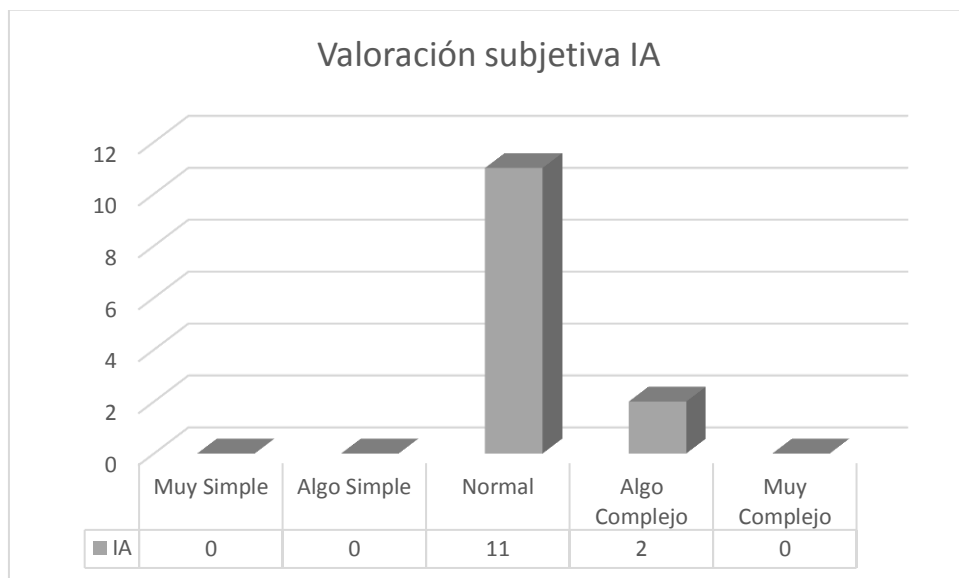


Figura 49: Valoración subjetiva IA - entendibilidad

Fuente: Elaboración propia

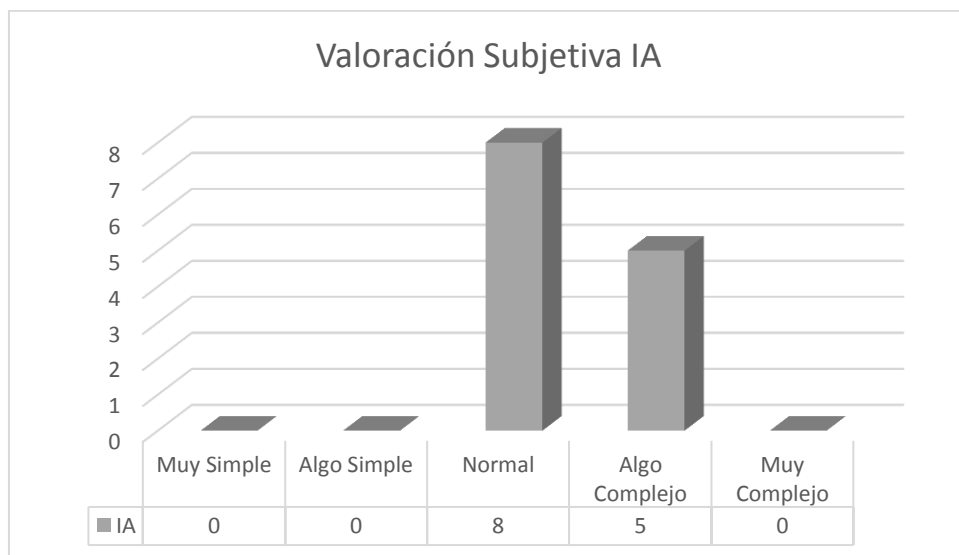


Figura 50: Valoración subjetiva IA - modificabilidad

Fuente: Elaboración propia

De las anteriores figuras se puede conocer que el diagrama IA para el cuestionario de Entendibilidad según los encuestados no presenta complejidad alguna para entenderlo, pero para la Modificabilidad 5 personas creen que es algo compleja las actividades que se pidieron realizar mientras que 8 personas piensan que no representaron ni complejidad ni facilidad en la realización.

- **Diagrama GC**

Tabla 64: Valoración subjetiva GC entendibilidad - modificabilidad

N°	Valoración Subjetiva	Entendibilidad	Modificabilidad
1	Muy Simple	0	0
2	Algo Simple	1	0
3	Normal	8	6
4	Algo Complejo	4	5
5	Muy Complejo	0	2
	Total	13	13

Fuente: Elaboración propia

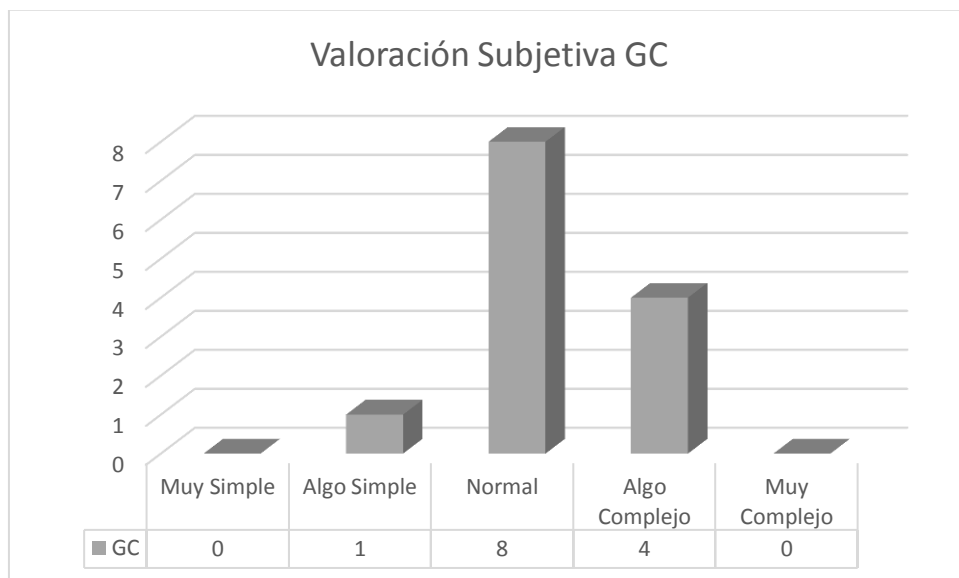


Figura 51: Valoración subjetiva GC - entendibilidad

Fuente: Elaboración propia

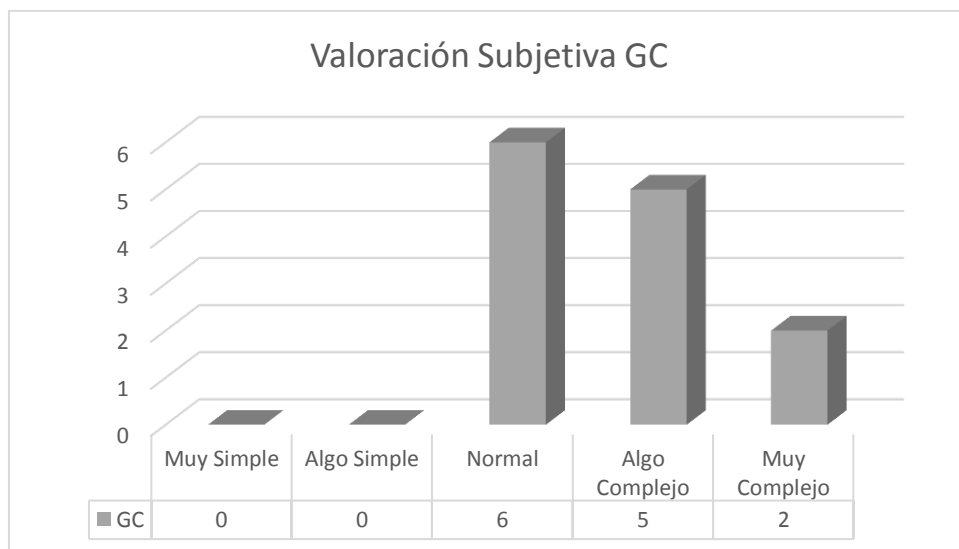


Figura 52: Valoración subjetiva GC - modificabilidad

Fuente: Elaboración propia

De las anteriores figuras se puede conocer que el diagrama GC para el cuestionario de Entendibilidad según los encuestados no presenta complejidad alguna para entenderlo, pero para la Modificabilidad 5 personas creen que es algo compleja las actividades que se pidieron realizar mientras que 8 personas piensan que no representaron ni complejidad ni facilidad en la realización.

- **Diagrama EPE**

Tabla 65: Valoración subjetiva EPE entendibilidad - modificabilidad

N°	Valoración Subjetiva	Entendibilidad	Modificabilidad
1	Muy Simple	1	0
2	Algo Simple	1	0
3	Normal	7	6
4	Algo Complejo	4	6
5	Muy Complejo	0	1
	Total	13	13

Fuente: Elaboración propia

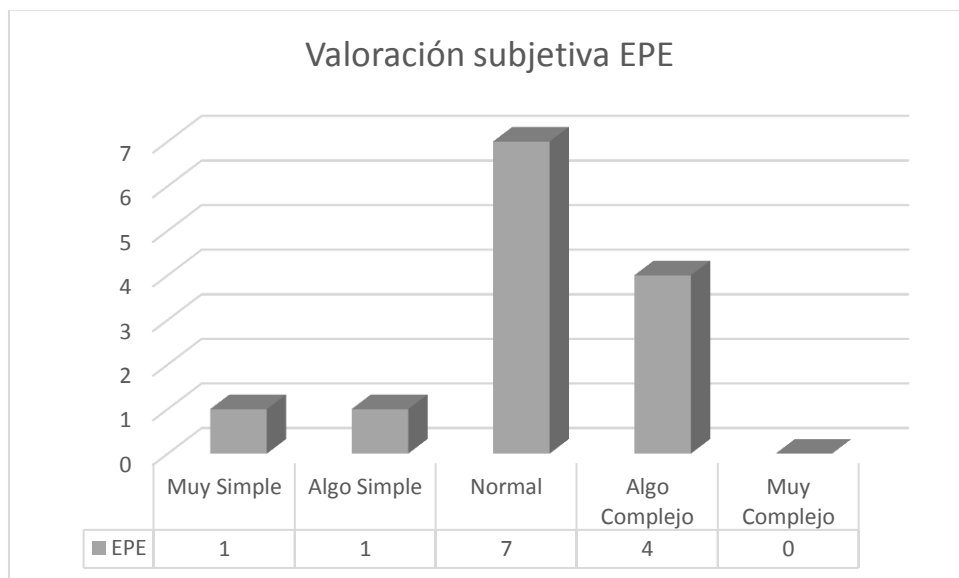


Figura 53: Valoración subjetiva EPE - entendibilidad

Fuente: Elaboración propia

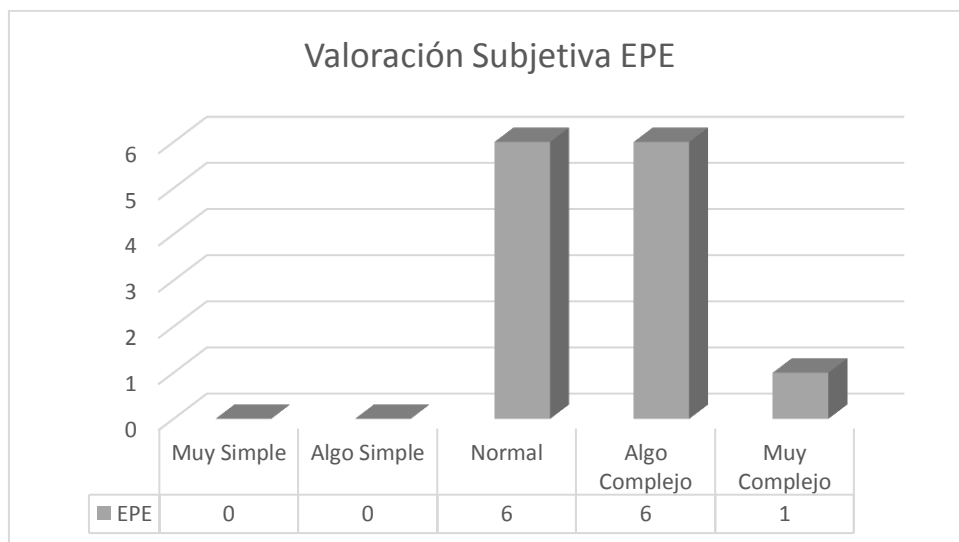


Figura 54: Valoración subjetiva EPE - modificabilidad

Fuente: Elaboración propia

De las anteriores figuras se puede conocer que el diagrama EPE para el cuestionario de Entendibilidad según la mayoría de los encuestados no presenta complejidad alguna para entenderlo (7) pero 4 personas mencionaron que el diagrama era algo complejo, en la Modificabilidad 6 personas creen que es algo compleja las actividades que se pidieron realizar, 6 personas piensan que no representaron ni complejidad ni facilidad en la realización y solo una persona piensa que es muy compleja las tareas realizadas con el diagrama.

- **Diagrama CD**

Tabla 66: Valoración subjetiva CD entendibilidad - modificabilidad

N°	Valoración Subjetiva	Entendibilidad	Modificabilidad
1	Muy Simple	0	0
2	Algo Simple	2	0
3	Normal	8	7
4	Algo Complejo	3	3
5	Muy Complejo	0	3
	Total	13	13

Fuente: Elaboración propia

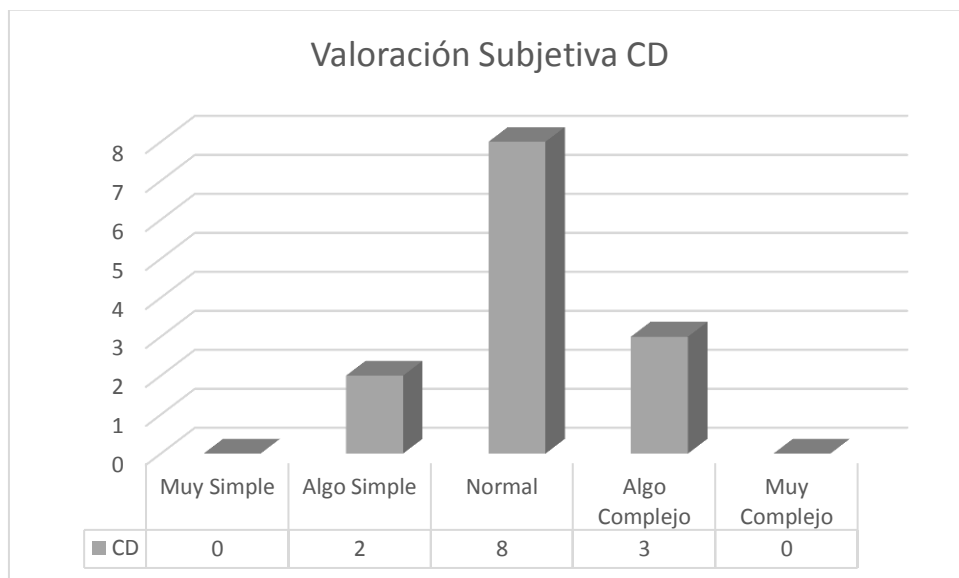


Figura 55: Valoración subjetiva CD - entendibilidad

Fuente: Elaboración propia

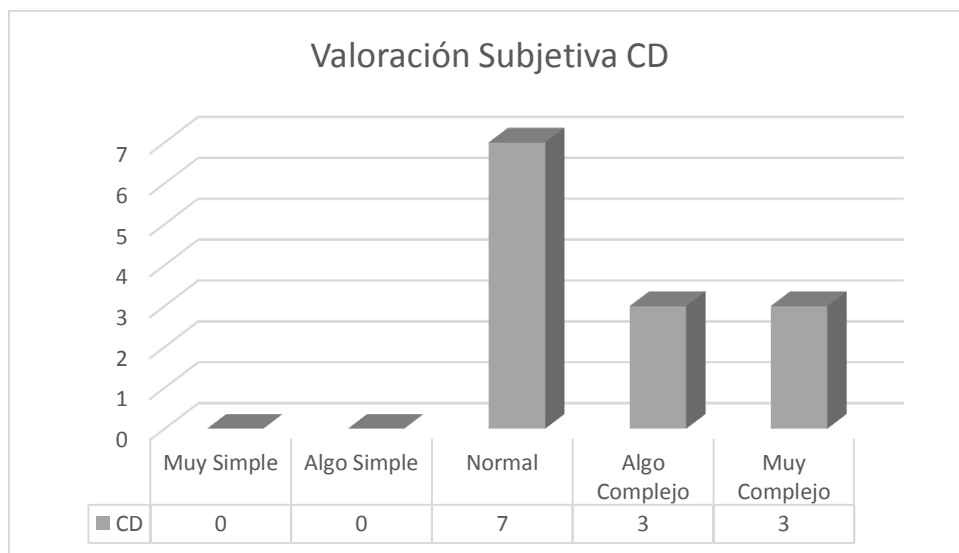


Figura 56: Valoración subjetiva CD - modificabilidad

Fuente: Elaboración propia

De las anteriores figuras se puede conocer que el diagrama CD para el cuestionario de Entendibilidad según la mayoría de los encuestados no presenta complejidad alguna para entenderlo (8) pero 3 personas mencionaron que el diagrama es algo complejo, en la Modificabilidad 3 personas creen que es algo compleja las actividades que se pidieron realizar, 7 personas piensan que no representaron ni complejidad ni facilidad en la realización y 3 persona piensa que es muy compleja las tareas realizadas con el diagrama.

- **Diagrama IC**

Tabla 67: Valoración subjetiva IC entendibilidad - modificabilidad

N°	Valoración Subjetiva	Entendibilidad	Modificabilidad
1	Muy Simple	0	0
2	Algo Simple	1	0
3	Normal	11	7
4	Algo Complejo	1	4
5	Muy Complejo	0	2
	Total	13	13

Fuente: Elaboración propia

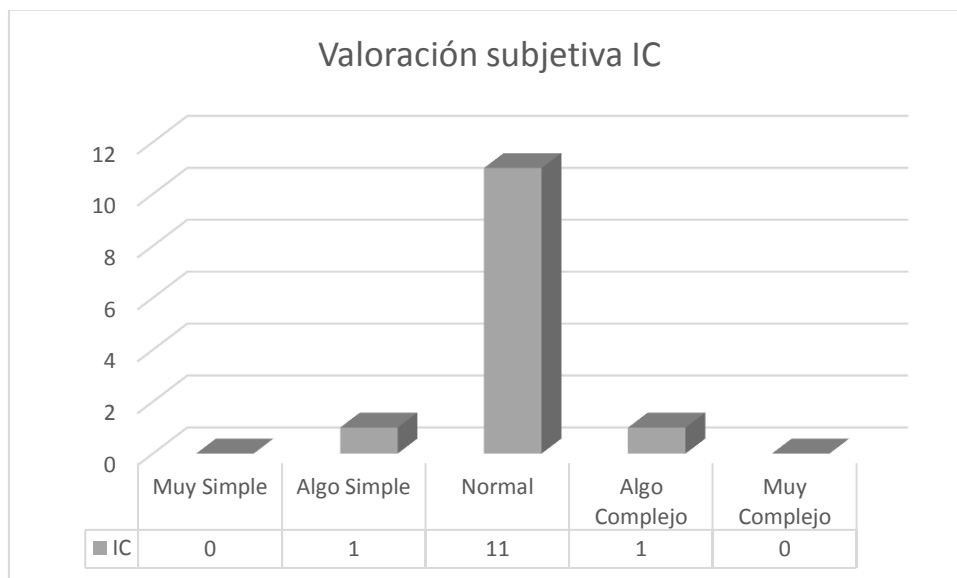


Figura 57: Valoración subjetiva IC - entendibilidad

Fuente: Elaboración propia

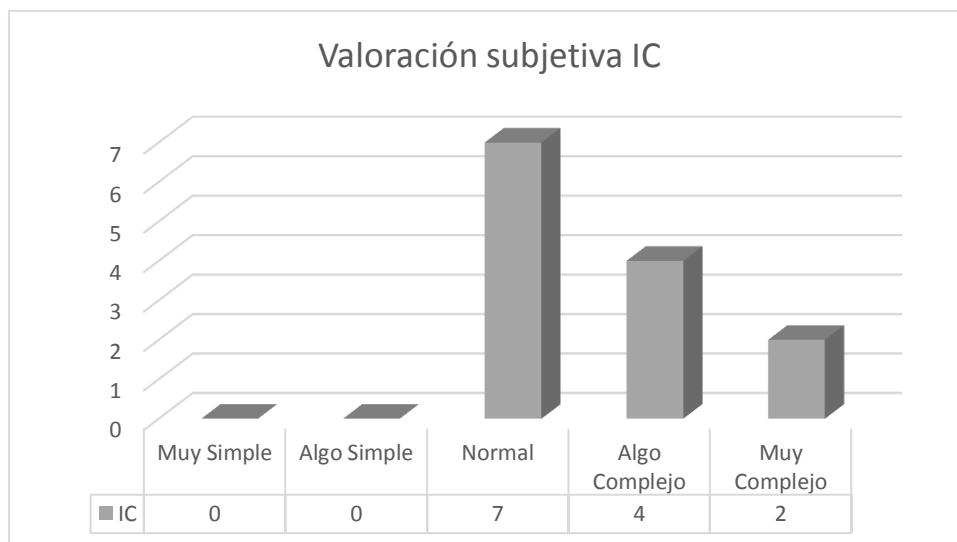


Figura 58: Valoración subjetiva IC - modificabilidad

Fuente: Elaboración propia

De las anteriores figuras se puede conocer que el diagrama IC para el cuestionario de Entendibilidad según la mayoría de los encuestados no presenta complejidad alguna para entenderlo (11) pero 1 persona menciona que el diagrama es algo complejo, en la Modificabilidad 4 personas creen que es algo compleja las actividades que se pidieron realizar, 7 personas piensan que no representaron ni complejidad ni facilidad en la realización y 2 persona piensa que es muy compleja las tareas realizadas con el diagrama.

- **Diagrama PC**

Tabla 68: Valoración subjetiva PC entendibilidad - modificabilidad

N°	Valoración Subjetiva	Entendibilidad	Modificabilidad
1	Muy Simple	1	0
2	Algo Simple	2	0
3	Normal	8	8
4	Algo Complejo	2	4
5	Muy Complejo	0	1
	Total	13	13

Fuente: Elaboración propia

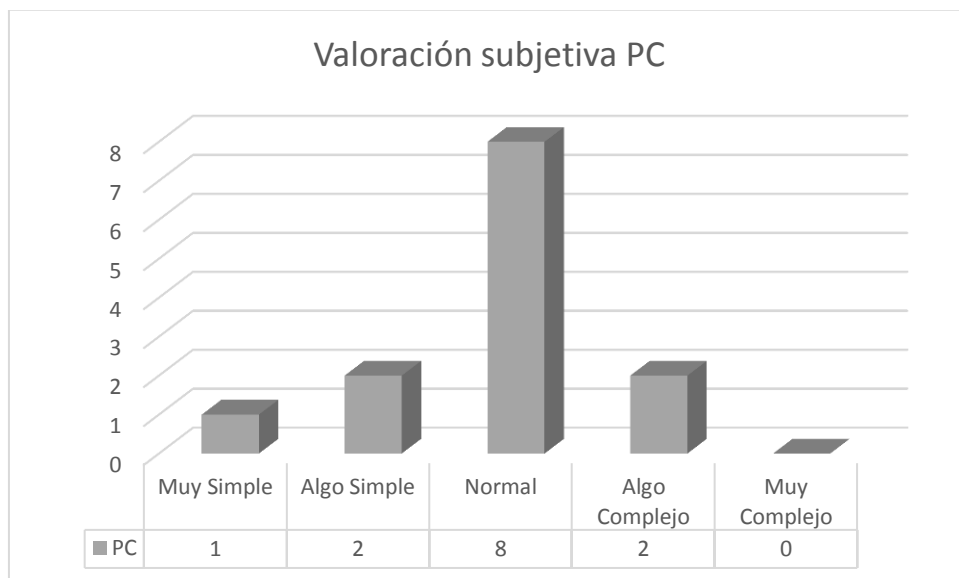


Figura 59: Valoración subjetiva PC - entendibilidad

Fuente: Elaboración propia

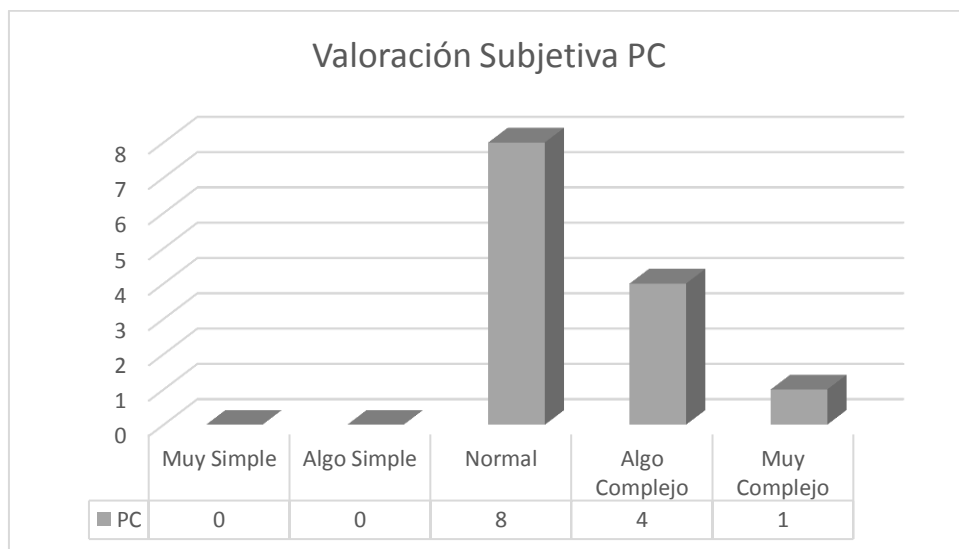


Figura 60: Valoración subjetiva PC - modificabilidad

Fuente: Elaboración propia

De las anteriores figuras se puede conocer que el diagrama IC para el cuestionario de Entendibilidad según la mayoría de los encuestados no presenta complejidad alguna para entenderlo (8) pero 2 personas mencionaron que el diagrama es algo complejo, en la Modificabilidad 4 personas creen que es algo compleja las actividades que se pidieron realizar, 8 personas piensan que no representaron ni complejidad ni facilidad en la realización y 1 persona piensa que es muy compleja las tareas realizadas con el diagrama.

4.3 Validación de las hipótesis

Para la validación de las sub hipótesis e hipótesis se utilizara la prueba de hipótesis con una distribución “t”, utilizando la siguiente función pivotal:

$$F.P. = \frac{\bar{X} - \mu}{S / \sqrt{n}}$$

Fórmula 7: Función pivotal

Fuente: Probabilidad e inferencia estadística – Rufino Moya

Donde:

\bar{X} : Es la media de los datos de la muestra.

μ : Es la media de los datos calculados.

S: Es la desviación estándar de los datos de la muestra.

n: Es la cantidad de población o muestra empleada

4.3.1 Entendibilidad

Para la entendibilidad se debe tener presente que de los 13 encuestados se utilizaron las mismas preguntas para todos teniendo en la siguiente tabla el resumen promedio de la eficiencia empleada por cada encuestado.

Tabla 69: Eficiencia de entendibilidad por diagrama

D/U	1	2	3	4	5	6	Media Ef
1	0.0833	0.1111	0.1250	0.0667	0.0857	0.0714	0.0905
2	0.0889	0.1000	0.1250	0.0750	0.1000	0.0889	0.0963
3	0.0800	0.0333	0.1000	0.0429	0.1333	0.0714	0.0768
4	0.1000	0.1143	0.1111	0.1333	0.1333	0.1667	0.1265
5	0.0714	0.0889	0.1667	0.1667	0.1000	0.1250	0.1198
6	0.0556	0.0714	0.1667	0.0625	0.0857	0.1667	0.1014
7	0.0500	0.0800	0.0429	0.0556	0.0500	0.0714	0.0583
8	0.0800	0.0889	0.0909	0.1000	0.1000	0.0909	0.0918
9	0.0889	0.0667	0.1000	0.0556	0.0462	0.0444	0.0670
10	0.1000	0.0727	0.0833	0.0750	0.0462	0.0769	0.0757
11	0.0667	0.0500	0.0769	0.1333	0.1000	0.1020	0.0882
12	0.0667	0.0429	0.1250	0.0800	0.1250	0.1000	0.0899
13	0.0909	0.1250	0.1000	0.0667	0.0750	0.0833	0.0902

Fuente: Elaboración propia

Una vez determinado el promedio o media de cada encuestado se procede a determinar la varianza y la desviación estándar de los resultados obtenidos:

Tabla 70: Determinación de medidas de centralización y dispersión

Entendibilidad	
E/E	Eficiencia
1	0.0905
2	0.0963
3	0.0768
4	0.1265
5	0.1198
6	0.1014
7	0.0583
8	0.0918
9	0.0670
10	0.0757
11	0.0882
12	0.0899
13	0.0902
Media	0.0902
Var.	0.0004
Des. Est.	0.0189

Fuente: Elaboración propia

Establecidas las medidas que se emplearan en el cálculo se procede a la formulación de la hipótesis descriptiva:

H: La entendibilidad en el modelamiento de los procesos del negocio que se aplica en el Centro Preuniversitario de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann de Tacna es deficiente.

Con un nivel de significancia de $\alpha=0,05$ y con una muestra de tamaño $n=13$ que representa la cantidad del personal del centro preuniversitario, para el cálculo de la función pivotal se necesita el valor medio calculado a través de las medidas base y derivadas con respecto a la eficiencia, lo cual se detalla en la siguiente tabla:

Tabla 71: Determinación del promedio de entendibilidad calculado

Diagrama	Entendibilidad
1	0.0369
2	0.0565
3	0.0125
4	0.0496
5	0.0493
6	0.0186
Media	0.0372

Fuente: Elaboración propia

Una vez obtenido todos los datos se procede al desarrollo de la función pivotal:

$$\bar{X}: 0.0902$$

$$\mu: 0.0372.$$

$$S: 0.0189$$

$$n: 13$$

$$F.P. = \frac{0.0902 - 0.0372}{\frac{0.0189}{\sqrt{13}}} = 10.0793$$

Fórmula 8: Calculo de la función pivotal - entendibilidad

Fuente: Elaboración propia

Para contrastarlo, se utiliza la tabla “t” al 95% con 12 grados de libertad, donde se tiene un valor de 2.179, denotando las regiones de aceptación y rechazo para nuestro caso:

$$R.A. = -2.179 < t < 2.179$$

$$R.R. = 2.179 \leq t \leq -2.179$$

Fórmula 9: Regiones de aceptación y rechazo

Fuente: Elaboración propia

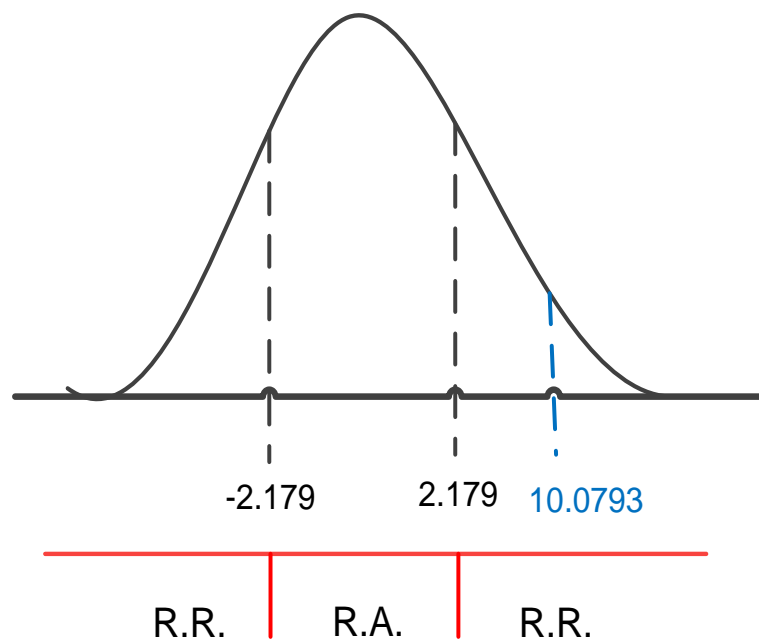


Figura 61: Visualización grafica de la función pivotal

Fuente: Elaboración propia

Por lo cual se determina que como el cálculo de la función pivotal se encuentra en la región de rechazo, se rechaza H_0 , por lo tanto la

entendibilidad en el modelamiento de los procesos del negocio que se aplica en el centro preuniversitario de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann de Tacna es eficiente, con un 95% de significancia.

4.3.2 Modificabilidad

Para la Modificabilidad al igual que en la entendibilidad se utilizaron las mismas preguntas para todos teniendo en la siguiente tabla el resumen promedio de la eficiencia empleada por cada encuestado en la resolución del cuestionario.

Tabla 72: Eficiencia de modificabilidad por diagrama

D/U	1	2	3	4	5	6	Media Ef
1	0.0125	0.0278	0.0125	0.0278	0.0278	0.0158	0.0207
2	0.0188	0.0143	0.0167	0.0353	0.0273	0.0182	0.0217
3	0.0200	0.0333	0.0136	0.0375	0.0205	0.0095	0.0224
4	0.0080	0.0211	0.0174	0.0357	0.0600	0.0125	0.0258
5	0.0286	0.0300	0.0205	0.0400	0.0238	0.0130	0.0260
6	0.0188	0.0375	0.0182	0.0313	0.0333	0.0143	0.0256
7	0.0176	0.0333	0.0278	0.0222	0.0308	0.0263	0.0263
8	0.0105	0.0154	0.0200	0.0400	0.0217	0.0111	0.0198
9	0.0083	0.0208	0.0136	0.0313	0.0121	0.0107	0.0161
10	0.0086	0.0300	0.0200	0.0429	0.0200	0.0208	0.0237
11	0.0417	0.0750	0.0357	0.0625	0.0333	0.0375	0.0476
12	0.0278	0.0500	0.0357	0.0500	0.0313	0.0222	0.0362
13	0.0250	0.0500	0.0286	0.0429	0.0313	0.0278	0.0342

Fuente: Elaboración propia

Una vez determinado el promedio o media de cada encuestado se procede a determinar la varianza y la desviación estándar de los resultados obtenidos:

Tabla 73: Determinación de medidas de centralización y dispersión

Modificabilidad	
E/E	Eficiencia
1	0.0207
2	0.0217
3	0.0224
4	0.0258
5	0.0260
6	0.0256
7	0.0263
8	0.0198
9	0.0161
10	0.0237
11	0.0476
12	0.0362
13	0.0342
Media	0.0266
Var.	0.0001
Des. Est.	0.0083

Fuente: Elaboración propia

Establecidas las medidas que se emplearan en el cálculo se procede a la formulación de la hipótesis:

H: La modificabilidad en el modelamiento de los procesos del negocio que se aplica en el Centro Preuniversitario de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann de Tacna es deficiente.

Con un nivel de significancia de $\alpha=0,05$ y con una muestra de tamaño $n=13$ que representa la cantidad del personal del centro preuniversitario, para el cálculo de la función pivotal se necesita el valor medio calculado a través de las medidas base y derivadas con respecto a la eficiencia, lo cual se detalla en la siguiente tabla:

Tabla 74: Determinación del promedio de entendibilidad calculado

Diagrama	Modificabilidad
1	0.0141
2	0.0340
3	0.0223
4	0.0577
5	0.0692
6	0.0166
Media	0.0356

Fuente: Elaboración propia

Una vez obtenido todos los datos se procede al desarrollo de la función pivotal:

$$\bar{X}: 0.0266$$

$$\mu: 0.0356$$

$$S: 0.0083$$

$$n: 13$$

$$F.P. = \frac{0.0266 - 0.0356}{\frac{0.0083}{\sqrt{13}}} = -3.8925$$

Fórmula 10: Calculo de la función pivotal - modificabilidad

Fuente: Elaboración propia

Para contrastarlo, se utiliza la tabla “t” al 95% con 12 grados de libertad, donde se tiene un valor de 2.179, denotando las regiones de aceptación y rechazo para nuestro caso:

$$R.A. = -2.179 < t < 2.179$$

$$R.R. = 2.179 \leq t \leq -2.179$$

Fórmula 11: Regiones de aceptación y rechazo

Fuente: Elaboración propia

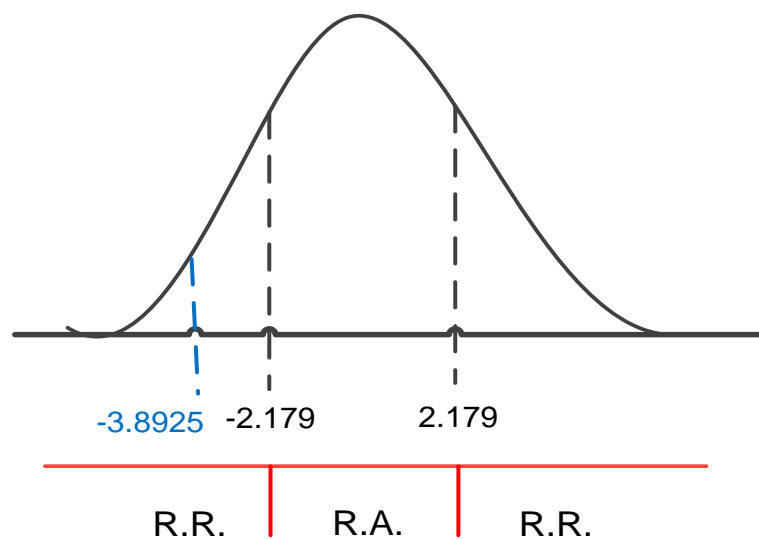


Figura 62: Visualización grafica de la función pivotal

Fuente: Elaboración propia

Por lo cual se determina que como el cálculo de la función pivotal se encuentra en la región de rechazo, se rechaza H_0 , por lo tanto la

modificabilidad en el modelamiento de los procesos del negocio que se aplica en el centro preuniversitario de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann de Tacna es eficiente, con un 95% de significancia.

4.3.3 Calidad

Para la determinación de la Calidad, se siguieron los mismos pasos establecidos anteriormente, pero en esta ocasión se determinara la eficiencia de los diagramas del promedio de los valores establecidos en la Entendibilidad y Modificabilidad.

Tabla 75: Eficiencia en entendibilidad y modificabilidad

Eficiencia			
U/E	Entendibilidad	Modificabilidad	Media
1	0.0905	0.0207	0.0556
2	0.0963	0.0217	0.0590
3	0.0768	0.0224	0.0496
4	0.1265	0.0258	0.0761
5	0.1198	0.0260	0.0729
6	0.1014	0.0256	0.0635
7	0.0583	0.0263	0.0423
8	0.0918	0.0198	0.0558
9	0.0670	0.0161	0.0415
10	0.0757	0.0237	0.0497
11	0.0882	0.0476	0.0679
12	0.0899	0.0362	0.0630
13	0.0902	0.0342	0.0622
Media	0.0902	0.0266	0.0584

Fuente: Elaboración propia

Una vez determinada la gran media se procede al cálculo de las medidas de dispersión que se emplearan en la función pivotal.

Tabla 76: Medidas de dispersión

E/E	Eficiencia
1	0.0556
2	0.0590
3	0.0496
4	0.0761
5	0.0729
6	0.0635
7	0.0423
8	0.0558
9	0.0415
10	0.0497
11	0.0679
12	0.0630
13	0.0622
Media	0.0584
Var.	0.0001
Des. Est.	0.0107

Fuente: Elaboración propia

Establecidas las medidas que se emplearan en el cálculo se procede a la formulación de la hipótesis:

H: La calidad en el modelamiento de los procesos del negocio del Centro Preuniversitario de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann de Tacna es deficiente.

Con un nivel de significancia de $\alpha=0,05$ y con una muestra de tamaño $n=13$ que representa la cantidad del personal del centro

preuniversitario, para el cálculo de la función pivotal se necesita el valor medio calculado a través de las medidas base y derivadas con respecto a la eficiencia de la Entendibilidad y Modificabilidad, lo cual se detalla en la siguiente tabla:

Tabla 77: Determinación de las medidas de entendibilidad y modificabilidad calculada

Diagrama	Entendibilidad	Modificabilidad	Eficiencia
1	0.0369	0.0141	0.0255
2	0.0565	0.0340	0.0452
3	0.0125	0.0223	0.0174
4	0.0496	0.0577	0.0536
5	0.0493	0.0692	0.0592
6	0.0186	0.0166	0.0176
Media	0.0372	0.0356	0.0364

Fuente: Elaboración propia

Una vez obtenido todos los datos se procede al desarrollo de la función pivotal:

$$\bar{X}: 0.0584$$

$$\mu: 0.0364$$

$$S: 0.0107$$

$$n: 13$$

$$F.P. = \frac{0.0584 - 0.0364}{\frac{0.0107}{\sqrt{13}}} = 7.3749$$

Fórmula 12: Calculo de la función pivotal

Fuente: Elaboración propia

Para contrastarlo, se utiliza la tabla “t” al 95% con 12 grados de libertad, donde se tiene un valor de 2.179, denotando las regiones de aceptación y rechazo para nuestro caso:

$$R.A. = -2.179 < t < 2.179$$
$$R.R. = 2.179 \leq t \leq -2.179$$

Fórmula 13: Regiones de aceptación y rechazo

Fuente: Elaboración propia

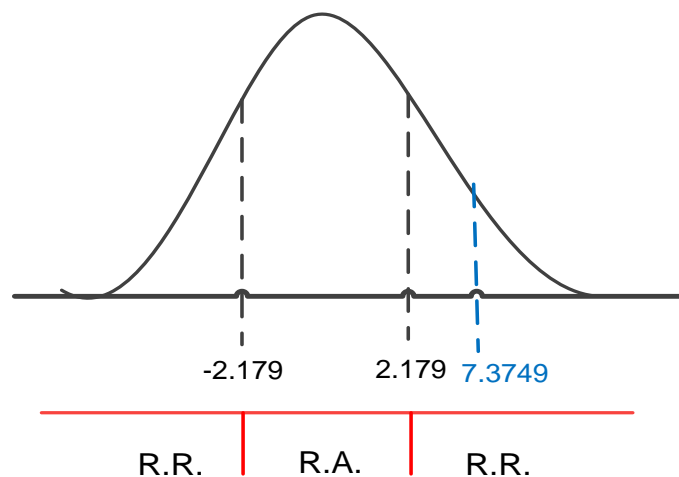


Figura 63: Visualización grafica de la función pivotal

Fuente: Elaboración propia

Por lo cual se determina que como el cálculo de la función pivotal se encuentra en la región de rechazo, se rechaza el supuesto en la Hipótesis, por lo tanto la calidad en el modelamiento de los procesos del negocio del centro preuniversitario de la Universidad Nacional

Jorge Basadre Grohmann de Tacna no es deficiente, con un 95% de significancia.

CAPÍTULO V

DISCUSIONES

- Al emplear las fórmulas establecidas por la Doctora Elvira Rolón Aguilar; en su tesis denominada “Medidas para Asegurar la Calidad de los Modelos de Procesos de Negocio”, que en su conclusión general hace referencia a “es factible, mediante la medición de la complejidad estructural de los modelos de procesos de negocio, obtener información útil a la hora de llevar a cabo su mejora”, por consiguiente se pudo obtener una línea base en la cual se fundamenta el uso de los indicadores empleados, utilizando medidas bases y derivadas del estándar “Business Process Model and Notation” (BPMN) para el cálculo de las subcaracterísticas de Usabilidad (Entendibilidad) y Mantenibilidad (Modificabilidad) establecidas por la “International Organization for Standardization” (ISO), en su apartado ISO/IEC 9126.
- La obtención de datos mediante las técnicas de recopilación de información que fue empleado para contrastar los valores obtenidos mediante el cálculo establecido por cada fórmula utilizada de la Doctora Elvira Rolón Aguilar, nos dan la facilidad de demostrar “lo que

es”, situación evaluada por el tesista, frente a “lo que debería ser”, situación calculada por expertos, demostrando variaciones en los datos encontrados, lo cual podría deberse a que la complejidad establecida en cada diagrama no es alta e influye a la hora de la evaluación por parte de los encuestados en los cuestionarios de Entendibilidad y la casi aproximación a los valores calculados se debe a la previa explicación del estándar utilizado, el cual debe ser de conocimiento de todos los encuestados para desarrollar el cuestionario de Modificabilidad.

- De acuerdo con Lindland, Sindre y Solvnerg, 1994 en la cual detalla que "la calidad de un producto final depende en gran medida de la precisión en la especificación de requisitos y está más centrada en la mejora de las fases tempranas de desarrollo", con su marco propuesto de calidad, haciendo énfasis en la calidad pragmática para la Entendibilidad, la calidad sintáctica a través del estándar BPMN y la calidad semántica mediante la Modificabilidad; se logra el desarrollo del presente trabajo de investigación, enfocándose en aspectos principales de calidad.

CONCLUSIONES

PRIMERA

La Entendibilidad en los diagramas modelados de los procesos del negocio, mediante estadística descriptiva y comprobada con estadística inferencial es eficiente. Tal como se observa en las tablas, figuras y demostrado bajo la prueba de hipótesis con un 95% de significancia; al realizar el análisis de la Entendibilidad con respecto a las formulas empleadas por la Doctora Elvira Rolón Aguilar, en su tesis “Medidas para Asegurar la Calidad de los modelos de Proceso de Negocio” y contrastarlo con respecto a los datos obtenidos denotamos que para todos los diagramas según la tabla N°64 el tiempo empleado es inferior, la cantidad de aciertos es superior con respecto a los cálculos obtenidos de las formulas, estos dos indicadores nos muestran que la eficiencia empleada para cada diagrama es superior a la esperada.

SEGUNDA

Se concluye que la Modificabilidad en los diagramas modelados de los procesos del negocio, mediante estadística descriptiva y comprobada con estadística inferencial es eficiente. Tal como se observa en las tablas, figuras y demostrada bajo la prueba de hipótesis con un 95% de significancia, al realizar el análisis de la Modificabilidad con respecto a las fórmulas empleadas por la

Doctora Elvira Rolón Aguilar, en su tesis “Medidas para Asegurar la Calidad de los modelos de Proceso de Negocio” y contrastarlo con respecto a los datos obtenidos denotamos que el tiempo empleado por el personal centro preuniversitario es menor al esperado, la cantidad de aciertos son superiores a las establecidas por las fórmulas; pero la eficiencia que está relacionada con la cantidad de aciertos sobre el tiempo empleado, para los diagramas (IA, GC, EPE y PC) es igual o mínimamente superior, los diagramas (CD y IC) su eficiencia es menor a lo esperado. Por lo cual de 6 diagramas 4 de ellos son normalmente modificables, para lo cual se procedió a realizar la prueba de hipótesis para verificar la eficiencia del modelado de los diagramas con respecto a la modificabilidad.

TERCERA

Se concluye que los diagramas elaborados contienen Calidad con respecto a la Entendibilidad y Modificabilidad evaluada al personal que labora en el centro preuniversitario. Terminando el análisis de los indicadores para evaluar la calidad del modelamiento se puede concluir que la Calidad con respecto a la Entendibilidad y Modificabilidad, las cuales son subcaracterísticas de la Usabilidad y Mantenibilidad, son eficientes.

RECOMENDACIONES

PRIMERA

Según los resultados obtenidos, se recomienda profundizar la línea de investigación, debido a que en el presente trabajo solo a contenido dos subcaracterísticas brindadas por la lista de características de calidad externa según la ISO/IEC 9126, ya que la calidad no solo se basa en dos subcaracterísticas.

SEGUNDA

Se recomienda la mejora continua de los diagramas de procesos de negocio, debido a que se busca estar actualizado, ser competitivo en el mercado, brindar un mejor servicio a futuros clientes y dar soporte tecnológico a cada proceso realizado.

TERCERA

Se recomienda el estudio del estándar BPMN para la mejora de la formación académica, debido a la similitud que presenta con los

procesos de software y la facilidad de cálculo a través de sus medidas en la evaluación de sus diagramas; y partiendo desde la premisa que los procesos son un activo fundamental en toda organización.

Para mejorar la intervención realizada a continuación se presenta una serie de sugerencias para futuros trabajos de investigación:

- Se sugiere, la realización y evaluación de nuevos indicadores con respecto a la calidad enmarcada en la ISO/IEC 9126; siempre basándose en la mejora continua del sistema de gestión de calidad a través de acciones correctivas y preventivas.
- Se sugiere, la utilización de los diagramas para realizar futuras comparaciones sobre los estándares más utilizados BPMN y UML; los diagramas BPMN pueden ser migrados a diagramas Casos de Uso, lo cual facilitaría la comprensión para los procesos de desarrollo de software en el análisis de requerimientos.
- Se sugiere, la elaboración de prototipos de software basados en diagramas BPMN o a través de su migración al estándar UML. Hoy en día se tiene una diversidad de lenguajes de programación, los frameworks que facilitan el trabajo y disminuyen el tiempo de programación.

Se sugiere, la evaluación de la calidad basada en diagramas BPMN a otras instituciones, empresas o centros de formación; como fue demostrado en la presente tesis, toda empresa, institución o centro de formación tienen procesos que están relacionados con la satisfacción del cliente, este trabajo solo es un alcance para futuras investigaciones.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1]. ALLWEYER, T. (2010). *BPM 2.0 Introduction to the Standard for Business Process Modeling*. Norderstedt: University of Applied Sciences.
- [2]. BIEMANS, F., LANKHORST, M., & TEEUW, W. (2001). Dealing with the complexity of business systems architecting. *Systems Engineering*, 118-133 1098-1241.
- [3]. BLOKDIJK, G. (2008). *Business Process Management BPM 100 Success Secret 100 most asked questions on BPM Implementation, Process, Software, Tools and Solutions*. Emereo Publishing.
- [4]. BONILLO, P. (2006). *Scielo*. Recuperado el 30 de Abril de 2014, de Scielo: www.scielo.org
- [5]. BRIOL, P. (2008). *BPMN the Business Process Modeling Notation*. Object Management Group.
- [6]. BROWNING, T. (2002). Process integration Using the Design Structure Matrix. *Systems Engineering, Inc.* 5(3), 180-193.
- [7]. CARRASCO, S. (2005). *Metodología de la Investigación Científica*. (P. Edción, Ed.) Peú: San Marcos.

- [8]. CERVANTES CANALES, J. (2005). *Representación y aprendizaje de conocimiento con redes de Petri difusas*. Mexico: Centro de Investigación y Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional.
- [9]. CHANG, J. (2006). *Business Process Management Systems*. New York: Auerbach.
- [10]. CLUB BPM. (2010). *El Libro del BPM*. Madrid: Centro de Encuentro BPM.
- [11]. Contraloría General de la República. (28 de Octubre de 2008). Guía para la implementación de Sistemas de Control Interno de las Entidades del Estado. *Resolución de Contraloría General N°458-2008-CG*. Lima, Lima, Perú: Contraloría General de la República.
- [12]. CURTIS, B., & OVER, J. (Septiembre de 1992). Process Modeling. *Communications of the ACM, Vol. 35* (No. 9), 75-90.
- [13]. DÍAZ PIRAQUIVE, F. N. (julio de 2008). *redalyc*. Recuperado el 30 de Abril de 2014, de redalyc: www.redalyc.org
- [14]. DUFRENSE, T., & MARTÍN, J. (2003). Process Modeling for E-Business.

- [15]. E. KENDALL, K., & E. KENDALL, J. (2005). *Análisis y Diseño de Sistemas* (6ta Edición ed.). México: Pearson Educación.
- [16]. FREUND, J., RÜCKER, B., & HITPASS, B. (2014). *BPMN 2.0 Manual de Referencia y Guía Práctica* (Vol. 4ta edición). Santiago de Chile: Edición Hispana.
- [17]. GARCÍA MANCILLA, H., & MATUS PARRA, J. (s.f.). *Estadística Descriptiva e Inferencial I*. Colegio de Bachilleres.
- [18]. GARCÍA, F., BERTOIA, M., CALERO, C., VALLECILLO, A., RUÍZ, F., PIATTINI, M., & GENERO, M. (2005). *Towards a Consistent Terminology for Software Measurement*. Information and Software Technology.
- [19]. GARIMELLA, K., LEES, M., & WILLIAMS, B. (2008). *Introduccion a BPM para Dummies*. Indiana: Wiley Publishing.
- [20]. GEORGAKOPOULOS, D., & TSALGATIDOU, A. (1998). Technology and Tolls for Comprehensive Business Process Lifecycle Management. *Workflow Management Systems and Interoperability*, 324-365.
- [21]. HABERL, S. (2003). *Business Process Description Languages*. Obtenido de Business Process Description Languages: <http://www.cis.unisa.edu.au/cissh/research/webflow/bpdl.html>

- [22]. HARMON, P. (2005). The Creation of Business Process Standards. (B. P. Trends, Ed.) *The Primary Source for Business process Information and News, Vol. 3.*
- [23]. HERNÁNDEZ SAMPIERI, R., FERNÁNDEZ COLLADO, C., & BAPTISTA LUCIO, M. D. (2010). *Metodología de la Investigación* (Vol. Quinta Edición). México: MCGRAW-HILL.
- [24]. HITPASS, B. (2012). *BPM Business Process Management Fundamentos y Conceptos de Implementación*. Santiago de Chile: BHH Ltda.
- [25]. HOLLINGSWORTH, D. (2004). The Workflow Reference Model 10 Years On. (F. S. Inc., Ed.) *Workflow Handbook 2004*, 295-312.
- [26]. International Organization for Standardization. (s.f.). ISO 9000:2000. *Sistemas de Gestión de la Calidad Fundamentos y Vocabulario*.
- [27]. ISO. (2001). *Software Product Evaluation - Quality Characteristics and Guidelines for their use*. ISO 9126.
- [28]. ISO/IEC . (2000). *cse.unsw.edu.au*. Obtenido de [cse.unsw.edu.au](http://www.cse.unsw.edu.au/~cs3710/PMmaterials/Resources/9126-1%20Standard.pdf): <http://www.cse.unsw.edu.au/~cs3710/PMmaterials/Resources/9126-1%20Standard.pdf>

- [29]. JIMÉNEZ, C., FARÍAS, L., & PINTO, F. (2003). Analisis de Modelos de Procesos de Negocios en relación a la dimensión Informática. *Revista Electrónica del DIICC*. Obtenido de <http://www.inf.udec.cl/revista/ediciones/edicion9/cjimenez.pdf>
- [30]. KUCIAPSKI, M. (2012). *Scielo*. Recuperado el 30 de Abril de 2014, de Scielo: www.scielo.org
- [31]. La Presidencia de la República. (9 de Enero de 2013). D.S. 004-2013-PCM. *Aprobación de la Política Nacional de Modernización de la Gestión Pública*. Lima, Lima, Perú: Presidencia del Consejo de Ministros.
- [32]. LINDLAND, O., SINDRE, G., & SOLVNERG, A. (1994). *Understanding Quality in Conceptual Modeling* (Vol. Vol. II(Issue 2)). Software IEEE.
- [33]. LONJON, A. (2004). *Business Process Modeling and Standarization*. Obtenido de MEGA Intenational: <http://www.mega.com>
- [34]. MULTAMÄKI, M. (2002). *Objective - driven planning of business process modeling*. Helsinki: Department of Industrial Engineering and Management, Helsinki University of Tecnology.
- [35]. OMG. (2006). *Business Process Modeling Notation (BPMN)*. Obtenido de OMG:

<http://www.bpmn.org/Documents/OMG%20Final%20Adopted%20BPMN%201-0%20Spec%2006-02-01.pdf>

- [36]. PALKOVITS, S., RÖSSLER, T., & WIMMER, M. (14-17 de April de 2004). Process Modelling - Burden or Relief? Living process Modelling within a Public Organisation. *Proceedings of the 6th International Conference on enterprise Information Systems (ICEIS'04)*, 94-102.
- [37]. RODRÍGUEZ, A., & CARO, A. (04 de Diciembre de 2012). *Aisti*. Recuperado el 30 de Abril de 2014, de Aisti: www.aisti.eu
- [38]. ROLÓN AGUILAR, E. (s.f.). *Medidas para Asegurar la Calidad de los Modelos de Procesos de Negocio*. (D. d. Información, Ed.) Madrid: Universidad de Castilla - La Mancha.
- [39]. ROLÓN, E., RUIZ, F., GARCÍA, F., & PIATTINI, M. (s.f.). *Uchile*. Recuperado el 13 de Mayo de 2014, de Uchile: www.uchile.cl
- [40]. RUS, I., SEAMAN, C., & LINDVALL, M. (2003). Process Diversity. *Journal of software Maintenance and Evolution: Research and Practice*, Vol. 15, 1-8.
- [41]. S. PRESSMAN, R. (2006). *Ingeniería del Software*. México: McGraw-Hill Companies, Inc.

- [42]. SMITH, H., NEAL, D., FERRARA, L., & HAYDEN, F. (2002). The Emergence of Business Process Management. *CSC's Research Services, Version 1.0*.
- [43]. VAN DER, A. (Junio de 2003). *Business Process Management: A Survey* (ISBN 3-540-40318-8 ed.). Eindhoven, The Netherlands.
- [44]. VANDERFEESTEN, I., CARDOSO, J., MENDLING, J., REIJERS, H., & VAN DER AALST, W. (2006). *Scielo*. Recuperado el 30 de Abril de 2014, de Scielo: www.scielo.org
- [45]. WEDEMEIJER, L., & DE BRUIN, E. (2004). Conceptual Process Models: Using Process Architecture in Practice. (I. C. Society, Ed.) *Proceedings of the 15th International Workshop on Database and Expert Systems Applications (DEXA'04)*.
- [46]. WFMC. (1999). *Terminology & Glossary*. Obtenido de Workflow Management Coalition: TC-1011 Issue 3.0: <http://www.wfmc.org>
- [47]. WHITE, S. (2004). *Process Modeling Notation and Workflow Patterns*. Obtenido de IBM Corporation: <http://www.bptrends.com>
- [48]. WHITE, S., & MIERS, D. (2009). *BPMN Guía de Referencia y Modelado*. Lighthouse Point: Future Strategies Inc.

ANEXOS

Anexo A: Matriz de consistencia

Anexo B: Ficha Taxonómica de la Investigación

Anexo C: Notación BPMN

Anexo C.1: Lista de Elementos Centrales del BPD

Anexo C.2: Lista Completa de Elementos del BPD

Anexo C.3: Tipos de Eventos Básicos y de Disparadores en BPMN

Anexo C.4: Descripción del uso de Entradas o Decisiones

Anexo D: Diagrama de Flujo a Diagramas BPMN

Anexo D.1: Diagrama de Flujo

Anexo D.2: Diagramas BPMN

Anexo E: Diagrama de Modelos de Procesos de Negocio Finales

Anexo F: Encuestas Realizadas

Anexo F.1: Cuestionarios Entendibilidad

Anexo F.2: Cuestionarios Modificabilidad

ANEXO A: Matriz de Consistencia


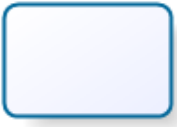





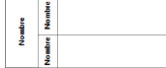


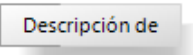
Título: Calidad en el Modelamiento de los Procesos del Negocio del Centro Preuniversitario de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann de Tacna 2014			
Problema General	Objetivo General	Hipótesis General	Variable
¿Cuál es la Calidad del Modelamiento de los Procesos del Negocio del Centro Pre-Universitario de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann de Tacna?	Evaluar la calidad del Modelamiento en los Procesos del Negocio del Centro Pre-Universitario de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann de Tacna.	Es probable que la Calidad del Modelamiento en los Procesos del Negocio del Centro Pre-Universitario de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann de Tacna sea deficiente.	Variable Única: Calidad del Modelamiento de los Procesos del Negocio. Indicadores: <ul style="list-style-type: none"> • Entendibilidad <ul style="list-style-type: none"> ○ Tiempo ○ Aciertos ○ Eficiencia ○ Valoración Subjetiva • Modificabilidad <ul style="list-style-type: none"> ○ Tiempo ○ Aciertos ○ Eficiencia ○ Valoración Subjetiva
Problemas Específicos	Objetivos Específicos	Hipótesis Secundarias	
<ul style="list-style-type: none"> • ¿Cuál es la Entendibilidad que se aplica en el modelamiento de los Procesos del Negocio del Centro Preuniversitario de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann de Tacna? • ¿Cuál es la Modificabilidad que se aplica en el modelamiento de los Procesos del Negocio del Centro Preuniversitario de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann de Tacna? 	<ul style="list-style-type: none"> • Analizar la Entendibilidad del modelamiento en el Centro Preuniversitario de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann de Tacna. • Analizar la Modificabilidad del modelamiento en el Centro Preuniversitario de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann de Tacna. 	<ul style="list-style-type: none"> • La Entendibilidad en el modelamiento de los Procesos del Negocio que se aplican en el Centro Preuniversitario de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann de Tacna es deficiente. • La Modificabilidad en el modelamiento de los Procesos del Negocio que se aplican en el Centro Preuniversitario de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann de Tacna es deficiente. 	
Método	Población	Técnicas - Instrumentos	
Se utilizara el método científico.	El tamaño de la Población es de 13 personas en el Centro Preuniversitario	Observación – Ficha de Observación Encuesta – Cuestionario - Entrevista	
Nivel	Muestra	Tratamiento Estadístico	
Nivel Descriptivo con una única Variable; Calidad del Modelamiento en los Procesos del Negocio.	Se trabajara con toda la población por ser una cantidad trabajable que no necesita muestra	Estadística Descriptiva, gráficos de resultados. Estadística Inferencial, prueba de hipótesis.	

ANEXO B: Ficha Taxonómica de la Investigación






























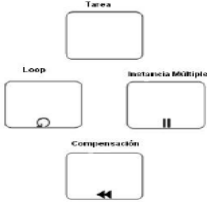
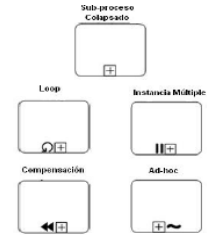
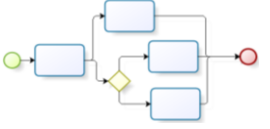






Abordaje	TIPO DE ESTUDIO					Diseño	Nivel
	1. Por la técnica de recolección	2. Por el tipo de dato que se planifica recoger	3. Por el número de mediciones de la variable	4. Por el número de muestras o poblaciones	5. Por el ámbito de recolección		
Cuantitativa	Observacional	Prospectivo	Transversal	Descriptivo	De Campo	No Experimental	Descriptiva












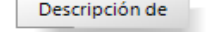
ANEXO C: Notación BPMN

Anexo C.1: Lista de Elementos Centrales del BPD

Elemento		Descripción	Notación
Objeto de Flujo	Evento	Es algo que sucede durante el curso de un proceso de negocio y afectan el flujo de los procesos y usualmente tienen una causa (disparador) o un impacto (resultado). Hay tres tipos de eventos en base a cuando afectan el flujo: de Inicio, Intermedio y Final	
	Actividad	Es un término genérico, el trabajo que realiza la empresa. Puede ser atómica o no-atómica. Los tipos de actividades que son una parte de un modelo de procesos son: Procesos, Sub-procesos y Tareas	
	Entrada (decisión)	Es usada para controlar la divergencia y convergencia de flujos de secuencia, por lo tanto determinará la ramificación, bifurcación o unión de las trayectorias	
Objetos de Conexión	Flujo de Secuencia	Es usado para mostrar el orden en que las actividades serán realizadas en un proceso.	
	Flujo de Mensaje	Es usado para mostrar el flujo de los mensajes entre dos participantes que están preparados para enviarlos y recibirlos.	
	Asociación	Es usada para asociar información (como texto y gráficos) con Objetos de Flujo.	
Swimlanes	Pool	Representa a un participante en un proceso y actúa como un carril y contenedor gráfico para dividir un conjunto de actividades de otros Pools.	
	Carriles	Es una sub-división dentro del pool y extiende la distancia entera del Pool, tanto horizontal como vertical. Son usados para organizar y categorizar actividades.	
Artefactos	Objetos de datos	Son considerados artefactos debido a que no tienen ningún efecto directo en el Flujo de secuencia o Flujo de mensaje del proceso, pero proporcionan información acerca de cuales actividades requieren ser realizadas y/o que es lo que producen	
	Grupos	La agrupación puede ser usada para propósitos de documentación o análisis. También pueden ser usados para identificar las actividades de una transacción distribuida que es mostrada a través de Pools.	
	Anotación de Texto	Son un mecanismo para que el modelador proporcione información adicional para el lector de un diagrama BPMN.	

Anexo C.2: Lista Completa de Elementos del BPD

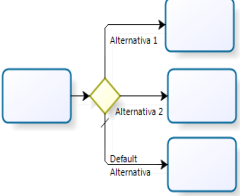
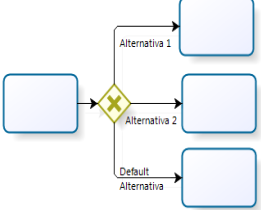
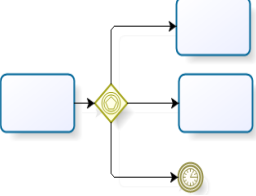
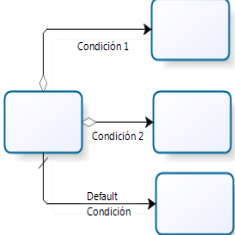
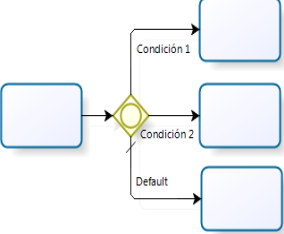
Elementos Básicos	Extensión	Descripción	Notación		
1.- Objetos de Flujo	a) Eventos	Evento Inicial, Intermedio y Final		  	
		Dimensiones	Existen diversos disparadores para los eventos de Inicio e Intermedios que definen la causa para el evento.	Mensaje	  
				Tiempo	  
				Error	  
				Cancelar	  
				Compensación	  
				Reglas	  
				Vínculos	  
				Final	  
				Múltiple	 
b) Actividades	Tareas	Es una actividad atómica que esta incluida dentro de un proceso, y es usada cuando el trabajo en el proceso no esta descompuesto en un nivel más fino			
	Sub-Procesos Colapsados	Un sub-proceso es una actividad compuesta (no atómica) que esta incluida dentro de un proceso			
	Sub-Procesos Expandidos	Un sub-proceso puede estar en una forma expandida que muestre los procesos detallados del conjunto de actividades en un nivel más bajo.			
c) Decisión	Tipos de nodos de Decisión	Son elementos de modelado usados para controlar cómo interactúan los flujos de secuencia mientras convergen y divergen dentro de un proceso	Basada en Datos	 	
			Basada en eventos		
			Decisión inclusiva o Combinación (OR)		
			Decisión compleja / Combinación		
			Bifurcación ó Unión paralela (AND)		

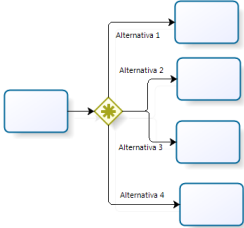
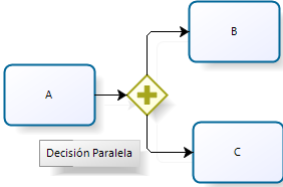
Elementos Básicos	Extensión	Descripción	Notación	
2. Objetos de Conexión	a) Flujos de Secuencia	Flujo normal	Se refiere al flujo que se origina de un evento de inicio y continúa a través de las actividades vía trayectorías alternativas y paralelas hasta su final en un evento final.	
		Flujo no controlado	Es el flujo que no está afectado por ninguna condición o que no pasa a través de una decisión.	
		Flujo condicional	Se usa cuando el flujo condicional es resultante de una actividad al ser evaluada en el tiempo de ejecución para determinar si el flujo será usado o no.	
		Flujo por defecto	Este será usado solo si todos los otros flujos condicionales resultantes no están en tiempo de ejecución real.	
		Flujo excepción	Ocurre fuera del flujo normal de los procesos y está basado sobre un evento intermedio que ocurre durante la realización de un proceso.	
	b) Flujo de Mensaje	Usado para mostrar los flujos de mensajes entre dos entidades que están preparadas para enviarlos y recibirlos.		
c) Asociación	Asociación de la compensación.- Ocurre fuera del Flujo Normal de los procesos y está basada sobre un evento que es disparado a través del fallo de una transacción o un evento compensado.			
3. Swimlanes	a) Pool	Representa a un participante en un proceso y actúa como un carril y contenedor gráfico para dividir un conjunto de actividades de otros Pools.		
	b) Carril	Es una sub-división dentro de un pool y extiende la distancia entera del Pool, tanto horizontal como vertical. Son usados para organizar y categorizar actividades.		
4. Artefactos	a) Objetos de Datos	Son considerados artefactos debido a que no tienen ningún efecto directo en el flujo de secuencia o Flujo de mensaje del proceso, pero proporcionan información acerca de cuáles actividades requieren ser realizadas y/o que es lo que producen.		
	b) Grupos	Es usada para propósitos de documentación o análisis. También pueden ser usados para identificar las actividades de una transacción distribuida que es mostrada a través de Pools.		
	c) Anotación	Es un mecanismo para que el modelador proporcione información adicional al lector de un diagrama BPMN.		

Anexo C.3: Tipos de Eventos Básicos y de Disparadores en BPMN

Evento de Inicio	Evento Intermedio	Evento Final	Descripción
 Evento Inicial	 Evento	 Evento Final	Notaciones para el inicio de un flujo de procesos, de lo que sucede durante el curso de un flujo de procesos y de la finalización del mismo.
 Mensaje Inicial	 Mensaje	 Mensaje Final	El mensaje de inicio llega de un participante y dispara el inicio del proceso, o lo continua en el caso de un evento intermedio. El mensaje final denota un mensaje generado al final de un proceso.
 Cronometrador inicial	 Cronometrador	Un cronometrador no puede ser un evento final	Un ciclo ó tiempo específico puede ser colocado para accionar el inicio de un procesos, o continuarlo en el caso de un evento intermedio.
 Regla de Inicio	 Regla	Una Regla no puede ser un evento final	Son disparadores cuando las condiciones para una regla llega a ser cierta.
 Vínculo de Inicio	 Vínculo	 Vínculo Final	Un vínculo es un mecanismo para conectar el evento final de un flujo de procesos al evento de inicio de otro flujo de procesos.
 E. Múltiple de inicio	 Múltiple	 Múltiple Final	Para un evento de inicio múltiple, hay múltiples maneras de accionar el proceso o continuarlo en ese caso de un evento intermedio. Los atributos del evento definen cuál de los otros tipos de disparadores aplicar. Para un final múltiple, hay múltiples consecuencias de finalizar el proceso, todos los cuales ocurrirán.
Una Excepción no puede ser un Evento de Inicio	 Excepción	 Excepción Final	Un evento de excepción final informa al motor del proceso que un error nombrado debe ser generado. Este evento será tomado por un evento de excepción intermedia.
Un evento de Compensación no puede ser un Evento de Inicio	 Compensación	 Compensación Final	Un evento de compensación final informa al motor del proceso que una compensación es necesaria. Este identificador de compensación es usado por un evento intermedio cuando el proceso está retrocediendo.
Un evento de Cancelación no puede ser un Evento de Inicio	 Cancelación	 Cancelación Final	Este tipo de cancelación final son usados dentro de un sub-proceso de la transacción, que indica que la transacción debería ser cancelada y accionar un evento de cancelación intermedia agregando al límite del sub-proceso.
Un Evento Final no puede ser un Evento de Inicio	Un Evento Final no puede ser un Evento Intermedio	 Evento Final	Indica que todas las actividades en el proceso deberían ser Finalizadas inmediatamente.

Anexo C.4: Descripción del uso de Entradas o Decisiones

Estereotipo de la Entrada	Descripción
<p data-bbox="357 450 619 479">Decisión Exclusiva (XOR)</p> <p data-bbox="331 488 644 517">Decisión XOR Basada en Datos</p>   <p data-bbox="347 992 628 1021">Decisión Basada en Eventos</p> 	<p data-bbox="715 539 1321 678">Este tipo de decisión exclusiva basada en datos es el tipo de entrada más comúnmente usado. Está basado en expresiones booleanas y usa los valores de los datos de procesos para determinar cual trayectoria debería ser tomada, pudiendo ir en sólo una de ellas</p> <p data-bbox="724 813 1311 913">Esta notación puede usar un indicador interno con forma de "X" colocado dentro del diamante de Entrada, sólo para distinguirlo de otras entradas, sin embargo no es requerido.</p> <p data-bbox="715 1032 1321 1200">Esta decisión representa un punto de bifurcación en el proceso donde las alternativas están basadas en eventos que ocurren en ese punto en el flujo del proceso. Un evento específico, usualmente la recepción de un mensaje determina cual de las trayectorias será tomada.</p>
<p data-bbox="376 1245 603 1274">Decisión OR Inclusiva</p>  	<p data-bbox="715 1261 1321 1507">Este tipo de decisión representa un punto de bifurcación donde las alternativas están basadas en expresiones condicionales dentro del flujo de secuencia resultante, pero en este caso la evaluación verdadera de una expresión de condición no excluye la evaluación de otras expresiones de condición, por lo que al ser cada trayectoria independiente, todas las combinaciones de las trayectorias pueden ser tomadas o al menos una de ellas</p> <p data-bbox="715 1597 1321 1738">Hay dos métodos para modelar situaciones de decisiones inclusivas, La primera es usando una colección de flujos de secuencia condicional, marcados con mini-diamantes en el inicio de la línea, y la segunda es usando una Decisión OR</p>

Estereotipo de la Entrada	Descripción
<p data-bbox="336 338 564 367">Decisiones Complejas</p> 	<p data-bbox="676 434 1284 551">Con las decisiones Complejas se toman situaciones que no son fácilmente tomadas a través de otros tipos de Decisiones. También pueden ser usadas para combinar un conjunto de decisiones simples vinculadas dentro de una situación simple más compacta.</p>
<p data-bbox="320 647 579 676">Decisiones Paralelas (AND)</p> 	<p data-bbox="676 698 1284 846">Las Decisiones Paralelas proporcionan un mecanismo para sincronizar y para crear flujos paralelos, pueden ser usados para clarificar el comportamiento de situaciones complejas donde una secuencia o decisión son usadas y el flujo paralelo es requerido.</p>

ANEXO D: Diagrama de Flujo a Diagrama BPMN

Anexo D.1: Diagramas de Flujo

Diagrama Inscripción de Alumnos

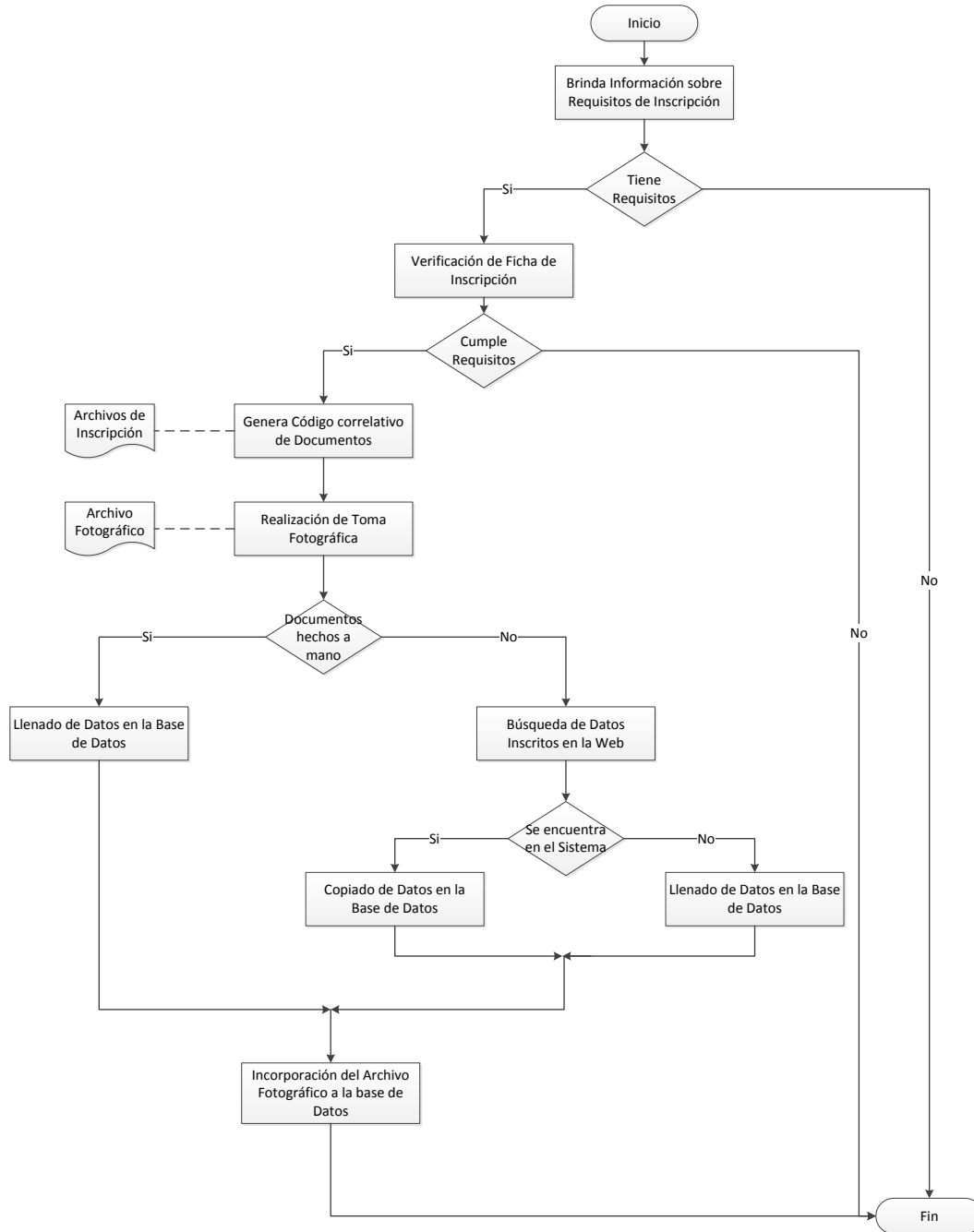


Diagrama Generación de Carnet

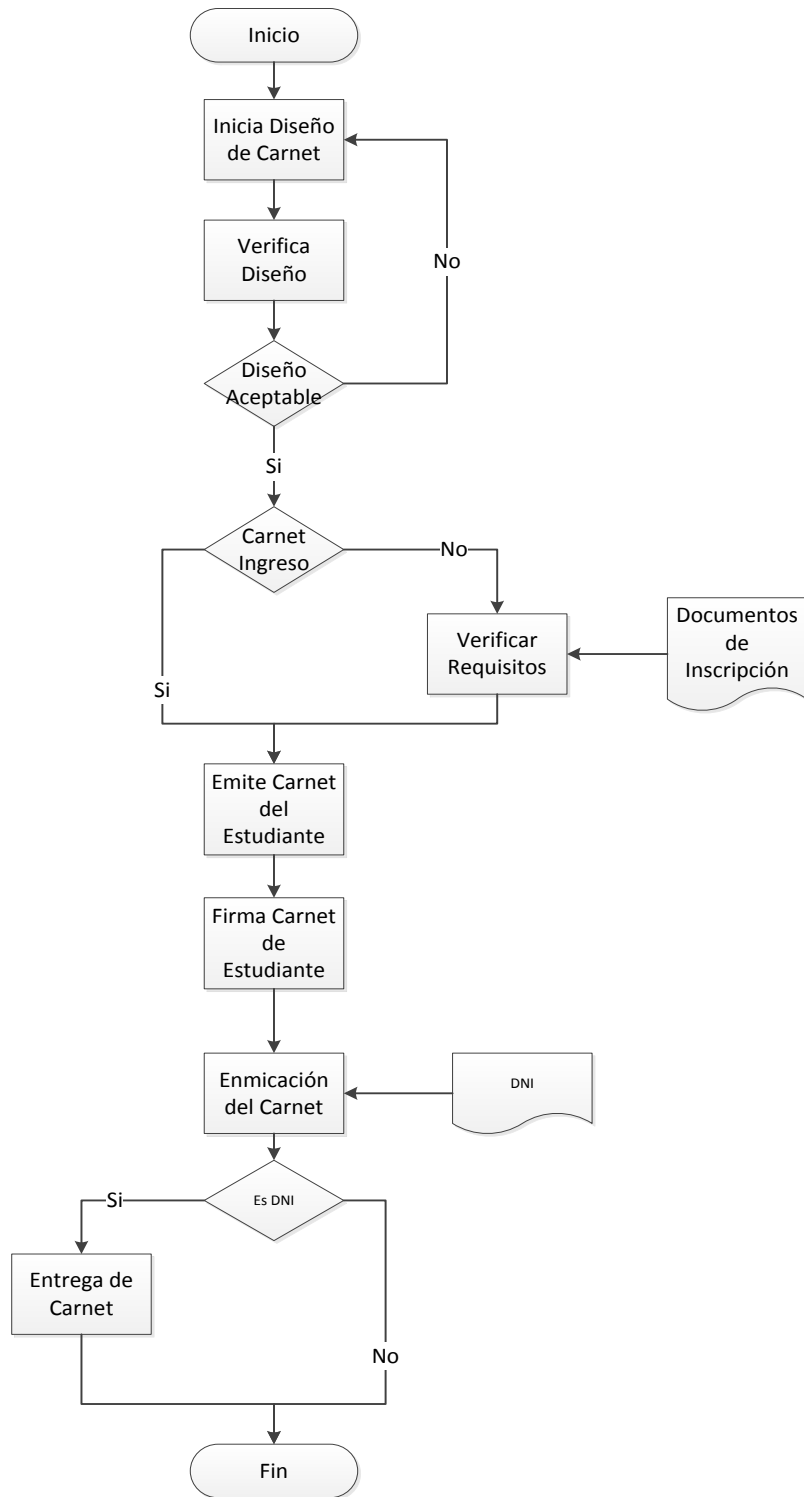


Diagrama Elección Personal Examen

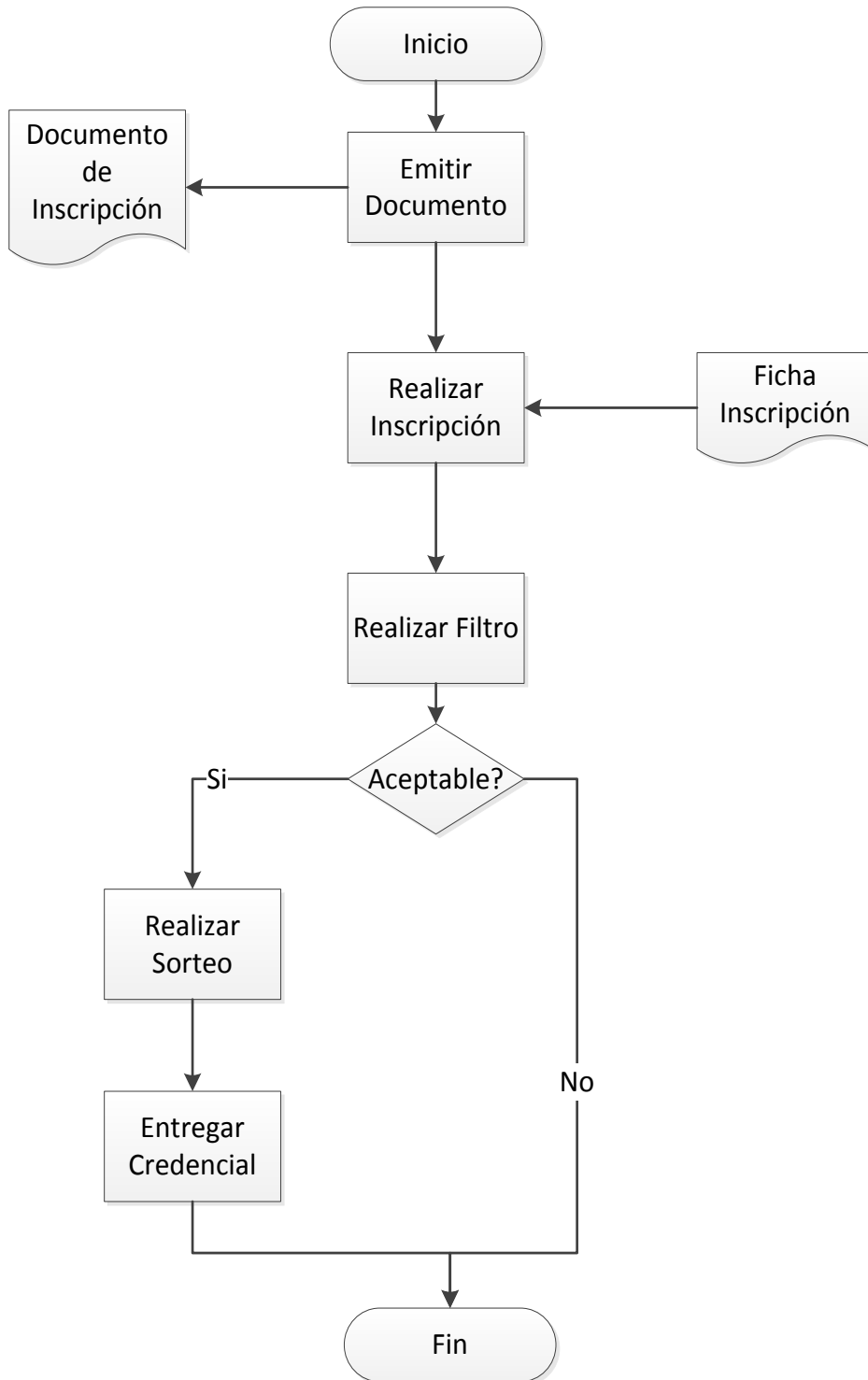


Diagrama Contratar Docentes

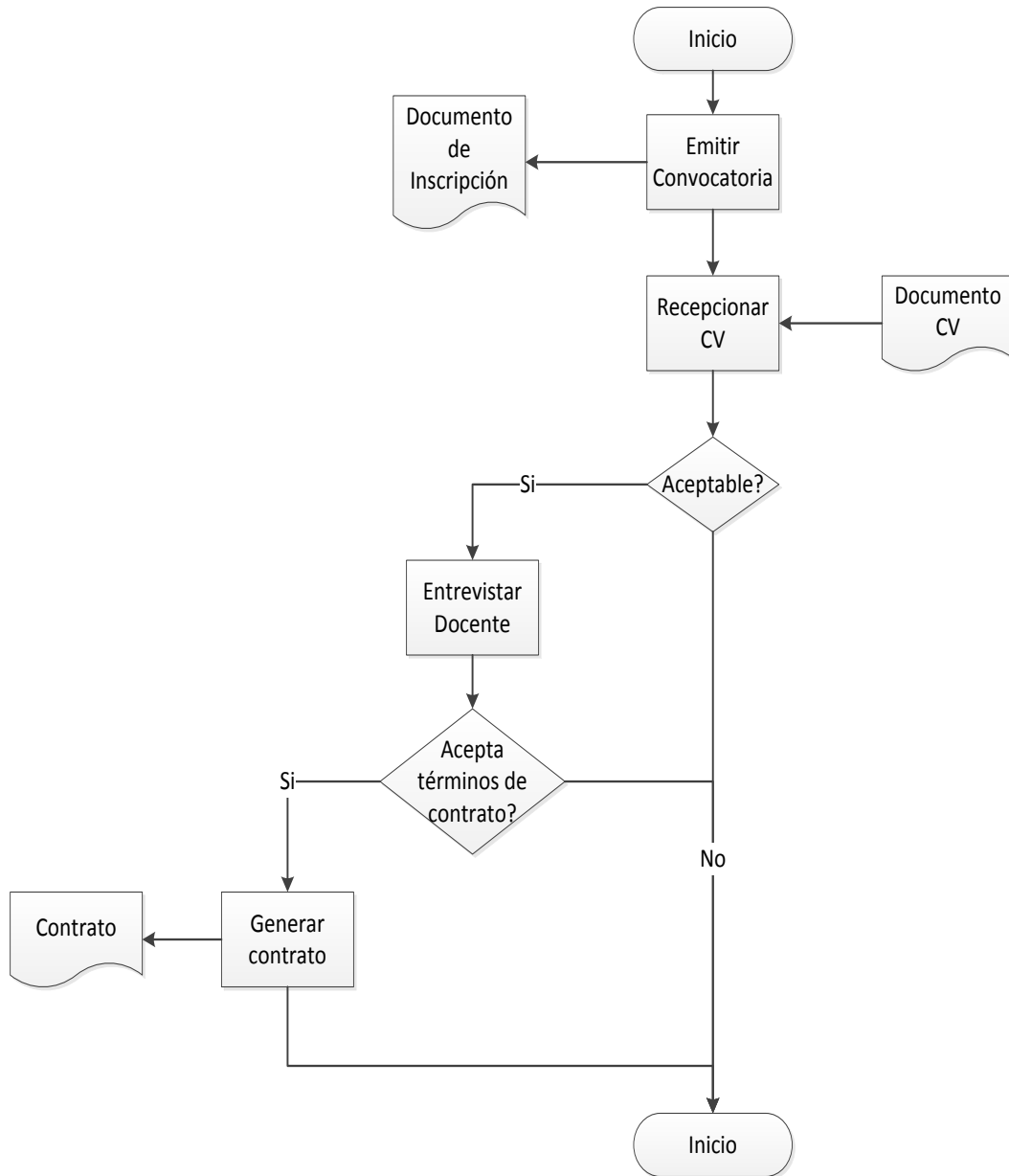


Diagrama Inspeccionar Clases

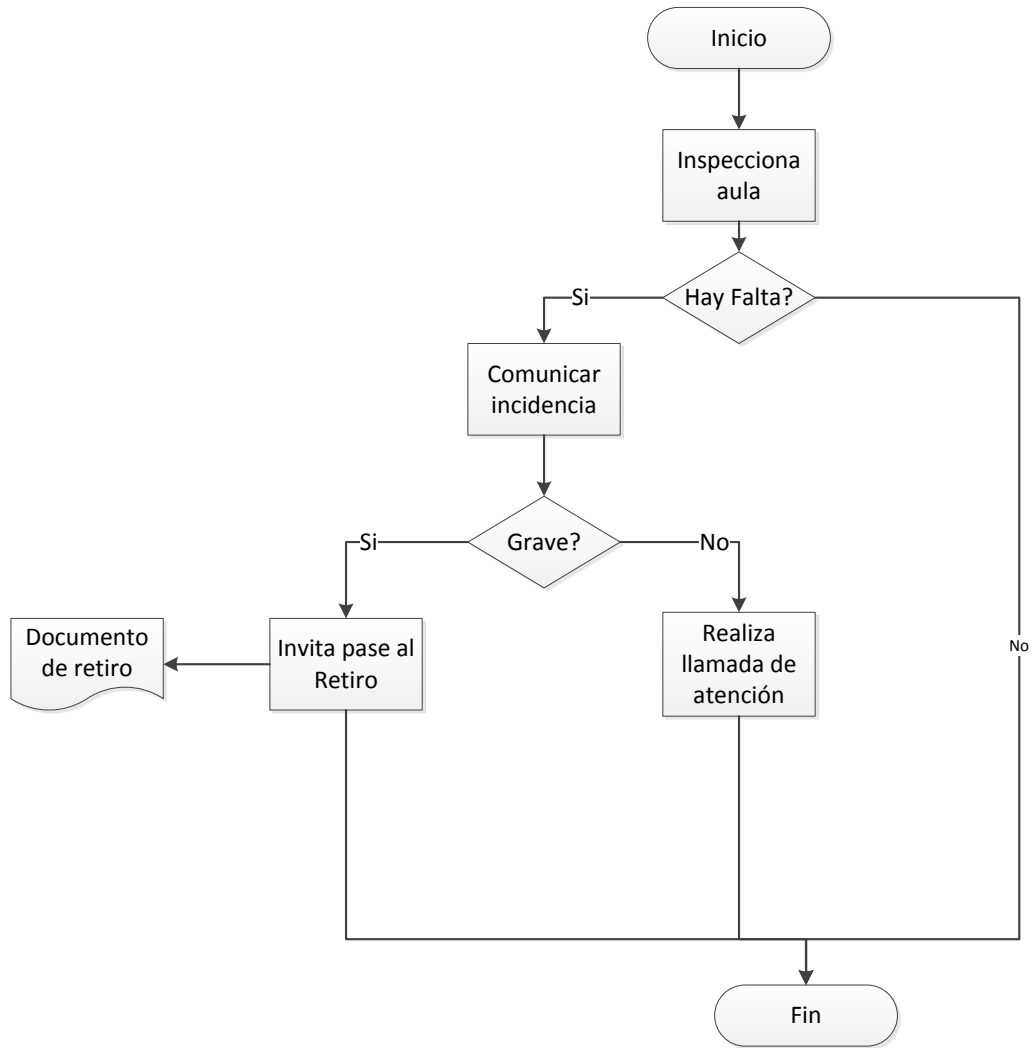
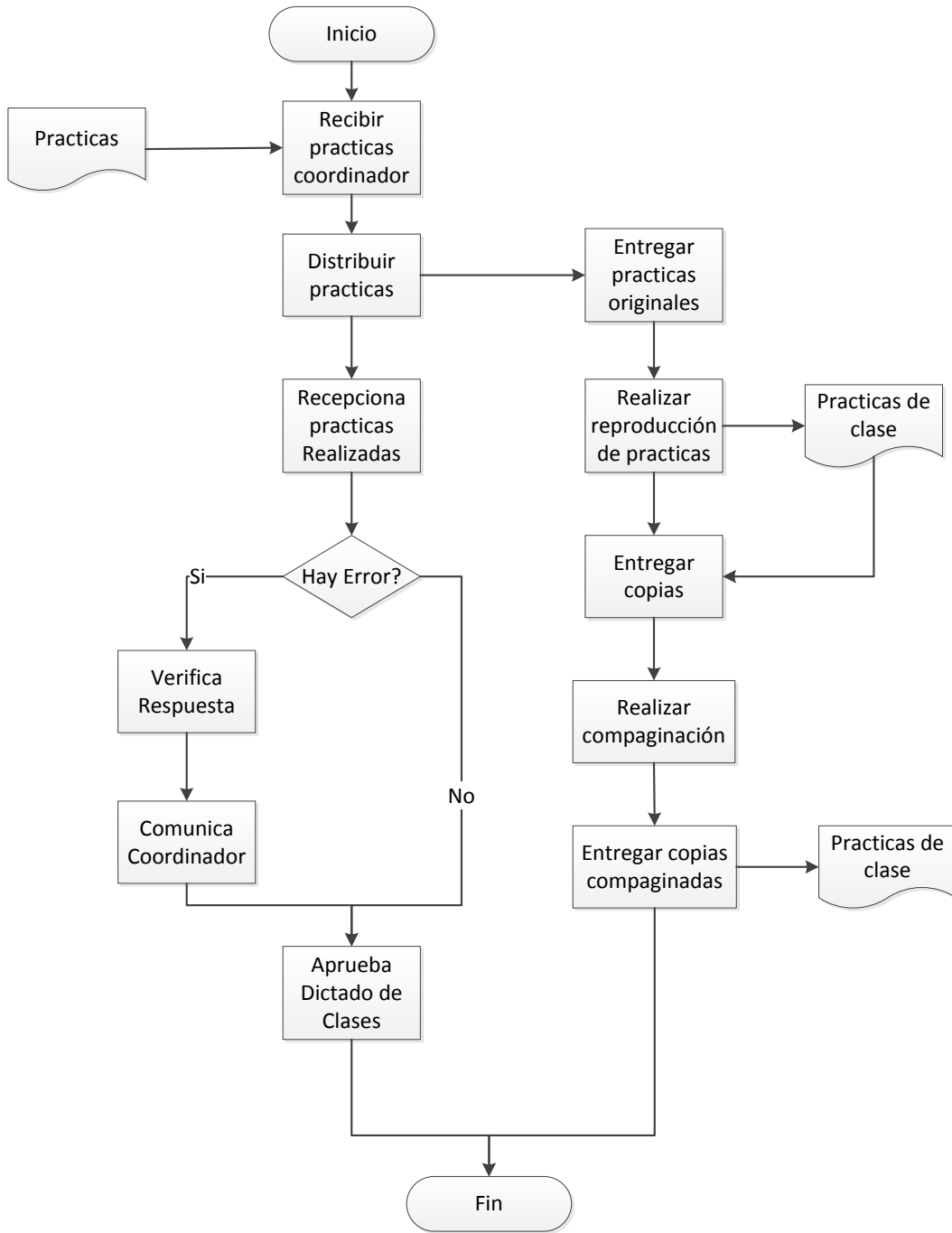


Diagrama Preparación de Clases



Anexo D.2: Diagramas BPMN

Diagrama Inscribir Alumnos

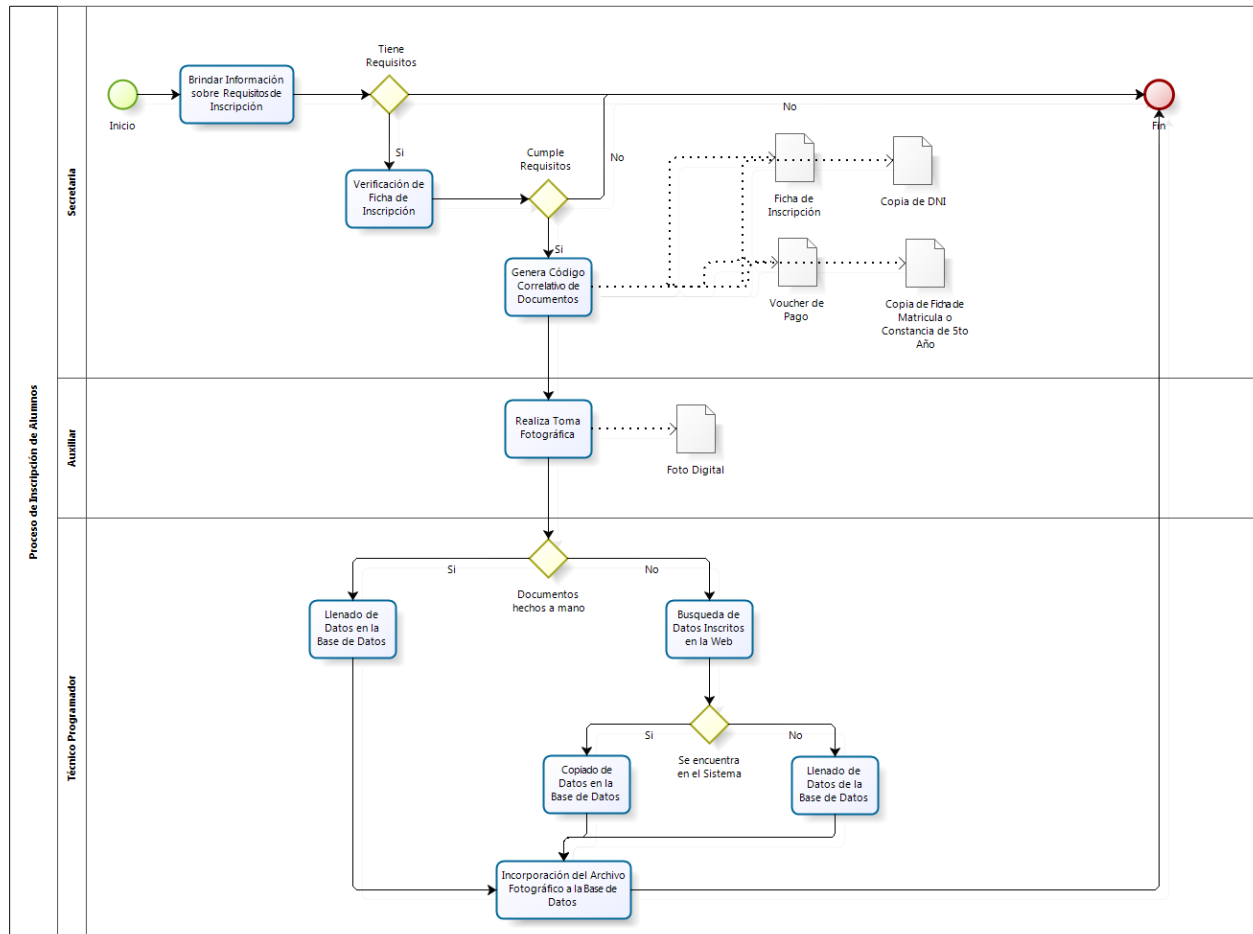


Diagrama Generar Carnet

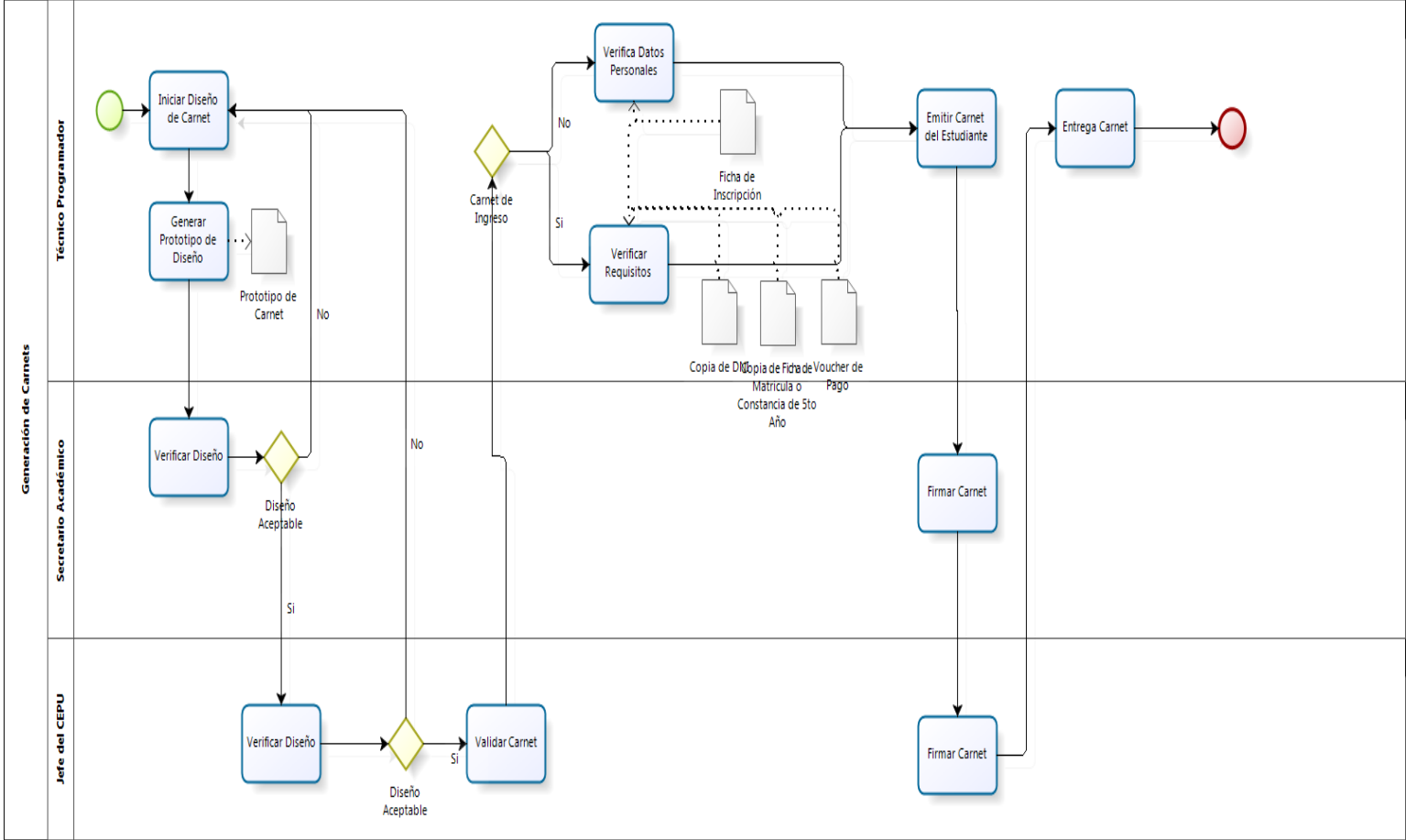


Diagrama Elección Personal Examen

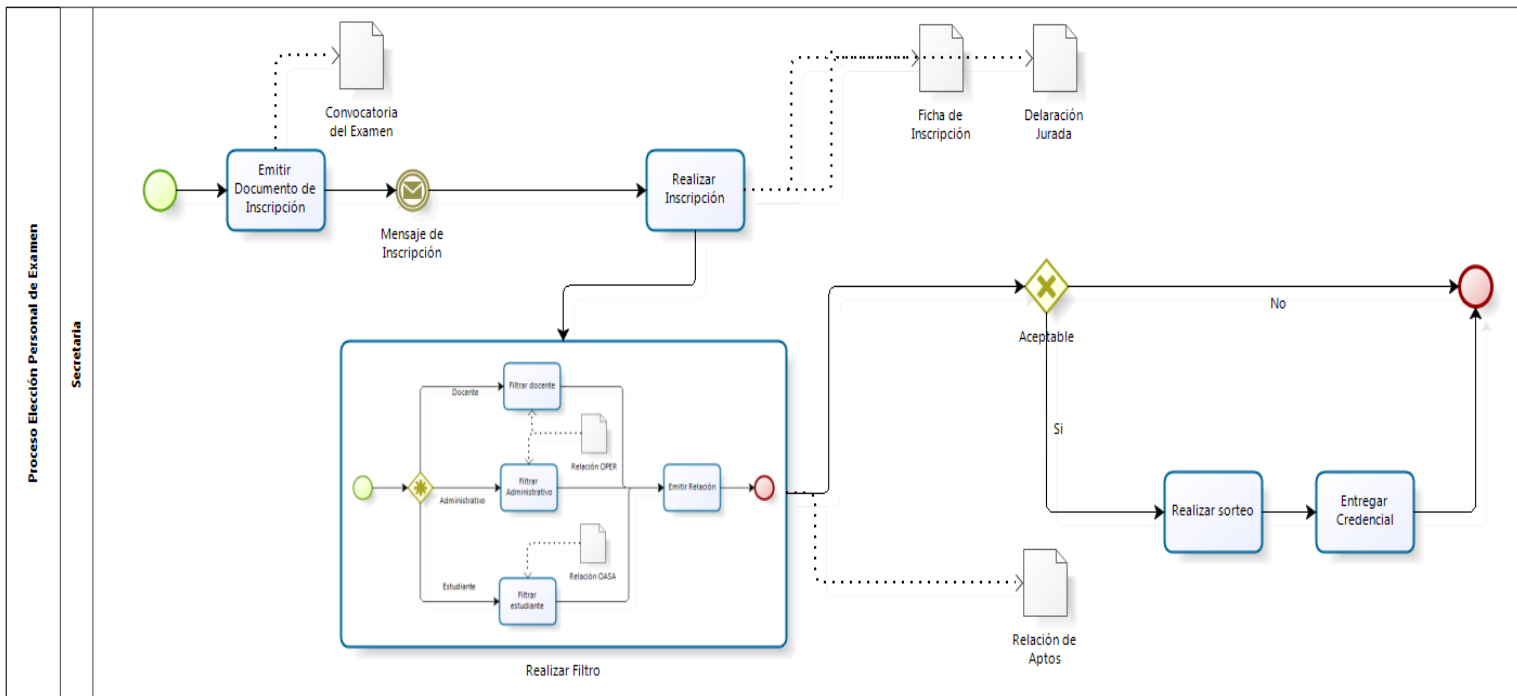


Diagrama Contratar Docente

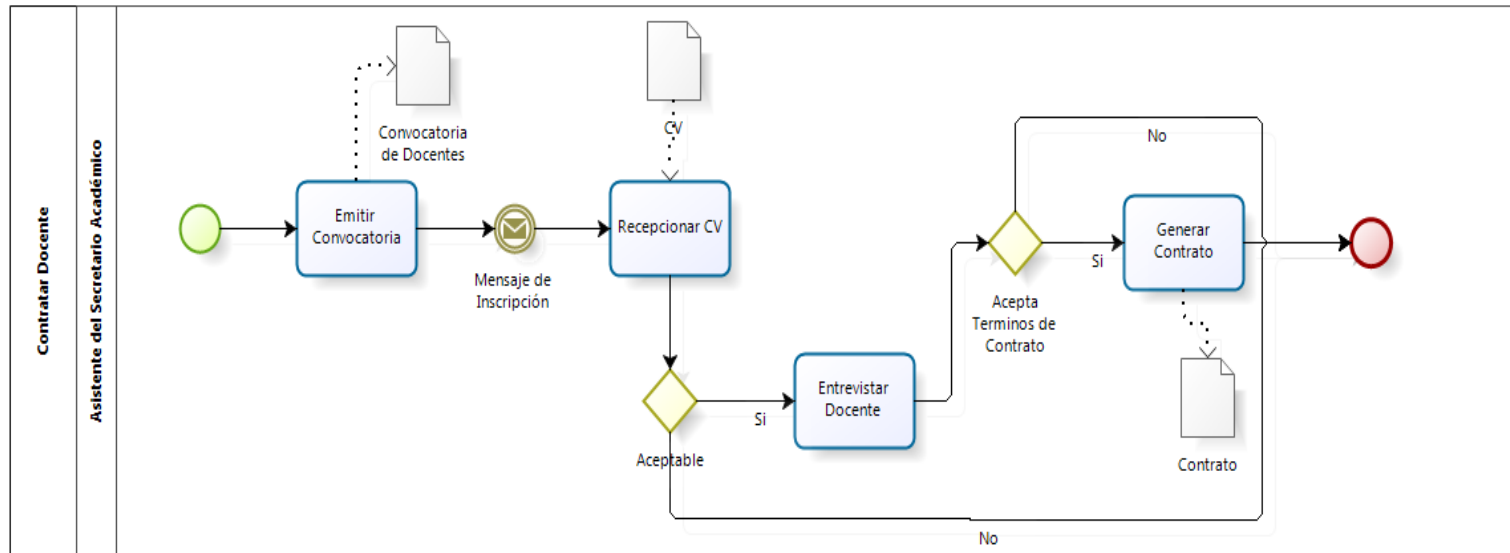


Diagrama Inspeccionar Clases

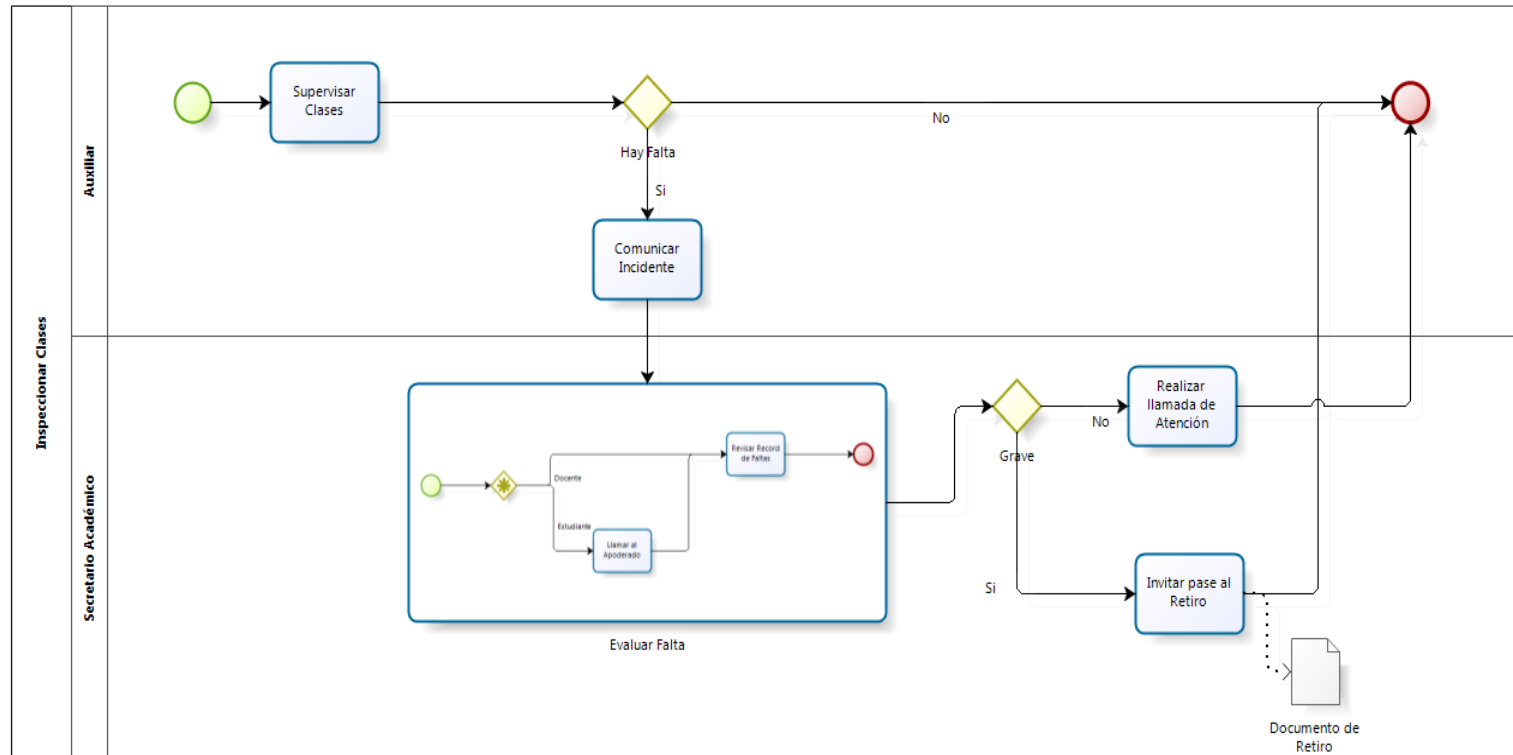
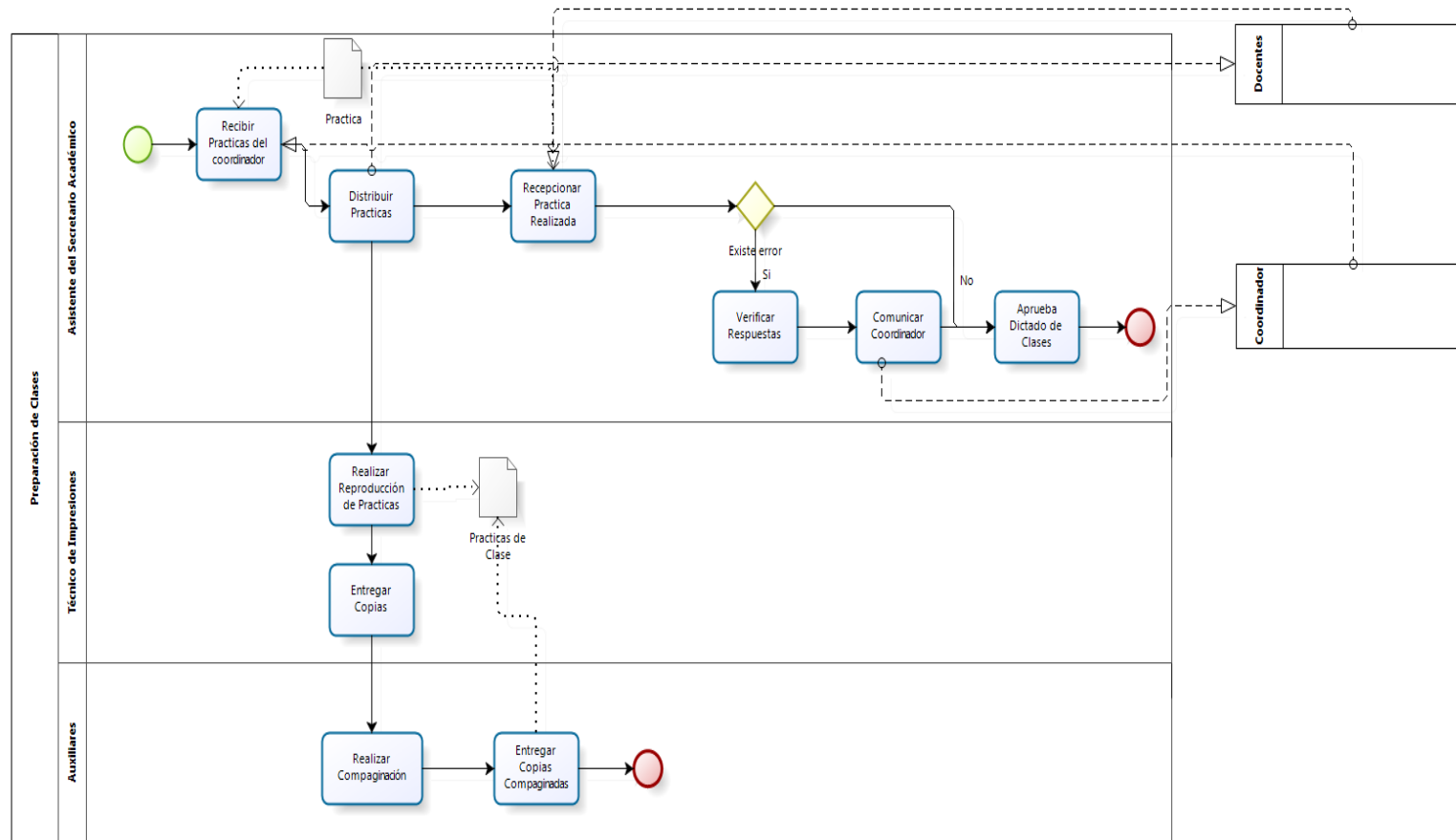


Diagrama Preparación de Clases



ANEXO E: Diagrama de modelos de Procesos Finales

Diagrama Inscripción de Alumno

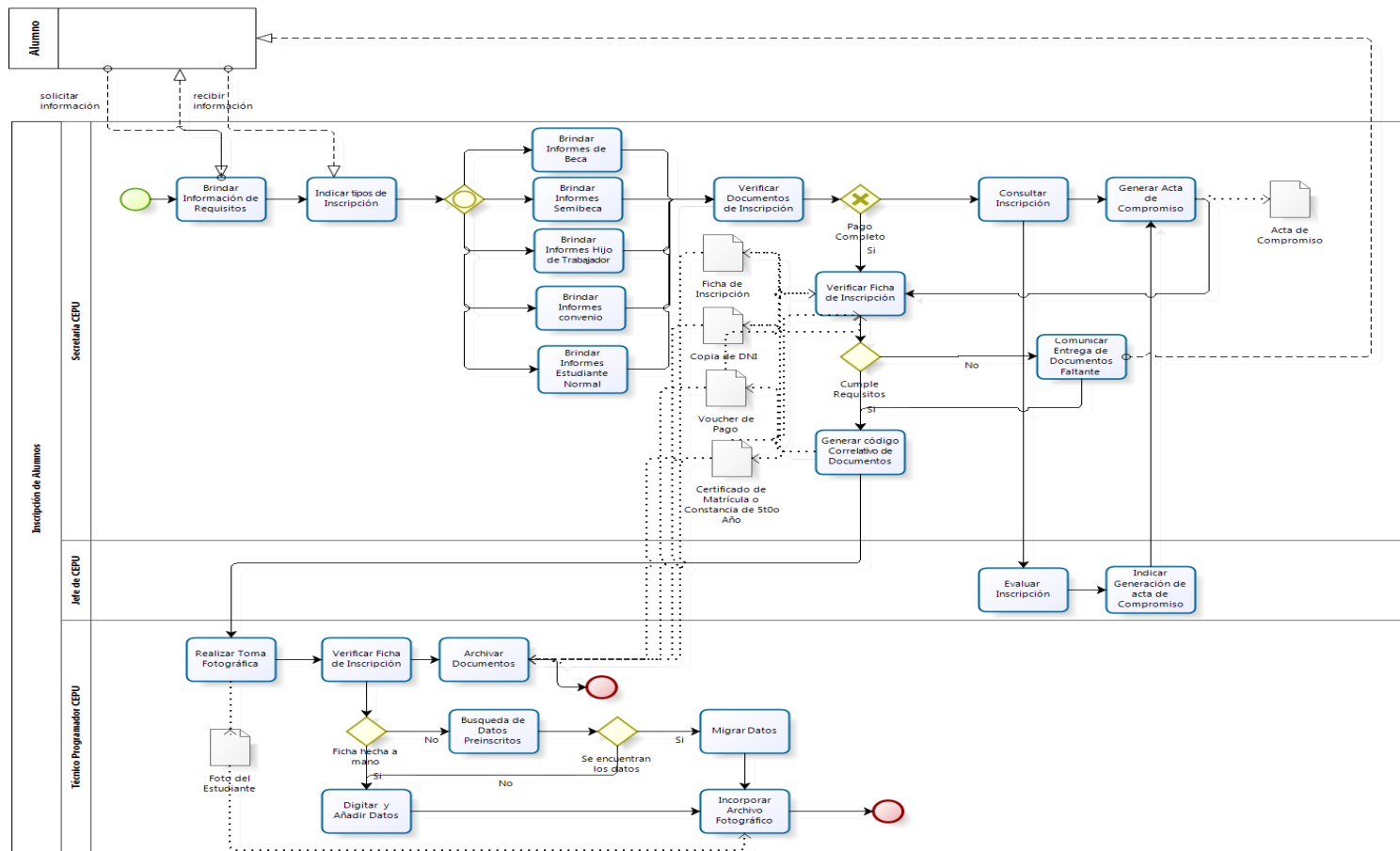


Diagrama Generar Carnet

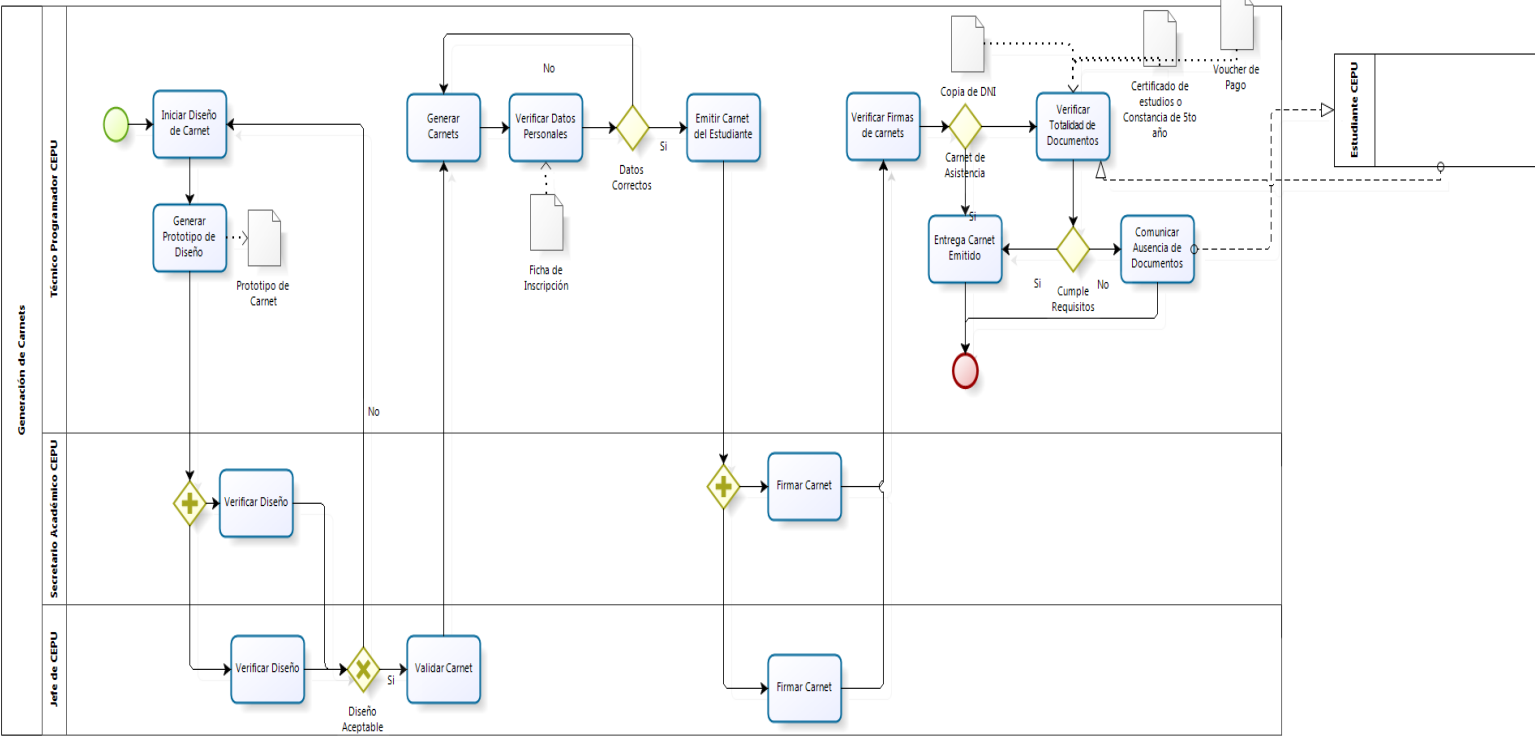


Diagrama Elección Personal Examen

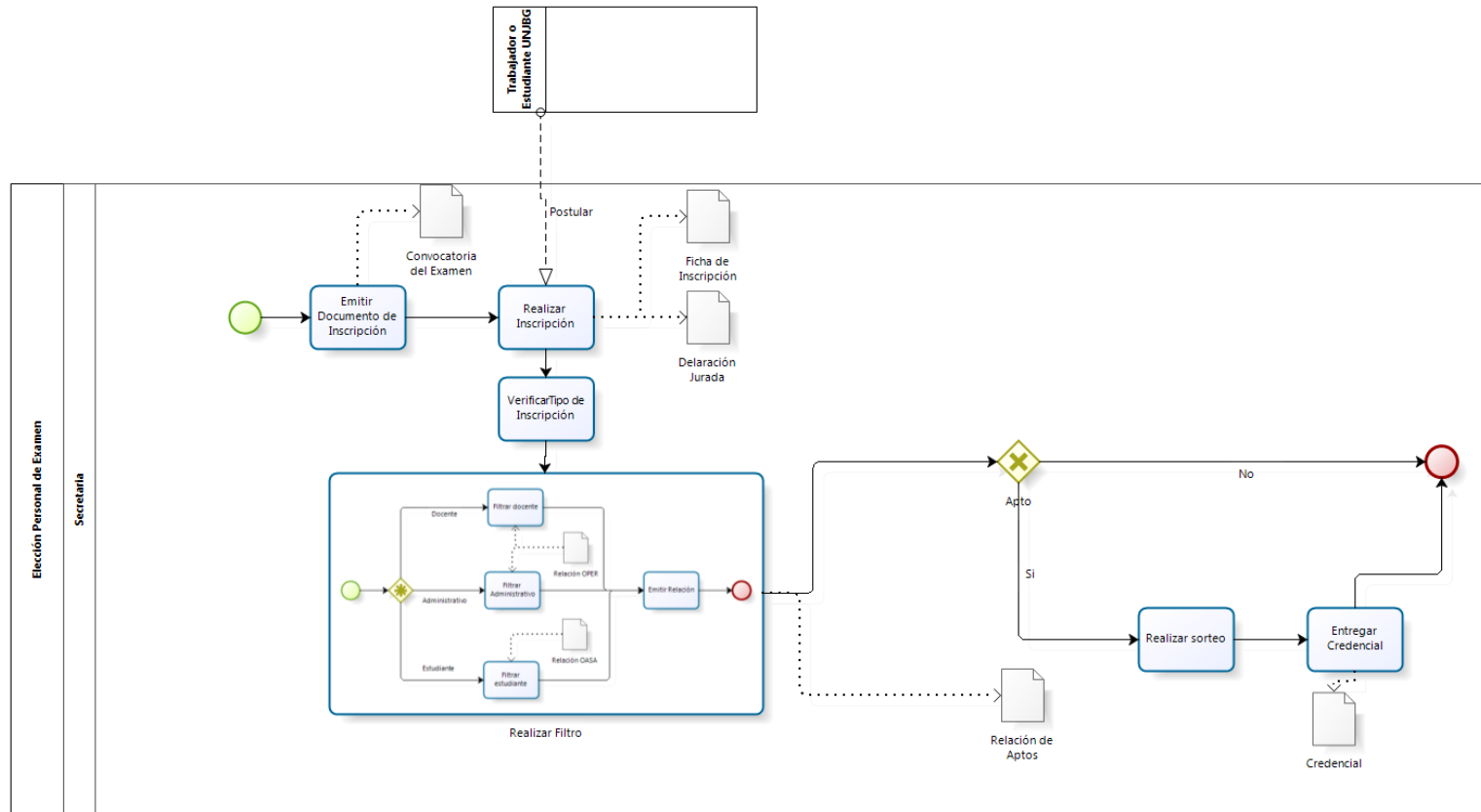


Diagrama Contratar Docente

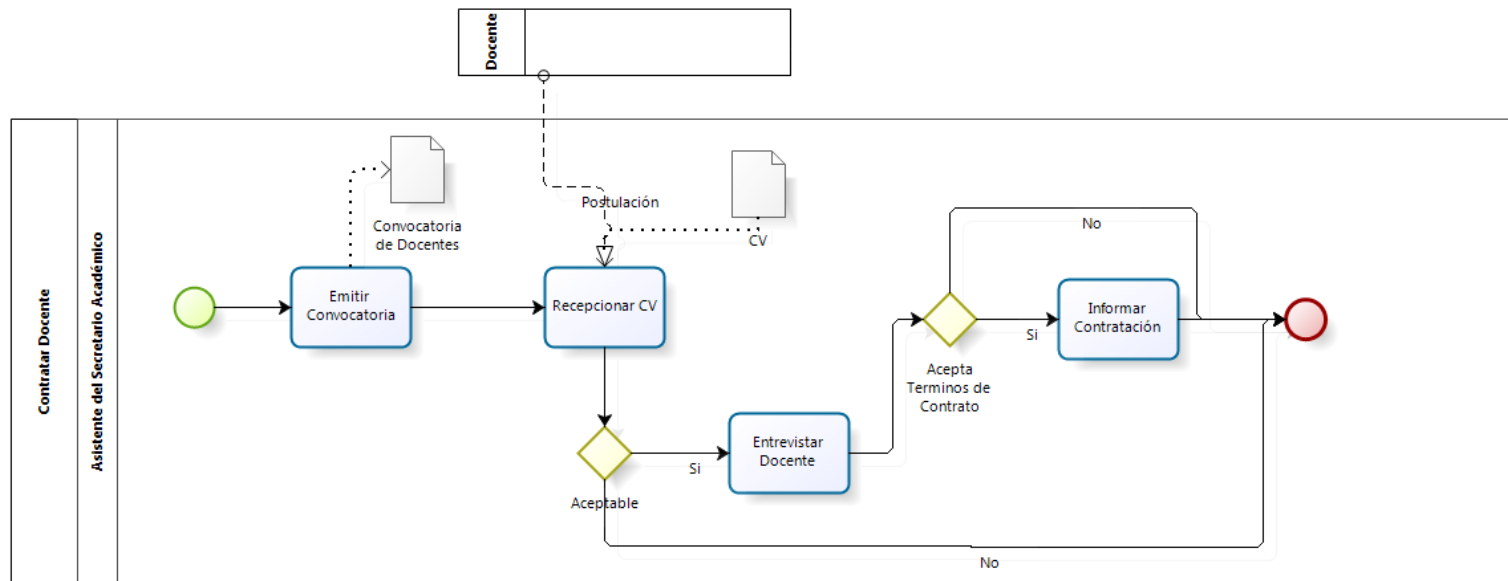


Diagrama Inspeccionar Clases

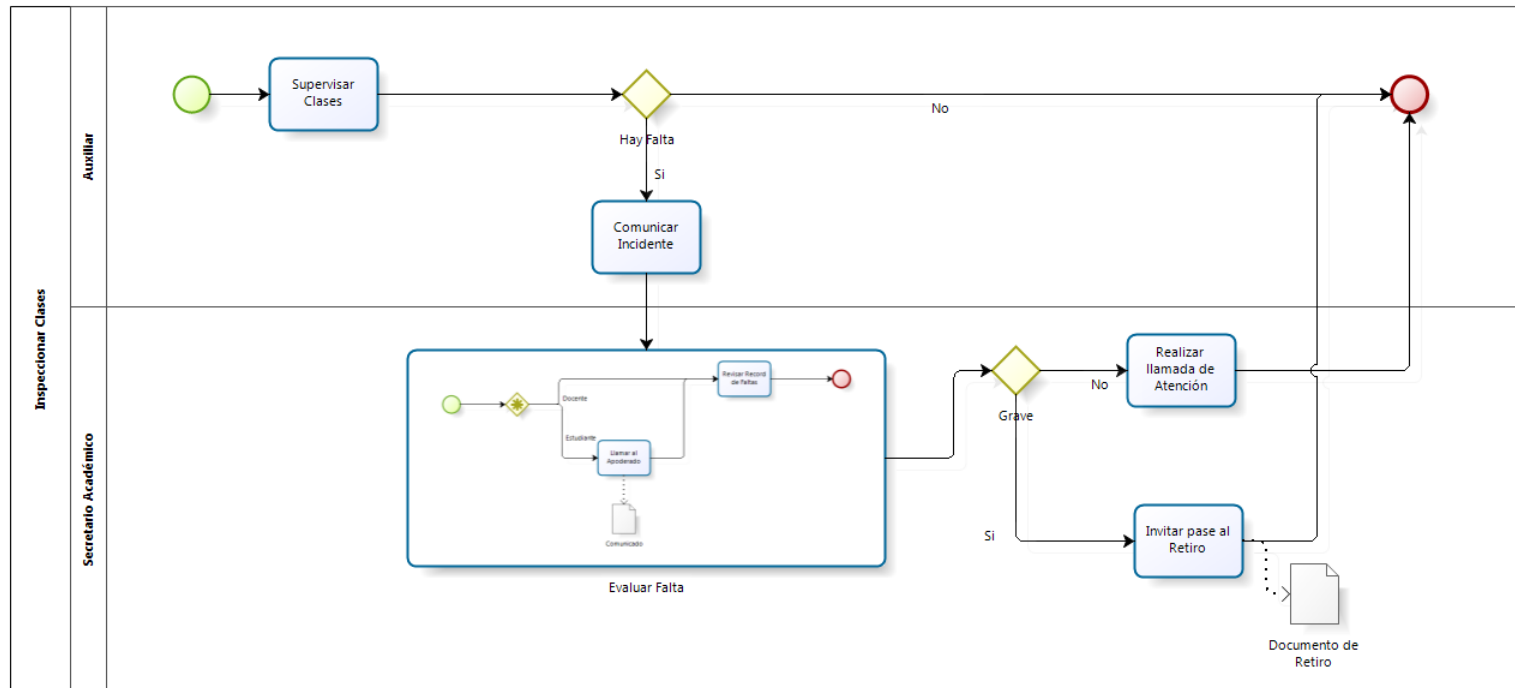
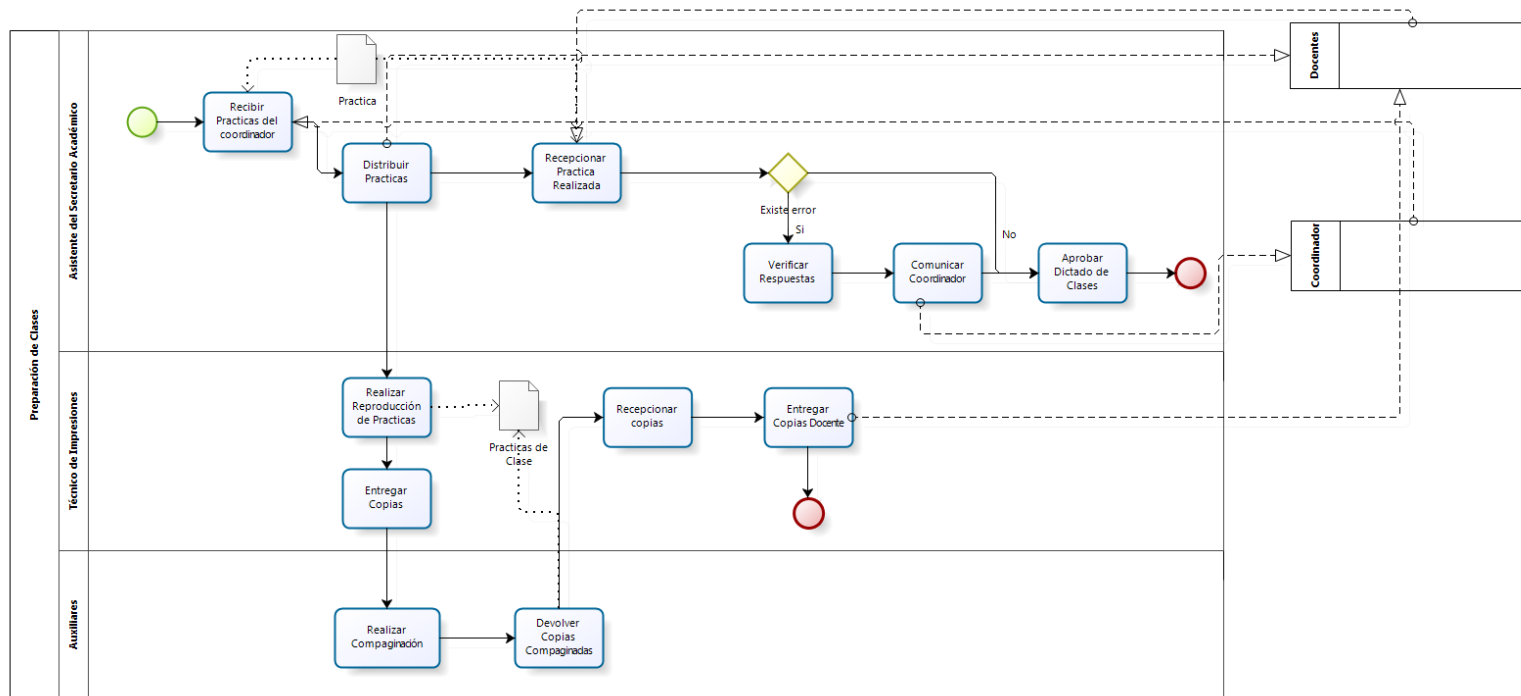


Diagrama Preparación de Clases



ANEXO F: Encuestas Realizadas

Anexo F.1: Cuestionarios Entendibilidad

Diagrama Inscripción Alumno

Tareas a realizar: Anotar la hora de Inicio (indique hh:mm:ss): _____
1) Contestar las siguientes preguntas (Si/No): 1. ¿Si el Pago no es Completo se debe Generar el acta de _____ Compromiso? 2. ¿Es necesario verificar los documentos (Copia DNI, Ficha de _____ Inscripción, Voucher de Pago, Certificado) para ver si cumplen los requisitos? 3. ¿Corresponde al Técnico Programador Realizar la Toma _____ Fotográfica? 4. ¿Si la ficha de Inscripción es a mano, se debe ingresar los datos _____ por segunda vez? 5. ¿Corresponde solo a la secretaria Brindar Información sobre _____ los Requisitos?
Anotar la hora de Finalización (indique hh:mm:ss): _____
2) Valore según su criterio la Complejidad del Modelo de Procesos de Negocio <input type="checkbox"/> Muy Simple <input type="checkbox"/> Algo Simple <input type="checkbox"/> Normal <input type="checkbox"/> Algo Complejo <input type="checkbox"/> Muy Complejo

Diagrama Generar Carnet

Tareas a realizar: Anotar la hora de Inicio (indique hh:mm:ss): _____
1) Contestar las siguientes preguntas (Si/No): 1. ¿Se debe realizar dos carnets (ingreso y examen) para cada _____ estudiante del CEPU? 2. ¿Es necesario tenga todos los requisitos para tener el carnet _____ del examen (pago completo, copia de DNI, Constancia de egresado de 5to o certificado)? 3. ¿El técnico programador es la única persona quien debe _____ entregar los carnets emitidos a cada alumno del CEPU? 4. ¿El Jefe del CEPU y el Secretario Académico son los únicos que _____ firman los carnets? 5. ¿El Técnico programador es el único que elabora el diseño de _____ los carnets?
Anotar la hora de Finalización (indique hh:mm:ss): _____
2) Valore según su criterio la Complejidad del Modelo de Procesos de Negocio <input type="checkbox"/> Muy Simple <input type="checkbox"/> Algo Simple <input type="checkbox"/> Normal <input type="checkbox"/> Algo Complejo <input type="checkbox"/> Muy Complejo

Diagrama Elección Personal Examen

Tareas a realizar:

Anotar la hora de Inicio (indique hh:mm:ss): _____

1) Contestar las siguientes preguntas (Si/No):

1. ¿Se necesita tener un mensaje de la convocatoria para recién _____ iniciar el proceso de inscripción?
2. ¿El subproceso realizar filtro, debe ser hecho para Docentes, _____ Estudiantes y personal Administrativo de la UNJBG que desee participar en el Examen?
3. ¿Si la Persona pasa el subproceso realizar filtro es apta, se _____ procede a la realización del sorteo?
4. ¿Los documentos que se generan al realizar la inscripción es la _____ ficha de Inscripción y la Declaración Jurada?
5. ¿Toda persona que halla salido sorteada debe entregársele la _____ credencial que autoriza a participar en el examen?

Anotar la hora de Finalización (indique hh:mm:ss): _____

2) Valore según su criterio la Complejidad del Modelo de Procesos de Negocio

Muy Simple Algo Simple Normal Algo Complejo Muy Complejo

Diagrama Contratar Docente

Tareas a realizar:

Anotar la hora de Inicio (indique hh:mm:ss): _____

1) Contestar las siguientes preguntas (Si/No):

1. ¿Se debe Recepcionar los CV de cada docente para pasar a la _____ entrevista?
2. ¿Es el asistente del Secretario académico quien realiza la _____ actividad de contratar a los docentes?
3. ¿Si el docente no acepta los términos de contrato termina el _____ proceso de contratación?
4. ¿Se necesita un mensaje de inscripción para empezar a _____ recepcionar los CV?
5. ¿Solo el asistente del Secretario Académico puede emitir la _____ convocatoria para docentes del CEPU?

Anotar la hora de Finalización (indique hh:mm:ss): _____

2) Valore según su criterio la Complejidad del Modelo de Procesos de Negocio

Muy Simple Algo Simple Normal Algo Complejo Muy Complejo

Diagrama Inspeccionar Clases

Tareas a realizar:

Anotar la hora de Inicio (indique hh:mm:ss): _____

1) Contestar las siguientes preguntas (Si/No):

1. ¿Es trabajo de los Auxiliares supervisar el dictado de clases en _____ el CEPU?
2. ¿En el Subproceso, evaluar la falta, si un estudiante comente _____ alguna falta se debe llamar a su apoderado?
3. ¿Solo en faltas graves se invita pase al retiro del estudiante o _____ del docente que comete la falta?
4. ¿Si no existe alguna falta grave entonces no se realiza ninguna _____ acción de corrección?
5. ¿No es necesario comunicar todos los incidentes que sucedan _____ en el dictado de clases por parte de los auxiliares?

Anotar la hora de Finalización (indique hh:mm:ss): _____

2) Valore según su criterio la Complejidad del Modelo de Procesos de Negocio

Muy Simple Algo Simple Normal Algo Complejo Muy Complejo

Diagrama Preparación de Clases

Tareas a realizar:

Anotar la hora de Inicio (indique hh:mm:ss): _____

1) Contestar las siguientes preguntas (Si/No):

1. ¿Es el coordinador el que envía las practicas al asistente del _____ secretario académico?
2. ¿Una vez recibidas las practicas se distribuye para su _____ reproducción a cargo del técnico de impresiones y su resolución por parte de los docentes?
3. ¿Los docentes no desarrollan las practicas del CEPU para _____ comenzar con el dictado de clases?
4. ¿Solo los auxiliares se encargan de la compaginación de las _____ practicas sacadas por el técnico de impresiones?
5. ¿El Asistente del Secretario Académico es quien elabora las _____ practicas del CEPU?

Anotar la hora de Finalización (indique hh:mm:ss): _____

2) Valore según su criterio la Complejidad del Modelo de Procesos de Negocio

Muy Simple Algo Simple Normal Algo Complejo Muy Complejo

Anexo F.2: Cuestionarios Modificabilidad

Diagrama Inscripción Alumno

Tareas a realizar:

Anotar la hora de Inicio (indique hh:mm:ss): _____

1) Realizar las modificaciones necesarias para satisfacer los siguientes requisitos:

- Se desea incluir el objeto de datos **Afiche** como producto de salida de la actividad **Brindar información de requisitos**.
- Se desea que la actividad **Realizar toma fotográfica** sea posterior a una nueva actividad **verificar cámara**.
- Se desea incluir el objeto de datos **Relación de inscritos** como producto de salida de la actividad **Búsqueda de datos preinscritos**.
- Se desea generar la actividad **Generar listado de distribución de aulas** antes de terminar el proceso por parte del técnico programador.
- Se desea incluir mediante un objeto de datos de entrada, **Plan de funcionamiento** para la primera actividad.
- Eliminar el objeto de datos **copia de DNI** del proceso.

Anotar la hora de Finalización (indique hh:mm:ss): _____

2) Valore según su criterio la facilidad con la que ha sido posible modificar el Modelo de Procesos de Negocio

Muy Simple Algo Simple Normal Algo Complejo Muy Complejo

Diagrama Generar Carnet

Tareas a realizar:

Anotar la hora de Inicio (indique hh:mm:ss): _____

1) Realizar las modificaciones necesarias para satisfacer los siguientes requisitos:

- Se desea incluir el objeto de datos entrante **Aprobación de diseño** a la primera actividad del proceso.
- Se desea incluir la actividad **Comparar diseño actual** después de la actividad **Generar prototipo de diseño**.
- Se desea eliminar el objeto de datos **Voucher de pago**.
- Se desea eliminar la actividad **Validar Carnet**.
- Se desea incluir el objeto de salida **Informes del carnet** a la actividad incluida anteriormente **Comparar diseño actual**.
- Antes de culminar el procesos se desea incluir el objeto de datos de salida **Informe de carnet**.

Anotar la hora de Finalización (indique hh:mm:ss): _____

2) Valore según su criterio la facilidad con la que ha sido posible modificar el Modelo de Procesos de Negocio

Muy Simple Algo Simple Normal Algo Complejo Muy Complejo

Diagrama Elección Personal Examen

Tareas a realizar:

Anotar la hora de Inicio (indique hh:mm:ss): _____

1) Realizar las modificaciones necesarias para satisfacer los siguientes requisitos:

- Se desea incluir la actividad **Recaudar información** antes de acabar el proceso.
- Se desea incluir la actividad **Verificar datos** antes de realizar el filtro en el sub proceso **Realizar filtro**.
- Se desea incluir el objeto de datos **Listado de excluidos** en el sub proceso **Realizar filtro**.
- Se desea incluir el objeto de datos entrante **Relación de anteriores inscritos**, en la actividad filtrar estudiante, dentro del subproceso **Realizar filtro**.
- Se desea eliminar la actividad **Realizar sorteo** e incluir en vez de esta la actividad **Sortear aptos**.
- Se desea eliminar el objeto de datos **Convocatoria del examen**.

Anotar la hora de Finalización (indique hh:mm:ss): _____

2) Valore según su criterio la facilidad con la que ha sido posible modificar el Modelo de Procesos de Negocio

Muy Simple Algo Simple Normal Algo Complejo Muy Complejo

Diagrama Contratar Docente

Tareas a realizar:

Anotar la hora de Inicio (indique hh:mm:ss): _____

1) Realizar las modificaciones necesarias para satisfacer los siguientes requisitos:

- Se desea incluir un evento de mensaje intermedio antes de la actividad **Recepcionar CV**.
- Se desea incluir el objeto de datos saliente **Relación de aptos de entrevista**, en la actividad entrevistar docente.
- Se desea incluir la actividad **archivar CV** después de la actividad **Recepcionar CV**.
- Se desea incluir la actividad **Evaluar CV** antes de la decisión **Acceptable**.
- Se desea incluir la actividad **Evaluar entrevista** antes de la decisión **Acepta términos de contrato**.
- Se desea eliminar el objeto de datos **Convocatoria de Docentes**.

Anotar la hora de Finalización (indique hh:mm:ss): _____

2) Valore según su criterio la facilidad con la que ha sido posible modificar el Modelo de Procesos de Negocio

Muy Simple Algo Simple Normal Algo Complejo Muy Complejo

Diagrama Inspeccionar Clases

Tareas a realizar:

Anotar la hora de Inicio (indique hh:mm:ss): _____

1) Realizar las modificaciones necesarias para satisfacer los siguientes requisitos:

- Se desea incluir un objeto de datos saliente **Comunicado de incidencias**, en la actividad **Comunicar incidente**.
- Se desea añadir el objeto de datos entrante **Lista de asistencia**, en la actividad **Supervisar clases**.
- Se desea incluir el objeto de datos entrante **Record de faltas**, en la actividad **Revisar record de faltas**, dentro del sub proceso **Evaluar falta**.
- Se desea añadir una anotación para ala actividad **Comunicar incidente**.
- Se desea eliminar el objeto de datos **Documento de retiro**.
- Se desea añadir la actividad **Comunicar apoderado**, en vez de la actividad **Llamar apoderado**.

Anotar la hora de Finalización (indique hh:mm:ss): _____

2) Valore según su criterio la facilidad con la que ha sido posible modificar el Modelo de Procesos de Negocio

Muy Simple Algo Simple Normal Algo Complejo Muy Complejo

Diagrama Preparación de Clases

Tareas a realizar:

Anotar la hora de Inicio (indique hh:mm:ss): _____

1) Realizar las modificaciones necesarias para satisfacer los siguientes requisitos:

- Se desea incluir el objeto de datos saliente, **Lista de preguntas erradas** de la actividad **comunicar coordinador**.
- Se desea añadir una anotación para la actividad **Recepcionar practicas realizadas**.
- Se desea incluir la actividad **Agrupar copias por asignatura**, antes de la actividad **Entregar copias**.
- Se desea incluir un **evento intermedio cronometrado**, antes de la actividad **Entregar copias docente**.
- Se desea relacionar el objeto de datos **Practicas de clase** del diagrama, como entrante a la actividad **Entregar copias docente**.
- Se desea eliminar la actividad **Devolver copias compaginadas**.

Anotar la hora de Finalización (indique hh:mm:ss): _____

2) Valore según su criterio la facilidad con la que ha sido posible modificar el Modelo de Procesos de Negocio

Muy Simple Algo Simple Normal Algo Complejo Muy Complejo