



UNIVERSIDAD INTERNACIONAL IBEROAMERICANA

DEPARTAMENTO DE PROYECTOS

DOCTORADO EN PROYECTOS CON ESPECIALIDAD EN
INVESTIGACIÓN

Línea de Investigación en:

Gestión Empresarial y Desarrollo Directivo

TESIS DOCTORAL

Título

Análisis de una operación industrial de suministro de combustible Diésel B-5 y desarrollo de solución de optimización basada en las metodologías del PMI, ISO 9000, ISO 14000 y OHSAS 18000

Doctorando

Mg. Mauricio Azálgara Bedoya

Director

Dr. Sergio Gerardo Rosas de Alva

Julio de 2018

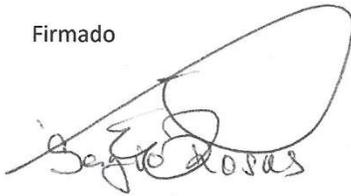
HOJA ACEPTACIÓN PROPUESTA TESIS DOCTORAL

D. SERGIO GERARDO ROSAS DE ALVA en calidad de Director de la Tesis Doctoral del doctorando D. MAURICIO AZALGARA BEDOYA firmo este documento como prueba de mi conformidad con que el alumno presente a evaluación la presente Tesis Doctoral al cumplir los requisitos científicos, metodológicos y formales exigidos.

En Ciudad de México a 07 de mayo de 2017.

Vº Bº del director y/o directores de tesis

Firmado



Director - Codirectores

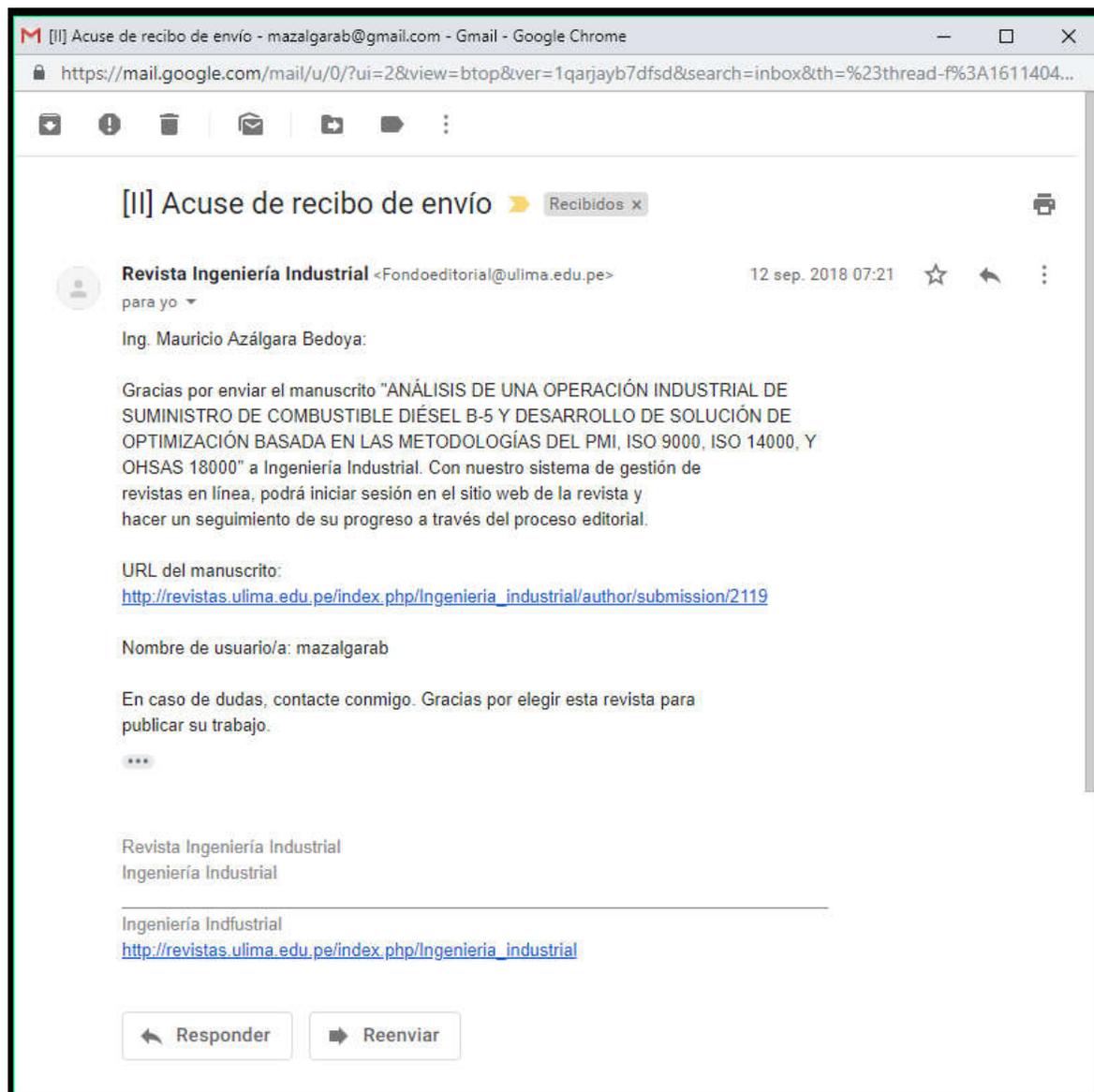
El doctorando,

Firmado



Doctorando

Comprobante de aceptación de la publicación del artículo con la investigación por parte de una revista



The image shows a screenshot of a Gmail email interface. The browser address bar at the top shows the URL: <https://mail.google.com/mail/u/0/?ui=2&view=bt&ver=1qarjayb7dfsd&search=inbox&th=%23thread-f%3A1611404...>. The email subject is "[II] Acuse de recibo de envío" and it is marked as "Recibidos". The sender is "Revista Ingeniería Industrial" with the email address "Fondoeditorial@ulima.edu.pe", dated "12 sep. 2018 07:21". The recipient is "Ing. Mauricio Azálgara Bedoya". The main body of the email contains a congratulatory message for the submission of a manuscript titled "ANÁLISIS DE UNA OPERACIÓN INDUSTRIAL DE SUMINISTRO DE COMBUSTIBLE DIÉSEL B-5 Y DESARROLLO DE SOLUCIÓN DE OPTIMIZACIÓN BASADA EN LAS METODOLOGÍAS DEL PMI, ISO 9000, ISO 14000, Y OHSAS 18000" to the journal. It provides a URL for the author's submission page: http://revistas.ulima.edu.pe/index.php/Ingenieria_industrial/author/submission/2119. The user's name is listed as "mazalgarab". At the bottom, there are buttons for "Responder" and "Reenviar".

[II] Acuse de recibo de envío Recibidos x

Revista Ingeniería Industrial <Fondoeditorial@ulima.edu.pe> 12 sep. 2018 07:21

para yo

Ing. Mauricio Azálgara Bedoya:

Gracias por enviar el manuscrito "ANÁLISIS DE UNA OPERACIÓN INDUSTRIAL DE SUMINISTRO DE COMBUSTIBLE DIÉSEL B-5 Y DESARROLLO DE SOLUCIÓN DE OPTIMIZACIÓN BASADA EN LAS METODOLOGÍAS DEL PMI, ISO 9000, ISO 14000, Y OHSAS 18000" a Ingeniería Industrial. Con nuestro sistema de gestión de revistas en línea, podrá iniciar sesión en el sitio web de la revista y hacer un seguimiento de su progreso a través del proceso editorial.

URL del manuscrito:
http://revistas.ulima.edu.pe/index.php/Ingenieria_industrial/author/submission/2119

Nombre de usuario/a: mazalgarab

En caso de dudas, contacte conmigo. Gracias por elegir esta revista para publicar su trabajo.

Revista Ingeniería Industrial
Ingeniería Industrial

Ingeniería Industrial
http://revistas.ulima.edu.pe/index.php/Ingenieria_industrial

Responder Reenviar

A Dios Padre, Dios Hijo y Dios Espíritu Santo
A Santa María
A la Santa Iglesia Católica Apostólica Romana

A toda mi familia y amigos en el Señor

A todos los hombres llamados a Cristo por la siembra de la palabra

AGRADECIMIENTO

La presente investigación se ha podido llevar a cabo no solamente gracias al esfuerzo personal del autor, sino que este último ha estado sujeto a las influencias de diversas partes interesadas del Proyecto Minero Las Bambas. A partir de esta consideración, se agradece a todas las organizaciones que conforman el grupo de interesados en lo que se refiere a la ejecución del contrato de suministro de combustible CB-029-12; de manera especial, se agradece al personal perteneciente a la Gerencia Comercial de PETROPERU. Adicionalmente, se agradece al Dr. Fermín Ferriol Sánchez quien fue el tutor del Proyecto de Investigación cuya elaboración ha servido significativamente para la realización de la presente investigación. Finalmente, también se expresa gratitud al Dr. Sergio Gerardo Rosas de Alva quien es el Director de Tesis de la presente investigación.

INDICE DE CONTENIDOS

INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO 1. PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN.....	4
1. Justificación de la investigación.....	4
1.1. <i>Trascendencia, utilidad y beneficios</i>	4
1.2. <i>Valor Práctico</i>	4
1.3. <i>Originalidad</i>	4
1.4. <i>Hallazgos</i>	5
1.5. <i>Oportunidad de Investigación</i>	5
1.6. <i>Interés para la comunidad científica</i>	5
1.7. <i>Viabilidad y factibilidad del estudio</i>	5
1.7.1. <i>Viabilidad Económica-Financiera</i>	5
1.7.2. <i>Viabilidad Técnica</i>	6
2. Problema de la investigación.....	6
2.1. <i>Contexto</i>	6
2.2. <i>Conflicto</i>	7
2.3. <i>Problema identificado y delimitado</i>	8
2.4. <i>Formulación del Problema Científico</i>	8
2.5. <i>Preguntas de Investigación</i>	8
2.5.1. <i>Pregunta General</i>	8
2.5.2. <i>Preguntas Específicas</i>	8
3. Objetivos.....	9
3.1. <i>Objetivo General</i>	9
3.2. <i>Objetivos específicos</i>	9
CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO-CONCEPTUAL	11
1. Teorías y modelos que inspiran la investigación o la justifican.....	11
1.1. <i>El Enfoque Basado en Procesos</i>	11
1.2. <i>El Enfoque de Análisis Cuantitativo</i>	11

1.3.	<i>El Enfoque de Competencias en la gestión bajo el enfoque del PMI.....</i>	12
1.4.	<i>Características Tecnológicas y Económicas del Diésel B-5</i>	13
1.4.1.	<i>Características Técnicas</i>	13
1.4.2.	<i>La Oferta</i>	14
1.4.3.	<i>La Demanda</i>	16
1.4.4.	<i>Efectividad del Modelo de Cadena de Suministro de Combustible.....</i>	16
1.5.	<i>Modelo de Desarrollo Sostenible de XSTRATA</i>	17
1.5.1.	<i>Lineamientos Generales</i>	17
1.5.2.	<i>Comunidades Sostenibles</i>	18
1.5.3.	<i>Procesos para la Producción de Cobre</i>	19
1.5.4.	<i>Administración Responsable de los Productos</i>	19
1.5.5.	<i>Beneficios del Cobre al desarrollo sostenible.....</i>	19
1.5.6.	<i>Gobierno de Desarrollo Sostenible en Xstrata Copper</i>	20
1.5.7.	<i>Contribución Económica del Modelo de Desarrollo Sostenible en el año 2012 en el Perú.....</i>	21
1.5.8.	<i>Fusión entre Glencore y Xstrata</i>	22
1.6.	<i>Estudio de Impacto Ambiental del Proyecto Minero Las Bambas.....</i>	23
1.6.1.	<i>Componentes del Proyecto</i>	24
1.6.2.	<i>Posibles Impactos Sociales y Ambientales</i>	24
1.6.3.	<i>Medidas de Prevención, Control y Mitigación de los Impactos Ambientales</i>	26
1.6.4.	<i>Plan de Relaciones Comunitarias</i>	27
1.7.	<i>Aplicación de Buenas Prácticas para la Dirección de Proyectos:</i>	28
1.7.1.	<i>Declaración de delimitación para la aplicación de las Buenas Prácticas y los Estándares del PMI en la investigación</i>	28
1.7.2.	<i>Aplicación de Gestión de Proyectos a Entidades Públicas:.....</i>	29
1.7.3.	<i>Aplicación de Estándar para la Gestión de Configuración para la Dirección de Proyectos</i>	30
1.7.4.	<i>Aplicación de Estándar para la Gestión Organizacional de Proyecto</i>	30
1.7.5.	<i>Aplicación de Estándar para la Gestión de Cambio en Organizaciones.</i>	31

1.7.6.	<i>Aplicación de Estándar para la Gestión de Complejidad.....</i>	31
1.7.7.	<i>Aplicación de Estándar para la Gestión de Riesgos</i>	32
1.7.8.	<i>Aplicación de Estándar para la Gestión de Valor Ganado.....</i>	32
1.7.9.	<i>Aplicación de Estándar para la Estimación de Proyectos</i>	33
1.7.10.	<i>Aplicación de Estándar relativo a metodologías, herramientas y modelos de programación</i>	33
1.7.11.	<i>Aplicación de Estándar para Estructura de Desglose de Trabajo.....</i>	34
1.7.12.	<i>Aplicación de Estándar para el Soporte de Tecnologías Informáticas....</i>	34
1.8.	<i>Aplicación de la Gestión de Cadena de Suministro en el campo del Suministro de Combustible:.....</i>	35
1.9.	<i>Aplicación de Gestión de Contratos.....</i>	36
1.10.	<i>Aplicación de una Gestión de Integración en materia de calidad, ambiente y seguridad y salud laboral:.....</i>	36
1.10.1.	<i>Aplicación de la Gestión de la Calidad:</i>	36
1.10.2.	<i>Aplicación de la Gestión Ambiental:.....</i>	37
1.10.3.	<i>Aplicación de la Gestión en Seguridad y Salud Ocupacional:</i>	37
1.11.	<i>Aplicación de la Ciencia de Datos en el campo del Suministro de Combustible</i>	37
1.12.	<i>Relaciones entre teorías y modelos que inspiran la investigación.....</i>	39
1.12.1.	<i>Bloque de Relaciones 1: Basadas en el Enfoque de Procesos</i>	40
1.12.2.	<i>Bloque de Relaciones 2: Basadas en el Enfoque de Análisis Cuantitativo</i>	42
1.12.3.	<i>Bloque de Relaciones 3: Basados en el Enfoque de Competencias</i>	45
1.12.4.	<i>Bloque de relaciones 4: Basados en el Diésel B-5.....</i>	48
1.12.5.	<i>Bloque de Relaciones 5: Basados en el Modelo de Desarrollo Sostenible</i>	50
2.	<i>Estado del arte</i>	51
2.1.	<i>Caso de Empresa Estatal de Hidrocarburos similar en México: Petróleos Mexicanos.....</i>	51
2.1.1.	<i>2008: PEMEX como instrumento equilibrador de corto plazo del presupuesto público y de las cuentas externas.....</i>	52

2.1.2.	2010: <i>Contratos de Servicios Múltiples en PEMEX</i>	52
2.1.3.	2013: <i>La Explotación de los Hidrocarburos y los Minerales en México.</i> 52	
2.2.	<i>Cadena de Suministro del Biodiésel en el Perú</i>	53
2.2.1.	2009: <i>Producción, Almacenamiento, y Transporte de Biodiésel en Perú</i> 53	
2.3.	<i>Proyecto Minero Las Bambas</i>	53
2.3.1.	2016: <i>Mejora de la productividad de la operación de Ferreyros en el Proyecto Minero Las Bambas</i>	53
2.3.2.	2016: <i>Comisionamiento y puesta en marcha para la Planta Concentradora en el proyecto minero las Bambas</i>	53
2.3.3.	2006: <i>Estrategias regionales de Gestión Ambiental relativas al Proyecto Minero Las Bambas</i>	54
2.4.	<i>Modelo de Negocio</i>	54
2.4.1.	2011: <i>Conceptualización de Modelos de Negocio</i>	54
2.4.2.	2013-2014: <i>Transformación de Petróleos Mexicanos a partir de la última Reforma Energética</i>	55
2.4.3.	2016: <i>Facilitando colaboración horizontal en cadenas de suministro</i>	55
2.5.	<i>Modelado</i>	55
2.5.1.	2013: <i>Optimización de Cadena de Suministro: Producto químico industrial de bajo volumen</i>	56
2.5.2.	2016: <i>Optimización de inventario como una ventaja de negocio</i>	56
2.5.3.	2008: <i>El Impacto del Tiempo de Espera en las Tasas de Transportación de Cargamentos</i>	56
3.	<i>Conceptos</i>	57
3.1.	<i>Modelo de Negocio</i>	57
3.2.	<i>Alianza Estratégica</i>	58
3.3.	<i>Contrato</i>	59
3.4.	<i>Contrato de Suministro de Combustible</i>	59
3.5.	<i>Sistema de Gestión</i>	60
3.6.	<i>Estándar</i>	60
3.7.	<i>Proceso</i>	60

3.8.	<i>Recurso</i>	60
3.9.	<i>Incidente</i>	61
3.10.	<i>Riesgo</i>	61
3.11.	<i>Impacto Ambiental</i>	61
3.12.	<i>Especificación</i>	61
4.	<i>Semblanza Histórica de la Investigación</i>	62
4.1.	<i>2011: Licitación LD-006-11 Suministro de Combustible para la Operación de Tintaya y los Proyectos de Antapaccay y las Bambas</i>	62
4.2.	<i>2012: Contratación de Petroperú para el Suministro de Combustible al Proyecto Minero Las Bambas</i>	63
4.3.	<i>2012: Contratación del Servicio de Transporte Terrestre de Combustible desde Terminal Mollendo y Planta Cusco a Las Bambas a Servosa Cargo S.A.C.</i>	63
5.	<i>Antecedentes Relevantes</i>	63
5.1.	<i>1911-2003: Búsqueda de cobre en Apurímac (Exploraciones Mineras)</i>	63
5.2.	<i>2003: Exploración Minera de ProInversión (Las Bambas, Chalcobamba, y Ferrobamba)</i>	64
5.3.	<i>2003: Estrategia de Promoción del Proyecto Minero Las Bambas</i>	64
5.4.	<i>2004: Subasta Pública Internacional del Proyecto Minero Las Bambas y contratación del Estado Peruano con Xstrata</i>	64
5.5.	<i>2004-2008: Aportes Sociales del Proyecto (Fideicomiso, Aportes Sociales, y Programa Social)</i>	65
5.6.	<i>2005: Autorización del Estudio Ambiental para la fase Exploratoria</i>	65
5.7.	<i>2011: Autorización para Estudio de Impacto Ambiental para la Fase de Explotación</i>	65
5.8.	<i>2012: Fase de Construcción del Proyecto Minero Las Bambas</i>	66
5.9.	<i>2013: Transferencia del Proyecto Minero a Glencore-Xstrata</i>	66
5.10.	<i>2014: Transferencia del Proyecto Minero a MMG</i>	66
5.11.	<i>2016: Inicio de Operación Comercial</i>	67
6.	<i>Escenario de la Investigación</i>	67
6.1.	<i>Contexto del Proyecto Minero Las Bambas (2012-2013)</i>	67
6.1.1.	<i>Fuerza laboral y Generación de Empleo</i>	67

6.1.2.	<i>Desempeño del Proyecto Minero Las Bambas</i>	67
6.1.3.	<i>Desempeño del Proyecto Minero Las Bambas en materia de Seguridad y Salud</i>	67
6.1.4.	<i>Desempeño del Proyecto Minero Las Bambas en materia Ambiental</i>	68
6.1.5.	<i>Desempeño del Proyecto Minero Las Bambas en materia Social</i>	69
6.2.	<i>Licitación LD-006-11 relativa al Suministro de Combustible para la Operación de Tintaya y los Proyectos de Antapaccay y las Bambas</i>	69
6.3.	<i>Modelo de Cadena de Suministro de Combustible del Contrato CB-029-12</i> ..	70
6.4.	<i>Procesos Principales o Críticos</i>	71
6.5.	<i>Regulación Legal de las Relaciones de los Interesados</i>	72
6.6.	<i>Efectividad del Modelo de Gestión de Cadena de Suministro original</i>	72
6.7.	<i>Marco Legal del Escenario de Investigación</i>	72
6.7.1.	<i>Normatividad del Perú en materia de Comercialización de Combustible Diésel B-5:</i>	72
6.7.2.	<i>Normatividad del Perú en materia de Seguridad Minera:</i>	75
6.7.3.	<i>Normatividad del Perú en materia Medio Ambiental en Minería</i>	75
CAPÍTULO 3. METODOLOGÍA.....		77
1.	Alcance de la Investigación.....	77
2.	Hipótesis de la Investigación.....	77
3.	Variable	77
3.1.	<i>Sistema de gestión modificado (ó integral) del contrato CB-029-12</i>	77
3.2.	<i>Sistema de gestión original del contrato CB-029-12</i>	78
4.	Operacionalización de las variables	79
5.	Método y Diseño de la Investigación	79
5.1.	<i>Justificación de la selección del método y del diseño</i>	80
5.2.	<i>Esquema del diseño de la investigación</i>	80
6.	Muestreo de la Investigación.....	81
6.1.	<i>Componente Cualitativo</i>	81
6.1.1.	<i>Población</i>	81

6.1.2.	<i>Unidades de Análisis</i>	82
6.1.3.	<i>Muestra Inicial</i>	82
6.1.4.	<i>Tipología de la muestra</i>	82
6.1.5.	<i>Propósito del muestreo</i>	82
6.1.6.	<i>Justificación de la selección de la muestra</i>	83
6.2.	<i>Componente Cuantitativo</i>	83
6.2.1.	<i>Unidades de Análisis</i>	83
6.2.2.	<i>Delimitación de la Población</i>	84
6.2.3.	<i>Método de selección de la muestra</i>	84
6.2.4.	<i>Tamaño de la muestra requerida</i>	84
6.2.5.	<i>Procedimiento de selección</i>	84
7.	<i>Recolección y análisis de los datos</i>	85
7.1.	<i>Componente Cualitativo</i>	85
7.1.1.	<i>Proceso de recolección y análisis de datos</i>	85
7.1.2.	<i>Instrumentos de Recolección de Datos Cualitativos</i>	85
7.1.3.	<i>De la codificación de unidades y categorías</i>	86
7.1.4.	<i>Programas computacionales utilizados</i>	86
7.2.	<i>Componente Cuantitativo</i>	86
7.2.1.	<i>Instrumentos de Recolección de Datos Cuantitativos</i>	87
7.2.2.	<i>Análisis adicionales: Modelado y Simulación</i>	87
7.2.3.	<i>Programas computacionales utilizados</i>	88
8.	<i>Resultados Obtenidos y Limitaciones</i>	88
8.1.	<i>Resultados obtenidos</i>	88
8.1.1.	<i>Resultados obtenidos relativos a la Hipótesis de Investigación (Hi)</i>	88
8.1.2.	<i>Innovaciones</i>	89
8.1.3.	<i>Líneas de Continuidad en Estudios Posteriores</i>	90
8.2.	<i>Limitaciones</i>	92

CAPÍTULO 4. RESULTADOS – PARTE 1: INVESTIGACIÓN EN FASE CUALITATIVA 93

1.	Recolección de datos	93
2.	Organización de los datos e información	93
3.	Preparación de datos para el análisis	94
4.	Revisión de los datos	94
5.	Elección de la unidad de análisis.....	94
6.	Codificación de las unidades (Primer Nivel).....	95
7.	Codificación de las categorías (Segundo Nivel).....	100
7.1.	<i>Agrupamiento de categorías codificadas en temas y patrones</i>	100
7.2.	<i>Relación entre categorías</i>	100
7.2.1.	<i>Relación temporal y causal</i>	101
8.	Generación de teorías, hipótesis y explicaciones	101
8.1.	<i>Mapa del análisis del estudio</i>	101
8.1.1.	<i>Análisis por caso</i>	102
8.1.2.	<i>Análisis causal por incidentes</i>	102
8.1.3.	<i>Análisis de oportunidad de mejora</i>	103
8.2.	<i>Modelo teórico para la mejora del modelo de negocio del contrato CB-029-12</i> 103	
8.3.	<i>Resultado</i>	103
8.4.	<i>Hipótesis, teorías y explicaciones</i>	105
8.4.1.	<i>Vínculos principales</i>	105
8.4.2.	<i>Hipótesis</i>	106
8.4.3.	<i>Teorías</i>	106
8.4.4.	<i>Explicaciones</i>	106
8.5.	<i>Dependencia, credibilidad y transferencia</i>	107
8.5.1.	<i>Dependencia</i>	107
8.5.2.	<i>Credibilidad</i>	107
8.5.3.	<i>Transferencia</i>	107
CAPÍTULO 5. RESULTADOS – PARTE 2: INVESTIGACIÓN EN FASE CUANTITATIVA		109

1.	Recolección de datos	109
1.1.	<i>Método cuantitativo de recolección de datos</i>	109
1.2.	<i>Técnica</i>	109
1.3.	<i>Instrumento de recolección de datos cuantitativos</i>	109
1.3.1.	<i>Requerimiento de datos a recolectarse</i>	109
1.3.2.	<i>Construcción del instrumento</i>	110
1.3.3.	<i>Prueba piloto y modificaciones</i>	110
1.3.4.	<i>De las autorizaciones para aplicar el instrumento</i>	111
1.3.5.	<i>Administración del instrumento</i>	111
2.	Selección de Programa Estadístico.....	111
3.	Exploración de Datos.....	113
3.1.	<i>Distribución de frecuencias por categorías generadas en la investigación en fase cualitativa</i>	113
3.2.	<i>Distribución de frecuencias por grupos de categorías generadas en la investigación en fase cualitativa</i>	118
3.2.1.	<i>Grupos de categorías y procesos</i>	118
3.2.2.	<i>Distribución de frecuencias de grupos de categorías y procesos</i>	119
3.3.	<i>Medidas de tendencia central, de variabilidad, y pruebas de normalidad de los grupos de categorías</i>	121
3.4.	<i>Razones y tasas</i>	124
4.	Evaluación de la confiabilidad, validez, y objetividad.....	125
4.1.	<i>Confiabilidad</i>	125
4.1.1.	<i>Análisis de elementos</i>	127
4.2.	<i>Validez</i>	128
4.3.	<i>Objetividad</i>	129
5.	Análisis estadístico inferencial.....	129
5.1.	<i>Procedimiento</i>	129
5.1.1.	<i>Paso 1: Recolección de datos de la muestra de referencia</i>	129
5.1.2.	<i>Paso 2: Cálculo de estadígrafos en base a la muestra de referencia</i>	130

5.1.3.	<i>Paso 3: Inferencia de parámetros mediante una técnica estadística</i>	130
5.1.4.	<i>Paso 4: Probación de hipótesis poblacionales</i>	131
5.1.5.	<i>Paso 5: Interpretación de resultados</i>	132
5.1.6.	<i>Paso 6: Limitaciones de los resultados</i>	132
6.	Análisis paramétrico	133
7.	Análisis multivariante.....	134
8.	Análisis adicional: Análisis de contenido adicional.....	144
CAPÍTULO 6. RESULTADOS – PARTE 3: INVESTIGACIÓN EN FASE INTEGRADORA		146
1.	Recolección de datos	146
1.1.	<i>Método cuantitativo de recolección de datos</i>	146
1.2.	<i>Técnica</i>	146
1.3.	<i>Instrumento de recolección de datos</i>	146
1.4.	<i>Datos recolectados</i>	146
2.	Selección de programa estadístico.....	149
3.	Exploración de datos	149
3.1.	<i>Estadísticos Descriptivos</i>	149
3.2.	<i>Distribución de frecuencias</i>	150
3.3.	<i>Medidas de tendencia central, de variabilidad, y pruebas de normalidad</i>	151
3.4.	<i>Razones y tasas</i>	152
4.	Evaluación de confiabilidad, validez, y objetividad.....	153
4.1.	<i>Confiabilidad</i>	153
4.2.	<i>Validez</i>	153
4.3.	<i>Objetividad</i>	154
5.	Análisis comparativo de capacidad	155
6.	Análisis predictivo.....	156
6.1.	<i>Propósito</i>	156
6.2.	<i>Problema</i>	156
6.3.	<i>Especificación del análisis predictivo</i>	157

6.4.	<i>Preparación de los datos</i>	157
6.5.	<i>Exploración de los datos</i>	159
6.5.1.	<i>Aproximación mediante el modelado dinámico de series temporales: Modelo autoregresivo integrado de promedio móvil (Arima)</i>	159
6.5.2.	<i>Aproximación de aprendizaje automático (machine learning)</i>	160
6.6.	<i>Modelado predictivo</i>	161
6.6.1.	<i>Aproximación mediante el modelado dinámico de series temporales: Modelo autoregresivo integrado de promedio móvil (Arima)</i>	161
6.6.2.	<i>Aproximación de aprendizaje automático (machine learning)</i>	163
6.7.	<i>Visualización de resultados</i>	165
6.7.1.	<i>Aproximación mediante el modelado dinámico de series temporales: Modelo autoregresivo integrado de promedio móvil (Arima)</i>	165
6.7.2.	<i>Aproximación de aprendizaje automático (machine learning)</i>	166
6.8.	<i>Evaluación y análisis de resultados</i>	168
7.	<i>Análisis económico-financiero y social</i>	171
7.1.	<i>Propósito del análisis</i>	171
7.2.	<i>Metodología del análisis</i>	171
7.3.	<i>Recolección de datos</i>	173
7.4.	<i>Procesamiento de los datos</i>	174
7.4.1.	<i>Resultados desde una perspectiva de giro de negocio</i>	174
7.4.2.	<i>Resultados desde una perspectiva de tributaria (o de contribución del Estado peruano)</i>	174
7.4.3.	<i>Consolidación de resultados</i>	175
7.5.	<i>Análisis de datos</i>	176
7.6.	<i>Evaluación</i>	176
CAPÍTULO 7. CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES, Y PROSPECTIVA		178
1.	<i>Conclusiones</i>	178
1.1.	<i>Resumen de las apreciaciones resultantes del análisis</i>	178
1.1.1.	<i>Resumen de las apreciaciones con respecto a las partes del problema.</i>	178
1.1.2.	<i>Resumen de las apreciaciones con respecto a los logros</i>	184

1.2.	<i>Conclusiones parciales</i>	194
1.2.1.	<i>Conclusión parcial 1</i>	194
1.2.2.	<i>Conclusión parcial 2</i>	196
1.2.3.	<i>Conclusión parcial 3</i>	197
1.3.	<i>Conclusión general</i>	198
1.3.1.	<i>Contrastación de la hipótesis global</i>	198
1.3.2.	<i>Enunciado de la conclusión general</i>	199
2.	<i>Recomendaciones</i>	202
2.1.	<i>Recomendaciones parciales</i>	202
2.1.1.	<i>Recomendación parcial 1</i>	202
2.1.2.	<i>Recomendación parcial 2</i>	202
2.1.3.	<i>Recomendación parcial 3</i>	203
2.2.	<i>Recomendación General</i>	204
2.2.1.	<i>Consideraciones previas</i>	204
2.2.2.	<i>Enunciado de la recomendación general</i>	205
3.	<i>Prospectiva o prognosis</i>	205
3.1.	<i>Sistema integrado de gestión por contrato</i>	205
3.2.	<i>Utilización de modelo teórico para la mejora del modelo de negocio CB-029-12</i>	206
3.3.	<i>Utilización del modelo y simulador de Suministro de Combustible para el Sistema de Gestión de Contrato (MOSCOM – SGC)</i>	207
4.	<i>Apuntes y sugerencias finales</i>	207
4.1.	<i>Animación</i>	207
4.2.	<i>Modelo de Referencia de las Operaciones de Cadena de Suministro</i>	207
4.3.	<i>Oficina de Gestión Técnica de Contrato</i>	208
CAPÍTULO 8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS		209
CAPÍTULO 9. BIBLIOGRAFÍA BÁSICA		214
APÉNDICES Y ANEXOS		218
APÉNDICE A: ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD Y VIABILIDAD PARA EL ESTUDIO RELATIVO A LA PROPUESTA DE MEJORA DEL MODELO DE NEGOCIO DEL		

CONTRATO DE SUMINISTRO DE COMBUSTIBLE N° CB-029-12 ENTRE XSTRATA Y PETROPERU	219
1. Aspectos Generales.....	219
2. Identificación	220
2.1. Diagnóstico.....	220
2.2. Definición del problema, sus causas y efectos	220
2.3. Planteamiento del Proyecto de Investigación	220
3. Formulación.....	221
3.1. Horizonte de Evaluación	221
3.2. Determinación de la brecha oferta-demanda.....	221
3.3. Análisis Técnico de las Alternativas.....	222
3.4. Costos a precios de mercado.....	225
4. Evaluación	228
4.1. Evaluación Social.....	228
4.2. Evaluación Privada	235
4.3. Análisis de Sensibilidad.....	235
4.4. Análisis de Sostenibilidad.....	236
4.5. Impacto Ambiental.....	237
4.6. Gestión de Proyecto.....	238
4.7. Selección de Alternativa Técnica	238
4.8. Matriz del Marco Lógico.....	240
APÉNDICE B: EGRESOS DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN.....	242
APÉNDICE C: INGRESOS DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN.....	255
APÉNDICE D: SALDOS INTERMEDIARIOS DE GESTIÓN Y DETERMINACIÓN DEL RESULTADO DE LOS EJERCICIOS 2013 A 2017 DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN.....	261
APÉNDICE E: CALENDARIO DE INVESTIGACIÓN	269
APÉNDICE F: DIAGRAMA ENTIDAD – RELACIÓN Y REPOSITORIO DE METADATOS	270
APÉNDICE G: ANÁLISIS DE ELEMENTOS (INVESTIGACIÓN EN FASE CUANTITATIVA).....	278

APÉNDICE H: APLICACIÓN DEL MÉTODO DE WINTERS	282
1. Valores atípicos	282
2. Pasos previos	282
2.1. Paso 1: Descomposición	282
2.2. Paso 2: Pre requisitos para la aplicación del método	285
3. Procedimiento.....	285
3.1. Paso 1: Realización del análisis.....	285
3.2. Paso 2: Resultados clave.....	289
3.3. Paso 3: Formulación del modelo aditivo y multiplicativo	290
4. Estimación de la Población de Ocurrencia del Contrato CB-029-12	290
APÉNDICE I: PRUEBAS DE HIPÓTESIS POBLACIONALES PARA LA VARIABLE OCURRENCIA	291
1. Objetivo	291
2. Tipo de prueba de hipótesis	291
3. Resultados Minitab	292
3.1. Prueba de hipótesis 1: T de 2 muestras para la media (diferencia de las medias)	292
3.2. Prueba de hipótesis 2: Desviación estándar para 2 muestras (diferencia de las desviaciones)	295
3.3. Prueba de hipótesis 3: Desviación estándar para 2 muestras (Desviación estándar de la muestra 1 es mayor).....	298
APÉNDICE J: ANÁLISIS PARAMÉTRICO.....	301
1. Análisis paramétrico 1: ANOVA one-way para las variables “tipo de incidente” (factor) y “fecha” (respuesta)	301
2. Análisis paramétrico 2: Regresión lineal para las variables “número de responsables” y “ocurrencia de incidente”	305
APÉNDICE K: ANÁLISIS MULTIVARIANTE	311
1. Análisis multivariante del 1 al 5 – Método de regresión múltiple.....	311
1.1. Análisis multivariante 1 – Método de regresión múltiple: Severidad vs. tipo de incidente, número de responsables.....	311

1.2.	<i>Análisis multivariante 2 – Método de regresión múltiple: Severidad vs. acto sub estándar, número de responsables</i>	317
1.3.	<i>Análisis multivariante 3 – Método de regresión múltiple: Severidad vs. condición sub estándar, número de responsables</i>	321
1.4.	<i>Análisis multivariante 4 – Método de regresión múltiple: Severidad vs. daño en propiedad, número de responsables</i>	327
1.5.	<i>Análisis multivariante 5 – Método de regresión múltiple: Severidad vs. defectos en bienes, número de responsables</i>	332
2.	<i>Análisis multivariante del 1 al 7 – Modelo Lineal General</i>	338
2.1.	<i>Análisis multivariante 1 – Modelo Lineal General: Severidad vs. tipo de incidente, fecha del incidente</i>	338
2.2.	<i>Análisis multivariante 2 – Modelo Lineal General: Severidad vs. Incidente key fecha del incidente</i>	341
2.3.	<i>Análisis multivariante 3 – Modelo Lineal General: Severidad vs. tipo de incidente, acto sub estándar, condición sub estándar, fecha del incidente</i>	345
2.4.	<i>Análisis multivariante 4 – Modelo Lineal General: Severidad vs. tipo de incidente, acto sub estándar, condición sub estándar, fecha del incidente</i>	349
2.5.	<i>Análisis multivariante 5 – Modelo Lineal General: Severidad, número de responsables vs. tipo de incidente, fecha del incidente</i>	352
2.6.	<i>Análisis multivariante 6 – Modelo Lineal General: Severidad, número de responsables vs. Incidente key fecha del incidente</i>	357
2.7.	<i>Análisis multivariante 7 – Modelo Lineal General: Severidad, número de responsables vs. tipo de incidente, acto sub estándar, condición sub estándar, fecha del incidente</i>	363
3.	<i>Análisis multivariante del 1 al 2 – Modelo de efectos mixtos (Datos Generales y Clasificación)</i>	369
3.1.	<i>Análisis multivariante 1 – Modelo de efectos mixtos: Severidad vs. fecha del incidente, tipo de incidente, acto sub estándar, condición sub estándar, keyword del incidente, parte interesada, ocupación, tipo de evidencia documental, lugar del incidente</i>	369
3.2.	<i>Análisis multivariante 2 – Modelo de efectos mixtos: Severidad vs. fecha del incidente, acto sub estándar, condición sub estándar, keyword del incidente, tipo de incidente, lesiones personales, incidente ambiental (exclusión)</i>	373
4.	<i>Análisis multivariante del 1 al 3 – Modelo de efectos mixtos (Análisis causal)</i>	376

4.1.	<i>Análisis multivariante 1 – Modelo de efectos mixtos: Severidad vs. fecha del incidente, tipo de incidente, keyword del incidente, acto sub estándar, condición sub estándar, derroche de tiempo, derroche de energía, derroche de equipos, otros (incidente productividad), daño en personas, daño en propiedad, daño en procesos, daño ambiental, defectos en bienes, defectos en servicios, derroche de materiales (exclusión)</i>	376
4.2.	<i>Análisis multivariante 2 – Modelo de efectos mixtos: Severidad vs. fecha del incidente, tipo de incidente, acto sub estándar, condición sub estándar, keyword del incidente, factores personales, y factores del trabajo.</i>	381
4.3.	<i>Análisis multivariante 3 – Modelo de efectos mixtos: Severidad vs. fecha del incidente, tipo de incidente, acto sub estándar, condición sub estándar, keyword del incidente, fallas en programa o sistema, fallas en cumplimiento (exclusión), fallas en mejoramiento continuo (exclusión)</i>	384
5.	Análisis multivariante del 1 al 5 – Modelo de efectos mixtos (Bloques de relaciones).....	387
5.1.	<i>Análisis multivariante 1 – Modelo de efectos mixtos: Severidad vs. fecha del incidente, tipo de incidente, acto sub estándar, condición sub estándar, keyword del incidente, gestión de riesgos, programación, EDT, y estimación (exclusión)</i>	387
5.2.	<i>Análisis multivariante 2 – Modelo de efectos mixtos: Severidad vs. fecha del incidente, tipo de incidente, buenas prácticas, y entidades públicas</i>	390
5.3.	<i>Análisis multivariante 3 – Modelo de efectos mixtos: Severidad vs. fecha del incidente, tipo de incidente, gestión de cambio, gestión de complejidad, y gestión organizacional (exclusión)</i>	393
5.4.	<i>Análisis multivariante 4 – Modelo de efectos mixtos: Severidad vs. fecha del incidente, tipo de incidente, SCM, Gestión de configuración, otros (GC), soporte TI, y otros (CD).....</i>	396
5.5.	<i>Análisis multivariante 5 – Modelo de efectos mixtos: Severidad vs. fecha del incidente, tipo de incidente, EIA, Gestión de calidad, Gestión medio ambiental, y gestión de seguridad y salud ocupacional.....</i>	399
APÉNDICE L: MODELADO Y SIMULACIÓN DEL SUMINISTRO DE COMBUSTIBLE		402
1.	Definición de problema	402
2.	Desarrollo de modelo.....	402
2.1.	<i>Nombre del modelo.....</i>	402
2.2.	<i>Sistema dinámico.....</i>	403
2.3.	<i>Recurso informático para la construcción del modelo</i>	405

3.	Recolección de datos	405
4.	Desarrollo de una solución	405
5.	Pruebas de la solución	405
6.	Análisis de resultados	406
6.1.	<i>Simulación en modo original: MOSCOM – SGC bajo el sistema de gestión de contrato original</i>	407
6.2.	<i>Simulación en modo modificado: MOSCOM – SGC bajo el sistema de gestión de contrato integral (o modificado respecto del original)</i>	408
6.3.	<i>Análisis comparativo y vínculo con la investigación</i>	409
7.	Implementación de resultados	409
APÉNDICE M: RECOLECCIÓN DE DATOS PARA EL MODELADO Y SIMULACIÓN DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE CONTRATO.....		410
1.	Modelo de tiempo.....	410
2.	Limitaciones, y supuestos del modelo.....	410
2.1.	<i>Supuestos</i>	410
2.1.1.	<i>Supuesto 1: Consumo del bien</i>	410
2.1.2.	<i>Supuesto 2: Capacidad del suministro</i>	411
2.1.3.	<i>Supuesto 3: Capacidad de almacenamiento del contratista</i>	411
2.1.4.	<i>Supuesto 4: Supuestos de la operación original</i>	411
2.2.	<i>Limitaciones</i>	411
2.2.1.	<i>Limitación 1</i>	411
2.2.2.	<i>Limitación 2</i>	412
3.	Datos procedentes de la parte contratante (Las Bambas).....	412
3.1.	<i>Punto 1: Requerimiento del bien</i>	412
3.2.	<i>Punto 2: Capacidad de recepción del bien de Las Bambas</i>	412
3.3.	<i>Punto 3: Stock de Seguridad</i>	413
3.4.	<i>Punto 4: Comportamiento del consumo del bien (base = requerimiento del bien; reducción entre un 29% y 40%)</i>	413
4.	Datos procedentes de la parte contratada o contratista (PETROPERU)	414

Análisis de una operación industrial de suministro de combustible Diésel B-5 y desarrollo de solución de optimización basada en las metodologías del PMI, ISO 9000, ISO 14000 y OHSAS 18000

4.1.	<i>Punto 1: Comportamiento del suministro del bien (base = requerimiento del bien)</i>	414
4.2.	<i>Punto 2: Capacidad del contratista</i>	414
4.3.	<i>Punto 3: Capacidad de la Instalación de Almacenamiento de combustible</i>	414
5.	Parámetros de la simulación	415
APÉNDICE N: ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS SIMULACIONES DE LOS SISTEMAS DE GESTIÓN DE CONTRATO EN VERSIÓN ORIGINAL Y MODIFICADA		
		417
APÉNDICE O: ANÁLISIS DE ELEMENTOS (INVESTIGACIÓN EN FASE INTEGRADORA)		
		419
APÉNDICE P: ANÁLISIS COMPARATIVO DE CAPACIDAD (APLICACIÓN DOBLE DE ANÁLISIS DE CAPACIDAD DE POISSON)		
		421
1.	Especificaciones del análisis comparativo de capacidad	421
2.	Información de entrada	422
3.	Resultados	423
3.1.	<i>Análisis Comparativo de Capacidad 1: Proceso Línea base vs. Proceso Mejorado (Reducción de 75% de incidentes)</i>	423
3.2.	<i>Análisis Comparativo de Capacidad 2: Proceso Línea base vs. Proceso Mejorado (Reducción de 50% de incidentes)</i>	426
3.3.	<i>Análisis Comparativo de Capacidad 3: Proceso Línea base vs. Proceso Mejorado (Reducción de 25% de incidentes)</i>	429
APÉNDICE Q: ANÁLISIS PREDICTIVO: UNA APROXIMACIÓN DE APRENDIZAJE AUTOMÁTICO		
		432
1.	Aprendizaje sin supervisión	432
1.1.	<i>Análisis de componentes principales</i>	432
1.1.1.	<i>Agrupamiento k-means</i>	434
2.	Aprendizaje con supervisión	435
2.1.	<i>Evaluación de resultados en sistema original</i>	435
2.2.	<i>Evaluación de resultados en sistema modificado</i>	437
APÉNDICE R: ANÁLISIS PREDICTIVO: APROXIMACIÓN MEDIANTE EL MODELADO DINÁMICO DE SERIES TEMPORALES (MODELO AUTORREGRESIVO INTEGRADO DE PROMEDIO MÓVIL O ARIMA)		
		439
1.	Aplicación del modelo ARIMA para el Sistema Original	439

1.1.	<i>Paso 1: Autocorrelación</i>	439
1.2.	<i>Paso 2: Autocorrelación parcial</i>	442
1.3.	<i>Paso 3: Modelo ARIMA</i>	445
1.4.	<i>Paso 4: Resultados clave</i>	447
2.	Aplicación del modelo ARIMA para el Sistema Modificado	448
2.1.	<i>Paso 1: Autocorrelación</i>	448
2.2.	<i>Paso 2: Autocorrelación parcial</i>	451
2.3.	<i>Paso 3: Modelo ARIMA</i>	454
2.4.	<i>Paso 4: Resultados clave</i>	456
APÉNDICE S: REPORTES DE RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN.....		457
1.	Visualización gráfica del estudio.....	457
2.	Reporte de resultados de investigación en fase cualitativa.....	458
3.	Reporte de resultados de investigación en fase cuantitativa.....	461
4.	Reporte de resultados de investigación en fase integradora.....	466

LISTA DE TABLAS

INDICADORES DE EVALUACIÓN SOCIAL.....	6
ALTERNATIVA TÉCNICA SELECCIONADA.....	6
SEGMENTOS EN LA CADENA DE VALOR DE LOS HIDROCARBUROS.....	14
IMPACTO ECONÓMICO DIRECTO	21
CONTRATACIÓN DE EMPLEADOS LOCALES	21
VOLUMEN DE ADQUISICIONES DE MATERIALES Y SERVICIOS	22
COMPONENTES DEL MODELO DE NEGOCIO.....	57
ELEMENTOS DEL OBJETO DE UN CONTRATO DE SUMINISTRO	59
ÍNDICES DE SEGURIDAD EN EL PROYECTO MINERO LAS BAMBAS	68
INDICADORES EN MATERIA DE GESTIÓN DE RESIDUOS, UTILIZACIÓN DE AGUA, EMISIONES E INCIDENTES AMBIENTALES	68
DESCRIPCIÓN DE PROCESOS.....	71
MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	79
UNIDADES DE ANÁLISIS DEL TIPO CONSTANTE.....	94
CODIFICACIÓN DE CATEGORÍA: IDENTIFICACIÓN.....	95
CODIFICACIÓN DE CATEGORÍA: DESCRIPCIÓN	95
CODIFICACIÓN DE CATEGORÍA: CLASIFICACIÓN.....	96
CODIFICACIÓN DE CATEGORÍA: ANÁLISIS CAUSAL	97
CODIFICACIÓN DE CATEGORÍA: OPORTUNIDAD DE MEJORA	98
AGRUPAMIENTO DE UNIDADES PARA LAS CATEGORÍAS: IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN, CLASIFICACIÓN, ANÁLISIS CAUSAL, Y OPORTUNIDAD DE MEJORA	100
ACEPTACIÓN DE LOS SUBSISTEMAS DE CATEGORÍAS.....	110
MATRIZ DE DATOS	112
GRUPOS DE CATEGORÍAS GENERADAS EN INVESTIGACIÓN EN FASE CUALITATIVA POR PROCESOS DE SUMINISTRO DE COMBUSTIBLE	118
TASAS DE CANTIDAD DE CASOS Y MAGNITUD DE LA SEVERIDAD RESPECTO DEL TOTAL DE CASOS Y MAGNITUD DE LA SEVERIDAD DE LA INVESTIGACIÓN.....	124
RAZONES ENTRE CATEGORÍAS RELATIVAS A LOS PROCESOS DE SUMINISTRO EN BASE AL NÚMERO DE CASOS	124

RAZONES ENTRE CATEGORÍAS RELATIVAS A LOS PROCESOS DE SUMINISTRO EN BASE AL NIVEL DE SEVERIDAD	125
ASPECTOS BÁSICOS DEL MÉTODO PARA DETERMINAR LA CONFIABILIDAD	125
RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS DE ELEMENTOS	127
MÉTODO UTILIZADO PARA EL CÁLCULO DE LA VALIDEZ	128
VALIDEZ DEL INSTRUMENTO DE MEDICIÓN	128
INFORME DE RESUMEN	132
ANÁLISIS PARAMÉTRICO	133
ANÁLISIS MULTIVARIANTE – MÉTODO DE REGRESIÓN MÚLTIPLE	134
ANÁLISIS MULTIVARIANTE – MODELO LINEAL GENERAL	135
ANÁLISIS MULTIVARIANTE – MODELO DE EFECTOS MÚLTIPLES (DATOS GENERALES Y CLASIFICACIÓN)	137
ANÁLISIS MULTIVARIANTE – MODELO DE EFECTOS MÚLTIPLES (ANÁLISIS CAUSAL).....	138
ANÁLISIS MULTIVARIANTE – MODELO DE EFECTOS MÚLTIPLES (BLOQUE DE RELACIONES)	141
ANÁLISIS DE CONTENIDO	144
DATOS RECOLECTADOS	148
MATRIZ DE DATOS	149
TASAS Y RAZONES	152
ASPECTOS BÁSICOS DEL MÉTODO PARA DETERMINAR LA CONFIABILIDAD	153
ASPECTOS BÁSICOS DEL MÉTODO PARA DETERMINAR LA CONFIABILIDAD	153
MÉTODO UTILIZADO PARA EL CÁLCULO DE LA VALIDEZ	153
VALIDEZ DEL INSTRUMENTO DE MEDICIÓN	154
RESULTADOS DEL ANÁLISIS COMPARATIVO DE CAPACIDAD.....	155
ESPECIFICACIÓN DEL ANÁLISIS PREDICTIVO	157
DATOS DE ENTRADA PARA LA APROXIMACIÓN MEDIANTE EL MODELADO DINÁMICO DE SERIES TEMPORALES	157
DATOS DE ENTRADA PARA LA APROXIMACIÓN DE APRENDIZAJE AUTOMÁTICO	157
MODELO Y TÉRMINOS DEL MODELO (SISTEMA ORIGINAL)	161
MODELO Y TÉRMINOS DEL MODELO (SISTEMA MODIFICADO)	162
MODELADO Y RESULTADOS DE APRENDIZAJE AUTOMÁTICO APLICANDO EL ALGORITMO DE APRENDIZAJE SIN SUPERVISIÓN	163

MODELADO Y RESULTADOS DE APRENDIZAJE AUTOMÁTICO APLICANDO EL ALGORITMO DE APRENDIZAJE CON SUPERVISIÓN	164
EVALUACIÓN DE ALGORITMOS	168
DATOS RECOLECTADA	173
INGRESO POTENCIAL POR INCREMENTO EN VENTAS INDUSTRIALES EN SOLES (NO SE INCLUYE IGV).....	174
INGRESO TRIBUTARIO POTENCIAL DEL GOBIERNO CENTRAL EN SOLES POR CONCEPTO DE INCREMENTO EN RECAUDACIÓN DE IMPUESTO GENERAL A LAS VENTAS E IMPUESTO SELECTIVO AL CONSUMO	174
IDENTIFICACIÓN DE ALTERNATIVAS TÉCNICAS	222
METAS DE PRODUCTOS.....	224
REQUERIMIENTO DE RECURSOS.....	225
COSTOS DE LA ALTERNATIVA TÉCNICA 3 – INVESTIGACIÓN MIXTA	226
BENEFICIOS SOCIALES	228
ALTERNATIVAS TÉCNICAS 1, 2 Y 3: BENEFICIOS SOCIALES EN TÉRMINOS MONETARIOS.....	229
ALTERNATIVA TÉCNICA 3: COSTOS SOCIALES	230
ALTERNATIVA TÉCNICA 1: FLUJOS DE EFECTIVO SOCIALES Y VALOR ACTUAL NETO SOCIAL (VANS) USANDO UNA TASA DE DESCUENTO SOCIAL (TDS)	232
ALTERNATIVA TÉCNICA 2: FLUJOS DE EFECTIVO SOCIALES Y VALOR ACTUAL NETO SOCIAL (VANS) USANDO UNA TASA DE DESCUENTO SOCIAL (TDS)	232
ALTERNATIVA TÉCNICA 3: FLUJOS DE EFECTIVO SOCIALES Y VALOR ACTUAL NETO SOCIAL (VANS) USANDO UNA TASA DE DESCUENTO SOCIAL (TDS)	233
ALTERNATIVA TÉCNICA 1: FLUJOS DE EFECTIVO SOCIALES Y VALOR ACTUAL NETO SOCIAL (VANS) USANDO LA TASA DE INTERNA DE RETORNO SOCIAL (TIRS).....	233
ALTERNATIVA TÉCNICA 3: FLUJOS DE EFECTIVO SOCIALES Y VALOR ACTUAL NETO SOCIAL (VANS) USANDO LA TASA DE INTERNA DE RETORNO SOCIAL (TIRS).....	234
INDICADORES DE EVALUACIÓN SOCIAL.....	235
ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	235
FACTORES DE INTERRUPCIÓN DE SOSTENIBILIDAD DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	236
INFORME AMBIENTAL DE IDENTIFICACIÓN DE LOS IMPACTOS MÁS SIGNIFICATIVOS EN LA FASE DE FUNCIONAMIENTO	237

MATRIZ DE MARCO LÓGICO.....	240
CUENTAS DE EGRESOS.....	242
CUENTA 6011 MUEBLES Y ENSERES.....	243
CUENTA 6018 OTRAS MERCADERÍAS – PARTE 1	243
CUENTA 6018 OTRAS MERCADERÍAS – PARTE 2	244
CUENTA 621 REMUNERACIONES	244
CUENTA 624 CAPACITACIÓN	245
CUENTA 625 ATENCIÓN AL PERSONAL	245
CUENTA 626 GERENTES	246
CUENTA 6272 RÉGIMEN DE PENSIONES	246
CUENTA 6291 PENSIONES Y JUBILACIONES (GERENTE).....	246
CUENTA 6291 PENSIONES Y JUBILACIONES (INVESTIGADOR).....	247
CUENTA 6291 PENSIONES Y JUBILACIONES (SOPORTE ADMINISTRATIVO)	247
CUENTA 6312 CORREOS	248
CUENTA 6315 OTROS GASTOS DE VIAJE	248
CUENTA 6321 ASESORÍA ADMINISTRATIVA	249
CUENTA 6343 MANTENIMIENTO - INMUEBLES, MAQUINARIA Y EQUIPO	249
CUENTA 635 ALQUILERES	249
CUENTA 636 SERVICIOS BÁSICOS	250
CUENTA 6411 IMPUESTO GENERAL A LAS VENTAS Y SELECTIVO AL CONSUMO.....	250
CUENTA 6434 LICENCIA DE FUNCIONAMIENTO	251
CUENTA 651 SEGUROS	251
CUENTA 653 SUSCRIPCIONES	251
CUENTA 656 SUMINISTROS.....	252
CUENTA 6591 DONACIONES	252
CUENTA 6731 PRÉSTAMOS DE INSTITUCIONES FINANCIERAS Y OTRAS ENTIDADES	253
CUENTA 6814 DEPRECIACIÓN DE INMUEBLES, MAQUINARIA Y EQUIPO – COSTO.....	253
CUENTA 682 AMORTIZACIÓN DE INTANGIBLES	254
CUENTAS DE INGRESOS	255
CUENTAS DE INGRESOS	256
CUENTA 70 VENTAS	257

CUENTA 7224 MUEBLES Y ENSERES.....	257
CUENTA 7225 EQUIPOS DIVERSOS	258
CUENTA 7231 PROGRAMAS DE COMPUTADORA (SOFTWARE)	259
CUENTA 759 OTROS INGRESOS DE GESTIÓN.....	260
CUENTAS DE SALDOS INTERMEDIARIOS DE GESTIÓN Y LA DETERMINACIÓN DEL RESULTADO	261
CUENTA 80 MARGEN COMERCIAL.....	262
CUENTA 81 PRODUCCIÓN DEL EJERCICIO	263
CUENTA 82 VALOR AGREGADO	263
CUENTA 83 EXCEDENTE BRUTO (INSUFICIENCIA BRUTA) DE EXPLOTACIÓN.....	264
CUENTA 84 RESULTADO DE EXPLOTACIÓN	266
CUENTA 85 RESULTADO ANTES DE PARTICIPACIONES E IMPUESTOS	267
CUENTA 89 DETERMINACIÓN DEL RESULTADO DEL EJERCICIO.....	268
DICCIONARIO DE DATOS (DATA DICTIONARY).....	271
LISTA DE VARIABLES O ELEMENTOS PARA EL ANÁLISIS	278
MATRIZ DE CORRELACIÓN.....	279
ESTADÍSTICAS TOTALES DE ELEMENTOS	279
ALFA DE CRONBACH	280
PRE REQUISITOS PARA LA APLICACIÓN DEL MODELO DE WINTERS	285
CONSTANTES DE SUAVIZACIÓN.....	285
MEDIDAS DE EXACTITUD.....	286
RESUMEN DEL MODELO Y PRONÓSTICOS.....	286
PARÁMETROS DE LA SIMULACIÓN.....	415
ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS SIMULACIONES DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE CONTRATO EN VERSIÓN ORIGINAL E INTEGRAL (O MODIFICADA)	417
LISTA DE VARIABLES O ELEMENTOS PARA EL ANÁLISIS	419
ESPECIFICACIONES DEL ANÁLISIS COMPARATIVO DE CAPACIDAD	421
INFORMACIÓN DE ENTRADA.....	422
FUNCIÓN DE AUTOCORRELACIÓN: AUTOCORRELACIONES DE OCURRENCIA (SISTEMA ORIGINAL).....	439

FUNCIÓN DE AUTOCORRELACIÓN PARCIAL: AUTOCORRELACIONES PARCIALES PARA OCURRENCIA (SISTEMA ORIGINAL).....	442
MODELO Y TÉRMINOS DEL MODELO (SISTEMA ORIGINAL)	445
ESTIMACIONES EN CADA ITERACIÓN (SISTEMA ORIGINAL).....	446
ESTIMACIONES FINALES DE LOS PARÁMETROS (SISTEMA ORIGINAL).....	447
SUMAS DE LOS CUADRADOS DE LOS RESIDUOS (SISTEMA ORIGINAL)	447
ESTADÍSTICO DE CHI-CUADRADA MODIFICADO DE BOX-PIERCE (LJUNG-BOX) (SISTEMA ORIGINAL).....	447
FUNCIÓN DE AUTOCORRELACIÓN: AUTOCORRELACIONES DE OCURRENCIA (SISTEMA MODIFICADO).....	448
FUNCIÓN DE AUTOCORRELACIÓN PARCIAL: AUTOCORRELACIONES PARCIALES PARA OCURRENCIA (SISTEMA MODIFICADO).....	451
MODELO Y TÉRMINOS DEL MODELO (SISTEMA MODIFICADO)	454
ESTIMACIONES EN CADA ITERACIÓN (SISTEMA ORIGINAL).....	455
ESTIMACIONES FINALES DE LOS PARÁMETROS (SISTEMA MODIFICADO).....	455
SUMAS DE LOS CUADRADOS DE LOS RESIDUOS (SISTEMA ORIGINAL)	455
ESTADÍSTICO DE CHI-CUADRADA MODIFICADO DE BOX-PIERCE (LJUNG-BOX) (SISTEMA ORIGINAL).....	455
REPORTE DE RESULTADOS DE INVESTIGACIÓN EN FASE CUALITATIVA.....	458
REPORTE DE RESULTADOS DE INVESTIGACIÓN EN FASE CUANTITATIVA.....	461
REPORTE DE RESULTADOS DE INVESTIGACIÓN EN FASE INTEGRADA	466

LISTA DE FIGURAS

<i>FIGURA 2.1.</i> DIMENSIONES DE COMPETENCIA	13
<i>FIGURA 2.2.</i> CADENA DE VALOR DEL PETRÓLEO Y SUS DERIVADOS	15
<i>FIGURA 2.3.</i> REACCIÓN DE LA DEMANDA DE COMBUSTIBLE A CORTO Y LARGO PLAZO ANTE CAMBIOS EN EL PRECIO	16
<i>FIGURA 2.4.</i> MÉTRICAS DE LA CADENA DE SUMINISTRO DE COMBUSTIBLE	17
<i>FIGURA 2.5.</i> PROCESOS DE OBTENCIÓN DE CU EN XSTRATA COPPER.	19
<i>FIGURA 2.6.</i> BENEFICIOS DEL COBRE	20
<i>FIGURA 2.7.</i> ESTRUCTURA DE GOBIERNO DE DESARROLLO SOSTENIBLE	20
<i>FIGURA 2.8.</i> ÁREAS DE INFLUENCIA AMBIENTAL Y CARACTERÍSTICAS AMBIENTALES.....	23
<i>FIGURA 2.9.</i> COMPONENTES DEL PROYECTO MINERO LAS BAMBAS.....	24
<i>FIGURA 2.10.</i> POSIBLES IMPACTOS AMBIENTALES DEL PROYECTO MINERO LAS BAMBAS	25
<i>FIGURA 2.11.</i> POSIBLES IMPACTOS SOCIALES DEL PROYECTO MINERO LAS BAMBAS	26
<i>FIGURA 2.12.</i> COMPONENTES QUE COMPRENDEN MEDIDAS DE PREVENCIÓN, CONTROL Y MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.....	27
<i>FIGURA 2.13.</i> ESTRUCTURA DEL PLAN DE RELACIONES COMUNITARIAS DEL PROYECTO MINERO LAS BAMBAS	28
<i>FIGURA 2.14.</i> ESTÁNDARES DEL PMI A UTILIZARSE EN LA INVESTIGACIÓN	29
<i>FIGURA 2.15.</i> RELACIONES PRINCIPALES ENTRE TEORÍAS Y MODELOS QUE INSPIRAN LA INVESTIGACIÓN.....	39
<i>FIGURA 2.16.</i> GRUPOS DE PROCESOS DE LA DIRECCIÓN DE PROYECTOS	40
<i>FIGURA 2.17.</i> CICLO DE VIDA DEL PROYECTO	41
<i>FIGURA 2.18.</i> FASES TÍPICAS EN UN PROYECTO GUBERNAMENTAL.....	42
<i>FIGURA 2.19.</i> ENFOQUE DEL ANÁLISIS CUANTITATIVO.....	43
<i>FIGURA 2.20.</i> INDICADORES PARA LA GESTIÓN DE VALOR GANADO	44
<i>FIGURA 2.21.</i> ESTRUCTURA DE ANÁLISIS DE RIESGO	45
<i>FIGURA 2.22.</i> CICLO OPM3	46
<i>FIGURA 2.23.</i> ELEMENTOS DEL MARCO PARA LA EJECUCIÓN DE ESTRATEGIA DE GESTIÓN ORGANIZACIONAL DE PROYECTO CON SOPORTE DE GESTIÓN DE CAMBIO.....	47
<i>FIGURA 2.24.</i> PROCESO DE EVALUACIÓN DE COMPLEJIDAD (PMI).....	48
<i>FIGURA 2.25.</i> GESTIÓN DE CADENA DE SUMINISTRO DE DIÉSEL B-5	49

<i>FIGURA 2.26. EFECTIVIDAD DEL MODELO DE DESARROLLO SOSTENIBLE DEL PROYECTO</i>	
MINERO LAS BAMBAS	51
<i>FIGURA 2.27. MAPA DE LA CADENA DE SUMINISTRO DE COMBUSTIBLE DEL CONTRATO CB-</i>	
029-12.....	70
<i>FIGURA 2.28. ELEMENTOS DE REFERENCIA PARA LOS PRECIOS EN LAS ACTIVIDADES DE</i>	
HIDROCARBUROS	73
<i>FIGURA 2.29. INSTRUMENTOS DE SUPERVISIÓN EN EL SUBSECTOR DE HIDROCARBUROS</i>	
LÍQUIDOS	74
<i>FIGURA 3.1. ESQUEMA DEL DISEÑO EXPLORATORIO SECUENCIAL</i>	81
<i>FIGURA 3.2. PROCESO DE ANÁLISIS Y RECOLECCIÓN DE DATOS CUALITATIVOS</i>	85
<i>FIGURA 3.3. PROCESO DE ANÁLISIS Y RECOLECCIÓN DE DATOS CUANTITATIVOS</i>	87
<i>FIGURA 4.1. EVIDENCIAS DOCUMENTARIAS</i>	93
<i>FIGURA 4.2. RELACIÓN TEMPORAL Y CAUSAL ENTRE CATEGORÍAS.....</i>	101
<i>FIGURA 4.3. MAPA DEL ANÁLISIS DEL ESTUDIO.</i>	102
<i>FIGURA 4.4. MODELO TEÓRICO PARA LA MEJORA DEL MODELO DE NEGOCIO DEL CONTRATO</i>	
CB-029-12	103
<i>FIGURA 4.5. PRESUNCIÓN DE VÍNCULOS PRINCIPALES.....</i>	105
<i>FIGURA 5.1. DASHBOARD PARA LAS CATEGORÍAS IDENTIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN.....</i>	113
<i>FIGURA 5.2. DASHBOARD PARA LAS CATEGORÍAS DESCRIPCIÓN Y CLASIFICACIÓN.....</i>	114
<i>FIGURA 5.3. DASHBOARD PARA LA CATEGORÍA ANÁLISIS CAUSAL Y LA SUB CATEGORÍA</i>	
CAUSA INMEDIATA.....	115
<i>FIGURA 5.4. DASHBOARD PARA LA CATEGORÍA ANÁLISIS CAUSAL Y LAS SUB CATEGORÍAS</i>	
CAUSA BÁSICA E INEFECTIVIDAD DE CONTROL.....	116
<i>FIGURA 5.5. DASHBOARD PARA LA CATEGORÍA OPORTUNIDAD DE MEJORA</i>	117
<i>FIGURA 5.6. DASHBOARD PARA LA DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS DE LOS INCIDENTES</i>	
PONDERADOS SEGÚN EL NIVEL DE SEVERIDAD DE LOS PROCESOS DE SUMINISTROS DE	
COMBUSTIBLE (PARTE 1).....	119
<i>FIGURA 5.7. DASHBOARD PARA LA DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS DE LOS INCIDENTES</i>	
PONDERADOS SEGÚN EL NIVEL DE SEVERIDAD DE LOS PROCESOS DE SUMINISTROS DE	
COMBUSTIBLE (PARTE 2).....	120

<i>FIGURA 5.8.</i> DASHBOARD PARA LA ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA DE INCIDENTES PONDERADOS SEGÚN NIVEL DE SEVERIDAD DE LOS PROCESOS DE SUMINISTROS DE COMBUSTIBLE (PARTE 1)	121
<i>FIGURA 5.9.</i> DASHBOARD PARA LA ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA DE INCIDENTES PONDERADOS SEGÚN NIVEL DE SEVERIDAD DE LOS PROCESOS DE SUMINISTROS DE COMBUSTIBLE (PARTE 2)	122
<i>FIGURA 5.10.</i> RESUMEN GRÁFICO DE LA ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA DE INCIDENTES PONDERADOS SEGÚN NIVEL DE SEVERIDAD PARA LA EJECUCIÓN DEL SUMINISTRO DE COMBUSTIBLE EN PERIODO REFERENCIAL	123
<i>FIGURA 5.11.</i> ESTADÍGRAFOS DE LA MUESTRA REFERENCIAL DE 274 CASOS	130
<i>FIGURA 5.12.</i> PARÁMETROS DE LA POBLACIÓN DE OCURRENCIAS (PRONÓSTICOS CON REDONDEO)	131
<i>FIGURA 6.1.</i> ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS PARA LAS VARIABLES UNIDADES SUMINISTRADAS DIARIAS EN SISTEMA DE GESTIÓN DE CONTRATO ORIGINAL Y MODIFICADO	149
<i>FIGURA 6.2.</i> HISTOGRAMA DE DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS DE LAS UNIDADES SUMINISTRADAS DIARIAS EN SISTEMA DE GESTIÓN DE CONTRATO ORIGINAL Y MODIFICADO	150
<i>FIGURA 6.3.</i> DASHBOARD DE ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA PARA LAS VARIABLES UNIDADES SUMINISTRADAS DIARIAS EN SISTEMA DE GESTIÓN DE CONTRATO ORIGINAL Y MODIFICADO	151
<i>FIGURA 6.4.</i> DASHBOARD DE DATOS DE ENTRADA PARA EL MODELO ARIMA.....	159
<i>FIGURA 6.5.</i> DASHBOARD DE DATOS DE ENTRADA PARA APRENDIZAJE AUTOMÁTICO – APRENDIZAJE SIN SUPERVISIÓN	160
<i>FIGURA 6.6.</i> DASHBOARD DE DATOS DE ENTRADA PARA APRENDIZAJE AUTOMÁTICO – APRENDIZAJE CON SUPERVISIÓN.....	161
<i>FIGURA 6.7.</i> DASHBOARD DE RESULTADOS PARA EL MODELO ARIMA.....	165
<i>FIGURA 6.8.</i> DASHBOARD DE RESULTADOS PARA APRENDIZAJE AUTOMÁTICO – APRENDIZAJE SIN SUPERVISIÓN.....	166
<i>FIGURA 6.9.</i> DASHBOARD DE RESULTADOS PARA APRENDIZAJE AUTOMÁTICO – APRENDIZAJE CON SUPERVISIÓN	167
<i>FIGURA 6.10.</i> DASHBOARD DE CONSOLIDACIÓN DE RESULTADOS	175

<i>FIGURA A.1.</i> HORIZONTE DE EVALUACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	221
<i>FIGURA A.2.</i> ORGANIGRAMA DEL PROYECTO.....	238
<i>FIGURA E.1.</i> CALENDARIO DE INVESTIGACIÓN	269
<i>FIGURA F.1.</i> DIAGRAMA ENTIDAD - RELACIÓN.	270
<i>FIGURA G.1.</i> DASHBOARD DE MATRIZ DE VARIABLES PARA LOS ANÁLISIS DE ELEMENTOS.	281
<i>FIGURA H.1.</i> DESCOMPOSICIÓN DE SERIES DE TIEMPO PARA OCURRENCIA – MODELO ADITIVO	283
<i>FIGURA H.2.</i> DESCOMPOSICIÓN DE SERIES DE TIEMPO PARA OCURRENCIA – MODELO MULTIPLICATIVO.....	284
<i>FIGURA H.3.</i> DASHBOARD DEL MÉTODO DE WINTERS DE OCURRENCIA – MODELO ADITIVO	287
<i>FIGURA H.4.</i> DASHBOARD DEL MÉTODO DE WINTERS DE OCURRENCIA – MODELO MULTIPLICATIVO	288
<i>FIGURA H.5.</i> FÓRMULA DEL MODELO ADITIVO.....	290
<i>FIGURA H.6.</i> FÓRMULA DEL MODELO MULTIPLICATIVO	290
<i>FIGURA I.1.</i> INFORME DE RESUMEN	292
<i>FIGURA I.2.</i> INFORME DE DIAGNÓSTICO	293
<i>FIGURA I.3.</i> TARJETA DE INFORME	294
<i>FIGURA I.4.</i> INFORME DE RESUMEN	295
<i>FIGURA I.5.</i> INFORME DE DIAGNÓSTICO	296
<i>FIGURA I.6.</i> TARJETA DE INFORME	297
<i>FIGURA I.7.</i> INFORME DE RESUMEN	298
<i>FIGURA I.8.</i> INFORME DE DIAGNÓSTICO	299
<i>FIGURA I.9.</i> TARJETA DE INFORME	300
<i>FIGURA J.1.</i> HOJA DE RESULTADO DE ANOVA DE UN SOLO FACTOR: DG_FECHA DE INCIDENTE VS. C_TIPO DE INCIDENTE	302
<i>FIGURA J.2.</i> ICS SIMULTÁNEOS DE 95% DE TUKEY; DIFERENCIAS DE LAS MEDIAS PARA DG_FECHA DEL INCIDENTE.....	303
<i>FIGURA J.3.</i> GRÁFICA DE INTERVALOS DE DG_FECHA DEL INCIDENTE VS. C_TIPO DE INCIDENTE	303

<i>FIGURA J.4.</i> GRÁFICA DE VALORES INDIVIDUALES DE DG_FECHA DEL INCIDENTE VS. C_TIPO DE INCIDENTE	304
<i>FIGURA J.5.</i> GRÁFICA DE CAJA DE DG_FECHA DEL INCIDENTE.....	304
<i>FIGURA J.6.</i> GRÁFICAS DE RESIDUOS PARA DG_FECHA DEL INCIDENTE	305
<i>FIGURA J.7.</i> INFORME DE RESUMEN	306
<i>FIGURA J.8.</i> TARJETA DE INFORME	307
<i>FIGURA J.9.</i> INFORME DE PREDICCIÓN.....	308
<i>FIGURA J.10.</i> INFORME DE DIAGNÓSTICO.....	309
<i>FIGURA J.11.</i> INFORME DE SELECCIÓN DE MODELO.....	310
<i>FIGURA K.1.</i> INFORME DE RESUMEN.....	311
<i>FIGURA K.2.</i> INFORME DE EFECTOS	312
<i>FIGURA K.3.</i> INFORME DE DIAGNÓSTICO	313
<i>FIGURA K.4.</i> INFORME DE CONSTRUCCIÓN DE MODELO.....	314
<i>FIGURA K.5.</i> INFORME DE ECUACIONES DEL MODELO	315
<i>FIGURA K.6.</i> TARJETA DE INFORME	316
<i>FIGURA K.7.</i> INFORME DE RESUMEN.....	317
<i>FIGURA K.8.</i> INFORME DE DIAGNÓSTICO	318
<i>FIGURA K.9.</i> INFORME DE CONSTRUCCIÓN DEL MODELO.....	319
<i>FIGURA K.10.</i> INFORME DE PREDICCIÓN Y OPTIMIZACIÓN	320
<i>FIGURA K.11.</i> TARJETA DE INFORME	321
<i>FIGURA K.12.</i> INFORME DE RESUMEN.....	322
<i>FIGURA K.13.</i> INFORME DE DIAGNÓSTICO	323
<i>FIGURA K.14.</i> INFORME DE CONSTRUCCIÓN DE MODELO.....	324
<i>FIGURA K.15.</i> INFORME DE PREDICCIÓN Y OPTIMIZACIÓN	325
<i>FIGURA K.16.</i> TARJETA DE INFORME	326
<i>FIGURA K.17.</i> INFORME DE RESUMEN.....	327
<i>FIGURA K.18.</i> TARJETA DE DIAGNÓSTICO	328
<i>FIGURA K.19.</i> INFORME DE CONSTRUCCIÓN DE MODELO.....	329
<i>FIGURA K.20.</i> INFORME DE PREDICCIÓN Y OPTIMIZACIÓN	330
<i>FIGURA K.21.</i> TARJETA DE INFORME	331
<i>FIGURA K.22.</i> INFORME DE RESUMEN.....	332

<i>FIGURA K.23.</i> INFORME DE EFECTOS	333
<i>FIGURA K.24.</i> INFORME DE DIAGNOSTICO	334
<i>FIGURA K.25.</i> INFORME DE CONSTRUCCIÓN DE MODELO.....	335
<i>FIGURA K.26.</i> INFORME DE ECUACIONES DEL MODELO	336
<i>FIGURA K.27.</i> TARJETA DE INFORME	337
<i>FIGURA K.28.</i> HOJA DE RESULTADOS – PARTE 1/2.....	338
<i>FIGURA K.29.</i> HOJA DE RESULTADOS – PARTE 2/2.....	339
<i>FIGURA K.30.</i> GRÁFICA DE RESIDUOS	340
<i>FIGURA K.31.</i> HOJA DE RESULTADOS MINITAB – PARTE 1/3.....	341
<i>FIGURA K.32.</i> HOJA DE RESULTADOS – PARTE 2/3.....	342
<i>FIGURA K.33.</i> HOJA DE RESULTADOS – PARTE 3/3.....	343
<i>FIGURA K.34.</i> GRÁFICA DE RESIDUOS	344
<i>FIGURA K.35.</i> HOJA DE RESULTADOS – PARTE 1/4.....	345
<i>FIGURA K.36.</i> HOJA DE RESULTADOS – PARTE 2/4.....	346
<i>FIGURA K.37.</i> HOJA DE RESULTADOS – PARTE 3/4.....	347
<i>FIGURA K.38.</i> HOJA DE RESULTADOS – PARTE 4/4.....	348
<i>FIGURA K.39.</i> GRÁFICA DE RESIDUOS	348
<i>FIGURA K.40.</i> HOJA DE RESULTADOS – PARTE 1/3.....	349
<i>FIGURA K.41.</i> HOJA DE RESULTADOS – PARTE 2/3.....	350
<i>FIGURA K.42.</i> HOJA DE RESULTADOS – PARTE 3/3.....	350
<i>FIGURA K.43.</i> GRÁFICA DE RESIDUOS	351
<i>FIGURA K.44.</i> HOJA DE RESULTADOS – PARTE 1/4.....	352
<i>FIGURA K.45.</i> HOJA DE RESULTADOS – PARTE 2/4.....	353
<i>FIGURA K.46.</i> HOJA DE RESULTADOS – PARTE 3/4.....	354
<i>FIGURA K.47.</i> HOJA DE RESULTADOS – PARTE 4/4.....	355
<i>FIGURA K.48.</i> GRÁFICA DE RESIDUOS - SEVERIDAD.....	355
<i>FIGURA K.49.</i> GRÁFICA DE RESIDUOS – NÚMERO DE RESPONSABLES.....	356
<i>FIGURA K.50.</i> HOJA DE RESULTADOS – PARTE 1/5.....	357
<i>FIGURA K.51.</i> HOJA DE RESULTADOS – PARTE 2/5.....	358
<i>FIGURA K.52.</i> HOJA DE RESULTADOS – PARTE 3/5.....	359
<i>FIGURA K.53.</i> HOJA DE RESULTADOS – PARTE 4/5.....	360

<i>FIGURA K.54.</i> HOJA DE RESULTADOS – PARTE 5/5	361
<i>FIGURA K.55.</i> GRÁFICA DE RESIDUOS – SEVERIDAD	361
<i>FIGURA K.56.</i> GRÁFICA DE RESIDUOS – NÚMERO DE RESPONSABLES.....	362
<i>FIGURA K.57.</i> HOJA DE RESULTADOS – PARTE 1/6.....	363
<i>FIGURA K.58.</i> HOJA DE RESULTADOS – PARTE 2/6.....	364
<i>FIGURA K.59.</i> HOJA DE RESULTADOS – PARTE 3/6.....	365
<i>FIGURA K.60.</i> HOJA DE RESULTADOS – PARTE 4/6.....	366
<i>FIGURA K.61.</i> HOJA DE RESULTADOS – PARTE 5/6.....	367
<i>FIGURA K.62.</i> GRÁFICA DE RESIDUOS – SEVERIDAD	368
<i>FIGURA K.63.</i> GRÁFICA DE RESIDUOS – NÚMERO DE RESPONSABLES.....	368
<i>FIGURA K.64.</i> HOJA DE RESULTADOS – PARTE 1/3	369
<i>FIGURA K.65.</i> HOJA DE RESULTADOS – PARTE 2/3	370
<i>FIGURA K.66.</i> HOJA DE RESULTADOS – PARTE 3/3.....	371
<i>FIGURA K.67.</i> GRÁFICA DE RESIDUOS – SEVERIDAD	372
<i>FIGURA K.68.</i> HOJA DE RESULTADOS – PARTE 1/2.....	373
<i>FIGURA K.69.</i> HOJA DE RESULTADOS – PARTE 2/2.....	374
<i>FIGURA K.70.</i> GRÁFICA DE RESIDUOS – SEVERIDAD	375
<i>FIGURA K.71.</i> HOJA DE RESULTADOS – PARTE 1/2.....	377
<i>FIGURA K.72.</i> HOJA DE RESULTADOS – PARTE 2/2.....	378
<i>FIGURA K.73.</i> HOJA DE RESULTADOS – PARTE 3/4.....	379
<i>FIGURA K.74.</i> HOJA DE RESULTADOS – PARTE 4/4.....	380
<i>FIGURA K.75.</i> GRÁFICA DE RESIDUOS – SEVERIDAD	380
<i>FIGURA K.76.</i> HOJA DE RESULTADOS – PARTE 1/2.....	381
<i>FIGURA K.77.</i> HOJA DE RESULTADOS – PARTE 2/2.....	382
<i>FIGURA K.78.</i> GRÁFICA DE RESIDUOS – SEVERIDAD	383
<i>FIGURA K.79.</i> HOJA DE RESULTADOS – PARTE 1/2.....	384
<i>FIGURA K.80.</i> HOJA DE RESULTADOS – PARTE 2/2.....	385
<i>FIGURA K.81.</i> GRÁFICA DE RESIDUOS – SEVERIDAD	386
<i>FIGURA K.82.</i> HOJA DE RESULTADOS – PARTE 1/2.....	387
<i>FIGURA K.83.</i> HOJA DE RESULTADOS – PARTE 2/2.....	388
<i>FIGURA K.84.</i> GRÁFICA DE RESIDUOS – SEVERIDAD	389

<i>FIGURA K.85.</i> HOJA DE RESULTADOS – PARTE 1/2.....	390
<i>FIGURA K.86.</i> HOJA DE RESULTADOS – PARTE 2/2.....	391
<i>FIGURA K.87.</i> GRÁFICA DE RESIDUOS – SEVERIDAD	392
<i>FIGURA K.88.</i> HOJA DE RESULTADOS – PARTE 1/2.....	393
<i>FIGURA K.89.</i> HOJA DE RESULTADOS – PARTE 2/2.....	394
<i>FIGURA K.90.</i> GRÁFICA DE RESIDUOS – SEVERIDAD	395
<i>FIGURA K.91.</i> HOJA DE RESULTADOS – PARTE 1/3.....	396
<i>FIGURA K.92.</i> HOJA DE RESULTADOS – PARTE 2/3.....	397
<i>FIGURA K.93.</i> HOJA DE RESULTADOS – PARTE 3/3.....	398
<i>FIGURA K.94.</i> GRÁFICA DE RESIDUOS – SEVERIDAD	398
<i>FIGURA K.95.</i> HOJA DE RESULTADOS – PARTE 1/2.....	399
<i>FIGURA K.96.</i> HOJA DE RESULTADOS – PARTE 2/2.....	400
<i>FIGURA K.97.</i> GRÁFICA DE RESIDUOS – SEVERIDAD	401
<i>FIGURA L.1.</i> DIAGRAMA DE CIRCUITO CAUSAL	403
<i>FIGURA L.2.</i> DIAGRAMA DE STOCK Y FLUJO.....	404
<i>FIGURA L.3.</i> PRESENTACIÓN DE LA EJECUCIÓN DEL MODELO MOSCOM-SGC PARA EL AGENTE DEL EXPERIMENTO – SISTEMA DE GESTIÓN DE CONTRATO ORIGINAL	407
<i>FIGURA L.4.</i> PRESENTACIÓN DE LA EJECUCIÓN DEL MODELO MOSCOM-SGC PARA EL AGENTE DEL EXPERIMENTO – SISTEMA DE GESTIÓN DE CONTRATO INTEGRAL (O MODIFICADO RESPECTO DEL SISTEMA ORIGINAL).....	408
<i>FIGURA O.1.</i> RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE ELEMENTOS.....	420
<i>FIGURA O.2.</i> GRÁFICO DE MATRIZ DE VARIABLES.....	420
<i>FIGURA P.1.</i> INFORME DE RESUMEN – ANÁLISIS COMPARATIVO DE CAPACIDAD 1: PROCESO LÍNEA BASE VS. PROCESO MEJORADO (REDUCCIÓN DE 75% DE INCIDENTES).....	423
<i>FIGURA P.2.</i> INFORME DE DIAGNÓSTICO – ANÁLISIS COMPARATIVO DE CAPACIDAD 1: PROCESO LÍNEA BASE VS. PROCESO MEJORADO (REDUCCIÓN DE 75% DE INCIDENTES)	424
<i>FIGURA P.3.</i> TARJETA DE INFORME – ANÁLISIS COMPARATIVO DE CAPACIDAD 1: PROCESO LÍNEA BASE VS. PROCESO MEJORADO (REDUCCIÓN DE 75% DE INCIDENTES).....	425
<i>FIGURA P.4.</i> INFORME DE RESUMEN – ANÁLISIS COMPARATIVO DE CAPACIDAD 2: PROCESO LÍNEA BASE VS. PROCESO MEJORADO (REDUCCIÓN DE 50% DE INCIDENTES).....	426

<i>FIGURA P.5.</i> INFORME DE DIAGNÓSTICO – ANÁLISIS COMPARATIVO DE CAPACIDAD 2: PROCESO LÍNEA BASE VS. PROCESO MEJORADO (REDUCCIÓN DE 50% DE INCIDENTES)	427
<i>FIGURA P.6.</i> TARJETA DE INFORME – ANÁLISIS COMPARATIVO DE CAPACIDAD 2: PROCESO LÍNEA BASE VS. PROCESO MEJORADO (REDUCCIÓN DE 50% DE INCIDENTES).....	428
<i>FIGURA P.7.</i> INFORME DE RESUMEN – ANÁLISIS COMPARATIVO DE CAPACIDAD 3: PROCESO LÍNEA BASE VS. PROCESO MEJORADO (REDUCCIÓN DE 25% DE INCIDENTES).....	429
<i>FIGURA P.8.</i> INFORME DE DIAGNÓSTICO – ANÁLISIS COMPARATIVO DE CAPACIDAD 3: PROCESO LÍNEA BASE VS. PROCESO MEJORADO (REDUCCIÓN DE 25% DE INCIDENTES)	430
<i>FIGURA P.9.</i> TARJETA DE INFORME – ANÁLISIS COMPARATIVO DE CAPACIDAD 3: PROCESO LÍNEA BASE VS. PROCESO MEJORADO (REDUCCIÓN DE 25% DE INCIDENTES).....	431
<i>FIGURA Q.1.</i> PCA (SISTEMA ORIGINAL).....	432
<i>FIGURA Q.2.</i> PCA (SISTEMA MODIFICADO).....	433
<i>FIGURA Q.3.</i> K-MEANS (SISTEMA ORIGINAL).....	434
<i>FIGURA Q.4.</i> K-MEANS (SISTEMA MODIFICADO)	434
<i>FIGURA Q.5.</i> EVALUACIÓN – TEST & SCORE (ORIGINAL)	435
<i>FIGURA Q.6.</i> PARÁMETROS DE LOS MODELOS (ORIGINAL).....	436
<i>FIGURA Q.7.</i> EVALUACIÓN – TEST & SCORE (SISTEMA MODIFICADO)	437
<i>FIGURA Q.8.</i> PARÁMETROS DE LOS MODELOS (SISTEMA MODIFICADO).....	438
<i>FIGURA R.1.</i> FUNCIÓN DE AUTOCORRELACIÓN PARA LA VARIABLE OCURRENCIA (SISTEMA ORIGINAL).....	442
<i>FIGURA R.2.</i> FUNCIÓN DE AUTOCORRELACIÓN PARCIAL PARA LA VARIABLE OCURRENCIA (SISTEMA ORIGINAL).....	445
<i>FIGURA R.3.</i> FUNCIÓN DE AUTOCORRELACIÓN PARA LA VARIABLE OCURRENCIA (SISTEMA MODIFICADO).....	450
<i>FIGURA R.4.</i> FUNCIÓN DE AUTOCORRELACIÓN PARCIAL PARA LA VARIABLE OCURRENCIA (SISTEMA MODIFICADO).....	453
<i>FIGURA S.1.</i> VISUALIZACIÓN GRÁFICA DE LA INVESTIGACIÓN TIPO DEXPLOS.....	457

ABREVIATURAS

PETROPERU	Petróleos del Perú – Petroperú
XSTRATA	Xstrata Las Bambas
SERVOSA	Servosa Cargo S.A.C.
MINAM	Ministerio del Ambiente
MINEM	Ministerio de Energía y Minas
PMI	Project Management Institute
OSINERGMIN	Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería
OCMAL	Observatorio de Conflictos Mineros de América Latina

RESUMEN

En el marco de la ejecución del megaproyecto minero Las Bambas, se tuvo regulada la operación industrial de suministro de combustible Diésel B-5 bajo el contrato CB-029-12 con una duración contractual de 5 años a partir del 2012. Se tienen como partes a Xstrata Copper, como entidad contratante, y a Petróleos del Perú – Petroperú, como entidad contratada. Por un lado, aparece Xstrata Copper como compañía minera global que opera en 19 países y es uno de los grandes productores de cobre; por otro lado, aparece Petróleos del Perú – Petroperú como empresa de propiedad del Estado Peruano y de derecho privado dedicada al transporte, refinación, distribución y comercialización de combustibles y otros productos derivados del petróleo. Adicionalmente, aparece Servosa Cargo como operador logístico de Petróleos del Perú – Petroperú que se dedica al transporte de combustibles líquidos y lubricantes hacia minas, obras de infraestructura y gran industria.

Respecto al desempeño de la operación industrial se observa hasta un 8% de bienes no entregados entre los años 2012 y 2013, incidentes de desabastecimiento intempestivo de combustible en instalaciones del cliente, y detección de incumplimiento de la especificación del Nivel de Limpieza del combustible entre otros. Estas fallas son atribuibles a que en la relación comercial no existe una metodología de gestión de proyectos.

El Project Management Institute (PMI) es una organización internacional especializada en gestión de proyectos y ha desarrollado buenas prácticas para lograr el gerenciamiento efectivo de proyectos. La presente investigación consiste en comparar las 10 áreas de conocimiento en gestión de proyectos identificadas por el PMI con aquellas aplicadas para el desarrollo del contrato CB-029-12. La aportación al estado del arte del presente trabajo es establecer una metodología a medida para el proyecto minero Las Bambas que incluya la gestión de proyectos incluyendo como una mejora la gestión de la prevención de riesgos laborales y ambientales.

Palabras Clave: PMI, Diésel, Sistema, Gestión, Contrato

Análisis de una operación industrial de suministro de combustible Diésel B-5 y desarrollo de solución de optimización basada en las metodologías del PMI, ISO 9000, ISO 14000 y OHSAS 18000

ABSTRACT

In the framework of the Las Bambas mining megaproject execution, the industrial operation for the supply of Diesel Fuel B-5 was legally regulated by the contract CB-029-12 with a contract period of 5 years from 2012 to 2017. Xstrata Copper was the contracting party, and Petróleos del Perú – Petroperú was the contracted party. On one hand, Xstrata Copper is a well-known global mining company which operates in 19 countries and it is one of the major copper producers; on the other hand, Petroperú is a well-known company owned by the Peruvian State and it is a private-law company which operates in transportation, refining, distribution and marketing of fuels and other petroleum products. Besides, Servosa Cargo takes part of the operation as a logistic operator hired by Petróleos del Perú – Petroperú. The specialty of Servosa Cargo concerns the transportation of liquid fuels and lubricants to mines, infrastructure works and large industry.

Regarding the performance of the industrial operation, it is observed up to 8% of goods not delivered the years between 2012 and 2013, incidents related to untimely fuel shortage in customer facilities, and detection of non-compliances with a specification related to the Fuel Cleaning Level among others. These failures are attributable to the lack of a business management methodology concerning the business relationship.

The Project Management Institute (PMI) is an international organization specialized in project management and has developed good practices to achieve an effective project management. The present research consists of comparing the 10 areas of knowledge in project management identified by the PMI with those applied for the fulfillment of the contract CB-029-12. The contribution of this work to the state-of-the-art is to set out a tailor-made methodology for the mining project Las Bambas that works with project management including what concerns prevention management of occupational and environmental risks as an edge over current system as well.

Keywords: PMI, Diesel, System, Management, Contract

Análisis de una operación industrial de suministro de combustible Diésel B-5 y desarrollo de solución de optimización basada en las metodologías del PMI, ISO 9000, ISO 14000 y OHSAS 18000

INTRODUCCIÓN

El Megaproyecto Minero Las Bambas inicia la fase de construcción en el año 2012; previamente en el año 2011 con la finalidad de afrontar esta fase última, Xstrata Copper inicia la licitación LD-006-11 para el Suministro de combustible para la Operación Tintaya y los Proyectos Mineros de Antapaccay y Las Bambas. De este modo se suscribe el Contrato de Suministro de Combustible CB-029-12 entre Xstrata Las Bambas S.A. y Petróleos del Perú – Petroperú S.A. con la finalidad de abastecer de Diésel B-5 a las diversas instalaciones que componen el proyecto minero durante un periodo de 5 años. Adicionalmente, se suscribe el Contrato Directo OFP 10351 entre Petróleos del Perú – Petroperú y Servosa Cargo S.A.C. de manera que la solución logística en cuanto al transporte entre otros sea adjudicada a Servosa Cargo S.A.C.

Contando la operación industrial de suministro de combustible con la suficiente complejidad para llevar a cabo una investigación, es que se desarrolla una con la finalidad de analizarla y proponer lineamientos para el desarrollo de una solución de optimización basada en la implementación de buenas prácticas para la dirección de proyectos del Project Management Institute o PMI (en español, Instituto de Dirección de Proyecto), además, de las series de normas ISO 9000, ISO 14000 y OHSAS 18000. La presente investigación compone de 11 apartados orientados a generar la solución expuesta con su correspondiente sustento.

El capítulo 1 “Planteamiento de la investigación” tiene por finalidad desarrollar inicialmente la justificación de la investigación exponiendo elementos relativos a trascendencia, utilidad y beneficios de la investigación, el valor práctico, originalidad y hallazgos de esta, además de la oportunidad de la investigación, interés para la comunidad científica, y la correspondiente viabilidad y factibilidad del estudio. Continuando con lo anterior se desarrolla el problema de investigación considerando aspectos como el contexto, el conflicto, su correspondiente identificación y delimitación, para así lograr la formulación de este a un nivel científico. También, el desarrollo del apartado 2 incluye la formulación de preguntas de investigación y los objetivos de la investigación.

El capítulo 2 “Marco teórico-conceptual” tiene por objetivo facilitar los planteamientos teóricos necesarios para el desarrollo de tesis. Dado lo anterior es que se facilita información relativa a la semblanza histórica de la investigación, teorías y modelos

que inspiran esta última, conceptualizaciones, estado del arte, antecedentes relevantes de la investigación, así como el escenario de la investigación.

El capítulo 3 “Metodología” explicita la metodología de investigación en cuanto a su alcance e hipótesis general, además, se determinan las variables y se desarrolla su correspondiente operacionalización. Seguidamente se selecciona el método de la investigación y se genera un esquema de diseño de esta última. A continuación, se trazan los lineamientos para el muestreo, la recolección de datos y su correspondiente análisis. El apartado 4 termina con la declaración de los resultados obtenidos y las limitaciones que se conllevan en la investigación. Entre las principales limitaciones de la presente investigación se tiene que los datos recolectados carecen de oficialidad y están sujetos a confidencialidad.

El capítulo 4 “Resultados – Parte 1: Investigación en Fase Cualitativa” contiene el desarrollo de la investigación a un nivel cualitativo lo cual corresponde a la primera etapa de la investigación. En este apartado se explica la recolección de datos, además de su correspondiente organización, preparación, y revisión. Del mismo modo, se elige la unidad de análisis, y, posteriormente, se codifican las unidades (primer nivel) y las categorías (segundo nivel). El apartado 5 culmina con la generación de teorías, hipótesis, y explicaciones a partir de la información generada relativa a la detección de grupos de enfoque y la determinación de categorías y temas emergentes relativos a incidentes acontecidos entre el 2012 y 2013 durante la ejecución del suministro de combustible.

El capítulo 5 “Resultados – Parte 2: Investigación en Fase Cuantitativa” contiene el desarrollo de la investigación a un nivel cuantitativo lo cual corresponde a la segunda etapa de la presente investigación. En este apartado, así como la anterior fase, se explica la recolección de datos, el detalle de su exploración, así como de su evaluación en cuanto a lo que se conoce como confiabilidad, validez, y objetividad. A lo anterior se adicionan 4 análisis desarrollados; primeramente, se lleva a cabo un análisis estadístico inferencial con la finalidad de obtener la generalización de ciertos parámetros poblacionales a partir de 274 casos. Los análisis paramétrico y multivariante tienen por finalidad detectar patrones y relaciones. El apartado culmina con un análisis de contenido adicional que permite contrastar las computaciones con ciertos documentos bibliográficos.

El capítulo 6 “Resultados – Parte 3: Investigación en Fase Integradora” contiene el desarrollo de la investigación en su última fase. Este apartado incluye la recolección de datos,

su exploración, y evaluación de confiabilidad, validez, y objetividad. Posteriormente, se lleva a cabo un análisis comparativo entre el sistema de gestión original y uno modificado en tomando como base ciertos parámetros de la operación industrial. La investigación en esta etapa se complementa con un análisis predictivo que busca detectar modelos que representen adecuadamente el comportamiento de ciertos parámetros de la operación industrial tales como unidades suministradas diarias y las ocurrencias. El apartado termina con el desarrollo de un análisis económico-financiero-social que permite calcular la diferencia en términos monetarios entre el sistema de gestión original y el modificado.

El capítulo 7 “Conclusiones, limitaciones, y recomendaciones o prospectiva” contiene las conclusiones de la presente investigación junto con las limitaciones, recomendaciones y prospectiva de esta última. Se concluye a un nivel general que la modificación del sistema de gestión es una opción viable y conlleva a la obtención de beneficios económicos. La recomendación general consiste en una recomendación de utilización de ciertos instrumentos generados en la presente investigación para mejorar de manera continua en lo que refiere a la gestión de contratos.

Finalmente, los capítulos 8, 9 y 10 detallan las referencias bibliográficas, la bibliografía básica, y los apéndices y anexos utilizados en la investigación.

CAPÍTULO 1. PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN

1. Justificación de la investigación

1.1. Trascendencia, utilidad y beneficios

Mediante la investigación se proponen soluciones técnicas y económicas capaces de optimizar el uso de recursos económico-financieros, materiales, y técnicos o tecnológicos para lograr el objeto del contrato CB-029-12 y otros contratos similares. La aplicación de la metodología resultante de la presente investigación pretende ser de utilidad a la empresa estatal PETROPERU y a las empresas pertenecientes al sector de la gran minería en lo que se refiere al desarrollo de los procesos de comercialización de combustible Diésel B-5 particularmente en materia de cumplimentación contractual.

1.2. Valor Práctico

La investigación podría dar lugar a la implementación de un centro de control operacional en caso de ser una alternativa considerada como viable en los aspectos técnico, económico y social debido a que esta última generaría un impacto positivo técnico, económico-financiero y social en lo que se refiere a la ejecución del suministro de combustible.

1.3. Originalidad

No existen antecedentes del desarrollo de un sistema de administración del PMI que fuera enriquecido con las normas internacionales ISO 14001 e ISO 18000 con el fin de ser adaptadas a un problema específico de minería.

1.4. Hallazgos

Al término del presente trabajo, se encuentra entre otros hallazgos:

- Las fallas del sistema de negocios original que resultan en no conformidades en cuanto a lo administrativo, lo social y lo económico.
- Nuevas relaciones entre las variables relevantes del proyecto minero.

1.5. Oportunidad de Investigación

Se ve factible llevar a cabo una investigación en vista que se cuenta con datos recolectada y registros de la operación de suministro de combustible que podrían procesarse y analizarse para poder generar una solución que mejore el sistema de gestión original del contrato CB-029-12.

1.6. Interés para la comunidad científica

Mediante la presente investigación, se pretende desarrollar una nueva herramienta de administración por medio de la creación de un modelo matemático que de énfasis al transporte y manejo con la inclusión de la gestión ambiental y de seguridad laboral.

1.7. Viabilidad y factibilidad del estudio

En el apéndice A del presente documento se detalla el análisis correspondiente.

1.7.1. Viabilidad Económica-Financiera

Este tipo de viabilidad queda demostrada por medio de la computación de los indicadores de Evaluación Social.

Tabla 1.1.
Indicadores de Evaluación Social

Alternativa Técnica	Razón	Regla de decisión	Calificación	Valor
3	Beneficio Social / Costo Social	$BS / CS > 1$	Aceptable	1,03
	Tasa Interna de Retorno Social	$TIR > TDS$	Aceptable	87%
	Costo Social / Efectividad Social	$CS / ES \geq 0$	Aceptable	3,20

1.7.2. Viabilidad Técnica

Habiéndose realizado el análisis técnico de 3 alternativas técnicas (véase el apéndice A) se demuestra como viable la realización de una Investigación Mixta dado que es menester realizar actividades en oficina y en campo.

Tabla 1.2.
Alternativa Técnica Seleccionada

Alternativa de Solución	Localización	Tecnología	Tamaño
3	Investigación Mixta	Arequipa	Equipo de Oficina Equipo para la recolección de Datos Reportación quincenal ^a

^a Entiéndase la reportación quincenal como la cuantificación representativa de información generada para efectos del cumplimiento de objetivos de la investigación.

2. Problema de la investigación

2.1. Contexto

Del mes de julio del 2012 a setiembre del 2013 se presentó un conflicto que se dio en el marco de una de las operaciones comerciales de Diésel B5 para uso industrial de PETROPERU (PETROPERU, 2014, p. 13) regulada por medio del contrato de suministro de combustible N° CB-029-12 entre PETROPERU y XSTRATA la cual es una empresa que se dedicó al desarrollo del megaproyecto minero Las Bambas; este último se considera una de las inversiones mineras más importantes de la primera década del siglo XXI y que adicionalmente, consolidaría al Perú como el segundo productor de cobre en América Latina (Agencia de La Promoción de la Inversión Privada, 2005, p. 61).

El contrato de suministro de combustible N° CB-029-12 consideraba en su ejecución la tercerización del transporte de combustible por medio del contrato de servicio de transporte de combustible celebrado entre PETROPERU y SERVOSA. Esta última parte se consideraba no solamente un transportista (operador logístico 2PL) sino también un operador logístico del tipo 3PL. En este sentido, PETROPERU contrataba a SERVOSA como empresa especialista en actividades logísticas relativas al suministro de Diésel B5. El vínculo entre PETROPERU y SERVOSA se encontraba regulado por el contrato N° OFP – 103541 que se suscribió en el 2012.

2.2. Conflicto

En el periodo de referencia, se observó el desabastecimiento intempestivo de Diésel B-5 en las instalaciones del proyecto minero. Además, PETROPERU tuvo a XSTRATA en estado de insatisfacción respecto a la especificación Nivel de Limpieza. PETROPERU vino ocasionando daños y perjuicios, lo cual se tradujo en incursión de riesgo de penalización. Cabe mencionar que el responsable directo del desabastecimiento frente a XSTRATA fue PETROPERU dado el vínculo contractual entre ambas partes; sin embargo, es necesario mencionar que, si bien PETROPERU era el responsable directo, en ocasiones, el responsable inmediato en vez de ser la empresa estatal era SERVOSA por ser la empresa encargada del transporte del combustible.

2.3. *Problema identificado y delimitado*

Se estima un 8% de bienes no entregados dentro del plazo de entrega establecido en el contrato, y cumplimiento de hoja de ruta por debajo de 95% (Azálgara, 2013). Se aprecia que el punto anterior es producto de lo siguientes aspectos: una gestión inadecuada del contrato de suministro, una programación inefectiva de suministro de combustible, la incursión en fallas mecánicas, y un incremento del nivel de particulado por mantenimiento inefectivo.

El 8% de bienes no entregados hacen referencia a aproximadamente 3,952,800 galones de diésel B5 que no necesariamente se dejaron de entregar, sino que se entregaron fuera de fecha; la cantidad de galones expuesta proviene de una estimación hecha en base al 8% del total de suministro esperado de Diésel B5 establecido en acuerdo mutuo de partes en la suscripción del contrato CB-029-12.

2.4. *Formulación del Problema Científico*

¿Cómo podría mejorarse el modelo de negocio del contrato CB-029-12 en cuanto al desempeño de su ejecución en materia de operatividad industrial, accidentabilidad, y administración de impactos ambientales?

2.5. *Preguntas de Investigación*

2.5.1. *Pregunta General*

¿Qué impidió la ejecución efectiva del contrato N° CB-029-12?

2.5.2. *Preguntas Específicas*

- ¿Cómo se modelaría un sistema de gestión integral para la ejecución de contratos de suministro de combustible Diésel B5 a compañías pertenecientes a la gran minería haciendo uso de estándares internacionales?
- ¿Desarrolló PETROPERU los procesos de planificación, organización, dirección, ejecución y control para la atención del contrato N° CB-029-12?
- ¿Contó PETROPERU con los recursos necesarios para la atención del contrato N° CB-029-12?
- ¿Cuáles fueron los incidentes de mayor riesgo (probabilidad y severidad) en la ejecución del contrato N° CB-029-12?
- ¿Fue efectivo el sistema de suministro de combustible?
- ¿Qué impactos ambientales del Proyecto Minero Las Bambas afectaron la ejecución del contrato N° CB-029-12?
- ¿Cuáles serían las especificaciones del Sistema de Gestión Integral del Contrato CB-029-12?

3. Objetivos

3.1. *Objetivo General*

Elaborar una solución ingenieril que optimice la operación industrial de suministro de combustible Diésel B-5 al proyecto minero Las Bambas basada en la adecuación integrada de estándares de gestión en materia de proyectos, calidad, ambiente, y seguridad industrial.

3.2. *Objetivos específicos*

- Definir el problema del sistema de gestión original del contrato de suministro de combustible CB-029-12.
- Desarrollar un modelo para analizar aspectos de la confiabilidad del sistema de gestión original del contrato CB-029-12 que permita investigar, por un lado, la

prevención de riesgos laborales y ambientales, y, por otro lado, la respuesta rápida cuando surgen incidentes.

- Desarrollar una solución que optimice la operación industrial de suministro de combustible Diésel B-5 basada en la adecuación de la metodología PMI para la gestión de proyectos y de las series de normas ISO 9000, ISO 14000 y OHSAS 18000, sobre gestión ambiental y seguridad industrial respectivamente, a los proyectos mineros en Perú.
- Realizar pruebas comparando las soluciones obtenidas mediante un enfoque de optimización y aplicando herramientas de gestión.
- Analizar los resultados de las pruebas investigando el performance operacional, ambiental y de seguridad industrial de la operación industrial de suministro de combustible Diésel B-5.
- Establecer los lineamientos para la implementación de la solución de optimización basada en la adecuación de la metodología para la gestión de proyectos del PMI incluyendo la gestión de la prevención de riesgos laborales y ambientales.

CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO-CONCEPTUAL

Se desarrolla el marco teórico-conceptual de la investigación en función al manejo de 3 tipos de información básicos requeridos para la construcción de este (Gómez, M. et. al., 2010, pág. 66): (a) las teorías y los modelos que inspiran la investigación o la justifican; (b) estado del arte, y (c) los conceptos. Adicionalmente, se propone el uso información adicional relativa a la realidad a investigar: (a) una semblanza histórica; (b) antecedentes relevantes; y (c) el escenario de la investigación.

1. Teorías y modelos que inspiran la investigación o la justifican

1.1. El Enfoque Basado en Procesos

En vista que el sistema de suministro del periodo referencial se dio en el marco de un sistema de gestión, se propone hacer uso del Enfoque Basado en Procesos al estilo de la Organización Internacional de Normalización (2008). Dicha organización considera tal enfoque como la aplicación y gestión de un sistema de procesos dentro de una organización, cuyos procesos se identifican e interactúan entre sí, para la obtención de resultados (p. vi).

1.2. El Enfoque de Análisis Cuantitativo

De acuerdo con Render et. al. (2012) el enfoque del análisis cuantitativo consiste en definir un problema, desarrollar un modelo, obtener los datos de entrada, desarrollar una solución, probar la solución, analizar los resultados e implementarlos (p. 3). Dado que en el suministro de combustible referido en el presente trabajo de investigación se requiere tomar decisiones óptimamente en lo que respecta a las variables a analizar, el uso de este enfoque constituye un soporte efectivo en el análisis cuantitativo.

Se aprecia que la propuesta técnica de PETROPERU utilizada como insumo de información para la suscripción del contrato CB-029-12 no incluye en lo que se refiere a la

solución técnica para el suministro de combustible el uso de modelado para poner en práctica una solución óptima de acuerdo con las variables principales o de carácter crítico. Dado el punto anterior es que presume que la aplicación del modelado como parte del enfoque de análisis cuantitativo sería necesario como herramienta de optimización.

1.3. El Enfoque de Competencias en la gestión bajo el enfoque del PMI

Teniéndose a abordar un proyecto que cuenta con una particular complejidad en todas sus actividades, se ve por conveniente distinguir en sus distintos operadores las competencias requeridas para el logro de objetivos de manera efectiva. Es por lo anterior que se pretende aproximarse al perfil requerido de los distintos supervisores que cumplen funciones de gestión en el proyecto desde un enfoque de competencias bajo el enfoque del PMI.

El enfoque de competencias tiene su fundamento en el estándar del PMI conocido como Marco para el Desarrollo de Competencia del Director de Proyectos; si bien aparentemente, de acuerdo con el título del estándar, este último estaría orientado a los directores de proyecto se especifica en el estándar que este estaría dirigido a todas las personas con interés en la dirección de proyectos (PMI, 2007, pág. 2). El estándar en mención parte de la premisa que según el PMI (2007) una competencia en el campo de la dirección de proyectos es una habilidad demostrada para realizar actividades en el entorno de un proyecto que conduce hacia resultados esperados basados en estándares definidos y aceptados (pág. 2). A esto último, el PMI distingue 3 tipos de dimensiones en lo que se refiere a las competencias de acuerdo con lo siguiente:

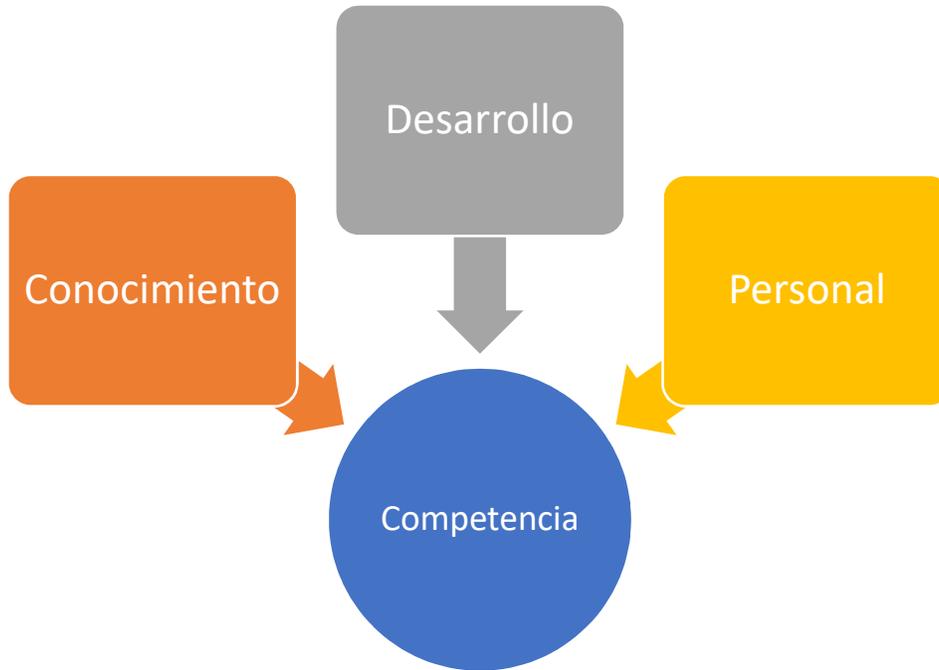


Figura 2.1. Dimensiones de competencia

Nota. Fuente: Project Management Institute (2007). Project Manager Competency Development Framework. Capítulo 1, página 3.

1.4. Características Tecnológicas y Económicas del Diésel B-5

El Diésel-B5 se encuentra dentro de la categoría de hidrocarburos líquidos, y según la U.S. Energy Information Administrations (2016), el diésel es un combustible compuesto de destilados obtenidos en la operación de refinado de petróleo o mezclas de tales destilados con aceite residual utilizados en vehículos automóviles, siendo su punto de ebullición y su peso específico más altos que para la gasolina.

1.4.1. Características Técnicas

El diésel que ha de utilizarse es el Diésel B-5 S50. Este producto correspondería según PETROPERU (2011) a un destilado medio más 5% de biodiésel B100 y también se le conocería como Diésel Ultra Petroperú. Las especificaciones técnicas del producto se

Análisis de una operación industrial de suministro de combustible Diésel B-5 y desarrollo de solución de optimización basada en las metodologías del PMI, ISO 9000, ISO 14000 y OHSAS 18000

aprecian en la Hoja de Especificaciones Técnicas del combustible Diésel B-5 S50 propuesta por PETROPERU (2011).

1.4.2. La Oferta

En lo que se refiere a la oferta se aprecian 3 tipos de segmentos:

Tabla 2.1.

Segmentos en la Cadena de Valor de los Hidrocarburos

Segmento	Tipo de actividades
Upstream	Exploración de nuevas reservas Explotación de nuevas reservas
Midstream	Trasporte de hidrocarburos a la planta de fraccionamiento Transporte a los puertos para comercio exterior Utilización de ductos, trenes y camiones tanque.
Downstream	Refinación o fraccionamiento del hidrocarburo Transformación en los diferentes combustibles Transporte y almacenamiento de combustible hasta la comercialización mayorista y minorista

Nota1. La tabla se elaboró conforme a lineamientos del Organismo Supervisor de la Inversión de Energía y Minería (2015, p. 28).

Nota2. Los segmentos corresponderían no solamente al diésel, sino también a otros hidrocarburos líquidos.

La tabla anterior se diagrama conforme a lo siguiente:

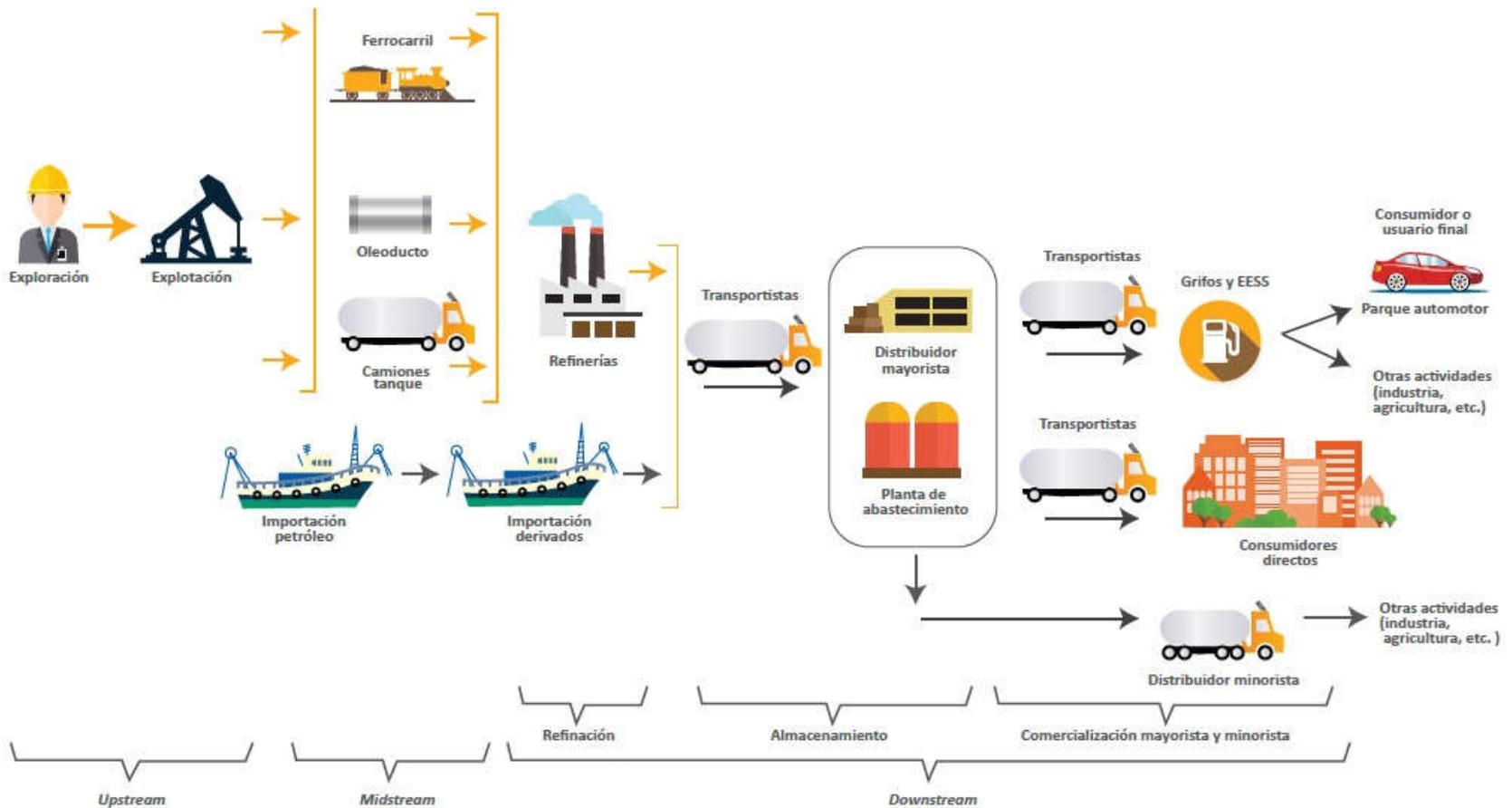


Figura 2.2. Cadena de Valor del petróleo y sus derivados

Nota1. Fuente: Organismo Supervisor de la Inversión de Energía y Minería. (2015). La industria de los hidrocarburos líquidos en el Perú: 20 años de aporte al desarrollo del país (p. 29).

Nota2. En las refinerías, mediante una operación de refinado de petróleo o mezclas de tales destilados con aceite residual se obtiene el diésel fuel (OSINERGMIN, 2015, p. 36).

Nota3. Siendo el producto de referencia del presente trabajo el Diésel B5, se precisa que mediante R.M. N° 139-2012-MEM/DM se establece la no comercialización de diésel B5 con más de 50ppm de azufre en Lima, El Callao, Arequipa, Cusco, Puno y Madre Dios (OSINERGMIN, 2015, p. 36); téngase en consideración que la zona de afectación relativa a las operaciones industriales del presente trabajo incluye Arequipa y Cusco.

Nota4. Del mismo modo se precisa que el Diésel B5 contiene, por un lado, 5% en volumen de Biodiésel (B100), y, por otro lado, Diésel N° 2 como diferencial volumétrico; todo lo anterior es regulado de conformidad con el D.S. 021-2007-EM.

1.4.3. La Demanda

Dado que la demanda de hidrocarburos del consumidor final tiene su origen en la demanda de otros bienes y servicios, o de procesos de producción, esta se consideraría como derivada (Organismo Supervisor de la Inversión de Energía y Minería, 2015, p. 41). Respecto a la demanda mundial de hidrocarburos la U.S. Energy Information Administrations (2014) afirma como tendencia mundial que la demanda mundial en el procederá mayormente del sector transporte y del sector industrial, lo cual representará el 92% de la demanda mundial en el 2040 (p. 4).

Las variaciones de precio influyen en la demanda de modo que la respuesta del consumidor final podría variar conforme a lo siguiente:

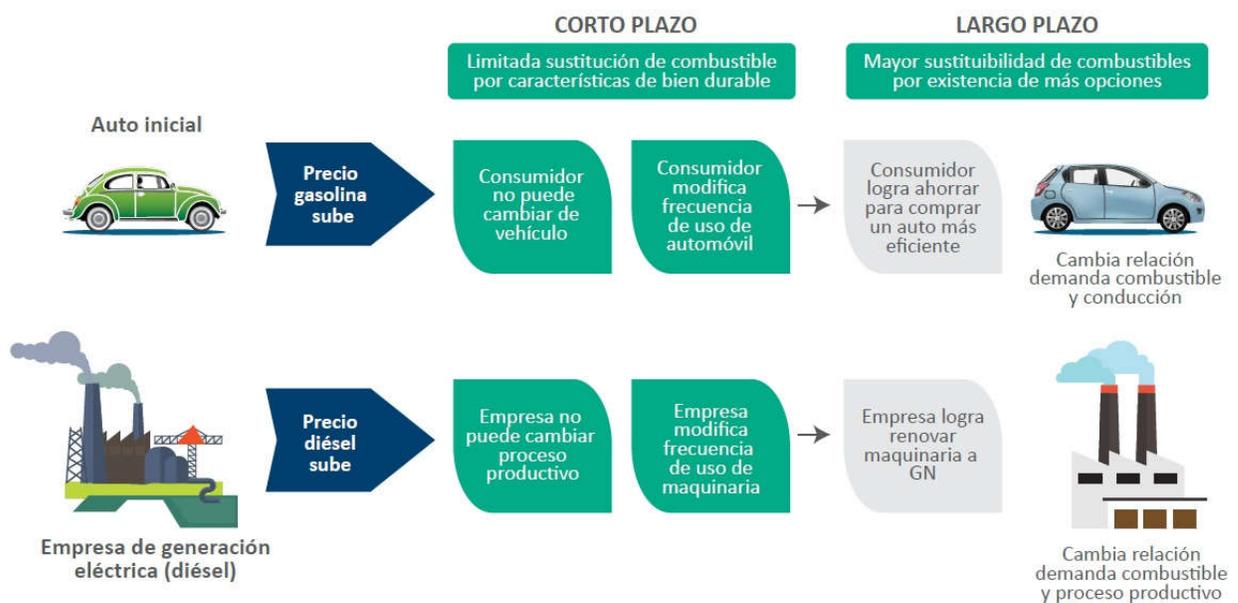


Figura 2.3. Reacción de la demanda de combustible a corto y largo plazo ante cambios en el precio

Nota. Fuente: Organismo Supervisor de la Inversión de Energía y Minería. (2015). La industria de los hidrocarburos líquidos en el Perú: 20 años de aporte al desarrollo del país (p. 41).

1.4.4. Efectividad del Modelo de Cadena de Suministro de Combustible

La efectividad del modelo sería medida en parte conforme a ciertas métricas de acuerdo con lo siguiente:

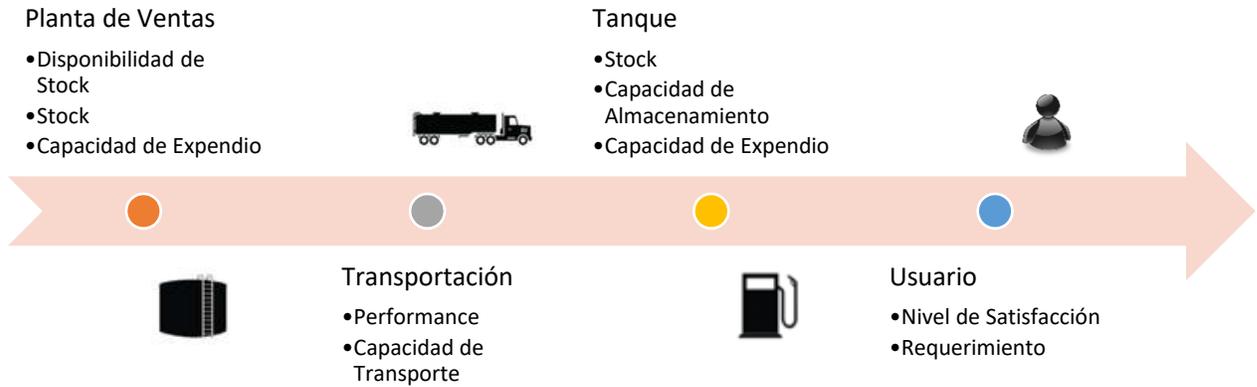


Figura 2.4. Métricas de la Cadena de Suministro de Combustible

Nota1. Las métricas se han identificado con la finalidad de identificar y explicar el performance de la cadena de suministro de combustible.

Nota2. Dado el contexto de la presente investigación, se considera el inicio de la cadena de suministro para el presente diagrama a partir de la planta de ventas.

1.5. Modelo de Desarrollo Sostenible de XSTRATA

Durante los años 2012 y parte del 2013, XSTRATA fue parte de la unidad de negocios Xstrata Copper, la cual perteneció al grupo minero internacional diversificado Xstrata plc; la unidad minera Las Bambas funcionó en aquel entonces bajo ciertos lineamientos de carácter corporativo que procedieron de unos de Xstrata plc.

1.5.1. Lineamientos Generales

Principios de Negocio de Xstrata plc: Los principios vigentes en el periodo referencial proporcionaron un marco ético y un punto de referencia en la cultura corporativa en los negocios de Xstrata a nivel internacional (Xstrata plc, 2008, p. 1).

Política de Desarrollo Sostenible de Xstrata plc: La política vigente en el periodo referencial ha presentado los siguientes elementos relevantes entre otros: Equilibrio Social, Equilibrio Medio Ambiental, Equilibrio Económico, Cumplimiento Legislación y normativa, Estándares Internacionales, y Cultura Corporativa.

Estándares de Desarrollo Sostenible de Xstrata plc: Se han contado con estándares de desarrollo sostenible vigentes durante el periodo referencial con la finalidad de desarrollar y gestionar una cartera diversificada de negocios en el sector de minería y metales buscando

lograr el objetivo de satisfacer a los accionistas con altos rendimientos en la industria (Xstrata plc, Estándares de Desarrollo Sostenible, 2008, p. 0). Los estándares de desarrollo sostenible han sido propuestos conforme a los siguientes lineamientos: Dirección Empresarial, Recursos Humanos, Comunicación, Seguridad (Safety, Security), Salud e higiene Ocupacional, Legislación y Normatividad, Ambiente, Interesados, Responsabilidad Social, Proyectos, y Calidad.

Lineamientos de Xstrata Copper: Habiendo sido Xstrata Copper una unidad de negocio de Xstrata plc, se tuvo que Xstrata Copper presentaba ciertas políticas para el buen desempeño de sus actividades, tales como: Definición de Propósito, Política de Control de Fraude, Política de Desarrollo Sostenible, Política de Seguridad de la Información, Política de Gestión de Riesgos, un Acuerdo de Uso aceptable de Seguridad de la Información, y una Política de Alcohol y Drogas.

1.5.2. Comunidades Sostenibles

Xstrata Copper División de Operaciones (2013) dio a conocer que la corporación Xstrata mediante sus esfuerzos técnicos y económicos buscó que cada comunidad en la zona de afectación del proyecto sea una comunidad sostenible, es decir, que esta última no sea dependiente de la corporación y sus actividades en su desarrollo tanto económico como social en el largo plazo (p. 61). Los principales campos de acción respecto a la gestión de comunidades fueron en el periodo de referencia: Relacionamiento Comunitario, Diálogo Continuo, Gestión de Quejas y Reclamos, Uso de Tierras, y Minería ilegal e informal. En el caso del Proyecto Minero Las Bambas generar una comunidad sostenible implica intervenir en los siguientes ámbitos a manera de desarrollo: educación, infraestructura vial, apoyo a la cultura e identidad técnica, proyectos productivos, fortalecimiento a gobiernos locales e infraestructura de interés social, y ambiente. Se espera que sean sostenibles las comunidades locales tales como Coyllurqui, Haqira, Mara, Challhuahuacho, y Tambobamba entre otros pertenecientes a las zonas de influencia del proyecto minero Las Bambas en la provincia de Apurímac.

1.5.3. Procesos para la Producción de Cobre

El cobre se ha estado produciendo en Xstrata Copper de Perú de acuerdo con lo siguiente:

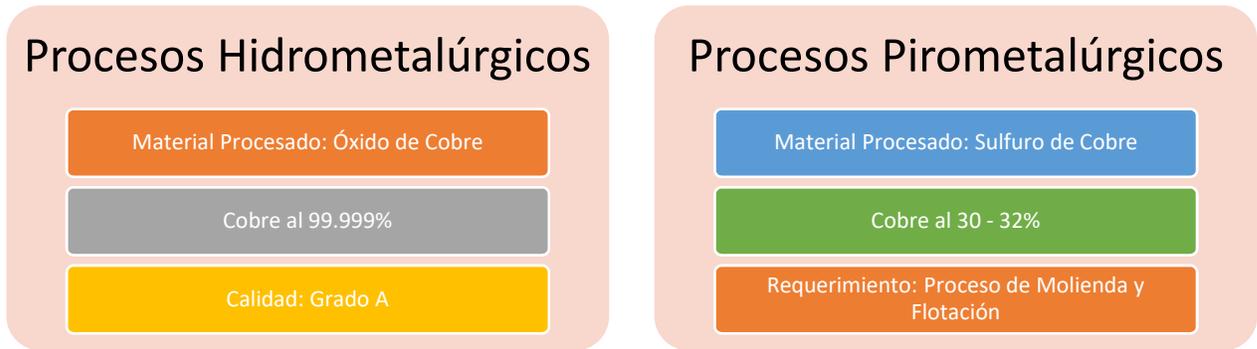


Figura 2.5. Procesos de obtención de Cu en Xstrata Copper.

Nota. Lo expuesto es información proporcionada por Xstrata (Xstrata Copper División de Operaciones, 2013, p. 20).

1.5.4. Administración Responsable de los Productos

Xstrata Copper siendo miembro de la Asociación Internacional del Cobre (International Copper Association) ha asegurado que el cobre ha sido utilizado de manera segura y sostenible conforme a la ficha de seguridad de materiales (Xstrata Copper División de Operaciones, 2013, p. 20).

1.5.5. Beneficios del Cobre al desarrollo sostenible

Los beneficios del cobre considerados por Xstrata Copper se muestran en el siguiente diagrama:

Análisis de una operación industrial de suministro de combustible Diésel B-5 y desarrollo de solución de optimización basada en las metodologías del PMI, ISO 9000, ISO 14000 y OHSAS 18000



Figura 2.6. Beneficios del Cobre

Nota. El diagrama se elaboró con información proporcionado por Xstrata (Xstrata Copper División de Operaciones, 2013, p. 21-22).

1.5.6. Gobierno de Desarrollo Sostenible en Xstrata Copper

El modelo de desarrollo sostenible de Xstrata Copper es sostenido por la siguiente estructura organizacional a nivel corporativo:



Figura 2.7. Estructura de Gobierno de Desarrollo Sostenible

Nota1. Para el Proyecto Minero Las Bambas se considera comprendido dentro de Operaciones/Proyectos un área de operaciones Perú la cual contiene ente otros una Gerencia General de Operaciones Minas Las Bambas y una Gerencia General Las Bambas (Xstrata Copper División Perú, 2013, p. 32). Fuente: Xstrata Copper División Operaciones (2013). Informe de Sostenibilidad 2012 (p. 31).

Nota2. El Comité de Desarrollo Sostenible cuenta con reuniones mensuales y cumple con hacer actividades de seguimiento y evaluación relativos al desempeño de desarrollo sostenible Bambas, y actividades de reportación periódicas al Comité ejecutivo (Xstrata Copper División Perú, 2013, p. 31).

1.5.7. Contribución Económica del Modelo de Desarrollo Sostenible en el año 2012 en el Perú

La contribución económica de Xstrata Copper en Perú en el marco de un desarrollo sostenible se explica mediante 3 factores clave: Impacto Económico Directo, Contratación de Empleados Locales, y Volumen de Adquisiciones. Al año 2012, Xstrata Copper cuenta con 2 unidades mineras (Tintaya y Antapaccay) y 1 proyecto minero en ejecución (Las Bambas), por lo que la contribución económica del modelo de desarrollo sostenible al año 2012 se presentaría conforme a las siguientes métricas:

Tabla 2.2.
Impacto Económico Directo

Ítem	Impacto (Mlls. de USD)
Ventas totales	487,25
Costo Efectivo Operativo o <i>cash cost</i> ^a	295,55
Inversiones de capital de Xstrata Tintaya en planta de sulfuros	9,10
Inversiones de capital de Xstrata Tintaya en planta de óxidos	2,70
Inversiones de exploración y desarrollo en Las Bambas	1.061,50
Inversiones de exploración y desarrollo en Antapaccay	684,50
Salarios totales pagados	43,60
Impuestos totales pagados	37,35
Regalías, IEM y GEM	11,2
Donaciones con fines sociales (incluye Convenio Marco y PSC)	22,50
Compras mercado local y nacional	234,50
EBIT	133,00

Nota. Según Xstrata División Operaciones (2013), a partir del mes de octubre de 2011, la compañía esta afecta al pago de Regalías, Impuesto Especial a la Minería y Gravamen Especial a la Minería (p. 43). Fuente: Xstrata Copper División Operaciones (2013). Informe de Sostenibilidad 2012 (p. 43).

^a Conforme a Rondón (2014) se entiende el costo efectivo operativo o *cash cost* como el indicador que mide el costo de producir una tonelada/libra/onza de un producto minero; en este se incluyen los costos directos de mina, costos de molienda y concentración, fletes por transporte del concentrado, gastos generales y de administración, costos de venta, entre otros.

Tabla 2.3.
Contratación de Empleados Locales

Ítem	Tintaya y Antapaccay	Las Bambas
Número de empleados locales	418	74
Porcentaje de empleados locales	27%	23%

Nota. Fuente: Xstrata Copper División Operaciones (2013). Informe de Sostenibilidad 2012 (p. 44).

Tabla 2.4.

Volumen de Adquisiciones de Materiales y servicios

Ítem	Unidad	Tintaya	Antapaccay	Las Bambas
Nº de proveedores de la empresa	Unidades	1.149	594	633
Nº de proveedores locales	Unidades	83	45	153
% de proveedores locales	Porcentaje	7,22 %	7,58 %	24,17 %
Monto total de compras realizadas (bienes y servicios)	USD	310.021.583	278.633.412	321.046.809
Monto total de compras locales (bienes y servicios)	USD	17.764.976	6.249.013	3.750.556
% del monto total de compras en proveedores locales	Porcentaje	5,73 %	2,24 %	1,17 %

Nota. Fuente: Xstrata Copper División Operaciones (2013). Informe de Sostenibilidad 2012 (p. 44).

1.5.8. Fusión entre Glencore y Xstrata

Glencore Xstrata (2014) comunica mediante reporte que el 2 de mayo de 2013 completa la adquisición de Xstrata (p. 175). Del mismo modo, en el año 2013, Glencore comenzó el proceso de venta de la mina de cobre Las Bambas en Perú a partir de gestiones hechas con el Ministerio de Comercio de la República Popular de China; además, al respecto, se clasificaron para venta activos por US\$ 3,616 mlls y con pasivos por US\$ 314 en el sector energía y minas (Glencore Xstrata plc, 2014, p. 159).

Respecto a la fusión se observa que a partir de la fecha se inicia un proceso de transición y/o adaptación de políticas; Glencore Xstrata (2014) indica que las políticas de seguridad, salud, ambiente, derechos humanos y comunidades se publicaron en el 1er trimestre del 2014 para su introducción gradual en el transcurso de aquel año (p. 3)

La presente investigación tiene su enfoque en el Modelo de Desarrollo Sostenible de Xstrata Copper dado que la información de la investigación se da en el marco y contexto de este modelo último.

1.6. *Estudio de Impacto Ambiental del Proyecto Minero Las Bambas*

La legislación peruana en la Ley General del Ambiente (2005) considera a un estudio de impacto ambiental como instrumento de gestión para dar a conocer las actividades mineras propuestas y de sus respectivos efectos en el ambiente físico y social indicando medidas necesarias para evitar o reducir posibles daños a niveles tolerables (§ 302295). Es por lo anterior que se incluye dentro los compromisos a asumir por el ganador del Proyecto Minero Las Bambas la ejecución de un Estudio de Impacto Ambiental (Agencia de la Promoción de la Inversión Privada, 2005, p. 63). Expuesto lo anterior se tiene que Xstrata Copper presenta el Estudio de Impacto Ambiental el 14 de mayo de 2010 (Golder Associates Perú S.A., 2010).

Área Las Bambas

- Relieve: Montañoso y colinoso.
- Calidad de Agua: pH, STD, SST y concentraciones de metales están frecuentemente dentro del rango del ECA.
- Calidad del Aire: No superación del ECA de 24hrs de PM10 (150µg/m³) y de PM2.5(µg/m³); concentraciones de metales pesados y de gases por debajo de los ECA.
- Ruido: Niveles de Presión Sonora por debajo de los ECA del Perú.
- Fauna (138 especies); Flora (589 especies)

Área del Mineroducto

- Relieve: Franja montañosa, sistema colinoso, altiplanicie, sistema de valles, cañones
- Calidad de Agua: Variación conforme a época húmeda y seca.
- Calidad de Aire: No superación del ECA de 24hrs de PM10 (150µg/m³)
- Ruido: Excedencia del ECA Residencial en un 69.23%
- Fauna (135 especies); Flora (270 especies)

Área de Tintaya

- Operación Tintaya; Construcción del Proyecto Antapaccay
- Relieve: Terrenos ondulados
- Ausencia de cuerpos de agua superficial
- Calidad de Aire: Material Particulado y gases por debajo de los ECA del Perú.
- Ruido: Niveles de Presión Sonora por debajo de los ECA del Perú.
- Fauna (27 especies); Flora (Tipo Pajonal)

Figura 2.8. Áreas de Influencia Ambiental y Características Ambientales

Nota1. Según el EIA, en el área las Bambas se ubicarían las principales instalaciones del Proyecto; sin embargo, en el área de influencia directa sería el área donde tendrían lugar la mayor parte de los impactos directos del proyecto (Golder Associates Perú S.A., 2010, p. 16).

Análisis de una operación industrial de suministro de combustible Diésel B-5 y desarrollo de solución de optimización basada en las metodologías del PMI, ISO 9000, ISO 14000 y OHSAS 18000

Nota2. La elaboración del diagrama se hizo en base a información del Estudio de Impacto Ambiental del 2010.

1.6.1. Componentes del Proyecto

El Proyecto Minero Las Bambas tiene como componentes principales:



Figura 2.9. Componentes del Proyecto Minero Las Bambas

Nota. El diagrama fue elaborado con información del Estudio de Impacto Ambiental del 2010.

1.6.2. Posibles Impactos Sociales y Ambientales

Los posibles impactos ambientales detectados son:

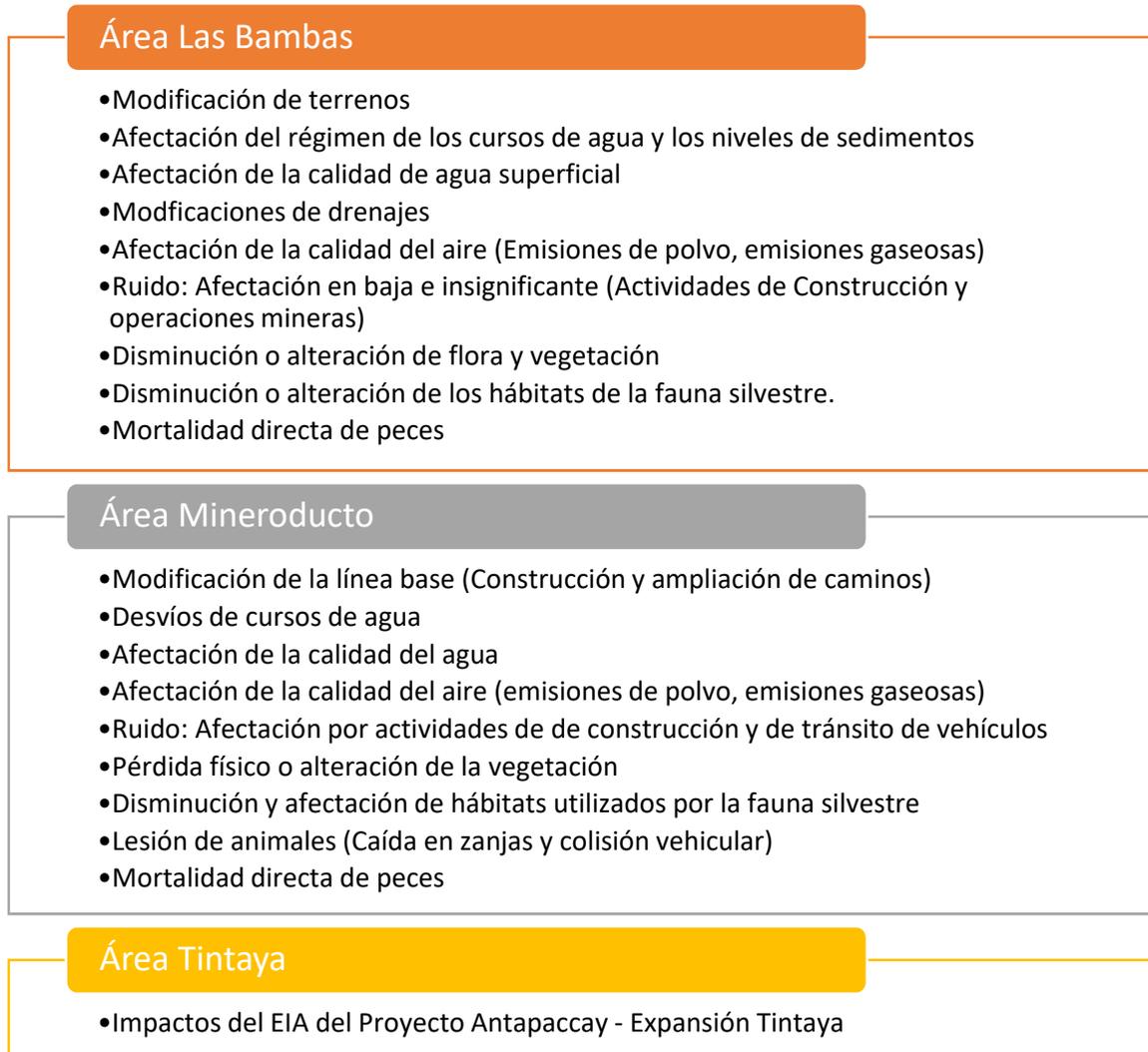


Figura 2.10. Posibles Impactos Ambientales del Proyecto Minero Las Bambas

Nota. El diagrama fue elaborado con información del Estudio de Impacto Ambiental del 2010.

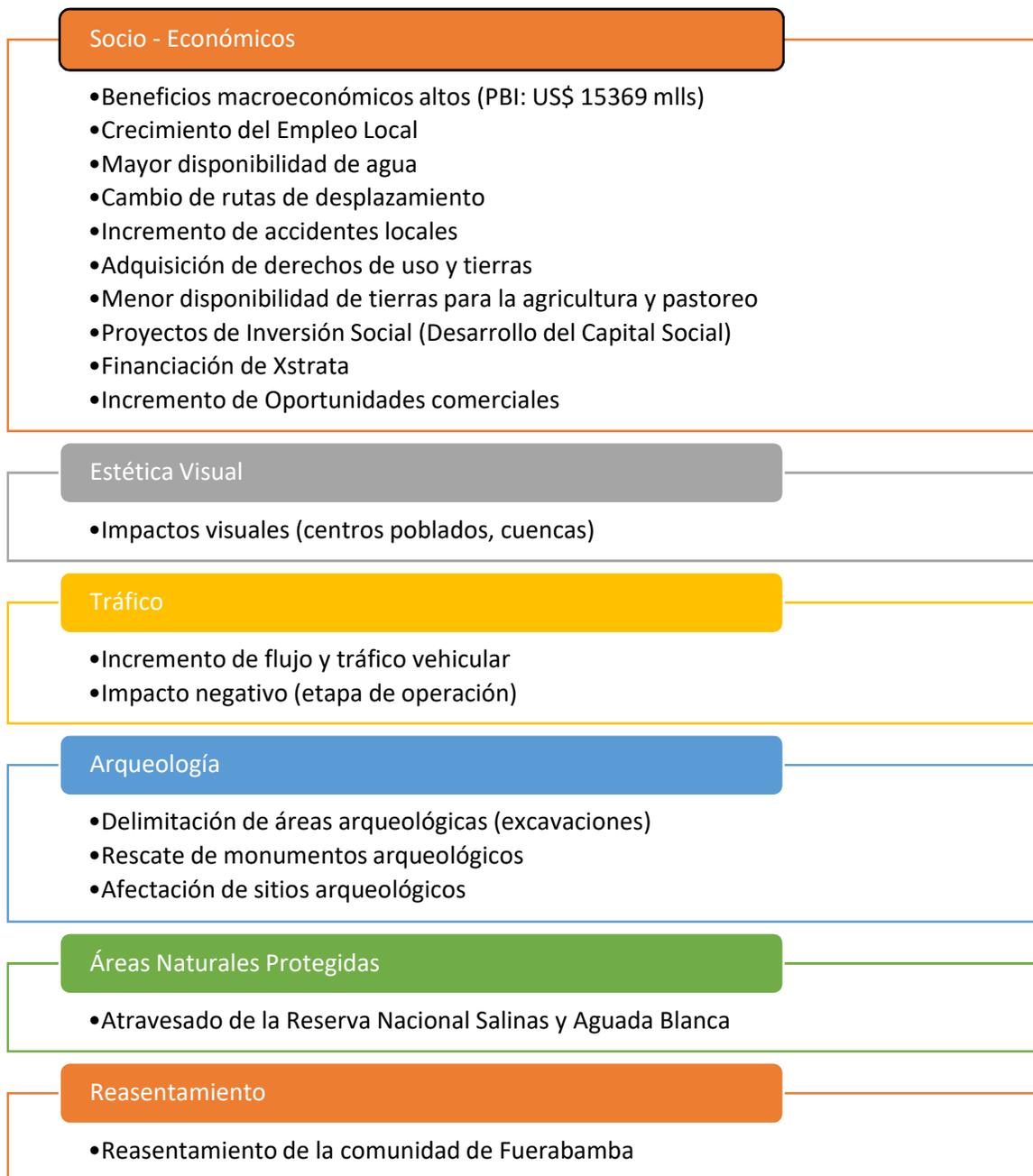


Figura 2.11. Posibles Impactos Sociales del Proyecto Minero Las Bambas

Nota. El diagrama fue elaborado con información del Estudio de Impacto Ambiental del 2010.

1.6.3. Medidas de Prevención, Control y Mitigación de los Impactos Ambientales

Golder Associates Perú S.A. (2010) refiere al Plan de Manejo Ambiental como el documento que contiene las medidas para prevenir, controlar y mitigar los impactos

ambientales a lo largo del Proyecto Minero Las Bambas (p. 116). Estas medidas de manejo ambiental incluyen aquellas relacionadas con los siguientes componentes:



Figura 2.12. Componentes que comprenden Medidas de Prevención, Control y Mitigación de los Impactos Ambientales

Nota1. La información presentada procede del Estudio de Impacto Ambiental presentado por Xstrata Copper en el 2010.

Nota2. Adicionalmente se habla de un Plan de Monitoreo Ambiental que incluye el monitoreo de componentes presentados en cumplimiento con la normatividad vigente aplicable a cada aspecto (Golder Associates Perú S.A., 2010, p. 129).

1.6.4. Plan de Relaciones Comunitarias

Golder Associates Perú S.A. (2010) propone un Plan de Relaciones Comunitarias que comprende las principales medidas de manejo social a tomarse en el Proyecto Minero Las Bambas (p. 146); además, se estructura al plan de la siguiente manera:



Figura 2.13. Estructura del Plan de Relaciones Comunitarias del Proyecto Minero Las Bambas

Nota. La información presentada procede del Estudio de Impacto Ambiental presentado por Xstrata Copper en el 2010.

1.7. Aplicación de Buenas Prácticas para la Dirección de Proyectos:

Teniéndose la intención de aplicar un estándar para la dirección de proyectos en la ejecución del contrato N° CB-029-12 por ser de necesidad, se consideraría la aplicación de las buenas prácticas propuestas por el Project Management Institute. Las buenas prácticas proceden de la Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos la cual proporciona pautas para la dirección de proyectos individuales y define conceptos relacionados con la dirección de proyectos (Project Management Institute, 2013, p. 1).

1.7.1. Declaración de delimitación para la aplicación de las Buenas Prácticas y los Estándares del PMI en la investigación

Cabe mencionar que la aplicación de estándares del PMI tendrían que aplicarse considerando las actividades de suministro de combustible como parte del proyecto minero Las Bambas; lo que es más la operación industrial de suministro de combustible Diésel B-5 se consideraría como un proyecto dentro del proyecto minero Las Bambas definido de acuerdo con el contrato CB-029-12. De este modo el proyecto de suministro de combustible Diésel B-5 sería parte del proyecto minero Las Bambas el cual se consideraría como un conjunto de portafolios y programas. Lo considerado tiene utilidad para la aplicación de los estándares para el presente trabajo de investigación en la medida de lo posible dado que objetivamente y formalmente el Proyecto Minero Las Bambas no ha sido declarado a gestionarse bajo los lineamientos del PMI.

Las buenas prácticas para la gestión de proyectos incluyen entre otros la aplicación de ciertos estándares los cuales se estarían aplicando en la presente investigación de acuerdo con lo siguiente:



Figura 2.14. Estándares del PMI a utilizarse en la investigación

1.7.2. Aplicación de Gestión de Proyectos a Entidades Públicas:

Se considera que los proyectos del gobierno tienen características únicas a diferencia de aquellos pertenecientes al sector privado (Project Management Institute, 2006, p. 5). Según el Project Management Institute (2006), el equipo de gestión del proyecto debe

reconocer las siguientes características con el fin de gestionar el proyecto con eficiencia y eficacia: Las restricciones legales sobre los proyectos del gobierno, la responsabilidad ante el público, y la utilización de los recursos públicos (p. 5).

1.7.3. Aplicación de Estándar para la Gestión de Configuración para la Dirección de Proyectos

Entendiéndose un sistema de gestión de la configuración de acuerdo con lo que afirma el PMI:

Un conjunto de procedimientos formalmente documentados que se utilizan para implementar la dirección y supervisión técnica y administrativa para: identificar y documentar características de un producto, resultado, servicio o componente, además de controlar, registrar e informar cambios brindando soporte en auditorías (PMI, 2013, p. 564).

Se pretende adecuar este tipo de gestión en el suministro de combustible como actividad crítica del proyecto minero a manera de incrementar las actividades pertenecientes al proceso de control y seguimiento. Entre los beneficios más relevantes a obtenerse al incluir la gestión de configuración resaltan: mantención de la integridad, comunicación de interfaces, mantención de registros para auditorías, mantención de información histórica, integración de procesos de dirección de proyectos, entre otros (PMI, 2007, p. 3).

1.7.4. Aplicación de Estándar para la Gestión Organizacional de Proyecto

Dado que la operación de suministro de combustible es soportada por un staff procedente principalmente de las 3 partes principales, es decir, XSTRATA, PETROPERU y SERVOSA, es necesario elevar el performance de las actividades mediante una gestión organizacional de proyecto. Esta última se entiende de acuerdo con el PMI (2014) como la gestión holística de portafolios, programas y proyectos integrados con el marco de la administración de negocios para entregar los resultados necesarios (p. 1). La gestión organizacional de proyecto bajo el enfoque del PMI (2013) apunta a la integración de 4

elementos: conocimiento, estrategia organizacional, personas, y procesos (p. 3). Adicionalmente se hace mención que se propone para la integración mencionada anteriormente la aplicación del ciclo OPM3 (modelo de madurez para la gestión organizacional de proyecto) el cual el PMI (2013) describe como un proceso para lo siguiente: adquirir conocimiento, realizar una evaluación, gestionar las mejoras, y repetir el proceso (p. 24). De acuerdo con el PMI, la gestión organizacional de proyecto por medio de la implementación del Modelo de Madurez para la Gestión Organizacional de Proyecto (OPM3), se traduciría en lograr un mejor performance, mejores resultados, y una ventaja competitiva sostenible (PMI, 2013, pág. 24).

Particularmente, la adecuación de esta gestión se ve necesario dado que es menester alinear los objetivos estratégicos de las 3 partes principales a los del proyecto minero lo cual constituye uno de los principales beneficios de aplicar esta gestión.

1.7.5. Aplicación de Estándar para la Gestión de Cambio en Organizaciones

Situándose la operación industrial de referencia en el transcurso del Proyecto Minero Las Bambas, se observa gran cantidad de cambios por aspectos del proyecto de carácter altamente variable; es por ello, que se ve por conveniente abordar la gestión de cambio a nivel organizacional con la finalidad de contar con organizaciones suficientemente flexibles a los distintos eventos que se presentan. De acuerdo con lo expuesto es que se aplica en el presente trabajo de investigación la gestión del cambio en organizaciones bajo el enfoque del PMI. El PMI (2013) declara la gestión de cambio como la aproximación cíclica, comprensiva y estructurada para la transición de individuos, grupos y organizaciones de un estado actual a uno futuro de acuerdo con beneficios económicos (pág. 2). De acuerdo con lo expuesto, el estándar del PMI contribuiría al desarrollo y evolución organizacional exitoso de las partes principales de la operación industrial.

1.7.6. Aplicación de Estándar para la Gestión de Complejidad

Teniendo la operación de suministro de combustible un grado de complejidad representativo dado no solo la presencia de distintos elementos que intervienen en esta sino también el conjunto de interrelaciones es necesario gestionar la complejidad con la finalidad de dar soporte a diversos profesionales. El PMI (2014) defiende que la complejidad se gestionaría alineando las organizaciones (personal y proyectos entre otros) para abordar la complejidad generada por el comportamiento humano y del sistema, y la ambigüedad ocasionada por la incertidumbre y emergencias (p. 1).

1.7.7. Aplicación de Estándar para la Gestión de Riesgos

Estando la operación de suministro de combustible sujeta a riesgos de diversas índoles, es necesario considerar la aplicación de estándares y buenas prácticas relativos a la gestión de riesgos. Es por lo anterior que en el presente trabajo de investigación se aplica el Estándar Práctico para la Gestión de Riesgos procedente del PMI. Este estándar se considera como un recurso dirigido a los profesionales de gestión de proyectos y a otras partes interesadas que definen aspectos de gestión de riesgos de proyectos (PMI, 2009, pág. 2). Del mismo modo, se menciona que esta gestión a implementar se enfoca en la aplicación de 6 procesos principales: planificación de la gestión de riesgo, identificación de riesgos, realización de análisis cualitativo de riesgos, realización de análisis cuantitativo de riesgos, planificación de respuestas, y monitoreo y control de riesgos (PMI, 2009, pág. 3).

1.7.8. Aplicación de Estándar para la Gestión de Valor Ganado

Siendo la operación de suministro de combustible parte del Proyecto Minero las Bambas es necesario aplicar un enfoque de gestión de proyectos con la finalidad de medir y comparar algunos patrones y tendencias de performance respecto a una línea base. Es por lo anterior que la gestión de valor ganado bajo el enfoque del PMI sería una buena opción para integrar el alcance, el cronograma y los recursos (PMI, 2011, pág. 2); adicionalmente, se considera útil la aplicación de esta gestión dado que aborda la medición del performance y

progreso del proyecto, así como el pronóstico de las salidas del proyecto (PMI, 2011, pág. 2). Finalmente se precisa que este enfoque mide el performance mediante indicadores de gestión de proyectos, tales como: el valor ganando, el costo actual, el valor planificado, el margen de reserva entre otros indicadores.

1.7.9. Aplicación de Estándar para la Estimación de Proyectos

Estando la operación de suministro de combustible expuesta al uso de recursos tales como el tiempo, recursos en general, y costos, es necesario contar y aplicar algún tipo de metodología para la gestión de restricciones de alcance, tiempo, costo y calidad. Dado lo expuesto, se declara que el PMI (2011) tiene como propuesta para abordar lo expuesto un estándar que provee lineamientos para entender y aplicar lo que se conoce como una disciplina de estimación para la vida del proyecto (pág. xi). Esta metodología del PMI utiliza los siguientes procesos en el marco de una declaración de principios: preparación de la estimación, creación de la estimación, gestión de la estimación e implementación (PMI, 2011, xi).

1.7.10. Aplicación de Estándar relativo a metodologías, herramientas y modelos de programación

La operación de suministro de combustible del proyecto minero Las Bambas para el buen desempeño de sus actividades en el marco de un proyecto minero viene aplicando soluciones para la programación que podrían reenfocarse mediante la aplicación de metodologías, herramientas y modelos bajo el enfoque del PMI con la finalidad de optimizar el uso de los distintos recursos que intervienen. De acuerdo con lo mencionado, el PMI contribuye a este tipo de situaciones mediante un estándar relativo a la programación de proyectos; entendiendo a este último como la aplicación de habilidades, técnicas e intuición adquirida a través del conocimiento y experiencia para desarrollar modelos de programación efectivos (PMI, 2011, pág. 1).

1.7.11. Aplicación de Estándar para Estructura de Desglose de Trabajo

Estando la operación industrial referida en el marco del contrato CB-029-12, es necesario aplicar para la ejecución efectiva del contrato del contrato herramientas que permitan gestionar los distintos entregables principales con la finalidad de lograrlos en términos de tiempo, costo y calidad, es decir, presentar estos últimos de acuerdo con lo obligado de manera legal en cuanto a fechas límite de entrega, presupuesto programado, y producto con la calidad especificada. Es por lo anterior que se considera la aplicación del estándar para el desglose de estructura de trabajo; lo cual define el PMI (2006) como aquella estructura que define elementos únicos de trabajo que serían arreglados y completados en un orden definido por un diagrama de red facilitando la gestión de proyectos en sus distintas áreas de conocimiento (p. 3).

1.7.12. Aplicación de Estándar para el Soporte de Tecnologías Informáticas

Teniéndose que el flujo de información para la operación industrial es diversa y de cantidad representativa, se ve altamente necesario de hacer uso de tecnologías informáticas que permitan dar soporte informático no solamente a la operación industrial sino a toda la cadena de suministro; este soporte sería integrador dado que se requiere no solamente manejar información a nivel de una compañía, es decir una sola parte dentro de la cadena de suministro, sino más bien se requiere hacer manejo de información compartida entre las partes. Para lo expuesto anteriormente, se aplica el enfoque del PMI mediante la utilización del documento Software Extension para la Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos (PMBOK). El PMI (2013) hace mención que el documento anterior es un medio para contribuir con la facilitación de buenas prácticas para la gestión de proyectos de software (p. 1).

1.8. *Aplicación de la Gestión de Cadena de Suministro en el campo del Suministro de Combustible:*

Teniéndose en consideración que la gestión logística según Waters (2010) es esencialmente un proceso integrador que busca optimizar los flujos de materiales y suministros a través de la organización y sus operaciones para el cliente; adicionalmente, Waters (2010) propone que el concepto de la gestión de cadena de suministro yace en la necesidad de extender la lógica de la logística upstream a los proveedores y la downstream a los clientes finales.

La gestión de la cadena de suministro incluye también la gestión de inventarios; dado que en la cadena de suministro el combustible se almacena tanto en las operaciones de PETROPERU como de XSTRATA, las decisiones que refieren al inventario son de alto impacto y de alto riesgo (Bowersox, D. et. al. 2007). En este aspecto se abordan los aspectos claves declarados por Bowersox, D. et. al. (2007) los costos por mantener un inventario, la planeación del inventario, la administración de la incertidumbre del sistema (demanda patrón de la demanda y ciclo de desempeño), la política de administración de inventario y las prácticas de administración del inventario (p. 130).

Se incluye, además, como aspecto de la gestión de cadena de suministro la gestión del transporte en vista que el transporte constituye el costo logístico más representativo (Bowersox et. al., 2007, p. 191). La gestión de transporte a considerar se conoce como administración del transporte e incluye aspectos relacionados a la administración operativa del transporte, la consolidación del flete, la negociación y el control de la administración del transporte, auditoría y administración de reclamaciones e integración logística (Bowersox et. al., 2007, p. 191). La gestión del transporte constituye un aspecto clave del trabajo de investigación puesto que la operación industrial de suministro de combustible comprende entre otros como una actividad crítica el transporte de combustible.

Se tiene como otro aspecto básico a considerar la gestión de sistemas de información que brindan soporte a las actividades logísticas en la gestión de cadena de suministro. Los sistemas de información de la cadena de suministro y dan seguimiento a la información relacionada con los procesos, facilitan la compartición de información entre las partes de la cadena, y dan soporte a la toma de decisiones administrativas (Bowersox, D. et. al, 2007, p.

98). En este punto se aborda la integración del sistema, las tecnologías de comunicación, el sistema ERP entre otros. Este asunto se constituye como de nivel crítico en vista que la operación industrial referida en la presente investigación se ejecuta bajo el soporte de sistemas de información utilizados por las distintas partes interesadas que intervienen en esta.

1.9. Aplicación de Gestión de Contratos

Teniéndose la gestión de contratos como el proceso de gestión, ejecución y análisis de contratos desde su creación con la finalidad de lograr la maximización del performance operacional y financiero, y la minimización del riesgo (The Chartered Institute of Purchasing & Supply, 2007, p. 3) ; se encuentra útil aplicar principios de gestión de contratos establecidos por organizaciones con aceptación a un nivel internacional dado que el proyecto minero Las Bambas es un proyecto de interés nacional e internacional.

1.10. Aplicación de una Gestión de Integración en materia de calidad, ambiente y seguridad y salud laboral:

Dalling (2012) refiere la Gestión Integrada como la comprensión y dirección efectiva de todos los aspectos de una organización para que las necesidades y expectativas de todas las partes interesadas estén satisfechas de manera equitativa en el marco de un mejor uso de todos los recursos (p. 5).

1.10.1. Aplicación de la Gestión de la Calidad:

Teniéndose como producto el combustible Diésel B-5 y el servicio de transporte del combustible a las instalaciones; la Organización Internacional de Normalización ISO (2008) refiere la necesidad de demostrar capacidad para proporcionar regularmente productos que satisfagan los requisitos del cliente y de aspirar a aumentar la satisfacción del cliente (p. 1).

En el marco de la necesidad expuesta, la Organización Internacional de Normalización ISO (2008) propone un estándar que especificaría los requisitos para un sistema de gestión de calidad (p. 1).

1.10.2. Aplicación de la Gestión Ambiental:

Teniéndose la obligación de cumplir con normas ambientales, es menester practicar una gestión ambiental. La Organización Internacional de Normalización ISO (2004) propone un estándar para mantener un sistema de gestión ambiental y asegurar la conformidad de las actividades con una política ambiental (p. 1).

1.10.3. Aplicación de la Gestión en Seguridad y Salud Ocupacional:

Siendo las actividades relacionadas con el combustible Diésel B-5 de alto riesgo por ser un material peligroso, es menester que se practique una gestión en seguridad y salud ocupacional. En el contexto anterior, OHSAS Project group (2007) propone un estándar que estable los requisitos para el funcionamiento de un sistema de gestión de seguridad y salud ocupacional (p. 1). El estándar que refiere OHSAS Project group (2007) corresponde a organizaciones que requieren minimizar y eliminar riesgos, y cumplir con una política de seguridad y salud ocupacional entre otros (p. 1).

1.11. Aplicación de la Ciencia de Datos en el campo del Suministro de Combustible

Siendo una característica significativa de la cadena de suministro el flujo de información se ve altamente necesario aplicar la ciencia de datos continuamente en virtud de los avances no solo tecnológicos sino también respecto herramientas y técnicas en general. De acuerdo con lo declarado, se tiene a Loukides (2010) que refiere que la ciencia de datos tiene su fundamento en que la mayor capacidad de almacenamiento de datos requiere de un

Análisis de una operación industrial de suministro de combustible Diésel B-5 y desarrollo de solución de optimización basada en las metodologías del PMI, ISO 9000, ISO 14000 y OHSAS 18000

mayor análisis sofisticado y del uso de esos mismos datos (p. 4). De acuerdo con lo expuesto anteriormente se deduce que la ciencia de datos tendría que ser aplicada en operaciones como la que es objeto del presente trabajo de investigación.

1.12. *Relaciones entre teorías y modelos que inspiran la investigación*

Las principales relaciones entre las teorías y modelos se presentan a continuación mediante el siguiente diagrama:

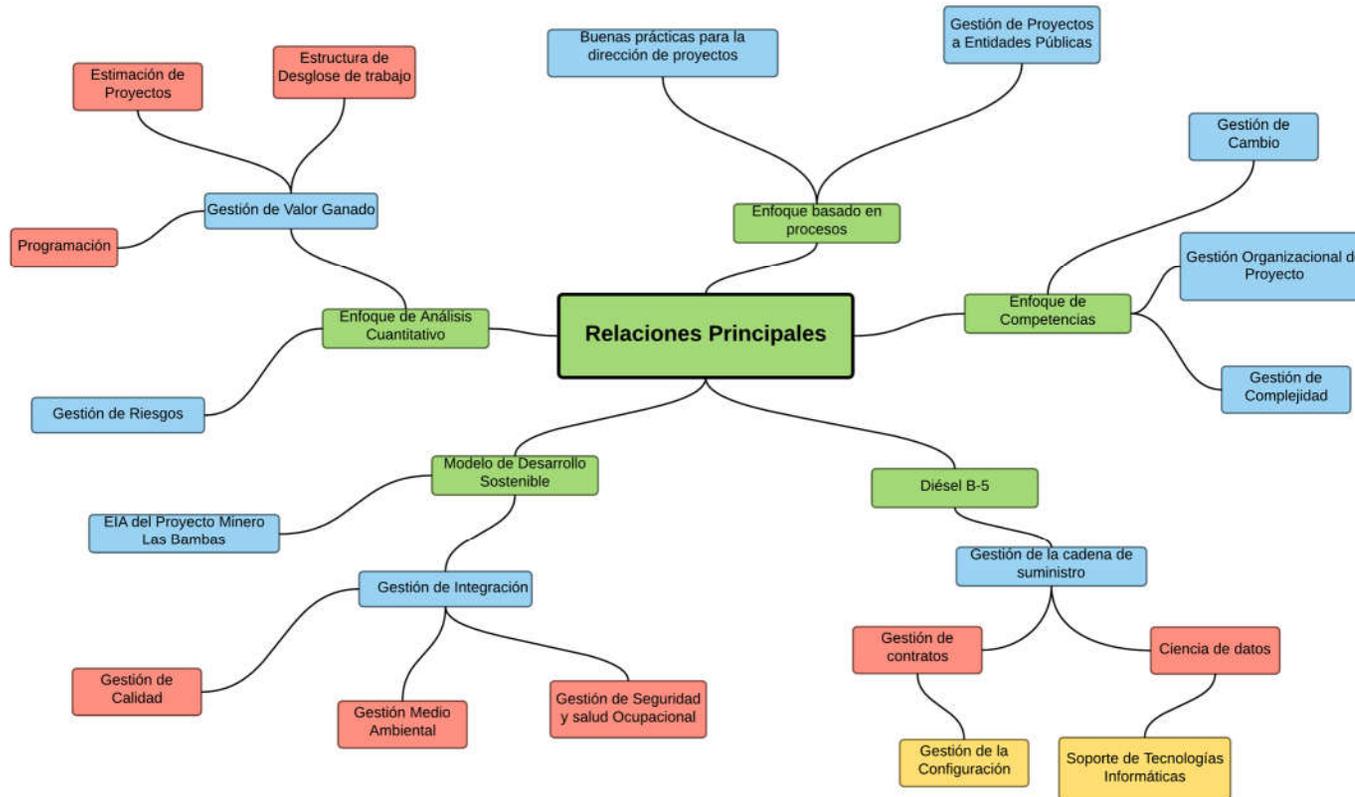


Figura 2.15. Relaciones principales entre teorías y modelos que inspiran la investigación

Nota. El presente diagrama es uno del tipo *mind map* generado por medio del productor de flujogramas online “Lucidchart”.

De acuerdo con el diagrama anterior se definen los siguientes 5 bloques de relaciones.

1.12.1. Bloque de Relaciones 1: Basadas en el Enfoque de Procesos

El primer bloque de relaciones se basa en el enfoque de procesos y tiene su fundamento en que se presume que la operación de suministro de combustible en el marco de la ejecución del contrato CB-029-12 el cual se da como parte del proyecto minero Las Bambas debe podría abordarse para un desempeño más alto aplicando el enfoque del PMI en dos ámbitos principales: la aplicación de buenas prácticas para la dirección de proyectos y la aplicación de la gestión de proyectos para entidades públicas.

El enfoque de procesos se aplicaría de acuerdo con lo aplicado por el PMI para la dirección de proyectos, es decir, se estaría aplicando en la presente investigación los procesos para la dirección de proyectos en sus 5 categorías principales o grupos de procesos de acuerdo con el siguiente diagrama:

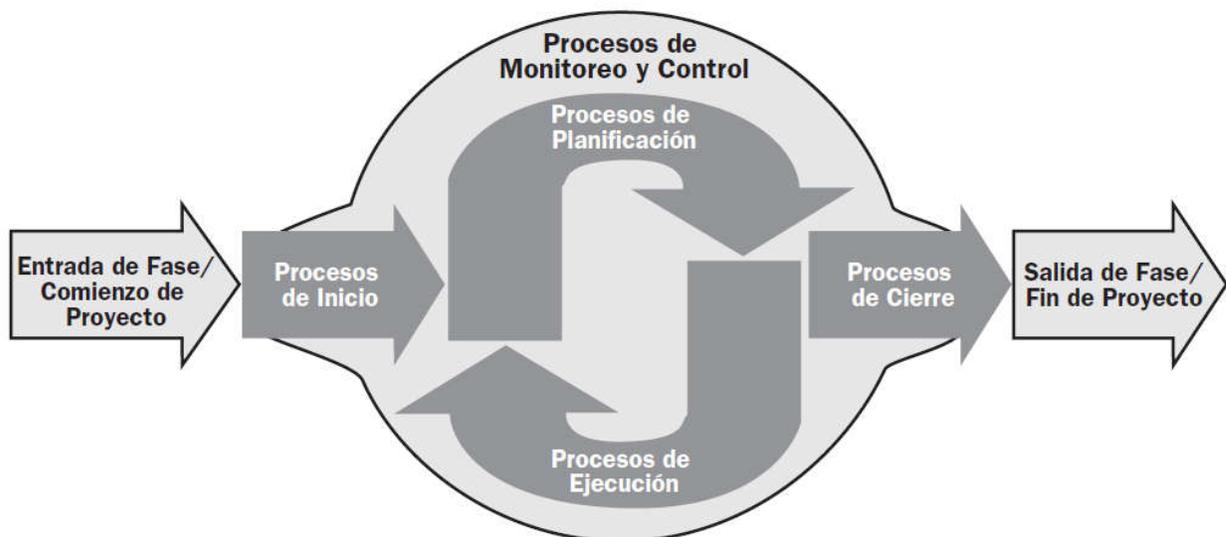


Figura 2.16. Grupos de procesos de la dirección de proyectos

Nota. El diagrama corresponde a la aplicación del enfoque de procesos en el ámbito de la dirección de proyectos por le PMI Fuente: Project Management Institute. (2013). Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos (Guía del PMBOK). Capítulo 3, página 50.

Del mismo modo, los grupos de procesos expuestos funcionarían de acuerdo con lo que se conoce como un ciclo de vida del proyecto, de acuerdo con el siguiente diagrama:



Figura 2.17. Ciclo de vida del proyecto

Nota. El diagrama corresponde a un ciclo de vida de un proyecto referencial. Fuente: Project Management Institute. (2013). Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos (Guía del PMBOK). Capítulo 3, página 39.

De acuerdo con el diagrama anterior, es que se incluye la aproximación del PMI en lo que se refiere a la inclusión de fases necesarios para la gestión de proyectos de entidades públicas. Las fases incluidas son:

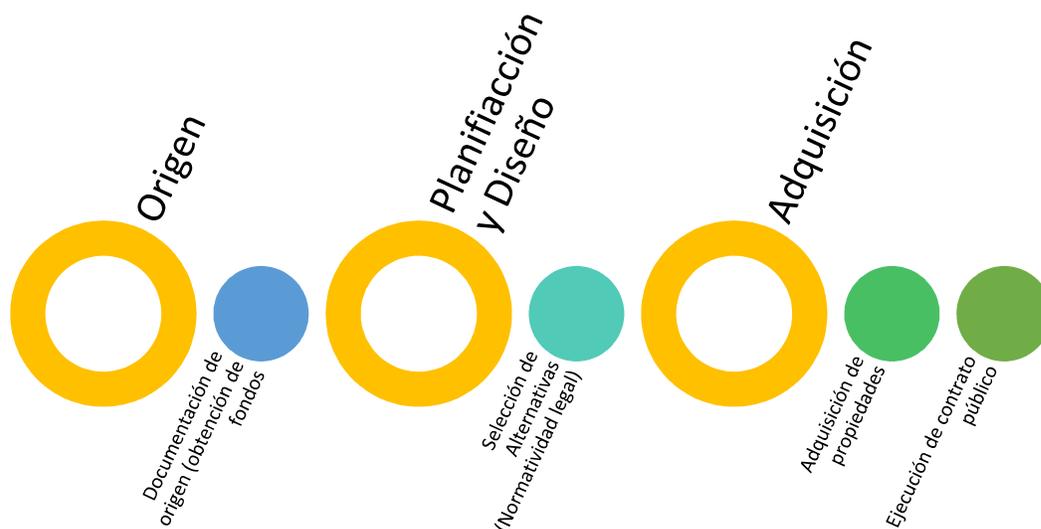


Figura 2.18. Fases típicas en un proyecto gubernamental

Nota1. El diagrama corresponde a una adecuación del diagrama de fases típicas para un proyecto de construcción del gobierno bajo el enfoque del PMI. Fuente: Elaboración propia

Nota2. Siendo una de las partes del contrato CB-029-12 una entidad pública se considera que el esquema propuesto por el PMI referido a la dirección de proyectos gubernamentales se aplicaría respecto a las fases a cumplir para el suministro de combustible diésel B-5.

En síntesis, el bloque de relaciones 1 propone una relación de enfoque basado en procesos desde la perspectiva del PMI para la dirección de proyectos incluyendo lo referido y aplicable a entidades públicas.

1.12.2. Bloque de Relaciones 2: Basadas en el Enfoque de Análisis Cuantitativo

El bloque de relaciones 3 refiere a aplicar el enfoque de análisis cuantitativo utilizando entre otros herramientas y técnicas utilizadas para la dirección de proyectos relacionadas con la gestión de riesgos y la gestión de valor ganado; dentro de esta última gestión se incluiría el proceso de crear la estructura de desglose de trabajo (EDT), el proceso de estimación (recursos y duraciones), y el proceso de generar un programa; este último se entiende como el desarrollo de un cronograma de actividades incluyendo recursos a utilizarse de acuerdo con requerimientos.

El enfoque de análisis cuantitativo propone el siguiente esquema para su desarrollo:

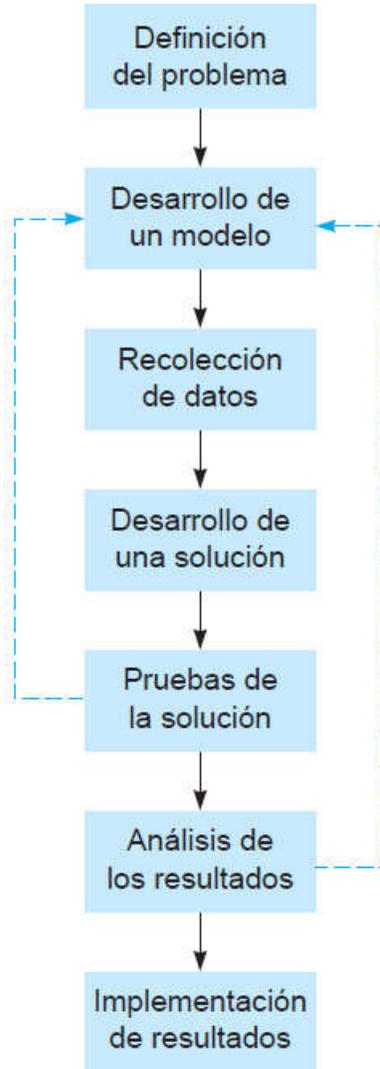


Figura 2.19. Enfoque del análisis cuantitativo

Nota. Fuente: Render et. al. (2012). Métodos cuantitativos para los negocios. Capítulo 1, página 3.

De acuerdo con la relación expuesta, se piensa que es aplicable tanto la gestión de valor ganado como la gestión de riesgos para las actividades referidas al modelado en el enfoque del análisis cuantitativo.

Se considera aplicable que en un modelado se incluiría como indicadores de desempeño aquellos propuestos en la gestión de valor ganado para la dirección de proyectos. Los indicadores que podrían incluirse son de acuerdo con el siguiente diagrama:

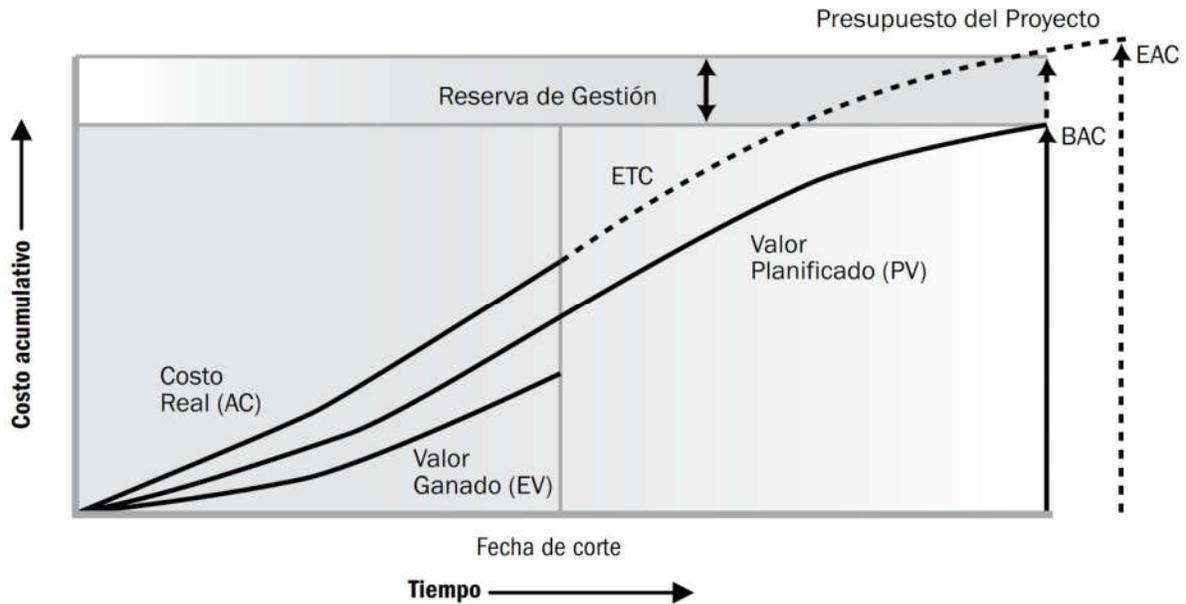


Figura 2.20. Indicadores para la gestión de valor ganado

Nota. Fuente: Project Management Institute (2011). Practice standard for earned value management. Capítulo 2, página 10.

Adicionalmente se considera aplicable para un modelado la realización de un análisis de riesgos. El PMI propone para la gestión de riesgos la realización de un análisis de riesgo bidimensional; por un lado, cualitativo y por otro lado cuantitativo de acuerdo con lo siguiente:

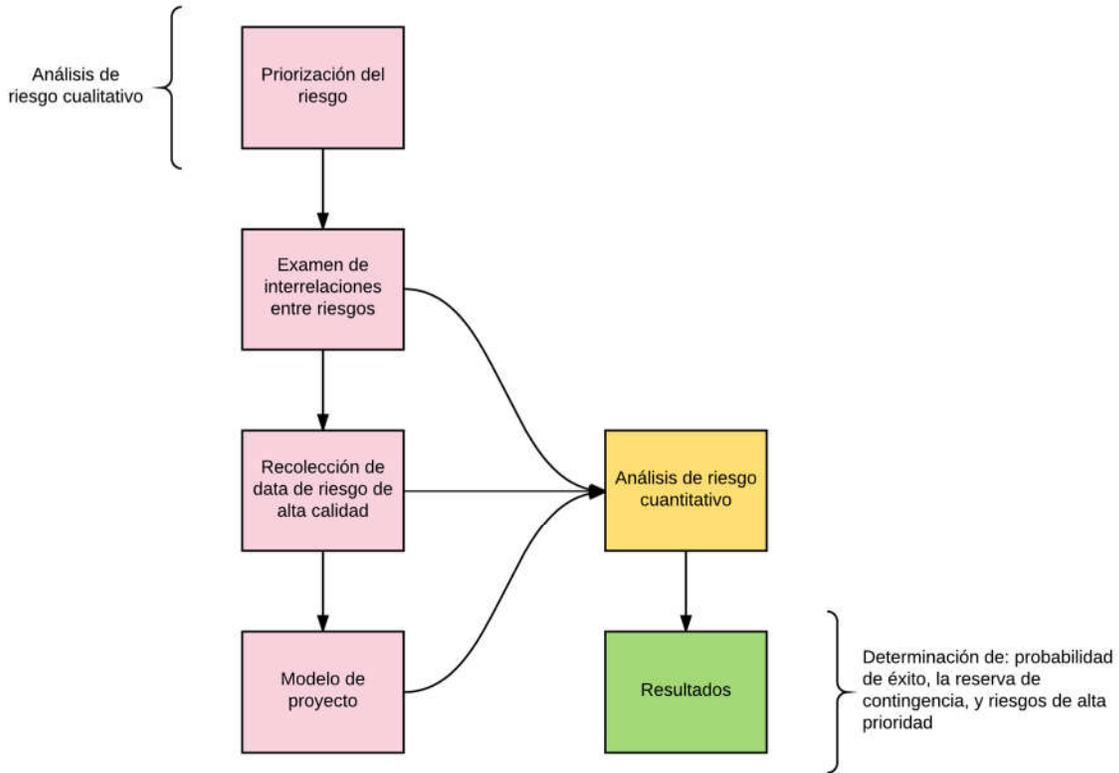


Figura 2.21. Estructura de análisis de riesgo

Nota. Fuente: Project Management Institute (2009). Practice standard for project risk management. Capítulo 7, página 41.

En síntesis, la aplicación del enfoque de análisis cuantitativo incluyendo aspectos de gestión de riesgos y de gestión de valor ganado bajo el enfoque del PMI constituye una metodología que brinda soporte para el análisis de datos del presente trabajo de investigación.

1.12.3. Bloque de Relaciones 3: Basados en el Enfoque de Competencias

El tercer bloque de relaciones es aquel basado en un enfoque de competencias bajo la perspectiva del PMI. Este enfoque contribuye a empoderar a las organizaciones y sus miembros a partir de la alianza estratégica existente en términos de gestión del desarrollo profesional de aquellos involucrados con la dirección de proyectos en lo que se refiere a una gestión de cambio, de complejidad, y organizacional de proyecto efectivos de acuerdo con lineamientos del PMI.

En primer lugar, el desarrollo profesional de los distintos involucrados particularmente de las partes del contrato CB-029-12 tendría que realizarse en el marco de la ejecución de una estrategia basada en la alianza estratégica la cual podría quedar definida por medio de una gestión organizacional de proyecto bajo el enfoque del PMI implementando lo que se conoce como un Modelo de Madurez para la Gestión Organizacional de Proyecto (OPM3); además, es necesario mencionar que lo anterior incluiría el soporte de una gestión de cambio realizada también bajo el enfoque del PMI.

En base a lo desarrollado anteriormente, se declara de utilidad potencial el uso de la técnica del ciclo OPM3 para las partes del contrato CB-029-12 bajo la modalidad de diseño del modelo puesto que el contrato en mención no cuenta como requisito ni obligación la gestión de este bajo los lineamientos del PMI. La técnica del ciclo OPM3 se concibe conforme al siguiente diagrama:



Figura 2.22. Ciclo OPM3

Nota. El diagrama es una modificación del diagrama original. Fuente: Project Management Institute (2013). Organizational Project Management Maturity Model (OPM3). Capítulo 2, página 25.

En segundo lugar, la técnica del ciclo OPM3 tendría que ejecutarse en el marco del cumplimiento de los objetivos de las partes del contrato CB-029-12 con la finalidad de que esta técnica conduzca al éxito organizacional de todas estas; lo mencionado tendría lugar entre otros mediante la interacción de los principales elementos del marco para la ejecución

de estrategia de gestión organizacional de proyecto con el soporte de una gestión de cambio la cual se representaría de acuerdo con lo siguiente:

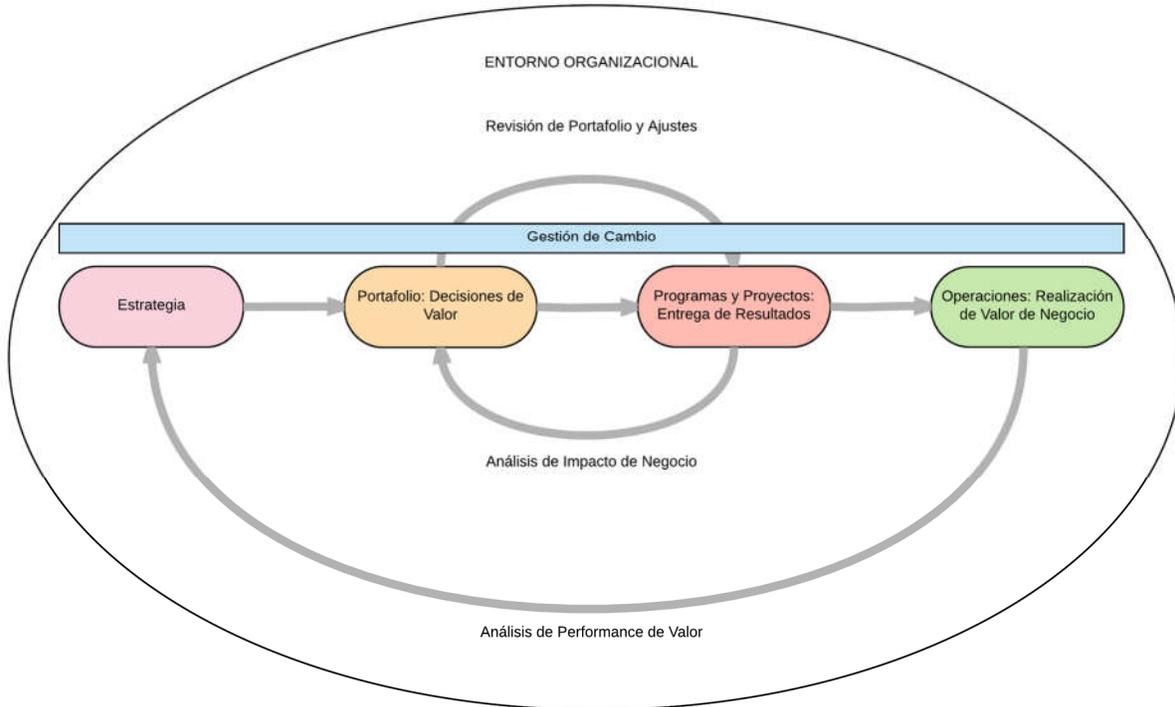


Figura 2.23. Elementos del Marco para la Ejecución de Estrategia de Gestión Organizacional de Proyecto con soporte de Gestión de Cambio

Nota. Fuente: Project Management Institute (2013). *Managing Change in Organizations*. Capítulo 3, página 28.

En tercer lugar, se aprecia que para la aplicación del enfoque de competencias no solamente se requeriría una gestión organizacional de proyecto y una gestión de cambio sino también lineamientos para poder abordar la complejidad del asunto, es decir, se requiere que las partes del contrato CB-029-12 puedan gestionar la complejidad del proyecto, es decir, navegar en la complejidad habiéndola evaluado anteriormente. Específicamente, en la presente investigación se estarían abordando los siguientes elementos que se presumen ser elementos de complejidad: gobierno corporativo, aproximación de gestión de cambios, mentalidad resiliente, puntos de cambio, y pensamiento reflexivo. La gestión de la complejidad quedaría definida por medio de la aplicación de la siguiente metodología:

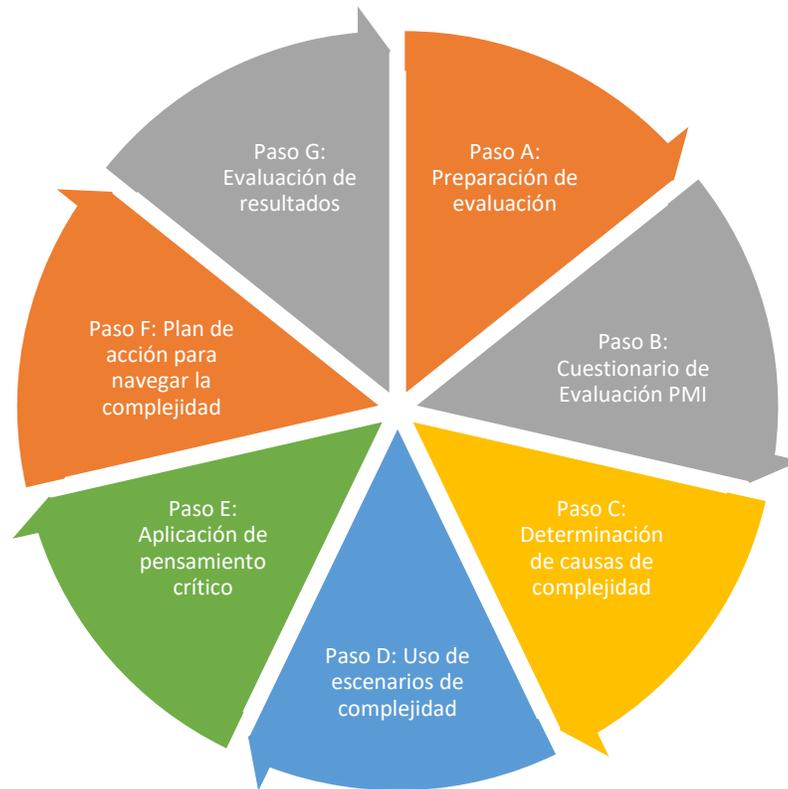


Figura 2.24. Proceso de Evaluación de Complejidad (PMI)

Nota. Fuente: Project Management Institute (2014). Navigating Complexity: A Practice Guide. Capítulo 5, página 32.

En síntesis, el tercer bloque de relaciones busca aplicar un enfoque de competencias el cual sería un punto de partida para aplicar, bajo el enfoque del PMI, la gestión organizacional de proyecto (implementando el modelo OPM3), la gestión de cambio, y la gestión de complejidad en aspectos críticos relativos al suministro de combustible y la alianza estratégica existente entre las partes del contrato CB-029-12.

1.12.4. Bloque de relaciones 4: Basados en el Diésel B-5

Siendo el objeto del contrato CB-029-12 el suministro de combustible Diésel B-5 como un único bien; este bien a suministrarse constituye un suministro del tipo crítico por ser de carácter básico para las diversas operaciones en el Proyecto Minero Las Bambas. Es por lo anterior que el suministro del combustible tendría que darse a partir de una gestión de cadena de suministro. Contando la gestión de cadena de suministro con varios aspectos que

la determinan, en la presente investigación se abordan 2 que se presumen ser de carácter crítico: la gestión de contratos y la incursión en el campo de la ciencia de datos.

Por un lado, se considera enfocar la gestión de contratos desde la aplicación de los principios propuestos por la institución The Chartered Institute of Purchasing & Supply para esta disciplina. Del mismo modo, la gestión de contratos se daría en el marco de un Sistema de Gestión de la Configuración al estilo del PMI para implementar una dirección y supervisión técnica y administrativa.

Por otro lado, la incursión en la ciencia de datos se orientaría particularmente a implementar medidas para gestionar el flujo de información propio de una cadena de suministro de combustible mediante la implementación de buenas prácticas para la gestión de proyectos de software, es decir, la gestión del soporte de tecnologías informáticas.

Lo expuesto anteriormente se aprecia en el siguiente diagrama:

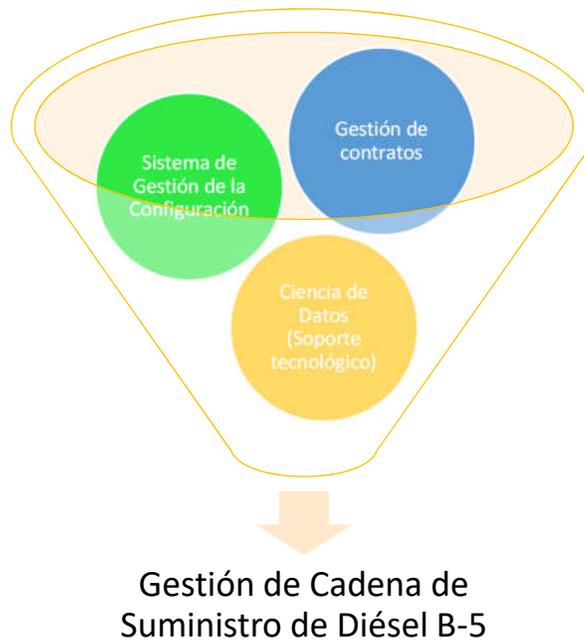


Figura 2.25. Gestión de Cadena de Suministro de Diésel B-5

Nota. Fuente: Elaboración Propia

En síntesis, el combustible Diésel B-5, bien a suministrarse, requiere de una gestión de cadena de suministro efectiva; de manera especial, en lo que concierne al contrato CB-029-12 se requiere abordar este aspecto para gestionar el flujo de materiales, de recursos monetarios y de información. Es por lo anterior que se encuentra de utilidad enfocar esta gestión desde una gestión de contratos efectiva en el marco de un sistema de gestión de la

configuración al estilo del PMI y la incursión en la ciencia de datos traducida en la implementación de buenas prácticas para la gestión de tecnologías de información al estilo del PMI.

1.12.5. Bloque de Relaciones 5: Basados en el Modelo de Desarrollo Sostenible

Siendo el modelo de desarrollo sostenible una constante de todos los proyectos y sub proyectos relacionados con el Proyecto Minero Las Bambas, es necesario alinear todas las actividades para el éxito del proyecto; es por ello que el presente trabajo de investigación busca alinear la alianza estratégica generada entre las partes del contrato CB-029-12 a los objetivos del modelo de desarrollo objetivo del Proyecto Minero Las Bambas mediante 2 vías principales: la ejecución del contrato CB-029-12 en el marco de lo declarado en el Estudio de Impacto Ambiental del 2010 para el Proyecto Minero Las Bambas, y aplicación de una gestión integrada en términos de calidad, ambiente, y seguridad y salud ocupacional. Lo mencionado anteriormente se piensa que resultaría en una contribución al éxito del modelo de desarrollo sostenible.

Lo expuesto anteriormente se aprecia en el siguiente diagrama:

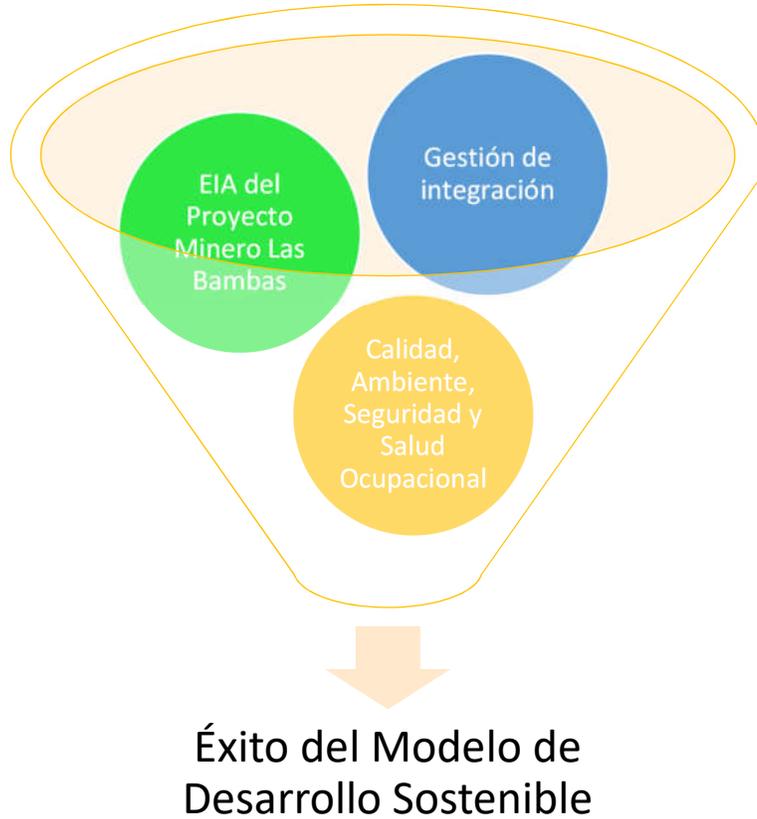


Figura 2.26. Efectividad del Modelo de Desarrollo Sostenible del Proyecto Minero Las Bambas

Nota. Fuente: Elaboración Propia

2. Estado del arte

Teniendo presente que el estado del arte refiere al nivel más alto de desarrollo de un artefacto, técnica o campo científico (Muñoz, C., 2011, pág. 79), se aborda lo referido al campo del suministro de combustible Diésel B5 en proyectos mineros pertenecientes a la gran minería. A continuación, se presentan investigaciones previas y/o similares y trabajos relacionados que definen el estado del arte en mención.

2.1. Caso de Empresa Estatal de Hidrocarburos similar en México: *Petróleos Mexicanos*

2.1.1. 2008: PEMEX como instrumento equilibrador de corto plazo del presupuesto público y de las cuentas externas

En el contexto de que la significación del petróleo en la balanza de pagos en México es importante principalmente por el alza de las cotizaciones internacionales, PEMEX evoluciona a ser un instrumento equilibrador del presupuesto público y de las cuentas externas a partir de los objetivos de fomentar el desarrollo, la industrialización y capitalización nacionales, abastecer de energéticos baratos, a la economía y contribuir a la balanza de pagos (Ibarra, 2008, p. 9); esta evolución corporativa de afectación de alcance nacional propone una línea de investigación en cuanto a un posible replanteamiento del planeamiento estratégico de una empresa estatal de hidrocarburos.

2.1.2. 2010: Contratos de Servicios Múltiples en PEMEX

Siendo los Contratos de Servicios Múltiples parte de la familia de los contratos de servicios operativos y habiendo sido diseñados para que el sector privado capacidades operativas, tecnológicas y financieras (Rodríguez, 2010, pp. 121-124); estos últimos se constituirían como un modelo referencial para la gestión de los vínculos contractuales entre las diversas partes interesadas en lo que se refiere al suministro de combustible dada su naturaleza operacional entre otras.

2.1.3. 2013: La Explotación de los Hidrocarburos y los Minerales en México

Siendo México un país rico en minerales, y estando a cargo la explotación del petróleo y los demás hidrocarburos a cargo del Estado Mexicano a través de Petróleos Mexicanos, esta última opera con contratos de servicios donde el pago es una tarifa fijada en función del servicio (De la Fuente, 2013, pp. 8-9); este tipo de escenarios constituye una línea de investigación a tomarse por medio de la presente investigación.

2.2. Cadena de Suministro del Biodiésel en el Perú

2.2.1. 2009: Producción, Almacenamiento, y Transporte de Biodiésel en Perú

Teniéndose en Perú un entorno empresarial donde el almacenamiento y distribución de biodiésel constituye un campo de desarrollo donde los conocimientos relativos comienzan a aplicarse gracias a la incorporación de disposiciones en el marco legal peruano en el 2009 en orden al reemplazo del Diésel N° 2 por el Diésel B2 (Vértiz, 2009, p. IV); en efecto, se constituye como línea de investigación el desarrollo del *expertise* en cuanto a la producción, almacenamiento y transporte de biodiésel.

2.3. Proyecto Minero Las Bambas

2.3.1. 2016: Mejora de la productividad de la operación de Ferreyros en el Proyecto Minero Las Bambas

Siendo relevante la operación de Ferreyros en lo que concierne al mantenimiento de equipos pesados, se aprecia la necesidad de utilizar óptimamente los distintos recursos que intervienen con la finalidad de mantenerlos en una alta disponibilidad minimizando los costos concernientes (Villanueva, 2016, pp. 19-23); en vista que los equipos pesados utilizan combustible para su puesta en marcha y operación, este escenario da a lugar una línea de investigación respecto a la relación del rendimiento del combustible y la efectividad del programa de mantenimiento de equipos pesados lo cual sería de interés a PETROPERU como parte interesada del proyecto en materia de suministro de combustible.

2.3.2. 2016: Comisionamiento y puesta en marcha para la Planta Concentradora en el proyecto minero las Bambas

Siendo el Comisionamiento y la Puesta en Marcha un proceso que inicia con la aceptación del Completamiento Mecánico se aprecia la necesidad de tener un soporte en lo que concierne a la elaboración de procedimientos escritos para la ejecución del proceso (Matutti, 2016, p. ii y p. 40); a esto último se adiciona que siendo el combustible parte del conjunto de insumos críticos para el funcionamiento de la planta, el suministro de este último, las buenas prácticas concernientes a su utilización, y las demás actividades concernientes a su respectiva manipulación, se da lugar a una línea de investigación relativa al suministro de combustible en plantas de la Gran Minería del Perú.

2.3.3. 2006: Estrategias regionales de Gestión Ambiental relativas al Proyecto Minero Las Bambas

Teniéndose diversidad de incidencias medio ambientales en la región Apurímac por la actividad minera, se aprecian evidencias de contaminación ambiental y se prevé que la explotación minera del proyecto Las Bambas agravaría la situación por lo que es menester establecer una estrategia regional de gestión ambiental (Espinoza et al, 2006, p. 33); adicionalmente, siendo el suministro de combustible uno del tipo estratégico, dado que este afecta toda la zona de afectación del proyecto sería necesario incluir dentro de la estrategia de gestión ambiental lineamiento relativos a su adecuada utilización.

2.4. Modelo de Negocio

2.4.1. 2011: Conceptualización de Modelos de Negocio

Ya que el concepto de modelo de negocios sería utilizado para describir, evaluar e innovar la lógica de negocio de una organización sistematizando sus componentes críticos, este se constituye como una herramienta para capturar, sistematizar, analizar y mejorar las prácticas de negocio (Steiniger et al, 2011, pp. 1-2); a esto último, se afirma que las distintas actividades que comprenden el suministro de combustible en el Proyecto Minero Las Bambas

serían parte de un modelo de negocio el cual requiere que se realice una labor de conceptualización en términos de modelo de negocio.

2.4.2. 2013-2014: Transformación de Petróleos Mexicanos a partir de la última Reforma Energética

Habiéndose dado entre los años 2013 y 2014 la aprobación de la Reforma Energética en México, entre otros se dio que Petróleos Mexicanos tuvo un cambio en cuanto a su status jurídico donde pasó de ser un instrumento del Estado Mexicano en su carácter de organismo público descentralizado, es decir, empresa pública con objetivos sociales, a una entidad propiedad del gobierno federal con objetivos propios de una empresa privada que busca la maximización del valor económico o ganancias (Vargas, 2015, p. 125 y p. 141); el escenario anterior constituye uno a evaluar su posible adaptación y aplicación en Perú respecto a PETROPERU.

2.4.3. 2016: Facilitando colaboración horizontal en cadenas de suministro

Habiéndose propuesto el concepto de colaboración horizontal como la cooperación entre 2 o más compañías a un nivel en el mercado la cual estaría diseñada para lograr beneficios mutuos lo cuales no se alcanzarían de manera independiente y habiendo sondeado los impulsores y barreras para las prácticas (Gupta, R. et. al., 2016, p. 1), se presume que este concepto aplicado ampliamente en el área de gestión de cadena de suministro podría aplicarse en las operaciones para proyectos de minería; particularmente se piensa que la colaboración horizontal podría aplicarse entre las partes del contrato CB-029-12.

2.5. Modelado

2.5.1. 2013: Optimización de Cadena de Suministro: Producto químico industrial de bajo volumen

Teniéndose los costos para proporcionar el servicio (C2S o Cost-to-serve) como los costos asociados con el flujo neto de productos desde el fabricante hasta el cliente según Li Jin y Fred Dacha; estos últimos han desarrollado un modelo de optimización de red que minimiza el costo para proporcionar el servicio (C2S) para un producto químico industrial que se distribuye a lo largo de Norte América y América del Sur. La herramienta utilizada para optimizar se le conoce como programación línea. Para la presente investigación, se considera de utilidad el modelo de Dacha y Jin para orientar el desarrollo del análisis cuantitativo correspondiente.

2.5.2. 2016: Optimización de inventario como una ventaja de negocio

Buscando que un negocio esté en la capacidad de tomar decisiones de manera robusta en términos de colocar inventarios para lograr una ventaja de negocio en términos tanto financieros como en sostenibilidad, Agrogianis et. al. (2016) desarrollan un modelo para optimizar y testear el desempeño de la política de inventario y la configuración de red en una compañía perteneciente al sector químico. De acuerdo con lo anterior, se piensa que el trabajo de investigación último orientaría al presente trabajo de investigación en materia de la aplicación del enfoque de análisis cuantitativo.

2.5.3. 2008: El Impacto del Tiempo de Espera en las Tasas de Transportación de Cargamentos

Caldwell et al. (2008) al analizar las transacciones para el envío de cargamentos con la finalidad de determinar si hay o no afectación de los tiempos de espera propuestos, desarrolla un modelo de transporte en base a las variables origen, destino y distancia encontrando ahorros mediante el cambio de política de negocio. De acuerdo con lo expuesto

se piensa que el modelo desarrollado por Caldwell podría orientar el presenta trabajo de investigación en lo que se refiere a la aplicación del enfoque de análisis cuantitativo.

3. Conceptos

Se ve por conveniente tener en consideración los siguientes conceptos clave en virtud de contar con un entendimiento efectivo del enfoque que se utiliza para la presente investigación.

3.1. *Modelo de Negocio*

La Real Academia de la Lengua Española (2014) propone como modelo: “Esquema teórico, generalmente en forma matemática, de un sistema o de una realidad compleja, como la evolución económica de un país, que se elabora para facilitar su comprensión y el estudio de su comportamiento” (Versión en línea).

En el presente trabajo, dado que se considera que el modelo de negocio relativo al suministro de combustible tiene una orientación a lo que se refiere la cadena de aprovisionamiento, se consideran los siguientes componentes:

Tabla 2.5.
Componentes del Modelo de Negocio

Componente	Descripción	Relevancia (1-10)
Propuesta de Valor	Provee una visión general del paquete de productos y servicios en la compañía	10
Configuración de Valor	Describe el arreglo o disposición de actividades y recursos	10
Canal de Distribución	Describe los diversos medios que una compañía utiliza para entrar en contacto con sus clientes	8
Competencia Fundamental	Indica las competencias necesarias para el funcionamiento del modelo de negocio	7

Análisis de una operación industrial de suministro de combustible Diésel B-5 y desarrollo de solución de optimización basada en las metodologías del PMI, ISO 9000, ISO 14000 y OHSAS 18000

Estructura de Costos	Muestra la utilización de los medios del modelo de negocio en términos monetarios	6
Modelo de Ingresos	Describe la manera como la compañía genera una renta	6
Red de Cooperación	Representa una red de interacción con otras compañías basada acuerdos de cooperación para agregar y comercializar valor.	6
Público Objetivo	Describe los segmentos de clientes a los cuales una compañía ofrece un producto	5
Relaciones	Indica las diferentes conexiones que una compañía establece con el público objetivo	5

Nota. La relevancia del componente es aquella relativa al modelo de negocio relativo al suministro de combustible.
Fuente: Steininger, D., Huntgeburth, J. & Veit, D. (2011). Conceptualizing Business Models for Competitive Advantage Research by Integrating the Resource and Market-Based Views (p. 6). Recuperado de: http://aisel.aisnet.org/amcis2011_submissions/286

Haciendo uso de los 4 componentes principales de un modelo de negocio expuestos en la tabla anterior se propone el siguiente concepto:

“Un modelo de negocio es una representación abstracta que una organización utiliza para dar a conocer el paquete de productos provistos representando, de un lado, la disposición de actividades y recursos necesarios, por otro lado, los diversos medios de distribución; adicionalmente, se incluye la especificación de las competencias necesarias para su respectivo funcionamiento.”.

3.2. Alianza Estratégica

En el presente trabajo de investigación se hace uso del término “alianza estratégica” haciendo alusión a la relación de las partes del contrato CB-029-12; es por ello que se precisa que el término se usa de acuerdo con lo concebido por a los autores E. Todeva y D. Knoke (2005) quienes afirman que una alianza estratégica es un consorcio de al menos 2 partes societarias que cuentan con independencia legal, compartición de beneficios y control de dirección sobre el performance de tareas asignadas, y que contribuyen continuamente en áreas estratégicas.

3.3. *Contrato*

Dado que los contratos que regulan legalmente el modelo de negocio proceden de la regulación de relaciones civiles en el Perú, se propone como concepto aquel propuesto en el Código Civil Peruano (1984): “El contrato es el acuerdo de dos o más partes para crear, regular, modificar, o extinguir una relación jurídica patrimonial” (Artículo 1351°).

Sin embargo, dado que se piensa aplicar un enfoque del Project Management Institute, se propone utilizar en segunda instancia el siguiente concepto: “Un contrato es un acuerdo vinculante para las partes en virtud del cual el vendedor se obliga a proveer el producto, servicio o resultado específico y el comprador a pagar por él” (Project Management Institute, 2013. p. 533).

3.4. *Contrato de Suministro de Combustible*

Se proponen como elementos de mayor relevancia respecto al objeto de un contrato de suministro aquellos expuestos en la tabla siguiente:

Tabla 2.6.
Elementos del Objeto de un Contrato de Suministro

Elemento	Descripción
Suministrante	Persona que provee, abastece, proporciona medios materiales, datos o informes (Poder Judicial del Perú, 2016).
Suministrado	Contraparte del suministrador o suministrante.
Bien	Dícese de todo aquello que tiene una medida de valor y puede ser objeto de protección jurídica (Poder Judicial del Perú, 2016).
Puntos de Entrega	Dícese de todo aquel punto de llegada conforme a guía de remisión.
Adquisición de la Posesión	La posesión se adquiere por la tradición ¹ , salvo los casos de adquisición originaria que establece la ley (Código Civil, 1984, Artículo 900°).
Transferencia de Propiedad de un bien mueble	Se efectúa con la tradición a su acreedor, salvo disposición legal diferente (Código Civil, 1984, Artículo 947°).

¹ La tradición se realiza mediante la entrega del bien a quien debe recibirlo o a la persona designada por él y con las formalidades que ésta establece (Código Civil, 1984, Artículo 901°).

Teniendo en consideración los elementos expuestos anteriormente, se propone el siguiente concepto:

“Un contrato de suministro es el acuerdo entre un suministrante y suministrado en lo que se refiere a la provisión de un bien (combustible) en puntos de entrega especificados dándose la transferencia de propiedad del bien mueble (combustible) y por lo tanto la adquisición de este por parte del suministrado conforme a ciertas formalidades acordadas de manera mutua”.

3.5. *Sistema de Gestión*

Téngase este concepto como aquel propuesto por la Organización Internacional de Normalización (2015): “Conjunto de elementos de una organización interrelacionados o que interactúan para establecer políticas, objetivos y procesos para lograr estos objetivos” (p. 21).

3.6. *Estándar*

Se propone hacer uso del concepto declarado por el Project Management Institute (2013): “Documento que provee, para uso común y repetitivo, las reglas, pautas o características que deberían cumplir las actividades (o sus resultados), a fin de obtener un óptimo grado de orden en un contexto dado” (p. 542).

3.7. *Proceso*

Se propone hacer uso del concepto declarado por el Project Management Institute (2013): “Una serie sistemática de actividades dirigidas a producir un resultado final de forma tal que se actuará sobre una o más entradas para crear una o más salidas.” (p. 559).

3.8. *Recurso*

Se propone hacer uso del concepto declarado por el Project Management Institute (2013): “Recursos humanos especializados (disciplinas específicas, ya sea en forma individual o en equipos o grupos), equipos, servicios, suministros, materias primas, materiales, presupuestos o fondos” (p. 560).

3.9. *Incidente*

Se propone utilizar aquel utilizado en el DS-055-2010 (2010): “Suceso inesperado relacionado con el trabajo que puede o no resultar en daños a la salud. En el sentido más amplio, incidente involucra todo tipo de accidente de trabajo” (p. 424205).

3.10. *Riesgo*

Se propone utilizar aquel utilizado en el DS-055-2010 (2010): “Es la combinación de probabilidad y severidad reflejados en la posibilidad de que un peligro cause pérdida o daño a las personas, a los equipos, a los procesos y/o al ambiente de trabajo.” (p. 424207).

3.11. *Impacto Ambiental*

Se propone utilizar el concepto empleado por el Ministerio del Ambiente del Perú (2009): “Se refiere a cualquier cambio, modificación o alteración de los elementos del ambiente o de las relaciones entre ellos, causada por una o varias acciones (proyecto, actividad o decisión). El sentido del término no involucra ninguna valoración del cambio, la que depende de juicios de valor” (p. 41).

3.12. *Especificación*

Se propone hacer uso del concepto declarado por el Project Management Institute (2013): “Un documento que expresa de manera completa, precisa y verificable, los requisitos, el diseño, el comportamiento y otras características de un sistema, componente, producto, resultado o servicio, así como los procedimientos para determinar si se ha cumplido con estas disposiciones. Algunos ejemplos son: especificaciones de requisitos, especificaciones de diseño, especificaciones del producto y especificaciones de prueba.” (p. 542).

4. Semblanza Histórica de la Investigación

La presente investigación parte de las condiciones de suministro de combustible para el Proyecto Minero Las Bambas determinadas en la Licitación Nro. LD-006-11 llevada a cabo por Xstrata Copper; adicionalmente, estas condiciones se cumplimentan mediante la ejecución de la propuesta técnica y económica que PETROPERU realiza después de haber sido postor ganador de la licitación, y, posteriormente, por ende, contratista de Xstrata Copper.

4.1. 2011: Licitación LD-006-11 Suministro de Combustible para la Operación de Tintaya y los Proyectos de Antapaccay y las Bambas

Xstrata Copper invitó a Petróleos del Perú – Petroperú S.A. a participar de la Licitación LD-006-11 para el Suministro de Combustible para la Operación Tintaya y los Proyectos de Antapaccay y las Bambas, la cual incluía la Contratación de Servicio de Alquiler de 3 Estaciones Móviles Modulares Equipados con Sistemas de Recepción, Almacenamiento y Despacho de Combustibles para Xstrata Las Bambas; de este modo, a PETROPERU se le otorgó la Buena Pro de la licitación en el 2012 (PETROPERU, 2012, p. 1).

4.2. 2012: Contratación de Petroperú para el Suministro de Combustible al Proyecto Minero Las Bambas

Se celebra el Contrato de Suministro de Combustible N° CB-029-12 entre Xstrata Las Bambas S.A. y Petróleos del Perú – Petroperú S.A. con la finalidad de abastecer el Campamento Minero Las Bambas y el Proyecto Nueva Fuerabamba; la obligación contractual es de exclusividad y cuenta con una vigencia de 5 años (PETROPERU, 2012, p. 1).

4.3. 2012: Contratación del Servicio de Transporte Terrestre de Combustible desde Terminal Mollendo y Planta Cusco a Las Bambas a Servosa Cargo S.A.C.

Se suscribió el Contrato Directo OFP 103541 entre Petróleos del Perú – Petroperú S.A. y Servosa Cargo S.A.C. con la finalidad que este último preste el servicio de transporte de Diésel B5 desde la Planta Cusco y/o Terminal Mollendo a Xstrata las Bambas S.A. (PETROPERU, 2014, p. 1).

5. Antecedentes Relevantes

5.1. 1911-2003: Búsqueda de cobre en Apurímac (Exploraciones Mineras)

La Agencia de la Promoción de la Inversión Privada (2005) declara que en 1910 habiéndose conformado en Londres la Ferrobamba Limited para la explotación minera, esta última empadrona 6 minas hasta 1921; del mismo modo, las concesiones que pertenecían a esta compañía son adquiridas por Cerro de Pasco Mining Company (pp. 52-55). Esta nueva compañía estimó como reservas geológicas prospectivas 28 millones de toneladas cortas con 2.1% de ley de cobre; teniéndose un régimen militar el año 1970 se dispuso la reversión de concesiones mineras de Cerro de Pasco Mining Company a favor del Estado ya que estas requerían una inversión no menor de 70 millones de soles para su explotación y que no

habrían asegurado su financiamiento antes de finalizar el año 1970 según lo estipulaba la regulación gubernamental vigente (Agencia de la Promoción de la Inversión Privada, 2005, p. 55). En el año 2003, ProInversión desarrolló un programa de perforación diamantina de 2300m sobre las concesiones de Chalcobamba y Ferrobamba (Agencia de la Promoción de la Inversión Privada, 2005, p. 55).

5.2. 2003: Exploración Minera de ProInversión (Las Bambas, Chalcobamba, y Ferrobamba)

Habiéndose utilizado 11 taladros mediante los cuales se realizaron 2328m de perforación, se confirma que el Proyecto Minero Las Bambas podía convertirse en un complejo de clase mundial que desarrolle y opere uno o más yacimientos de cobre, oro, molibdeno, y otros metales (Agencia de la Promoción de la Inversión Privada, 2005, p. 56).

5.3. 2003: Estrategia de Promoción del Proyecto Minero Las Bambas

Basándose el proyecto minero Las Bambas en el principio “inversión minera con responsabilidad ambiental y desarrollo social”, la empresa que ganare la Subasta Pública Internacional asumiría el aporte de US\$ 45.5 millones a un fideicomiso destinado exclusivamente a financiar proyectos que fomenten el desarrollo de las diversas localidades y comunidades campesinas de las Provincias de Grau y Cotabambas (Agencia de la Promoción de la Inversión Privada, 2005, p. 57).

5.4. 2004: Subasta Pública Internacional del Proyecto Minero Las Bambas y contratación del Estado Peruano con Xstrata

En el año 2004, se realizó una Subasta Pública Internacional en la cual quedaron 14 empresas precalificadas y donde Xstrata quedó como empresa ganadora con una inversión

de US\$ 121 millones asumiendo entre otros el compromiso de inversión de no menor a US\$ 1000 millones durante los cuatro años de construcción del proyecto y/o una planta de 50.000 toneladas diarias (Agencia de la Promoción de la Inversión Privada, 2005, pp. 61-64).

5.5. 2004-2008: Aportes Sociales del Proyecto (Fideicomiso, Aportes Sociales, y Programa Social)

Habiéndose firmado contrato con la empresa Xstrata de Suiza se constituye el fideicomiso social valuado en US\$ 45.5 millones que ascendería a US\$ 62 millones en el 2008; el Fideicomiso Aporte Social Proyecto Las Bambas tiene como objetivo financiar proyectos de carácter productivo (agricultura, artesanía, industria y ganadería) y social (educación, energía, salud e infraestructura) (Agencia de la Promoción de la Inversión Privada, 2005, pp. 83-84).

5.6. 2005: Autorización del Estudio Ambiental para la fase Exploratoria

Mediante la Resolución Directoral 086-2005/MEM-AAM se autoriza a Xstrata Perú S.A. la potestad de realizar actividades de exploración hasta el año 2009 tras haber obtenido una opinión favorable la Evaluación Ambiental del Proyecto de Exploración “Las Bambas” (MINEM, 2005, p. 9). Esta disposición última concierne 750 sondajes diamantinos en las concesiones mineras de Charcas, Ferrobamba, Sulfobamba, Chalcobamba (Observatorio de Conflictos Mineros en el Perú, 2015, p. 6).

5.7. 2011: Autorización para Estudio de Impacto Ambiental para la Fase de Explotación

Mediante la Resolución Directoral 073-2011-MEM/AAM se aprueba el Estudio de Impacto Ambiental del Proyecto Minero Las Bambas presentado por Xstrata Tintaya S.A.

(MINEM, 2011, p.). Posteriormente, el estudio fue sujeto a 5 modificatorias aprobadas por medio de las siguientes resoluciones: R.D. N° 305-2013-MEM/DGAAM, R.D. N° 319-2013-MEM/DGAAM, R.D. N° 078-2014-MEM/DGAAM, R.D. N° 559-2014-EM/DGAAM, R.D. N° y R.D. N° 113-2015-MEM-DGAAM (Observatorio de Conflictos Mineros en el Perú, 2015, pp. 3-5).

5.8. 2012: Fase de Construcción del Proyecto Minero Las Bambas

La fase de construcción del proyecto inició el 2012 contando con cerca de 16500 trabajadores a fines del 2013 (Samardzich, C., 2014).

5.9. 2013: Transferencia del Proyecto Minero a Glencore-Xstrata

En el año 2013, la minera Xstrata y el *trader* de *commodities* más grande del mundo Glencore aprueban en mutuo acuerdo su fusión; del mismo modo, cabe mencionar que la fusión se terminó de ejecutar respecto al Proyecto Minero las Bambas tras la solicitud del Ministerio de Comercio de China respecto a la obligación de desprenderse de una terna de proyectos mineros de importantes leyes de cobre dentro de los cuales figuraba las Bambas (Custodio, P., 2013).

5.10. 2014: Transferencia del Proyecto Minero a MMG

Estando valuado el Proyecto Minero Las Bambas en US\$ 5850 millones fue adquirido por MMG Limited, filial de China Minmetals Corp., donde se procedió con un contrato de suministros a largo plazo por aproximadamente el 57.31% del concentrado de cobre a producirse en las Bambas (Michelmores, A., 2014).

5.11. 2016: Inicio de Operación Comercial

Siendo MMG Limited el principal accionista y operador del Proyecto Minero Las Bambas, se calcula que la operación comercial tendría su inicio en el año 2016; cabe mencionar que el proyecto minero llegó a contar con 18700 personas trabajando directamente en la construcción y se estima que la operación a tajo abierto estaría moviendo 100 millones de toneladas métricas de roca y mineral cada año (Montoya, K., 2015).

6. Escenario de la Investigación

6.1. Contexto del Proyecto Minero Las Bambas (2012-2013)

6.1.1. Fuerza laboral y Generación de Empleo

Xstrata Copper en el Proyecto Minero Las Bambas cuenta con una planilla de 317 personas, entre dirigentes (staff), funcionarios y empleados, y se calculan 13,024 puestos de trabajo generados entre sus diversos proveedores y contratistas (Xstrata Copper División Operaciones Perú, 2012, p. 50 y p. 53).

6.1.2. Desempeño del Proyecto Minero Las Bambas

Dado que la presente investigación se ubica temporalmente entre los años 2012 y 2013, se provee información de Xstrata Copper con relación al Proyecto Minero Las Bambas en aquellos periodos a manera de ilustrar el contexto del proyecto.

6.1.3. Desempeño del Proyecto Minero Las Bambas en materia de Seguridad y Salud

El Proyecto Minero Las Bambas no registra al año 2012 ni trabajadores con lesiones incapacitantes ni trabajadores con enfermedades ocupacionales (Xstrata Copper División Operaciones Perú, 2012, p. 58). En adición, se publica los siguientes índices:

Tabla 2.7.

Índices de Seguridad en el Proyecto Minero Las Bambas

Índice	Descripción	Desempeño 2012	
		Xstrata	Proveedores y Contratistas
LTIFR	Tasa de frecuencia de lesiones con tiempo perdido	0,00	0,05
TRIFR	Tasa de frecuencia de lesiones registrables totales	0,31	0,55
DISR	Tasa de severidad de lesiones incapacitantes	0,00	3,5
TA	Tasa de ausentismo	0,79 %	0,7 %
AF	Accidentes fatales	0	0

Nota. Cabe mencionar todas las partes cumplen con los estándares corporativos de Xstrata Copper. Fuente: Xstrata Copper División Operaciones (2013). Informe de Sostenibilidad 2012 (p. 58-59).

6.1.4. Desempeño del Proyecto Minero Las Bambas en materia Ambiental

El desempeño ambiental en el Proyecto Minero Las Bambas se determinaría conforme a los siguientes indicadores:

Tabla 2.8.

Indicadores en materia de gestión de residuos, utilización de agua, emisiones e incidentes ambientales

Aspecto	Detalle	Unidad	Las Bambas
Residuos generados	Residuos peligrosos	t	1.178,76
	Residuos no peligrosos	t	6.082,46
Agua utilizada	Agua utilizada	t	565.367.120
Emisiones e incidentes ambientales	Emisiones indirectas de gases de efecto invernadero (CO ₂)	t	N.A.
	Emisiones que afectan la capa de ozono	kg	N.A.
	Incidentes ambientales		94

Nota. Durante el año 2012, Xstrata Copper División Operaciones (2013) ha invertido en actividades medio ambientales US\$ 350.856,00 y ha incurrido en costos operativos la suma de US\$ 2.195.761,00 (p. 88). Fuente: Xstrata Copper División Operaciones (2013). Informe de Sostenibilidad 2012 (p. 88).

6.1.5. Desempeño del Proyecto Minero Las Bambas en materia Social

El desempeño social se mide de manera particular por el avance del reasentamiento de Fuerabamba y la conflictividad en la zona. Al respecto, Xstrata Copper División Operaciones (2013) reporta al año 2012 que se tiene un avance del 10% con relación a los reasentamientos en Las Bambas (p. 73); Del mismo modo se reportan 16 reclamos de la comunidad para todas sus operaciones en el Perú (p. 91).

6.2. Licitación LD-006-11 relativa al Suministro de Combustible para la Operación de Tintaya y los Proyectos de Antapaccay y las Bambas

Xstrata Copper invita a PETROPERU y otras compañías del sector hidrocarburos líquidos a la Licitación LD-006-11 en setiembre del año 2011 con la finalidad de solicitar una propuesta para el Suministro de Combustible para la operación Tintaya y los proyectos Antapaccay y las Bambas. Al respecto PETROPERU presentando una Propuesta Técnica, Propuesta Económica, y una Propuesta de Desarrollo Sostenible resultó el postor adjudicado; en consecuencia, se celebró el contrato CB-029-12. Se precisa que la información procedente de las bases de la licitación, y de las propuestas presentadas por PETROPERU consecuentemente, es de carácter confidencial por lo que se exige reserva de esta por un acuerdo de confidencialidad y reserva.

6.3. Modelo de Cadena de Suministro de Combustible del Contrato CB-029-12

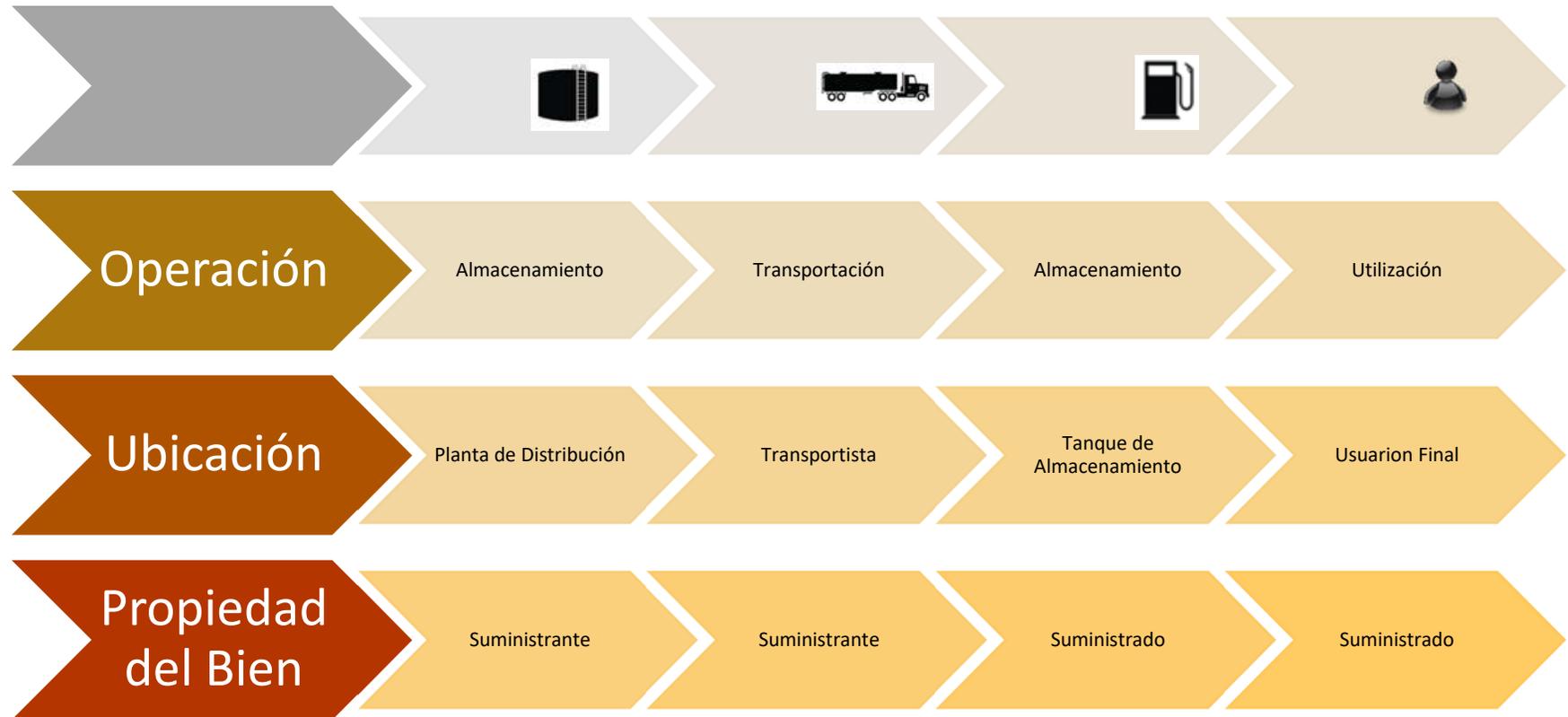


Figura 2.27. Mapa de la Cadena de Suministro de Combustible del Contrato CB-029-12

Nota1. Téngase en cuenta que la transferencia de propiedad del bien se da una vez que el producto es entregado. Fuente: Elaboración Propia

Nota2. La cadena de suministro inicia en la Planta de Ventas puesto que aquel es lugar donde se hacen efectivas las órdenes de compra del cliente.

Nota3. En el año 2012 se ha suministrado aproximadamente 769.546,74 galones de Diésel (Xstrata Copper División Operaciones, 2013, p. 88).

6.4. *Procesos Principales o Críticos*

A continuación, se procede a describir y a diagramar los procesos principales o críticos conforme a lo siguiente:

Tabla 2.9.
Descripción de Procesos

Macroproceso	Proceso	Responsable	Objetivo	Factores Críticos
Estratégico	Planeación Estratégica	Gerencia Comercial	Diseñar e implementar la estrategia comercial.	
Estratégico	Planeación Presupuestal	Gerencia Comercial	Efectuar la planificación económica y financiera.	
Misional	Comercialización	Gerencia Departamento de Ventas Industria y Mayoristas	Implementar el plan de ventas.	Administración del Contrato CB-029-12
Misional	Servicio de Suministro	Gerencia Departamento de Ventas Industria y Mayoristas	Ejecutar el contrato de suministro de combustible.	Administración del Contrato CB-029-12
Apoyo	Gestión de Administración	Gerencia Administración ^b	Coordinar, controlar y evaluar las actividades relativas a los Sistemas Administrativos.	
Apoyo	Gestión Financiera y Contable	Gerencia Finanzas ^b	Gestionar y administrar las finanzas.	
Apoyo	Gestión de Tecnologías de Información	Gerencia Departamento Tecnologías de Información y Comunicaciones ^a	Poner a disposición los recursos de tecnologías de información y comunicaciones.	
Apoyo	Gestión de Transporte	Unidad de Transportes	Dirigir las actividades relativas al transporte de combustible.	Administración del Contrato de Transporte de Combustible
Apoyo	Gestión de Distribución	Unidad de Distribución Sur	Administrar el inventario de combustibles.	Programación de Suministro
Apoyo	Gestión de Recursos Humanos	Gerencia Departamento de Recursos Humanos ^a	Gestionar el talento humano.	
Apoyo	Gestión de Seguridad y Salud Ocupacional	Jefatura Departamento de Seguridad ^a	Gestionar las actividades y programas de seguridad y salud ocupacional.	Cumplimiento del Plan Anual de Seguridad del Contrato CB-029-12.
Apoyo	Gestión de Desarrollo Sostenible	Gerencia Departamento de Desarrollo Sostenible ^a	Gestionar las actividades y programas relativas a la Protección Ambiental y Relaciones Comunitarias.	Cumplimiento del Programa de Auditorías y

				Responsabilidad Social.
Apoyo	Gestión de Calidad	Unidad de Servicios Técnicos	Gestionar la asesoría técnica en aspectos de calidad y manipuleo de productos.	Cumplimiento del Programa de Asistencia Técnica. Monitoreo de la Calidad del Producto

Nota. Se tomó como referencia para lo que son los organismos responsables a aquellos que funcionan en PETROPERU conforme a organigrama y a manuales de organización y funciones de la empresa estatal al 2014.

^a Organismos que pertenecen a la Gerencia de Administración.

^b Organismos que pertenecen a la Gerencia General.

6.5. *Regulación Legal de las Relaciones de los Interesados*

El vínculo entre interesados principales se encuentra regulado mediante los siguientes contratos: Contrato de Suministro de Combustible CB-012-29 (entre PETROPERU y XSTRATA) y el Contrato de Transporte de Combustible OFP 103541 ZF (entre Petroperú y Servosa Cargo).

6.6. *Efectividad del Modelo de Gestión de Cadena de Suministro original*

La efectividad del modelo se mide por medio de indicadores de desempeño KPI. La relación de los indicadores junto con sus respectivas metas, niveles aceptables y frecuencias permitida se aprecia en el Reporte no oficial de indicadores Claves de desempeño KPI del Suministro de Combustible a XSTRATA (Azálgara, 2013, p.1).

6.7. *Marco Legal del Escenario de Investigación*

6.7.1. *Normatividad del Perú en materia de Comercialización de Combustible Diésel B-5:*

La Ley Orgánica de Hidrocarburos, Ley N°26221 y modificatorias, contemplan las reglas generales para todas las actividades de hidrocarburos en el Perú y establecen como

principio que el Estado las promueve sobre la base de la libre competencia y el libre acceso a la actividad económica, con la finalidad de lograr el bienestar del ser humano y el desarrollo nacional (Osinermin, 2015, p. 86).

- Regulación Económica: La regulación económica comprende los siguientes aspectos:
- Régimen de Propiedad de los Hidrocarburos en el Perú: Conforme a ley, los hidrocarburos in situ son propiedad del Estado siendo Perupetro S.A. la entidad de celebrar contratos de exploración y explotación (Osinermin, 2015, p. 88).
- Regulación de Precios: En Perú no hay regulación económica de precios de los hidrocarburos líquidos (Osinermin, 2015, p. 89); adicionalmente se tiene los siguientes elementos con relación a los precios:

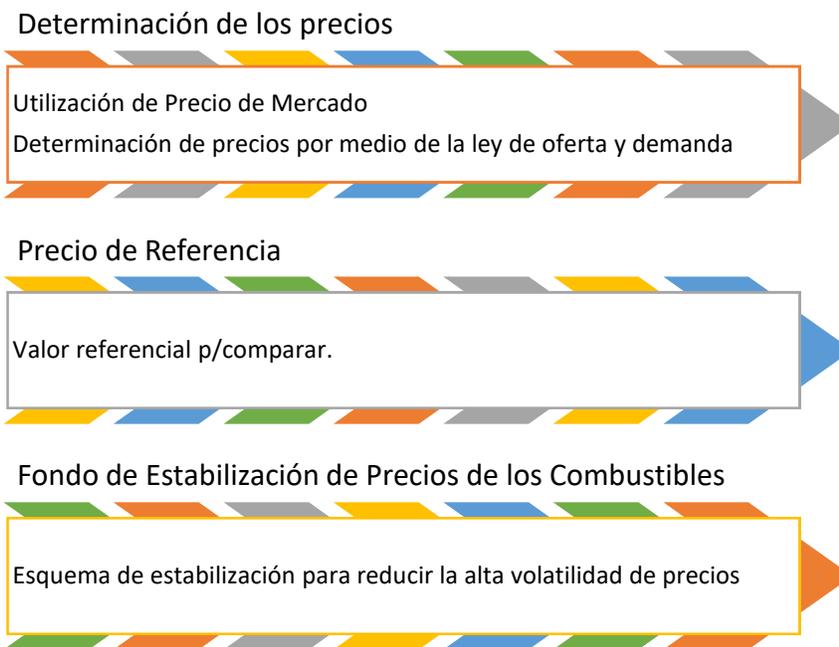


Figura 2.28. Elementos de Referencia para los Precios en las Actividades de Hidrocarburos

Nota. La información fue recopilada en base a la regulación de precios indicada por Osinermin (Osinermin, 2015, p. 88-89 y p. 94).

- Regulación Social
- Regulación de la Seguridad Industrial, Cantidad y Calidad de los Combustibles:
Al respecto, se cuenta con los siguientes instrumentos de supervisión:

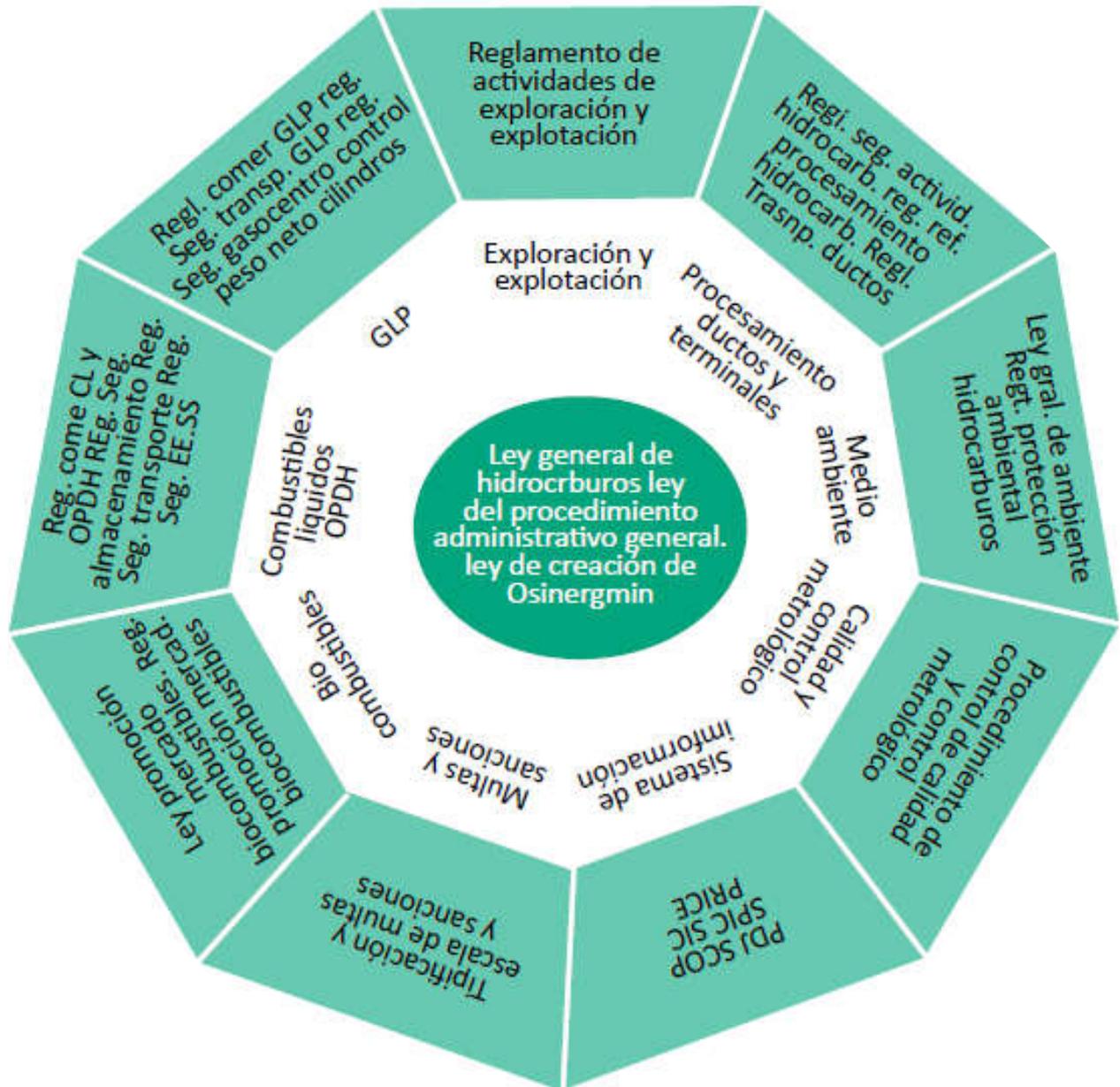


Figura 2.29. Instrumentos de supervisión en el subsector de hidrocarburos líquidos

Nota1. Téngase en consideración que las actividades de hidrocarburos se regulan en materia de seguridad conforme al Reglamento de Seguridad para las Actividades de Hidrocarburos establecido mediante el Decreto Supremo N° 043-2007-EM. Fuente: Osinergmin (2015). La Industria de los Hidrocarburos Líquidos en el Perú (p. 95).

Nota2. Téngase en consideración que el transporte de los hidrocarburos en cuanto a materiales peligrosos se regula mediante el Reglamento Nacional de Transporte Terrestre de Materiales y Residuos Peligrosos establecido por medio del Decreto Supremo N° 021-2008-MTC.

- Seguridad Energética: La visión del Perú sobre el sector energético se materializa en dos documentos: La Política Energética Nacional del Perú 2010-2040 y el Plan Energético Nacional 2014 – 2025. (Osinergmin, 2010, p. 95).

- Regulación Ambiental: La regulación ambiental refiere a la gestión de una certificación ambiental ante la autoridad competente al desarrollarse un proyecto en el campo de los hidrocarburos conforme al Reglamento para la Protección Ambiental en las Actividades de Hidrocarburos (Osinermin, 2015, p. 96).
- Regulación Cultural: La regulación cultural tiene por objetivo el cumplimiento de la normativa respecto al proceso de consulta previa y la participación ciudadana (Osinermin, 2015, p. 96).
- Marco Institucional: El Estado Peruano cuenta con un arreglo institucional para la atención del sector de hidrocarburos líquidos en materia de garantía de las inversiones, protección de los consumidores, y promoción de la eficiencia económica (Osinermin, 2015, p. 97 y p. 99). De manera particular entre otras entidades, el Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minas (Osinermin) es el organismo regulador, supervisor y fiscalizador de las actividades de hidrocarburos en el territorio nacional conforme a la Ley Orgánica de Hidrocarburos (Ley N° 26221).

6.7.2. Normatividad del Perú en materia de Seguridad Minera:

En el Perú se han regulado las actividades mineras en los aspectos de seguridad y salud en el trabajo por medio del Decreto Supremo N° 055-2010-EM, el cual propone un reglamento que tiene como objetivo implementar un sistema de gestión en seguridad abarcando todas las actividades mineras (MINEM, 2015, p.120-121).

6.7.3. Normatividad del Perú en materia Medio Ambiental en Minería

En el Perú la gestión ambiental tiene su marco normativo legal en la Ley General del Ambiente – Ley N° 28611. De manera específica, en el Perú se cuenta con el Reglamento para de Protección Gestión Ambiental para las Actividades de Explotación, Beneficio, Labor General, Transporte y Almacenamiento (2014) cuyo objeto es regular la protección y gestión

Análisis de una operación industrial de suministro de combustible Diésel B-5 y desarrollo de solución de optimización basada en las metodologías del PMI, ISO 9000, ISO 14000 y OHSAS 18000

ambiental de las actividades de explotación, beneficio, labor general, transporte y almacenamiento minero (§ 537419).

CAPÍTULO 3. METODOLOGÍA

1. Alcance de la Investigación

Para el estudio de la ejecución del contrato N° CB-029-12, es menester aplicar una metodología de la investigación aplicándose un enfoque mixto. Por un lado, el enfoque de la investigación sería cualitativo debido a la recolección de datos sin medición numérica para descubrir o afinar preguntas de investigación en el proceso de interpretación (Hernández et. al, 2006, p. 8); por otro lado, habría la necesidad de usar la recolección de datos para probar hipótesis, con base en la medición numérica y el análisis estadístico, para establecer patrones de comportamiento y probar teorías (Hernández et. Al, 2006, p. 5).

2. Hipótesis de la Investigación

H_i: Se conjetura la reducción de no conformidades en el suministro de combustible Diésel B5 en el Proyecto Minero las Bambas por la implementación de estándares de gestión de proyectos, calidad, ambiente y seguridad industrial logrando un suministro efectivo del bien con un nivel de limpieza dentro de límites permisibles, es decir, de 18/16/13 de acuerdo con la norma ISO 4406.

3. Variable

La variable de investigación a considerar es el tipo de sistema de gestión de contrato CB-029-12; el sistema de gestión de contrato puede ser u original o modificado (o integral).

3.1. *Sistema de gestión modificado (o integral) del contrato CB-029-12*

Este sistema se define como un sistema de gestión de proyectos, es decir, la suma de los procesos entre otros, necesarios para gestionar un proyecto (Project Management Institute, 2013). Esta variable se propone ser medida por medio de indicadores de desempeño tales como: Cumplimiento en la atención de órdenes de compra, índices relativos a la seguridad y salud ocupacional (DS N° 055-2010-EM, 2010, §424205), cantidad de materiales peligrosos utilizados (Organización Internacional de Normalización, 1999, p. 28), cumplimiento de programas propuestos en el contrato, nivel de satisfacción de los interesados.

3.2. Sistema de gestión original del contrato CB-029-12

Propiamente no hay una gestión definida para la atención del contrato; sin embargo, la organización trabaja haciendo uso de un sistema integrado de gestión en materia de gestión de la calidad, ambiente, seguridad y salud en el trabajo (PETROPERU, 2016, p. 1). Esta variable se mide mediante los indicadores claves de desempeño KPI propuestos en el contrato CB-029-12 (Azálgara, 2013, p.1).

4. Operacionalización de las variables

A continuación, se esquematiza y sintetiza lo presentado anteriormente mediante la siguiente matriz:

Tabla 3.1.
Matriz de operacionalización de variables

Hipótesis	Variable	Definición conceptual simplificada	Definición operacional	Indicador(es)
Hi: Se conjetura la reducción de no conformidades en el suministro de combustible Diésel B5 en el Proyecto Minero las Bambas por la implementación de estándares de gestión de proyectos, calidad, ambiente y seguridad industrial logrando un suministro efectivo del bien con un nivel de limpieza dentro de límites permisibles, es decir, de 18/16/13 de acuerdo con la norma ISO 4406.	Sistema de Gestión Original del Contrato CB-029-12	Sistema mediante el cual se gestiona el contrato CB-029-12 originalmente.	Revisión de indicadores KPI del contrato	Cumplimiento de la entrega Cantidad de devoluciones Cantidades de stockout Nro. de incidentes Nro. de incidentes ambientales Cumplimiento de hoja de ruta Cumplimiento de programas (Responsabilidad social y asistencia técnica)
	Sistema de Gestión Integral del Contrato CB-029-12	Sistema propuesto de gestión del contrato CB-029-12 basado en la implementación de la metodología del PMI para la dirección de proyectos junto con las normas ISO 9000, ISO 14000 y OHSAS 18000.	Revisión de indicadores KPI del contrato	Cumplimiento de la entrega Cantidad de devoluciones Cantidades de stockout Nro. de incidentes Nro. de incidentes ambientales Cumplimiento de hoja de ruta Cumplimiento de programas (Responsabilidad social y asistencia técnica)
			Revisión de indicadores KPI de análisis comparativo	% Incremental de indicadores de ingeniería (productividad, utilización, rendimiento) respecto del sistema original

5. Método y Diseño de la Investigación

Se propone aplicar un método o enfoque mixto para el presente proyecto de investigación. Este último es tenido por la combinación de un componente cualitativo con otro cuantitativo para un mismo proyecto de investigación (Hernández et. Al, 2010, p. 546). Así mismo, para el método anterior se propone aplicar específicamente lo que Hernández et.

Al. (2010) da a conocer como un diseño exploratorio secuencial bajo la modalidad derivativa lo cual incluye una fase inicial de recolección y análisis de datos cualitativos seguida de otra donde se recaban y analizan datos cuantitativos; cabe mencionar que la modalidad refiere a que la recolección y el análisis de los datos cuantitativos se construye sobre la base de los resultados cualitativos (p. 564). Este proceso de investigación es conocido también como DEXPLOS.

5.1. *Justificación de la selección del método y del diseño*

La selección del método mixto con diseño exploratorio secuencial bajo la modalidad derivativa se justifica en los siguientes aspectos:

- **Prioridad o peso:** El componente cualitativo tendría mayor prioridad que el componente cuantitativo dado que los datos a procesarse provienen de un registro que contiene reportes de los incidentes de la operación industrial del periodo de referencia; cabe mencionar que el registro no está adecuadamente organizado.
- **Secuencia o tiempos de los métodos o componentes:** Los datos en el registro de referencia requieren para procesarse de acuerdo con los objetivos de investigación relación de secuencia entre los componentes cualitativo, en primer lugar, y cuantitativo, en segundo lugar, dado que los datos a procesarse son cualitativos en primera instancia, y se pretende cuantificar lo cualitativo.
- **Propósito esencial de la integración de los datos:** Mediante la integración de los componentes cualitativo y cuantitativo se requiere cuantificar lo cualitativo para el logro de objetivos del presente proyecto de investigación.
- **Etapas del proceso investigativo:** Se ve por conveniente aplicar el diseño mixto secuencial dado que el proceso permite lidiar con problemas complejos.

5.2. *Esquema del diseño de la investigación*

Optándose por aplicar un método mixto con diseño exploratorio secuencial, se propone el siguiente esquema del diseño:



Figura 3.1. Esquema del diseño exploratorio secuencial

6. Muestreo de la Investigación

6.1. Componente Cualitativo

6.1.1. Población

Los casos o elementos en estudio son los incidentes de mediano y bajo potencial acontecidos entre 2012 y 2013 en la respectiva área de influencia del proyecto minero Las Bambas definida mediante el Estudio de Impacto Ambiental aprobado por La Dirección General de Asuntos Ambientales Mineros en 2010.

El área de influencia comprende, en primera instancia, a los distritos de Challhuahuacho, Tambobamba, y Coyllurqui en la provincia de Cotabambas y el distrito del Progreso en la provincia de Grau en el departamento de Apurímac. En segunda instancia, se incluye la vía de acceso al proyecto desde Cusco a través de la carretera Cusco, desviación Paruro y desviación Capacmarca.

Cabe mencionar que entre los incidentes yacen aquellos que refieren al desabasto actual o potencial y al incumplimiento de la especificación relativa al nivel de limpieza del combustible.

6.1.2. Unidades de Análisis

Se tiene como unidades de análisis a los incidentes acontecidos durante la ejecución del contrato CB-029-12 de 2012 a 2013 e incidentes reportados por el Observatorio de Conflictos mineros para el periodo del 2012 al 2013 que refieren a la interrupción del suministro regular de combustible generando desabasto de combustible de Diésel B-5 y afectando el nivel de servicio en cuanto al nivel de limpieza del combustible.

6.1.3. Muestra Inicial

Se tiene por muestra inicial a 274 incidentes acontecidos durante la ejecución del contrato CB-029-12 procedentes de un registro personal del autor del presente proyecto de investigación de 2012 a 2013.

6.1.4. Tipología de la muestra

La muestra es no probabilística o dirigida, además, se clasifica como muestra orientada a la investigación cualitativa. Dado que el muestreo está orientado a generar una muestra para el componente cuantitativo de la presente investigación, la muestra es de carácter teórica o conceptual en vista que se espera que esta brinde soporte en la comprensión del problema identificado.

6.1.5. Propósito del muestreo

Se pretende obtener información suficiente de cada evento para realizar el análisis causal de los incidentes con la finalidad de obtener información pertinente, y, además, para restringir las unidades de análisis.

6.1.6. Justificación de la selección de la muestra

Se pretende proceder con una muestra no probabilística o dirigida de la clase de muestras orientadas a la investigación cualitativa y del tipo teórica o conceptual compuesta por 274 incidentes dado a que estos son robustos estadísticamente para los fines de la investigación. La muestra está compuesta de 274 incidentes dado que es la información que se tiene disponible para el periodo referencial de investigación. Adicionalmente, se espera que los casos contribuyan al desarrollo y prueba de la teoría de que se requiere implementar la metodología del PMI y las normas ISO 14000 y OHSAS 18000 para dar solución al desabasto de combustible e incumplimiento del nivel de limpieza. Para desarrollar y probar la teoría, es necesario investigar casos en donde se evidencien incidentes que permitan mostrar perspectivas distintas y permitan representar la complejidad del desabasto de combustible e incumplimiento del nivel de limpieza. Por último, se presume que la muestra garantizará la representatividad del universo de incidentes del proyecto minero Las Bambas.

6.2. Componente Cuantitativo

6.2.1. Unidades de Análisis

Incidentes relativos a la ejecución del contrato CB-029-12 acontecidos en la zona de impacto del Proyecto Minero Las Bambas del 2012 al 2013 que han sido abordados en la investigación en su componente cualitativo del presente proyecto de investigación.

6.2.2. Delimitación de la Población

Se pretende considerar los incidentes cuyas características evidencian o contribuyen al desabasto de combustible e incumplimiento del nivel de limpieza de combustible durante la ejecución efectiva del contrato CB-029-12.

6.2.3. Método de selección de la muestra

Siendo la muestra es del tipo no probabilístico y dado que se trata de un estudio con un diseño de investigación exploratoria, se procede a la selección de casos importantes definidos en cuanto a la severidad del incidente.

6.2.4. Tamaño de la muestra requerida

En virtud del teorema del límite central y con el propósito de hacer estadística inferencial se pretende tener una muestra de 274 incidentes.

6.2.5. Procedimiento de selección

La selección de elementos es en base la generación de números aleatorios donde aleatoriamente se seleccionan casos importantes mediante los cuales se evidencian incidentes críticos y de alto potencial que tienen lugar en la operación industrial y que se refieren mayormente al desabasto de combustible diésel B-5 y al incumplimiento del nivel de limpieza generando entre otros la interrupción del suministro regular de combustible lo cual se traduce en pérdidas económicas significativas principalmente para XSTRATA y llegaría a ser causa de rescisión de contrato.

7. Recolección y análisis de los datos

7.1. *Componente Cualitativo*

El instrumento de investigación para este componente es el investigador del presente estudio quien procederá de acuerdo con los siguientes parámetros.

7.1.1. *Proceso de recolección y análisis de datos*



Figura 3.2. Proceso de análisis y recolección de datos cualitativos

Nota1 Téngase en cuenta que la recolección de datos se hará mediante el uso de archivos personales y artefactos y construcciones grupales o comunitarias.

Nota2 El diagrama generado es una derivación del Proceso de Análisis Fundamentado en los Datos Cualitativos propuesto por Hernández R. et. al. (2010).

7.1.2. *Instrumentos de Recolección de Datos Cualitativos*

- Archivos Personales: Se propone recolectar datos cualitativos utilizando documentos procedentes de una colección de registros privados de reportes no oficiales de incidentes generado por distintas partes interesadas del contrato de

suministro CB-029-12. Cabe mencionar que el archivo se generó por motivos profesionales.

- Artefactos y construcciones grupales o comunitarias: Se propone utilizar y revisar documentos relativos a los incidentes registrados por del Observatorio de Conflictos Mineros de América Latina (OCMAL) relativos al Proyecto Minero las Bambas para el periodo de referencia.

7.1.3. De la codificación de unidades y categorías

La codificación se piensa efectuarla en base al conjunto de categorías expuestas en los bloques de relaciones declarados en el capítulo 3 de la presente investigación en lo que se refiere al 2do apartado; es decir, sería categorías relativas al enfoque de procesos, al enfoque de análisis cuantitativo, al enfoque de competencias, a lo referido al Diésel B-5 y al modelo de desarrollo sostenible.

7.1.4. Programas computacionales utilizados

Se pretende usar el software de análisis de datos cualitativa atlas. ti y/o NVIVO y/o Excel.

7.2. *Componente Cuantitativo*

Proceso de Recolección y Análisis de Datos

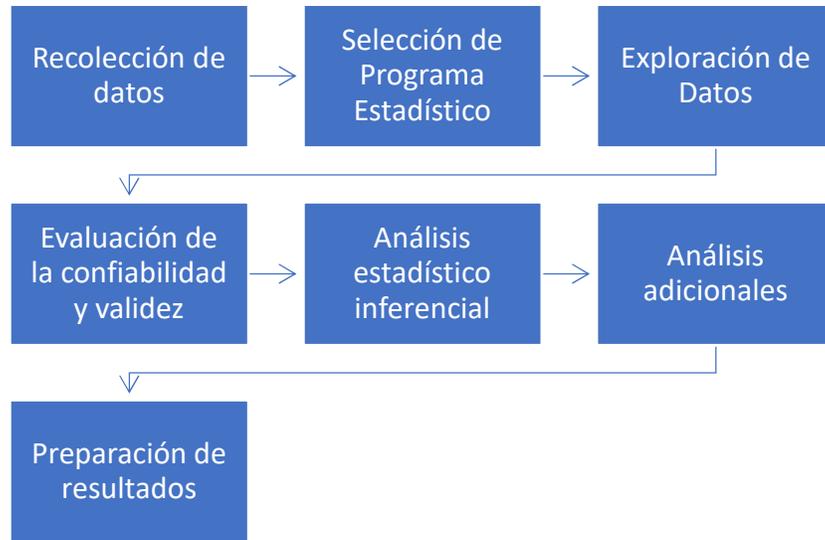


Figura 3.3. Proceso de análisis y recolección de datos cuantitativos

Nota1 Téngase en cuenta que la recolección de datos se hará mediante el método de análisis de contenido.

Nota2 El análisis estadístico descriptivo se estaría realizando en la fase de exploración de datos.

7.2.1. Instrumentos de Recolección de Datos Cuantitativos

Se propone el siguiente método para recolectar datos cuantitativos:

- **Análisis de Contenido Cuantitativo:** Se pretende aplicar esta técnica con la finalidad de examinar el grado de efectividad de la operación industrial de suministro de combustible en términos de la efectividad del sistema de gestión original del contrato CB-029-12, del nivel de siniestralidad, y del cumplimiento de límites permisibles establecidos por la normatividad peruana.

7.2.2. Análisis adicionales: Modelado y Simulación

Se pretende generar un modelo que represente el suministro de combustible bajo el Sistema de Gestión del Contrato CB-029-12 con y sin aplicación del enfoque de integración en términos de la aplicación de la metodología del PMI y las series de normas ISO 9000, ISO 14000 y OHSAS 18000.

7.2.3. *Programas computacionales utilizados*

Se pretende usar software para ejecutar funciones estadísticas tales como Minitab, Excel, y/o R.

8. Resultados Obtenidos y Limitaciones

8.1. Resultados obtenidos

8.1.1. Resultados obtenidos relativos a la Hipótesis de Investigación (Hi)

- Relación de evidencias objetivas relativas al requerimiento de PETROPERU de dirigir el contrato CB-029-12 mediante un sistema de gestión integrado en base a estándares globales de gestión en materia de gestión de proyectos, de calidad, de ambiente, de seguridad y salud ocupacional y de desarrollo sostenible.
- Relación de los principales procesos a implementarse en un sistema de gestión basado en la aplicación integrada de estándares globales de gestión en materia de gestión de proyectos, de calidad, de ambiente, de seguridad y salud ocupacional y de desarrollo sostenible.
- Relación de estándares globales compatibles en cuanto a su integración en materia de gestión de proyectos, de calidad, de ambiente, de seguridad y salud ocupacional y de desarrollo sostenible aplicables a la dirección del contrato CB-029-12.
- Relación de actividades que presenten fuga de capital o que permitan la optimización de uso de recursos.
- Relación de procesos no incluidos para una gestión efectiva del contrato CB-029-12.
- Relación de estándares no incluidos para una gestión efectiva del contrato CB-029-12.

- Relación de incidentes que tengan a PETROPERU como responsable o co responsable.

8.1.2. *Innovaciones*

- Oficina Técnica: Los resultados de la investigación darían lugar a la implementación de una oficina técnica; la erección de esta última significa el medio crítico para realizar las actividades de gestión integral requeridas para la atención del contrato CB-029-12 para con la empresa estatal PETROPERU.
- Centro de Control Operacional: Los resultados de la investigación contribuirían a la implementación de un centro de control operacional para el control de operaciones relativas a la ejecución del suministro de combustible; de manera específica, el centro sería un medio para la inspección de camiones cisterna en lo que se refiere a las especificaciones técnicas con las que deben cumplir conforme al contrato CB-029-12.
- Oficina de Dirección de Proyecto: Dado que el PMI promueva la habilitación de oficinas técnicas conocidas como Oficinas de Dirección de Proyectos, los resultados de la investigación contribuirían al diseño especializado de una oficina técnica a medida para la atención del contrato CB-029-12.
- Estandarización de Procesos Comerciales: Los resultados de la investigación darían lugar a la estandarización de procesos de comercialización de combustible de PETROPERU a empresas mineras pertenecientes a la gran minería. Los estándares abarcarían de manera crítica la transportación de combustible efectiva preservando la calidad del producto.
- Desarrollo de Función de Administración de Contratos con empresas mineras pertenecientes a la gran minería: Los resultados del presente estudio brindarían nuevas luces a PETROPERU para el desarrollo de la función de administración de contratos con empresas mineras pertenecientes a la gran minería como soporte a los procesos críticos de la ejecución del suministro de combustible.

- Desarrollo de la Función de Monitoreo en Seguridad Industrial Minera con enfoque en suministro de combustible: La seguridad industrial minera con enfoque en el suministro de combustible es un expertise insuficientemente desarrollado en el Perú, por lo que los resultados del presente estudio contribuirían a desarrollarlo, particularmente, en lo que se refiere a la función monitoreo de estándares de seguridad industrial.
- Ciclo de Vida de Contrato de Suministro de Combustible: Mediante los resultados de la investigación se determinaría el ciclo de vida del contrato CB-029-12 el cual serviría de referencia para otros contratos de la misma índole.
- Equipo de fuerza operativa: Debido a la dinámica de la ejecución del suministro de combustible, sería necesario contar con personal calificado para realizar actividades de mejora continua temporalmente. Este personal conformaría un equipo denominado equipo de fuerza operativa el cual sería conformado por profesionales de diversas disciplinas para poder abordar distintas problemáticas y con una misión específica a cumplirse en un plazo a convenir dentro de la vida útil del contrato CB-029-12.
- Preparación de un trabajo de investigación para su publicación en revista indexada: El documento final generado a partir del presente proyecto de investigación se publicaría de manera total y/o parcial en una revista indexada ya que constituiría un aporte significativo en lo que se refiere a ser un insumo de información para investigaciones más precisas.

8.1.3. *Líneas de Continuidad en Estudios Posteriores*

- Investigación de Operaciones: Dado que se opera en el sector minero y para con empresas pertenecientes a la gran minería, es evidente que se cuenta con la intervención de numerosos recursos que interactúan para el logro de objetivos. Teniéndose en cuenta el escenario anterior es menester optimizar el uso de recursos con la finalidad de economizar y maximizar la utilidad; esto último daría

lugar a la investigación de operaciones relativa al suministro de combustible a empresas mineras pertenecientes a la gran minería.

- Vinculación contractual: Dado que la vinculación entre el suministrante y el suministrado se regula por medio de un contrato, es menester desarrollar este último en sus distintos requisitos legales, técnicos y económicos con la finalidad de mejorar la interacción efectiva entre las distintas partes interesadas. Del mismo modo, el desarrollo de la vinculación contractual apunta a contribuir con el incremento del performance del sistema de gestión legal de la ejecución del suministro de combustible.
- Inteligencia de Negocios: Teniéndose que la ejecución del suministro de combustible relativa al contrato CB-029-12 cuenta con operaciones que generan datos de diversa índole, y teniéndose la necesidad de procesarlos con la finalidad de generar información y crear conocimiento de entrada para la toma de decisiones organizacional, se consideraría a la inteligencia de negocios o empresarial como una línea de continuidad en estudios posteriores con la finalidad de desarrollar la capacidad de análisis de datos para la administración y creación efectivas de conocimiento, y toma de decisiones efectiva organizacional.
- Norma Técnica Peruana para la gestión integral de suministro de combustible a empresas mineras pertenecientes la gran minería del Perú: Sería útil tipificar el escenario en el cual se desarrolla el contrato CB-029-12 con la finalidad de generar un enfoque común para la gestión integral del suministro de combustible a empresas mineras pertenecientes a la gran minería. La tipificación se consideraría como una línea de continuidad en estudios posteriores en virtud que esta normaliza distintas variables del escenario en el cual se ejecuta el contrato CB-029-12 creándose una o varias normas técnicas aplicables a otros escenarios similares. Esta tipificación se justifica por la cantidad de proyectos mineros con cierto nivel de similitud al Proyecto Minero Las Bambas.
- Dirección de Proyectos Mineros con enfoque en el Suministro de Combustible: Debido a que el Perú se ha posicionado como un país minero por la capacidad de explotación minera y los recursos mineros disponibles, es menester profundizar en la Dirección de Proyectos Mineros con enfoque en el suministro de

combustible. Esto último se justifica en la cantidad de proyectos mineros peruano habidos y por haber, en el volumen de producto comercializado, en la criticidad del producto como insumo crítico, en la peligrosidad del producto, en el impacto ambiental potencial negativo del producto, y en la carencia de expertise en este tipo de escenarios.

8.2. Limitaciones

- De la Oficialidad de las Fuentes de Información Primarias: Los documentos que contienen el reporte de incidentes carecen de oficialización.
- De la Confidencialidad de las Fuentes de Información Primarias: Los documentos que contienen el reporte de incidentes en varias ocasiones cuentan con información limitada por confidencialidad de información del transportista de PETROPERU.
- Del Proceso de Recolección de Datos para la Obtención de Información Primaria: La recolección de datos fue realizada por el autor del presente documento a partir de evidencias generadas mayormente por el transportista de PETROPERU.

CAPÍTULO 4. RESULTADOS – PARTE 1: INVESTIGACIÓN EN FASE CUALITATIVA

1. Recolección de datos

Se recolectaron datos de las siguientes evidencias documentarias las cuales refieren a 274 casos:

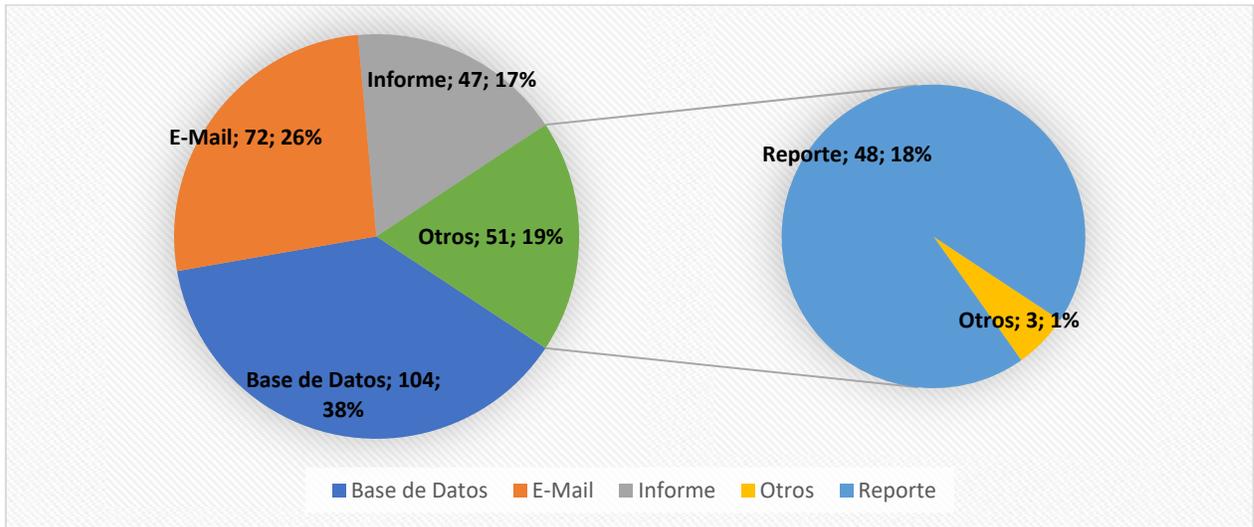


Figura 4.1. Evidencias documentarias

2. Organización de los datos e información

Los datos e información se organizan haciendo uso de un diagrama entidad-relación (véase el apéndice F) que permite el modelado de datos a recolectarse de los 274 casos que refieren a incidentes. Los criterios de organización utilizados son:

- Criterios a nivel inmediato: De acuerdo con la ocurrencia de los casos que refieren a incidentes en secuencia temporal.
- Criterios a nivel básico: De acuerdo con las características del caso, a la clasificación del incidente, al análisis causal de los casos, y la oportunidad de mejora posible a realizarse provista por el autor de la presente investigación.

3. Preparación de datos para el análisis

Los datos se prepararon de acuerdo con el diseño de base de datos (véase el apéndice F) conformándose un documento del tipo csv para la gestión de la información.

4. Revisión de los datos

Los datos se revisan mediante un paquete de software. El paquete utilizado es: Excel de Office 365.

5. Elección de la unidad de análisis

De los 274 casos recolectados, se eligen unidades de análisis del tipo constante de acuerdo con las siguientes 51 palabras clave:

Tabla 4.1.

Unidades de análisis del tipo constante

1	Paro	18	Auxilio Mecánico	35	Reporte Mantenimiento
2	Retraso	19	Parabrisa	36	Stockout
3	Fisura	20	Velocidad	37	Remanente
4	Checklist	21	Línea Eléctrica	38	No Carguío
5	Vías	22	Atollada	39	Calidad carguío
6	Hurto	23	Derrame	40	Operación carga
7	Cubicación	24	Sedimentos	41	Seguridad carguío
8	Choque	25	Devolución	42	Colocación Precinto
9	Alcohol	26	Fiscalización	43	Retraso Programación_Derroche sobretiempo
10	Precinto	27	Trasiego	44	Supervisor ausente
11	Válvulas	28	Fatalidad	45	Conductor ausente
12	Cambio tracto	29	Humedecimiento	46	Documento terminal
13	Muelles	30	Entrega producto	47	Mantenimiento Correctivo
14	Conducta	31	Retraso 1 día	48	Falla Mecánica
15	EPP	32	Penalidad	49	Retraso Programación

16	Facturación	33	Parafinado	50	No carguío en sobretiempo
17	Maniobra	34	Normatividad Legal	51	Incumplimiento de Programación_No carguío

6. Codificación de las unidades (Primer Nivel)

Las unidades de análisis del tipo constante se agruparían de acuerdo con las siguientes categorías:

Categoría 1: Identificación

Tabla 4.2.

Codificación de Categoría: Identificación

Categoría	Sub categoría - Nivel 1	Sub categoría - Nivel 2	
ID: Identificación	ID-C: Nro. de caso		
	ID-PR: Parte responsable		
	ID-EM: Nombre del Empleado		
	ID-OC: Ocupación		
	ID-ED: Tipo de Evidencia Documental	ID-ED-M: E-Mail	
		ID-ED-R: Reporte	
ID-ED-C: Carta			
ID-ED-I: Informe			
ID-ED-I: Otros			

Categoría 2: Descripción

Tabla 4.3.

Codificación de Categoría: Descripción

Categoría	Sub categoría
DE: Descripción	DE-FI: Fecha del incidente
	DE-LI: Lugar del incidente
	DE-AI: Acto Inseguro
	DE-COI: Condición Insegura
	DE-CAI: Causa insegura

Categoría 3: Clasificación del incidente

Tabla 4.4.

Codificación de Categoría: Clasificación

Categoría	Sub categoría – Nivel 1	Sub categoría – Nivel 2
CA: Clasificación	CA-TI: Tipo de Incidente	CA-TI-A: Accidente
		CA-TI-CA: Cuasi Accidente
		CA-TI-FO: Falla Operacional
		CA-TI-O: Otros
	CA-PI: Potencial del incidente	CA-PI-C: Crítico
		CA-PI-DAP: De alto potencial
		CA-PI-MP: Mediano potencial
		CA-PI-BP: Bajo potencial
	CA-LP: Lesiones personales	CA-LP-NR: No registra
		CA-LP-SL: Sin lesiones
		CA-LP-AF: Accidente fatal
		CA-LP-LTPI: Lesión con tiempo perdido e incapacitante
		CA-LP-LTA: Lesión con trabajo adecuado
CA-LP-LTM: Lesión con tratamiento médico		
CA-IA: Incidente Ambiental	CA-LP-LAPA: Lesión con atención de primeros auxilios	
	CA-IA-NR: No registra	
	CA-IA-C1: Categoría 1 (Insignificante)	
	CA-IA-C2: Categoría 2 (Menor)	
	CA-IA-C3: Categoría 3 (Significativo)	
CA-IA-C4: Categoría 4 (Serio)		
		CA-IA-C5: Categoría 5 (Desastroso)

Nota: La categoría presentada compone de subcategorías ordenadas en base a una clasificación de incidentes HSEC utilizada por Xstrata Tintaya Antapaccay al año 2013 para sus distintas operaciones.

Categoría 4: Análisis causal

Tabla 4.5.

Codificación de Categoría: Análisis Causal

Categoría	Sub Categoría – Nivel 1	Sub Categoría – Nivel 2	Sub Categoría – Nivel 3	Sub Categoría – Nivel 4
AC: Análisis Causal	AC-CI: Causa Inmediata	AC-CI-ASE: Acto subestándar AC-CI-CSE: Condición subestándar	AC-CI-TIP: Incidente de Productividad	AC-CI-TIP-DT: Derroche de Tiempo AC-CI-TIP-DE: Derroche de Energía AC-CI-TIP-DM: Derroche de Materiales AC-CI-TIP-DE: Derroche de Equipos AC-CI-TIP-O: Otros
		AC-CI-TI: Tipo Incidente	AC-CI-IS: Incidente de Seguridad	AC-CI-IS-DP: Daño en personas AC-CI-IS-DPROP: Daño en propiedad AC-CI-IS-DPROC: Daño en procesos AC-CI-IS-DA: Daño ambiental
			AC-CI-IC: Incidente de Calidad	Defectos en Bienes Defectos en Servicios
	AC-CB: Causa Básica	AC-CB-FP: Factores personales AC-CB-FT: Factores del trabajo		
	AC-IDC: Inefectividad del control	AC-IDC-FPS: Fallas en programas o sistemas AC-IDC-FC: Fallas en Cumplimiento AC-IDC-FMC: Fallas en Mejoramiento Continuo		

Nota: La categoría presentada compone de subcategorías ordenadas en base a aspectos que conforman un análisis causal utilizado por Xstrata Tintaya Antapaccay al año 2013 para sus distintas operaciones.

Categoría 5: Oportunidad de mejora

Tabla 4.6.
Codificación de Categoría: Oportunidad de mejora

Categoría	Sub Categoría – Nivel 1	Sub Categoría – Nivel 2	Sub Categoría – Nivel 3	
OM: Oportunidad de Mejora	OM-EAQ: Enfoque de Análisis Cuantitativo	OM-EAQ-GR: Gestión de Riesgos		
		OM-EAQ-GVG: Gestión de Valor Ganado	OM-EAQ-GVG-P: Programación OM-EAQ-GVG-EP: Estimación de Proyectos OM-EAQ-GVG-EDT: Estructura de Desglose de Trabajo	
	OM-EBP: Enfoque basado en procesos	OM-EAQ-BP: Buenas prácticas para la dirección de proyectos		
		OM-EAQ-GP: Gestión de Proyectos a Entidades Públicas		
	OM-EC: Enfoque de Competencias	OM-EC-GC: Gestión de cambio		
		OM-EC-GO: Gestión Organizacional de Proyecto		
		OM-EC-GC: Gestión de Complejidad		
	OM-DB5: Diésel B-5	OM-DB5-GCS: Gestión de la Cadena de Suministro		OM-DB5-GC-GCON: Gestión de la Configuración
			OM-DB5-GC: Gestión de Contratos	OM-DB5-GC-O: Otros
			OM-DB5-CD: Ciencia de datos	OM-DB5-CD-STI: Soporte de Tecnologías OM-DB5-CD-I:

		Informáticas
		OM-DB5-CD-O: Otros
OM-MDS: Modelo de Desarrollo Sostenible	OM-MDS-EIA: EIA del Proyecto Minero Las Bambas	
	OM-MDS-GI: Gestión de Integración	OM-MDS-GI-GC: Gestión de la Calidad OM-MDS-GI-GMA: Gestión Medio Ambiental OM-MDS-GI-GSSO: Gestión de Seguridad y Salud Ocupacional

Nota: La estructuración de la categoría de referencia ha sido efectuada en base a lo desarrollado en el apartado de “Relaciones entre teorías y modelos que inspiran la investigación” del presente trabajo de investigación.

7. Codificación de las categorías (Segundo Nivel)

7.1. Agrupamiento de categorías codificadas en temas y patrones

Tabla 4.7.

Agrupamiento de unidades para las categorías: Identificación, Descripción, Clasificación, Análisis Causal, y Oportunidad de Mejora

1	Paro	18	Auxilio Mecánico	35	Reporte Mantenimiento
2	Retraso	19	Parabrisa	36	Stockout
3	Fisura	20	Velocidad	37	Remanente
4	Checklist	21	Línea Eléctrica	38	No Carguío
5	Vías	22	Atollada	39	Calidad carguío
6	Hurto	23	Derrame	40	Operación carga
7	Cubicación	24	Sedimentos	41	Seguridad carguío
8	Choque	25	Devolución	42	Colocación Precinto
9	Alcohol	26	Fiscalización	43	Retraso Programación_Derroche sobretiempo
10	Precinto	27	Trasiego	44	Supervisor ausente
11	Válvulas	28	Fatalidad	45	Conductor ausente
12	Cambio tracto	29	Humedecimiento	46	Documento terminal
13	Muelles	30	Entrega producto	47	Mantenimiento Correctivo
14	Conducta	31	Retraso 1 día	48	Falla Mecánica
15	EPP	32	Penalidad	49	Retraso Programación
16	Facturación	33	Parafinado	50	No carguío en sobretiempo
17	Maniobra	34	Normatividad Legal	51	Incumplimiento de Programación_No carguío

Nota: Todas las unidades pertenecen a todas las categorías declaradas debido a que proceden de casos los cuales incluyen información que aplica para todas las categorías.

7.2. Relación entre categorías

7.2.1. *Relación temporal y causal*

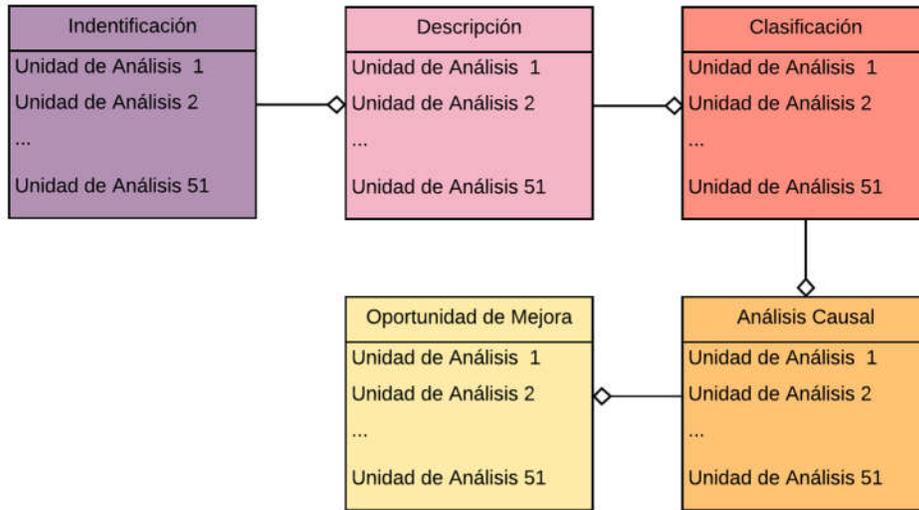


Figura 4.2. Relación temporal y causal entre categorías.

Nota1: La relación temporal entre categorías se refiere al carácter secuencial de éstas y consiste en lo siguiente: Los casos acontecidos durante la operación de suministro de combustible cuentan con información que permiten inicialmente su identificación y posteriormente su descripción; posteriormente, de acuerdo con sus características particulares, son sujetos de clasificación lo cual permite la realización de un análisis causal y, después, la declaración de una oportunidad de mejora.

Nota2: La relación causal entre categorías se da básicamente respecto al procesamiento de información de los casos; esto último consiste en lo siguiente: Con la finalidad de detectar una oportunidad de mejora es necesario llevar a cabo un análisis causal previamente lo cual proviene de haber identificado, descrito y clasificado los distintos casos respectivamente.

Nota3: En síntesis, el carácter secuencial de las categorías no solamente designa un orden temporal para su ejecución sino también una causalidad lo cual no podría permitir su reordenamiento.

8. Generación de teorías, hipótesis y explicaciones

8.1. *Mapa del análisis del estudio*

El análisis realizado se hace teniendo en cuenta tres etapas. En primer lugar, se hace un análisis de los casos recolectados que ascienden a 274; posteriormente, se lleva a cabo un análisis causal de los incidentes. Finalmente se realiza un análisis de oportunidad de mejora.

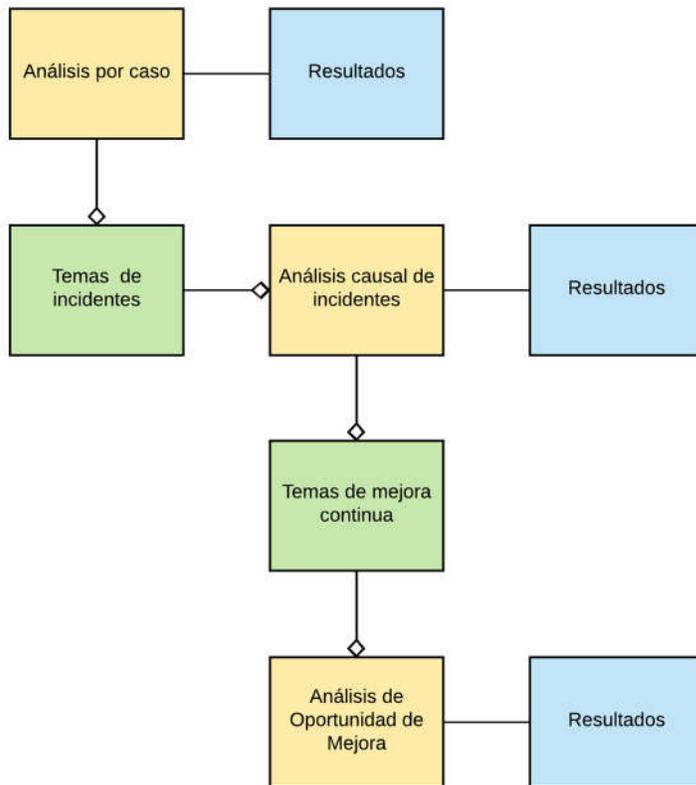


Figura 4.3. Mapa del análisis del estudio.

8.1.1. Análisis por caso

Se detectan 51 temas de incidentes (véase el apartado “Agrupamiento de categorías codificadas en temas y patrones”) los cuales proceden de 274 incidentes.

8.1.2. Análisis causal por incidentes

Los 51 temas agrupan a los 274 incidentes; estos últimos se someten a un análisis causal determinando sus causas inmediata y básica, e ineffectividad del control. El análisis causal es aquel utilizado por Xstrata Tintaya Antapaccay al año 2013.

8.1.3. Análisis de oportunidad de mejora

Este análisis consiste en generar una propuesta de mejora en base a las teorías y modelos que inspiran la investigación declarados en la presente investigación (véase el apartado “Relaciones entre teorías y modelos que inspiran la investigación”).

8.2. Modelo teórico para la mejora del modelo de negocio del contrato CB-029-12

Para el presente trabajo se ha generado el siguiente modelo teórico que explica el *modus operandi* para obtener una o varias mejoras del modelo de negocio del contrato CB-029-12 a partir de lo acontecido, es decir, eventos no deseados en 51 categorías contextualizándolos de acuerdo con un contexto particular, condiciones causales e intervinientes.

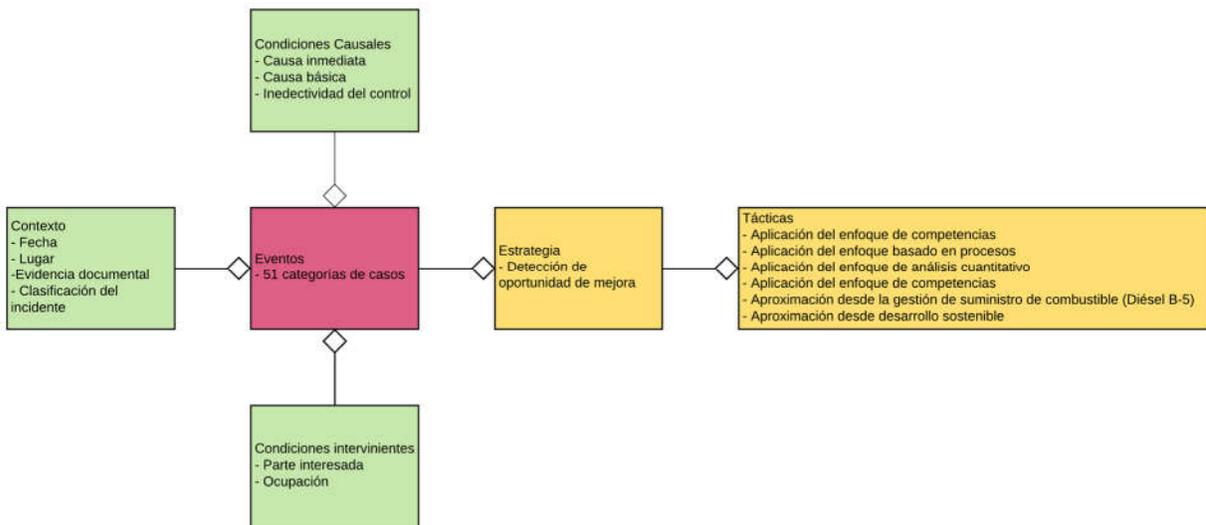


Figura 4.4. Modelo teórico para la mejora del modelo de negocio del contrato CB-029-12

8.3. Resultado

Habiéndose recolectado datos procedentes de 274 eventos y habiéndose realizado un análisis en 3 tipos distintos: análisis por caso, análisis causal por incidentes, y análisis de

oportunidad de mejora se ha generado un modelo teórico para la mejora del modelo de negocio del contrato CB-029-12 el cual permite generar una serie de oportunidades de mejora de acuerdo con su relevancia y criticidad respecto de un incidente o grupo de incidentes. Adicionalmente se menciona que el listado de oportunidades de mejora procede de un análisis situacional de los eventos en estudio en aspectos tales como el contexto, condiciones causales y condiciones intervinientes para luego detectar la oportunidad de mejora mediante la aplicación de los siguientes enfoques en el marco de un juicio experto: análisis cuantitativo, basado en procesos, basado en competencias, basado en el modelo de desarrollo sostenible y basado en el bien a comercializar, Diésel B5.

8.4. Hipótesis, teorías y explicaciones

8.4.1. Vínculos principales

Se han detectado ciertos vínculos entre algunos temas en base a niveles de frecuencia y criticidad percibida los cuales se presumen ser de alta relevancia de acuerdo con el siguiente diagrama.

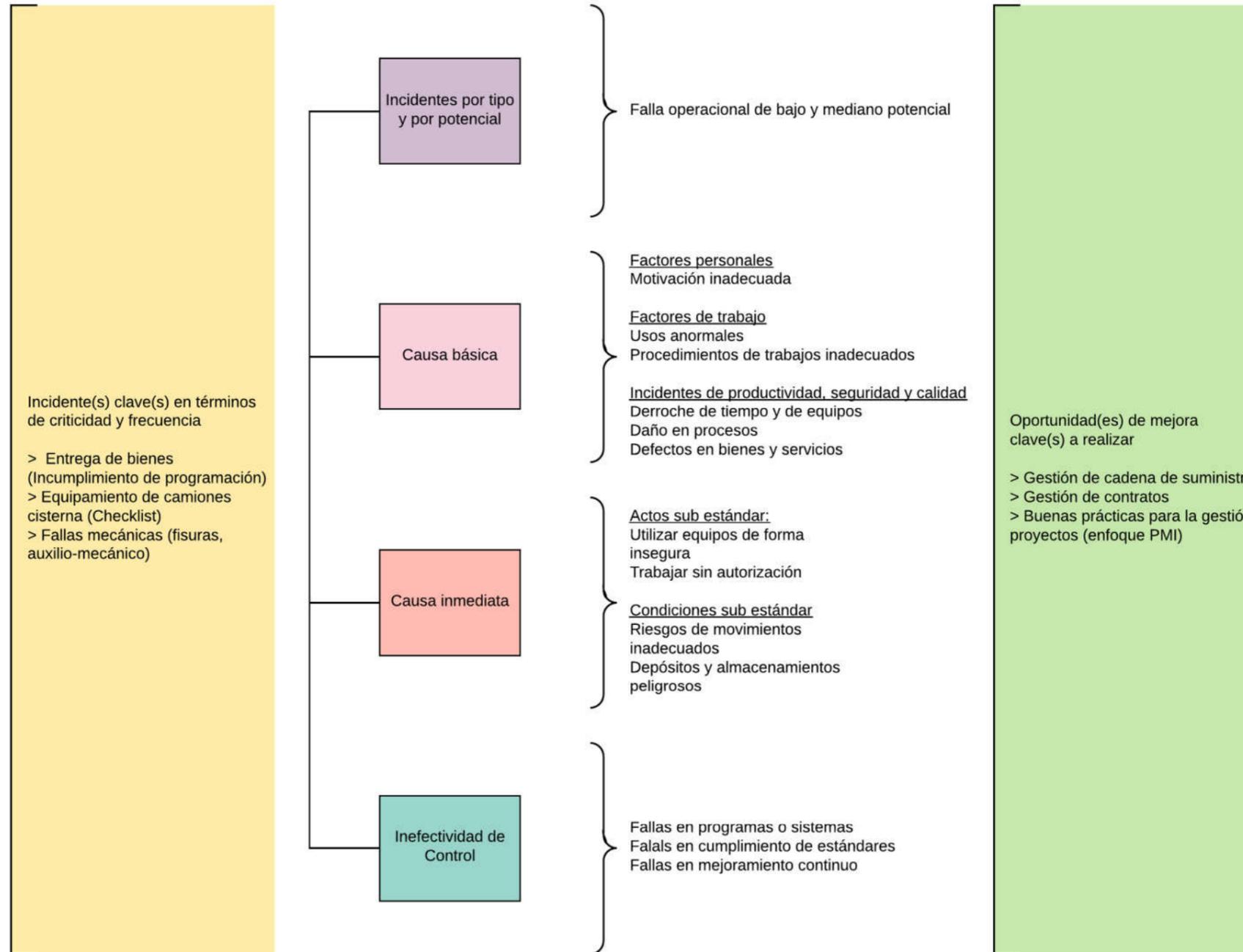


Figura 4.5. Presunción de vínculos principales

8.4.2. Hipótesis

H₁: Se conjetura que la ejecución de la programación del suministro de combustible presenta no conformidades en vista que no se cuenta con una adecuada gestión de proyectos bajo el enfoque del PMI.

H₂: Se conjetura que los incumplimientos en el equipamiento de camiones cisterna y la continua incursión en fallas operacionales, se evitarían mediante la aplicación de buenas prácticas para la gestión de contratos.

H₃: Se conjetura que la continua incursión en fallas operacionales, se evitarían mediante el empoderamiento de la gestión de la cadena de suministro en sus distintos procesos.

8.4.3. Teorías

T₁: La aplicación inadecuada o escasa de buenas prácticas para la gestión de proyectos ocasiona fallas en programas o sistemas, en cumplimiento de estándares, y en mejoramiento continuo.

T₂: La gestión de contratos poco efectiva ocasiona fallas en cumplimiento de estándares.

T₃: La gestión inadecuada o inexistente de la cadena de suministro ocasiona fallas operacionales de bajo y mediano potencial.

8.4.4. Explicaciones

E₁: Las fallas en programas o sistemas, en cumplimiento de estándares, y en mejoramiento continuo, tendrían su origen en una motivación inadecuada del personal, en la tenencia de procedimientos de trabajo inadecuados, y usos anormales; esto último genera derroche de tiempo y de equipos, daño en procesos, y defectos en bienes y servicios.

E₂: Las fallas en cumplimiento de estándares tendrían su origen en operar haciendo uso de procedimientos de trabajo inadecuados referidos a operar con depósitos y almacenamientos peligrosos.

E₃: La ocurrencia de fallas operacionales de bajo y mediano potencial se explica por la utilización insegura de equipos y el trabajo realizado sin autorización eventualmente; estos eventos incluyen a personal expuesto a riesgos de movimientos inadecuados.

8.5. Dependencia, credibilidad y transferencia

8.5.1. Dependencia

Se demuestra la dependencia de lo investigado en términos de confiabilidad cualitativa por 2 vías. Por un lado, lo declarado se evidencia en los documentos recolectados y analizados, es decir, las evidencias documentarias. Por otro lado, existen entidades tales como el Observatorio de Conflictos Mineros del Perú que, para este caso, corrobora la ocurrencia de cierto número de conflictos en la zona de Apurímac dirigidos por una estrategia anti minera (Observatorio de Conflictos Mineros, 2012). Adicionalmente, Xstrata (2013) publica índices de accidentabilidad de los proveedores para el proyecto minero Las Bambas y el desarrollo de Antapaccay lo cual evidencia la ocurrencia de incidentes.

8.5.2. Credibilidad

La investigación cuenta con credibilidad en vista que el investigador ha estado en campo e interactuando con los distintos participantes de la operación de suministro de combustible. Respecto a la respuesta de los participantes, se menciona que se maneja evidencia documentaria que permite mantener objetividad de los hechos acontecidos.

8.5.3. Transferencia

Análisis de una operación industrial de suministro de combustible Diésel B-5 y desarrollo de solución de optimización basada en las metodologías del PMI, ISO 9000, ISO 14000 y OHSAS 18000

Se piensa que la presente investigación contribuiría a otros trabajos de investigación que indaguen en un ambiente operacional de suministro de combustible en el sector minero y traten de traducir los eventos acontecidos en oportunidades de mejora.

CAPÍTULO 5. RESULTADOS – PARTE 2: INVESTIGACIÓN EN FASE CUANTITATIVA

1. Recolección de datos

De acuerdo con el diseño y método de investigación propuesto conocido como DEXPLOS bajo la modalidad derivativa, la recolección de datos se lleva a cabo teniendo como base los resultados de la investigación en fase cualitativa. Teniéndose 274 eventos que refieren a incidentes acontecidos durante la operación de suministro de combustible, se procede a iniciar la medición de variables que contribuirían a la medición de las variables del presente trabajo de investigación en la fase de investigación integradora. La medición requiere del desarrollo de un instrumento de recolección de datos cuantitativos desarrollado en base a los resultados y lo generado en la fase de investigación cualitativa.

1.1. Método cuantitativo de recolección de datos

Se utiliza el modelado de datos.

1.2. Técnica

Se aplica el análisis de contenido cuantitativo.

1.3. Instrumento de recolección de datos cuantitativos

1.3.1. Requerimiento de datos a recolectarse

Las variables del presente trabajo de investigación a medir requieren la revisión de indicadores KPI propuestos en el contrato CB-029-12; estos indicadores se presentan en la

matriz de operacionalización de variables. La generación de estos indicadores requiere de datos de la operación de suministro por lo que mediante el instrumento a desarrollar se piensa extraer dichos datos para generar los indicadores en mención.

1.3.2. Construcción del instrumento

El instrumento desarrollado tiene su fundamento en un diagrama entidad-relación generado para el presente trabajo de investigación (véase el apéndice F) que permite el modelado de datos requeridos a recolectarse de los 274 casos que refieren a incidentes. Adicionalmente, se especifica que la detección de unidades de análisis y codificación de estas y de las categorías procede de la investigación en fase cualitativa.

Lo anterior constituye un sistema de categorías que permite la obtención de resultados después de recolectar los datos según corresponde de los 274 casos de estudio. Se indica que quien aplica el instrumento es el autor del presente trabajo de investigación.

1.3.3. Prueba piloto y modificaciones

El instrumento no requiere de una prueba piloto debido a que el sistema de categorías generado es una combinación de otros subsistemas que cuentan con aceptación de acuerdo con la siguiente tabla.

Tabla 5.1.
Aceptación de los subsistemas de categorías

Sub sistema de categorías	Tipo de aceptación
Identificación	Aceptación a nivel del presente estudio; el subsistema funciona si y solamente si se trata de un caso de estudio y especifica la parte responsable.
Descripción	Aceptación a nivel del presente estudio; el subsistema pone en conocimiento acerca de la fecha y lugar de ocurrencia del evento, además registra una palabra clave que refiere a lo acontecido.
Clasificación	Aceptación a nivel de una corporación con operaciones a nivel internacional (Xstrata Plc); el subsistema es en base a una clasificación de incidentes HSEC propuesto para la reportación de incidentes en Xstrata Tintaya Antapaccay al año 2013.

Análisis causal	Aceptación a nivel de una corporación con operaciones a nivel internacional (Xstrata plc); el subsistema es en base a un flujo de generación de incidentes propuesto para la investigación de incidentes en Xstrata Tintaya Antapaccay al año 2013.
Oportunidad de mejora	Aceptación a nivel del presente estudio; el subsistema de categorías fue debidamente elaborado en el marco teórico-conceptual del presente trabajo de investigación.

1.3.4. De las autorizaciones para aplicar el instrumento

La aplicación del instrumento no requiere de autorizaciones de las organizaciones involucradas puesto que las evidencias documentarias que refieren a los 274 casos son documentos no oficiales y son parte de una recolección documentaria llevada a cabo por el autor del presente trabajo de investigación con fines de empoderar el ejercicio profesional.

1.3.5. Administración del instrumento

El instrumento es desarrollado, administrado y aplicado por el autor del presente trabajo de investigación. No se requiere entrenamiento adicional puesto que el autor del presente trabajo de investigación cuenta con las habilidades y conocimientos necesarios que serían entre otros: habilidades para aplicar buenas prácticas en la gestión de proyectos, conocimientos de gestión en seguridad industrial minera, salud ocupacional, calidad y ambiente, conocimientos de la dirección de proyectos bajo el enfoque del PMI, conocimientos del sector minero peruano. La aplicación del instrumento en cada uno de los 274 casos genera la recolección de datos en mención, y, adicionalmente, su almacenamiento en una base de datos generada y modelada de acuerdo con el diagrama entidad-relación mencionado anteriormente (véase el apéndice F).

2. Selección de Programa Estadístico

Como soporte para la realización de la investigación cuantitativa se utilizan los siguientes programas: Excel y Minitab 18.

Tabla 5.2.
Matriz de datos

Nombre	Tipo	Tamaño	Última fecha de modificación	Datos
Matriz de Datos 1	Archivo de valores separados por comas de Microsoft Excel	68KB	11/02/2018	Datos de los 274 casos de estudio de acuerdo con sistema de categorías

3. Exploración de Datos

3.1. Distribución de frecuencias por categorías generadas en la investigación en fase cualitativa

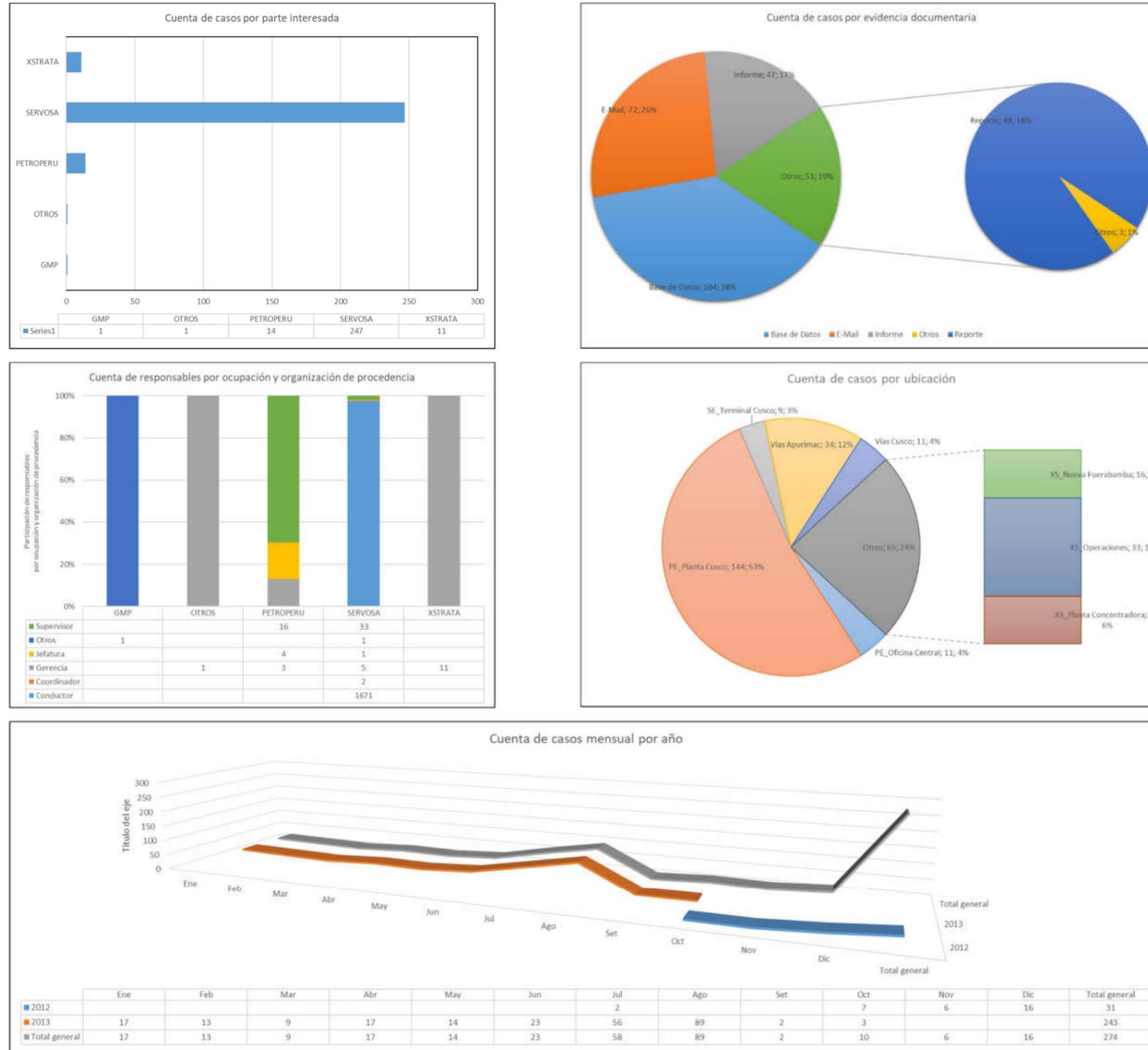


Figura 5.1. Dashboard para las categorías Identificación y Descripción

Nota1. De la categoría Descripción solamente se incluyen las subcategorías Fecha del Incidente y Lugar del Incidente. Fuente: Elaboración propia

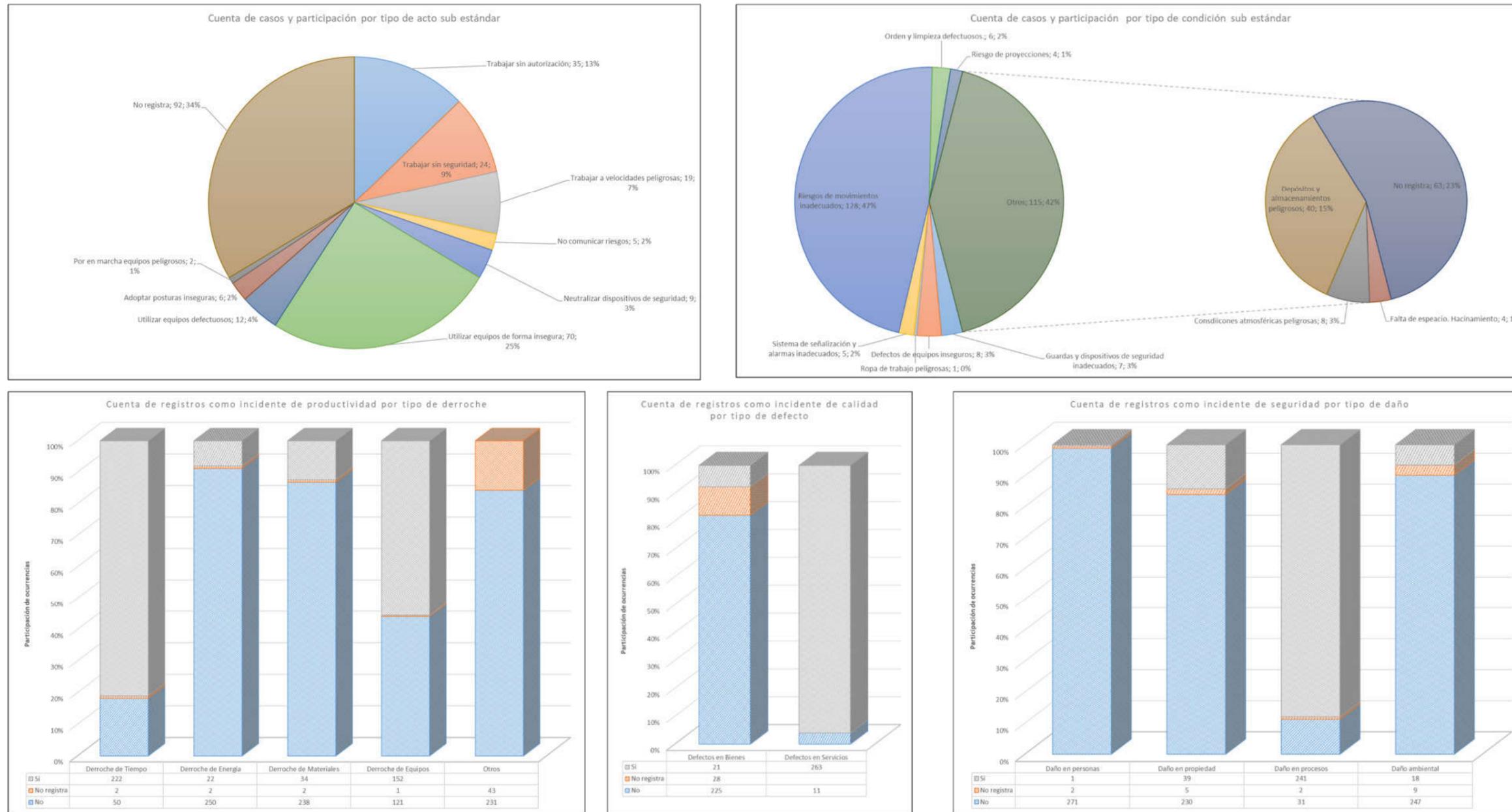


Figura 5.3. Dashboard para la categoría Análisis Causal y la subcategoría Causa Inmediata

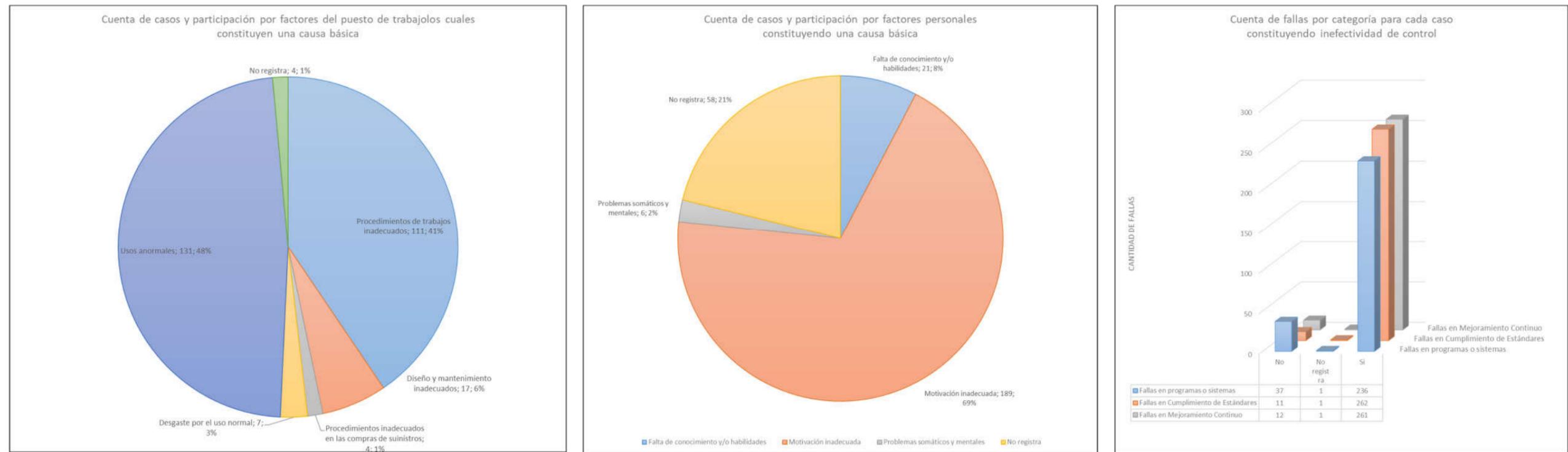


Figura 5.4. Dashboard para la categoría análisis causal y las subcategorías Causa Básica e Inefectividad de Control

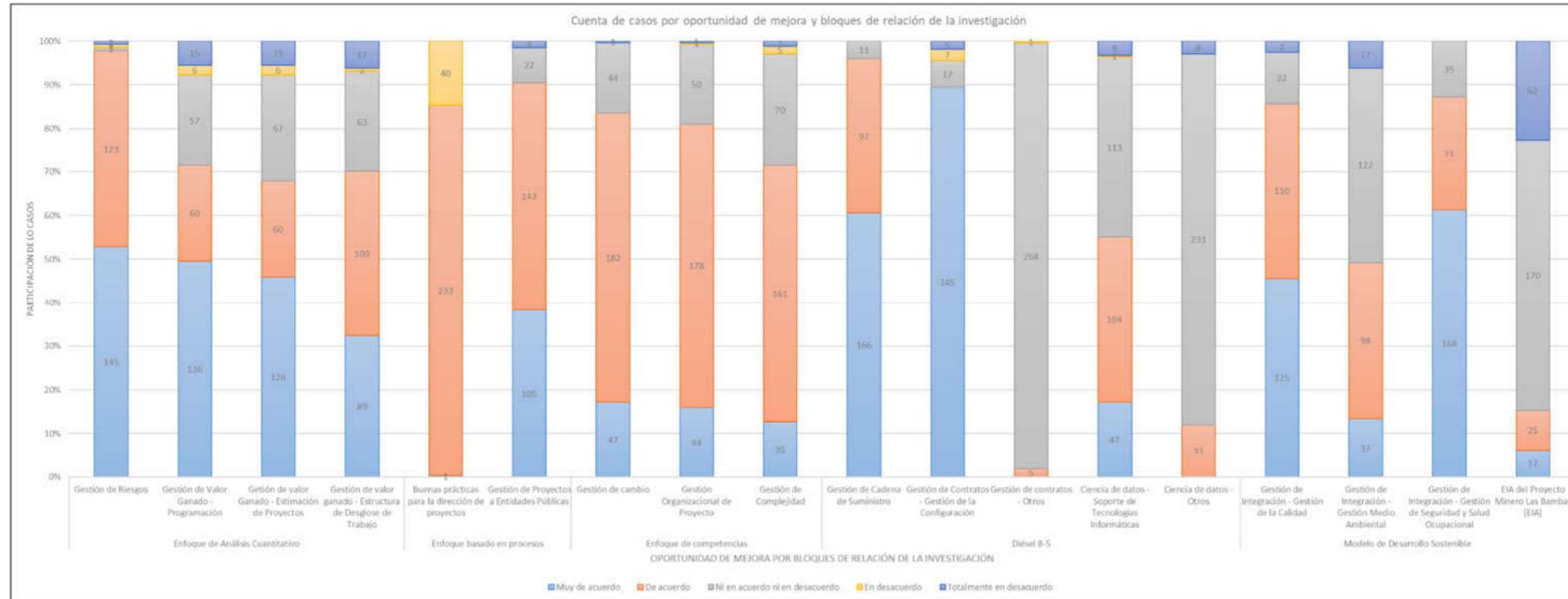
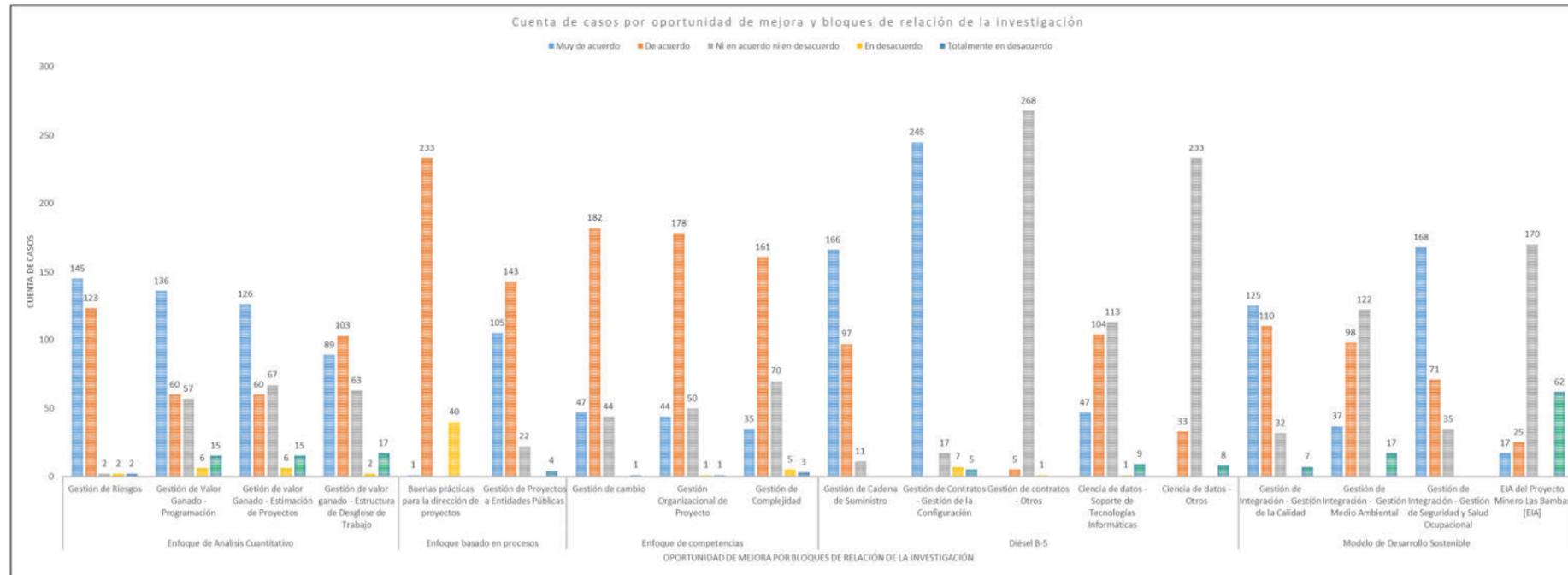


Figura 5.5. Dashboard para la categoría Oportunidad de Mejora

3.2. Distribución de frecuencias por grupos de categorías generadas en la investigación en fase cualitativa

Para efectos de la exploración de datos, se ve por conveniente agrupar las categorías generadas en la investigación en fase cualitativa de acuerdo con los principales procesos que se generan en el suministro de combustible Diésel B5.

3.2.1. Grupos de categorías y procesos

Tabla 5.3.

Grupos de categorías generadas en investigación en fase cualitativa por procesos de suministro de combustible

Grupo	1	2	3	4	5	6	7	8
Procesos	Reposición de Inventario en Planta Cusco	Inventario de Tránsito	Suministro del bien	Inventario actual en XLB	Generación de O/C	Programación	Solución logística	Inventario actual en Planta Cusco
Categorías	Devolución	Cubicación	Atollada	Conducta	Entrega producto	Cambio tracto	Alcohol	Calidad carguío
	Fatalidad	Derrame	Auxilio Mecánico	Fiscalización	Devolución	Cubicación	Checklist	Colocación Precinto
	Incumplimiento de Programación (No carguío)	Fisura	Choque	Incumplimiento de Programación (No carguío)	Facturación	Incumplimiento de Programación (No carguío)	Cubicación	Conductor ausente
	No Carguío	Humedecimiento	Falla Mecánica	No Carguío	Fatalidad	Línea Eléctrica	Derrame	Documento terminal
	No carguío en sobretiempo	Hurto	Fatalidad	No carguío en sobretiempo	Incumplimiento de Programación (No carguío)	No Carguío	EPP	Facturación
	Penalidad	Trasiego	Fisura	Parafinado	No Carguío	No carguío en sobretiempo	Falla Mecánica	Incumplimiento de Programación (No carguío)
	Retraso Programación (Derroche sobretiempo)	Paro	Humedecimiento	Precinto	No carguío en sobretiempo	Reporte Mantenimiento	Fatalidad	Mantenimiento Correctivo
	Stockout (Rotura de stock)	Cambio tracto	Maniobra	Retraso 1 día	Normatividad Legal	Retraso Programación	Fisura	No Carguío
	Retraso 1 día	Línea Eléctrica	Muelles	Retraso Programación (Derroche sobretiempo)	Penalidad	Retraso Programación (Derroche sobretiempo)	Humedecimiento	No carguío en sobretiempo
		Alcohol	Parabrisas	Sedimentos	Retraso Programación (Derroche sobretiempo)	Stockout	Hurto	Operación carga
			Paro	Stockout	Stockout	Trasiego	Trasiego	Remanente
			Retraso	Trasiego		Devolución	Válvulas	Retraso Programación (Derroche sobretiempo)
			Trasiego	Paro		Choque	Devolución	Seguridad carguío
		Velocidad	Retraso		Paro	Reporte Mantenimiento	Stockout	
		Vías	Entrega producto		Retraso 1 día		Precinto	
					Entrega producto		Normatividad Legal	
							Retraso 1 día	
							Supervisor ausente	

Nota1. Entre los grupos se repiten algunas categorías en vista que se considera que estos incidentes afectan a más de 1 proceso del conjunto de procesos de suministro de combustible.

3.2.2. Distribución de frecuencias de grupos de categorías y procesos

Para la medición de frecuencias se toma en cuenta la ocurrencia del incidente y su severidad expresadas mediante las subcategorías de nivel 2: Crítico, de alto potencial, mediano potencial, y bajo potencial; estas subcategorías se encuentran en la categoría Clasificación y la subcategoría de nivel 1 Potencial del incidente. En vista que la severidad está en función al daño a activos o propiedades o pérdidas operacionales en términos monetarios (Xstrata, 2013, pág. 75), se estima una ponderación relativa a la severidad de las subcategorías de nivel 2 de 10, 100, 10 000, y 100 000 000 puntos referenciales para los incidentes de bajo potencial, mediano potencial, alto potencial, y críticos respectivamente.

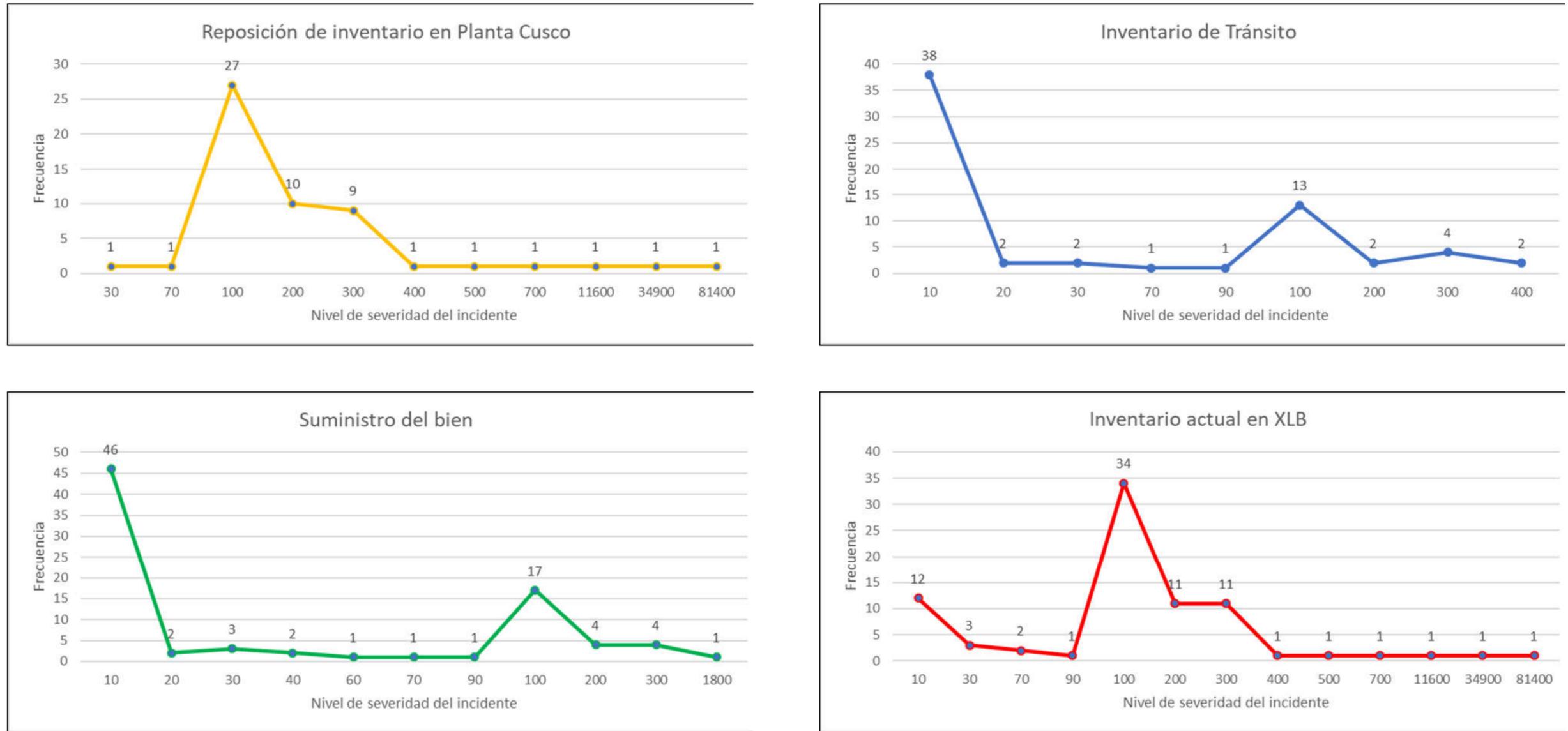


Figura 5.6. Dashboard para la distribución de frecuencias de los incidentes ponderados según el nivel de severidad de los procesos de suministros de combustible (Parte 1)

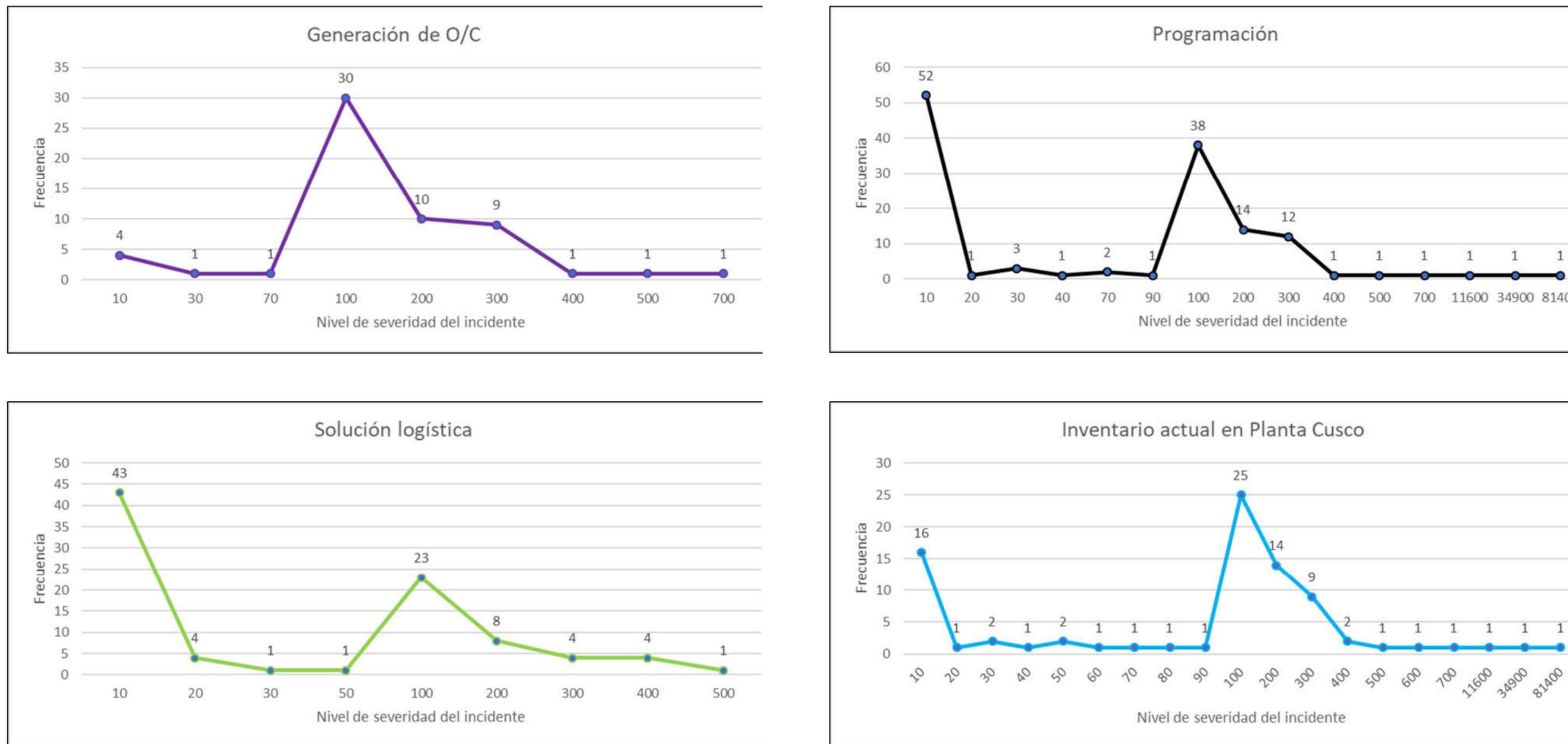


Figura 5.7. Dashboard para la distribución de frecuencias de los incidentes ponderados según el nivel de severidad de los procesos de suministros de combustible (Parte 2)

3.3. *Medidas de tendencia central, de variabilidad, y pruebas de normalidad de los grupos de categorías*

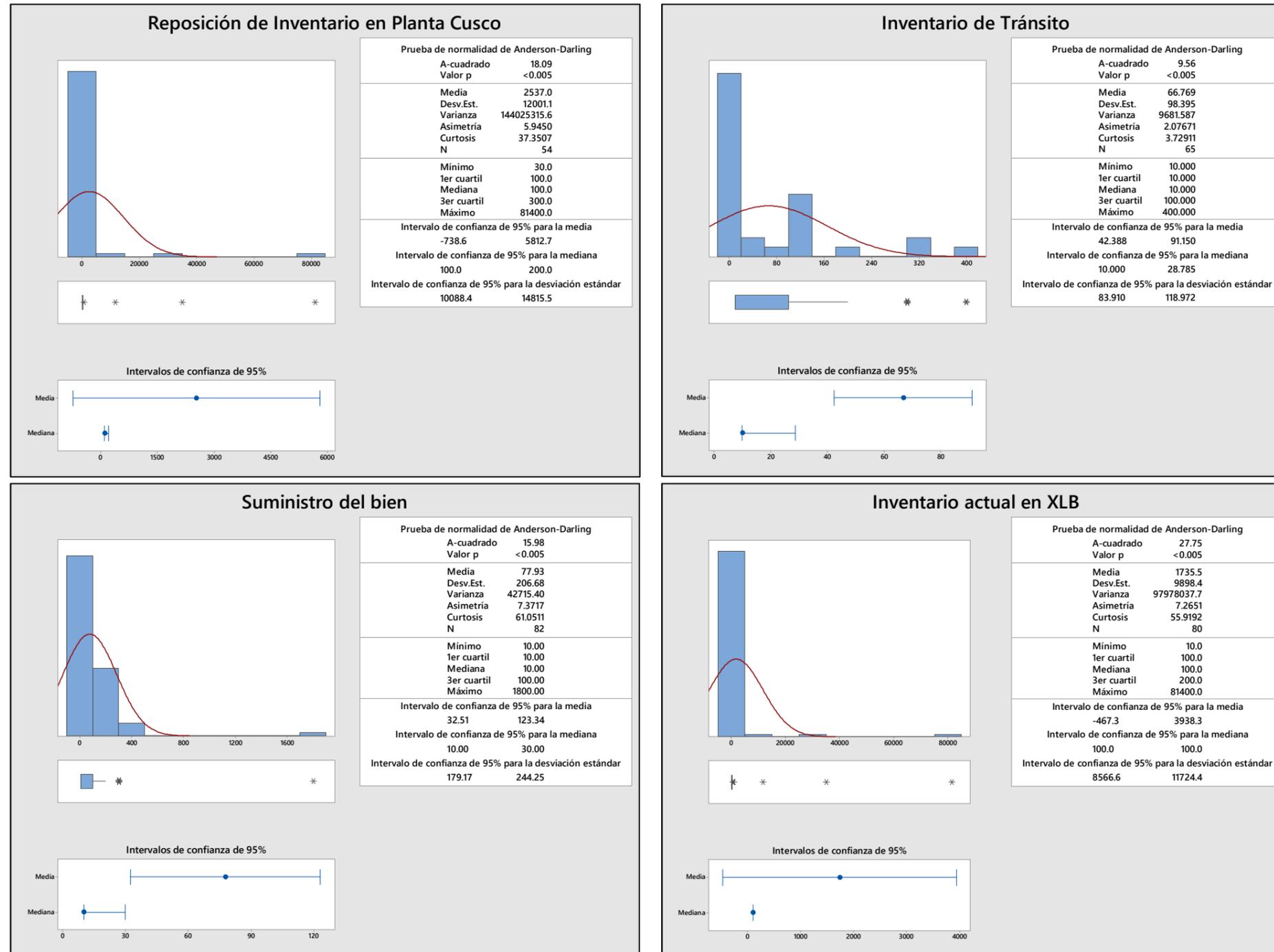


Figura 5.8. Dashboard para la estadística descriptiva de incidentes ponderados según nivel de severidad de los procesos de suministros de combustible (Parte 1)

Nota. En general se aprecia una asimetría hacia la izquierda; además, se aprecian ciertos valores atípicos.

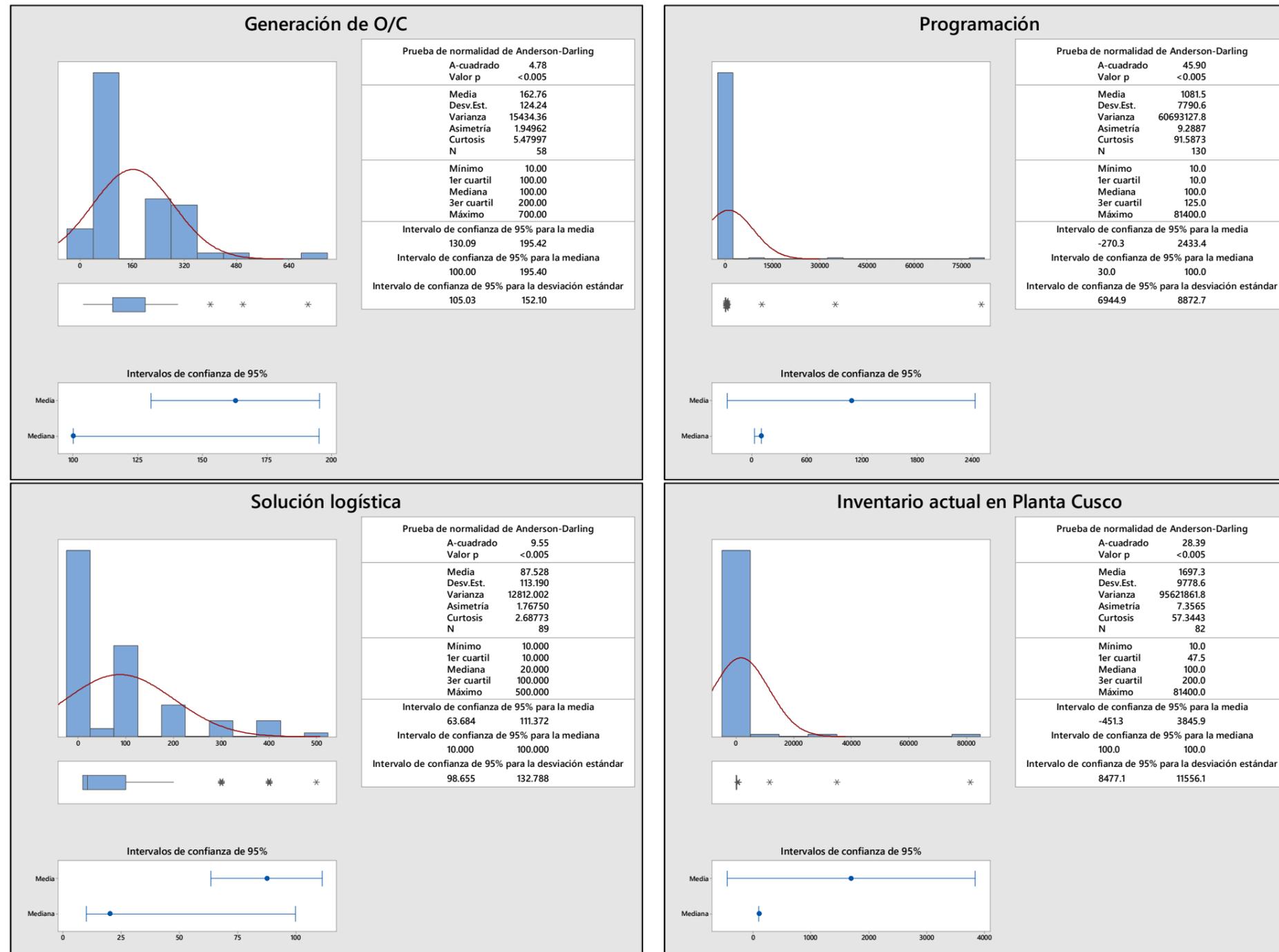
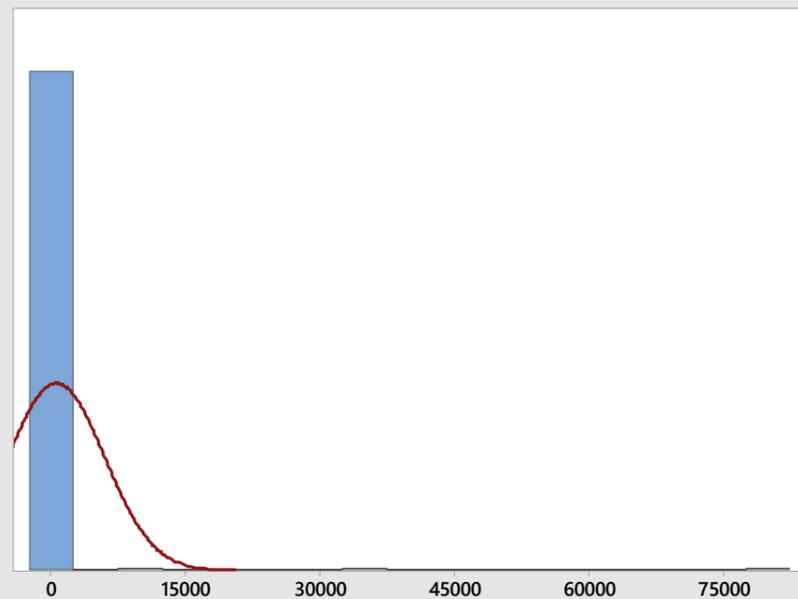


Figura 5.9. Dashboard para la estadística descriptiva de incidentes ponderados según nivel de severidad de los procesos de suministros de combustible (Parte 2)

Nota. En general se aprecia una asimetría hacia la izquierda; además, se aprecian ciertos valores atípicos.

Ejecución del suministro de combustible en periodo referencial



Prueba de normalidad de Anderson-Darling	
A-cuadrado	98.34
Valor p	<0.005
Media	562.1
Desv.Est.	5379.7
Varianza	28940896.6
Asimetría	13.510
Curtosis	194.154
N	274
Mínimo	10.0
1er cuartil	10.0
Mediana	40.0
3er cuartil	100.0
Máximo	81400.0
Intervalo de confianza de 95% para la media	
-77.7	1201.9
Intervalo de confianza de 95% para la mediana	
10.0	100.0
Intervalo de confianza de 95% para la desviación estándar	
4963.8	5872.2

Intervalos de confianza de 95%

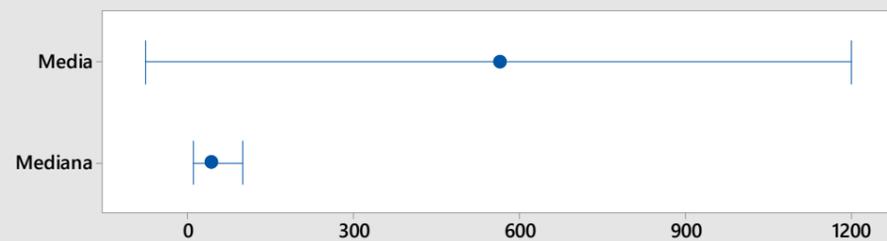


Figura 5.10. Resumen gráfico de la estadística descriptiva de incidentes ponderados según nivel de severidad para la ejecución del suministro de combustible en periodo referencial

Nota1. Considérese que para la elaboración de este gráfico se incluyeron los 274 casos; del mismo modo, no se han excluido los datos atípicos por ser estos de carácter representativo en cuanto a su severidad para la operación.

Nota2. En general se aprecia una asimetría hacia la izquierda; además, se aprecian ciertos valores atípicos.

3.4. Razones y tasas

Tabla 5.4.

Tasas de cantidad de casos y magnitud de la severidad respecto del total de casos y magnitud de la severidad de la investigación

Proceso	Casos		Severidad		Tasas	
	Totales	En el proceso	Total	En el proceso	Caso	Severidad
Reposición de Inventario en Planta Cusco	274	54	154,020	137,000	0.1971	0.8895
Inventario de Tránsito	274	65	154,020	4,340	0.2372	0.0282
Suministro del bien	274	82	154,020	6,390	0.2993	0.0415
Inventario actual en XLB	274	80	154,020	138,840	0.2920	0.9014
Generación de O/C	274	58	154,020	9,440	0.2117	0.0613
Programación	274	130	154,020	140,600	0.4745	0.9129
Solución logística	274	89	154,020	7,790	0.3248	0.0506
Inventario actual en Planta Cusco	274	82	154,020	139,180	0.2993	0.9036

Nota1. Las tasas corresponden al cociente entre el número de casos o severidad en el proceso de referencia y el número de casos o severidad total de lo investigado.

Tabla 5.5.

Razones entre categorías relativas a los procesos de suministro en base al número de casos

Categorías	Reposición de Inventario en Planta Cusco	Inventario de Tránsito	Suministro del bien	Inventario actual en XLB	Generación de O/C	Programación	Solución logística	Inventario actual en Planta Cusco
Reposición de Inventario en Planta Cusco	1	0.83	0.66	0.68	0.93	0.42	0.61	0.66
Inventario de Tránsito	1.20	1	0.79	0.81	1.12	0.50	0.73	0.79
Suministro del bien	1.52	1.26	1	1.03	1.41	0.63	0.92	1.00
Inventario actual en XLB	1.48	1.23	0.98	1	1.38	0.62	0.90	0.98
Generación de O/C	1.07	0.89	0.71	0.73	1	0.45	0.65	0.71
Programación	2.41	2.00	1.59	1.63	2.24	1	1.46	1.59
Solución logística	1.65	1.37	1.09	1.11	1.53	0.68	1	1.09
Inventario actual en Planta Cusco	1.52	1.26	1.00	1.03	1.41	0.63	0.92	1

Nota1. Las razones corresponden al cociente del número de casos de una de las categorías relativas a los procesos de suministro y el número de casos de otra categoría relativa también a los procesos de suministro.

Tabla 5.6.

Razones entre categorías relativas a los procesos de suministro en base al nivel de severidad

Categorías	Reposición de Inventario en Planta Cusco	Inventario de Tránsito	Suministro del bien	Inventario actual en XLB	Generación de O/C	Programación	Solución logística	Inventario actual en Planta Cusco
Reposición de Inventario en Planta Cusco	1.00	31.57	21.44	0.99	14.51	0.97	17.59	0.98
Inventario de Tránsito	0.03	1.00	0.68	0.03	0.46	0.03	0.56	0.03
Suministro del bien	0.05	1.47	1.00	0.05	0.68	0.05	0.82	0.05
Inventario actual en XLB	1.01	31.99	21.73	1.00	14.71	0.99	17.82	1.00
Generación de O/C	0.07	2.18	1.48	0.07	1.00	0.07	1.21	0.07
Programación	1.03	32.40	22.00	1.01	14.89	1.00	18.05	1.01
Solución logística	0.06	1.79	1.22	0.06	0.83	0.06	1.00	0.06
Inventario actual en Planta Cusco	1.02	32.07	21.78	1.00	14.74	0.99	17.87	1.00

Nota 1. Las razones corresponden al cociente del nivel de severidad de una de las categorías relativas a los procesos de suministro y el nivel de severidad de otra categoría relativa también a los procesos de suministro.

4. Evaluación de la confiabilidad, validez, y objetividad

4.1. Confiabilidad

Para el presente trabajo de investigación se utiliza el método de mitades partidas con la finalidad de determinar la confiabilidad de lo investigado. Los aspectos básicos del método a utilizar son de acuerdo con lo siguiente:

Tabla 5.7.

Aspectos básicos del método para determinar la confiabilidad

Método	Número de veces que el instrumento es aplicado	Número de versiones diferentes del instrumento	Matriz de datos	Medición de la confiabilidad

Análisis de una operación industrial de suministro de combustible Diésel B-5 y desarrollo de solución de optimización basada en las metodologías del PMI, ISO 9000, ISO 14000 y OHSAS 18000

Mitades partidas	Una vez	Una fragmentada en 2 partes equivalentes	Datos de los 274 casos de estudio de acuerdo con la codificación de categorías en primer nivel.	Nivel de correlación (Similitud) Nivel de consistencia interna (Coherencia)
---------------------	---------	---	--	---

4.1.1. Análisis de elementos

Los resultados del análisis de elementos figuran en el apéndice G del presente documento. De esto último resulta lo siguiente:

Tabla 5.8.

Resultados de los análisis de elementos

Proceso	Análisis de Datos	Mitades	Partidas	# de casos	Correlación de Pearson	Alfa de Cronbach	Nivel de similitud	Nivel de consistencia interna
1 Reposición de Inventario en Planta Cusco	1	Variable 1.1	Variable 1.2	27	0.951	0.828	Fiabilidad alta	Fiabilidad alta
2 Inventario de Tránsito	2	Variable 2.1	Variable 2.2	33	0.939	0.9684	Fiabilidad alta	Fiabilidad alta
3 Suministro del bien	3	Variable 3.1	Variable 3.2	41	0.661	0.5246	Fiabilidad regular	Fiabilidad regular
4 Inventario actual en XLB	4	Variable 4.1	Variable 4.2	40	0.924	0.3855	Fiabilidad alta	Fiabilidad baja
5 Generación de O/C	5	Variable 5.1	Variable 5.2	29	0.840	0.8597	Fiabilidad alta	Fiabilidad alta
6 Programación	6	Variable 6.1	Variable 6.2	65	0.992	0.8329	Fiabilidad alta	Fiabilidad alta
7 Solución logística	7	Variable 7.1	Variable 7.2	45	0.921	0.9493	Fiabilidad alta	Fiabilidad alta
8 Inventario actual en Planta Cusco	8	Variable 8.1	Variable 8.2	41	0.951	0.8297	Fiabilidad alta	Fiabilidad alta

Nota1. En el análisis de datos 3, la fiabilidad regular tanto en cuanto a nivel de similitud como a nivel de consistencia interna tiene su razón de ser en el registro del caso 52 que declara 18 unidades que incurrir en un incidente de exceso de velocidad mas no en una sola fecha sino durante un periodo referencial; el punto es que el registro se hace para una sola fecha cuando lo real es que lo sucedido se dio en varias fechas.

Nota2: En el análisis de datos 4, se presenta una fiabilidad baja en términos de nivel de consistencia interna dado que se aprecian 3 registros atípicos en cuanto a su severidad por motivos que el registro refiere al registro de más de 1 evento no acontecido en la fecha referencial; se trata de incidentes relativos a retrasos en la entrega de bienes en 1 día. Los casos de referencia son los que corresponden a los números 106, 107 y 108.

Nota3. En los análisis 3 y 4 no se retiran los elementos atípicos puesto que estos describen la problemática de la operación del suministro.

4.2. Validez

La validez del instrumento de medición es aceptable; esta última se define y calcula de acuerdo con lo siguiente:

Tabla 5.9.

Método utilizado para el cálculo de la validez

Tipo de validez	Método utilizado	Valor
Contenido	Estimación de validez de instrumentos de organizaciones de aceptación a nivel internacional.	0.9999
Criterio	Correlación de Pearson	Entre 0 y 1
Constructo	Coefficiente de Alfa de Cronbach	Entre 0 y 1
Total, por componente	(Validez de contenido + validez de criterio + validez de constructo) / 3	Entre 0 y 1
Global	Promedio de los valores de validez total de los componentes	Entre 0 y 1

Nota1. El instrumento de medición generado se utiliza generándose 8 versiones de resultados los cuales coinciden con los 8 procesos principales para la operación de suministro de combustible.

Nota2. La evidencia sobre la validez de contenido del instrumento radica en que este es un sistema conformado de subsistemas que cuentan con aceptación de organizaciones. Véase la tabla de aceptación de los subsistemas de categorías en el apartado “Prueba piloto y modificaciones” del presente documento con la finalidad de conocer el nivel de aceptación de los subsistemas. Por lo expuesto, no se ve por conveniente llevar a cabo una validación del instrumento y sus componentes mediante la emisión de uno o varios juicios expertos.

Tabla 5.10.

Validez del instrumento de medición

Instrumento de medición	Proceso	Casos	Tipo de validez			
			Contenido	Criterio	Constructo	Validez total
1	1	27	0.9999	0.951	0.8280	0.92630
2	2	33	0.9999	0.939	0.9684	0.96910
3	3	41	0.9999	0.661	0.5246	0.72850
4	4	40	0.9999	0.924	0.3855	0.76980
5	5	29	0.9999	0.840	0.8597	0.89987
6	6	65	0.9999	0.992	0.8329	0.94160
7	7	45	0.9999	0.921	0.9493	0.95673
8	8	41	0.9999	0.951	0.8297	0.92687
Validez global de instrumento						0.88985

Nota: La validez global es por así decirlo una media de la valides de los componentes del instrumento y como tal se considera esta de carácter global.

4.3. *Objetividad*

- Permeabilidad: Este aspecto se consideraría como un punto observable en el sentido que el que aplica el instrumento es una única persona, el autor del presente trabajo de investigación; sin embargo, siendo este último no ajeno a la realidad práctica a un nivel profesional en la cual acontecen los incidentes, se consideraría un nivel de objetividad aceptable.
- Estandarización: El instrumento es elaborado teniendo en cuenta estándares de aceptación internacional en términos de calidad, ambiente, seguridad industrial e higiene.

5. *Análisis estadístico inferencial*

5.1. *Procedimiento*

El análisis estadístico inferencial se lleva a cabo en base a la variable ocurrencia de incidente en 4 pasos. En primer lugar, se recolectan las observaciones relativas a la ocurrencia o no de un incidente de la muestra referencial de 274 casos para después calcular los respectivos estadígrafos. Posteriormente se infieren los parámetros de la población a partir de los 1822 pronósticos generados mediante la aplicación del modelo Holt-Winters; los datos de entrada corresponden a 533 registros desde la fecha de inicio de contrato e incluyen los 274 casos anteriores. Finalmente se prueban las hipótesis poblacionales.

5.1.1. *Paso 1: Recolección de datos de la muestra de referencia*

Los datos recolectados proceden de la matriz general de datos declarada en la tabla 21 del presente documento.

5.1.2. Paso 2: Cálculo de estadígrafos en base a la muestra de referencia

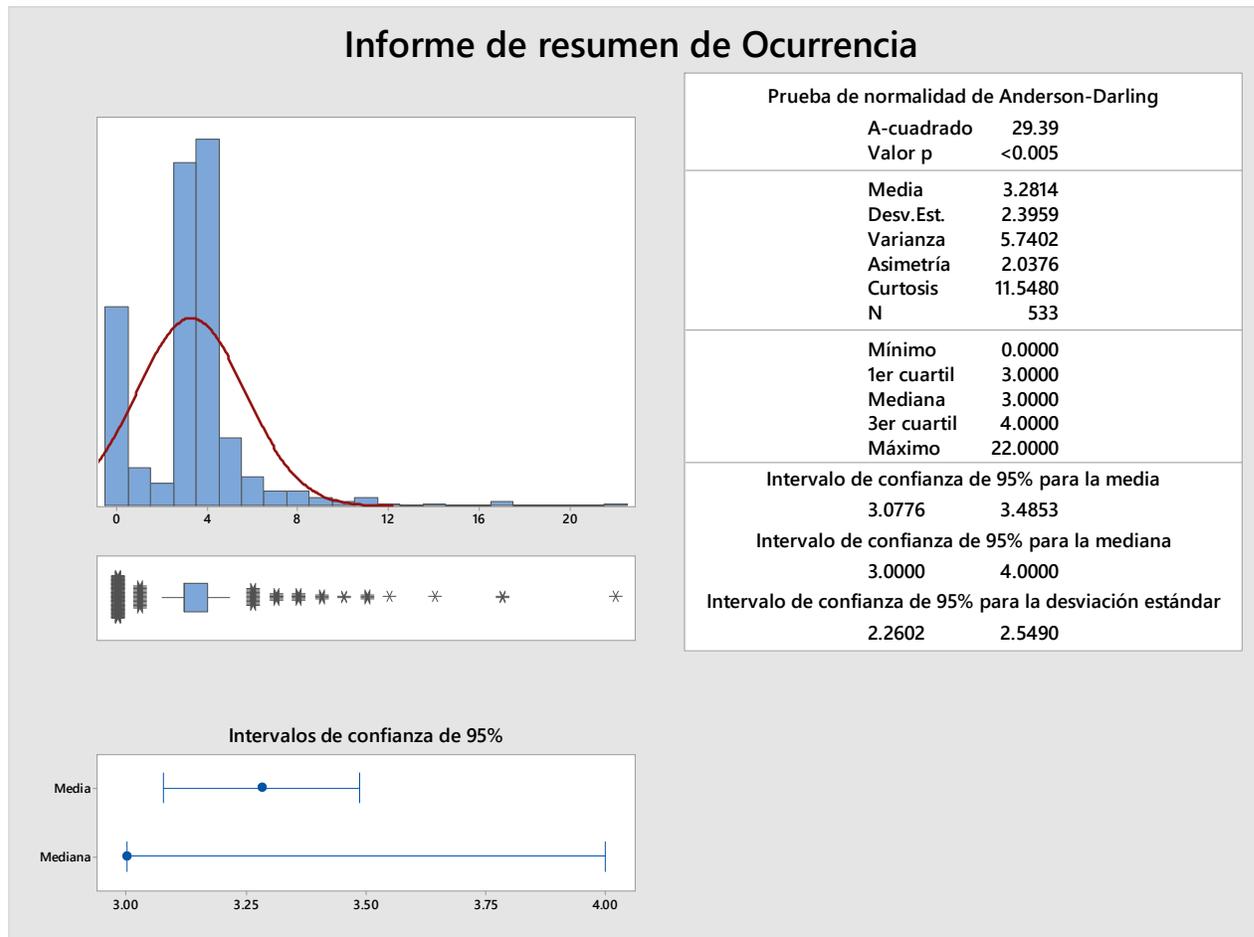


Figura 5.11. Estadígrafos de la muestra referencial de 274 casos

5.1.3. Paso 3: Inferencia de parámetros mediante una técnica estadística

Para estimar los parámetros poblacionales se ha utilizado el modelo de Holt-Winters con la finalidad de generar estimaciones explicadas por datos del pasado. Los resultados figuran en el apéndice H.

Habiéndose estimado la población de ocurrencias de incidentes se tienen los siguientes parámetros:

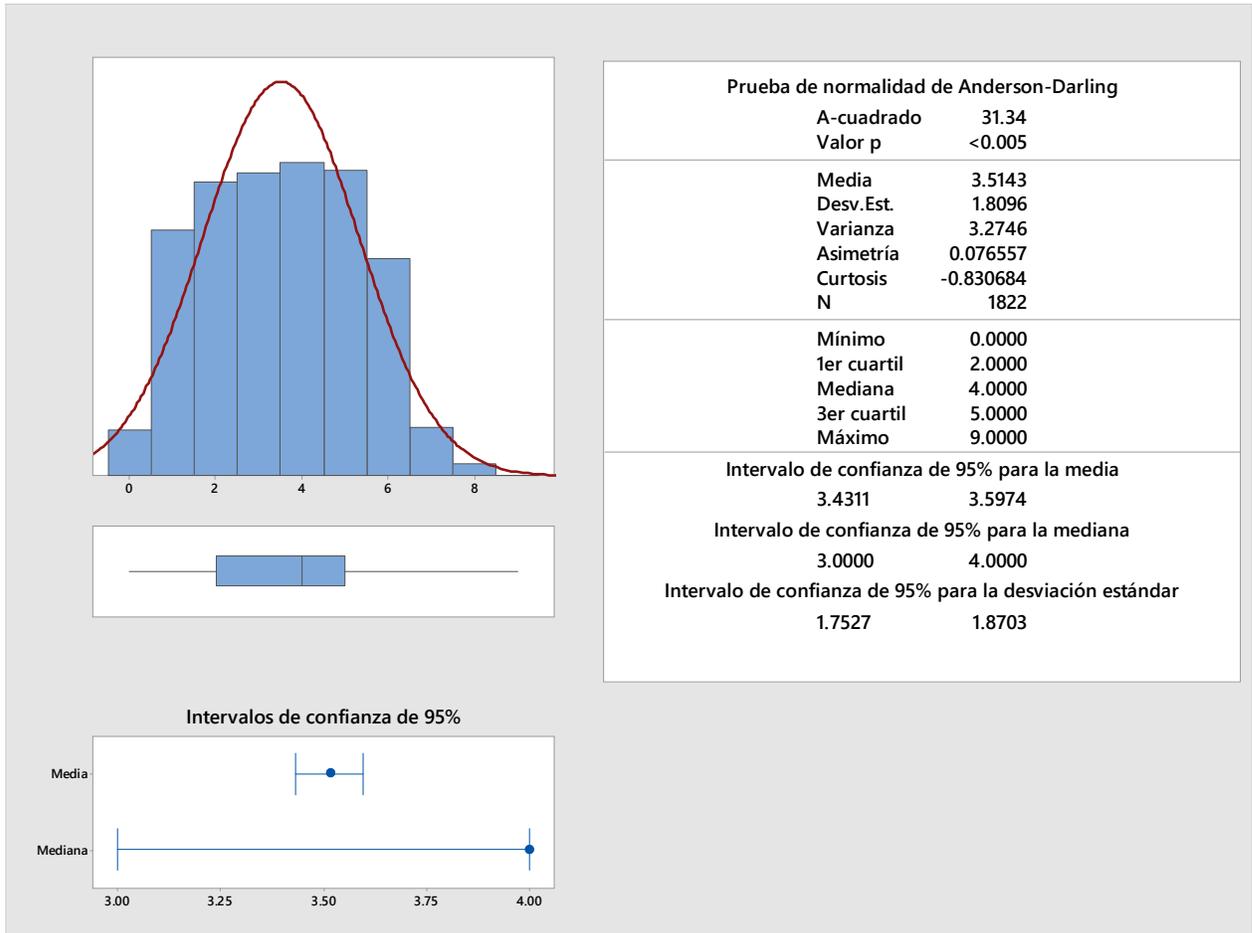


Figura 5.12. Parámetros de la población de ocurrencias (Pronósticos con redondeo)

Nota1. Cabe mencionar que se estima una población de 6403 incidentes para todo el periodo de vigencia del contrato CB-029-12 lo cual significa un periodo de referencia de 1822 días.

Nota2. Lo calculado anteriormente procede de los pronósticos generados mediante la aplicación del método de Holt-Winters para con un modelo aditivo.

5.1.4. Paso 4: Probación de hipótesis poblacionales

En el apéndice I se lleva a cabo la prueba de hipótesis y se obtiene lo siguiente:

- Muestra 1: Muestra referencial de 274 incidentes acontecidos en 533 días.
- Muestra 2: Pronóstico de ocurrencias de incidentes para el contrato CB-029-12 durante 1822 días (periodo de vigencia contractual) generado por medio del método Holt-Winters.

Tabla 5.11.
Informe de resumen

Prueba	Objetivo	Parámetro / Estadígrafo	Prueba	Resultado	p
1	Comparar muestras.	Media	Difieren o no los parámetros	No hay diferencia significativa.	0.038
2	Comparar muestras.	Desviación estándar		Si hay diferencia significativa.	<0.001
3	Comparar muestras.	Desviación estándar	Muestra 2 < Muestra 1	Significativamente mayor	<0.001

Nota1. El nivel de significancia aplicado es de 0.01.

5.1.5. Paso 5: Interpretación de resultados

Se consideran que los resultados obtenidos para lo referido a los parámetros poblacionales representan una generalización adecuada (nivel de significancia de 0.01) respecto de la muestra de 533 registros (274 casos acontecidos en 533 días calendario) dados los resultados en el paso 4.

5.1.6. Paso 6: Limitaciones de los resultados

- Ciclo de vida del proyecto: Los resultados no consideran el ciclo de vida del proyecto minero Las Bambas el cual en sus fases presentaría una probabilidad distinta de ocurrencia de incidentes por motivos de carga de trabajo y uso de recursos.
- Conflictividad en la zona de influencia: Los resultados podrían variar en función al nivel de conflictividad de la zona el cual relativamente es impredecible en cuanto a la fecha de ocurrencia y el nivel de afectación e impacto a las actividades del proyecto.

6. Análisis paramétrico

Mediante estos análisis se pretende abordar el análisis de las relaciones entre las variables correspondientes que permitan finalmente determinar relaciones.

Tabla 5.12.
Análisis Paramétrico

Análisis Paramétrico	Objetivo	Método	Variables		Propósito fundamental	Resultados	Observación
			Independiente	Dependiente			
1	Analizar el efecto de los tipos de incidentes en el sistema de gestión original.	ANAOVA one-way	Tipo de incidente (Factor)	Fecha (Respuesta)	Evaluar el efecto de una variable independiente sobre una dependiente.	<p><u>Parte 1</u> Diferencia entre las medias: Si es significativa estadísticamente. Aceptación de la Ho: Se rechaza</p> <p><u>Parte 2</u> Categoría de la media más alta: Falla operacional Categoría de la media más baja: Cuasi accidente</p> <p><u>Parte 3</u> Agrupaciones de Tukey: A, B, y C Categorías que comparten una misma agrupación (medias significativamente similares): A (Falla Operacional, Accidente), B (Accidente y Otros), C (Accidente y Cuasi accidente)</p> <p><u>Parte 4</u> R-cuad: El factor (tipo de incidente) explica en un 28.78% la variación de la respuesta (Fecha). S: La desviación estándar entre los puntos de datos y los valores ajustados es de aproximadamente 81.8465</p> <p><u>Parte 5</u> Residuos vs. ajustes: Los residuos se distribuyen aleatoriamente y la varianza es constante. Residuos vs. orden: Se aprecia una tendencia creciente Probabilidad normal de los residuos: Se cumple (línea recta).</p>	En parte 5, residuos vs. Orden se aprecia una no conformidad del modelo: Se detecta una tendencia. Se trata de una situación no ideal; podría tratarse de una correlación entre residuos y de una dependencia. La tendencia tendría su razón de ser en que las ocurrencias tienen como punto en común que se desarrollan en el marco de un mismo sistema de gestión.
2	Analizar la relación entre el número de responsables y el sistema de gestión original.	Regresión lineal	Número de responsables	Ocurrencia de Incidente	Evaluar el efecto de una variable independiente sobre una dependiente, así como predecir el valor de la variable dependiente con la variable independiente.	<p>Relación estadísticamente significativa: Si % variación explicado por el modelo 2.52% Modelo: $Y = 0.04193 + 0.008421 X - 0.000010 X^2$ Comentario: X no es causa de Y</p>	

Fuente: Apéndice de referencia: J.

7. Análisis multivariante

El presente análisis se efectuó de acuerdo con lo siguiente:

Tabla 5.13.

Análisis multivariante – Método de Regresión Múltiple

Análisis multivariante	Objetivo	Categoría	Independiente	Dependiente	Propósito fundamental	Resultados	Observación
1	Analizar la relación entre la información general del incidente con el sistema de gestión original.	Tipo de incidente	Número de responsables	Severidad		Relación estadísticamente significativa entre Y y las variables X: Si % mediante el cual el modelo de regresión explica la variación en Y: 99.48% Se tiene una ecuación de modelo: Si	
2	Analizar la relación entre la información general del incidente con el sistema de gestión original.	Acto subestándar	Número de responsables	Severidad	Evaluar el efecto de dos o más variables independientes sobre una variable dependiente, así como predecir el valor de la variable dependiente con una o más variables independientes, y estimar cuál es la independiente que mejor predice las puntuaciones de la variable dependiente. Se trata de una extensión de la regresión lineal.	Relación estadísticamente significativa entre Y y las variables X: Si % mediante el cual el modelo de regresión explica la variación en Y: 20.34% Se tiene una ecuación de modelo: No	
3	Analizar la relación entre la información general del incidente con el sistema de gestión original.	Condición Sub estándar	Número de responsables	Severidad		Relación estadísticamente significativa entre Y y las variables X: Si % mediante el cual el modelo de regresión explica la variación en Y: 20.51% Se tiene una ecuación de modelo: No	
4	Analizar la relación entre la información general del incidente con el sistema de gestión original.	Daño en propiedad	Número de responsables	Severidad		Relación estadísticamente significativa entre Y y las variables X: Si % mediante el cual el modelo de regresión explica la variación en Y: 2.09% Se tiene una ecuación de modelo: No	
5	Analizar la relación entre la información general del incidente con el sistema de gestión original.	Defectos en bienes	Número de responsables	Severidad		Relación estadísticamente significativa entre Y y las variables X: Si % mediante el cual el modelo de regresión explica la variación en Y: 6.72% Se tiene una ecuación de modelo: No	

Nota1. Se aplicó el método para las otras variables categóricas obteniéndose como resultado que no hay relación estadísticamente significativa. Las variables son: Ocupación, tipo de evidencia documental, lugar del incidente, lesiones personales, incidente ambiental, derroche de tiempo, derroche de energía, derroche de materiales, derroche de equipos, otros, daño en personas, daño en procesos, daño ambiental, defecto en servicios, factores personales, factores del trabajo, fallas en programas o sistema, fallas en cumplimientos de estándares, y fallas en mejoramiento continuo.

Nota2. Apéndice de referencia: K.

Tabla 5.14.
Análisis multivariante – Modelo Lineal General

Análisis multivariante	Objetivo	Catórica	Independiente	Dependiente	Propósito fundamental	Resultados	Observación
1	Analizar el efecto de los tipos incidentes en el sistema de gestión original.	Tipo de incidente (Factor)	Fecha del incidente (Predictor / Covariable)	Severidad (Respuesta)	Evaluar el efecto de dos o más variables independientes sobre una o más variables dependientes.	<p><u>Parte 1</u> Igualdad de medias de todas las respuestas (Pruebas de MANOVA): Diferencia entre medias es estadísticamente significativa para las variables: Fecha de Incidente y tipo de incidente.</p> <p><u>Parte 2</u> Análisis de valores y vectores propios: No se requiere (sola se usa 1 variable catagórica)</p> <p><u>Parte 3</u> Evaluación de las diferencias entre medias grupales: No se requiere</p> <p><u>Parte 4</u> Evaluación de los resultados univariados para examinar las respuestas individuales: Las variables son estadísticamente significativas en modelo de severidad.</p> <p><u>Parte 5</u>: Cumplimiento con los supuestos Gráfica residuos vs. ajustes: Parcial (Punto influyente) Gráfica residuos vs. orden: Aleatorio (tendencia) Gráfica de probabilidad normal de los residuos: Cumple</p>	Ponderaciones utilizadas para la regresión ponderada: Variable de Severidad
2	Analizar el efecto de los incidentes key en el sistema de gestión original.	Incidente key (Factor)	Fecha del incidente (Predictor / Covariable)	Severidad (Respuesta)	Evaluar el efecto de dos o más variables independientes sobre una o más variables dependientes.	<p><u>Parte 1</u> Igualdad de medias de todas las respuestas (Pruebas de MANOVA): Diferencia entre medias es estadísticamente significativa para las variables: Fecha de Incidente y keyword de incidente.</p> <p><u>Parte 2</u> Análisis de valores y vectores propios: No se requiere (sola se usa 1 variable catagórica)</p> <p><u>Parte 3</u> Evaluación de las diferencias entre medias grupales: No se requiere</p> <p><u>Parte 4</u> Evaluación de los resultados univariados para examinar las respuestas individuales: Las variables son estadísticamente significativas en modelo de severidad.</p> <p><u>Parte 5</u>: Cumplimiento con los supuestos Gráfica residuos vs. ajustes: Parcial (Punto influyente) Gráfica residuos vs. orden: Aleatorio (tendencia) Gráfica de probabilidad normal de los residuos: Cumple</p>	Ponderaciones utilizadas para la regresión ponderada: Variable de Severidad
3	Analizar el efecto de los tipos incidentes, actos subestándares, y condiciones subestándares en el sistema de gestión original.	Tipo de incidente Acto subestándar Condición subestándar (Factores)	Fecha del incidente (Predictor / Covariable)	Severidad (Respuesta)	Evaluar el efecto de dos o más variables independientes sobre una o más variables dependientes.	<p><u>Parte 1</u> Igualdad de medias de todas las respuestas (Pruebas de MANOVA): Diferencia entre medias es estadísticamente significativa para las variables: Fecha de Incidente, tipo de incidente, acto sub estándar, y condición sub estándar.</p> <p><u>Parte 2</u> Análisis de valores y vectores propios: No se requiere (sola se usa 1 variable catagórica)</p> <p><u>Parte 3</u> Evaluación de las diferencias entre medias grupales: No se requiere</p> <p><u>Parte 4</u> Evaluación de los resultados univariados para examinar las respuestas individuales: Las variables son estadísticamente significativas en modelo de severidad.</p> <p><u>Parte 5</u>: Cumplimiento con los supuestos Gráfica residuos vs. ajustes: Parcial (Punto influyente) Gráfica residuos vs. orden: Aleatorio (tendencia) Gráfica de probabilidad normal de los residuos: Cumple</p>	Ponderaciones utilizadas para la regresión ponderada: Variable de Severidad

4	Analizar el efecto de los tipos incidentes en el sistema de gestión original.	Tipo de incidente (Factor)	Fecha del incidente (Predictor / Covariable)	Severidad Responsables (Respuestas)	Evaluar el efecto de dos o más variables independientes sobre una o más variables dependientes.	<p><u>Parte 1</u> Igualdad de medias de todas las respuestas (Pruebas de MANOVA): Diferencia entre medias es estadísticamente significativa para las variables: Fecha de Incidente y tipo de incidente.</p> <p><u>Parte 2</u> Análisis de valores y vectores propios: - Las medias de la variable responsable tienen la diferencia más grande entre los niveles de factor para la variable Fecha de Incidente. - Las medias de la variable severidad tienen la diferencia más grande entre los niveles de factor para la variable tipo de incidente.</p> <p><u>Parte 3</u> Evaluación de las diferencias entre medias grupales: No se requiere</p> <p><u>Parte 4</u> Evaluación de los resultados univariados para examinar las respuestas individuales: La variable fecha de incidente no es estadísticamente significativa en modelo de severidad (análisis de varianza: responsables).</p> <p><u>Parte 5</u>: Cumplimiento con los supuestos Variable referencial: Severidad - Gráfica residuos vs. ajustes: Parcial (Punto influyente) - Gráfica residuos vs. orden: Aleatorio (tendencia) - Gráfica de probabilidad normal de los residuos: Cumple Variable referencial: Responsables - Gráfica residuos vs. ajustes: Parcial (Puntos influyentes) - Gráfica residuos vs. orden: Aleatorio (tendencia) - Gráfica de probabilidad normal de los residuos: Cumple parcialmente.</p>	Ponderaciones utilizadas para la regresión ponderada: Variable de Severidad No se recomienda el uso de MANOVA por no trabajar con variables correlacionadas.
5	Analizar el efecto de los incidentes key en el sistema de gestión original.	Incidente key (Factor)	Fecha del incidente (Predictor / Covariable)	Severidad Responsables (Respuestas)	Evaluar el efecto de dos o más variables independientes sobre una o más variables dependientes.	<p><u>Parte 1</u> Igualdad de medias de todas las respuestas (Pruebas de MANOVA): Diferencia entre medias es estadísticamente significativa para las variables: Fecha de Incidente y keyword del incidente.</p> <p><u>Parte 2</u> Análisis de valores y vectores propios: - Las medias de la variable responsable tienen la diferencia más grande entre los niveles de factor para la variable Fecha de Incidente. - Las medias de la variable severidad tienen la diferencia más grande entre los niveles de factor para la variable tipo de incidente.</p> <p><u>Parte 3</u> Evaluación de las diferencias entre medias grupales: No se requiere</p> <p><u>Parte 4</u> Evaluación de los resultados univariados para examinar las respuestas individuales: La variable fecha de incidente no es estadísticamente significativa en modelo de severidad (análisis de varianza: responsables).</p> <p><u>Parte 5</u>: Cumplimiento con los supuestos Variable referencial: Severidad - Gráfica residuos vs. ajustes: Parcial (Punto influyente) - Gráfica residuos vs. orden: Aleatorio (tendencia) - Gráfica de probabilidad normal de los residuos: Cumple Variable referencial: Responsables - Gráfica residuos vs. ajustes: Parcial (Puntos influyentes) - Gráfica residuos vs. orden: Aleatorio (tendencia) - Gráfica de probabilidad normal de los residuos: Cumple parcialmente.</p>	Ponderaciones utilizadas para la regresión ponderada: Variable de Severidad No se recomienda el uso de MANOVA por no trabajar con variables correlacionadas.

6	Analizar el efecto de los tipos incidentes en el sistema de gestión original.	Tipo de incidente Acto subestándar Condición subestándar (Factores)	Fecha del incidente (Predictor / Covariable)	Severidad Responsables (Respuestas)	Evaluar el efecto de dos o más variables independientes sobre una o más variables dependientes.	<p><u>Parte 1</u> Igualdad de medias de todas las respuestas (Pruebas de MANOVA): Diferencia entre medias es estadísticamente significativa para las variables: Fecha de Incidente, tipo de incidente, acto sub estándar y condición sub estándar.</p> <p><u>Parte 2</u> Análisis de valores y vectores propios: - Las medias de la variable severidad tienen la diferencia más grande entre los niveles de factor para la variable Fecha de Incidente. - Las medias de la variable responsables tienen la diferencia más grande entre los niveles de factor para la variable tipo de incidente. - Las medias de la variable responsables tienen la diferencia más grande entre los niveles de factor para la variable acto sub estándar. - Las medias de la variable responsables tienen la diferencia más grande entre los niveles de factor para la variable condición sub estándar.</p> <p><u>Parte 3</u> Evaluación de las diferencias entre medias grupales: No se requiere</p> <p><u>Parte 4</u> Evaluación de los resultados univariados para examinar las respuestas individuales: La variable fecha de incidente no es estadísticamente significativa en modelo de severidad (análisis de varianza: responsables).</p> <p><u>Parte 5</u>: Cumplimiento con los supuestos Variable referencial: Severidad - Gráfica residuos vs. ajustes: Parcial (Puntos influyentes) - Gráfica residuos vs. orden: Aleatorio (tendencia) - Gráfica de probabilidad normal de los residuos: Cumple (Punto influyente) Variable referencial: Responsables - Gráfica residuos vs. ajustes: Parcial (Puntos influyentes) - Gráfica residuos vs. orden: Aleatorio (tendencia; punto influyente) - Gráfica de probabilidad normal de los residuos: Cumple (punto influyente).</p>	Ponderaciones utilizadas para la regresión ponderada: Variable de Severidad No se recomienda el uso de MANOVA por no trabajar con variables correlacionadas.
7	Analizar el efecto de los tipos incidentes en el sistema de gestión original.	Tipo de incidente Incidente Ambiental (Factores)	Fecha del incidente (Predictor / Covariable)	Severidad (Respuesta)	Evaluar el efecto de dos o más variables independientes sobre una o más variables dependientes.	<p>Parte 1 Igualdad de medias de todas las respuestas (Pruebas de MANOVA): Diferencia entre medias es estadísticamente significativa para las variables: Tipo de incidente, e incidente ambiental</p> <p>Parte 2 Análisis de valores y vectores propios: No se requiere (sola se usa 1 variable categórica)</p> <p>Parte 3 Evaluación de las diferencias entre medias grupales: No se requiere</p> <p>Parte 4 Evaluación de los resultados univariados para examinar las respuestas individuales: Las variables son estadísticamente significativas en modelo de severidad.</p> <p><u>Parte 5</u>: Cumplimiento con los supuestos Gráfica residuos vs. ajustes: Parcial (Punto influyente) Gráfica residuos vs. orden: Aleatorio (tendencia) Gráfica de probabilidad normal de los residuos: Cumple</p>	Ponderaciones utilizadas para la regresión ponderada: Variable de Severidad No se recomienda el uso de MANOVA por no trabajar con variables correlacionadas.

Nota. Apéndice de referencia K.

Tabla 5.15.
Análisis multivariante – Modelo de efectos múltiples (Datos Generales y Clasificación)

Análisis multivariante	Objetivo	Categórica	Independiente	Dependiente	Propósito fundamental	Resultados	Observación
1	Analizar el efecto de factores aleatorios y fijos sobre la variable severidad.	<u>Factores aleatorios</u> Tipo de incidente, acto subestándar, condición subestándar, keyword del incidente <u>Factores fijos</u>	Fecha del incidente (Predictor / Covariable)	Severidad (Respuesta)	Evaluar el efecto de dos o más variables independientes sobre una o más variables dependientes.	<u>Parte 1</u> : Determinación si afecta el término aleatorio significativamente a la respuesta Tipo de incidente: No Acto sub estándar: Si Condición sub estándar: No Keyword del incidente: Si <u>Parte 2</u> : Determinación si afecta el término fijo significativamente a la respuesta	Ponderaciones utilizadas para la regresión ponderada: Variable de Número de responsables

		Parte interesada, ocupación, tipo de evidencia documental, Lugar del incidente				Fecha del incidente: Si Parte interesada: No Ocupación: No Tipo de evidencia documental: Si Lugar del incidente: No		
						<p><u>Parte 3:</u> Determinar el ajuste del modelo a los datos Nivel en que el modelo explica la variación de severidad: 76.19% Nivel en que el modelo explica la variación de severidad (ajustado): 74.20% Valor de S (desviación estándar estimada del término error): 585.622</p> <p><u>Parte 4:</u> Evaluación de los niveles de un término de efecto fijo a la respuesta Afecta significativamente: Fecha del incidente, tipo de evidencia documental (Niveles: base de datos, informe), y lugar del incidente (Nivel: vías Apurímac) No afecta significativamente: El resto de variables.</p> <p><u>Parte 5:</u> Cumplimiento con los supuestos Variable referencial: Severidad - Gráfica residuos vs. ajustes: Parcial (Punto influyente) - Gráfica residuos vs. orden: Aleatorio (tendencia) - Gráfica de probabilidad normal de los residuos: Cumple</p>		
2	Analizar el efecto de factores aleatorios y fijos sobre la variable severidad.	<p><u>Factores aleatorios</u> Acto subestándar, condición subestándar, keyword del incidente</p> <p><u>Factores fijos</u> Tipo de incidente, lesiones personales, incidente ambiental (exclusión)</p>	Fecha del incidente (Predictor / Covariable)	Severidad (Respuesta)	Evaluar el efecto de dos o más variables independientes sobre una o más variables dependientes.	<p><u>Parte 1:</u> Determinación si afecta el término aleatorio significativamente a la respuesta Acto sub estándar: Si Condición sub estándar: No Keyword del incidente: No</p> <p><u>Parte 2:</u> Determinación si afecta el término fijo significativamente a la respuesta Fecha de incidente: Si Tipo de incidente: Si Lesiones personales: No Incidente ambiental: No aplica</p> <p><u>Parte 3:</u> Determinar el ajuste del modelo a los datos Nivel en que el modelo explica la variación de severidad: 67.20% Nivel en que el modelo explica la variación de severidad (ajustado): 66.46% Valor de S (desviación estándar estimada del término error): 643.137</p> <p><u>Parte 4:</u> Evaluación de los niveles de un término de efecto fijo a la respuesta Afecta significativamente: Fecha del incidente, tipo de accidente (Niveles: Cuasi accidente, falla operacional) No afecta significativamente: El resto de variables.</p> <p><u>Parte 5:</u> Cumplimiento con los supuestos Variable referencial: Severidad - Gráfica residuos vs. ajustes: Parcial (Puntos influyentes) - Gráfica residuos vs. orden: Aleatorio (tendencia) - Gráfica de probabilidad normal de los residuos: Cumple</p>	Ponderaciones utilizadas para la regresión ponderada: Variable de Número de responsables No se incluyó en el modelo la variable "Potencial del incidente" por inviabilidad en la construcción del modelo.	

Nota. Apéndice de referencia K.

Tabla 5.16.
Análisis multivariante – Modelo de efectos múltiples (Análisis causal)

Análisis multivariante	Objetivo	Categórica	Independiente	Dependiente	Propósito fundamental	Resultados	Observación
1	Analizar el efecto de factores aleatorios y fijos sobre la variable severidad.	<p><u>Factores aleatorios</u> Tipo de incidente, keyword del incidente</p> <p><u>Factores fijos</u> Acto subestándar, condición</p>	Fecha del incidente (Predictor / Covariable)	Severidad (Respuesta)	Evaluar el efecto de dos o más variables independientes sobre una o más	<p><u>Parte 1:</u> Determinación si afecta el término aleatorio significativamente a la respuesta Tipo de incidente: No Keyword del incidente: No</p> <p><u>Parte 2:</u> Determinación si afecta el término fijo significativamente a la respuesta Fecha del incidente: Si</p>	Ponderaciones utilizadas para la regresión ponderada: Variable de Número de responsables

		<p>subestándar, derroche de tiempo, derroche de energía, derroche de equipos, otros (incidente productividad), daño en personas, daño en propiedad, daño en procesos, daño ambiental, defectos en bienes, defectos en servicios, derroche de materiales (exclusión)</p>			<p>variables dependientes.</p>	<p>Acto sub estándar: Si Condición sub estándar: Si Derroche de tiempo: No Derroche de energía: No Derroche de equipos: No Otros (incidente productividad): No Daño en personas: No Daño en propiedad: Si Daño en procesos: No Daño ambiental: Si Defectos en bienes: No Defectos en servicios: No Derroche de materiales (exclusión): No aplica</p> <p><u>Parte 3:</u> Determinar el ajuste del modelo a los datos Nivel en que el modelo explica la variación de severidad: 67.18% Nivel en que el modelo explica la variación de severidad (ajustado): 61.87% Valor de S (desviación estándar estimada del término error): 649.027</p> <p><u>Parte 4:</u> Evaluación de los niveles de un término de efecto fijo a la respuesta Afecta significativamente: Fecha del incidente, acto sub estándar (niveles: ASE_C11, ASE_C14, ASE_C19), condición sub estándar (niveles: CSE_C12, CSE_C19), daño en personas (nivel: no registra). No afecta significativamente: El resto de variables.</p> <p><u>Parte 5:</u> Cumplimiento con los supuestos Variable referencial: Severidad - Gráfica residuos vs. ajustes: Parcial (Punto influyente) - Gráfica residuos vs. orden: Aleatorio (tendencia) - Gráfica de probabilidad normal de los residuos: Cumple</p>	
<p>2</p>	<p>Analizar el efecto de factores aleatorios y fijos sobre la variable severidad.</p>	<p><u>Factores aleatorios</u> Tipo de incidente, acto subestándar, condición subestándar, keyword del incidente <u>Factores fijos</u> Factores personales, factores del trabajo</p>	<p>Fecha del incidente (Predictor / Covariable)</p>	<p>Severidad (Respuesta)</p>	<p>Evaluar el efecto de dos o más variables independientes sobre una o más variables dependientes.</p>	<p><u>Parte 1:</u> Determinación si afecta el término aleatorio significativamente a la respuesta Tipo de incidente: No Acto sub estándar: Si Condición sub estándar: Si Keyword del incidente: No</p> <p><u>Parte 2:</u> Determinación si afecta el término fijo significativamente a la respuesta Fecha de incidente: Si Factores personales: Si Factores del trabajo: No</p> <p><u>Parte 3:</u> Determinar el ajuste del modelo a los datos Nivel en que el modelo explica la variación de severidad: 70.83% Nivel en que el modelo explica la variación de severidad (ajustado): 69.84% Valor de S (desviación estándar estimada del término error): 615.712</p> <p><u>Parte 4:</u> Evaluación de los niveles de un término de efecto fijo a la respuesta Afecta significativamente: Fecha del incidente, factores personales (niveles: FP_CB1, FP_CB2, y FP_CB3). No afecta significativamente: El resto de variables.</p> <p><u>Parte 5:</u> Cumplimiento con los supuestos Variable referencial: Severidad - Gráfica residuos vs. ajustes: Parcial (Punto influyente) - Gráfica residuos vs. orden: Aleatorio (tendencia) - Gráfica de probabilidad normal de los residuos: Cumple</p>	<p>Ponderaciones utilizadas para la regresión ponderada: Variable de Número de responsables</p>

3	Analizar el efecto de factores aleatorios y fijos sobre la variable severidad.	<p><u>Factores aleatorios</u> Tipo de incidente, acto subestándar, condición subestándar, keyword del incidente</p> <p><u>Factores fijos</u> Fallas en programa o sistema, fallas en cumplimiento (exclusión), fallas en mejoramiento continuo (exclusión)</p>	Fecha del incidente (Predictor / Covariable)	Severidad (Respuesta)	Evaluar el efecto de dos o más variables independientes sobre una o más variables dependientes.	<p><u>Parte 1:</u> Determinación si afecta el término aleatorio significativamente a la respuesta Tipo de incidente: No Acto sub estándar: Si Condición sub estándar: Si Keyword del incidente: No</p> <p><u>Parte 2:</u> Determinación si afecta el término fijo significativamente a la respuesta Fallas en programa o sistema: Fallas en cumplimiento (exclusión): Fallas en mejoramiento continuo (exclusión):</p> <p><u>Parte 3:</u> Determinar el ajuste del modelo a los datos Nivel en que el modelo explica la variación de severidad: 64.65% Nivel en que el modelo explica la variación de severidad (ajustado): 64.25% Valor de S (desviación estándar estimada del término error): 657.606</p> <p><u>Parte 4:</u> Evaluación de los niveles de un término de efecto fijo a la respuesta Afecta significativamente: Fecha del incidente No afecta significativamente: El resto de variables.</p> <p><u>Parte 5:</u> Cumplimiento con los supuestos Variable referencial: Severidad - Gráfica residuos vs. ajustes: Parcial (Punto influyente) - Gráfica residuos vs. orden: Aleatorio (tendencia) - Gráfica de probabilidad normal de los residuos: Cumple</p>	Ponderaciones utilizadas para la regresión ponderada: Variable de Número de responsables Se excluyen las variables "fallas en cumplimiento" y "fallas en mejoramiento continuo" por inviabilidad en la construcción del modelo.
---	--	--	--	-----------------------	---	--	--

Nota. Apéndice de referencia K.

Tabla 5.17.
Análisis multivariante – Modelo de efectos múltiples (Bloque de relaciones)

Análisis multivariante	Objetivo	Categoría	Independiente	Dependiente	Propósito fundamental	Resultados	Observación
1	Analizar el efecto de factores aleatorios y fijos sobre la variable severidad.	<p><u>Factores aleatorios</u> Tipo de incidente, acto subestándar, condición subestándar, keyword del incidente</p> <p><u>Factores fijos</u> Gestión de riesgos, programación, EDT, estimación (exclusión)</p>	Fecha del incidente (Predictor / Covariable)	Severidad (Respuesta)	Evaluar el efecto de dos o más variables independientes sobre una o más variables dependientes.	<p><u>Parte 1:</u> Determinación si afecta el término aleatorio significativamente a la respuesta Tipo de incidente: No Acto sub estándar: Si Condición sub estándar: No Keyword del incidente: Si</p> <p><u>Parte 2:</u> Determinación si afecta el término fijo significativamente a la respuesta Fecha de incidente: Si Gestión de riesgos: No Programación: No EDT: No Estimación: No aplica</p> <p><u>Parte 3:</u> Determinar el ajuste del modelo a los datos Nivel en que el modelo explica la variación de severidad: 71.62% Nivel en que el modelo explica la variación de severidad (ajustado): 70.20% Valor de S (desviación estándar estimada del término error): 618.570</p> <p><u>Parte 4:</u> Evaluación de los niveles de un término de efecto fijo a la respuesta Afecta significativamente: Fecha del incidente No afecta significativamente: El resto de variables.</p> <p><u>Parte 5:</u> Cumplimiento con los supuestos Variable referencial: Severidad - Gráfica residuos vs. ajustes: Parcial (Punto influyente) - Gráfica residuos vs. orden: Aleatorio (tendencia) - Gráfica de probabilidad normal de los residuos: Cumple</p>	Ponderaciones utilizadas para la regresión ponderada: Variable de Número de responsables
2	Analizar el efecto de factores aleatorios y fijos sobre la variable severidad.	<p><u>Factores aleatorios</u> Tipo de incidente, acto subestándar, condición subestándar, keyword del incidente</p> <p><u>Factores fijos</u> Buenas prácticas, entidades públicas</p>	Fecha del incidente (Predictor / Covariable)	Severidad (Respuesta)	Evaluar el efecto de dos o más variables independientes sobre una o más variables dependientes.	<p><u>Parte 1:</u> Determinación si afecta el término aleatorio significativamente a la respuesta Tipo de incidente: No Acto sub estándar: Si Condición sub estándar: No Keyword del incidente: No</p> <p><u>Parte 2:</u> Determinación si afecta el término fijo significativamente a la respuesta Fecha de incidente: Si Buenas prácticas: No Entidades públicas: No</p> <p><u>Parte 3:</u> Determinar el ajuste del modelo a los datos Nivel en que el modelo explica la variación de severidad: 65.73% Nivel en que el modelo explica la variación de severidad (ajustado): 64.96% Valor de S (desviación estándar estimada del término error): 664.944</p> <p><u>Parte 4:</u> Evaluación de los niveles de un término de efecto fijo a la respuesta Afecta significativamente: Fecha del incidente No afecta significativamente: El resto de variables.</p> <p><u>Parte 5:</u> Cumplimiento con los supuestos Variable referencial: Severidad - Gráfica residuos vs. ajustes: Parcial (Punto influyente) - Gráfica residuos vs. orden: Aleatorio (tendencia) - Gráfica de probabilidad normal de los residuos: Cumple</p>	Ponderaciones utilizadas para la regresión ponderada: Variable de Número de responsables

3	Analizar el efecto de factores aleatorios y fijos sobre la variable severidad.	<p><u>Factores aleatorios</u> Tipo de incidente, acto subestándar, condición subestándar, keyword del incidente</p> <p><u>Factores fijos</u> Gestión de cambio, gestión de complejidad, gestión organizacional (exclusión)</p>	Fecha del incidente (Predictor / Covariable)	Severidad (Respuesta)	Evaluar el efecto de dos o más variables independientes sobre una o más variables dependientes.	<p><u>Parte 1:</u> Determinación si afecta el término aleatorio significativamente a la respuesta Tipo de incidente: No Acto sub estándar: Si Condición sub estándar: Si Keyword del incidente: No</p> <p><u>Parte 2:</u> Determinación si afecta el término fijo significativamente a la respuesta Fecha de incidente: Si Gestión de cambio: No Gestión de complejidad: No</p> <p><u>Parte 3:</u> Determinar el ajuste del modelo a los datos Nivel en que el modelo explica la variación de severidad: 63.98% Nivel en que el modelo explica la variación de severidad (ajustado): 62.89% Valor de S (desviación estándar estimada del término error): 654.384</p> <p><u>Parte 4:</u> Evaluación de los niveles de un término de efecto fijo a la respuesta Afecta significativamente: Fecha del incidente No afecta significativamente: El resto de variable.</p> <p><u>Parte 5:</u> Cumplimiento con los supuestos Variable referencial: Severidad - Gráfica residuos vs. ajustes: Parcial (Punto influyente) - Gráfica residuos vs. orden: Aleatorio (tendencia) - Gráfica de probabilidad normal de los residuos: Cumple</p>	Ponderaciones utilizadas para la regresión ponderada: Variable de Número de responsables
4	Analizar el efecto de factores aleatorios y fijos sobre la variable severidad.	<p><u>Factores aleatorios</u> Tipo de incidente, acto subestándar, condición subestándar, keyword del incidente</p> <p><u>Factores fijos</u> SCM, Gestión de configuración, otros, soporte TI, Otros</p>	Fecha del incidente (Predictor / Covariable)	Severidad (Respuesta)	Evaluar el efecto de dos o más variables independientes sobre una o más variables dependientes.	<p><u>Parte 1:</u> Determinación si afecta el término aleatorio significativamente a la respuesta Tipo de incidente: No Acto sub estándar: Si Condición sub estándar: No Keyword del incidente: No</p> <p><u>Parte 2:</u> Determinación si afecta el término fijo significativamente a la respuesta Fecha de incidente: Si SCM: No Gestión de configuración: No Otros_GC: No Soporte TI: No Otros_CD: No</p> <p><u>Parte 3:</u> Determinar el ajuste del modelo a los datos Nivel en que el modelo explica la variación de severidad: 72.41% Nivel en que el modelo explica la variación de severidad (ajustado): 70.92% Valor de S (desviación estándar estimada del término error): 611.837</p> <p><u>Parte 4:</u> Evaluación de los niveles de un término de efecto fijo a la respuesta Afecta significativamente: Fecha del incidente No afecta significativamente: El resto de variables.</p> <p><u>Parte 5:</u> Cumplimiento con los supuestos Variable referencial: Severidad - Gráfica residuos vs. ajustes: Parcial (Punto influyente) - Gráfica residuos vs. orden: Aleatorio (tendencia) - Gráfica de probabilidad normal de los residuos: Cumple</p>	Ponderaciones utilizadas para la regresión ponderada: Variable de Número de responsables

5	Analizar el efecto de factores aleatorios y fijos sobre la variable severidad.	<u>Factores aleatorios</u> Tipo de incidente, acto subestándar, condición subestándar, keyword del incidente <u>Factores fijos</u> EIA, Gestión de calidad, Gestión medio ambiental, seguridad y salud ocupacional	Fecha del incidente (Predictor / Covariable)	Severidad (Respuesta)	Evaluar el efecto de dos o más variables independientes sobre una o más variables dependientes.	<p><u>Parte 1:</u> Determinación si afecta el término aleatorio significativamente a la respuesta Tipo de incidente: No Acto sub estándar: Si Condición sub estándar: No Keyword del incidente: No</p> <p><u>Parte 2:</u> Determinación si afecta el término fijo significativamente a la respuesta Fecha de incidente: Si EIA: No Gestión de calidad: Si Gestión medio ambiental: No Gestión seguridad y salud ocupacional: No</p> <p><u>Parte 3:</u> Determinar el ajuste del modelo a los datos Nivel en que el modelo explica la variación de severidad: 71.51% Nivel en que el modelo explica la variación de severidad (ajustado): 70.20% Valor de S (desviación estándar estimada del término error): 614.935</p> <p><u>Parte 4:</u> Evaluación de los niveles de un término de efecto fijo a la respuesta Afecta significativamente: Fecha del incidente, Gestión de Calidad (Nivel: De acuerdo) No afecta significativamente: El resto de variables.</p> <p><u>Parte 5:</u> Cumplimiento con los supuestos Variable referencial: Severidad - Gráfica residuos vs. ajustes: Parcial (Punto influyente) - Gráfica residuos vs. orden: Aleatorio (tendencia) - Gráfica de probabilidad normal de los residuos: Cumple</p>	Ponderaciones utilizadas para la regresión ponderada: Variable de Número de responsables
---	--	---	--	-----------------------	---	---	--

Nota. Apéndice de referencia K.

8. Análisis adicional: Análisis de contenido adicional

El presente análisis abarca un seguimiento y control básico de eventos de interés de la presente investigación con la finalidad de verificar el nivel de similitud y correspondencia que las computaciones efectuadas en la investigación en fase cuantitativa pudieran tener con lo acontecido en el plazo de vigencia contractual de referencia del contrato CB-029-12. La fuente de información de este apartado son los informes de sostenibilidad emitidos hasta el 2013 por la compañía ejecutora del proyecto minero Las Bambas y, a partir del 2015 en adelante, por la compañía minera Las Bambas de acuerdo con su operador de turno. Se tiene como limitante que a la fecha no se cuenta con el informe correspondiente al año 2017 el cuál sería emitido el 2018; del mismo modo la información que se cuenta refiere a todas las operaciones no solamente a la operación de suministro de combustible.

Tabla 5.18.
Análisis de contenido

Año de Operación	Operador	Fuente	Categoría	Información	Nivel de similitud y correspondencia con lo computado	Observación
2012	Xstrata	Informe de sostenibilidad 2012 - Xstrata Copper División Operaciones (pág. 12, 13, 58, 87, 88)	Calidad	Recertificación en ISO 9001:2008	Nivel de similitud: alto Nivel de correspondencia: alto	Se verifica con parte de las evidencias documentales que la operación de suministro de combustible funciona en el marco de sistemas de gestión de la calidad de las partes.
			Seguridad y Salud Ocupacional	LTIFR = 0.00 TRIFR = 0.31 DISR = 0.00 TA = 0.79% AF = 0	Nivel de similitud: regular Nivel de correspondencia: regular	Se verifican incidentes relativos al ausentismo de trabajadores.
			Ambiente	Incidentes de categoría 3 (moderados) = 0 Incidentes de categoría 4 (graves) = 0 Incidentes de categoría 5 (desastrosos) = 0 Tierra contaminado con hidrocarburos = N.A. Diésel utilizado en la operación = 2.519,28 kilolitros Mantener certificación ISO 14001 (Etapa de construcción)	Nivel de similitud: regular Nivel de correspondencia: regular	Se verifican la ocurrencia de incidentes ambientales de categorías 3, 4, y 5. Se verifica que la operación funciona con lineamientos ISO14000.
2013	Glencore Xstrata	Informe de sostenibilidad 2013 - Glencore Xstrata (pág. 23, 44, y 56)	Calidad	Traslado de población	Nivel de similitud: alto Nivel de correspondencia: alto	Se verifican incidentes relativos al movimiento de tierras y mantención o creación de vías.
			Seguridad y Salud Ocupacional	LTIFR = 1.93 Fatalidades = 8 (América del sur) 88 % de operaciones no registraron nuevas enfermedades laborales (Internacionalmente)	Nivel de similitud: alto Nivel de correspondencia: alto	Se verifica que la operación de suministro de combustible ocasionó una fatalidad.
			Ambiente	Incremento considerable de residuos no minerales y no peligrosos por las obras de construcción del proyecto minero las Bambas Residuos peligrosos: 263 mil toneladas Residuos no peligrosos: 616 mil toneladas	Nivel de similitud: bajo Nivel de correspondencia: bajo	Se verifican la ocurrencia de devoluciones de producto en camión cisterna por asuntos relativos a la calidad de producto. Se verifica el manejo de residuos en cantidades representativas por accidente.

2014	MMG	Informe de sostenibilidad 2014 - MMG (pág. 7 a 11)	Calidad	Certificación en ISO 9001:2008 (13 procesos de recursos humanos)	Nivel de similitud: regular Nivel de correspondencia: regular	Se verifica la ejecución de una operación en el marco de un sistema de gestión.
			Seguridad y Salud Ocupacional	LTIFR = 0.00 TRIFR = 0.31 DISR = 0.00 Involucramiento de la línea funcional en la gestión de la seguridad y salud Cultura de seguridad en el 100 % del personal nuevo de la empresa y de los contratistas 109.203 horas-hombre de capacitación	Nivel de similitud: bajo Nivel de correspondencia: bajo	Se verifica la ocurrencia de incidentes mediante un modelo Holt-Winters.
			Ambiente	Incidentes de categoría 3 (moderados) = 0 Incidentes de categoría 4 (graves) = 0 Incidentes de categoría 5 (desastrosos) = 0	Nivel de similitud: bajo Nivel de correspondencia: bajo	Se verifica la ocurrencia de incidentes mediante un modelo Holt-Winters.
2015	MMG	Informe de sostenibilidad 2016 (13)	Calidad	-	-	-
			Seguridad y Salud Ocupacional	LTIFR = 0.59 TRIFR = 1.01 AF = 2	Nivel de similitud: bajo Nivel de correspondencia: bajo	Se verifica la ocurrencia de incidentes mediante un modelo Holt-Winters.
			Ambiente	-	-	-
2016	MMG	Informe de sostenibilidad 2016 (13, 34, 35, 36 a 39)	Calidad	Sistema de recursos humanos SAP Propuesta de desarrollo de la provincia del MTC (USD 600 mlls)	Nivel de similitud: regular Nivel de correspondencia: regular	Se verifica la ejecución de una operación en el marco de un sistema de gestión.
			Seguridad y Salud Ocupacional	LTIFR = 0.95 TRIFR = 1.94 AF = 2 Actividades de proyecto de construcción LTIFR = 1.90 TRIFR = 7.59 75 casos leves de mal de altura	Nivel de similitud: bajo Nivel de correspondencia: bajo	Se verifica la ocurrencia de incidentes mediante un modelo Holt-Winters.
			Ambiente	Inversión en desarrollo vial 30 mlls USD (tecnología de micro pavimento) Inversión de USD 200 mlls en mejorar carretera y abrir tramos (2011-2014) Conflictos sociales (1 fallecido)	Nivel de similitud: bajo Nivel de correspondencia: bajo	Se verifica la ocurrencia de incidentes mediante un modelo Holt-Winters.

CAPÍTULO 6. RESULTADOS – PARTE 3: INVESTIGACIÓN EN FASE INTEGRADORA

1. Recolección de datos

La presente actividad se realiza mediante un análisis cuantitativo que se realiza en base al enfoque de análisis cuantitativo y tiene por finalidad evidenciar en base a la experimentación que el sistema de gestión de contrato de suministro de combustible original es objeto potencial de mejora de proceso en los grupos de procesos declarados. La mejora de proceso consiste básicamente en mejorar tiempos de operación en ciertos procesos e incrementar recursos, específicamente, en la operación logística de transporte de combustible.

1.1. *Método cuantitativo de recolección de datos*

Se utiliza el modelado y simulación de sistemas dinámicos.

1.2. *Técnica*

Aplicación del enfoque de análisis cuantitativo.

1.3. *Instrumento de recolección de datos*

Modelo y simulador de Suministro de Combustible para Sistema de Gestión de Contrato (véase el apéndice L)

1.4. *Datos recolectados*

Se crean datos aleatorios respecto del número de unidades suministrantes y suministradas diarias de acuerdo con los siguientes parámetros.

Tabla 6.1.

Datos recolectados

Parámetro	SIGC Original	SIGC Integral	Unidad de medida	Observación
Inicio de suministro	5/05/2012	5/05/2012		Fecha de inicio del contrato CB-029-12
Término de suministro	30/04/2017	30/04/2017		Fecha de término del contrato CB-029-12
Plazo del contrato	1822	1822	Días calendario	
Inicio de suministro referencial	5/05/2012	5/05/2012		
Termino de suministro referencial	20/12/2016	20/12/2016		
Población de entrada (simulación)	13524	13752	Unidades suministrantes diarias	véase el apéndice N
Población de salida (simulación)	13402	13625	Unidades suministradas diarias	véase el apéndice N La distribución de las unidades a lo largo del plazo del contrato es aleatoria y se regula de acuerdo con una distribución triangular. El redondeo de los resultados es a 0 decimales.
Δ Flujo de entrada y salida	122	127	Unidades suministrantes diarias	
Población de entrada (distribución)	triangular (5,7,9)	triangular (5,7,9)	Unidades suministrantes diarias	véase el apéndice M Estimación referencial con ajuste manual y aleatorio
Población de salida (distribución)	triangular (5,7,9)	triangular (5,7,9)	Unidades suministradas diarias	véase el apéndice M Estimación referencial con ajuste manual y aleatorio
Ocurrencias estimadas para el contrato original	6403	-	Incidentes	Estimación realizada mediante el método de Holt-Winters
Ocurrencias estimadas para el contrato modificado	-	1811	Incidentes	Se considera un aplazamiento del suministro aleatorio entre 0 y 1 día sí y solamente si ocurre un incidente. Mejora de proceso resulta en 75% de reducción de probabilidad de ocurrencia de incidente.
	-	3662	Incidentes	Se considera un aplazamiento del suministro aleatorio entre 0 y 1 día sí y solamente si ocurre un incidente. Mejora de proceso resulta en 50% de reducción de probabilidad de ocurrencia de incidente.
	-	5114	Incidentes	Se considera un aplazamiento del suministro aleatorio entre 0 y 1 día sí y solamente si ocurre un incidente. Mejora de proceso resulta en 25% de reducción de probabilidad de ocurrencia de incidente.

Nota1. SIGC: Sistema Integrado de Gestión de Contrato.

Nota2. SIGC Original: SIGC con el que cuenta la operación industrial originalmente.

Nota3. SIGC Modificado: SIGC con el que contaría la operación industrial en caso de implementar una o varias oportunidades de mejora.

2. Selección de programa estadístico

Como soporte para la realización de la investigación cuantitativa se utilizan los siguientes programas: Orange y Minitab 18.

Tabla 6.2.
Matriz de datos

Nombre	Tipo	Tamaño	Última fecha de modificación	Datos
Matriz de Datos 2	Archivo de valores separados por comas de Microsoft Excel	68KB	11/02/2018	Datos correspondientes a las unidades suministradas diarias estimadas e incidentes estimados para el contrato CB-029-12.

3. Exploración de datos

3.1. Estadísticos Descriptivos

Variable	Conteo				Porcentaje	PrcAcum	Media	Error estándar de la media	MediaRec
	total	N	N*	NAcum					
USD_Original	1822	1822	0	1822	100	100	7.3557	0.0207	7.3476
USD_Modificado	1822	1822	0	1822	100	100	7.4780	0.0203	7.4787
Variable	Desv.Est.	Varianza	CoefVar	Suma	Suma de		Mínimo	Q1	
					cuadrados				
USD_Original	0.8835	0.7806	12.01	13402.0000	100002.0000		5.0000	7.0000	
USD_Modificado	0.8669	0.7516	11.59	13625.0000	103257.0000		5.0000	7.0000	
Variable	Mediana	Q3	Máximo	Rango	IQR	Modo	N para		
							moda	Asimetría	Curtosis
USD_Original	7.0000	8.0000	9.0000	4.0000	1.0000	7	719	-0.01	-0.52
USD_Modificado	7.0000	8.0000	9.0000	4.0000	1.0000	7	697	-0.03	-0.55
Variable	MSSD								
USD_Original	0.7584								
USD_Modificado	0.7471								

Figura 6.1. Estadísticos descriptivos para las variables unidades suministradas diarias en sistema de gestión de contrato original y modificado

3.2. *Distribución de frecuencias*

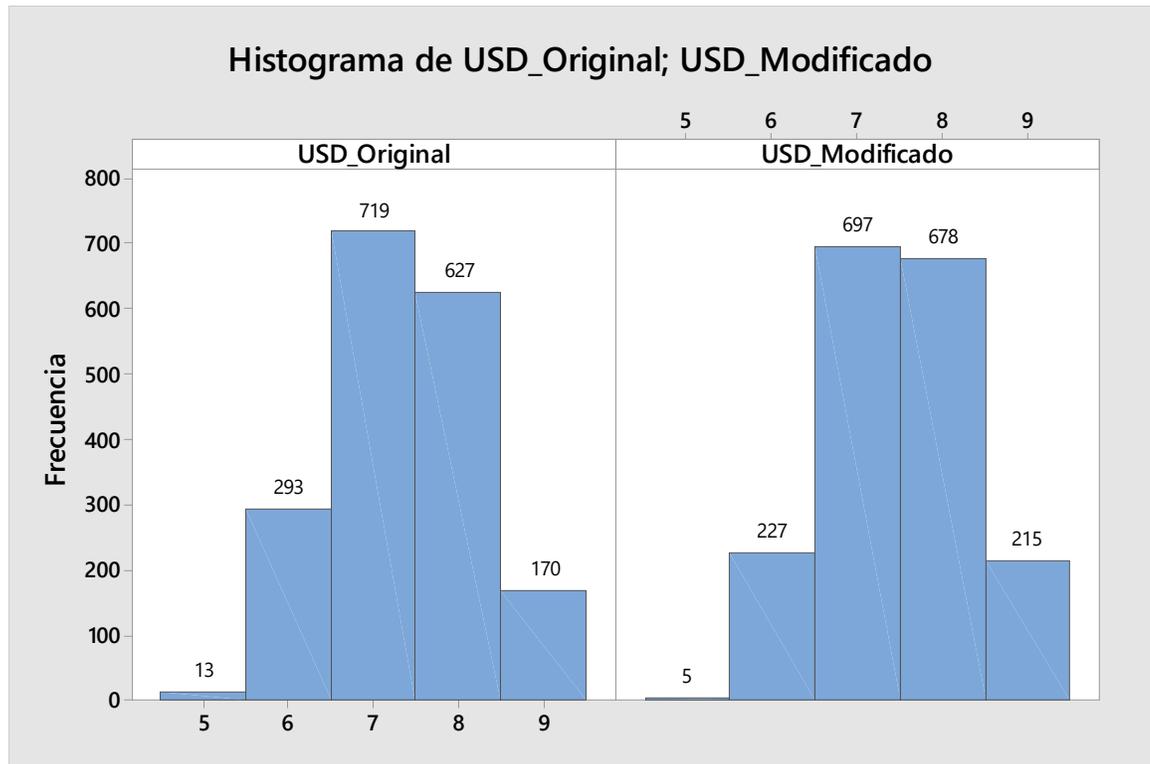


Figura 6.2. Histograma de distribución de frecuencias de las unidades suministradas diarias en sistema de gestión de contrato original y modificado

3.3. *Medidas de tendencia central, de variabilidad, y pruebas de normalidad*

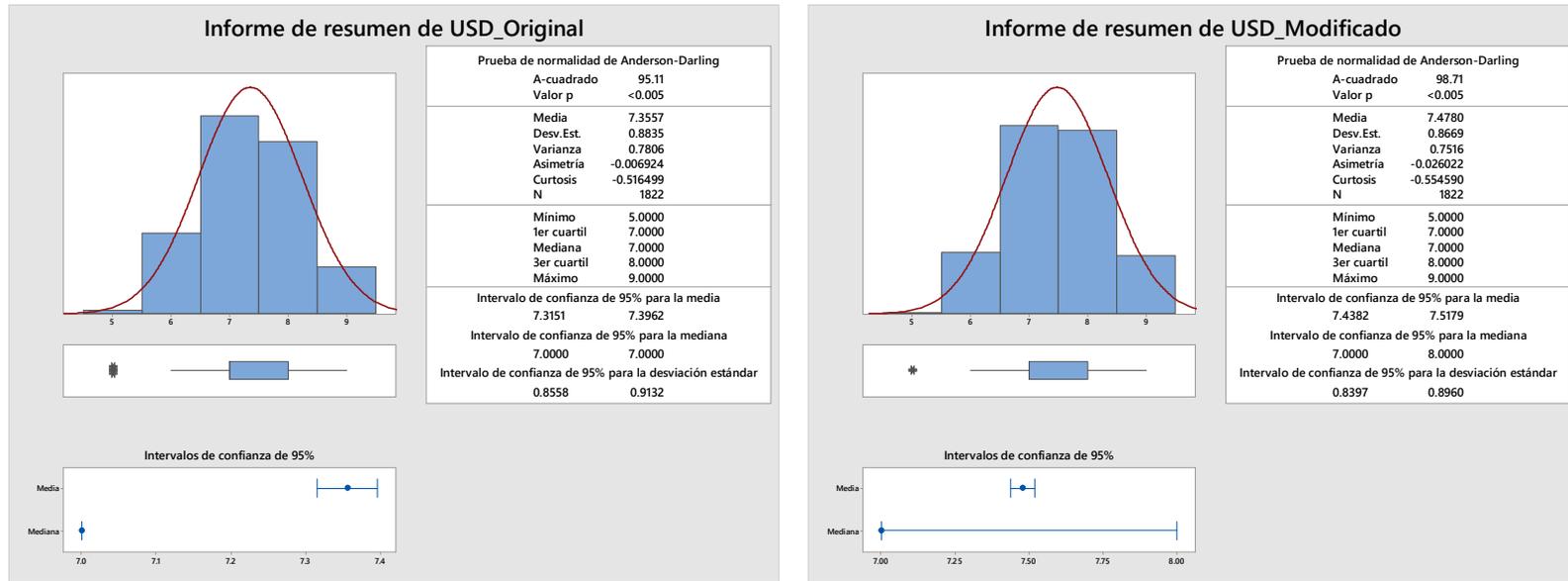


Figura 6.3. Dashboard de estadística descriptiva para las variables unidades suministradas diarias en sistema de gestión de contrato original y modificado

3.4. Razones y tasas

Tabla 6.3.

Tasas y razones

Tasa / razón	Valor	Unidad	Formulación
Tasa de ocurrencias para con el sistema de gestión de contrato vigente	477.76	ocurrencias por 1000 unidades suministradas diarias	477.76 ocurrencias por 1000 unidades suministradas diarias para con el sistema de gestión de contrato en versión original
Tasa de ocurrencias para con el sistema de gestión de contrato modificado	132.92	ocurrencias por 1000 unidades suministradas diarias	132.92 ocurrencias por 1000 unidades suministradas diarias para con el sistema de gestión de contrato en versión modificada; sistema c/75% de reducción de probabilidad de ocurrencia de incidente.
	268.77	ocurrencias por 1000 unidades suministradas diarias	268.77 ocurrencias por 1000 unidades suministradas diarias para con el sistema de gestión de contrato en versión modificada; sistema c/50% de reducción de probabilidad de ocurrencia de incidente.
	375.34	ocurrencias por 1000 unidades suministradas diarias	375.34 ocurrencias por 1000 unidades suministradas diarias para con el sistema de gestión de contrato en versión modificada; sistema c/25% de reducción de probabilidad de ocurrencia de incidente.
Razón de unidades suministradas en sistema de gestión de contrato original a modificado	0.98		98 unidades suministradas diarias en sistema de gestión de contrato original son a 100 unidades suministradas diarias en sistema de gestión de contrato modificado (aplicación de mejoras de proceso)
Razón de ocurrencias en sistema de gestión de contrato original a modificado	3.54		3.54 incidentes en sistema de gestión de contrato original es a 1 incidente en sistema de gestión de contrato modificado (75% de reducción de probabilidad de ocurrencia de incidente)
	1.75		1.75 incidentes en sistema de gestión de contrato original es a 1 incidente en sistema de gestión de contrato modificado (50% de reducción de probabilidad de ocurrencia de incidente)
	1.25		1.25 incidentes en sistema de gestión de contrato original es a 1 incidente en sistema de gestión de contrato modificado (25% de reducción de probabilidad de ocurrencia de incidente)

4. Evaluación de confiabilidad, validez, y objetividad

4.1. Confiabilidad

Respecto a la confiabilidad se determina que tanto el nivel de correlación como el nivel de consistencia interna corresponden a una fiabilidad alta.

Tabla 6.4.
Aspectos básicos del método para determinar la confiabilidad

Método	Número de veces que el instrumento es aplicado	Número de versiones diferentes del instrumento	Matriz de datos	Medición de la confiabilidad
Formas alternas	Dos veces al mismo tiempo	Dos versiones diferentes con cierto grado de equivalencia	Datos correspondientes a las unidades suministradas diarias estimadas e incidentes estimados para el contrato CB-029-12 en 2 escenarios	Nivel de correlación (Similitud) Nivel de consistencia interna (Coherencia)

Tabla 6.5.
Aspectos básicos del método para determinar la confiabilidad

Análisis de Datos	Formas alternas	# de observaciones	Correlación de Pearson	Alfa de Cronbach	Nivel de similitud	Nivel de consistencia interna
1	USD_Original	1822	0.918	0.9571	Fiabilidad alta	Fiabilidad alta
	USD_Modificado	1822				

4.2. Validez

La validez del instrumento de medición es aceptable; esta última se define y calcula de acuerdo con lo siguiente:

Tabla 6.6.
Método utilizado para el cálculo de la validez

Tipo de validez	Método utilizado	Valor
Contenido	Estimación de validez de instrumentos de organizaciones de aceptación a nivel internacional.	0.9999

Análisis de una operación industrial de suministro de combustible Diésel B-5 y desarrollo de solución de optimización basada en las metodologías del PMI, ISO 9000, ISO 14000 y OHSAS 18000

Criterio	Correlación de Pearson	Entre 0 y 1
Constructo	Coefficiente de Alfa de Cronbach	Entre 0 y 1
Global	(Validez de contenido + validez de criterio + validez de constructo) / 3	Entre 0 y 1

Nota1. La evidencia sobre la validez de contenido del instrumento tiene su fundamento en la información extraída del contrato CB-029-12 que es producto de la generación de información técnica y económica generada por las partes de este. Por lo expuesto, no se ve por conveniente llevar a cabo una validación del instrumento y sus componentes mediante la emisión de uno o varios juicios expertos.

Tabla 6.7.

Validez del instrumento de medición

Instrumento de medición	Variable	Observaciones	Tipo de validez			
			Contenido	Criterio	Constructo	Validez Global
1	USD_Original	1822	0.9999	0.918	0.9571	0.9583
	USD_Modificado	1822				

Nota: La validez global es por así decirlo una media de las validades de los componentes del instrumento y como tal se considera esta de carácter global.

4.3. Objetividad

- Permeabilidad: Este aspecto se consideraría como un punto observable en el sentido que el que diseña y aplica el instrumento es una única persona, el autor del presente trabajo de investigación; sin embargo, como punto a favor se tiene que el instrumento utiliza información real a un nivel prescriptivo, lo cual permite mantener cierto nivel de objetividad.
- Estandarización: El instrumento como modelo cuenta con componentes que refieren a procesos comúnmente usados en el sector de energía y mina (v.gr. operaciones, inventario de tránsito, programación de suministro, etc.).

5. Análisis comparativo de capacidad

El análisis comparativo de capacidad se realiza de acuerdo con los lineamientos del apéndice P y resulta en mejorar la operación industrial en la probabilidad de efectividad de las unidades suministradas diarias de 62.0% a una probabilidad de entre 68.7% y 87.6% dependiendo de la reducción de incidentes para con el proceso mejorado.

Tabla 6.8.

Resultados del análisis comparativo de capacidad

Análisis comparativo	Procesos	Tipo de Proceso	Variable	Tipo de variable	Descripción de variable	Mejora	% de reducción de incidentes
1	1	Línea Base	Producto	Suministro de combustible	Unidades suministradas en sistema de gestión de contrato original (véase el apéndice M)	La probabilidad de producir una unidad sin defecto mejoró de 62.0% a 87.6%.	No aplica
			Defecto	Incidente operacional	Pronósticos de incidentes obtenidos en base a método de Holt-Winters con un modelo aditivo generado con datos reales. (véase el apéndice H)		
	2	Mejorado	Producto	Suministro de combustible	Unidades suministradas en sistema de gestión de contrato modificado (véase el apéndice M)		
			Defecto	Incidente operacional	Datos que derivan de aquellos correspondientes a la variable Ocurrencias.		
2	1	Línea Base	Producto	Suministro de combustible	Unidades suministradas en sistema de gestión de contrato original (véase el apéndice M)	La probabilidad de producir una unidad sin defecto mejoró de 62.0% a 76.4%.	No aplica
			Defecto	Incidente operacional	Pronósticos de incidentes obtenidos en base a método de Holt-Winters con un modelo aditivo generado con datos reales. (véase el apéndice H)		
	2	Mejorado	Producto	Suministro de combustible	Unidades suministradas en sistema de gestión de contrato modificado (véase el apéndice M)		
			Defecto	Incidente operacional	Datos que deriva de aquellos correspondientes a la variable Ocurrencias.		
3	1	Línea Base	Producto	Suministro de combustible	Unidades suministradas en sistema de gestión de contrato original (véase el apéndice M)	La probabilidad de producir una unidad sin defecto mejoró de 62.0% a 68.7%.	No aplica
			Defecto	Incidente operacional	Pronósticos de incidentes obtenidos en base a método de Holt-Winters con un modelo aditivo generado con datos reales. (véase el apéndice H)		
	2	Mejorado	Producto	Suministro de combustible	Unidades suministradas en sistema de gestión de contrato modificado (véase el apéndice M)		
			Defecto	Incidente operacional	Datos que derivan de aquellos correspondientes a la variable Ocurrencias.		

6. Análisis predictivo

La estructura del presente análisis a seguir es una adecuación de la estructura para el proceso de análisis de los datos propuesto por Cuesta (2013).

6.1. Propósito

El presente análisis predictivo tiene por finalidad crear y/o escoger modelos estadísticos en base a los datos generados en la presente investigación que permitan predecir la ocurrencia de incidentes durante la ejecución de contrato tanto para el sistema original como para el modificado.

6.2. Problema

Habiéndose generado datos relativa al suministro de combustible y las ocurrencias a un nivel prescriptivo para el plazo del contrato CB-029-12, se ve por conveniente detectar los patrones de comportamiento de las ocurrencias respecto de las unidades suministradas diarias con la finalidad de conocer el comportamiento de las variables referidas y la relación entre estas.

6.3. Especificación del análisis predictivo

El presente análisis predictivo cuenta con las especificaciones siguientes.

Tabla 6.9.
Especificación del análisis predictivo

Aproximación	Especificación	Atributo	Observación
1 Aprendizaje Automático (Machine Learning)	Algoritmo	Aprendizaje sin supervisión	Se utilizan la aproximación de análisis de componentes principales (en español ACP, y en inglés, PCA) y el algoritmo de agrupamiento K-means
		Aprendizaje con supervisión	Se utilizan los siguientes algoritmos (clasificadores discretos): bosques al azar (Random Forest), árboles de clasificación (tree classification), k-vecinos más cercanos (k-nearest neighbour), bayesiano simple (Naive Bayes)
	Herramienta informática	Orange Canvas 3.9.1	
2 Modelado dinámico de series temporales	Algoritmo	Generación de modelo autorregresivo integrado de promedio móvil (Arima)	
	Herramienta informática	Minitab 18	

6.4. Preparación de los datos

Los datos utilizados corresponden a lo siguiente:

Tabla 6.10.
Datos de entrada para la aproximación mediante el modelado dinámico de series temporales

Tipo de modelo dinámico de series temporales	Sistema	Variable	Tipo de variable	Observaciones	Tipo de datos	Descripción de variable	Observación	
1 Modelo autorregresivo integrado de promedio móvil o ARIMA	Original	Ocurrencias	Característica	1822	Prescriptiva	Numérica, discreta	Pronósticos de incidentes obtenidos en base a método de Holt-Winters con un modelo aditivo generado con datos reales. (véase el apéndice H)	Situación inicial
	Modificado	Ocurrencias_Red50%	Característica	1822	Prescriptiva	Numérica, discreta	Datos que derivan de los datos correspondientes a la variable Ocurrencias.	Mejora: Reducción del 50% de incidentes respecto de la versión original

Tabla 6.11.
Datos de entrada para la aproximación de aprendizaje automático

Tipo de aprendizaje automático	Sistema	Variable	Tipo de variable	Observaciones	Tipo de datos	Descripción de variable	Observación	
1 Aprendizaje sin supervisión	Original	USD_Original	Característica	1822	Prescriptiva	Numérica, discreta	Unidades suministradas en sistema de gestión de contrato original (véase el apéndice M)	Situación inicial

		Ocurrencias	Característica	1822	Prescriptiva	Numérica, discreta	Pronósticos de incidentes obtenidos en base a método de Holt-Winters con un modelo aditivo generado con datos reales. (véase el apéndice H)	
2	Modificado	USD_Modificado	Característica	1822	Prescriptiva	Numérica, discreta	Unidades suministradas en sistema de gestión de contrato modificado (véase el apéndice M)	Mejora: Reducción del 75% de incidentes respecto de la versión original
		Ocurrencias_Red50%	Característica	1822	Prescriptiva	Numérica, discreta	Datos que deriva de los datos correspondientes a la variable Ocurrencias.	
	Original	USD_Modificado	Característica	1822	Prescriptiva	Categórica, nominal	Unidades suministradas en sistema de gestión de contrato modificado (véase el apéndice M)	Mejora: Reducción del 50% de incidentes respecto de la versión original
		Ocurrencias_Red50%	Variable objetivo	1822	Prescriptiva	Categórica, nominal	Datos que derivan de aquellos correspondientes a la variable Ocurrencias.	
	Modificado	USD_Modificado	Característica	1822	Prescriptiva	Categórica, nominal	Unidades suministradas en sistema de gestión de contrato modificado (véase el apéndice M)	Mejora: Reducción del 25% de incidentes respecto de la versión original
		Ocurrencias_Red50%	Variable objetivo	1822	Prescriptiva	Categórica, nominal	Datos que derivan de aquellos correspondientes a la variable Ocurrencias.	
Aprendizaje con supervisión								

6.5. Exploración de los datos

6.5.1. Aproximación mediante el modelado dinámico de series temporales: Modelo autorregresivo integrado de promedio móvil (Arima)

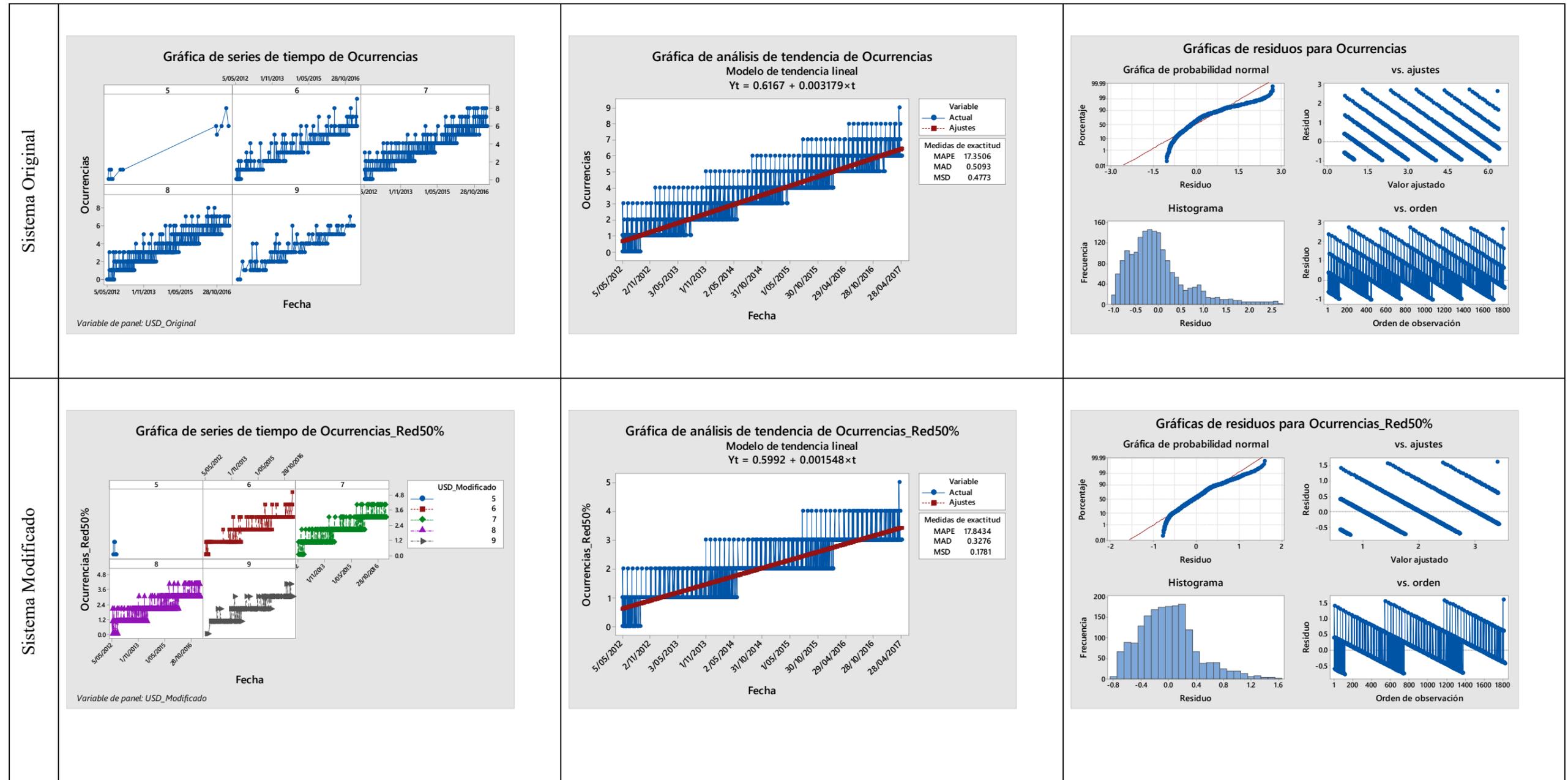


Figura 6.4. Dashboard de datos de entrada para el modelo ARIMA

6.5.2. Aproximación de aprendizaje automático (machine learning)

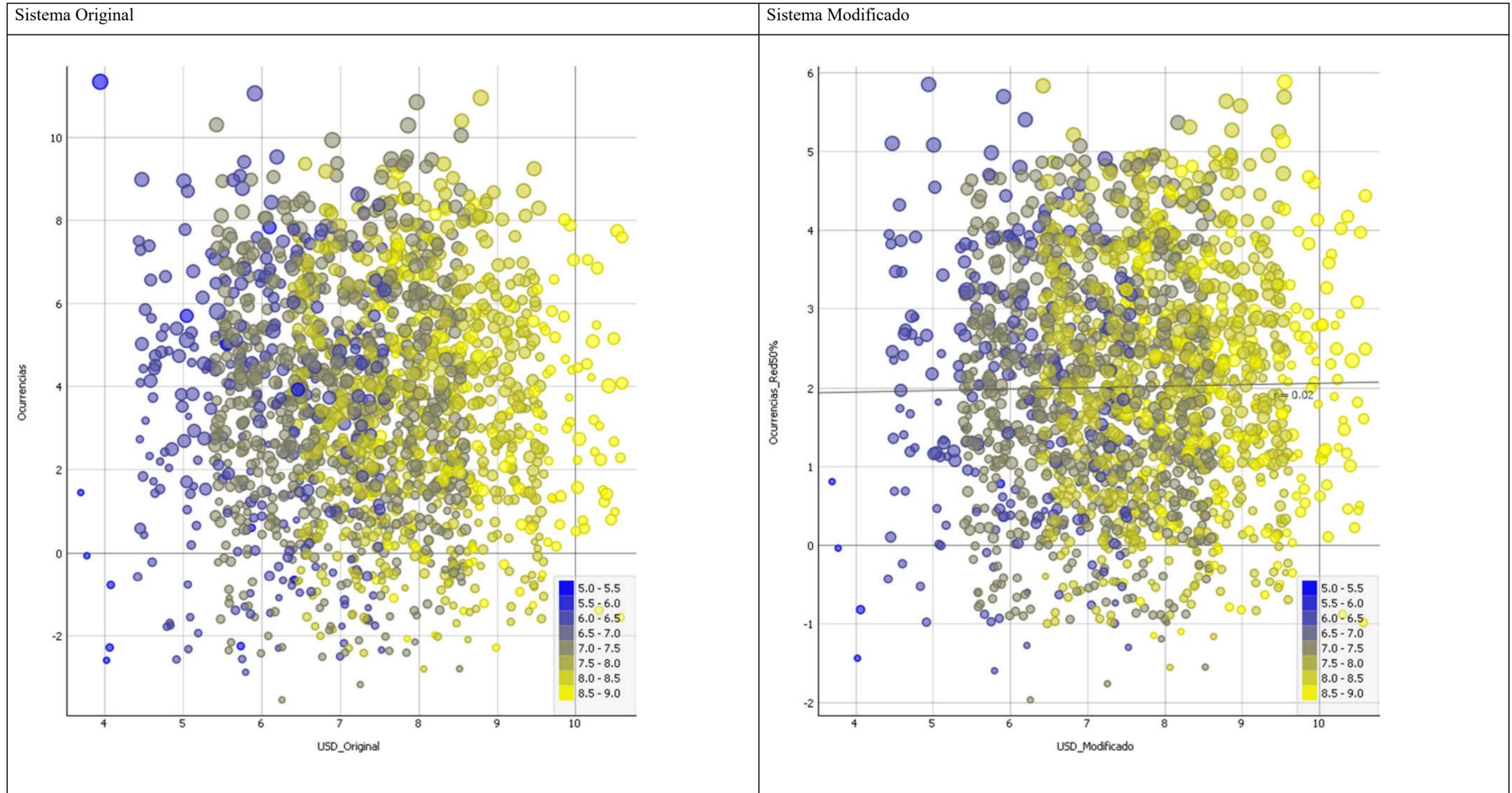


Figura 6.5. Dashboard de datos de entrada para Aprendizaje Automático – Aprendizaje sin supervisión
Nota1. Respecto del color de los puntos de los datos, se hace mención que es determinado en base a las variables USD_Original y USD_Modificado.
Nota2. Respecto al tamaño de los puntos de los datos, se hace mención que es determinado en base a las variables Ocurrencias y Ocurrencias_Red50%.

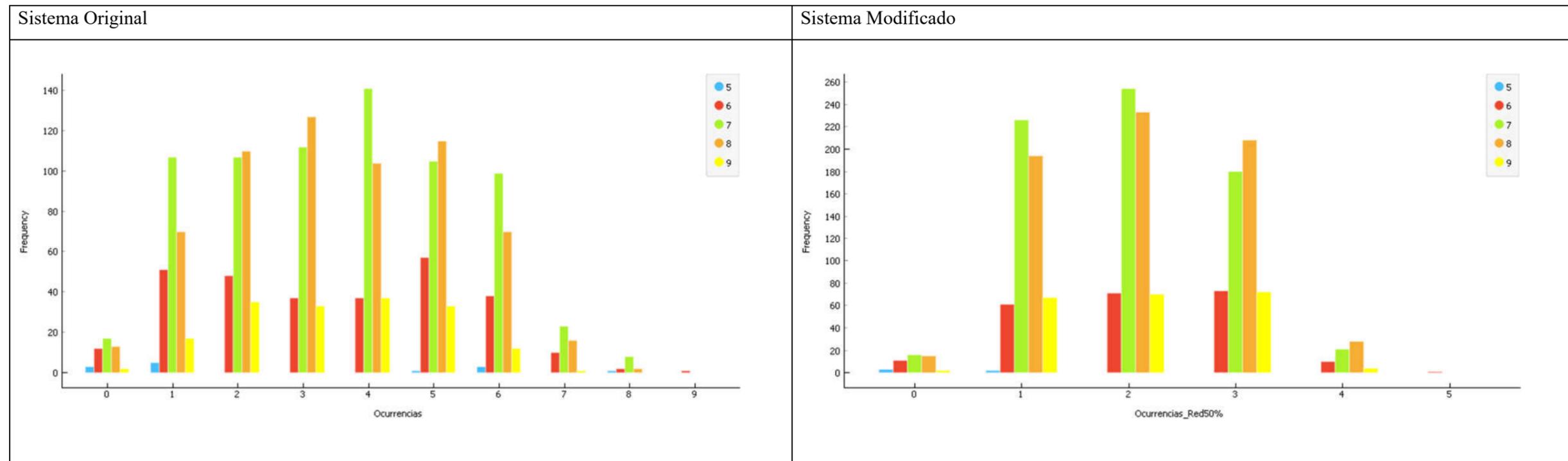


Figura 6.6. Dashboard de datos de entrada para Aprendizaje Automático – Aprendizaje con supervisión

Nota1. Para el sistema original se tiene que la variable Ocurrencias ha sido agrupada en base a la variable USD_Original.

Nota2. Para el sistema modificado se tiene que la variable Ocurrencias_Red50% ha sido agrupada en base a la variable USD_Modificado.

6.6. Modelado predictivo

6.6.1. Aproximación mediante el modelado dinámico de series temporales: Modelo autorregresivo integrado de promedio móvil (Arima)

Tabla 6.12.

Modelo y términos del modelo (Sistema Original)

Términos	Valor	Observación
p	Parámetro AR	Autorregresivo
d	Diferenciador I	Diferencia
q	Parámetro MA	Promedio Móvil
P	Parámetro AR	Autorregresivo
D	Diferenciador I	Diferencia
Q	Parámetro MA	Promedio Móvil
Modelo	ARIMA (p, d, q) x (P, D, Q)	

Nota. Respecto de las estimaciones finales de los parámetros, se aprecia que los coeficientes obtenidos son estadísticamente significativos; adicionalmente se hace mención que no se cumple el supuesto que los residuos son independientes.

Tabla 6.13.

Modelo y términos del modelo (Sistema Modificado)

Términos				Valor	Observación
p	Parámetro AR	Autorregresivo	No estacional	2	Los desfases están significativamente correlacionados.
d	Diferenciador I	Diferencia	No estacional	1	La tendencia es lineal y la media no es constante.
q	Parámetro MA	Promedio Móvil	No estacional	1	
P	Parámetro AR	Autorregresivo	Estacional	1	Se tiene un patrón estacional.
D	Diferenciador I	Diferencia	Estacional	1	Se tiene un patrón estacional.
Q	Parámetro MA	Promedio Móvil	Estacional	1	Se tiene un patrón estacional.
Modelo		ARIMA (p, d, q) x (P, D, Q)			

Nota. Respecto de las estimaciones finales de los parámetros, se aprecia que los coeficientes obtenidos son estadísticamente significativos; adicionalmente se hace mención que no se cumple el supuesto que los residuos son independientes.

6.6.2. Aproximación de aprendizaje automático (machine learning)

Tabla 6.14.

Modelado y Resultados de aprendizaje automático aplicando el algoritmo de aprendizaje sin supervisión

Sistema	Algoritmo	Modelo	Resultado 1	Resultado 2	Resultado 3
	Análisis de componentes principales	PC1 = -0.707 USD_Original - 0.707 Ocurrencias PC2 = -0.707 USD_Original + 0.707 Ocurrencias			
Original	Agrupamiento K-means	Centroide n: (USD_Original, Ocurrencias) Centroide 1: (7, 6) Centroide 2: (7, 4) Centroide 3: (8, 2) Centroide 4: (7, 1) Centroide 5: (8, 4)	Probabilidad de ocurrencia: $P(n) = p_n$ P(1) = 0.31 P(2) = 0.18 P(3) = 0.14 P(4) = 0.19 P(5) = 0.18	Frecuencia = f_n $f_1 = 564$ $f_2 = 327$ $f_3 = 247$ $f_4 = 350$ $f_5 = 334$	Validación de Consistencia (Silhouette): Inclusión en valores aceptables de rango de clúster en el rango Silhouette. Rango Clúster 1: Aceptable Rango Clúster 2: Aceptable Rango Clúster 3: Aceptable Rango Clúster 4: Aceptable Rango Clúster 5: Aceptable
	Análisis de componentes principales	PC1 = -0.707 USD_Original - 0.707 Ocurrencias PC2 = -0.707 USD_Original + 0.707 Ocurrencias			
Modificado	Agrupamiento K-means	Centroide n: (USD_Original, Ocurrencias) Centroide 1: (8, 1) Centroide 2: (7, 2) Centroide 3: (6, 3) Centroide 4: (7, 1) Centroide 5: (8, 3)	Probabilidad de ocurrencia: $P(n) = p_n$ P(1) = 0.31 P(2) = 0.25 P(3) = 0.09 P(4) = 0.18 P(5) = 0.17	Frecuencia = f_n $f_1 = 581$ $f_2 = 455$ $f_3 = 155$ $f_4 = 319$ $f_5 = 312$	Validación de Consistencia (Silhouette): Inclusión en valores aceptables de rango de clúster en el rango Silhouette. Rango Clúster 1: Aceptable Rango Clúster 2: Aceptable Rango Clúster 3: Aceptable Rango Clúster 4: Aceptable Rango Clúster 5: Aceptable

Tabla 6.15.
Modelado y Resultados de aprendizaje automático aplicando el algoritmo de aprendizaje con supervisión

Sistema	Clasificador discreto (Algoritmo)	Propiedades Básicas del Modelo	AUC	CA	F1	Precision	Recall
Original	Árboles de clasificación	Parámetros Inducir árbol binario Mínimo número de instancias en hojas No división de subconjuntos menores a: 5 Máxima profundidad de árbol: 100 Clasificación Paro cuando la mayoría alcanza: 95%	0.559	0.199	0.038	0.385	0.020
	Bosque al azar (random forest)	Número de árboles: 10	0.558	0.188	0.068	0.227	0.040
	k-vecinos más cercanos (k-nearest neighbour)	Número de vecinos: 5 Métrica: Euclidiana Peso: Uniforme	0.472	0.126	0.215	0.130	0.628
	Bayesiano simple (Naive Bayes)	-	0.559	0.199	0.038	0.385	0.020
Modificado	Árboles de clasificación		0.521	0.335	0.000	0.000	0.000
	Bosque al azar (random forest)		0.502	0.336	0.000	0.000	0.000
	k-vecinos más cercanos (k-nearest neighbour)	Propiedades como las del sistema original	0.476	0.292	0.460	0.304	0.942
	Bayesiano simple (Naive Bayes)		0.524	0.336	0.000	0.000	0.000

6.7. Visualización de resultados

6.7.1. Aproximación mediante el modelado dinámico de series temporales: Modelo autorregresivo integrado de promedio móvil (Arima)



Figura 6.7. Dashboard de resultados para el modelo ARIMA

Nota1. Sistema original: En los diagramas de autocorrelación de residuos se aprecia que varias de las correlaciones son significativas; de esto último y teniendo en cuenta los valores de p del estadístico chi-cuadrada de Ljung-Box son menores al nivel de significancia de 0.05 se concluye que el modelo no cumple con el supuesto que los residuos son independientes.

Nota2. En los diagramas de autocorrelación de residuos se aprecia que varias de las correlaciones son significativas; de esto último y teniendo en cuenta los valores de p del estadístico chi-cuadrada de Ljung-Box son menores al nivel de significancia de 0.05 se concluye que el modelo no cumple con el supuesto que los residuos son independientes.

6.7.2. Aproximación de aprendizaje automático (machine learning)

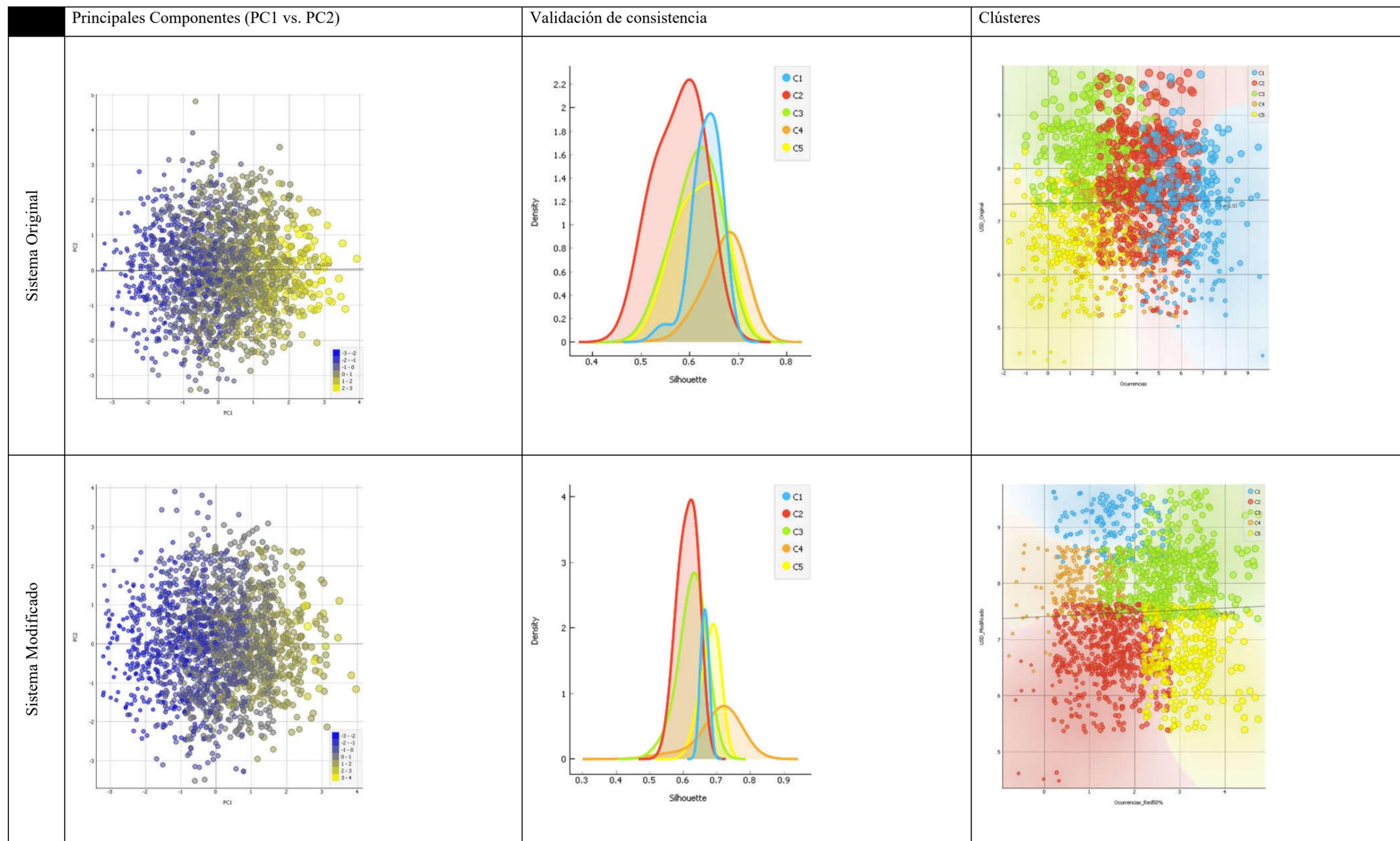


Figura 6.8. Dashboard de resultados para Aprendizaje Automático – Aprendizaje sin supervisión

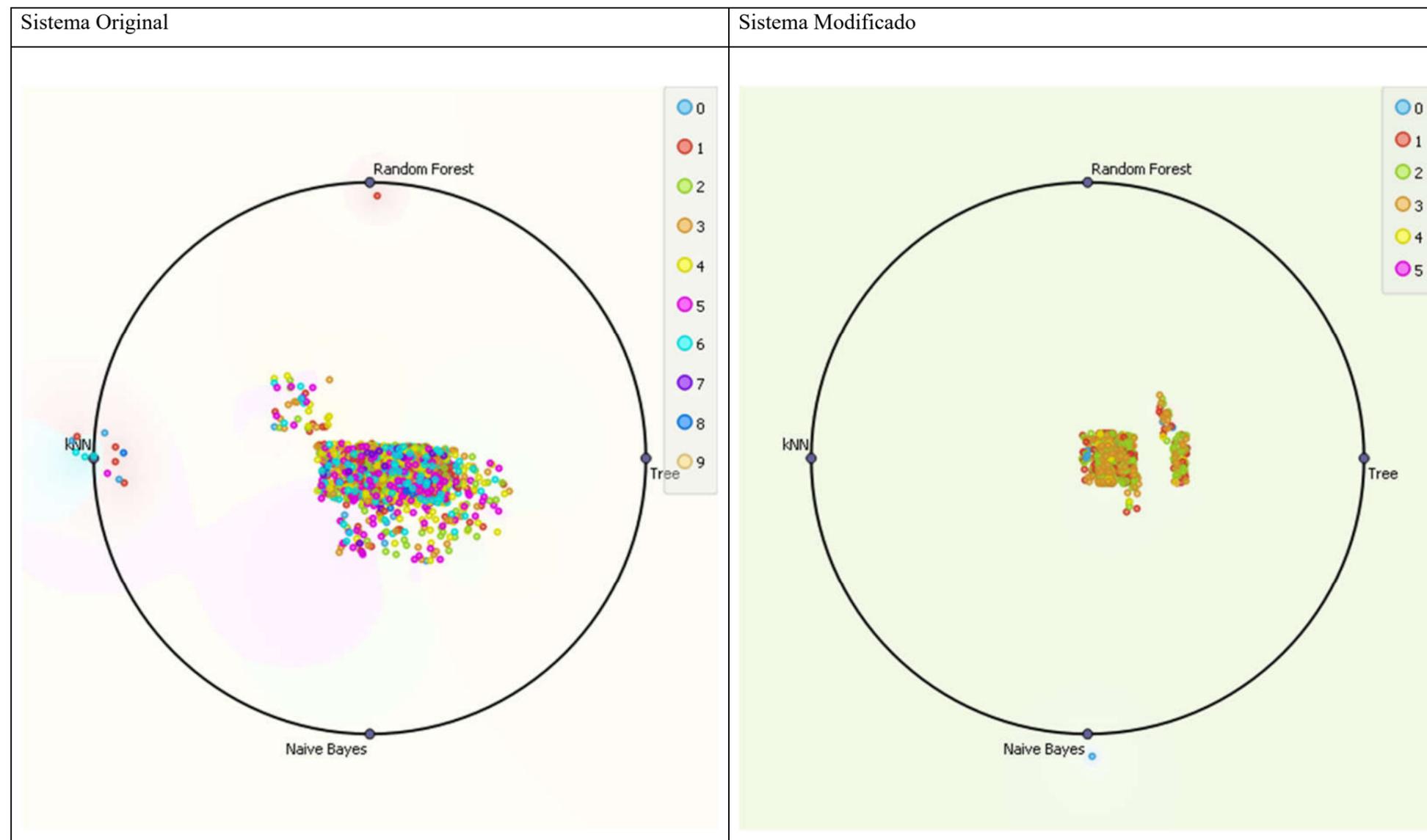


Figura 6.9. Dashboard de resultados para Aprendizaje Automático – Aprendizaje con supervisión

Nota. Cada punto es ubicado en el interior de cada círculo en base a un vector cuyos componentes denotan las ocurrencias de acuerdo con la secuencia de datos obtenida mediante los 4 modelos de referencia. Una alta dispersión denota diferencia respecto de los resultados de los modelos.

6.8. Evaluación y análisis de resultados

- La evaluación y análisis de resultados se traduce en la evaluación de los algoritmos detectados.

Tabla 6.16.
Evaluación de algoritmos

Tipo de aproximación	Sistema	Algoritmo	Análisis de resultados	Evaluación
Aprendizaje sin supervisión	Original	Análisis de componentes principales	No es necesario el análisis puesto que no hay necesidad de reducir la dimensionalidad; sin embargo, se han determinado 2 ecuaciones que permite identificar nuevas relaciones.	Con 2 variables (2 dimensiones) es posible tener entendimiento de todos los datos.
		K-Means	Agrupamiento adecuado en 5 centroides, en vista que los rangos de clúster se encuentran contenidos en el rango Silhouette y por encima de 0.	Se aprecia una tendencia respecto de las ocurrencias para con las operaciones que incluyen 7 unidades suministradas diarias (base = probabilidad de ocurrencia).
	Modificado	Análisis de componentes principales	No es necesario el análisis puesto que no hay necesidad de reducir la dimensionalidad; sin embargo, se han determinado 2 ecuaciones que permite identificar nuevas relaciones.	Con 2 variables (2 dimensiones) es posible tener entendimiento de todos los datos.
		K-Means	Agrupamiento adecuado en 5 centroides, en vista que los rangos de clúster se encuentran contenidos en el rango Silhouette y por encima de 0.	Se aprecia una tendencia respecto de las ocurrencias para con las operaciones que incluyen 7 u 8 unidades suministradas diarias (base = probabilidad de ocurrencia).
1 Aprendizaje automático	Aprendizaje con supervisión	Árboles de clasificación	AUC: Test regular Proporción de ejemplos clasificados de manera correcta: Hasta el 20% F1: Valor no aceptable Precisión: Baja probabilidad de que un documento recuperado sea relevante. Exhaustividad: Baja probabilidad de que un documento relevante sea recuperado en una búsqueda.	Modelo predictivo más adecuado: Bosque al azar (random forest) k-vecino más cercanos (k-nearest neighbour)
Bosque al azar (random forest)		AUC: Test regular Proporción de ejemplos clasificados de manera correcta: Hasta el 20% F1: Valor poco aceptable Precisión: Baja probabilidad de que un documento recuperado sea relevante. Exhaustividad: Baja probabilidad de que un documento relevante sea recuperado en una búsqueda.		

k-vecino más cercanos (k-nearest neighbour)

AUC: Test malo
 Proporción de ejemplos clasificados de manera correcta: Hasta el 20%
 F1: Valor poco aceptable
 Precisión: Baja probabilidad de que un documento recuperado sea relevante.
 Exhaustividad: Mediana probabilidad de que un documento relevante sea recuperado en una búsqueda.

Bayesiano simple (Naive Bayes)

AUC: Test regular
 Proporción de ejemplos clasificados de manera correcta: Hasta el 20%
 F1: Valor no aceptable
 Precisión: Baja probabilidad de que un documento recuperado sea relevante.
 Exhaustividad: Baja probabilidad de que un documento relevante sea recuperado en una búsqueda.

Árboles de clasificación

AUC: Test malo
 Proporción de ejemplos clasificados de manera correcta: Hasta el 30%
 F1: Valor no aceptable
 Precisión: Probabilidad nula de que un documento recuperado sea relevante.
 Exhaustividad: Probabilidad nula de que un documento relevante sea recuperado en una búsqueda.

Modificado	Bosque al azar (random forest)	AUC: Test malo Proporción de ejemplos clasificados de manera correcta: Hasta el 30% F1: Valor no aceptable Precisión: Probabilidad nula de que un documento recuperado sea relevante. Exhaustividad: Probabilidad nula de que un documento relevante sea recuperado en una búsqueda.	Modelo predictivo más adecuado: k-vecino más cercanos (k-nearest neighbour)
------------	--------------------------------	--	---

k-vecino más cercanos (k-nearest neighbour)

AUC: Test malo
 Proporción de ejemplos clasificados de manera correcta: Hasta el 30%
 F1: Valor medianamente aceptable
 Precisión: Probabilidad baja de que un documento recuperado sea relevante.
 Exhaustividad: Probabilidad alta de que un documento relevante sea recuperado en una búsqueda.

		Bayesiano simple (Naive Bayes)	<p>AUC: Test malo Proporción de ejemplos clasificados de manera correcta: Hasta el 30% F1: Valor no aceptable Precisión: Probabilidad nula de que un documento recuperado sea relevante. Exhaustividad: Probabilidad nula de que un documento relevante sea recuperado en una búsqueda.</p>	
<hr/>				
	Original	ARIMA	<p>Normalidad de los residuos: Aceptable (tendencia lineal) Simetría de los residuos (histograma de residuos): si cumple Distribución aleatoria (Residuos vs. ajustes - parte 1): Se aprecia un patrón de distribución Varianza constante (Residuos vs. ajustes - parte 1): No Independencia de residuos (Residuos vs. orden): Si</p>	Modelo aceptable con cumplimiento parcial de supuestos del modelo.
2	Modelo autorregresivo integrado de promedio móvil o ARIMA		<hr/>	
	Modificado	ARIMA	<p>Normalidad de los residuos: Aceptable (tendencia lineal) Simetría de los residuos (histograma de residuos): si cumple Distribución aleatoria (Residuos vs. ajustes - parte 1): Se aprecia un patrón de distribución Varianza constante (Residuos vs. ajustes - parte 1): No Independencia de residuos (Residuos vs. orden): Si</p>	Modelo aceptable con cumplimiento parcial de supuestos del modelo.

7. Análisis económico-financiero y social

7.1. Propósito del análisis

- El presente análisis tiene por finalidad 2 aspectos.
- En primer lugar, evidenciar la mejor condición económica-financiera de implementar un sistema de gestión integral de contrato frente a la solución original.
- En segundo lugar, estimar el valor referencial en unidades monetarias del Perú correspondiente al incremento por implementar el sistema de gestión de contrato integral.

7.2. Metodología del análisis

- Mediante la aplicación de un análisis comparativo u horizontal se determina el incremento potencial de los ingresos por ventas y el ahorro por reducción de incidentes de la solución integral respecto de la solución original; este margen último representa un valor referencial en términos monetarios a obtenerse mediante la generación de una solución al modelo de gestión de cadena de suministro en base a una o varias de las oportunidades de mejora detectadas en la presente investigación. El incremento potencial significa un ingreso potencial a obtenerse, por un lado, en términos de ingresos por ventas industriales sin inclusión del Impuesto General a las Ventas (IGV), y, por otro lado, en términos de ingresos tributarios por concepto de Impuesto General a las Ventas (IGV) e Impuesto Selectivo al Consumo (ISC).
- En vista que el periodo de análisis es el plazo del contrato (5 años), el presente análisis incluye valor del dinero en el tiempo haciendo uso de tasas de interés que permiten actualizar los diversos flujos de efectivo en tiempos específicos al 30/04/2017. Estas tasas de interés representan el costo de oportunidad de utilizar un instrumento de inversión alternativo. En este caso se hace uso de la tasa de

Análisis de una operación industrial de suministro de combustible Diésel B-5 y desarrollo de solución de optimización basada en las metodologías del PMI, ISO 9000, ISO 14000 y OHSAS 18000

interés pasiva en moneda nacional (TIPMN) para actualizar los ingresos por ventas industriales y la tasa de rendimiento de los bonos de EE. UU. 10 años para actualizar los ingresos tributarios.

7.3. *Recolección de datos*

- Los datos recolectados se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 6.17.

Datos recolectada

Datos	Tipo de datos	Tipo de Elemento de Proceso	Fuente de información
Unidades Suministradas Diarias	Prescriptiva	Entrada	
Ventas Industriales	Prescriptiva	Entrada	Investigación en Fase Integradora del presente trabajo de investigación
Impuesto General a las Ventas (IGV)	Prescriptiva	Entrada	
Impuesto General a las Ventas (ISC)	Prescriptiva	Entrada	
Precio Unitario	Real	Entrada	Contrato CB-029-12
Flete	Real	Entrada	
Tasa de Interés Pasiva - Moneda Nacional (TIPMN)	Real	Entrada	Superintendencia de Banca y Seguros del Perú
Tipo de cambio (Compra y Venta)	Real	Entrada	
Tasas de rendimiento de bonos de EE. UU. - 10 años	Real	Entrada	Investing.com
Flujos de Efectivos Actualizados	Prescriptiva	Salida	
Ingreso potencial por incremento en ventas industriales	Prescriptiva	Salida	Datos generados en el presente apartado
Ingreso tributario potencial por incremento en ventas industriales	Prescriptiva	Salida	

Nota1 Todos los datos son recolectado para el plazo de vigencia del contrato CB-029-12 (de 05/05/2012 al 30/04/2017).

Nota2 El flete (y por lo tanto el precio unitario) está sujeto a 2 fases. La primera fase refiere al suministro de combustible desde la Planta Cusco; y la segunda fase es relativa al suministro desde el Terminal Mollendo.

7.4. Procesamiento de los datos

7.4.1. Resultados desde una perspectiva de giro de negocio

Tabla 6.18.

Ingreso potencial por incremento en ventas industriales en Soles (No se incluye IGV)

Año	Unidades Suministradas Diarias		Ventas Industriales		Interés (Actualización)		Flujo de Efectivo Actualizado (FEA)	
	Sistema Original	Sistema Modificado	Sistema Original	Sistema Modificado	Sistema Original	Sistema Modificado	Sistema Original	Sistema Modificado
2012	1,694	1,777	146,091,960	153,381,960	17,635,663	18,492,017	163,727,623	171,873,977
2013	2,731	2,744	241,159,500	242,283,510	22,521,815	22,631,077	263,681,315	264,914,587
2014	2,717	2,717	230,125,770	230,125,770	15,702,780	15,702,780	245,828,550	245,828,550
2015	2,731	2,731	171,166,140	171,166,140	7,352,878	7,352,878	178,519,018	178,519,018
2016	2,677	2,720	149,592,060	152,271,540	3,242,397	3,274,744	152,834,457	155,546,284
2017	852	936	54,105,390	59,420,070	249,166	272,200	54,354,556	59,692,270
Total, general	13,402	13,625	992,240,820	1,008,648,990	66,704,699	67,725,697	1,058,945,519	1,076,374,687
Ingreso potencial por incremento en ventas industriales (Δ FEA)							S/ 17,429,168	

Nota1. La actualización se realiza a 30/04/2017; se utiliza como intereses de referencia para la actualización de flujos al 30/04/2017 la Tasa de interés Pasiva Promedio de Mercado Efectiva recuperada de la Superintendencia de Banca y Seguros en Perú.

Nota2. Flujo de Efectivo Actualizado.

7.4.2. Resultados desde una perspectiva de tributaria (o de contribución del Estado peruano)

Tabla 6.19.

Ingreso tributario potencial del Gobierno Central en Soles por concepto de incremento en recaudación de Impuesto General a las Ventas e Impuesto Selectivo al Consumo

Año	Unidades Suministradas Diarias		Ventas Industriales		Impuesto Selectivo al Consumo (ISC)		Impuesto General a las Ventas (IGV)		Ingresos tributarios (ISC + IGV)		Interés (Actualización)		Flujo de Efectivo Actualizado (FEA)	
	Sistema Original	Sistema Modificado	Sistema Original	Sistema Modificado	Sistema Original	Sistema Modificado	Sistema Original	Sistema Modificado	Sistema Original	Sistema Modificado	Sistema Original	Sistema Modificado	Sistema Original	Sistema Modificado
2012	1,694	1,777	146,091,960	153,381,960	16,238,070	17,013,060	26,296,553	27,608,753	42,514,618	44,600,821	3,443,056	3,610,837	45,957,675	48,211,658
2013	2,731	2,744	241,159,500	242,283,510	24,824,790	24,942,960	43,408,710	43,611,032	68,189,111	68,509,455	6,343,374	6,371,117	74,532,486	74,880,572
2014	2,717	2,717	230,125,770	230,125,770	24,697,530	24,697,530	41,422,639	41,422,639	66,072,600	66,072,600	4,988,290	4,988,290	71,060,890	71,060,890
2015	2,731	2,731	171,166,140	171,166,140	24,824,790	24,824,790	30,809,905	30,809,905	55,575,531	55,575,531	2,210,187	2,210,187	57,785,718	57,785,718
2016	2,677	2,720	149,592,060	152,271,540	24,333,930	24,724,800	26,926,571	27,408,877	51,195,291	52,067,330	774,414	782,718	51,969,705	52,850,048
2017	852	936	54,105,390	59,420,070	7,744,680	8,508,240	9,738,970	10,695,613	17,464,261	19,182,588	71,566	78,199	17,535,827	19,260,787
Total, general	13,402	13,625	992,240,820	1,008,648,990	122,663,790	124,711,380	178,603,348	181,556,818	301,011,413	306,008,326	17,830,887	18,041,348	318,842,300	324,049,674
Ingreso tributario potencial por incremento en ventas industriales (Δ FEA)												S/ 5,207,373		

Nota1. Actualización a 30/04/2017; se utiliza como intereses de referencia para la actualización de flujos al 30/04/2017 la tasa de interés (cupón) obtenida por medio de la inversión en bonos soberanos de EE. UU. - 10 años; las tasas de interés (tasas de rendimiento del bono) fueron recuperadas de: <https://es.investing.com/rates-bonds/u.s.-10-year-bond-yield-historical-data>

Nota2. Se tomaron como referencia las tasas de rendimiento de EE. UU. - 10 años dado que se asume que el riesgo de impago por los bonos de deuda es inexistente.

Nota3. Los ingresos tributarios quedan definidos por la sumatoria del impuesto selectivo al consumo (ISC) y el impuesto general a las ventas (IGV).

Nota4. Flujo de Efectivo Actualizado (FEA).

7.4.3. Consolidación de resultados

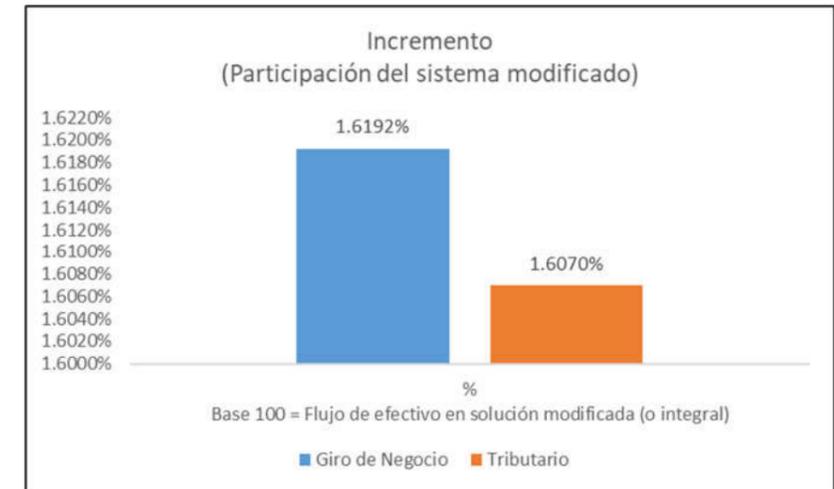
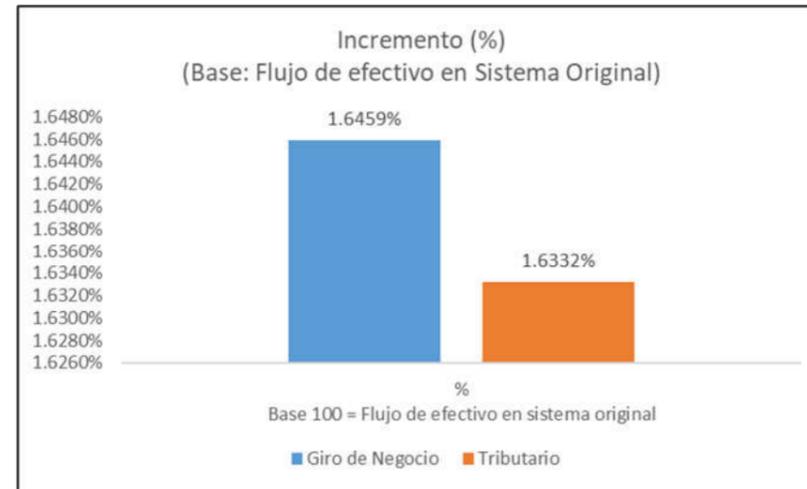


Figura 6.10. Dashboard de Consolidación de Resultados

Nota1. Se tiene un incremento total de S/ 22,636,541.

7.5. *Análisis de datos*

- Los resultados obtenidos evidencian que el generar una solución integral representaría una mejora en el sistema que incluye beneficios en lo económico-financiero y social respecto de la solución original para la operación industrial de suministro de combustible.
- El beneficio económico-financiero asciende a S/ 17,429,168 por concepto de ingreso potencial por incremento en ventas industriales; este monto representa el 1.6192% del movimiento económico-financiero total generado en la ejecución del contrato CB-029-12 para con la solución integral. Adicionalmente, se aprecia que el monto declarado representa un incremento en las ventas industriales de 1.6459% respecto del sistema original.
- El beneficio social asciende a S/ 5,207,373 por concepto de ingreso tributario potencial del Gobierno Central; este monto representa el 1.6070% de la recaudación tributaria total generada en la ejecución del contrato CB-029-12 para con la solución integral. Adicionalmente, se aprecia que el monto declarado representa un incremento en la recaudación tributaria de 1.6332% respecto del sistema original.

7.6. *Evaluación*

- Los resultados obtenidos están vinculados con los datos reales y prescriptivos; este último punto refiere a que los resultados tendrían un nivel aceptable y significativo en lo que se refiere a la correspondencia con la realidad práctica.
- Se evidencia que la implementación de mejoras de proceso generando un sistema de gestión de contrato integral es favorable puesto que se alcanzaría un incremento de las ventas industriales de 1.6459% (S/ 17,429,168 al 30/04/2017) y un incremento en la recaudación tributaria de 1.6332% (S/ 5,207,373 al 30/04/2017) respecto del sistema original.

CAPÍTULO 7. CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES, Y PROSPECTIVA

1. Conclusiones

1.1. Resumen de las apreciaciones resultantes del análisis

1.1.1. Resumen de las apreciaciones con respecto a las partes del problema

- a) Con respecto a las deficiencias y sus causas
Parte 1 – Bienes no entregados:

Se hizo mención en la presente investigación que entre los años 2012 y 2013 se estima un 8% de bienes no entregados. La no entrega implica no hacer entrega del bien en el tiempo acordado de acuerdo con lo que se obliga contractualmente. Al respecto, se añade que mediante lo investigado se detectan ciertos factores que ocasionan esta eventualidad como la incursión en incidentes y la programación y ejecución del suministro de Diésel B-5 con no conformidades.

Se tiene como aproximación desde la perspectiva de la investigación en fase cualitativa lo siguiente:

- Evidencia documentaria: Estando vinculados los incidentes a la no entrega del bien, se aprecia que la presente investigación recolecta datos que refieren a estos últimos de una base de datos en Excel (104 casos o 38% de los casos), de correos electrónicos (72 casos o 26% de los casos), y de informes (47 casos o 17% de los casos), otros (reportes y otros medios; 51 casos o 19% de los casos). Esto último pone en evidencia que los datos recolectados propiamente no han sido recolectados de un sistema de gestión de alguna de las partes interesadas principales (XSTRATA o GLENCORE, PETROPERU y SERVOSA) vinculadas al contrato CB-029-12.
- Ubicación: Los incidentes tienen lugar en varios frentes. Para la presente investigación en base a los 274 casos, se aprecian 3 frentes principales donde acontecen estos: la planta de ventas de PETROPERU en Cusco (104 casos o 53% de los casos), locaciones diversas en las vías de Apurímac y en las instalaciones

vinculadas al proyecto minero Las Bambas (65 casos o 24% de los casos); PETROPERU y XSTRATA están vinculados en proporciones menores (14 y 11 casos o 5.11% y 4.01% de los casos respectivamente).

- Responsables de los incidentes: Se estima que la mayor parte de los incidentes proviene de los conductores de los camiones cisterna (1671 observaciones o 95.54% de las observaciones). Adicionalmente, se aprecia que la parte interesada que esta mayormente vinculada como responsable inmediato de los incidentes es el operador logístico SERVOSA (247 casos o 90.15% de los casos).
- Incurción de incidentes: En primer lugar, se evidencia que una de las causas de que el combustible no se ha entregado es la incurción en incidentes de diversa índole. Siendo la clasificación utilizada para los incidentes en el presente documento correspondiente a la clasificación HSEC propuesta por XSTRATA, se aprecia que la mayor parte de incidentes corresponden a fallas operacionales de mediano y bajo potencial y otros eventos (251 casos o 91.60% de los casos); respecto al impacto ambiental se aprecia una tendencia a la tenencia de un impacto insignificante y a no hacer mención o registro del nivel de impacto ambiental al momento de reportar incidentes (251 casos 91.60% de los casos). Es necesario tener en cuenta que no en todos los casos no se ha tenido acceso a documentos oficiales y validados que se utilizan en el marco de un sistema de gestión de incidentes HSEC. Respecto de las lesiones personales, se ha detectado que no hubo presencia de lesiones (225 casos o 82.12% de los casos) o en su defecto que en la evidencia no figura registro de si hubo o no lesiones (48 casos o 17.52% de los casos); además, se cuenta con el registro de una fatalidad (1 caso o 0.36% de los casos).
- Adicionalmente, se aprecia que lo más frecuente respecto de los casos explorados es la incurción en retrasos en la programación de suministro (33 casos o 12.04% de los casos), en incumplir con los estándares relativos al equipamiento de camiones (30 casos o 10.94% de los casos), y en no lograrse el carguío de combustible de los camiones cisternas de acuerdo con lo programado (21 casos o 7.66% de los casos). En una segunda instancia, se aprecia la incurción en fallas mecánicas relativas a la detección de fisuras en las cisternas (19 casos o 6.93% de

los casos), en no conformidades para con la cubicación en la fiscalización del bien al momento de la recepción (14 casos o 5.10% de los casos), en pérdida de recursos por conflictos sociales (14 casos o 5.10% de los casos), y no ejecutarse el carguío de los camiones cisterna en sobretiempo (13 casos o 4.74% de los casos).

- Programación y ejecución del suministro de combustible: En segundo lugar, se evidencia que la labor de programación y la ejecución misma del suministro de combustible ha sido insuficiente para cumplir con los requerimientos del Proyecto Minero Las Bambas a cabalidad lo cual se constituye un factor de influencia que contribuye al no suministro o suministro insuficiente de combustible. Esto último se a divisado fuertemente en la detección de lo siguiente: retrasos en la programación (33 casos o 12.04% de los casos), incumplimiento en el carguío de camiones cisterna en la planta de ventas (21 casos o 7.66% de los casos), incumplimiento de carguío en sobretiempo (13 casos o 4.74% de los casos), y retrasos en el suministro en general (9 casos o 3.28% de los casos) entre otros.
- En síntesis, se aprecia que incurrir en la incidencia de bienes no entregados en un 8% de lo ordenando por parte del contratista estaría altamente vinculado con no dedicar esfuerzos y recursos suficientes en una prevención adecuada de incidentes HSEC y en la programación y ejecución efectiva del suministro del bien.

Parte 2: Cumplimiento de hoja de ruta por debajo del 95%

Se tiene como una aproximación desde la perspectiva de la investigación en fase cualitativa lo siguiente:

- Análisis causal: Se aprecia que el cumplimiento de la hoja de ruta por debajo de los niveles aceptables está vinculado con los incidentes HSEC. En la presente investigación habiéndose llevado a cabo un análisis causal de incidentes de los 274 casos de referencia, se aprecia que las causas inmediatas de los incidentes están vinculadas con actos y condiciones subestándares. Con relación a los actos subestándares la mayor frecuencia de estos corresponde a trabajar sin autorización (35 casos o 13% de los casos) y a utilizar equipos en forma insegura (70 casos o 25% de los casos); así también, se aprecia un alto grado de incidentes que no registran actos subestándares (92 casos o 34% de los casos). En caso de las

condiciones subestándares se aprecia que la mayor parte de estas está vinculada a riesgos de movimientos inadecuados (128 casos o 47% de los casos) seguido de riesgos vinculados a depósitos y almacenamientos peligrosos (40 casos o 15%); así también, se aprecia un alto grado de incidentes que no registran condiciones subestándares (63 casos o 23% de los casos).

- Adicionalmente, se afirmaría que los incidentes estarían vinculados de manera directa e inmediata con la productividad, la calidad, y la seguridad industrial. El no cumplimiento de la hoja de ruta de acuerdo con lo estipulado implica derroche de tiempo (222 casos o 81.02% de los casos) y derroche de equipos (152 casos o 55.47% de los casos). Este último punto refiere a contar con un servicio mayormente provisto con defectos (263 casos o 95.99% de los casos). Además, lo anterior estaría vinculado con la generación de daños en los distintos procesos de la operación industrial (241 casos o 87.99% de los casos).
- El incumplimiento de la hoja de ruta está vinculado con causas básicas e ineffectividad de control. Dentro de las causas básicas más representativas se aprecia la presencia de procedimientos de trabajo inadecuados (111 casos o 41% de los casos) y usos anormales (131 casos o 48% de los casos) en lo que refiere a factores relativos al puesto de trabajo; respecto a los factores personales, se aprecia motivación inadecuada del personal (189 casos o 69% de los casos) como lo más representativo. La ineffectividad de control refiere a fallas en programas o sistemas (236 casos o 86.13% de los casos), cumplimiento de estándares (262 casos o 95.62% de los casos), y en lo relativo a la mejora continua (261 casos o 95.25% de los casos).

Parte 3: Falla Operacional

Se tiene como una aproximación desde la perspectiva de la investigación en fase cualitativa lo siguiente:

- Se aprecia que la mayor cantidad de casos están vinculados con el incidente del tipo falla operacional (160 casos o 58.39% de los casos); del monto anterior se tiene una relación de casis 50 a 50 en lo que respecta a su potencial: bajo y mediano potencial. La mayor parte de fallas operacionales no registra lesiones (153 casos o 55.83%). Del mismo modo, se verifica que las fallas operacionales

están vinculadas con incidentes ambientales con impacto de categoría 1 (insignificantes; 50 casos o 18.24% de los casos).

Parte 4: Calidad del bien

La calidad del bien queda definida por un conjunto de especificaciones a las cuales es obligada en su cumplimiento a la parte que suministra el bien. Particularmente, la especificación que es vinculada con ciertos incidentes es el Nivel de Limpieza.

Se tiene como una aproximación desde la perspectiva de la investigación en fase cualitativa lo siguiente:

- Los incidentes que refieren a la calidad se consideran aquellos en donde se evidencia la alteración del Diésel B-5; al respecto se han recolectado datos que evidencian fisuras, hurto del producto, carguío de producto permitiendo el contacto con el exterior, detección de sedimentos, devoluciones de producto, humedecimientos de la cisterna, parafinado, y remanentes entre otros. Los eventos anteriores no son representativos en cuanto a su número individual, pero si en la consolidación (40 casos de 14.60% de los casos); sin embargo, evidencian que la entrega de un producto de calidad está sujeta a riesgos y es posible el incumplimiento de requisitos en este aspecto. Así también, en el sentido estricto se aprecian incidentes relativos a la calidad de producto (21 casos o 7.66% de los casos).

b) Con respecto a las carencias y sus causas

Parte 1: Desabastecimiento de combustible Diésel B-5

Se tiene como una aproximación desde la perspectiva de la investigación en fase cualitativa lo siguiente:

- Evidencias documentarias: En los 274 casos no se aprecia incidentes de desabasto en el sentido propio, sin embargo, es amplia la evidencia que el suministro no se lograba cumplir con los requisitos contractuales por la incursión de incidentes de manera especial en cuanto al tiempo de entrega.
- Retrasos: En particular se aprecia en 3 casos la divulgación del retraso en 1 día en el suministro de combustible en 3 frentes de Xstrata; los incidentes ascenderían a 1279 eventos. Si bien no se declara un desabasto explícitamente se aprecia que los inventarios de combustible en los puntos de entrega no estaban en sus niveles regulares o de riesgo controlado en cuanto a un posible stockout o rotura de stock.

Parte 2: Insatisfacción del cliente XSTRATA (posteriormente Glencore)

Dentro de los 274 casos no se ha apreciado explícitamente una declaración de insatisfacción o solicitud de indemnización por daños y perjuicios; sin embargo, de acuerdo con las apreciaciones expuestas anteriormente, se pone en evidencia que la operación industrial no contaba con los niveles de servicio suficientes de lo cual uno deduciría un cierto nivel de insatisfacción en cuanto al suministro del bien sobre todo ocasionado por la incursión de incidentes del tipo HSEC. Particularmente el descontento proviene de las actividades relacionadas al operador logístico SERVOSA. Como factor principal de la tenencia de niveles de servicio insuficientes se considera: (1) La ejecución de la operación industrial en un lugar remoto. (2) La ejecución de la operación industrial en el marco de la ejecución de un megaproyecto perteneciente a la gran minería del Perú (3) Las partes interesadas cuentan con un expertise en desarrollo para la ejecución efectiva del suministro del bien.

c) Con respecto a los empirismos aplicativos y sus causas

Parte 1: Gestión de contrato en desarrollo (sistema de gestión original y modificado)

Dada la incursión de incidentes en la operación industrial a un nivel representativo de acuerdo con lo expuesto en las apreciaciones anteriores, se aprecia que el sistema original de gestión del contrato CB-09-12 es sujeto potencial de aplicar mejoras de proceso que permitan elevar el nivel de servicio. Al respecto, se han detectado la modificación del sistema estaría vinculada con la implementación de mejoras de proceso relativas a las disciplinas vinculadas con los 5 bloques de relaciones: Enfoque de Análisis Cuantitativo, Enfoque basado en Procesos, Enfoque de Competencias, Diésel B-5, y Modelo de Desarrollo Sostenible. La causa de no operar en el marco de un mejor sistema de gestión al sistema original deriva de contar con un expertise en desarrollo en términos de gestión de proyectos.

Parte 2: Programación y ejecución de suministro de combustible con niveles de efectividad insuficientes

La efectividad insuficiente que caracteriza a la operación industrial se evidenciaría mediante un análisis causal de los incidentes HSEC para con el rubro de incidentes de productividad. En este rubro se aprecia que el derroche de tiempo (222 casos o 81.02% de los casos) y el derroche de equipos (152 casos o 55.47% de los casos) son representativos; esto último implica un alto índice de empirismo aplicativo en las diversas actividades que refieren a la operación industrial. Siendo el responsable inmediato de la mayor parte de incidentes el operador logístico SERVOSA (247 casos o 90.15% de los casos) y el principal

agente correspondiente los conductores (1671 observaciones o 95.54% de las observaciones) se deduce que los conflictos estarían vinculados con el transporte mismo del combustible y con sus respectivas labores de planificación (incluye la programación del suministro), seguimiento y control de la operación industrial.

Parte 3: Enfoque de tercerización de las actividades logísticas

La redacción del contrato refiere que el transporte del bien está a cargo del transportista. Dado que el contrato es suscrito entre PETROPERU y XSTRATA, se espera que PETROPERU (contratista y parte suministrante) sea responsable del transporte del bien entre otras actividades. El contrato CB-029-12 considera y permite la tercerización del servicio de transporte por parte de PETROPERU; en concreto, el servicio de transporte ha sido adjudicado a SERVOSA mediante la suscripción de un contrato distinto al CB-029-12; el contrato utilizado es OFP 103541.

De acuerdo con lo expuesto anteriormente, se aprecia que designar a SERVOSA como transportista es una aproximación poco adecuada a un nivel profesional puesto que las actividades de SERVOSA incluyen actividades adicionales además del transporte que componen una solución logística integral; adicionalmente, se aprecia que referir a SERVOSA como meramente un transportista no denotaría una gestión de la cadena de suministro acorde con las tendencias y estándares nacionales e internacionales. Lo expuesto anteriormente sería indicio que el expertise vinculado a la operación industrial de las partes interesadas está en desarrollo en lo que refiere a la concepción de la gestión de la cadena de suministro de combustible.

1.1.2. Resumen de las apreciaciones con respecto a los logros

a) Logros respecto a la eficiencia

Parte 1: Bienes no entregados

Se cuenta como una aproximación desde la perspectiva de la investigación en fase cuantitativa lo siguiente:

- Análisis inferencial: La presente investigación considera la generalización con sustento cuantitativo que la muestra de los 274 casos cuenta con cierto grado de representatividad respecto de las ocurrencias totales para con la ejecución del contrato CB-029-12. Se aprecia que es viable generar un modelo basado en el método de Holt-Winters a partir de los 274 casos para generar pronósticos para

todo el plazo del contrato CB-029-12. Habiéndose generado un modelo basado en el método de Holt-Winters se aprecia una tendencia para con la variable Ocurrencia representada por la ecuación $Y_t = 3.235 + 0.003335 \times t$; siendo t la variable que refiere al periodo de análisis que en este caso refiere a días. Así también, se aprecia cierta estacionalidad en la ocurrencia de incidentes.

- Análisis paramétrico: Adicionalmente, siendo el objeto del sistema de gestión de contrato original el suministro de Diésel B-5, la no entrega del bien o su entrega parcial a tiempo o a destiempo mediante un análisis paramétrico se aprecia que la variable Tipo de Incidente (Factor) explica en un 28.78% la variable Fecha (Respuesta) mediante la aplicación un método ANOVA one-way; por otro lado, aplicando un análisis paramétrico mediante el método de regresión lineal se aprecia que las ocurrencias tendrían un comportamiento representado por el modelo $Y = 0.04193 + 0.008421 X - 0.000010 X^2$; estos dos últimos puntos ponen en evidencia que manejándose la operación industrial en el sistema de gestión original se incurren en incidentes cuyo comportamiento a lo largo del tiempo sigue ciertos patrones los cuales contribuyen a la no entrega del bien de acuerdo con lo obligado contractualmente.
- Análisis multivariante: De manera representativa se aprecia que la variable Severidad es explicada en 99.48% por las variables independientes Número de Responsables y la variable categórica Tipo de Incidente; este último punto refiere a que las no conformidades en el suministro de combustible, en particular la no entrega del bien, estaría vinculada con el comportamiento de la severidad que los incidentes puedan ocasionar. Se aplicaron otros métodos dentro del análisis multivariante de la presente investigación tales como modelo lineal general y modelos de efectos mixtos; para todos los casos se aprecian resultados aceptables; en general, estos modelos relacionan la variable Severidad con la variable fecha del incidente y de acuerdo con el tipo de análisis se incluyen una o varias variables categóricas. En síntesis, los resultados aceptables de los análisis multivariantes verifican relaciones entre variables; fundamentalmente la variable dependiente Severidad con la variable independiente Fecha del Incidente. Lo anterior denota

que la severidad con la que un incidente impactar estaría relacionado fuertemente (de acuerdo con los resultados) con la no entrega del combustible.

- Análisis de contenido: Habiéndose sometido lo computado a un análisis de contenido tomándose como referencia fuentes bibliográficas fidedignas, se verifica que lo computado cuenta con un nivel de similitud y correspondencia regular y alto para los años 2012 y 2013; en adelante, el nivel de similitud y correspondencia es bajo.

Su tiene como una aproximación desde la perspectiva de la investigación en fase integral lo siguiente:

- Análisis comparativo de capacidad: El vínculo de la no entrega del bien y los incidentes denota que esta relación se da en el contexto del manejo de un sistema de gestión de contrato. En el análisis comparativo de capacidad se aprecia el contraste relativo a la probabilidad de producir una unidad sin defecto en el sistema original de gestión y uno modificado en tres escenarios relativos a la reducción de los incidentes de 25% a 75%. Considerando el escenario de una reducción de los incidentes en 50% se aprecia la mejora en la probabilidad de producir una unidad sin defecto de 62.0% a 87.6%; siendo una unidad sin defecto una unidad suministrada diaria sin afectación de uno o varios incidentes se aprecia que la mejora del sistema original de acuerdo con lo indagado en la presente investigación original implica una reducción en la probabilidad de no entregar los bienes de acuerdo con lo estipulado. En los escenarios de 75% y 25% de reducción de incidentes se ha computado una probabilidad que asciende a 87.6% y 68.7% respectivamente.
- Análisis predictivo: Habiéndose llevado a cabo 2 análisis predictivos referidos a aproximaciones desde el aprendizaje automático y el modelado ARIMA para explicar el comportamiento de la variable Unidad Suministrada en los escenarios de manejo de la operación industrial mediante un sistema original y otro que es modificado en un contexto de ocurrencia de incidentes regular y otros 3 contextos adicionales relativos a la reducción de incidentes en 25%, 50% y 75%.
- Utilizando el modelo y simulador de Suministro de Combustible para el Sistema de Gestión de Contrato (MOSCOM – SGC) se aprecia, que siendo mayor la

cantidad de las unidades suministradas diarias en el sistema modificado que en el sistema original, el suministro del bien sería más efectivo si y solamente si el sistema de gestión deviene en uno modificado de acuerdo con los hallazgos de oportunidades de mejora; se entiende que no solamente se trata de mejorar la operación industrial, sino también de reducir y prevenir incidentes lo cual se lograría implementando mejoras.

- Aplicando el algoritmo de agrupamiento de K-Means se obtienen centroides de la forma (USD_Original, Ocurrencias) y (USD_Modificado, Ocurrencias); particularmente, se aprecia que para el sistema original el centroide 1 es de (7, 6) y para el sistema modificado (50% de reducción de incidentes) es de (8, 1). La probabilidad de ocurrencia de estos pares en la operación industrial es de 31% para ambos casos. Adicionalmente se aprecian centroides 2 para los sistemas original y modificado de (7, 4) y (7, 2) con probabilidades de ocurrencia de 18% y 25%.
- Probando distintos modelos que representen el comportamiento de las unidades suministradas diarias para todo el contrato a un nivel prescriptivo se obtiene que estas últimas en el sistema original son representadas en un nivel representativo mediante los algoritmos Bosques al Azar y K-Vecinos más cercanos, mientras que para el sistema modificado solamente aplicaría representativamente el algoritmo K-Vecinos más cercanos.
- Continuando con el análisis predictivo, se tiene que el comportamiento de las unidades suministradas diarias se modelaría mediante un modelo dinámico de series temporales, específicamente, el modelo ARIMA. El comportamiento de las unidades suministradas diarias en el sistema original sigue un modelo de acuerdo con la siguiente notación: ARIMA (2, 1, 1) x (1, 1, 1). De la misma manera se tiene que el modelo anterior denota el comportamiento de las unidades suministradas diarias en un sistema modificado con reducción de 50% de incidentes es ARIMA (2, 1, 1) x (1, 1, 1).
- Sintetizando lo expuesto relativo a los modelos predictivos para la variable Unidades Suministradas Diarias se tiene que los modelos tienen vínculo con la capacidad de entrega de bienes en función al sistema que se ejecute ya sea el

sistema original o el modificado, y en función del impacto por parte de las ocurrencias.

- Análisis económico-financiero-social: La no entrega del bien de acuerdo con los requisitos del contratante o su entrega en un cumplimiento parcial implica una afectación económica-financiera-social; la estimación de lo mencionado es objeto del análisis de referencia. Se aprecia que la operación industrial en el sistema original estaría sujeta a diversas mejoras de proceso, particularmente en correspondencia a las oportunidades de mejora detectadas; por lo que se estima que la modificación del sistema original contribuiría a la generación de ingresos por ventas industriales de Diésel B-5 y su correspondiente recaudación tributaria. Ambos aspectos se traducen en el acceso a un incremento potencial en recursos monetarios de S/ 17,429,168 por concepto de incremento en ventas industriales y S/ 5,207,373 por concepto de incremento en recaudación tributaria.
- En síntesis, se aprecia que desde un punto de vista del giro del negocio la no entrega de los bienes implica un costo de oportunidad del 1.6459% de lo percibido (sin inclusión de impuesto general a las ventas o impuesto al valor agregado); y desde el punto de vista tributario, esta última implica un costo de oportunidad de 1.6332% de lo tributado.

Parte 2: Cumplimiento de hoja de ruta por debajo del 95%

Se cuenta como una aproximación desde la perspectiva de la investigación en fase cuantitativa lo siguiente:

- Análisis paramétrico: Teniendo en consideración que el incumplimiento de la hoja de ruta dentro de los límites permisibles está vinculado con los incidentes, se aprecia que los incidentes clasificados por tipo acontecen en promedio en tiempos distintos para las categorías Fallas Operacional, Cuasi Accidente, y otros; sin embargo, la categoría Accidente sí sería similar a las demás en cuanto al tiempo en promedio (media poblacional).
- Análisis multivariante: Aplicando el método de regresión múltiple, Se aprecia que la variable Severidad sería explicada significativamente por la variable Número de responsables en 99.48%, 20.34%, 20.51%, 2.09%, y 6.72% cuando se toma en cuenta las variables categóricas Tipo de Incidente, Acto Sub Estándar, Condición

Sub Estándar, Daño en Propiedad, y Defectos en bienes respectivamente. Este último punto refiere a que las variables categóricas en mención son las que mejor explican el incumplimiento de la hoja de ruta teniendo en consideración lo severo que sería un incidente.

- Habiéndose aplicado un modelo lineal general, se tiene que los modelos generados relacionan satisfactoriamente la variable Severidad y Fecha del Incidente con variaciones menores dependiendo de las variables categóricas que se incluyan. Este último punto se traduce en que el incumplimiento de la hoja de ruta cuenta con vínculo con los incidentes en cuanto al tiempo en que acontecen y su severidad correspondiente.
- Después de haber aplicado el modelo de efectos múltiples, se deduce una vinculación del incumplimiento de hoja de ruta con la severidad del incidente y el tiempo en que este último acontece; el vínculo tendría ciertos matices dependiendo de que variables categóricas se incluyan en el modelo.

Se cuenta como una aproximación desde la perspectiva de la investigación en fase integral lo siguiente:

- Análisis predictivo: Se aprecia que la incursión de incidentes estaría vinculada con el número de unidades suministradas tanto para el sistema original como para un sistema modificado. En caso de el sistema original se aprecia una tendencia mayor a incumplir con la hoja de ruta en vista que la actividad más frecuente estaría compuesta por la transportación de combustible con 7 camiones cisterna bajo la influencia de las ocurrencias (31% probabilidad de ocurrencia), lo cual sería entre 7 y 8 camiones cisterna y 1 incidente para con el caso de un sistema modificado con reducción de incidentes en un 50% (31% de probabilidad de ocurrencia).

Parte 3: Falla operacional

Se cuenta como una aproximación desde la perspectiva de la investigación en fase cuantitativa lo siguiente:

- Análisis paramétrico: Se aplica un análisis paramétrico en donde mediante el uso del método de ANOVA one-way se aprecia que la variable independiente Tipo de incidente explica la variable dependiente (Fecha) particularmente para con la

categoría Fallas Operacionales (media más alta del modelo lo cual indica diferencias significativas respecto de las demás medias de las demás variables).

- Análisis multivariante: En esta parte se aprecia que aplicando un método de regresión múltiple la variable Número de responsables explica la variable Severidad en un 99.48%; esto último implica que la variable categórica Fallas Operacionales en parte explica la variable severidad; y por lo tanto el incumplimiento de la hoja de ruta. Los mismos vínculos se aprecian al aplicar un modelo lineal general. Se aplica el modelo de efectos múltiples y se aprecia que la variable Severidad es afectada y por la variable Fecha del Incidente; particularmente, se observa que la afectación significativa de esta última variable implica que la variable Fallas Operacionales como factor fijo sea de afectación significativa.

Parte 4: Calidad del bien

Se cuenta como una aproximación desde la perspectiva de la investigación en fase cuantitativa lo siguiente:

- Análisis multivariante: Se aplica el análisis referido y se aprecia que los incidentes Key como variable categórica junto con la variable independiente Número de Responsables tienen efecto sobre la variable Severidad en ciertas ocasiones para con el modelo general lineal y el modelo de efectos múltiples. Teniendo los incidentes de calidad una participación del 14.60% de los casos, se deduce que los incidentes de relacionados con la calidad de producto tienen cierto nivel de influencia en cuanto a la severidad que ocasionan los incidentes en conjunto.
- b) Logros con respecto a la adquisición e implementación de elementos necesarios

Parte 1: Desabastecimiento de combustible Diésel B-5

Se tiene como una aproximación desde la perspectiva de la investigación en fase integral lo siguiente:

- Análisis comparativo de capacidad: Mediante el referido análisis se cuantifica la probabilidad de que una unidad tenga defecto; se entiende por una unidad una unidad suministrante diaria y por defecto la afectación de esta unidad por medio de un incidente. Se considera que la afectación de incidentes contribuye al desabastecimiento o abastecimiento con no conformidades. Siendo el análisis del

tipo comparativo y teniendo como proceso de línea base al sistema original, se aprecia que mejorando el sistema original contribuye a reducir la probabilidad de incurrir en desabastecimiento o abastecimiento no conforme ya que los incidentes se reducen. Considerando la reducción de incidentes en 75%, 50%, y 25% se aprecia un riesgo de incurrir en desabastecimiento o abastecimiento no conforme en 12.4%, 23.6%, y 31.3%; estos valores son altos y serían indicio de potencialidad de incurrir en accidentes.

- Análisis predictivo: Mediante este análisis se apreciarían mediante el algoritmo de k-means el promedio de cuántas unidades suministradas diarias estarían bajo la afectación de incidentes y su correspondiente probabilidad de ocurrencia. Se entiende que a medida que los incidentes se incrementan con su correspondiente probabilidad de ocurrencia, también se incrementa la probabilidad de incurrir en un riesgo relativo al desabastecimiento o abastecimiento no conforme. De acuerdo con lo expuesto se aprecia que el operar con 7 u 8 unidades suministradas diarias estaría vinculado con la afectación de entre 1 a 6 incidentes en promedio; la operación sujeta a menos riesgo de desabastecimiento o abastecimiento no conforme sería aquella que opera con 7 unidades suministradas diarias (probabilidad de ocurrencia 19%), sin embargo, a la vez este tipo de operación estaría sujeta a riesgo de incurrir en hasta 6 incidentes (probabilidad de ocurrencia 49%).

Parte 2: Insatisfacción del cliente XSTRATA (posteriormente Glencore)

Se tiene como una aproximación desde la perspectiva de la investigación en fase integral lo siguiente:

- Análisis económico-financiero-social: La insatisfacción del cliente podría cuantificarse en base a cuánto combustible en términos monetarios dejaría de adquirir por operar en el sistema original el cual está sujeta a diversas oportunidades de mejora. De acuerdo con el análisis de referencia la insatisfacción del cliente quedaría valuada en S/ 17,429,168 (sin inclusión de IVA) lo cual representa 223 unidades suministradas diarias dejadas de consumir u 892,000 galones de Diésel B-5.

c) Logros en la adquisición o aplicación de los nuevos conocimientos que reducen empirismos

Parte 1: Gestión de contrato en desarrollo (sistema de gestión original y modificado)

Se tiene como una aproximación desde la perspectiva de la investigación en fase cuantitativa lo siguiente:

- Habiéndose generado un modelo de datos como instrumento de investigación para la detección de oportunidades de mejora para cada uno de los 274 casos, se tienen diversos puntos sujetos a mejora de procesos con distinto nivel de relevancia agrupados en los bloques de relaciones expuestos anteriormente que podrían generar un sistema modificado en mejores condiciones que las iniciales. A continuación, se pone en conocimiento aquellos puntos de mejora que se han detectado en base a juicio experto utilizando el modelo teórico para la mejora del modelo de negocio del contrato CB-029-12; lo detectado agrupa observaciones respecto de los 274 casos que corresponden a si la disciplina en cuestión es necesaria en los niveles de medición “Muy de acuerdo” y “De acuerdo”.
- Bloque de relación 1 - Enfoque de análisis cuantitativo: Se ve por conveniente generar una mejora de proceso en la línea de gestión de riesgos (apreciación para con 268 casos o 97.81% de los casos), gestión de valor ganado con la finalidad de mejorar la programación del suministro (apreciación para con 196 casos o 71.53% de los casos), el control presupuestario (apreciación para con 186 casos o 67.88% de los casos), y organizar el trabajo (apreciación para con 192 casos o 70.07% de los casos).
- Bloque de relación 2 - Enfoque basado en procesos: Se ve por conveniente aplicar las prácticas para la dirección de proyectos del PMI (apreciación para con 233 casos o 85.04% de los casos); adicionalmente, se encuentra útil aplicar mejores prácticas para la gestión de proyectos a Entidades Públicas (apreciación para con 248 casos o 90.51% de los casos).
- Bloque de relación 3 - Enfoque de competencias: Se ve encuentra apropiado incluir una gestión del cambio (apreciación para con 229 casos o 83.58% de los casos), gestión organizacional del proyecto (apreciación para con 222 casos o

81.02% de los casos), y gestión de la complejidad (apreciación para con 196 casos o 71.53% de los casos).

- Bloque de relación 4 - Diésel B-5: Para la buena manipulación del bien, se ha detectado que la gestión de cadena de suministro tiene que empoderarse (apreciación para con 263 casos o 95.99% de los casos), así como la gestión de contratos (apreciación para con 245 casos o 89.78% de los casos); implementar tecnologías de punta para empoderar la ciencia de datos (apreciación para con 151 casos o 55.11% de los casos) sería una buena opción.
- Bloque de relación 5 - Modelo de Desarrollo Sostenible: Con la finalidad que la operación industrial se ajuste más adecuadamente al modelo de desarrollo sostenible bajo el cual funciona toda operación relacionada con el megaproyecto Las Bambas, se ve por conveniente integrar los sistemas de gestión de calidad (apreciación para con 235 casos o 85.77% de los casos), ambiente (apreciación para con 135 casos o 49.27% de los casos), y seguridad y salud ocupacional (apreciación para con 239 casos o 87.23% de los casos) de las partes interesadas para incrementar la efectividad del suministro de combustible. Además, se ha detectado que modificar el Estudio de Impacto Ambiental del proyecto no sería muy relevante (apreciación para con 42 casos o 15.33% de los casos).

Parte 2: Programación y ejecución de suministro de combustible con niveles de efectividad insuficientes

Se tiene como una aproximación desde la perspectiva de la investigación en fase cuantitativa lo siguiente:

- Análisis paramétrico: De acuerdo con este análisis se aprecia que número de responsables afecta las ocurrencias en el marco de la aplicación de una regresión lineal; esto último se basa en la relación estadísticamente significativa entre las variables correspondiente. La relación se establece mediante el modelo $Y = 0.04193 + 0.008421 X - 0.000010 X^2$; adicionalmente, se menciona que la relación no es causal.
- Análisis multivariante: Aplicando el método de regresión múltiple que busca relacionar la severidad con el número de responsables, se verifica que no habría una relación estadísticamente significativa para con las variables categóricas

Derroche de Tiempo y Derroche de Equipos. Aplicando el modelo de efectos múltiples con la finalidad de relacionar la severidad con la fecha de incidente aplicando entre otras variables categóricas Derroche de Tiempo y Derroche de Equipos, se verifica que las variables categóricas no afectan significativamente el término fijo (variable categórica del tipo factor fijo).

Parte 3: Enfoque de tercerización de las actividades logísticas

Se tiene como una aproximación desde la perspectiva de la investigación en fase cuantitativa lo siguiente:

- Análisis de contenido: En este análisis se aprecia que las labores en el proyecto minero Las Bambas proceden de agentes tanto nacionales como internacionales. Al respecto, se deduce que la concepción de gestión de cadena de suministro con la que se cuenta estaría en proceso de cambio por la influencia internacional ya que todo sistema tiende a operar en el marco de estándares comúnmente aceptados.

1.2. Conclusiones parciales

1.2.1. Conclusión parcial 1

a) Contratación de la subhipótesis H_1

Efectivamente la no aplicación de las buenas prácticas para la gestión de proyectos está vinculada con los incidentes relativos al no cumplimiento efectivo de la programación del suministro de combustible; en este sentido, se aprecian particularmente las siguientes probabilidades de ocurrencia de incidentes que forman parte de este rubro de acuerdo con la presente investigación: retraso de programación (12.04%), incumplimiento de programación (7.66%), y no carguío en sobretiempo (7.74%). Adicionalmente, en el contexto del funcionamiento del sistema original de gestión, se tiene una probabilidad de 85.04% de que un juicio experto en la investigación de incidentes HSEC resulte en el más alto grado de aceptación (muy de acuerdo) respecto a si la gestión de proyectos bajo el enfoque del PMI contribuiría a la reducción de los incidentes o no.

b) Enunciado de la conclusión parcial 1

Aplicar las buenas prácticas del PMI para la gestión de proyectos contribuye a incrementar la efectividad de la programación del suministro de combustible, así como su ejecución. Este punto último se sustenta en que la probabilidad de ocurrencia que un incidente pueda administrarse o prevenirse mediante la aplicación de buenas prácticas para la gestión de proyectos del PMI es de 85.04% de acuerdo con una validación por juicio experto.

Se evidencia que las fallas en programas o sistemas, en cumplimiento de estándares, y en mejoramiento continuo serían administradas o prevenidas mediante la aplicación de una gestión de proyectos bajo el enfoque del PMI en un 71.53% de las veces. La gestión de proyectos contribuiría a gestionar con mayor efectividad factores de puesto de trabajo (procedimientos de trabajo y usos anormales) y personales (motivación); además, se evitaría incurrir en derroche de tiempo y de equipos (44.53% de las veces).

Se verifica que modificar el sistema de gestión original mediante la implementación de buenas prácticas para la gestión de proyectos del PMI incrementa las probabilidades de efectividad del suministro entre 68.7% y 87.6% dependiendo si los incidentes se prevendrían entre 25% y 75%.

La no implementación de la gestión de proyectos bajo el enfoque del PMI y otras mejoras detectadas deja que el sistema de gestión original cuente con unidades suministrantes diarias cuyo comportamiento se explicaría mediante ciertos modelos: (1) Bosque al azar, y k-vecinos más cercanos (2) ARIMA (2, 1, 1) x (1, 1, 1). Del mismo modo, la implementación de las oportunidades de mejora genera un comportamiento de parte de las unidades suministradas de acuerdo con lo siguiente: (1) k-vecinos más cercanos (2) ARIMA (2, 1, 1) x (1, 1, 1).

Operando en un sistema de gestión modificado que considere la reducción de incidentes en un 50% respecto del sistema original se evidencia que es producto de implementar un sistema de gestión que incluya entre otras mejoras de proceso la aplicación de las buenas prácticas del PMI; la evidencia tiene su sustento en una mejor condición económica-financiera-social en materia de incremento de las ventas industriales (S/ 17,429,168) e incremento de la recaudación tributaria (S/ 5,207,373).

1.2.2. *Conclusión parcial 2*

a) Contratación de la subhipótesis H₂

La gestión de contratos entre otras funciones comprende labores de seguimiento y control de las obligaciones contenidas en los contratos; en la presente investigación se encuentra por conveniente aplicar la gestión de contratos tanto para con el contrato referido al suministro de bien como aquel referido solamente a la subcontratación de la operación logística.

Se pone en evidencia que aplicar la gestión de contratos permitiría prevenir la incursión en incidentes relativos a no conformidades en el equipamiento de camiones cisterna (9.85% de las veces) y en fallas operacionales (58.39% de las veces); específicamente, la gestión de contratos coincide con generar un sistema de gestión de la configuración bajo el enfoque del PMI que permita implementar una dirección y supervisión técnica y administrativa. Adicionalmente, se verifica que las fallas en cumplimiento de estándares son sujetas a evitarse mediante una gestión adecuada de contratos en 86.86% de las veces. Del mismo modo, se aproxima que las fallas en cumplimiento de estándares estarían vinculadas 5.84% de las veces al uso de procedimientos de trabajo inadecuados al operar con depósitos y almacenamientos peligrosos; esto último se prevendría mediante una gestión adecuada de contratos.

Por un lado, siendo las fallas operacionales un tipo de incidente que afecta la fecha de ocurrencia de acuerdo con un análisis multivariante (ANOVA one-way), se verifica que esta variable es explicada en un 28.78%. Por otro lado, se verifica que mediante un análisis multivariante (Modelo de efectos múltiples) la severidad de un incidente es afectada por la fecha de ocurrencia; además, en esta relación se constata una afectación estadísticamente significativa para el nivel falla operacional correspondiente a la variable categórica tipo de incidente.

b) Enunciado de la conclusión parcial 2

El desarrollar la gestión de contratos implementando un sistema de gestión de configuración se constituye como una mejora de proceso que contribuye a prevenir, por un lado, la incursión en no conformidades en el equipamiento de camiones cisterna, por otro

lado, la incursión en fallas operacionales. Lo mencionado anteriormente se traduce en la prevención de este tipo de incidentes en 9.85% y 58.39% de las veces respectivamente.

Desarrollar una gestión de contratos que se materialice en la generación de un sistema de configuración contribuye a reducir fallas en el cumplimiento de estándares vinculados con el uso de procedimientos de trabajo inadecuados en lo que respecta a la operación con depósitos y almacenamientos peligrosos; la reducción de referencia tendría lugar 5.84% de las veces.

1.2.3. Conclusión parcial 3

a) Contrastación de la subhipótesis H_3

Se constata que empoderar la gestión de la cadena de suministro aplicaría en 43.80% de las veces cuando el incidente está vinculado a la incursión en fallas operacionales. La frecuencia anterior queda subdividida en cuanto al potencial del incidente en 18.25% y 25.55% de las veces para los casos de incidentes de bajo y mediano potencial respectivamente. Se encuentra que las fallas operacionales de referencia tienen su origen en la utilización insegura de equipos y en la ejecución de actividades sin autorización; las 2 causas anteriores constituyen causas básicas en una investigación de incidentes HSEC y se presentan 17.88% y 7.66% de las veces respectivamente.

Las fallas operacionales como uno de los niveles de la variable categórica referida al tipo de incidente se descubren como variable de afectación estadísticamente significativa para con la variable dependiente severidad en el marco de la aplicación de un modelo de efectos múltiples (análisis multivariante).

Desarrollar la gestión de cadena de suministro implica entre otros, por un lado, reducir los incidentes, y, por otro lado, incrementar la efectividad del suministro de combustible. Por lo tanto, la reducción de incidentes del tipo falla operacional implica incrementar la efectividad. En la presente investigación, se ha estimado a un nivel prescriptivo que mejorar el sistema de gestión original mediante la implementación de oportunidades de mejora, lo cual incluye mejorar o empoderar la gestión de cadena de suministro contribuye a incrementar el suministro de bien hasta en 223 unidades suministradas diarias. El incremento de hasta 223 unidades suministradas diarias considera una reducción de incidentes entre el 25% y 75%; además, como se menciona en apartados anteriores la mejora implica incremento

en las ventas industriales (S/ 17,429,168) e incremento de la recaudación tributaria (S/ 5,207,373).

b) Enunciado de la conclusión parcial 3

Se constata que el empoderar la gestión de la cadena de suministro original previene los incidentes; especialmente, se reducen y/o previenen las fallas operacionales. Siendo los incidentes distintos en varias ocasiones tomando como referencia el potencial de riesgo, se verifica que mediante una adecuada gestión de suministro se previenen 18.25% y 25.55% de las veces incidentes de bajo y mediano potencial respectivamente. En síntesis, la prevención de incidentes del tipo falla operacional se lograría mediante una adecuada gestión de la cadena de suministro 43.80% de las veces.

El empoderar la gestión de la cadena de suministro implica contribuir a modificar el sistema de gestión original para lograr un sistema de gestión modificado el cual estaría en mejores condiciones; el sistema original estaría sujeto a ser empoderado en cuanto a la gestión de la cadena de suministro en 43.80% de las veces que se incurra en un incidente.

Contribuir a mejorar u optimizar el sistema original empoderando la gestión de cadena de suministro implica ser parte en el incremento en las ventas industriales (S/ 17,429,168) e incremento de la recaudación tributaria (S/ 5,207,373); cabe mencionar que empoderar la gestión de la cadena de suministro sería parte de un pool de mejoras posibles de implementarse.

1.3. Conclusión general

1.3.1. Contrastación de la hipótesis global

Se verifica que implementar las buenas prácticas para la dirección de proyectos de acuerdo con la metodología del PMI contribuiría en la reducción y/o prevención de incidentes para con la operación industrial de suministro de combustible en 85.04% de las veces; lo anterior es producto de una validación de juicio experto (evaluación mediante una escala de Likert con resultado “De acuerdo”). Además, se constata que la implementación de buenas prácticas del PMI orientado a entidades públicas se traduce en una reducción y/o prevención

de incidentes en 52.19% de las veces; el valor anterior es resultado de una validación de juicio experto (evaluación mediante una escala de Likert con resultado “De acuerdo”).

El desarrollo de una gestión de integración para con los sistemas de gestión en uso (calidad, ambiente, y seguridad industrial) contribuye a reducir y/o prevenir incidentes en 45.62%, 13.50%, y 61.31% dependiendo si el sistema de gestión es de calidad, o ambiente, o seguridad industrial respectivamente; el resultado anterior refiere a una validación de juicio de experto.

Se verifica que la implementación de la metodología del PMI implica la reducción y/o prevención de incidentes del tipo falla operacional en 53.28% de las veces.

La entrega efectiva del Diésel B-5 se obtiene en el contexto de la presente investigación mediante la reducción y/o prevención del derroche tanto en tiempo como de equipos; esto último se estima ser factible mediante la implementación de la metodología del PMI en 70.44% y 46.35% de las veces respectivamente. Además, la metodología del PMI contribuye a reducir y/o prevenir incidentes relativos a la calidad de producto en 6.57% de las veces cuando el bien en el sentido propio es defectuoso; adicionalmente, se consideraría una reducción y/o prevención en 18.98% de las veces incluyendo como incidentes aquellas instancias que refieren a la manipulación no adecuada del bien impidiendo entre otros lo que se obliga respecto a la especificación relativa al nivel de limpieza.

Se verifica que a partir de la aplicación del método de Holt-Winters, las ocurrencias para todo el plazo de vigencia del contrato tienen un comportamiento que resulta de la generalización de los 274 casos en estudio. Además, se constata que las fallas operacionales como una de las categorías de la variable Tipo de Incidente afecta de una manera estadísticamente significativa a lo que se conoce como severidad del incidente. Se descubre que la gestión de la calidad como variable tiene efecto significativo sobre la severidad de los incidentes en cuanto a gestión necesaria a desarrollarse.

1.3.2. Enunciado de la conclusión general

Se concluye que modificar el sistema de gestión original de contrato CB-09-12 mediante la implementación de buenas prácticas para la gestión de proyectos bajo el enfoque

de PMI, así como, focalizando en la operación industrial el uso de las normas ISO 9000, ISO 14000, y OHSAS 18000 contribuye a generar soluciones que optimizan el uso de recursos maximizando particularmente, por un lado, el ingreso por ventas industriales, y, por otro lado, la recaudación tributaria. Las labores de optimización tienen su sustento en modificaciones del sistema de gestión que van en la línea de los 5 bloques de relaciones propuestos en la presente investigación: (1) Enfoque de análisis cuantitativo (2) Enfoque basado en procesos (3) Enfoque de competencias (4) Manejo del Diésel B-5 (5) Modelo de desarrollo sostenible. La modificación del sistema de gestión original genera un sistema de gestión modificado a partir de una gestión de integración lo cual deviene en una mejor condición económica-financiera-social del sistema de gestión regulado por el contrato CB-029-12.

La gestión de integración está compuesta por la implementación de una o varias oportunidades de mejora detectadas mediante el modelo teórico para la mejora del modelo de negocio del contrato CB-029-12. La operatividad de lo modificado se mediría mediante el modelo y simulador de Suministro de Combustible para el Sistema de Gestión de Contrato (MOSCOM – SGC); el cual mide la cantidad de unidades suministrantes diarias, la cantidad de unidades suministradas diarias, y la utilización de recursos del sistema; esto último se complementaría con un análisis de capacidad con la finalidad de medir la probabilidad de operar con una unidad sin defecto. Con la finalidad de detectar patrones entre variables, se complementa el análisis con uno del tipo predictivo en 2 dos aproximaciones: (1) Aprendizaje automático (2) Modelo ARIMA. Respecto al análisis económico, se obtiene con los datos generados del modelo y simulador a un nivel prescriptivo y con datos de carácter económico-financiero-social del contrato CB-029-12.

Dentro de las oportunidades de mejora que contribuyen de manera más representativa a la reducción y/o prevención de incidentes figuran: (1) Aplicación de buenas prácticas para la dirección de proyectos bajo el enfoque del PMI (85.04% de las veces) (2) Aplicación de la gestión de cambio (66.42% de las veces) (3) Aplicación de gestión organizacional de proyecto (64.96% de las veces); estos 3 aspectos corresponden, para el primer caso, a aplicar un enfoque basado en procesos y, para los 2 subsiguientes, un enfoque de competencias. Del mismo modo, teniendo en consideración únicamente la aplicación de buenas prácticas para la dirección de proyectos bajo el enfoque del PMI, se concluye que las fallas operacionales son el tipo de incidente sujeto a mayor reducción y/o prevención (53.28% de las veces) lo

cual coincide con lo primordial por atender para con una ejecución efectiva del contrato CB-029-12; lo que es más, lo anterior se traduce en una reducción y/o prevención de incurrir en los derroches principales: tiempo (70.44% de las veces) y equipos (46.35% de las veces).

Es viable generalizar el comportamiento de las ocurrencias acontecidas durante la ejecución de contrato CB-029-12 a partir de los 274 casos recolectado para la presente investigación. Sin embargo, la correspondencia con la realidad práctica se verifica tan solo similar y correspondiente para los años 2012 y 2013 en niveles regular y alto respectivamente; posteriormente, los niveles de similitud y correspondencia son bajos.

La fecha del incidente se explica mediante tipo de incidente a un nivel estadístico (ANOVA one-way) en un 28.78%. Además, la relación anterior se expresa mediante la ecuación $Y = 0.04193 + 0.008421 X - 0.000010 X^2$; donde Y es la fecha y X es el tipo de incidente.

La relación entre la severidad del incidente y su fecha correspondiente contribuye a la detección de diversas relaciones las cuales se constatarían mediante diversos métodos estadísticos en el contexto de un análisis multivariante teniendo en cuenta la inclusión de distintas variables categóricas correspondientes a los bloques de relaciones.

El suministro de combustible en cuanto a unidades suministrantes diarias en el marco del sistema de gestión, ya sea original o modificado, sería representado por medio de modelos predictivos. En caso del sistema de gestión original, sería representado por los algoritmos bosque al azar y k-vecinos más cercanos; mientras que el sistema de gestión modificado se expresaría mediante el algoritmo k-vecinos más cercanos. Adicionalmente, la representación es viable mediante el modelado dinámico de series temporales; específicamente, los sistemas de gestión, tanto original como modificado, se representaría mediante el modelo ARIMA de acuerdo con lo siguiente: ARIMA (2, 1, 1) x (1, 1, 1).

La implementación de buenas prácticas bajo el enfoque del PMI junto con aspectos del sistema original relativos a la calidad, ambiente, y seguridad industrial contribuye a la generación de un sistema de gestión integral que coloca el nuevo sistema en una mejor condición económica-financiera-social, y también operacional. Operacionalmente, se incrementan las probabilidades de éxito de operar con una unidad suministrada diaria sin defecto; de 68.7% a 87.6% dependiendo de la meta de prevención y/o reducción de incidentes. En cuanto al aspecto económico-financiero-social, se obtiene un incremento, por

un lado, en ventas industriales de 1.6459% (S/ 17,429,168) y, por otro lado, en recaudación de impuestos de 1.6332% (S/ 5,207,373).

2. Recomendaciones

2.1. Recomendaciones parciales

2.1.1. Recomendación parcial 1

- a) Conclusión de referencia: 1
- b) Enunciado de la recomendación parcial 1

Se recomienda que la implementación de las buenas prácticas para la gestión de proyectos bajo el enfoque del PMI esté orientada a una dirección en el marco de la ejecución de megaproyectos mineros. Adicionalmente, se recomienda incluir en la gestión de proyectos bajo el enfoque del PMI la especialidad de gestión de proyectos de entidades públicas lo cual también es abordado por el PMI.

Es altamente recomendable que la implementación de las buenas prácticas del PMI se desarrolle bajo el soporte de un staff que cuente con personal certificado como profesional en dirección de proyectos (PMP, *Project Management Professional*) o en su defecto certificado como técnico en dirección de proyectos (CAPM, *Certified Associate in Project Management*). Se espera que el personal pueda operar en lo que se conoce como una oficina de gestión de proyectos (PMO, *Project Management Office*) de acuerdo con el estilo del PMI.

Se recomienda que las buenas prácticas a implementarse sean de común acuerdo entre las partes interesadas principales del contrato con la finalidad de estandarizarlas. Entre las áreas de conocimiento que se considera fundamentales a desarrollar son: (1) Gestión de tiempo (2) Gestión de comunicaciones (3) Gestión de Adquisiciones (4) Gestión de riesgos.

2.1.2. Recomendación parcial 2

- a) Conclusión de referencia: 2
- b) Enunciado de la recomendación parcial 2

Se recomienda que la gestión de contratos sea parte de un sistema integrado de gestión; particularmente, es necesario establecer correspondencias entre los sistemas de gestión de las distintas partes principales del contrato y el sistema de gestión de configuración con la finalidad de generar un sistema de gestión integral. Además, es necesario considerar que las correspondencias en mención tendrían que darse con sistemas de gestión que apliquen al proceso de suministro de combustible y subprocesos.

Se verifica que las partes interesadas principales del contrato cuentan con sistemas de gestión en calidad, ambiente y salud ocupacional; sin embargo, estos sistemas no son focalizados en los procesos y subprocesos relativos al suministro de combustible del proyecto minero Las Bambas, por lo que es altamente recomendable que se genere un propio sistema de gestión con alcance únicamente hasta los procesos y subprocesos que incumben al suministro de combustible. Económicamente este último punto tendría su sustento, por un lado, en cuanto al tiempo de vigencia del contrato (5 años) y, por otro lado, en cuanto al movimiento económico capaz de generarse.

Adicionalmente, se afirmaría que la implementación del sistema de gestión de la configuración base de una gestión de contratos efectiva contribuiría fuertemente dando soporte a los diversos aspectos del modelo de desarrollo sostenible.

2.1.3. Recomendación parcial 3

- a) Conclusión de referencia: 3
- b) Enunciado de la recomendación parcial 3

Se recomienda orientar las labores de empoderamiento de la gestión de la cadena de suministro hacia la inclusión de estándares de aceptación tanto nacional como internacional en vista que el megaproyecto minero Las Bambas considera en sus labores partes tanto de procedencia nacional como internacional. Se recomienda que los estándares a emplearse queden declarados en el contrato a suscribirse.

Es necesario diferenciar al momento de modificar la gestión de la cadena de suministro que la modificación sería a distintos niveles; entre otros se consideraría los siguientes niveles: (1) A nivel del sistema total (2) A nivel del agente retail (3) A nivel del agente suministrante. La modificación de la gestión tendría que estar orientada a la optimización del margen de contribución de acuerdo con los niveles en mención. En este sentido, se consideraría como herramientas para optimizar (o contribuir a la optimización), tomando en cuenta escenarios distintos a los propuestos en la presente investigación, el uso de los siguientes modelos: (1) Modelo teórico para la mejora del modelo de negocio del contrato CB-029-12 (aplicable también para otros contratos similares) (2) Modelo (y simulador) de Suministro de Combustible para el Sistema de Gestión de Contrato (MOSCOM – SGC).

2.2. Recomendación General

2.2.1. Consideraciones previas

Detección e implementación de oportunidades de mejora: La detección de oportunidades de mejora se hace mediante el uso del modelo teórico para la mejora del modelo de negocio del contrato CB-029-12 especialmente generado para la presente investigación. Siendo quien lo aplica el autor del presente documento se pone en conocimiento que se considere previamente a la implementación de las oportunidades de mejora generar adicionalmente un sistema de toma de decisiones para lograr la aprobación mancomunada de las partes interesadas principales del contrato; adicionalmente, se ve por conveniente organizar medios de consulta externa tanto a nivel privado como a nivel público para la aprobación de implementación y, también, para el desarrollo de la mejora de proceso.

Grupos de proceso de suministro de combustible: Se pone en conocimiento que los grupos de procesos utilizados para representar el suministro de combustible han sido detectados con la finalidad de generar un modelo que permita la gestión del suministro de combustible orientando esta última a la gestión del contrato CB-029-12 a un nivel operacional. Esto último significa que es posible adicionar otros procesos además de

operacionales de carácter técnico, de responsabilidad social, y económico-financiero entre otros dependiendo de la orientación a la cual se desee facilitar a la gestión de contratos. Así también es posible, ampliar el alcance considerado para el suministro de combustible y abordar más elementos que constituyen la cadena de suministro del combustible Diésel B-5.

Validación oficial del modelo y simulador: El modelo y simulador MOSCOM – SGC ha sido generado para fines académicos tanto con datos reales como datos prescriptiva como se comenta en apartados anteriores lo cual confiere de un grado de versatilidad aceptable para los fines del presente documento según se demuestra; en caso se desee aplicar el modelo y simulador en otros contextos se considera que la versatilidad es aceptable igualmente; sin embargo, este grado se incrementaría por medio de la modificación del modelo y simulador en cuanto a los elementos de entrada haciendo uso de datos oficiales (elementos de entrada con reconocimiento de la autoridad competente) con la finalidad de generar una validación del tipo oficial de la herramienta.

2.2.2. Enunciado de la recomendación general

En el marco de un contrato vinculado a la gran minería del Perú, como es el caso del contrato CB-029-12 con la finalidad de lograr una operación industrial de suministro de combustible Diésel B-5 basada en soluciones vinculadas a la optimización de los distintos recursos con las que cuenta, además, de un monitoreo y control efectivos, se recomienda el uso del modelo teórico para la mejora del modelo de negocio del contrato CB-029-12, y el modelo y simulador de Suministro de Combustible para el Sistema de Gestión de Contrato (MOSCOM - SGC); ambos instrumentos son utilizables para otros contextos similares como parte del pool de herramientas de mejora continua con las que una operación industrial de suministro de combustible Diésel B-5 debiera contar para labores de seguimiento (monitoreo) y control en lo que refiere a la gestión de contratos con un enfoque operacional en el contexto de proyectos de la gran minería del Perú.

3. Prospectiva o prognosis

3.1. Sistema integrado de gestión por contrato

La presente investigación entre otros pone en evidencia que para que el sistema de gestión original de suministro de combustible Diésel B-5 devenga en un sistema en mejores condiciones es necesario aplicar una gestión de la integración entre los lineamientos del PMI, y las series de normas ISO 9000, ISO 14000 y OHSAS 18000. El sistema resultante sería un sistema de gestión modificado, o también llamado: sistema integrado de gestión por contrato.

En caso de no lograr el sistema anterior es altamente probable contar con la tenencia de no correspondencias entre los sistemas de gestión de las distintas partes interesadas del contrato; esto último generaría conflictos en cuanto a la comunicación entre partes. Estando en el marco de la ejecución de un megaproyecto minero, los conflictos de comunicación ocasionan pérdidas o desaprovechamientos de recursos por no lograr una utilización, una productividad, y un rendimiento adecuados y vinculados a soluciones basadas en la optimización de recursos los cuales son escasos sobre todo en el Perú en donde varias entidades se manejan bajo políticas de austeridad.

3.2. Utilización de modelo teórico para la mejora del modelo de negocio CB-029-12

Se propuso como medio para la detección de oportunidades de mejora en el sistema original de gestión de suministro de combustible Diésel B-5 la utilización del modelo teórico para la mejora del modelo de negocio CB-029-12 el cual da origen a un modelo de datos que permite recolectar distintas oportunidades de mejora a partir de las ocurrencias en la operación industrial.

La no utilización de un modelo orientado a la detección de oportunidades de mejoras generaría que la operación industrial permanezca estacionaria y no en desarrollo o sujeta a la mejora continua. El no contar con un modelo de este tipo impediría que el sistema de gestión sea dinámico y flexible lo cual se vincula a la capacidad de este último de gestionar cambios para incrementar los beneficios ya sean económicos, financieros o sociales.

3.3. Utilización del modelo y simulador de Suministro de Combustible para el Sistema de Gestión de Contrato (MOSCOM – SGC)

El modelo y simulador MOSCOM – SGC se constituye como una herramienta de mejora continua que contribuye a los fines del grupo de procesos de seguimiento (o monitoreo) y control. Se propone el modelo y simulador mediante la presente investigación para lograr una gestión de contrato adecuada en lo que refiere al suministro de combustible.

Siendo el objeto del modelo y simulador el medir la operación industrial en cuanto a unidades suministrantes y suministradas diarias, y la utilización de diversos recursos, se considera que la no utilización del modelo y simulador impediría medir la operación industrial en cuanto a ciertos parámetros de un sistema referencial. El sistema de referencia podría ser el original o uno modificado resultante de la variación o modificación de alguno de los parámetros de la operación industrial. A partir de lo expuesto, se afirma que la no medición implica incidir en un escenario en donde se tiene el riesgo de que no se lleven a cabo actividades suficientes de seguimiento (o monitoreo) y control por falta de información. Junto con la no medición y, por ende, la omisión del control se pone de manifiesto la imposibilidad de comparar sistemas; en este caso, un sistema original con uno modificado.

4. Apuntes y sugerencias finales

4.1. Animación

Con la finalidad de incrementar la interactividad del modelo y simulador MOSCOM – SGC, se sugiere mejorar el entorno de simulación incluyendo una interfaz gráfica con objetos 3D lo cual se llevaría a cabo utilizando la herramienta de simulación AnyLogic u otra similar.

4.2. Modelo de Referencia de las Operaciones de Cadena de Suministro

En la presente investigación se hace una labor de identificar un grupo de procesos del suministro de combustible para los fines de esta. Los procesos seleccionados podrían no ser los mismos en un contexto distinto por lo que se sugiere que la inclusión de nuevos procesos esté vinculada a los propuestos en el modelo de Referencia de las Operaciones de Cadena de Suministro (*SCOR Model; Supply Chain Operations Reference Model*). Lo expuesto anteriormente se argumenta en que dicho modelo es conocido y cuenta con aprobación a nivel internacional.

4.3. *Oficina de Gestión Técnica de Contrato*

Se sugiere considerar el modelo de la presente investigación como método no solamente aplicable para fines académicos como es el caso original, sino también para aplicarlo en campo, es decir en una operación real. De acuerdo con el contexto anterior, se sugiere, además, considerar el lugar de trabajo; este lugar es lo que se conoce como una oficina de gestión técnica de contrato donde se cumplan las funciones de seguimiento y control de la gestión del contrato. El lugar apropiado se piensa que estaría dentro de la zona de influencia del proyecto minero. Adicionalmente, es necesario considerar que no es suficiente que la gestión técnica de contrato cuente con un lugar físico sino también con el soporte tecnológico adecuado; lo tecnológico estaría vinculado con la tenencia de una oficina virtual. Contar con una oficina virtual y una física permite que las labores de oficina puedan llevarse a cabo en un contexto de portabilidad.

CAPÍTULO 8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agencia de la Promoción de la Inversión Privada (2005). *Las Bambas – Un Modelo de Desarrollo Sostenible*. Lima, Perú: Agencia de la Promoción de la Inversión Privada
- Agrogiannis, Ch. & Kella, R. (2016). *Inventory Optimization as a Business Advantage*. Zaragoza, Spain: Zaragoza Logistics Center.
- Azálgara, M. (2013). Reporte no oficial de indicadores Claves de desempeño KPI del Suministro de Combustible a Xstrata Las Bambas S.A.
- Custodio, P. (2013). Las idas y venidas de la adquisición de las Bambas. *Semana Económica*.
- Dalling, I. (2012). *Management Integration: Benefits, Challenges and Solutions*. International Institute of Risk and Safety Management (Technical Paper).
- De la Fuente, A. (2013). *La Explotación de los Hidrocarburos y los Minerales en México*. Ciudad de México, México: Fundación Heinrich Böll Stiftung.
- Decreto Supremo N° 040-2014-EM que aprueba el Reglamento de Protección Gestión Ambiental para las Actividades de Explotación, Beneficio, Labor General, Transporte y Almacenamiento, Diario el Peruano § 537419 (2014)
- Decreto Supremo N° 055-2010-EM que aprueba el Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional y otras medidas complementarias en minería, Diario el Peruano § 424202 (2010)
- Espinoza, N. et al. (2006). Estrategias Regionales de Gestión Ambiental. El caso del Proyecto Minero las Bambas de Apurímac. *Revista de Investigación de la Facultad de Ciencias Administrativas, Vol. 19* (Nro. 18), 33-39.
- Glencore Xstrata plc. (2014). *Annual Report 2013*. Baar, Suiza: Glencore Xstrata plc
- Golder Associates Perú S.A. (2010). Estudio de Impacto Ambiental de Proyecto Minero Las Bambas – Resumen Ejecutivo. Lima, Perú: Golder Associates Perú.
- Gómez, M., Deslauries, J. & Alzate, M. (2010). *Cómo hacer tesis de maestría y doctorado*. Bogotá, Colombia: Ecoe.
- Gupta, R. & Makowski, C. (2016). *Facilitating Horizontal Collaboration in Supply Chains*. Zaragoza, España: Zaragoza Logistics Center
- Hernández, R., Fernández C. y Baptista, P. (2006). *Metodología de la Investigación*. Iztapalapa, México D.F.: Mc-Graw Hill Interamericana.

- Hernández, R., Fernández C. y Baptista, P. (2010). *Metodología de la Investigación*. Iztapalapa, México D.F.: Mc-Graw Hill Interamericana.
- Ibarra, D. (2008). El Desmantelamiento de PEMEX. *Economía UNAM*, 5 (13), pp. 9-29.
- Kothari, C. (2004). *Research Methodology – Methods and Techniques*. New Delhi, India: New Age.
- Dacha, F. & Jin, L. (2013). *Optimización de Cadena de Suministro: Producto químico industrial de bajo volumen*. Boston, United States of America: MIT Engineering System Division
- Lin, M. (2013). *Bayesian Statistics* (Technical Report).
- Loukides, M. (2010). *What is Data Science?* California, EU.: O'Reilly Media.
- Matutti, E. (2016). Implementación de Procedimientos de Comisionamiento y Puesta en Marcha para la Planta Concentradora de las Bambas Mining Company S.A. (Informe de Experiencia Profesional). Universidad Católica de Santa María, Arequipa.
- Michelmores, A. (2014). Accionistas de MMG aprueban adquisición de las Bambas. *Diario Gestión*.
- Ministerio del Ambiente. (2009). *Guía de Evaluación de Riesgos Ambientales*. Lima, Perú: MINAM Viceministerio de Gestión Ambiental.
- Ministerio de Energía y Minas. (2015). *Anuario Minero 2014*. Lima, Perú: MINEM Dirección de Promoción Minera.
- MMG. (2016). Las Bambas logra nivel de producción comercial. Notas de prensa de MMG.
- Montoya, K. (2015). Proyecto Las Bambas está casi listo: su avance supera el 95%. *Semana Económica*. Recuperado de: <http://semanaeconomica.com/article/sectores-y-empresas/mineria/169950-proyecto-las-bambas-esta-casi-listo-avance-supera-el-95/>
- Muñoz, C. (2011). *Cómo elaborar y asesorar una investigación de tesis*. Ciudad de México, México: Pearson Educación de México.
- Observatorio de Conflictos Mineros. (2012). *10º Observatorio de Conflictos Mineros en el Perú – Reporte Primer Semestre 2012*.
- Observatorio de Conflictos Mineros. (2013). *12º Observatorio de Conflictos Mineros en el Perú – Reporte Primer Semestre 2013*.
- Observatorio de Conflictos Mineros. (2015). Caso Las Bambas: Informe Especial 2015.

- OHSAS Project Group (2007). *Sistema de Gestión en Seguridad y Salud Ocupacional – Requisitos*. Londres, Reino Unido: BSI.
- Organismo Supervisor de la Inversión de Energía y Minería. (2015). *La industria de los hidrocarburos líquidos en el Perú: 20 años de aporte al desarrollo del país*. Lima, Perú: Impreso Grafica.
- Organización Iberoamericana de Seguridad Social. (2012). *Recopilación de los principales indicadores de siniestralidad laboral enfermedad ocupacional utilizados en Iberoamérica*. Madrid, España: Organización Iberoamericana de Seguridad Social.
- Organización Internacional de Normalización. (1999). *Gestión Ambiental – Evaluación del Desempeño Ambiental - Directrices*. Ginebra, Suiza: Secretaría General de ISO.
- Organización Internacional de Normalización. (2004). *Norma Internacional, Sistemas de Gestión Ambiental – Requisitos, ISO 14001*. Ginebra, Suiza: Secretaría General de ISO.
- Organización Internacional de Normalización. (2015). *Norma Internacional, Sistemas de Gestión de la Calidad – Fundamentos y Vocabulario, ISO 9000*. Ginebra, Suiza: Secretaría General de ISO.
- Organización Internacional de Normalización. (2008). *Norma Internacional, Sistemas de Gestión de la Calidad – Requisitos*. Ginebra, Suiza: Secretaría General de ISO.
- Petróleos del Perú – Petroperú S.A. (2012). *Informe Técnico Sustentatorio N° VIND-094-2012*. Lima, Perú: Departamento de Ventas Industria de Petróleos del Perú – Petroperú S.A.
- Petróleos del Perú – Petroperú S.A. (2012). Orden Interna de Trabajo: Servicio de Alquiler de Tres Estaciones Móviles Modulares Equipados con Sistemas de Recepción, Almacenamiento y Despacho de Combustibles para Xstrata Las Bambas. Lima, Perú: Departamento de Logística de Petróleos del Perú – Petroperú S.A.
- Petróleos del Perú – Petroperú S.A. (2014). *Memoria Anual 2013*. Lima, Perú: Petróleos del Perú – Petroperú S.A.
- Petróleos del Perú – Petroperú S.A. (2014). Informe Técnico Sustentatorio N° VIMA-087-2014. Lima, Perú: Departamento de Ventas Industria y Mayoristas
- Petróleos del Perú – Petroperú (2016). *Petroperú comprometido con el cuidado del Ambiente*. Presidencia de la República del Perú. (1984). *Código Civil*.

- Poder Judicial del Perú. (2016). *Diccionario Jurídico*.
- Project Management Institute. (2006). *Government Extension to the PMBOK Guide*. Pensilvania, Estados Unidos: Publicaciones PMI.
- Project Management Institute. (2006). *Practice Standard for Work Breakdown Structures*. Pensilvania, Estados Unidos: Publicaciones PMI.
- Project Management Institute. (2007). *Practice Standard for Project Configuration Management*. Pensilvania, Estados Unidos: Publicaciones PMI.
- Project Management Institute. (2007). *Project Manager Competency Development (PMCD) Framework*. Pensilvania, Estados Unidos: Publicaciones PMI.
- Project Management Institute. (2009). *Practice standard for project risk management*. Pensilvania, Estados Unidos: Publicaciones PMI.
- Project Management Institute. (2011). *Practice standard for earned value management*. Pensilvania, Estados Unidos: Publicaciones PMI.
- Project Management Institute. (2011). *Practice standard for project estimating*. Pensilvania, Estados Unidos: Publicaciones PMI.
- Project Management Institute. (2013). *Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos (Guía del PMBOK)*. Pensilvania, Estados Unidos: Publicaciones PMI.
- Project Management Institute. (2013). *Managing Change in Organizations: A practice guide*. Pensilvania, Estados Unidos: Publicaciones PMI.
- Project Management Institute. (2013). *Organizational Project Management Maturity Model*. Pensilvania, Estados Unidos: Publicaciones PMI.
- Project Management Institute. (2013). *Software extension to the PMBOK guide 5th edition*. Pensilvania, Estados Unidos: Publicaciones PMI.
- Project Management Institute. (2014). *Navigating Complexity: A practice guide*. Pensilvania, Estados Unidos: Publicaciones PMI.
- Project Management Institute. (2014). *Implementing Organizational Project Management: A practice guide*. Pensilvania, Estados Unidos: Publicaciones PMI.
- Real Academia Española. (2014). *Diccionario de la Lengua Española*.
- Resolución Directoral N° 073-2011-MEM/AAM del Ministerio de Energía y Minas que aprueba el Estudio de Impacto Ambiental del Proyecto Minero “Las Bambas”, Ministerio de Energía y Minas.

- Resolución Directoral N° 086-2005-MEM/AAM del Ministerio de Energía y Minas que aprueba la Evaluación Ambiental del Proyecto de Exploración “Las Bambas”, Ministerio de Energía y Minas.
- Rodriguez, V. (2010). Contratos de Servicios Múltiples en PEMEX: Eficacia, Eficiencia, y Rentabilidad. *Revista Problemas del Desarrollo*, 163 (41), pp. 119-140.
- Rondón, O. (2014). Nueva Visión de Costeo: All in Sustaining Cost, Growth y el Cash Cost. Rabitsh (Presidencia), *Nuevos Tiempos: Estrategia e Innovación*. Conferencia llevada a cabo en el II Congreso Internacional de Gestión Minera, Lima, Perú.
- Samardzich, C. (2014). Venta de las Bambas: El deal más grande de la historia del Perú. *Semana Económica*.
- Steiniger, D., Huntgeburth, J. y Veit, D. (2011). *Conceptualizing Business Models for Competitive Advantage Research by Integrating the Resource and Market-Based Views* (Paper).
- Stevens, J. (2009). *What is Bayesian statistics?*
- The Chartered Institute of Purchasing & Supply Chain. (2007). *Contract Management Guide*. Londres, Inglaterra: The Chartered Institute of Purchasing & Supply Chain
- Todeva, E. & Knoke, D. (2005). *Strategic alliances and models of collaboration*.
- U.S. Energy Information Administration. (2016). *Glossary*.
- U.S. Energy Information Administration. (2014). *International Energy Outlook Fuel*. Washington, EUA: EIA Office of Communications, EI-40
- Vargas, R. (2015). Reforma Energética: De Servicio público a modelo de negocios. *Política y Cultura*, vol. (nro. 43), 125-145.
- Vértiz, L. (2009). Análisis Técnico y Económico sobre Producción, Almacenamiento y Transporte de Biodiésel en Perú (Tesis de pregrado). Universidad de Piura, Piura.
- Waters, D. (Ed.) (2010). *Global Logistics*. Filadelfia, EU: Kogan Page Limited.
- Xstrata Antapaccay. (2013). Guía para una producción segura.
- Xstrata Copper División Operaciones Perú. (2013). *Informe de Sostenibilidad 2012*.
- Xstrata plc. (2008). *Estándares de Desarrollo Sostenible*. Zug, Suiza: Xstrata plc
- Xstrata plc. (2008). *Principios de Negocio*. Zug, Suiza: Xstrata plc
- Xstrata plc. (2010). *Política de Desarrollo Sostenible*.

CAPÍTULO 9. BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

- Adler, J. (2010). *R in a Nutshell*. California, United States of America: O'Reilly Media, Inc.
- Bowersox, D., Closs, D. y Cooper, M. (2007). *Administración y Logística en la Cadena de Suministros*. México, Mexico: McGraw-Hill Interamericana.
- Briones, G. (2002). *Metodología de la Investigación Cuantitativa en las Ciencias Sociales*. Bogotá, Colombia: Arfo Editores e Impresores Ltda.
- Caballero, A. (2014). Metodología Integral Innovadora para planes y tesis – La metodología de cómo formularlos. México D.F., México: Cengage Learning
- Chang, W. (2012). *R Graphics Cookbook*. California, United States of America: O'Reilly Media, Inc.
- Copper Acción. (2015). *Caso Las Bambas – Informe Especial 2015*. Lima, Perú: Copper Acción.
- Cortés, M. y Iglesias M. (2004). *Generalidades sobre Metodología de la Investigación*. Campeche, México: Universidad Autónoma del Carmen.
- Cotton, R. (2013). *Learning R*. California, United States of America: O'Reilly Media, Inc.
- Cuesta, H. (2013). *Practical Data Analysis*. Birmingham, United Kingdom: Packt Publishing.
- Dammert, A. y Molinelli, F. (2007). *Panorama de la Minería en el Perú*. Lima, Perú: Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería.
- Decreto Supremo N° 013-2005-EM que aprueba el Reglamento de la Ley de Promoción del Mercado de Biocombustibles, Diario El Peruano § 289856 (2005)
- Decreto Supremo N° 015-2006-EM Reglamento para la Protección Ambiental en las Actividades de Hidrocarburos, Diario El Peruano § 313936 (2006)
- Decreto Supremo N° 021-2007-EM que aprueba el Reglamento para la Comercialización de Biocombustibles, Diario el Peruano § 343856 (2007)
- Decreto Supremo N° 045-2001-EM que aprueba el Reglamento para la Comercialización de Combustibles Líquidos y otros Productos derivados de los Hidrocarburos, Diario el Peruano § 207226 (2001)

- Decreto Supremo N° 045-2005-EM que modifica diversas normas de los reglamentos de comercialización del subsector Hidrocarburos y del Glosario, Siglas y Abreviaturas de Subsector Hidrocarburos, Diario El Peruano § 302676 (2005)
- Decreto Supremo N° 052-93-EM que aprueba el Reglamento de Seguridad para el Almacenamiento de Hidrocarburos, Diario El Peruano (1993)
- Decreto Supremo N° 054-93-EM que aprueba el Reglamento de Seguridad para Establecimientos de Venta al Público de Combustibles derivados de Hidrocarburos, Diario El Peruano (1993)
- García, M., Pantoja, C., Ramirez, C., y Zambrano, A. (2009). *Fundamentos de Matemáticas Financieras*. Cartagena de Indias, Colombia: Editorial Universidad Libre Sede Cartagena
- Glencore Xstrata plc. (2014). *Annual Report 2013*. Baar, Switzerland: Radley Yeldar.
- Glencore Xstrata plc. (2014). *Informe de Sostenibilidad de 2013*.
- Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual. (1974). *Norma Técnica Peruana 399.009:1974: Colores Patrones utilizados en señales y colores de Seguridad*. Lima, Perú: Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales – INDECOPI
- Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual. (2004). *Norma Técnica Peruana 399.010-1:2004: Señales de Seguridad. Colores, símbolos, formas y dimensiones de señales de seguridad. Parte 1: Reglas para el diseño de las señales de seguridad*. Lima, Perú: Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales – INDECOPI
- Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual. (2012). *Norma Técnica Peruana 350.021:2012: Clasificación de los Fuegos y su Representación Gráfica*. Lima, Perú: Comisión de Normalización y de Fiscalización de Barreras no Comerciales – INDECOPI
- Jiménez, R. (1998). *Metodología de la Investigación – Elementos Básicos para la Investigación Clínica*. La Habana, Cuba: Editorial Ciencias Médicas.
- Ley del Procedimiento Administrativo General – Ley N° 27444, Diario el Peruano, § 201208 (2001)
- Ley General del Ambiente - Ley N° 28611, Diario el Peruano, § 302291 (2005)

- Ministerio de Economía y Finanzas. (2014). Guía general para identificación, formulación y evaluación social de proyectos de inversión pública, a nivel de perfil. Lima, Perú: Dirección General de Inversión Pública-DGIP
- Ministerio de Energía y Minas. (2013). *Anuario Minero 2012*. Lima, Perú: Ministerio de Energía y Minas.
- Ministerio de Energía y Minas. (2014). *Anuario Minero 2013*. Lima, Perú: Ministerio de Energía y Minas.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2012). *Cadenas Logísticas*. Lima, Perú: Ministerio de Transportes y Comunicaciones.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2013). *Anuario Estadístico 2012*. Lima, Perú: Ministerio de Transportes y Comunicaciones.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2014). *Anuario Estadístico 2013*. Lima, Perú: Ministerio de Transportes y Comunicaciones.
- MIT Center for Transportation & Logistics. (2018). *Supply Chain Management Key Concepts – MIT MicroMasters in Supply Chain Management*. Cambridge, USA: MIT Center for Transportation and Logistics.
- Observatorio de Conflictos Mineros. (2012). *10° Observatorio de Conflictos Mineros en el Perú – Reporte Primer Semestre 2012*.
- Observatorio de Conflictos Mineros. (2012). *11° Observatorio de Conflictos Mineros en el Perú – Reporte Segundo Semestre 2012*.
- Observatorio de Conflictos Mineros. (2013). *13° Observatorio de Conflictos Mineros en el Perú – Reporte Segundo Semestre 2013*.
- Organización Internacional de Estandarización. (2010). *ISO 26000 Visión General del Proyecto*. Ginebra: Suiza: Organización Internacional de estandarización.
- Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería. (2013). *Anuario Estadístico 2012*. Lima, Perú: Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería
- Petróleos del Perú – Petroperú S.A. (2011). *Especificaciones Técnicas de Combustible Diésel B-5 S50*.
- Petróleos del Perú – Petroperú S.A. (2012). *Hoja de Datos de Seguridad de Materiales de Combustible Diésel B-5 S50*.

- Petróleos del Perú – Petroperú S.A. (2013). *Memoria Anual 2012*. Lima, Perú: Petróleos del Perú – Petroperú S.A.
- Petróleos del Perú – Petroperú S.A. (2014). *Memoria Anual 2013*. Lima, Perú: Petróleos del Perú – Petroperú S.A.
- Render, B., Stair, R. y Hanna, M. (2012). *Métodos cuantitativos para los negocios*. México, México: Pearson Educación.
- Resolución N° 041-2008-EF/94 del Consejo Normativo de Contabilidad que aprueba la versión modificada del Plan Contable General Empresarial, Diario el Peruano, § 418766 (2010)
- Resolución N° 043-2010-EF/94 que aprueban versión modificada del Plan Contable General Empresarial, Diario el Peruano § 418766 (2010)
- Resolución N° 012-2011-SMV/01 que aprueban el “Manual de Información Financiera de los Agentes de Intermediación” y modifican plazo a que se refiere el Artículo 3° de la Res. N° 102-2010-EF/94.01.01, Diario el Peruano § 455114 (2011)
- Shalizi, C. (2015). *Advanced Data Analysis from an Elementary Point of View*. Pennsylvania, United States of America: Carnegie Mellon University
- Universidad Internacional Iberoamericana. (2014). *Guía de Estudio: Doctorado en Proyectos*. Campeche Camp., México: Universidad Internacional Iberoamericana
- Villanueva, L. (2016). Propuesta de Optimización de Recursos involucrados en el mantenimiento de equipos para mejorar la Productividad de la Operación Ferreyros – Las Bambas (Tesis pregrado). Universidad Católica Santa María, Arequipa.
- Xstrata plc. (2013). Annual Report 2012. Zug, Switzerland: Black Sun plc

APÉNDICES Y ANEXOS

APÉNDICE A: ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD Y VIABILIDAD PARA EL ESTUDIO RELATIVO A LA PROPUESTA DE MEJORA DEL MODELO DE NEGOCIO DEL CONTRATO DE SUMINISTRO DE COMBUSTIBLE N° CB-029-12 ENTRE XSTRATA Y PETROPERU

El presente apéndice presenta el análisis de factibilidad y viabilidad para el diseño, gestión y dirección de la presente investigación con la finalidad de elaborar una propuesta de mejora del modelo de negocio correspondiente.

1. Aspectos Generales

- Enfoque: Para poder realizar la contabilidad financiera del presente trabajo de investigación, se propone un enfoque de cooperación técnica financiera nacional; es decir, se propone realizar el análisis teniendo en cuenta que el trabajo de investigación es un producto que proviene de una fundación u organización no gubernamental sin fines de lucro.
- Localización: Las actividades que comprenden el análisis de factibilidad y viabilidad tendrían su localización en un local adecuado para el procesamiento de información; adicionalmente podrían realizarse algunas actividades en la zona de afectación del Proyecto Minero Las Bambas de ser el caso.
- Institucionalidad: Téngase en consideración que la presente investigación ha de ser formulada y ejecutada por el doctorando. Sin embargo, en un plano óptimo la formulación y ejecución de la investigación podría realizarse por un equipo de trabajo multidisciplinario que incluya personal de las partes interesadas críticas y adicionalmente se contaría con la prestación de servicios de compañías de consultoría e investigación científica. Téngase en consideración los posibles conflictos de interés entre las partes en el marco del contrato CB-029-12 para contar con la respectiva objetividad de las actividades
- Compatibilidad con lineamientos y planes: El contrato CB-029-12 obliga a PETROPERU a cumplir con un Programa de Auditorías al transportista por lo

que la información generada mediante la investigación podría ser compatible con lo requerido en dicha obligación. Adicionalmente, dado que el contrato CB-029-12 está sujeto a modificaciones, la información generada a partir de la investigación serviría como insumo de información para adendas contractuales.

2. Identificación

2.1. *Diagnóstico*

Habiéndose planteado el problema científico en el apartado uno del presente documento se cuenta con información que no se ha procesado para realizar actividades de mejora continua.

2.2. *Definición del problema, sus causas y efectos*

- Problema: Se desconocen los elementos que impiden la ejecución efectiva del contrato CB-029-12 dentro del periodo referencial.
- Causa: No se designó una parte responsable encargada de realizar un diagnóstico.
- Efectos: Se siguió observando que la información provista por distintas fuentes no era o en su defecto no era suficientemente procesada para realizar actividades de mejora continua.

2.3. *Planteamiento del Proyecto de Investigación*

- Objetivo central: Diagnosticar los elementos que impiden la ejecución efectiva del contrato N° CB-029-12.
- Medios para alcanzar el objetivo central: Se propone como medio la generación de información de la ejecución del contrato CB-029-12 en el periodo referencial respecto al diagnóstico de las especificaciones del modelo de gestión original y

aquellas pertenecientes a un posible modelo de gestión integral. La generación de información se hace por medio de la realización del Programa de Doctorado en Proyectos de la Universidad Internacional Iberoamericana bajo el patrocinio de la Fundación Universitaria Iberoamericana.

- Fin del Proyecto de Investigación: Contribución con información para la toma de decisiones y actividades de mejora continua.
- Planteamiento de alternativas de solución: La generación de información estaría a cargo del doctorando conforme a la metodología propuesta en el apartado 7 dado que se exige que la investigación sea realizada por este último.

3. Formulación

3.1. Horizonte de Evaluación

Se establece lo siguiente:



Figura A.1. Horizonte de Evaluación de la Investigación

Nota. Téngase en consideración que la investigación iniciaría el mes -1 el cual correspondería al mes de mayo del año 2016.

3.2. Determinación de la brecha oferta-demanda

- Servicio: Téngase en consideración que se piensa proveer soluciones de negocio a las partes del contrato CB-029-12 respecto al objeto de este último.

- **Demanda:** La población demandante efectiva de soluciones de negocio o propuestas de mejora continua para el Proyecto Minero Las Bambas corresponde a las partes del contrato, es decir a PETROPERU y XSTRATA. Se tendría como población demandante potencial a las partes que tienen influencia directa en la ejecución del suministro de combustible, es decir, al transportista y a los usuarios del combustible. Adicionalmente se consideraría como una población demandante referencial a las demás partes interesadas restantes pertenecientes a la zona de afectación del Proyecto.
- **Oferta:** La oferta se define como la capacidad de investigar el proceso de suministro de combustible con la finalidad de proveer soluciones de negocio para el desarrollo del modelo de negocio correspondiente al contrato CB-029-12.
- **Brecha:** La brecha se define como la diferencia entre las horas disponibles por la unidad de investigación y desarrollo para la realización de actividades de oficio, y las horas de atención requeridas para el desarrollo de actividades de investigación y desarrollo.

3.3. *Análisis Técnico de las Alternativas*

Por medio del análisis técnico de las alternativas de solución, se identifican las alternativas técnicas, se establecen metas de productos, y se determinan los requerimientos de producto.

Tabla A.1
Identificación de Alternativas Técnicas

Alternativas de Solución	Localización	Tecnología	Tamaño	
1	Investigación In-House	Arequipa ^a	Equipo de Oficina	Reportación quincenal ^b
2	Investigación On-Field	Zona de Proyecto Minero Las Bambas	Equipo de Oficina Equipo para la recolección de datos	Reportación quincenal
3	Investigación Mixta	Arequipa	Equipo de Oficina Equipo para la recolección de Datos	Reportación quincenal

^a Téngase en consideración que la investigación In-House se refiere a aquella realizada en las instalaciones del doctorando de la presente investigación.

^b Entiéndase la reportación quincenal como la cuantificación representativa de información generada para efectos del cumplimiento de objetivos de la investigación.

Tabla A.2
Metas de Productos

Componente	Operación	Meta	Calendario	
			De	A
Fase I Cursos Generales	Cursar las Asignaturas Generales del Programa	Obtención de 12 créditos	II-2014	III-2014
Fase II Cursos Medulares	Cursar 12 cursos Medulares	Obtención de 24 créditos	IV-2014	IV-2015
Fase III Investigación	Realizar el trabajo de investigación I	Obtención de 5 créditos	I-2016	II-2016
	Realizar el trabajo de investigación II	Obtención de 5 créditos	I-2016	II-2016
	Elaborar la Propuesta de Tesis Doctoral	Obtención de 4 créditos	II-2016	IV-2016
Fase IV Tesis Doctoral	Elaboración de Tesis Doctoral	Obtención de 15 créditos	IV-2016	II-2017
	Disertación de Tesis Doctoral	Obtención de 10 créditos	II-2017	II-2017

Tabla A.3
Requerimiento de Recursos

60 Compras	62 Gastos de Personal, Directores y Gerentes	63 Gastos de Servicios Prestados por terceros	64 Tributos	65 Otros Gastos de Gestión	67 Gastos Financieros	68 Valuación y Deterioro de Activos y Provisiones
6011 Mercaderías Manufacturadas	621 Remuneraciones	6312 Correos	6411 Impuesto general a las ventas y selectivo al consumo	651 Seguros	6731 Préstamos de instituciones financieras y otras entidades	6814 Depreciación de inmuebles, maquinaria y equipo – Costo
6018 Otras Mercaderías	624 Capacitación	6315 Otros gastos de viaje	6434 Licencia de funcionamiento	653 Suscripciones		682 Amortización de intangibles
	625 Atención al personal	6321 Asesoría Administrativa		654 Licencias y derechos de vigencia		
	626 Gerentes	6343 Mantenimiento - Inmuebles, maquinaria y equipo		656 Suministros		
	6272 Régimen de pensiones	635 Alquileres		6591 Donaciones		
	6292 Pensiones y jubilaciones	636 Servicios básicos				
	6293 Otros beneficios post-empleo					

Nota. Los recursos requeridos se han clasificado conforme al catálogo de cuentas propuestas en el Plan Contable General Empresarial aprobado mediante la Resolución N° 43-2010-EF/94 del Consejo Normativo de Contabilidad en el Perú.

3.4. *Costos a precios de mercado*

Tabla A.4

Costos de la Alternativa Técnica 3 – Investigación Mixta

Cuentas de Egresos	2013	2014	2015	2016	2017
60 Compras					
6011 Mercaderías Manufacturadas	88711	0	0	0	0
6018 Otras Mercaderías	3642	8391	8391	8391	8391
Subtotal	92353	8391	8391	8391	8391
62 Gastos de Personal, Directores y Gerentes					
621 Remuneraciones	48750	195000	195000	195000	195000
624 Capacitación	23897	0	0	0	0
625 Atención al personal	4000	0	0	0	4000
626 Gerentes	37500	150000	150000	150000	150000
6272 Régimen de pensiones	9356	37426	37426	37426	37426
6291 Pensiones y jubilaciones	6098	53907	53907	53907	53907
6292 Pensiones y jubilaciones	4929	45573	45573	45573	45573
6293 Pensiones y jubilaciones	3176	33073	33073	33073	33073
Subtotal	137707	514979	514979	514979	518979
63 Gastos de Servicios Prestados por terceros					
6312 Correos	1046	4186	4186	4186	4186
6315 Otros gastos de viaje	8154	32615	32615	32615	32615
6321 Asesoría Administrativa	7500	30000	30000	30000	30000
6343 Mantenimiento - Inmuebles, maquinaria y equipo	10500	42000	42000	42000	42000
635 Alquileres	11400	45600	45600	45600	45600
636 Servicios básicos	3075	12299	12299	12299	12299
Subtotal	41675	166699	166699	166699	166699
64 Gastos por Tributos					

Mauricio Azálgara Bedoya

6411 Impuesto general a las ventas y selectivo al consumo	26123	8708	17415	17415	17415
6434 Licencia de funcionamiento	500	0	0	0	0
Subtotal	26623	8708	17415	17415	17415
65 Otros Gastos de Gestión					
651 Seguros	1062	1062	1062	1062	1062
653 Suscripciones	156	624	624	624	624
656 Suministros	1761	0	0	0	0
6591 Donaciones	195	780	780	780	780
Subtotal	3174	2466	2466	2466	2466
67 Gastos Financieros					
6731 Préstamos de instituciones financieras y otras entidades	0	879	555	218	0
Subtotal	0	879	555	218	0
68 Gastos de Valuación y Deterioro de Activos y Provisiones					
6814 Depreciación de inmuebles, maquinaria y equipo – Costo	18925	18925	18925	18925	85
682 Amortización de intangibles	3917	3917	3917	3917	3917
Subtotal	22842	22842	22842	22842	4002
<hr/>					
Total, EGRESOS (S/.)	324373	724963	733347	733010	717952

Nota1. La tabla presenta los egresos para la alternativa 3, investigación mixta.

Nota2. La alternativa 1, Investigación In-House, difiere de la alternativa 3 en la cuenta 6315. Debido a que la alternativa 1 no considera viajes la cuenta se reduce a 0 a para todos los años. Esto último significaría una reducción de costos anuales de S/. 27723 respecto a los egresos de la alternativa 3.

Nota3. La alternativa 2, Investigación On-Field, difiere de la alternativa 3 en las cuentas 6315, 635, 636. Dado a que la alternativa 2 incrementa la estadía del personal en campo, ya no se requiere alquiler de oficina y como servicios básicos solamente se requeriría el servicio de telefonía celular. Esto último se traduce en un incremento anual promedio de S/. 106981.

Nota4. El detalle de cada cuenta de la tabla se muestra en el apéndice B.

4. Evaluación

4.1. Evaluación Social

Llevándose a cabo el presente proyecto de investigación se obtienen los beneficios y costos sociales con la finalidad de computar los siguientes indicadores: beneficio social - costo social, tasa interna de retorno social, y costo social – efectividad.

Tabla A.5
Beneficios Sociales

Ítem	Tipo	Detalle
1a	Directo	Generación de propuesta de diseño de un sistema de gestión integral para la atención del contrato CB-029-12 para la empresa estatal PETROPERU bajo el enfoque de Project Management Institute.
1b	Directo	Generación de tributos ^a por un promedio anual de S/. 87575 soles para 5 años.
2a	Indirecto	Generación y desarrollo de conocimiento científico perteneciente al sector energía y minas.
2b	Indirecto	Ingresos de PETROPERU por completación de bienes no entregados
2c	Indirecto	Incremento de tributos (IGV, ISC) por completación de bienes no entregados
3	Intangible	Desarrollo del modelo de negocio del Proyecto Minero Las Bambas.

^a Véase el detalle de los tributos generados en las cuentas 6411 (Impuesto General a las Ventas y Selectivo al Consumo) y 6434 (Licencia de Funcionamiento) del apéndice B.

Tabla A.6
Alternativas Técnicas 1, 2 y 3: Beneficios Sociales en términos monetarios

Beneficios Sociales	2013	2014	2015	2016	2017
Beneficios Directos					
64 Gastos por Tributos					
6411 Impuesto general a las ventas y selectivo al consumo	26123	8708	17415	17415	17415
6434 Licencia de funcionamiento	500	0	0	0	0
Subtotal	26623	8708	17415	17415	17415
Beneficios Indirectos					
1001 ^a Incremento de consumo de bien	0	28381104	11574160	11775200	12464480
Subtotal	0	28381104	11574160	11775200	12464480
1002 ^b Incremento de Gastos por tributos					
10021 Impuesto General a las Ventas	0	5108599	2083349	2119536	2243606
10022 Impuesto Selectivo al consumo	0	28664915	11689902	11892952	12589125
Subtotal	0	33773514	13773250	14012488	14832731
Factor de éxito	0,085	0,085	0,085	0,085	0,085
Subtotal	0	2870749	1170726	1191061	1260782
Total, BENEFICIOS SOCIALES (S/.)	26623	2879456	1188141	1208476	1278197

Nota1. Considérese el factor de éxito como la probabilidad de que el proyecto de investigación pueda acceder a los beneficios indirectos o de manera parcial o total, ya que estos son potenciales debido a su dependencia de la colaboración efectiva de los distintos recursos que permiten la ejecución del contrato CB-029-12.

Nota2. Debido a que el año 2013 es un periodo de pre-inversión, el volumen no entregado correspondiente a aquel año es entregado en 2014.

^a Incremento por completación de órdenes de compra

^b Tributos generados por incremento de consumo

Tabla A.7

Alternativa Técnica 3: Costos Sociales

Cuentas de Egresos	Factor Corrección	2013	2014	2015	2016	2017
60 Compras						
6011 Mercaderías Manufacturadas	0,85	75179	0	0	0	0
6018 Otras Mercaderías	0,85	3087	7111	7111	7111	7111
Subtotal		78265	7111	7111	7111	7111
62 Gastos de Personal, Directores y Gerentes						
621 Remuneraciones	1,00	48750	195000	195000	195000	195000
624 Capacitación	0,85	20252	0	0	0	0
625 Atención al personal	0,85	3390	0	0	0	3390
626 Gerentes	1,00	37500	150000	150000	150000	150000
6272 Régimen de pensiones	1,00	9356	37426	37426	37426	37426
6291 Pensiones y jubilaciones	1,00	6098	53907	53907	53907	53907
6292 Pensiones y jubilaciones	1,00	4929	45573	45573	45573	45573
6293 Pensiones y jubilaciones	1,00	3176	33073	33073	33073	33073
Subtotal		133451	514979	514979	514979	518369
63 Gastos de Servicios Prestados por terceros						
6312 Correos	0,85	887	3547	3547	3547	3547
6315 Otros gastos de viaje	0,85	6910	27640	27640	27640	27640
6321 Asesoría Administrativa	0,85	6356	25424	25424	25424	25424
6343 Mantenimiento - Inmuebles, maquinaria y equipo	0,85	8898	35593	35593	35593	35593
635 Alquileres	0,85	9661	38644	38644	38644	38644
636 Servicios básicos	0,85	2606	10423	10423	10423	10423
Subtotal		35318	141271	141271	141271	141271

65 Otros Gastos de Gestión						
651 Seguros	0,85	22138	7379	14758	14758	14758
653 Suscripciones	0,85	424	0	0	0	0
656 Suministros	0,85	22561	7379	14758	14758	14758
6591 Donaciones	1,00	0	0	0	0	0
Subtotal		45123	14758	29517	29517	29517
67 Gastos Financieros						
6731 Préstamos de instituciones financieras y otras entidades	1,00	1761	0	0	0	0
Subtotal		1761	0	0	0	0
Total, COSTOS SOCIALES (S/.)		293918	678119	692878	692878	696267

Nota1. Ténganse los costos de la tabla por costos sociales directos; mediante el factor de corrección se ajustan los precios de mercado respecto a distorsiones como los impuestos con la finalidad de conocer el verdadero valor del proyecto.

Nota2. Se consideran como costos sociales indirectos el costo hora-hombre que emplearían los miembros de una comisión para el estudio de la investigación y la posible implementación de mejoras propuestas.

Nota3. Las cuentas relativas al personal (621, 626, 6272, 6291, 6292, y 9293) utilizan un factor de corrección de 1 dado que los costos no se gravan con el impuesto a la renta por tratarse de una fundación u organización no gubernamental sin fines de lucro.

Nota4. Las alternativas 1 y 2 presentan una variación anual promedio respecto de la alternativa 3 de S/. 23494 (reducción de costos) y S/. 118718 (incremento de costos) respectivamente.

Tabla A.8

Alternativa Técnica 1: Flujos de Efectivo Sociales y Valor Actual Neto Social (VANS) usando una Tasa de Descuento Social (TDS)

Año	TDS = 11%	Inversión		Beneficios Sociales		Costos Sociales	
	1/(1+TDS) ⁿ	Monto (S/.)	VANS (Base = 2013)	Monto (S/.)	VANS (Base = 2013)	Monto (S/.)	VANS (Base = 2013)
2013	1,00	350000	350000	26623	26623	287008	287008
2014	0,90	800000	720721	2879456	2594105	650479	586017
2015	0,81	800000	649298	1188141	964322	665238	539922
2016	0,73	800000	584953	1208476	883628	665238	486416
2017	0,66	600000	395239	1278197	841988	668628	440446
Total, VANS (S/.)			2700210		5310665		2339809

Nota1. Se utiliza una tasa de descuento social del 11% teniendo como referencia la tasa de descuento para los proyectos de inversión pública propuesta en la Directiva General del Sistema Nacional de Inversión Pública aprobada por la R.D. N° 002-2009-EF/68.01.

Nota2. Téngase por inversión el posible patrocinio brindado por PETROPERU a la organización ejecutora del proyecto de investigación.

Nota3. De la presente tabla se obtiene la razón Beneficio Social / Costo Social

Tabla A.9

Alternativa Técnica 2: Flujos de Efectivo Sociales y Valor Actual Neto Social (VANS) usando una Tasa de Descuento Social (TDS)

Año	TDS = 11%	Inversión		Beneficios Sociales		Costos Sociales	
	1/(1+TDS) ⁿ	Monto (S/.)	VANS (Base = 2013)	Monto (S/.)	VANS (Base = 2013)	Monto (S/.)	VANS (Base = 2013)
2013	1,00	350000	350000	26623	26623	328835	328835
2014	0,90	800000	720721	2879456	2594105	817787	736745
2015	0,81	800000	649298	1188141	964322	832545	675712
2016	0,73	800000	584953	1208476	883628	832545	608750
2017	0,66	600000	395239	1278197	841988	835935	550656
Total, VANS (S/.)			2700210		5310665		2900699

Nota1. Se utiliza una tasa de descuento social del 11% teniendo como referencia la tasa de descuento para los proyectos de inversión pública propuesta en la Directiva General del Sistema Nacional de Inversión Pública aprobada por la R.D. N° 002-2009-EF/68.01.

Nota2. Téngase por inversión el posible patrocinio brindado por PETROPERU a la organización ejecutora del proyecto de investigación.

Nota3. De la presente tabla se obtiene la razón Beneficio Social / Costo Social

Tabla A.10

Alternativa Técnica 3: Flujos de Efectivo Sociales y Valor Actual Neto Social (VANS) usando una Tasa de Descuento Social (TDS)

Año	TDS = 11%	Inversión		Beneficios Sociales		Costos Sociales	
	$1/(1+TDS)^n$	Monto (S/.)	VANS (Base = 2013)	Monto (S/.)	VANS (Base = 2013)	Monto (S/.)	VANS (Base = 2013)
2013	1,00	350000	350000	26623	26623	293918	293918
2014	0,90	800000	720721	2879456	2594105	678119	610918
2015	0,81	800000	649298	1188141	964322	692878	562355
2016	0,73	800000	584953	1208476	883628	692878	506626
2017	0,66	600000	395239	1278197	841988	696267	458653
Total, VANS (S/.)			2700210		5310665		2432470

Nota1. Se utiliza una tasa de descuento social del 11% teniendo como referencia la tasa de descuento para los proyectos de inversión pública propuesta en la Directiva General del Sistema Nacional de Inversión Pública aprobada por la R.D. N° 002-2009-EF/68.01.

Nota2. Téngase por inversión el posible patrocinio brindado por PETROPERU a la organización ejecutora del proyecto de investigación.

Nota3. De la presente tabla se obtiene la razón Beneficio Social / Costo Social

Tabla A.11

Alternativa Técnica 1: Flujos de Efectivo Sociales y Valor Actual Neto Social (VANS) usando la Tasa de Interna de Retorno Social (TIRS)

Año	TIRS = 101%	Inversión		Beneficios Sociales		Costos Sociales	
	$1/(1+TIRS)^n$	Monto (S/.)	VANS (Base = 2013)	Monto (S/.)	VANS (Base = 2013)	Monto (S/.)	VANS (Base = 2013)
2013	1,00	350000	350000	26623	26623	287008	287008
2014	0,50	800000	397242	2879456	1429800	650479	322997
2015	0,25	800000	197251	1188141	292953	665238	164024
2016	0,12	800000	97945	1208476	147956	665238	81446
2017	0,06	600000	36476	1278197	77706	668628	40648
Total, VANS (S/.)			1078914		1975037		896123

Tabla A.12

Alternativa Técnica 3: Flujos de Efectivo Sociales y Valor Actual Neto Social (VANS) usando la Tasa de Interna de Retorno Social (TIRS)

Año	TIRS = 87%	Inversión		Beneficios Sociales		Costos Sociales	
	$1/(1+TIRS)^n$	Monto (S/.)	VANS (Base = 2013)	Monto (S/.)	VANS (Base = 2013)	Monto (S/.)	VANS (Base = 2013)
2013	1,00	350000	350000	26623	26623	293918	293918
2014	0,53	800000	427838	2879456	1539927	678119	362657
2015	0,29	800000	228807	1188141	339819	692878	198169
2016	0,15	800000	122365	1208476	184845	692878	105980
2017	0,08	600000	49081	1278197	104558	696267	56955
Total, VANS (S/.)			1178091		2195770		1017679

Tabla A.13
Indicadores de Evaluación Social

Alternativa Técnica	Razón	Regla de decisión	Calificación	Valor
1	Beneficio Social / Costo Social	BS / CS > 1	Aceptable	1,05
	Tasa Interna de Retorno Social	TIR > TDS	Aceptable	101%
	Costo Social / Efectividad Social	CS / ES à 0	Aceptable	3,08
2	Beneficio Social / Costo Social	BS / CS > 1	Inaceptable	0,95
	Tasa Interna de Retorno Social	TIR > TDS	Incalculable	-
	Costo Social / Efectividad Social	CS / ES à 0	Aceptable	3,82
3	Beneficio Social / Costo Social	BS / CS > 1	Aceptable	1,03
	Tasa Interna de Retorno Social	TIR > TDS	Aceptable	87%
	Costo Social / Efectividad Social	CS / ES à 0	Aceptable	3,20

Nota1. La razón CS / ES indica que la entrega de un galón de diésel implica un costo de S/. 6,18; considérese el diésel entregado como aquel que sin el proyecto no sería entregado.

Nota2. La efectividad social se define como la razón entre el costo social y los bienes entregados que serían entregados gracias al proyecto de investigación.

Nota3. Las 3 alternativas utilizan un mismo factor de éxito de 0.085.

4.2. Evaluación Privada

La evaluación privada coincide con la evaluación social debido a que el proyecto de investigación se realiza mediante la constitución de una organización no gubernamental o fundación cuyo inversionista es una entidad pública.

4.3. Análisis de Sensibilidad

Se considera como variable que produce cambios significativos el factor de éxito, por lo que se propone el siguiente análisis.

Tabla A.14
Análisis de Sensibilidad del Proyecto de Investigación

Alternativa	Razón	Regla de decisión	Calificación	Factor Éxito			
				0,081	0,082	0,085	0,09
				Valor			
1	Beneficio Social / Costo Social	BS / CS > 1	Aceptable	1,00	1,02	1,05	1,11

Análisis de una operación industrial de suministro de combustible Diésel B-5 y desarrollo de solución de optimización basada en las metodologías del PMI, ISO 9000, ISO 14000 y OHSAS 18000

	Tasa Interna de Retorno Social	TIR > TDS	Aceptable	51%	68%	101%	144%
	Costo Social / Efectividad Social	CS / ES à 0	Aceptable	3,23	3,19	3,08	2,91
2	Beneficio Social / Costo Social	BS / CS > 1	Inaceptable	0,90	0,92	0,95	1,00
	Tasa Interna de Retorno Social	TIR > TDS	Incalculable	-	-	-	58%
	Costo Social / Efectividad Social	CS / ES à 0	Aceptable	4,01	3,96	3,82	3,60
3	Beneficio Social / Costo Social	BS / CS > 1	Aceptable	0,99	1,00	1,03	1,09
	Tasa Interna de Retorno Social	TIR > TDS	Aceptable	-	40%	87%	132%
	Costo Social / Efectividad Social	CS / ES à 0	Aceptable	3,36	3,32	3,20	3,02

Nota1. Resaltado en amarillo se divisan la razón Beneficio Social y Costo Social con valor de 1 para un determinado factor de éxito, lo cual pone en conocimiento el valor mínimo aceptable de la alternativa técnica correspondiente.

4.4. Análisis de Sostenibilidad

La sostenibilidad del proyecto se demostraría mediante la cuenta 89 Determinación del Resultado del Ejercicio expuesta en el Apéndice D. La cuenta 89 muestra en la subcuenta 891 Utilidad una utilidad promedio anual de S/. 158320 para la alternativa técnica 3. Además, se precisa que las alternativas técnicas 1 y 2 difieren en un incremento promedio anual de S/. 27723 y una reducción promedio anual de S/. 160981 respectivamente.

De lo expuesto anteriormente se concluye que las alternativas técnicas 1, 2, y 3 son viables en términos de producción de la investigación y ejecución de la producción de manera ininterrumpida.

Sin embargo, respecto a la alternativa 2 se sugiere inyectar recursos monetarios mediante un incremento de los ingresos en lo que se refiere al patrocinio (mecenazgo) en el año 2017 para no incurrir en pérdida durante aquel ejercicio y para que el proyecto no sea inviable para la fundación u organización no gubernamental. La inyección de recursos se realizaría también mediante el incremento del precio de venta del trabajo de investigación.

Finalmente se precisa que la sostenibilidad del proyecto de investigación depende de lo siguiente:

Tabla A.15

Factores de Interrupción de Sostenibilidad de Proyecto de Investigación

Factor de Interrupción	Cuenta de Referencia	Riesgo
Ingresos por Patrocinio	759 Otros ingresos de gestión	Incurrir en impago de obligaciones.
Investigador	62 Gastos de Personal, Directores y Gerentes	Incurrir en realización inefectiva del trabajo de investigación
Producto Terminado	70 Ventas 702 Productos terminados	No inyectar recursos monetarios programados.
Tipo de Alternativa	6315 Otros gastos de viaje 636 Servicios básicos	No alcanzar el éxito esperado.

4.5. Impacto Ambiental

El impacto ambiental del proyecto se aborda mediante la identificación y evaluación de los impactos más significativos en la fase de funcionamiento.

Tabla A.16
Informe Ambiental de identificación de los impactos más significativos en la fase de funcionamiento

Impacto Ambiental	Dimensiones	Efecto		Temporalidad			Ámbito			Magnitud							
		Positivo	Negativo	Neutro	Permanente	Transitorio		Corto	Mediano	Largo	Local	Regional	Nacional	Leve	Moderado	Fuerte	
Tributación	Efectos Económicos	x							x	x	x	x				x	
	Efectos Socioculturales	x							x	x	x	x	x				
	Efectos Tecnológicos	x							x	x	x	x			x		
	Efectos sobre la salud	x							x	x	x	x			x		
	Efectos locales	x							x	x							x
	Desarrollo de conocimiento científico	Efectos Económicos	x							x	x	x	x			x	
Efectos Socioculturales		x							x	x	x	x			x		
Efectos Tecnológicos		x							x	x	x	x			x		
Efectos sobre la salud		x							x	x	x				x		
Efectos locales		x							x	x					x		

Análisis de una operación industrial de suministro de combustible Diésel B-5 y desarrollo de solución de optimización basada en las metodologías del PMI, ISO 9000, ISO 14000 y OHSAS 18000

Desarrollo de modelo de negocio	Efectos Económicos	x	x	x	x	x	x
	Efectos Socioculturales	x	x	x	x	x	x
	Efectos Tecnológicos	x	x	x	x	x	x
	Efectos sobre la salud	x	x	x	x	x	x
	Efectos locales	x	x	x	x	x	x

Nota1. Téngase en cuenta que no hay necesidad de aplicar medidas de mitigación o prevención de impactos negativos.

Nota2. El informe es el mismo para las 3 alternativas técnicas.

4.6. *Gestión de Proyecto*

La gestión de Proyecto se ejecuta conforme al siguiente organigrama.



Figura A.2. Organigrama del Proyecto

4.7. *Selección de Alternativa Técnica*

Se opta por la Alternativa Técnica 3, es decir, Investigación Mixta.

En primer lugar, por tener éstos indicadores económico-financieros favorables y aceptables (Valor Actual Neto Social > 0 ; Razón Beneficio Social – Costo Social = 1.03; Tasa Interna de Retorno Social = 87%).

Del mismo modo, se prefiere la Alternativa Técnica 3 sobre la 1 por tener esta última considerada en sus actividades la tenencia de contacto con agentes involucrados en el mismo Proyecto Minero Las Bambas.

4.8. *Matriz del Marco Lógico*

A continuación, se presente la Matriz del Marco Lógico con la finalidad de proporcionar una herramienta de gestión del proyecto que permita la evaluación de este en cualquier momento de durante la ejecución de éste.

Tabla A.17

Matriz de Marco Lógico

Ítem	Objetivos	Indicadores	Medios de Verificación	Supuestos
Fin	Contribuir al desarrollo del Proyecto Minero Las Bambas	Incremento potencial de hasta el 8% de Diésel B-5 ordenando por XSTRATA y no entregado por PETROPERU.	Facturación de XSTRATA	La medición del incremento es puesta en conocimiento a un nivel oficial.
Propósito	Diseñar un sistema de gestión integral para la atención del contrato CB-029-12 para la empresa estatal PETROPERU bajo el enfoque de Project Management Institute.	Aprobación de la Tesis Doctoral	Certificación de Doctor en Proyectos	Cumplimiento del Programa de Doctorado en Proyectos.
Componentes	Cursos Generales	Obtención de 12 créditos	Aprobación de UNINI conforme a estándares.	Cumplimiento de fase de Programa de Doctorado en Proyectos.
	Cursos Medulares	Obtención de 24 créditos	Aprobación de UNINI conforme a estándares.	Cumplimiento de fase de Programa de Doctorado en Proyectos.
	Fase de Investigación	Obtención de 14 créditos	Aprobación de UNINI conforme a estándares.	Cumplimiento de fase de Programa de Doctorado en Proyectos.
	Elaboración de Tesis Doctoral	Obtención de 15 créditos	Aprobación de UNINI conforme a estándares.	Cumplimiento de fase de Programa de Doctorado en Proyectos.
	Disertación de Tesis Doctoral	Obtención de 10 créditos	Aprobación de UNINI conforme a estándares.	Cumplimiento de fase de Programa de Doctorado en Proyectos.

Actividades	Proceso de Inicio	Fecha de inicio programada	Autorización de UNINI para iniciar las fases: I, II, III, y IV.	Cumplimiento de la fase anterior.
	Proceso de Planificación	% de avance de completación de documentos de investigación (Trabajos de Investigación I y II, y Propuesta Doctoral de Tesis)	Aprobación de UNINI conforme a estándares.	Secuencia inalterable respecto a la elaboración de documentos.
	Proceso de Ejecución	% de avance de completación de tesis doctoral	Aprobación de UNINI conforme a estándares.	Secuencia inalterable respecto a la elaboración de documentos.
	Proceso de Monitoreo y Control	% de conformidades	Checklist de actividades de monitoreo y control	El proceso es a nivel de la organización.
	Proceso de Cierre	% de conformidades	Checklist de actividades de cierre	El proceso es a nivel de la organización.

APÉNDICE B: EGRESOS DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

A continuación, se presenta el detalle de cada cuenta de los egresos del trabajo de investigación (Alternativa Técnica 3 – Investigación Mixta).

Tabla B.1
Cuentas de Egresos

60 Compras	62 Gastos de Personal, Directores y Gerentes	63 Gastos de Servicios Prestados por terceros	64 Tributos	65 Otros Gastos de Gestión	67 Gastos Financieros	68 Valuación y Deterioro de Activos y Provisiones
6011 Mercaderías Manufacturadas	621 Remuneraciones	6312 Correos	6411 Impuesto general a las ventas y selectivo al consumo	651 Seguros	6731 Préstamos de instituciones financieras y otras entidades	6814 Depreciación de inmuebles, maquinaria y equipo – Costo
6018 Otras Mercaderías	624 Capacitación	6315 Otros gastos de viaje	6434 Licencia de funcionamiento	653 Suscripciones		682 Amortización de intangibles
	625 Atención al personal	6321 Asesoría Administrativa		654 Licencias y derechos de vigencia		
	626 Gerentes	6343 Mantenimiento - Inmuebles, maquinaria y equipo		656 Suministros		
	6272 Régimen de pensiones	635 Alquileres		6591 Donaciones		
	6292 Pensiones y jubilaciones	636 Servicios básicos				
	6293 Otros beneficios post-empleo					

Tabla B.2

Cuenta 6011 Muebles y Enseres

Ítem	Ref.	Cantidad	Unidad de Medida	Costo Unitario (S/.)	Sub Total (S/.)
Muebles y Enseres	Cuenta 7224	1	Glb.	10211	10211
Equipos diversos	Cuenta 7225	1	Glb.	78500	78500
Total					88711,00

Nota. Operación realizada en el 4to trimestre de 2013.

Tabla B.3

Cuenta 6018 Otras Mercaderías – Parte 1

Ítem	Desarrollador	Especificación	Cantidad	Unidad de Medida	Costo Unitario (S/.)	Sub Total (S/.)
Adobe Acrobat PRO DC	Adobe Systems	Suscripción Anual	4	Licencia	558,96	2235,84
Office 365	Microsoft	Plan Empresa Premium	4	usuario/mes	41,10	1972,80
Visio	Microsoft	Visio Pro para Office 365	2	usuario/mes	50,96	1223,14
Project	Microsoft	Project para Office 365	3	usuario/mes	82,20	2959,20
Total						8390,98

Tabla B.4
Cuenta 6018 Otras Mercaderías – Parte 2

Ítem	Desarrollador	Especificación	Cantidad	Unidad de Medida	Costo Unitario (S/.)	Sub Total (S/.)
EndNote	Thomson Reuters	X7	1	paquete	821,84	821,84
EndNote	Thomson Reuters	iPad version	2	un.	32,55	65,10
Aplicaciones Varias - iTunes Store	Apple	-	1	Glb.	657,60	657,60
Total						1544,54

Nota. Operación realizada en el 4to trimestre de 2013.

Tabla B.5
Cuenta 621 Remuneraciones

Personal	Cant.	Unidad de Medida	Rem. Mensual (S/.)	Requerimiento de Horas al mes ^a	Requerimiento de Horas al mes ^b (Sobretiempo)	Remuneración Mensual (S/.) Total
Investigador ^c	1	persona	8000	160	32	10000
Soporte Administrativo	1	persona	5000	160	32	6250
Total						16250,00

^a Téngase en consideración un horario de trabajo de L-V con 40 horas semanales y 4 semanas por mes.

^b El sobretiempo representa un incremento del 25% teniendo como base lo normal.

^c Téngase en consideración al investigador como el cargo dentro de la empresa que desempeña el doctorando.

Tabla B.6
Cuenta 624 Capacitación

Ítem	Proveedor	Especificación	Cantidad	Unidad de Medida	Costo Unitario (S/.)	Sub Total (S/.)
Doctorado en Proyectos	FUNIBER	Programa "Becas Doctorado"	1	Programa	22253,18	22253
Doctorado en Proyectos	FUNIBER	Matrícula	1	Matrícula	1644,00	1644
Total						23897

Nota. Téngase en consideración que el inicio del programa se dio en 2014/04/30; sin embargo, considérese la cancelación del programa al inicio del presente proyecto de investigación para efectos del estudio de la viabilidad y factibilidad de este último.

Tabla B.7
Cuenta 625 Atención al personal

Ítem	Proveedor	Especificación	Cantidad	Unidad de Medida	Costo Unitario (S/.)	Sub Total (S/.)
Evento Empresarial	CVD	Lanzamiento / Término de Proyecto	2	Evento	2500	5000
Alquiler Local	Club Internacional de Arequipa	Salón Social (incl. Garantía, limpieza y vigilancia)	2	día	1500	3000
Total						8000

Nota1. Téngase en consideración que el evento empresarial sería para 15 personas.

Nota2. Téngase en consideración la realización de 2 eventos en el 3 trimestre de 2013 y en el 4 trimestre de 2017.

Tabla B.8
Cuenta 626 Gerentes

Personal	Cantidad	Unidad de Medida	Remuneración Mensual (S/.)	Requerimiento de Horas al mes ^a	Requerimiento de Horas al mes ^b (Sobretiempo)	Remuneración Mensual Total (S/.)
Gerente	1	persona	10000	160	32	12500
Total						12500

^a Téngase en consideración un horario de trabajo de L-V con 40 horas semanales y 4 semanas por mes.

^b Incrementétese el 25% del requerimiento mensual de horas para la obtención del sobretiempo.

Tabla B.9
Cuenta 6272 Régimen de pensiones

Personal	AFP - Aporte Obligatorio Mensual ^a	Remuneración Mensual (S/.)	Asignación (S/.)
Gerente	0,1356	10000	1356
Investigador	0,1356	8000	1085
Soporte Administrativo	0,1356	5000	678
Total			3119

Nota. Los cálculos si hicieron bajo lineamientos de la Asociación de AFP del Perú para un empleado.

^a El aporte obligatorio mensual es un porcentaje de la remuneración mensual.

Tabla B.10
Cuenta 6291 Pensiones y Jubilaciones (Gerente)

Beneficios Sociales	Fórmula	Periodicidad	Asignación (S/.) 4T13	Asignación Regular(S/.)
Vacaciones	$(RM \div 12 \times M) + (RM \div 12 \div 30 \times D)$	Anual	2056	10000
Gratificaciones	$RM + RM/6 * (M-6)$	Semestral	3333	20000
CTS	$(RC \div 12 \times M) + (RC \div 12 \div 30 \times D)$	Semestral	454	5833
Asignación Familiar	$10\%RMV \times (M+1)$	Mensual	255	1020
Total			6098	

Nota. Los cálculos si hicieron bajo lineamientos del Ministerio del Trabajo en Perú para el gerente que percibiría como remuneración mensual S/. 10000 y que laboraría durante todo el proyecto.

* M corresponde a los meses laborados y D a los días laborados ** RM es Remuneración Mensual *** CTS es Compensación por tiempos de servicio ****RC es remuneración computable y corresponde a $RM+1/6RM$ ***** RMV es remuneración mínima vital (S/. 850 al 2016/05/01) ***** La asignación de un seguro de vida ley no aplica debido a que el proyecto no supera los 4 años.

Tabla B.11

Cuenta 6291 Pensiones y Jubilaciones (Investigador)

Beneficios Sociales	Fórmula	Periodicidad	Asignación (S/.) 4T13	Asignación Regular(S/.)
Vacaciones	$(RM \div 12 \times M) + (RM \div 12 \div 30 \times D)$	Anual	1644	8000
Gratificaciones	$RM + RM/6 * (M-6)$	Semestral	2667	16000
CTS	$(RC \div 12 \times M) + (RC \div 12 \div 30 \times D)$	Semestral	363	4667
Asignación Familiar	$10\%RMV \times (M+1)$	Mensual	255	1020
Total			4929	

Nota. Los cálculos si hicieron bajo lineamientos del Ministerio del Trabajo en Perú para el investigador que percibiría como remuneración mensual S/. 8000 y que laboraría durante todo el proyecto.

* M corresponde a los meses laborados y D a los días laborados ** RM es Remuneración Mensual *** CTS es Compensación por tiempos de servicio ****RC es remuneración computable y corresponde a $RM+1/6RM$ *****RMV es remuneración mínima vital (S/. 850 al 2016/05/01) ***** La asignación de un seguro de vida ley no aplica debido a que el proyecto no supera los 4 años.

Tabla B.12

Cuenta 6291 Pensiones y Jubilaciones (Soporte Administrativo)

Beneficios Sociales	Fórmula	Periodicidad	Asignación (S/.) 4T13	Asignación Regular(S/.)
Vacaciones	$(RM \div 12 \times M) + (RM \div 12 \div 30 \times D)$	Anual	1028	5000
Gratificaciones	$RM + RM/6 * (M-6)$	Semestral	1667	10000
CTS	$(RC \div 12 \times M) + (RC \div 12 \div 30 \times D)$	Semestral	227	2917
Asignación Familiar	$10\%RMV \times (M+1)$	Mensual	255	1020
Total			3176	

Nota. Los cálculos si hicieron bajo lineamientos del Ministerio del Trabajo en Perú para el personal de soporte administrativo que percibiría como remuneración mensual S/. 5000 y que laboraría durante todo el proyecto.

* M corresponde a los meses laborados y D a los días laborados ** RM es Remuneración Mensual *** CTS es Compensación por tiempos de servicio ****RC es remuneración computable y corresponde a $RM+1/6RM$ *****RMV es remuneración mínima vital (S/. 850 al 2016/05/01) ***** La asignación de un seguro de vida ley no aplica debido a que el proyecto no supera los 4 años.

Tabla B.13
Cuenta 6312 Correos

Ítem	Especificación	Cantidad	Unidad de Medida	Costo Unitario (S/.)	Costo por Uso (S/.)
Mensajería	Mensajería nacional e internacional conforme a estándares de SERPOST	1	paquete mensual	328,80	328,80
Apartado Postal	SERPOST Arequipa	1	Servicio mensual	20,00	20,00
Total					348,80

Tabla B.14
Cuenta 6315 Otros gastos de viaje

Ítem	Especificación	Cantidad	Unidad de Medida	Costo Unitario (S/.)	Requerimiento Mensual	Costo Mensual (S/.)
Pasajes Aéreos	Pasaje ida y vuelta Arequipa-Cusco	1	Pasaje Ida y Vuelta	329	1	329
Viáticos	Gasto diario para alojamiento, movilidad y alimentación.	5	Asignación diaria	320	1	1600
Alquiler Camioneta	Pick up 4x4, incluye servicio de conducción	3	día	263	1	789
Total						2718

Nota1. Esta cuenta se tiene con monto S/. 0 en caso se trate de la alternativa técnica 1.

Nota2. Esta cuenta se tiene con monto S/. 52474 por cada trimestre en caso se trate de la alternativa técnica 2 debido a que se obvian los pasajes aéreos se considera una estadía de 30 días por mes.

Tabla B.15

Cuenta 6321 Asesoría Administrativa

Ítem	Especificación	Cantidad	Unidad de Medida	Costo Unitario (S/.)	Costo por Uso (S/.)
Asesoría y Consultoría	Gestión Empresarial	1	paquete mensual	2500	2500
Total					2500

Tabla B.16

Cuenta 6343 Mantenimiento - Inmuebles, maquinaria y equipo

Ítem	Especificación	Cantidad	Unidad de Medida	Costo Unitario (S/.)	Costo por Uso (S/.)
Servicio de Mantenimiento Técnico de Equipos Electrónicos	Mantenimiento Preventivo y Correctivo	1	paquete mensual	2000	2000
Servicio de Limpieza	Limpieza de Oficina	1	paquete mensual	1500	1500
Total					3500

Tabla B.17

Cuenta 635 Alquileres

Ítem	Especificación	Cantidad	Unidad de Medida	Costo Unitario (S/.)	Costo por Uso (S/.)
Alquiler de Oficina	77m2	1	Alquiler mensual	3800	3800
Total					3800

Tabla B.18
Cuenta 636 Servicios básicos

Ítem	Especificación	Cantidad	Unidad de Medida	Costo Unitario (S/.)	Costo por Uso (S/.)
Energía Eléctrica	Consumo Referencial: 300kWh Zona Residencial	1	Glb	300	300
Agua	Consumo Referencial: 15m3	1	Glb	25	25
Paquete Teléfono - Internet - Cable	Trio de Movistar Velocidad de Internet: 4Mbps Tarifa Plana Local TV Estándar	1	Paquete	160	160
Celular	Plan Post Pago Movistar 5 GB, RPM ilim., 500SMS, 500min todo destino.	3	paquete mensual	180	540
Total					1025

Nota. El monto coincide con aquel propuesto para la alternativa técnica 1; sin embargo, solamente se consideran S/. 540 para la alternativa técnica 2 lo cual corresponde al ítem celular.

Tabla B.19
Cuenta 6411 Impuesto general a las ventas y selectivo al consumo

6411 Impuesto general a las ventas y selectivo al consumo	2013	2014	2015	2016	2017
Abono de IGV a SUNAT de Cuentas Gravadas					
Cuenta 70 Ventas	26123	8708	17415	17415	17415
Subtotal	26123	8708	17415	17415	17415
Total, ABONO IGV (S/.)	26123	8708	17415	17415	17415

Tabla B.20

Cuenta 6434 Licencia de funcionamiento

Ítem	Especificación	Cantidad	Unidad de Medida	Costo Unitario (S/.)	Sub Total (S/.)
Constitución de empresa en Perú	Gastos Notariales y Registrales Referenciales	1	Glb	500	500

Nota. Operación efectuada en 4to trimestre de 2013.

Tabla B.21

Cuenta 651 Seguros

Ítem	Proveedor	Especificación	Cantidad	Unidad de Medida	Costo Unitario (S/.)	Sub Total (S/.)
Seguro Patrimonial	Rímac	Multirriesgo Pyme Anual	1	Póliza	1062	1062

Tabla B.22

Cuenta 653 Suscripciones

Ítem	Proveedor	Especificación	Cantidad	Unidad de Medida	Costo Unitario (S/.)	Sub Total (S/.)
Suscripción Diarios y Revistas del Grupo El Comercio	Perú Quiosco	Paquete Todo Incluido	1	Paquete	52,00	52

Tabla B.23

Cuenta 656 Suministros

Ítem	Especificación	Cantidad	Unidad de Medida	Costo Unitario (S/.)	Requerimiento Proyecto	Sub Total (S/.)
Artículos de Oficina	Paquete de Artículos de Escritorio, sistema de archivo	4	Glb	200	1	800
Artículos de Cómputo y Electrónica	Tintas HP	16	un	42	1	674
Papelería	Papel Fotocopia A4 500un.	18	un	10	1	187
Artículos varios	Margen de Seguridad	1	Glb	100	1	100
Total						1761

Tabla B.24

Cuenta 6591 Donaciones

Ítem	Especificación	Costo Unitario (S/.)	Unidad de Medida	Sub Total (S/.)
Donación	Donación Mensual Iglesia Católica	65,00	Glb	65

Tabla B.25

Cuenta 6731 Préstamos de instituciones financieras y otras entidades

6731 Préstamos de instituciones financieras y otras entidades	2013	2014	2015	2016	2017
Interés - Crédito Educativo PRONABEC	0	879	555	218	0

Nota. El crédito cuenta con una TEA de 4.22%, el plazo de pago es de 48 meses, y el préstamo asciende a S/. 24000.

Tabla B.26

Cuenta 6814 Depreciación de inmuebles, maquinaria y equipo – Costo

Activo	Método ^a	Especificación	Valor del Activo (S/.)	Cantidad	Unidad de Medida	Costo Unitario (S/.)	Sub Total (S/.)
Equipos diversos	24% anual	Equipos Electrónicos de Oficina (Vida útil de 4 años)	78500	1	Glb	18840	18840
Muebles y Enseres	10% anual	Muebles y Enseres de Oficina (Vida útil de 10 años)	10211	1	Glb	85	85
Total							18925

Nota. Téngase en consideración que, siendo el proyecto de una duración de 17 trimestres, se consideran los gastos por depreciación para 5 años.

^a El método de depreciación se permite conforme al Reglamento de la Ley del Impuesto a la Renta (D.S. N° 122-94-EF del Perú).

Tabla B.27
Cuenta 682 Amortización de intangibles

Ítem	Plazo de Amortización (años)	Cantidad	Unidad de Medida	Costo Unitario (S/.)	Sub Total (S/.)	Amortización Anual (S/.)
Adobe Acrobat PRO DC	5	4	Licencia	559	2236	447
Office 365	5	4	usuario/Periodo Referencial*	2096	8384	1677
Visio	5	2	usuario/Periodo Referencial*	2599	5198	1040
Project	5	3	usuario/Periodo Referencial*	740	2219	444
EndNote	5	1	paquete	822	822	164
EndNote	5	2	un.	33	65	13
Aplicaciones Varias - iTunes Store	5	1	Glb.	658	658	132
Total						3917

Nota. Téngase en consideración que, siendo el proyecto de una duración de 17 trimestres, se considera gastos por depreciación para 5 años.

APÉNDICE C: INGRESOS DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

A continuación, se presentan la cuenta de ingresos del trabajo de investigación con el respectivo detalle de cada cuenta; se tiene como referencia la Alternativa Técnica 3 – Investigación Mixta.

Tabla C.1
Cuentas de Ingresos

70 Ventas	72 Producción de Servicios	75 Otros ingresos de Gestión
702 Productos terminados	7224 Muebles y Enseres	759 Otros ingresos de gestión
	7225 Equipos diversos	
	7231 Programas de computadora (software)	

Tabla C.2
Cuentas de Ingresos

Cuentas de Ingresos	2013	2014	2015	2016	2017
70 Ventas					
702 Productos terminados	145125	48375	96750	96750	96750
Subtotal	145125	48375	96750	96750	96750
72 Producción de Servicios					
7224 Muebles y Enseres	10211	0	0	0	0
7225 Equipos diversos	78500	0	0	0	0
7231 Programas de computadora (software)	9936	0	0	0	0
Subtotal	98647	0	0	0	0
75 Otros ingresos de Gestión					
759 Otros ingresos de Gestión	370929	835635	835635	835635	627085
Subtotal	370929	835635	835635	835635	627085
Total, INGRESOS (S/.)	614701	884010	932385	932385	723835

Nota. Las alternativas técnicas difieren en la cuenta 759; incrementándose anualmente en promedio el monto de S/. 13981 para la alternativa técnica 2 y reduciéndose anualmente en promedio S/. 5359.

Tabla C.3
Cuenta 70 Ventas

70 Ventas 702 Productos terminados	2013	2014	2015	2016	2017
Saldo Acreedor					
Trabajo de Investigación (Avances)	145125	48375	96750	96750	96750
Subtotal	145125	48375	96750	96750	96750
Total, PRODUCTOS TERMINADOS (S/.)	145125	48375	96750	96750	96750

Tabla C.4
Cuenta 7224 Muebles y Enseres

Ítem	Marca	Especificación	Cantidad	Unidad de Medida	Costo Unitario (S/.)	Sub Total (S/.)
Silla	Asenti	Verona	4	un.	179,90	719,60
Silla de visita	Asenti	Base cromada	6	un.	129,90	779,40
Pizarra de Corcho	Korko	90x60cm	1	un.	49,00	49,00
Pizarra Acrílica	-	120x80cm	1	un.	74,90	74,90
Escritorio	Asenti	Vidrio templado tipo L	4	un.	759,80	3039,20
Sofá	HC	Cuero	1	un.	549,90	549,90
Sillón	HC	Individual sin brazos	2	un.	349,90	699,80
Estante	Tvilum	4 repisas	4	un.	519,90	2079,60
Archivador	HC	5 cajones	4	un.	179,90	719,60
Artículos Decorativos	-		1	Glb.	1500,00	1500,00
Total						10211,00

Nota. Téngase en cuenta que el trabajo de investigación empieza a adjudicarse a una entidad público-privada en el 4to trimestre de 2013.

Tabla C.5

Cuenta 7225 Equipos diversos

Ítem	Marca	Modelo	Cantidad	Unidad de Medida	Costo Unitario (S/.)	Sub Total (S/.)
Laptop	Apple	MacBook Pro Retina Intel Core i7 2.2 Ghz RAM	4	un.	10000	40000
Impresora Multifuncional	HP	Office Jet Pro X476dw	1	un.	3000	3000
iPad	Apple	iPad Air 2	4	un.	4000	16000
iPhone	Apple	6 Plus 16GB	4	un.	4000	16000
Proyector	Epson	Powerlite W28+ 3000 Lúmenes	1	un.	3500	3500
Total						78500

Nota. Téngase en cuenta que el trabajo de investigación empieza a adjudicarse a una entidad público-privada en el 4to trimestre de 2013.

Tabla C.6
Cuenta 7231 Programas de computadora (software)

Ítem	Solución Tecnológica	Desarrollador	Especificación	Cantidad	Unidad de Medida	Costo Unitario (S/.)	Sub Total (S/.)
Adobe Acrobat PRO DC	Aplicación para visualizar, crear y modificar archivos con el formato Portable Document Format	Adobe Systems	Suscripción Anual	4	Licencia	558,96	2235,84
Office 365	Suite Ofimática	Microsoft	Plan Empresa Premium	4	usuario/mes	41,10	1972,80
Visio	Aplicación para la diagramación	Microsoft	Visio Pro para Office 365	2	usuario/mes	50,96	1223,14
Project	Aplicación para la administración de cartera de proyectos	Microsoft	Project para Office 365	3	usuario/mes	82,20	2959,20
EndNote	Aplicación para la publicación y manejo de bibliografías.	Thomson Reuters	X7	1	paquete	821,84	821,84
EndNote	Aplicación para la publicación y manejo de bibliografías.	Thomson Reuters	iPad version	2	un.	32,55	65,10
Aplicaciones Varias - iTunes Store	-	Apple	-	1	Glb.	657,60	657,60
Total							9935,52

Nota. Téngase en cuenta que el trabajo de investigación empieza a adjudicarse a una entidad público-privada en el 4to trimestre de 2013.

Tabla C.7

Cuenta 759 Otros ingresos de gestión

759 Otros ingresos de gestión	2013	2014	2015	2016	2017
Ingresos de Patrocinio ^a					
Desembolsos	350000	800000	800000	800000	600000
Subtotal	350000	800000	800000	800000	600000
Ingresos por Cancelación de Crédito Educativo					
Cuota de Doctorando ^b	0	8550	8550	8550	0
Subtotal	0	8550	8550	8550	0
Ingresos por Compensación de Cuentas Gravadas con el IGV					
Cuenta 60 Compras	14088	1280	1280	1280	1280
Cuenta 63 Gastos de Servicios Prestados por terceros	6357	25429	25429	25429	25429
Cuenta 65 Otros Gastos de Gestión	484	376	376	376	376
Subtotal	20929	27085	27085	27085	27085
Total, OTROS INGRESOS DE GESTION (S/.)	370929	835635	835635	835635	627085

Nota1. Téngase en cuenta que el trabajo de investigación empieza a adjudicarse a una entidad público-privada en el 4to trimestre de 2013.

Nota2. Las alternativas técnicas difieren en la cuenta 63; tomando como referencia la alternativa técnica 3 se tiene que la cuenta 63 se incrementa y se reduce anualmente en promedio para las alternativas técnicas 1 y 2 en S/. 4229 y S/. 16319 respectivamente.

^a Considérese el desembolso del patrocinador como un valor referencial que apunta a cubrir los gastos del trabajo de investigación excepto el gasto de capacitación (cuenta 624); téngase como mecenazgo el tipo de patrocinio del presente trabajo de investigación.

^b El desembolso del doctorando corresponde a la cuota del crédito educativo.

**APÉNDICE D: SALDOS INTERMEDIARIOS DE GESTIÓN Y
DETERMINACIÓN DEL RESULTADO DE LOS EJERCICIOS 2013 A
2017 DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN.**

A continuación, se presentan los Saldos Intermediarios de Gestión y la determinación del resultado del trabajo de investigación respecto a los ejercicios 2013 a 2017; se tiene como referencia la Alternativa Técnica 3 – Investigación Mixta.

Tabla D.1
Cuentas de Saldos Intermediarios de Gestión y la determinación del resultado

80 Margen Comercial	81 Producción del Ejercicio	82 Valor Agregado	83 Excedente Bruto de Explotación	84 Resultado de Explotación	89 Determinación del resultado del ejercicio
801 Margen comercial	812 Producción de servicios	821 Valor agregado	831 Excedente bruto de explotación	841 Resultado de explotación	891 Utilidad
					892 Pérdida

Nota. No se incluye la cuenta 88 Impuesto a la Renta dado que a la presente empresa se le exonera de este último por constituirse como fundación sin fines de lucro cuyo instrumento de constitución comprende un fin científico y gremial.

Tabla D.2
Cuenta 80 Margen Comercial

80 Margen Comercial 801 Margen comercial	2013	2014	2015	2016	2017
Saldo Acreedor					
70 Ventas					
702 Productos terminados	145125	48375	96750	96750	96750
Subtotal	145125	48375	96750	96750	96750
Subtotal SALDO ACREEDOR	145125	48375	96750	96750	96750
Saldo Deudor					
60 Compras					
6011 Mercaderías Manufacturadas	88711	0	0	0	0
6018 Otras Mercaderías	3642	8391	8391	8391	8391
Subtotal	92353	8391	8391	8391	8391
Subtotal SALDO DEUDOR	92353	8391	8391	8391	8391
Total, MARGEN COMERCIAL (S/.)	52772	39984	88359	88359	88359

Nota. Los montos de la cuenta 80 Margen Comercial son los mismos para las alternativas técnicas 1, 2 y 3.

Tabla D.3
Cuenta 81 Producción del Ejercicio

	2013	2014	2015	2016	2017
81 Producción del Ejercicio					
812 Producción de servicios					
<hr/>					
Saldo Acreedor					
70 Ventas					
702 Productos terminados	145125	48375	96750	96750	96750
Subtotal	145125	48375	96750	96750	96750
<hr/>					
Subtotal SALDO ACREEDOR	145125	48375	96750	96750	96750
<hr/>					
Total, PRODUCCION DE SERVICIOS (S/.)	145125	48375	96750	96750	96750

Nota. Los montos de la cuenta 81 Producción del Ejercicio son los mismos para las alternativas técnicas 1, 2 y 3.

Tabla D.4
Cuenta 82 Valor Agregado

	2013	2014	2015	2016	2017
82 Valor Agregado					
821 Valor agregado					
<hr/>					
Saldo Acreedor					
70 Ventas					
702 Productos terminados	145125	48375	96750	96750	96750
Subtotal	145125	48375	96750	96750	96750
<hr/>					
Subtotal SALDO ACREEDOR	145125	48375	96750	96750	96750
<hr/>					
Saldo Deudor					
60 Compras					
6011 Mercaderías Manufacturadas	88711	0	0	0	0
6018 Otras Mercaderías	3642	8391	8391	8391	8391
Subtotal	92353	8391	8391	8391	8391
<hr/>					
63 Gastos de Servicios Prestados por terceros					
6312 Correos	1046	4186	4186	4186	4186
6315 Otros gastos de viaje	8154	32615	32615	32615	32615
6321 Asesoría Administrativa	7500	30000	30000	30000	30000
6343 Mantenimiento - Inmuebles, maquinaria y equipo	10500	42000	42000	42000	42000
635 Alquileres	11400	45600	45600	45600	45600

Análisis de una operación industrial de suministro de combustible Diésel B-5 y desarrollo de solución de optimización basada en las metodologías del PMI, ISO 9000, ISO 14000 y OHSAS 18000

636 Servicios básicos	3075	12299	12299	12299	12299
Subtotal	41675	166699	166699	166699	166699
Subtotal SALDO DEUDOR	134028	175090	175090	175090	175090
Total, VALOR AGREGADO (S/.)	11097	-126715	-78340	-78340	-78340

Nota. La alternativa técnica 1 difiere de la 3 respecto de la cuenta 82 Valor agregado en un incremento anual promedio de S/. 27723; del mismo modo, la alternativa técnica 2 difiere de la 3 respecto de la cuenta anterior en una reducción anual promedio de S/. 106981.

Tabla D.5

Cuenta 83 Excedente bruto (Insuficiencia Bruta) de explotación

	2013	2014	2015	2016	2017
83 Excedente bruto (Insuficiencia Bruta) de explotación					
831 Excedente bruto (Insuficiencia Bruta) de explotación					
Saldo Acreedor					
82 Valor Agregado					
821 Valor Agregado	11097	-126715	-78340	-78340	-78340
Subtotal	11097	-126715	-78340	-78340	-78340
Subtotal SALDO ACREEDOR	11097	-126715	-78340	-78340	-78340
Saldo Deudor					
62 Personal, Directores y Gerentes					
621 Remuneraciones	48750	195000	195000	195000	195000
624 Capacitación	23897	0	0	0	0
625 Atención al personal	4000	0	0	0	4000
626 Gerentes	37500	150000	150000	150000	150000
6272 Régimen de pensiones	9356	37426	37426	37426	37426
6291 Pensiones y jubilaciones	6098	53907	53907	53907	53907
6292 Pensiones y jubilaciones	4929	45573	45573	45573	45573
6293 Pensiones y jubilaciones	3176	33073	33073	33073	33073
Subtotal	137707	514979	514979	514979	518979
64 Gastos por Tributos					
6411 Impuesto general a las ventas y selectivo al consumo	26123	8708	17415	17415	17415
6434 Licencia de funcionamiento	500	0	0	0	0
Subtotal	26623	8708	17415	17415	17415
Subtotal SALDO DEUDOR	164329	523686	532394	532394	536394

Total, EXCEDENTE BRUTO (INSUFICIENCIA BRUTA) DE EXPLOTACION (S/.)	-	-	-	-	-
	153232	650402	610734	610734	614734

Nota1. La alternativa técnica 1 difiere de la 3 respecto de la cuenta 82 Valor agregado en un incremento anual promedio de S/. 27723; del mismo modo, la alternativa técnica 2 difiere de la 3 respecto de la cuenta anterior en una reducción anual promedio de S/. 106981.

Nota2. Las diferencias mencionadas en Nota1 son las mismas para la cuenta 83 Excedente Bruto (Insuficiencia Bruta) de Explotación para lo que se refiere al saldo acreedor.

Tabla D.6
Cuenta 84 Resultado de Explotación

84 Resultado de Explotación 841 Resultado de explotación	2013	2014	2015	2016	2017
<hr/>					
Saldo Acreedor					
83 Excedente Bruto (Insuficiencia Bruta) de Explotación					
831 Excedente Bruto (Insuficiencia Bruta) de Explotación [SALDO ACREEDOR]	11097	-126715	-78340	-78340	-78340
Subtotal	11097	-126715	-78340	-78340	-78340
75 Otros ingresos de Gestión					
759 Otros ingresos de Gestión	375479	843641	843641	843641	635091
Subtotal	375479	843641	843641	843641	635091
Subtotal SALDO ACREEDOR	386576	716926	765301	765301	556751
Saldo Deudor					
83 Excedente Bruto (Insuficiencia Bruta) de Explotación					
831 Excedente Bruto (Insuficiencia Bruta) de Explotación [SALDO DEUDOR]	164329	523686	532394	532394	536394
Subtotal	164329	523686	532394	532394	536394
65 Otros Gastos de Gestión					
651 Seguros	1062	1062	1062	1062	1062
653 Suscripciones	156	624	624	624	624
656 Suministros	1761	0	0	0	0
6591 Donaciones	195	780	780	780	780
Subtotal	3174	2466	2466	2466	2466
68 Gastos de Valuación y Deterioro de Activos y Provisiones					
6814 Depreciación de inmuebles, maquinaria y equipo – Costo	18925	18925	18925	18925	85
682 Amortización de intangibles	3917	3917	3917	3917	3917
Subtotal	22842	22842	22842	22842	4002

Subtotal SALDO DEUDOR 190345 548994 557702 557702 542862

Total, RESULTADO DE EXPLOTACION 196231 167932 207599 207599 13889

Nota1. La alternativa técnica 1 difiere de la 3 respecto de la cuenta 82 Valor agregado en un incremento anual promedio de S/. 27723; del mismo modo, la alternativa técnica 2 difiere de la 3 respecto de la cuenta anterior en una reducción anual promedio de S/. 106981.

Nota2. Las diferencias mencionadas en Nota1 son las mismas para la cuenta 83 Excedente Bruto (Insuficiencia Bruta) de Explotación para lo que se refiere al saldo acreedor y por ende para la cuenta 84 Resultado de Explotación en lo que se refiere al saldo acreedor.

Tabla D.7

Cuenta 85 Resultado antes de participaciones e impuestos

	2013	2014	2015	2016	2017
85 Resultado antes de participaciones e impuestos					
851 Resultado antes de participaciones e impuestos					
<hr/>					
Saldo Acreedor					
84 Resultado de Explotación					
841 Resultado de explotación [SALDO ACREEDOR]	386576	716926	765301	765301	556751
Subtotal	386576	716926	765301	765301	556751
Subtotal SALDO ACREEDOR	386576	716926	765301	765301	556751
Saldo Deudor					
84 Resultado de Explotación					
841 Resultado de explotación [SALDO DEUDOR]	190345	548994	557702	557702	542862
Subtotal	190345	548994	557702	557702	542862
67 Gastos Financieros					
6731 Préstamos de instituciones financieras y otras entidades	0	879	555	218	0
Subtotal	0	879	555	218	0
Subtotal SALDO DEUDOR	190345	549873	558257	557919	542862
<hr/>					
Total, RESULTADO ANTES DE PARTICIPACIONES E IMPUESTOS (S/.)	196231	167053	207044	207382	13889

Nota1. La alternativa técnica 1 difiere de la 3 respecto de la cuenta 82 Valor agregado en un incremento anual promedio de S/. 27723; del mismo modo, la alternativa técnica 2 difiere de la 3 respecto de la cuenta anterior en una reducción anual promedio de S/. 106981.

Análisis de una operación industrial de suministro de combustible Diésel B-5 y desarrollo de solución de optimización basada en las metodologías del PMI, ISO 9000, ISO 14000 y OHSAS 18000

Nota2. Las diferencias mencionadas en Nota1 son las mismas para la cuenta 83 Excedente Bruto (Insuficiencia Bruta) de Explotación para lo que se refiere al saldo acreedor y por ende para la cuenta 84 Resultado de Explotación en lo que se refiere al saldo acreedor.

Nota3. Las diferencias en Nota1 se transfieren a la cuenta 85 Resultado antes de Participaciones e Impuesto en lo que se refiere al saldo acreedor.

Tabla D.8
Cuenta 89 Determinación del Resultado del Ejercicio

89 Determinación del Resultado del Ejercicio	2013	2014	2015	2016	2017
891 Utilidad					
892 Pérdida					
<hr/>					
Saldo Acreedor					
85 Resultado antes de participaciones e impuestos					
851 Resultado antes de participaciones e impuestos [SALDO ACREEDOR]	386576	716926	765301	765301	556751
Subtotal	386576	716926	765301	765301	556751
Subtotal SALDO ACREEDOR	386576	716926	765301	765301	556751
<hr/>					
Saldo Deudor					
85 Resultado antes de participaciones e impuestos					
851 Resultado antes de participaciones e impuestos [SALDO DEUDOR]	190345	549873	558257	557919	542862
Subtotal	190345	549873	558257	557919	542862
Subtotal SALDO DEUDOR	190345	549873	558257	557919	542862
<hr/>					
Total, RESULTADO DEL EJERCICIO (S/.)	196231	167053	207044	207382	13889
891 Utilidad	196231	167053	207044	207382	13889
892 Pérdida	0	0	0	0	0

Nota1. La alternativa técnica 1 difiere de la 3 respecto de la cuenta 82 Valor agregado en un incremento anual promedio de S/. 27723; del mismo modo, la alternativa técnica 2 difiere de la 3 respecto de la cuenta anterior en una reducción anual promedio de S/. 106981.

Nota2. Las diferencias mencionadas en Nota1 son las mismas para la cuenta 83 Excedente Bruto (Insuficiencia Bruta) de Explotación para lo que se refiere al saldo acreedor y por ende para la cuenta 84 Resultado de Explotación en lo que se refiere al saldo acreedor.

Nota3. Las diferencias en Nota1 se transfieren a la cuenta 85 Resultado antes de Participaciones e Impuesto en lo que se refiere al saldo acreedor.

Nota4. Las diferencias en Nota1 se transfieren a la cuenta 89 Determinación del Resultado del Ejercicio en lo que se refiere al saldo acreedor.

APÉNDICE E: CALENDARIO DE INVESTIGACIÓN

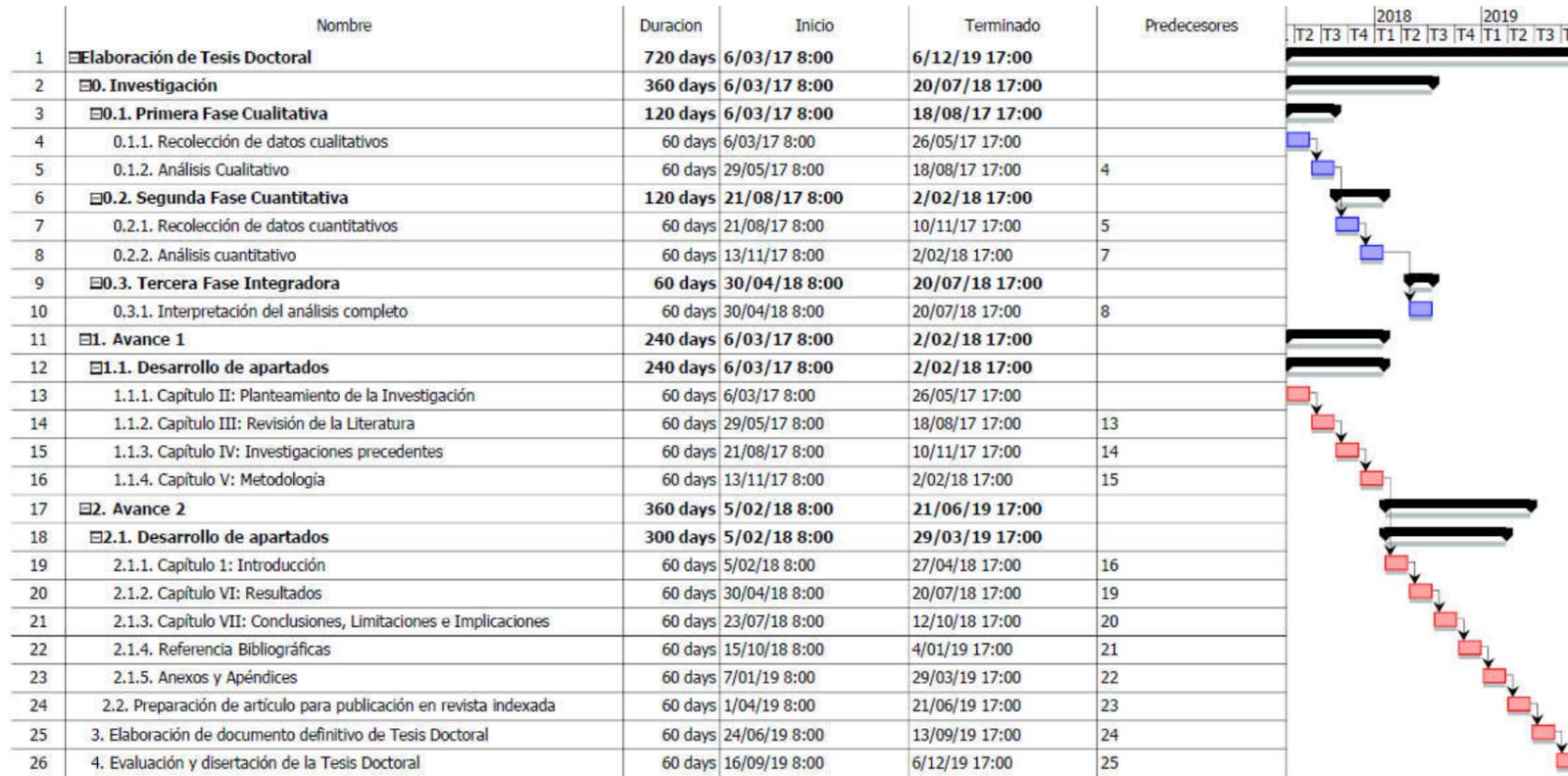


Figura E.1. Calendario de Investigación

Nota1. Téngase en cuenta para la ejecución de cada tarea un horario de 8.00hrs – 17.00hrs y de lunes a viernes.

Nota2. El calendario se ha elaborado conforme a los lineamientos del Programa de Doctorado en Proyectos de la Universidad Internacional Iberoamericana patrocinado por la Fundación Universitaria Iberoamericana a abril del 2014 expuestos en la Guía de Estudio

APÉNDICE F: DIAGRAMA ENTIDAD – RELACIÓN Y REPOSITORIO DE METADATOS

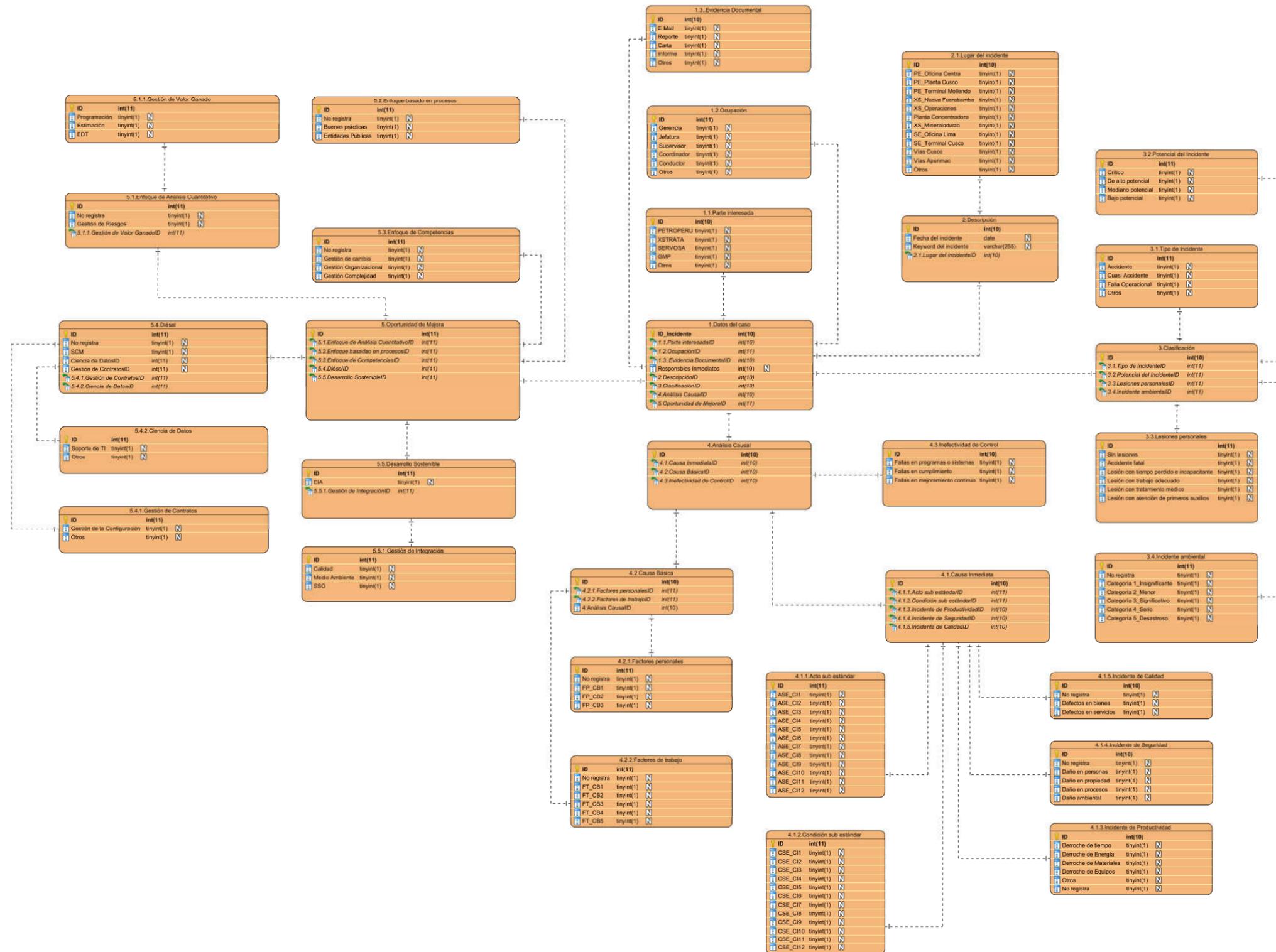


Figura F.1. Diagrama entidad - relación.

Tabla F.1

Diccionario de Datos (Data Dictionary)

Entity Name	Entity Description	Column Name	Column Desc.	Data Type	Length	Primary Key	Nullable	Unique
1.1.Parte interesada	"Parte interesada" es la organización a la cual pertenece el o los responsables del incidente.	GMP		tinyint	1	false	true	false
		ID		int	10	true	false	false
		Otros		tinyint	1	false	true	false
		PETROPERU		tinyint	1	false	true	false
		SERVOSA		tinyint	1	false	true	false
		XSTRATA		tinyint	1	false	true	false
1.2.Ocupación	"Ocupación" refiere a la ocupación o puesto de trabajo del o de los responsables del incidente.	Conductor		tinyint	1	false	true	false
		Coordinador		tinyint	1	false	true	false
		Gerencia		tinyint	1	false	true	false
		ID		int	11	true	false	false
		Jefatura		tinyint	1	false	true	false
		Otros		tinyint	1	false	true	false
		Supervisor		tinyint	1	false	true	false
1.3..Evidencia Documental	"Evidencia documental" refiere al documento que contiene información respecto al caso.	Carta		tinyint	1	false	true	false
		E-Mail		tinyint	1	false	true	false
		ID		int	10	true	false	false
		Informe		tinyint	1	false	true	false
		Otros		tinyint	1	false	true	false
		Reporte		tinyint	1	false	true	false
1.Datos del caso	"Datos del caso" son datos de identificación del caso.	1.1.Parte interesadaID		int	10	false	false	false
		1.2.OcupaciónID		int	11	false	false	false
		1.3..Evidencia DocumentalID		int	10	false	false	false
		2.DescripciónID		int	10	false	false	false
		3.ClasificaciónID		int	10	false	false	false
		4.Análisis CausalID		int	10	false	false	false
		5.Oportunidad de MejoraID		int	11	false	false	false
		ID_Incidente		int	10	true	false	false
		Responsbles Inmediatos		int	10	false	true	false
		ID		int	10	true	false	false
2.1.Lugar del incidente		Otros		tinyint	1	false	true	false
		PE_Oficina Centra		tinyint	1	false	true	false
		PE_Planta Cusco		tinyint	1	false	true	false
		PE_Terminal Mollendo		tinyint	1	false	true	false
		Planta Concentradora		tinyint	1	false	true	false

Entity Name	Entity Description	Column Name	Column Desc.	Data Type	Length	Primary Key	Nullable	Unique
		SE_Oficina Lima		tinyint	1	false	true	false
		SE_Terminal Cusco		tinyint	1	false	true	false
		Vías Apurímac		tinyint	1	false	true	false
		Vías Cusco		tinyint	1	false	true	false
		XS_Mineraloducto		tinyint	1	false	true	false
		XS_Nueva Fuerabamba	Conjunto de datos que refieren al lugar en donde aconteció el incidente	tinyint	1	false	true	false
		XS_Operaciones	"Lugar del incidente" refiere a la ubicación geográfica donde acontece el incidente; la ubicación geográfica se expresa mediante el nombre de una instalación o de una vía.	tinyint	1	false	true	false
2.Descripción	"Descripción" refiere a la fecha del evento y a una palabra clave que caracteriza el evento.	2.1.Lugar del incidenteID		int	10	false	false	false
		Fecha del incidente		date	0	false	true	false
		ID		int	10	true	false	false
		Keyword del incidente		varchar	255	false	true	false
3.1.Tipo de Incidente	"Tipo de incidente" refiere al tipo de incidente acontecido clasificado de acuerdo con las categorías de la clasificación HSEC de Xstrata Antapaccay para la gestión de incidentes expuesta en la "Guía para una Producción Segura" (Julio 2013).	Accidente		tinyint	1	false	true	false
		Cuasi Accidente		tinyint	1	false	true	false
		Falla Operacional		tinyint	1	false	true	false
		ID		int	11	true	false	false
		Otros		tinyint	1	false	true	false
3.2.Potencial del Incidente	"Potencial del incidente" refiere al potencial del incidente acontecido clasificado de acuerdo con las categorías de la clasificación HSEC de Xstrata Antapaccay para la gestión de incidentes expuesta en la "Guía para una Producción Segura" (Julio 2013).	Bajo potencial		tinyint	1	false	true	false
		Crítico		tinyint	1	false	true	false
		De alto potencial		tinyint	1	false	true	false
		ID		int	11	true	false	false
		Mediano potencial		tinyint	1	false	true	false
3.3.Lesiones personales	"Lesiones personales" refiere a si en el incidente acontecido se presentaron o no lesiones; estas últimas son clasificadas de acuerdo con las categorías de la clasificación HSEC de Xstrata Antapaccay para la gestión de incidentes expuesta en la Guía para una Producción Segura (Julio 2013).	Accidente fatal		tinyint	1	false	true	false
		ID		int	11	true	false	false
		Lesión con atención de primeros auxilios		tinyint	1	false	true	false
		Lesión con tiempo perdido e incapacitante		tinyint	1	false	true	false

Entity Name	Entity Description	Column Name	Column Desc.	Data Type	Length	Primary Key	Nullable	Unique
		Lesión con trabajo adecuado		tinyint	1	false	true	false
		Lesión con tratamiento médico		tinyint	1	false	true	false
		Sin lesiones		tinyint	1	false	true	false
3.4.Incidente ambiental	"Incidente ambiental" refiere al tipo de incidente ambiental acontecido clasificado de acuerdo con las categorías de la clasificación HSEC de Xstrata Antapaccay para la gestión de incidentes expuesta en la "Guía para una Producción Segura" (Julio 2013).	Categoría 1_Insignificante		tinyint	1	false	true	false
		Categoría 2_Menor		tinyint	1	false	true	false
		Categoría 3_Significativo		tinyint	1	false	true	false
		Categoría 4_Serio		tinyint	1	false	true	false
		Categoría 5_Desastroso		tinyint	1	false	true	false
		ID		int	11	true	false	false
		No registra		tinyint	1	false	true	false
3.Clasificación	"Clasificación" contiene un código de identificación que designa el sistema de clasificación de incidentes de acuerdo con la "Guía para una Producción Segura" de Xstrata Copper a julio de 2013.	3.1.Tipo de IncidenteID		int	11	false	false	false
		3.2.Potencial del IncidenteID		int	11	false	false	false
		3.3.Lesiones personalesID		int	11	false	false	false
		3.4.Incidente ambientalID		int	11	false	false	false
		ID		int	10	true	false	false
4.1.1.Acto subestándar	"Acto subestándar" contiene características respecto al tipo de acto subestándar que ocasiona el incidente de acuerdo con las categorías propuestas para la investigación de incidentes en Xstrata Antapaccay para la gestión de incidentes expuestas en la "Guía para una Producción Segura" (Julio 2013).	ASE_CI1	Trabajar sin autorización	tinyint	1	false	true	false
		ASE_CI10	Utilizar equipos peligrosos	tinyint	1	false	true	false
		ASE_CI11	Bromear, trabajar sin atención	tinyint	1	false	true	false
		ASE_CI12	No usar las protecciones personales	tinyint	1	false	true	false
		ASE_CI2	Trabajar sin seguridad	tinyint	1	false	true	false
		ASE_CI3	Trabajar a velocidades peligrosas	tinyint	1	false	true	false
		ASE_CI4	No señalar o comunicar riesgos	tinyint	1	false	true	false
		ASE_CI5	Neutralizar dispositivos de seguridad	tinyint	1	false	true	false
		ASE_CI6	Utilizar equipos de forma insegura	tinyint	1	false	true	false
		ASE_CI7	Utilizar equipos defectuosos	tinyint	1	false	true	false
		ASE_CI8	Adoptar posturas inseguras	tinyint	1	false	true	false

Entity Name	Entity Description	Column Name	Column Desc.	Data Type	Length	Primary Key	Nullable	Unique
		ASE_CI9	Poner en marcha equipos peligrosos	tinyint	1	false	true	false
		ID		int	11	true	false	false
4.1.2.Condición sub estándar	"Condición subestándar" contiene características respecto a la condición subestándar que ocasiona el incidente de acuerdo con las categorías propuestas para la investigación de incidentes en Xstrata Antapaccay para la gestión de incidentes expuestas en la "Guía para una Producción Segura" (Julio 2013).	CSE_CI1	Guardas y dispositivos inadecuados	tinyint	1	false	true	false
		CSE_CI10	Defectos de equipos inseguros	tinyint	1	false	true	false
		CSE_CI11	Ruido e iluminación inadecuada	tinyint	1	false	true	false
		CSE_CI12	Ropa de trabajo peligrosas	tinyint	1	false	true	false
		CSE_CI2	Sistema de señalización y de alarma inadecuados	tinyint	1	false	true	false
		CSE_CI3	Riesgos de incendios y explosiones	tinyint	1	false	true	false
		CSE_CI4	Riesgos de movimientos inadecuados	tinyint	1	false	true	false
		CSE_CI5	Orden y limpieza defectuosos	tinyint	1	false	true	false
		CSE_CI6	Riesgos de proyecciones	tinyint	1	false	true	false
		CSE_CI7	Falta de espacio. Hacinamiento	tinyint	1	false	true	false
		CSE_CI8	Condiciones atmosféricas peligrosas	tinyint	1	false	true	false
		CSE_CI9	Depósitos y almacenamientos peligrosos	tinyint	1	false	true	false
		ID		int	11	true	false	false
4.1.3.Incidente de Productividad	"Incidente de productividad" contiene características respecto al tipo de derroche que comprende el incidente si y solamente si pertenece al rubro de productividad de acuerdo con las categorías propuestas para la investigación de incidentes en Xstrata Antapaccay para la gestión de incidentes expuestas en la "Guía para una Producción Segura" (Julio 2013).	Derroche de Energía		tinyint	1	false	true	false
		Derroche de Equipos		tinyint	1	false	true	false
		Derroche de Materiales		tinyint	1	false	true	false
		Derroche de tiempo		tinyint	1	false	true	false
		ID		int	10	true	false	false
		No registra		tinyint	1	false	true	false
		Otros		tinyint	1	false	true	false
4.1.4.Incidente de Seguridad	"Incidente de seguridad" contiene características respecto al tipo de daños que comprende el incidente si y solamente si pertenece al rubro de seguridad de acuerdo con las categorías propuestas para la	Daño ambiental		tinyint	1	false	true	false
		Daño en personas		tinyint	1	false	true	false
		Daño en procesos		tinyint	1	false	true	false
		Daño en propiedad		tinyint	1	false	true	false

Entity Name	Entity Description	Column Name	Column Desc.	Data Type	Length	Primary Key	Nullable	Unique
	investigación de incidentes en Xstrata Antapaccay para la gestión de incidentes expuestas en la "Guía para una Producción Segura" (Julio 2013).	ID		int	10	true	false	false
		No registra		tinyint	1	false	true	false
4.1.5.Incidente de Calidad	"Incidente de calidad" contiene características respecto al tipo de defectos que comprende el incidente si y solamente si pertenece al rubro de calidad de acuerdo con las categorías propuestas para la investigación de incidentes en Xstrata Antapaccay para la gestión de incidentes expuestas en la "Guía para una Producción Segura" (Julio 2013).	Defectos en bienes		tinyint	1	false	true	false
		Defectos en servicios		tinyint	1	false	true	false
		ID		int	10	true	false	false
		No registra		tinyint	1	false	true	false
4.1.Causa Inmediata		4.1.1.Acto sub estándarID		int	11	false	false	false
		4.1.2.Condición sub estándarID		int	11	false	false	false
		4.1.3.Incidente de ProductividadID		int	10	false	false	false
		4.1.4.Incidente de SeguridadID		int	10	false	false	false
		4.1.5.Incidente de CalidadID		int	10	false	false	false
		ID		int	10	true	false	false
4.2.1.Factores personales	"Factores personales" contiene características respecto al tipo de factor personal que ocasiona el incidente de acuerdo con las categorías propuestas para la investigación de incidentes en Xstrata Antapaccay para la gestión de incidentes expuestas en la "Guía para una Producción Segura" (Julio 2013).	FP_CB1	Falta de conocimiento y/o habilidades	tinyint	1	false	true	false
		FP_CB2	Motivación inadecuada	tinyint	1	false	true	false
		FP_CB3	Problemas somáticos y mentales	tinyint	1	false	true	false
		ID		int	11	true	false	false
		No registra		tinyint	1	false	true	false
4.2.2.Factores de trabajo	"Factores de trabajo" contiene características respecto al tipo de factor de trabajo que ocasiona el incidente de acuerdo con las categorías propuestas para la investigación de incidentes en Xstrata Antapaccay para la gestión de incidentes expuestas en la "Guía para una Producción Segura" (Julio 2013).	FT_CB1	Procedimientos de trabajo inadecuados	tinyint	1	false	true	false
		FT_CB2	Diseño y mantenimiento inadecuados	tinyint	1	false	true	false
		FT_CB3	Procedimientos inadecuados en las compras de suministros	tinyint	1	false	true	false
		FT_CB4	Desgastes por el uso normal	tinyint	1	false	true	false
		FT_CB5	Usos anormales	tinyint	1	false	true	false
		ID		int	11	true	false	false
		No registra		tinyint	1	false	true	false

Entity Name	Entity Description	Column Name	Column Desc.	Data Type	Length	Primary Key	Nullable	Unique
4.2.Causa Básica	"Causa Básica" contiene un código que refiere a la o las causas básicas de acuerdo con las categorías propuestas para la investigación de incidentes en Xstrata Antapaccay para la gestión de incidentes expuestas en la "Guía para una Producción Segura" (Julio 2013).	4.2.1.Factores personalesID		int	11	false	false	false
		4.2.2.Factores de trabajoID		int	11	false	false	false
		4.Análisis CausalID		int	10	false	false	false
		ID		int	10	true	false	false
4.3.Inefectividad de Control	"Inefectividad de control" contiene características que refieren a la inefectividad de control de acuerdo con las categorías propuestas para la investigación de incidentes en Xstrata Antapaccay para la gestión de incidentes expuestas en la "Guía para una Producción Segura" (Julio 2013).	Fallas en cumplimiento		tinyint	1	false	true	false
		Fallas en mejoramiento continuo		tinyint	1	false	true	false
		Fallas en programas o sistemas		tinyint	1	false	true	false
		ID		int	10	true	false	false
4.Análisis Causal	"Análisis causal" contiene un código que refiere al flujo de generación de incidentes de acuerdo con las categorías propuestas para la investigación de incidentes en Xstrata Antapaccay para la gestión de incidentes expuestas en la "Guía para una Producción Segura" (Julio 2013).	4.1.Causa InmediataID		int	10	false	false	false
		4.2.Causa BásicaID		int	10	false	false	false
		4.3.Inefectividad de ControlID		int	10	false	false	false
		ID		int	10	true	false	false
5.1.1.Gestión de Valor Ganado	"Gestión de valor ganado" contiene atributos respecto al tipo de oportunidad de mejora de este rubro.	EDT		tinyint	1	false	true	false
		Estimación		tinyint	1	false	true	false
		ID		int	11	true	false	false
		Programación		tinyint	1	false	true	false
5.1.Enfoque de Análisis Cuantitativo	"Enfoque de análisis cualitativo" contiene atributos respecto al tipo de oportunidad de mejora de este rubro.	5.1.1.Gestión de Valor GanadoID		int	11	false	false	false
		Gestión de Riesgos		tinyint	1	false	true	false
		ID		int	11	true	false	false
		No registra		tinyint	1	false	true	false
5.2.Enfoque basado en procesos	"Enfoque basado" contiene atributos respecto al tipo de oportunidad de mejora de este rubro.	Buenas prácticas		tinyint	1	false	true	false
		Entidades Públicas		tinyint	1	false	true	false
		ID		int	11	true	false	false
		No registra		tinyint	1	false	true	false
5.3.Enfoque de Competencias	"Enfoque de competencias" contiene atributos respecto al tipo de oportunidad de mejora de este rubro.	Gestión Complejidad		tinyint	1	false	true	false
		Gestión de cambio		tinyint	1	false	true	false
		Gestión Organizacional		tinyint	1	false	true	false
		ID		int	11	true	false	false
		No registra		tinyint	1	false	true	false

Entity Name	Entity Description	Column Name	Column Desc.	Data Type	Length	Primary Key	Nullable	Unique
5.4.1.Gestión de Contratos	"Gestión de contratos" contiene atributos respecto al tipo de oportunidad de mejora de este rubro.	Gestión de la Configuración		tinyint	1	false	true	false
		ID		int	11	true	false	false
		Otros		tinyint	1	false	true	false
5.4.2.Ciencia de Datos	"Ciencia de Datos" contiene atributos respecto al tipo de oportunidad de mejora de este rubro.	ID		int	11	true	false	false
		Otros		tinyint	1	false	true	false
		Soporte de TI		tinyint	1	false	true	false
5.4.Diésel	"Diésel" contiene atributos respecto al tipo de oportunidad de mejora de este rubro.	5.4.1.Gestión de ContratosID		int	11	false	false	false
		5.4.2.Ciencia de DatosID		int	11	false	false	false
		Ciencia de DatosID		int	11	false	true	false
		Gestión de ContratosID		int	11	false	true	false
		ID		int	11	true	false	false
		No registra		tinyint	1	false	true	false
		SCM		tinyint	1	false	true	false
5.5.1.Gestión de Integración	"Gestión de integración" contiene atributos respecto al tipo de oportunidad de mejora de este rubro.	Calidad		tinyint	1	false	true	false
		ID		int	11	true	false	false
		Ambiente		tinyint	1	false	true	false
5.5.Desarrollo Sostenible	"Desarrollo Sostenible" contiene atributos respecto al tipo de oportunidad de mejora de este rubro.	SSO		tinyint	1	false	true	false
		5.5.1.Gestión de IntegraciónID		int	11	false	false	false
		EIA		tinyint	1	false	true	false
5.Oportunidad de Mejora	"Oportunidad de Mejora" contiene un código que expresa el tipo de oportunidad de mejora de acuerdo con las categorías de cada bloque de relaciones del presente trabajo de investigación.	ID		int	11	true	false	false
		5.1.Enfoque de Análisis CuantitativoID		int	11	false	false	false
		5.2.Enfoque basado en procesosID		int	11	false	false	false
		5.3.Enfoque de CompetenciasID		int	11	false	false	false
		5.4.DiéselID		int	11	false	false	false
		5.5.Desarrollo SostenibleID		int	11	false	false	false
		ID		int	11	true	false	false

APÉNDICE G: ANÁLISIS DE ELEMENTOS (INVESTIGACIÓN EN FASE CUANTITATIVA)

En el análisis de elementos se lleva a cabo haciendo uso de 16 variables que proceden de los 8 procesos principales de suministro de combustible. La característica que se pretende medir es el nivel de severidad de los incidentes procedentes del número de casos investigados por proceso. Mediante el análisis de elementos se pretende determinar la confiabilidad de lo investigado por el método de mitades partidas. Cada variable corresponde a una mitad partida de 2 que refiere a los datos de un proceso principal de suministro. Los elementos analizados son los siguientes:

Tabla G.1
Lista de variables o elementos para el análisis

Variable	Nomenclatura	Proceso	Análisis de elementos
1	Variable 1.1	Reposición de Inventario en Planta Cusco_1	1
2	Variable 1.2	Reposición de Inventario en Planta Cusco_2	1
3	Variable 2.1	Inventario de Tránsito_1	2
4	Variable 2.2	Inventario de Tránsito_2	2
5	Variable 3.1	Suministro del bien_1	3
6	Variable 3.2	Suministro del bien_2	3
7	Variable 4.1	Inventario actual en XLB_1	4
8	Variable 4.2	Inventario actual en XLB_2	4
9	Variable 5.1	Generación de O/C_1	5
10	Variable 5.2	Generación de O/C_2	5
11	Variable 6.1	Programación_1	6
12	Variable 6.2	Programación_2	6
13	Variable 7.1	Solución logística_1	7
14	Variable 7.2	Solución logística_2	7
15	Variable 8.1	Inventario actual en Planta Cusco_1	8
16	Variable 8.2	Inventario actual en Planta Cusco_2	8

Tabla G.2
Matriz de correlación

Análisis de elementos	1	2	3	4	5	6	7	8
	Variable1.	Variable2.	Variable3.	Variable4.	Variable5.	Variable6.	Variable7.	Variable8.
	1	1	1	1	1	1	1	1
Variable1.2	0.951							
Variable2.2		0.939						
Variable3.2			0.661					
Variable4.2				0.924				
Variable5.2					0.840			
Variable6.2						0.992		
Variable7.2							0.921	
Variable8.2								0.951

Nota. Contenido de la celda: Correlación de Pearson.

Tabla G.3
Estadísticas totales de elementos

Análisis de elementos	Variable	Conteo total	Media	Desv.Est.
1	Variable1.1	27	3198.9	15629.2
	Variable1.2	27	1875.2	6957.5
	Total	27	5074.1	22348.3
2	Variable2.1	33	57.27	96.19
	Variable2.2	33	76.24	99.63
	Total	33	133.52	192.83
3	Variable3.1	41	99.27	280.79
	Variable3.2	41	56.59	81.99
	Total	41	155.85	340.57
4	Variable4.1	40	397.8	1818.9
	Variable4.2	40	3073.3	13838.0
	Total	40	3471.0	15534.0
5	Variable5.1	29	190.00	146.77
	Variable5.2	29	135.52	91.32
	Total	29	325.52	228.94
6	Variable6.1	65	1522.9	10163.6
	Variable6.2	65	640.2	4317.3
	Total	65	2163.1	14455.3
7	Variable7.1	45	96.22	123.37
	Variable7.2	45	78.84	101.24
	Total	45	175.07	220.19
8	Variable8.1	41	1258.3	5676.5
	Variable8.2	41	2136.3	12689.2
	Total	41	3394.6	18172.5

Tabla G.4

Alfa de Cronbach

Análisis de elementos	1	2	3	4	5	6	7	8
	Variable1.1	Variable2.1	Variable3.1	Variable4.1	Variable5.1	Variable6.1	Variable7.1	Variable8.1
Variable1.2	0.8280							
Variable2.2		0.9684						
Variable3.2			0.5246					
Variable4.2				0.3855				
Variable5.2					0.8597			
Variable6.2						0.8329		
Variable7.2							0.9493	
Variable8.2								0.8297

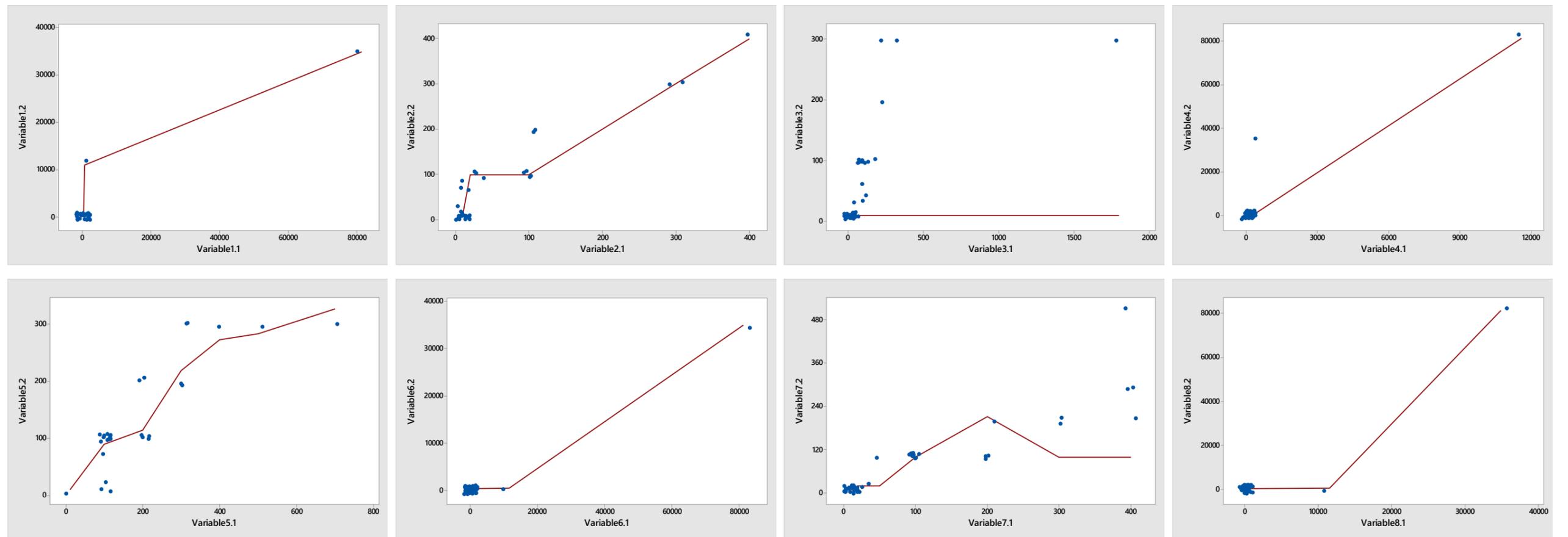


Figura G.1. Dashboard de Matriz de Variables para los análisis de elementos

APÉNDICE H: APLICACIÓN DEL MÉTODO DE WINTERS

De acuerdo con Soporte de Minitab 18 (2018), el método de Winters se aplica como una solución de suavización de datos y generación de pronósticos de mediano alcance; este último se aplica con la finalidad de explicar la variable ocurrencia de incidentes en base a datos del pasado extraídos de la muestra referencial de 274. A continuación, se facilitan los resultados de haber aplicado el método referido mediante el paquete estadístico Minitab.

1. Valores atípicos

Los casos del 106 al 109 pertenecientes a los 274 casos que son parte del objeto de estudio del presente trabajo de investigación se consideran como datos atípicos puesto que cada uno refiere a 1280 ocurrencias que iniciarían desde el inicio del contrato y continúan hasta el 6 de mayo de 2013. Para efectos de cálculo, se están prorrateando las ocurrencias en 367 días. La asignación sería de 3.49 ocurrencias por día (se asigna aleatoriamente entre 3 y 4 ocurrencias al día) y con una severidad por día de 1.09.

2. Pasos previos

2.1. Paso 1: Descomposición

De acuerdo con Minitab 18 (2018), se utiliza Descomposición para separar las series de tiempo en sus componentes de tendencia lineal y estacional, así como para facilitar medidas de exactitud. En este apartado no se pretende generar pronósticos lo cual se pospone para con la aplicación del método de Winters.

En general, el modelo aditivo presenta mejores posibilidades que el modelo multiplicativo ya que las medidas de exactitud son mejores en el primer caso.

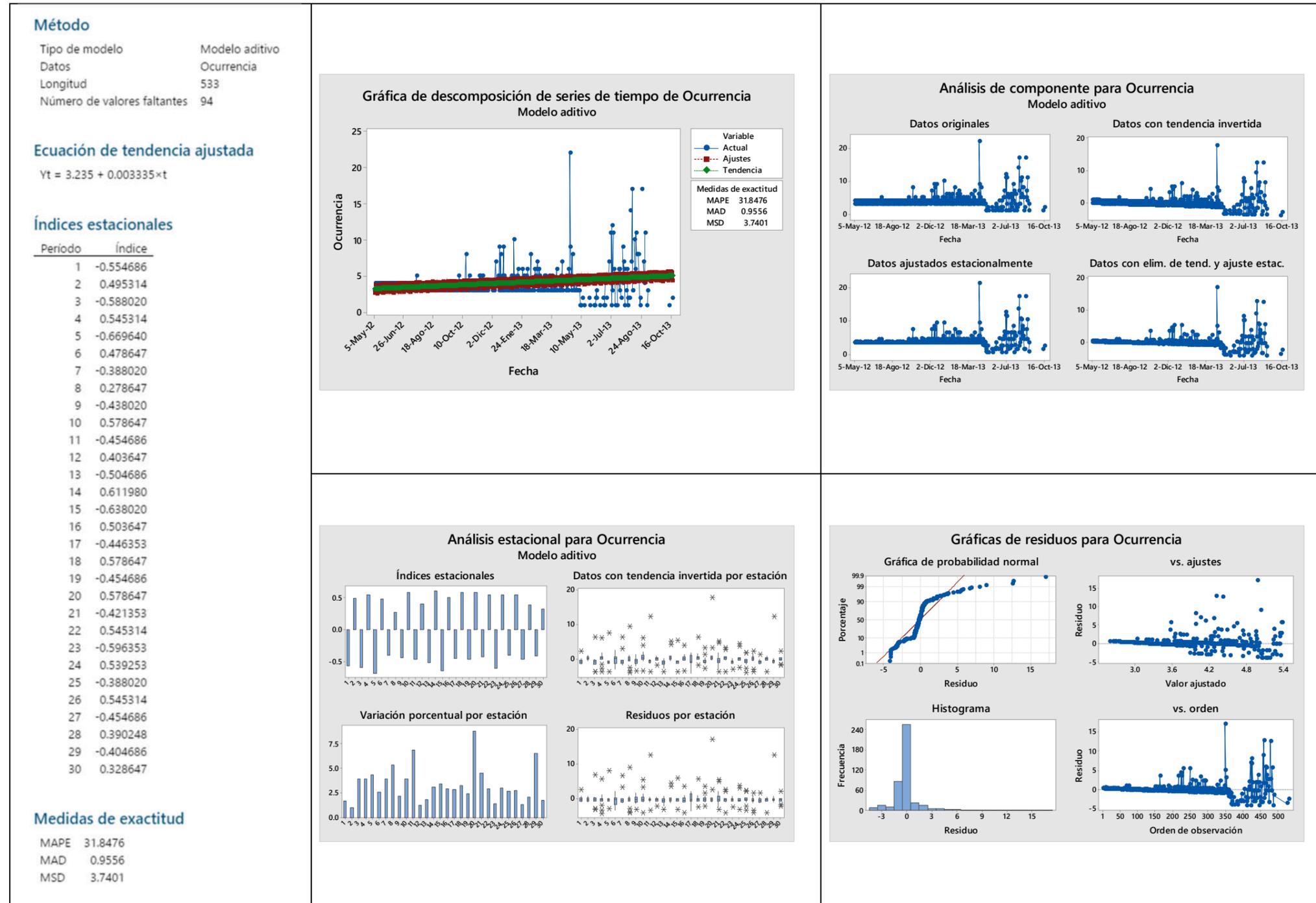


Figura H.1. Descomposición de series de tiempo para Ocurrencia – Modelo Aditivo

Nota1. Gráfica de Descomposición: Se aprecia que los ajustes siguen los datos frecuentemente y que hay cierta estacionalidad con variaciones; esto último indica que el modelo funciona.

Nota2. Análisis de componentes: Se observa cierto grado de similitud con los datos originales lo cual indica la existencia de un componente estacional y de tendencia en cierto grado.

Nota3. Análisis estacional: La variación porcentual por estación es variable; la variación de los datos con tendencia invertida por estación, y los residuos por estación no presentan variación representativa.

Nota4. Residuos: Se aprecia en la gráfica de probabilidad normal que los residuos están distribuidos normalmente en su mayoría. Se aprecia en histograma cierto nivel de simetría lo cual refiere a que el modelo se ajusta a los datos. En residuos vs. ajustes se aprecia dispersión de datos lo cual indica una varianza no constante y presencia de valores atípicos. En residuos vs. orden se aprecia que los puntos de datos se ubican de manera aleatoria alrededor de la línea central lo cual es indicador que el modelo funciona.

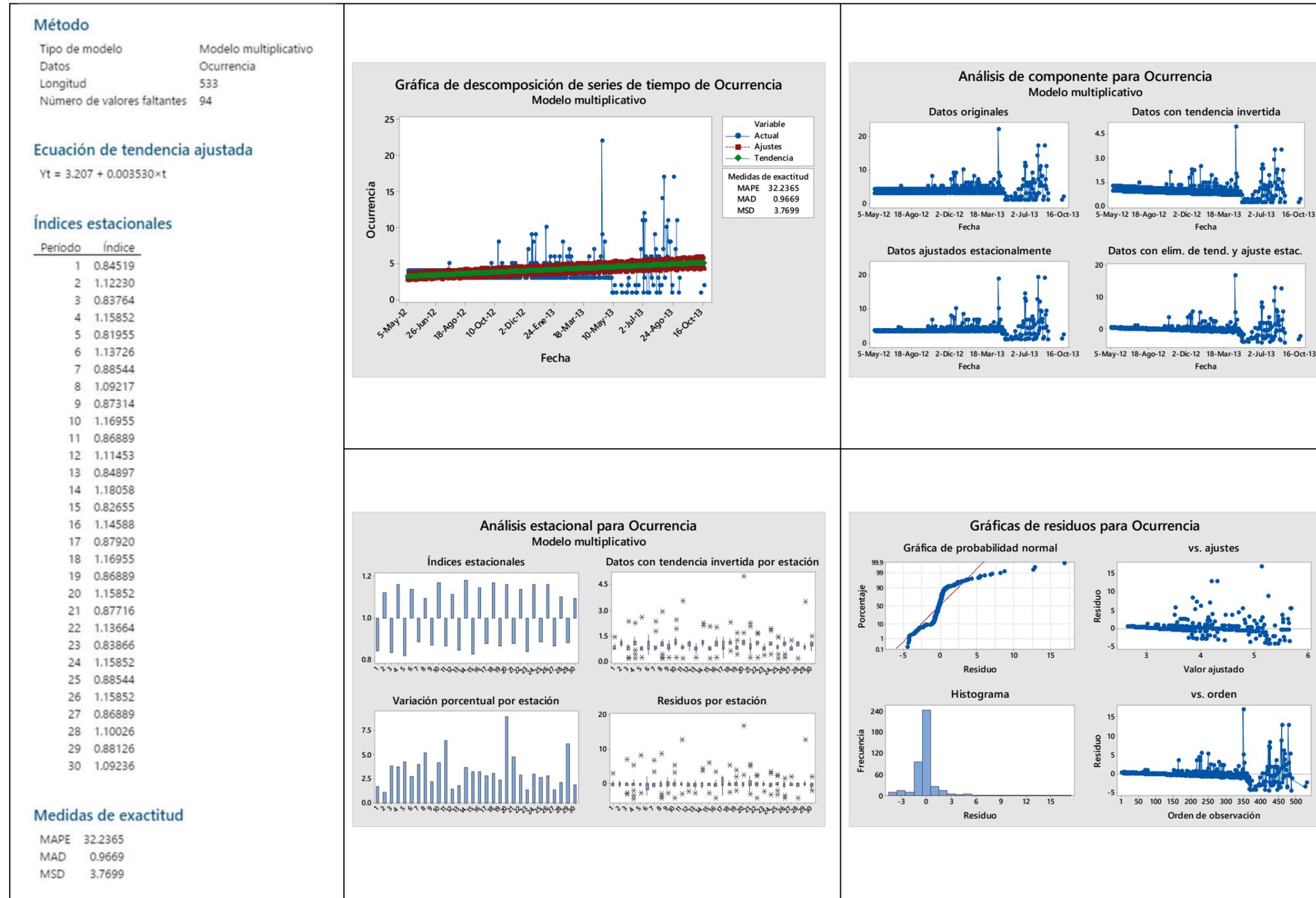


Figura H.2. Descomposición de series de tiempo para Ocurrencia – Modelo Multiplicativo

Nota1. Gráfica de Descomposición: Se aprecia que los ajustes siguen los datos frecuentemente y que hay cierta estacionalidad con variaciones; esto último indica que el modelo funciona.

Nota2. Análisis de componentes: Se observa cierto grado de similitud con los datos originales lo cual indica la existencia de un componente estacional y de tendencia en cierto grado.

Nota3. Análisis estacional: La variación porcentual por estación es variable; la variación de los datos con tendencia invertida por estación, y los residuos por estación no presentan variación representativa.

Nota4. Residuos: Se aprecia en la gráfica de probabilidad normal que los residuos están distribuidos normalmente en su mayoría. Se aprecia en histograma cierto nivel de simetría lo cual refiere a que el modelo se ajusta a los datos. En residuos vs. ajustes se aprecia dispersión de datos lo cual indica una varianza no constante y presencia de valores atípicos. En residuos vs. orden se aprecia que los puntos de datos se ubican de manera aleatoria alrededor de la línea central lo cual es indicador que el modelo funciona.

2.2. Paso 2: Pre requisitos para la aplicación del método

El método es aplicable en vista que se cumplen los siguiente pre requisitos:

Tabla H.1
Pre requisitos para la aplicación del modelo de Winters

Pre requisito	Límite permisible	Matriz de datos
1 Serie de tiempo	Registro de datos en orden cronológico	Si
2 Datos suficientes	No especificado	533 registros
3 Recolección de datos a intervalos de tiempo apropiados	No especificado	Registro diario de ocurrencias
4 Componente estacional	No especificado	Se piensa utilizar el método de Winters en vista que se aprecia un componente estacional con tendencia. Esto último se verifica mediante el método de Descomposición tanto para modelo aditivo como para el multiplicativo. El modelo aditivo presenta medidas de exactitud que son mejores que el modelo multiplicativo.
5 Ciclos estacionales	Tendencia de por lo menos entre 4 y 5 ciclos estacionales	Se cuenta con aproximadamente 17.76 ciclos

3. Procedimiento

3.1. Paso 1: Realización del análisis

Se aplica el método de Winters para obtener 1822 pronósticos lo cual representa el plazo del contrato CB-029-12. Los resultados obtenidos en Minitab 18 se presentan a continuación:

Tabla H.2
Constantes de suavización

Constante	Modelo Aditivo	Modelo Multiplicativo
α (nivel)	0.00001	0.00001
γ (tendencia)	0.1	0.1
δ (estacional)	0.8	0.8

Nota1. Las constantes se estimaron en base a la preferencia relativa a qué datos favorecer en cuanto a su ponderación; para las 3 constantes las ponderaciones más elevadas favorecen a los datos recientes.

Tabla H.3

Medidas de exactitud

Medida de exactitud	Modelo Aditivo	Modelo Multiplicativo
MAPE	31.5295	31.6823
MAD	1.5744	1.5829
MSD	9.3419	9.5845

Nota. Se prefieren los resultados del modelo aditivo frente a los del modelo multiplicativo puesto que el MAPE es mayor en el primer caso.

Tabla H.4

Resumen del modelo y pronósticos

Nombre	Tipo	Tamaño	Última fecha de modificación	Datos
ModeloWinters.csv	Archivo de valores separados por comas de Microsoft Excel	158KB	10/02/2018	Datos suavizados, estimaciones del nivel, estimaciones de tendencia, estimaciones estacionales, ajustes, residuos pronósticos, límites superiores e inferiores de predicción en 95%.

Nota. Los datos no se incluyen en el documento por ser numerosos.

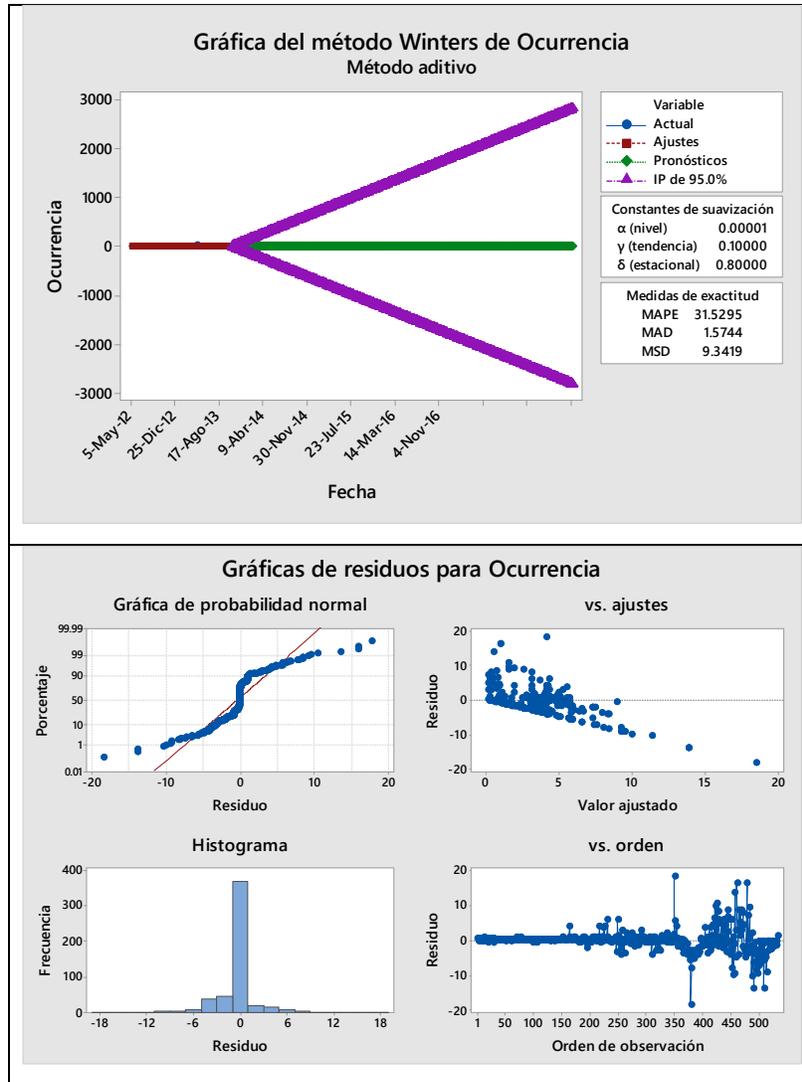


Figura H.3. Dashboard del método de Winters de Ocurrencia – Modelo aditivo

Análisis de una operación industrial de suministro de combustible Diésel B-5 y desarrollo de solución de optimización basada en las metodologías del PMI, ISO 9000, ISO 14000 y OHSAS 18000

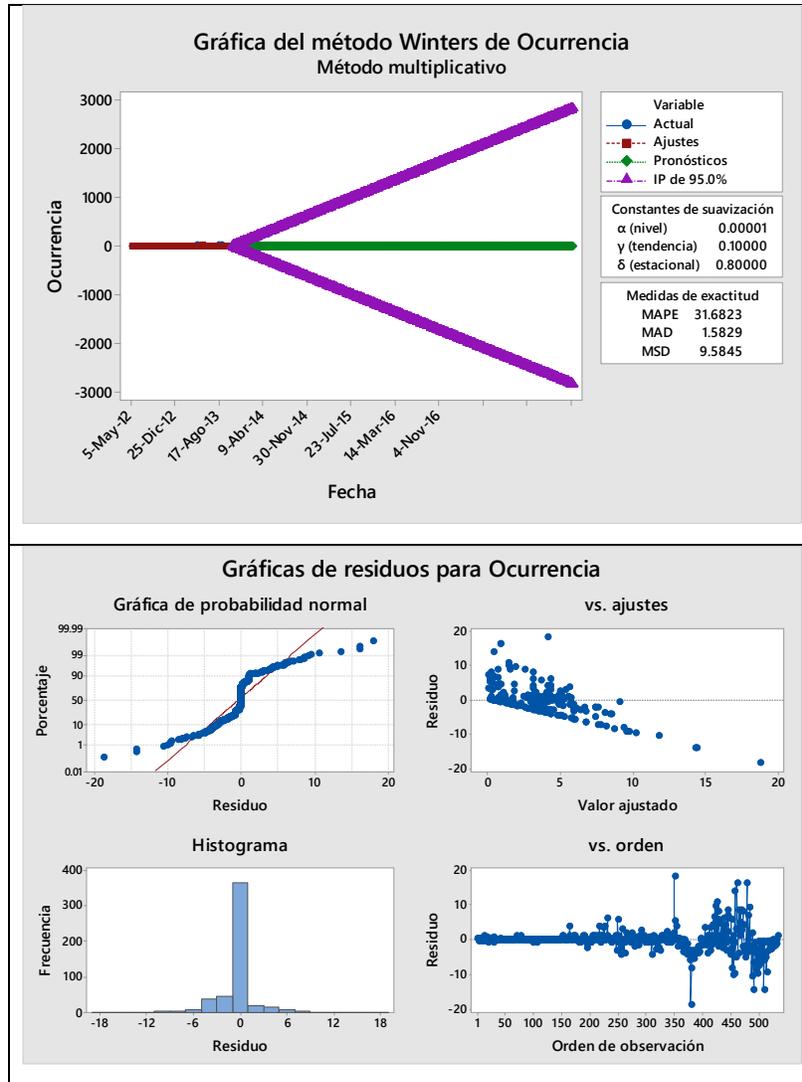


Figura H.4. Dashboard del método de Winters de Ocurrencia – Modelo multiplicativo

3.2. *Paso 2: Resultados clave*

Se opta por utilizar los resultados referidos al modelo aditivo por lo que los resultados clave refieren a este modelo.

- Ajuste de datos: En general se aprecia un ajuste regular.
- Gráfica de probabilidad normal: Se aprecian valores atípicos y una distribución en forma de S lo cual indica una distribución con colas largas.
- Esto último indicaría que los residuos seguirían una distribución normal poco suficiente por lo que los intervalos de confianza y los valores p podrían resultar con una exactitud insuficiente.
- Residuos vs. ajustes: Se aprecian valores atípicos; la mayor parte de puntos están a ambos lados de 0 y se observa ligeramente una tendencia lineal negativa. Esto último se traduce en que los residuos están distribuidos aleatoriamente y con varianza constante en un nivel aceptable.
- Histograma de residuos: Se aprecia simetría alrededor de 0 lo cual indica la tenencia de residuos aleatorios alrededor de la media 0; por lo que se aprecia que el modelo se ajusta a los datos.
- Residuos vs. orden: Se aprecia una aleatoriedad respecto de la línea central 0 por lo que se considera que los residuos son independientes lo cual se espera.
- Comparación del ajuste con otros modelos
- Para la obtención de este resultado se hace un análisis comparativo respecto de las medidas de exactitud entre el método de Winters para los modelos aditivo y multiplicativo. Se aprecian mejores valores para el modelo aditivo 31.52 versus 31.58 para el parámetro MAPE.
- Exactitud de los pronósticos:
- Se deduce que no hay pronósticos muy exactos por apreciarse en la gráfica de residuos vs orden un patrón en el comportamiento de los residuos (tendencia constante). La inexactitud es debido a que el número de pronósticos generados es mayor al número de datos recolectados.

3.3. Paso 3: Formulación del modelo aditivo y multiplicativo

A continuación, se presentan los modelos a aplicarse expresados en fórmulas con su notación respectiva.

$$\begin{aligned}L_t &= \alpha (Y_t - S_{t-p}) + (1 - \alpha) [L_{t-1} + T_{t-1}] \\T_t &= \gamma [L_t - L_{t-1}] + (1 - \gamma) T_{t-1} \\S_t &= \delta (Y_t - L_t) + (1 - \delta) S_{t-p} \\\hat{Y}_t &= L_{t-1} + T_{t-1} + S_{t-p}\end{aligned}$$

Figura H.5. Fórmula del modelo aditivo

Nota. Recuperado de Métodos y Fórmulas para el Método de Winters. Fuente: Minitab 18

$$\begin{aligned}L_t &= \alpha (Y_t / S_{t-p}) + (1 - \alpha) [L_{t-1} + T_{t-1}] \\T_t &= \gamma [L_t - L_{t-1}] + (1 - \gamma) T_{t-1} \\S_t &= \delta (Y_t / L_t) + (1 - \delta) S_{t-p} \\\hat{Y}_t &= (L_{t-1} + T_{t-1}) S_{t-p}\end{aligned}$$

Figura H.6. Fórmula del modelo multiplicativo

Nota. Recuperado de Métodos y Fórmulas para el Método de Winters. Fuente: Minitab 18

4. Estimación de la Población de Ocurrencia del Contrato CB-029-12

La estimación de la población comprende los pronósticos generados con el método de Winters en un modelo aditivo desde la fecha de inicio de contrato.

APÉNDICE I: PRUEBAS DE HIPÓTESIS POBLACIONALES PARA LA VARIABLE OCURRENCIA

En el presente apéndice se realiza la prueba de hipótesis para la variable ocurrencia de acuerdo con los siguientes lineamientos.

1. Objetivo

Comparar dos muestras:

- Muestra 1: La muestra referencial de 274 casos acontecidos en un periodo de referencial de 533 días calendario.
- Muestra 2: Población de todos los incidentes que acontecen durante el contrato CB-029-12 en un periodo de 1822 días.

2. Tipo de prueba de hipótesis

Las pruebas que se realizan son:

- Prueba de hipótesis 1: T de 2 muestras para la media (Diferencia de las medias)
- Prueba de hipótesis 2: Desviación estándar para 2 muestras (Diferencia de las desviaciones)
- Prueba de hipótesis 3: Desviación estándar para 2 muestras (Desviación estándar de la muestra 1 es mayor)

3. Resultados Minitab

3.1. Prueba de hipótesis 1: T de 2 muestras para la media (diferencia de las medias)

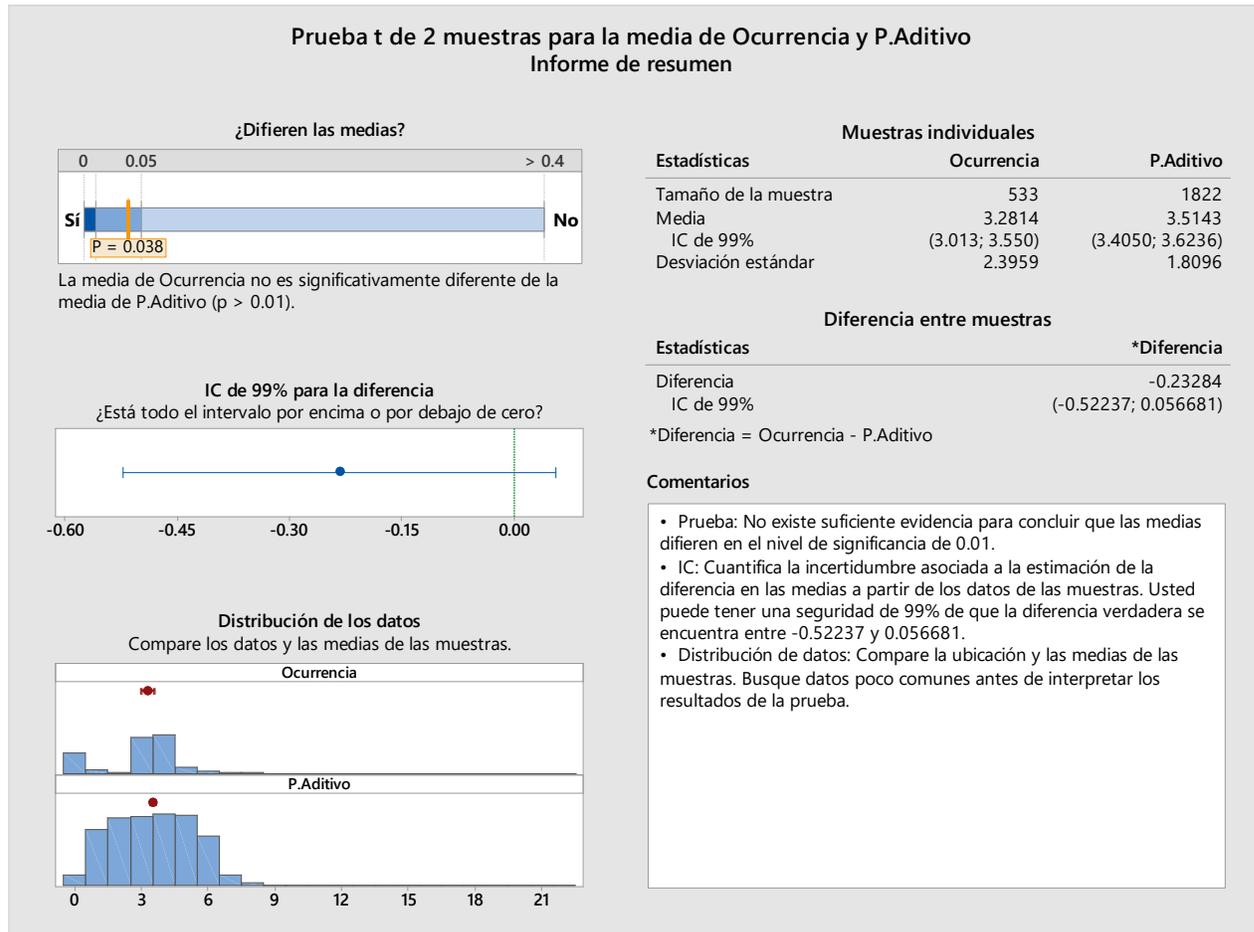


Figura I.1. Informe de resumen

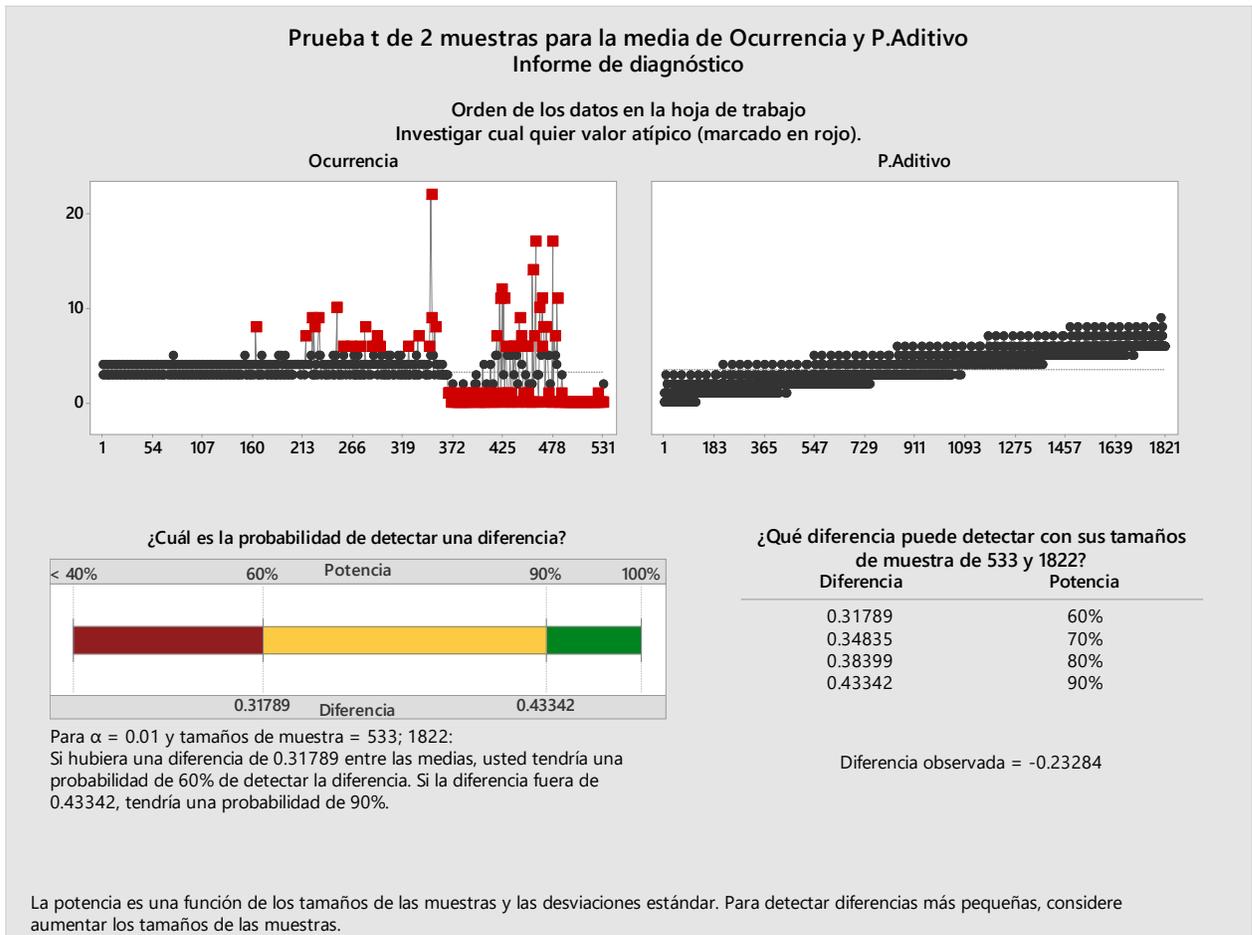


Figura I.2. Informe de diagnóstico

Análisis de una operación industrial de suministro de combustible Diésel B-5 y desarrollo de solución de optimización basada en las metodologías del PMI, ISO 9000, ISO 14000 y OHSAS 18000

Prueba t de 2 muestras para la media de Ocurrencia y P.Aditivo		
Tarjeta de informe		
Verificar	Estado	Descripción
Datos poco comunes		Algunos de los puntos de los datos son poco comunes en comparación con los otros puntos de la misma muestra. Debido a que los datos poco comunes pueden tener una fuerte influencia sobre los resultados, usted debería intentar identificar la causa de su naturaleza poco común. Estos puntos están marcados en rojo en el Informe de diagnóstico. Usted puede colocar el cursor del ratón sobre un punto o utilizar la característica de destacado de Minitab para identificar la fila de la hoja de trabajo. Corrija cualquier error de ingreso de datos o de medición. Considere eliminar los datos que estén asociados con causas especiales y repetir el análisis.
Normalidad		Debido a que el tamaño de ambas muestras es por lo menos 15, la normalidad no representa ningún problema. La prueba es exacta con datos no normales cuando los tamaños de muestra son suficiente grandes.
Tamaño de la muestra		Sus datos no proveen suficiente evidencia para concluir que la media de Ocurrencia difiere de P.Aditivo. Esto podría deberse a que los tamaños de las muestras son demasiado pequeños. De acuerdo con los tamaños de sus muestras, las desviaciones estándares σ y α , usted tendría una probabilidad de 90% de detectar una diferencia de 0.43342. Para determinar qué tan grande deben ser sus muestras para detectar una diferencia que tenga implicaciones prácticas, repita el análisis e ingrese un valor para la diferencia.
Varianza igual		El Asistente de Minitab utiliza el método de Welch, que no presupone ni requiere que las dos muestras tengan varianzas iguales. Según estudios, la prueba se desarrolla adecuadamente con varianzas desiguales, incluso cuando los tamaños de las muestras no son iguales.

Figura I.3. Tarjeta de informe

3.2. Prueba de hipótesis 2: Desviación estándar para 2 muestras (diferencia de las desviaciones)

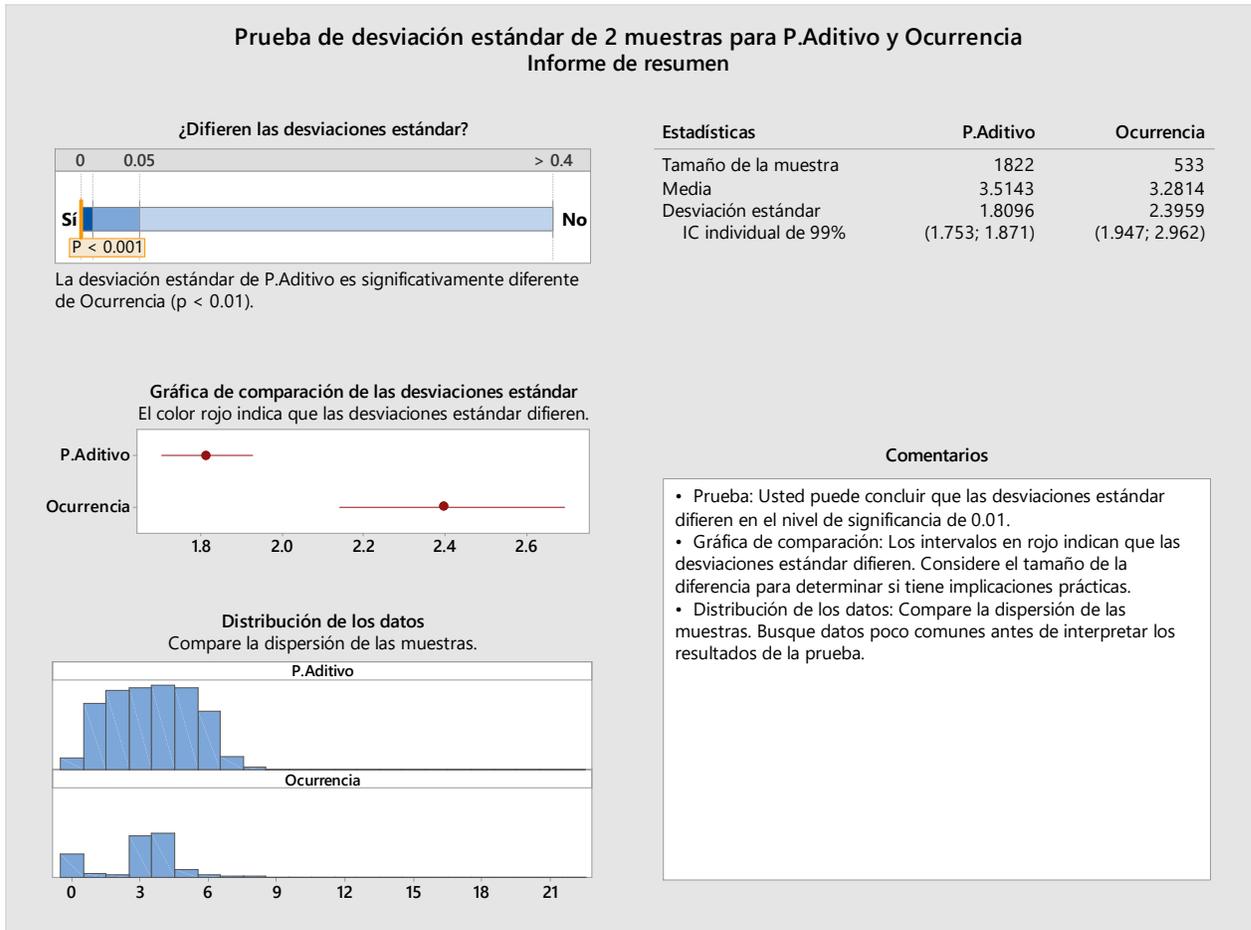


Figura I.4. Informe de resumen

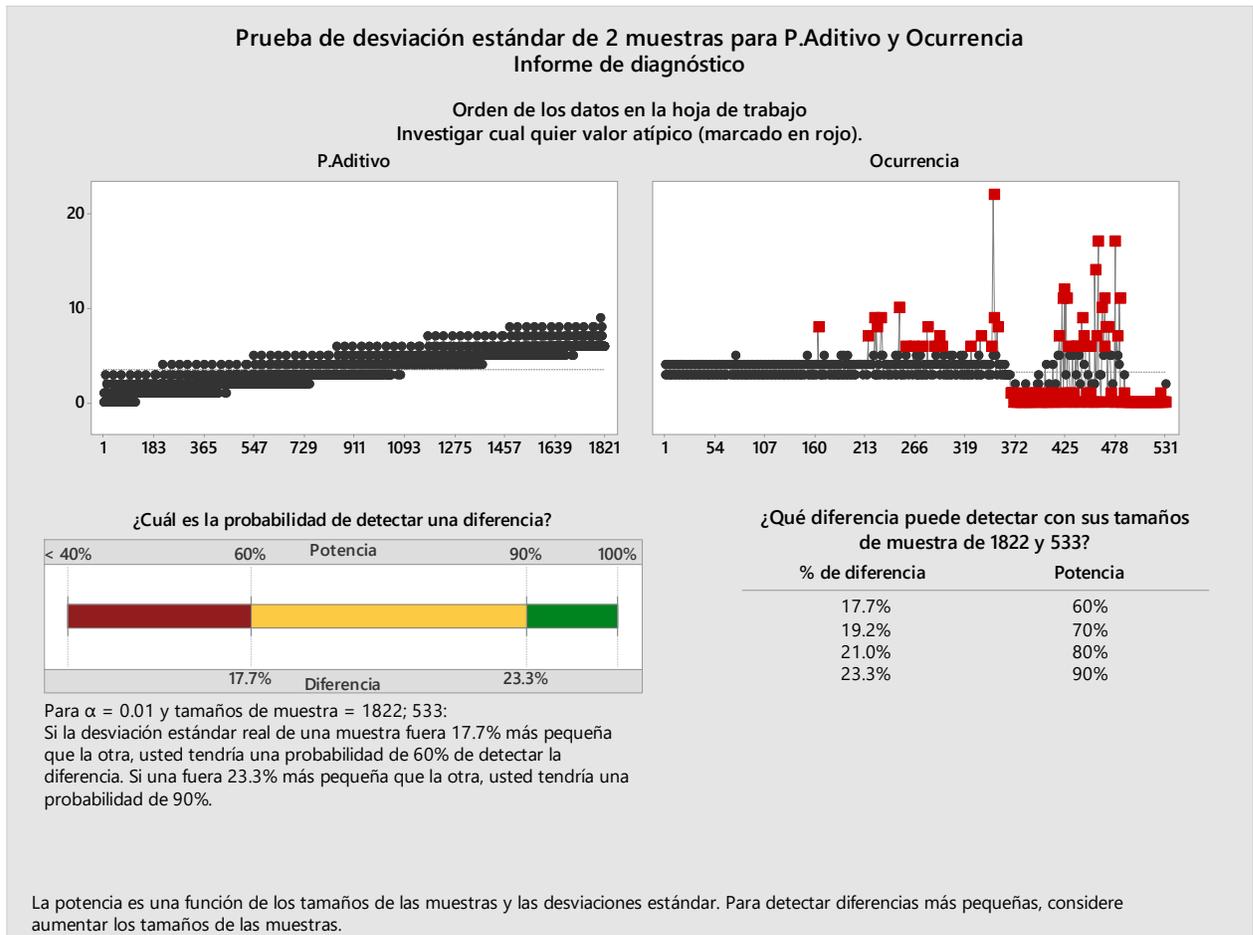


Figura I.5. Informe de diagnóstico

Prueba de desviación estándar de 2 muestras para P.Aditivo y Ocurrencia		
Tarjeta de informe		
Verificar	Estado	Descripción
Datos poco comunes		Algunos de los puntos de los datos son poco comunes en comparación con los otros puntos de la misma muestra. Debido a que los datos poco comunes pueden tener una fuerte influencia sobre los resultados, usted debería intentar identificar la causa de su naturaleza poco común. Estos puntos están marcados en rojo en el Informe de diagnóstico. Usted puede colocar el cursor del ratón sobre un punto o utilizar la característica de destacado de Minitab para identificar la fila de la hoja de trabajo. Corrija cualquier error de ingreso de datos o de medición. Considere eliminar los datos que estén asociados con causas especiales y repetir el análisis.
Normalidad		Este análisis utiliza la Prueba de Bonett. Con muestras suficientemente grandes, la prueba funciona adecuadamente tanto para datos normales como para datos no normales.
Validez de la prueba		Debido que el tamaño de ambas muestras es de por lo menos 20, la exactitud del valor p no es un problema.
Tamaño de la muestra		La muestra es suficiente para detectar una diferencia entre las desviaciones estándar.

Figura I.6. Tarjeta de informe

3.3. Prueba de hipótesis 3: Desviación estándar para 2 muestras (Desviación estándar de la muestra 1 es mayor)

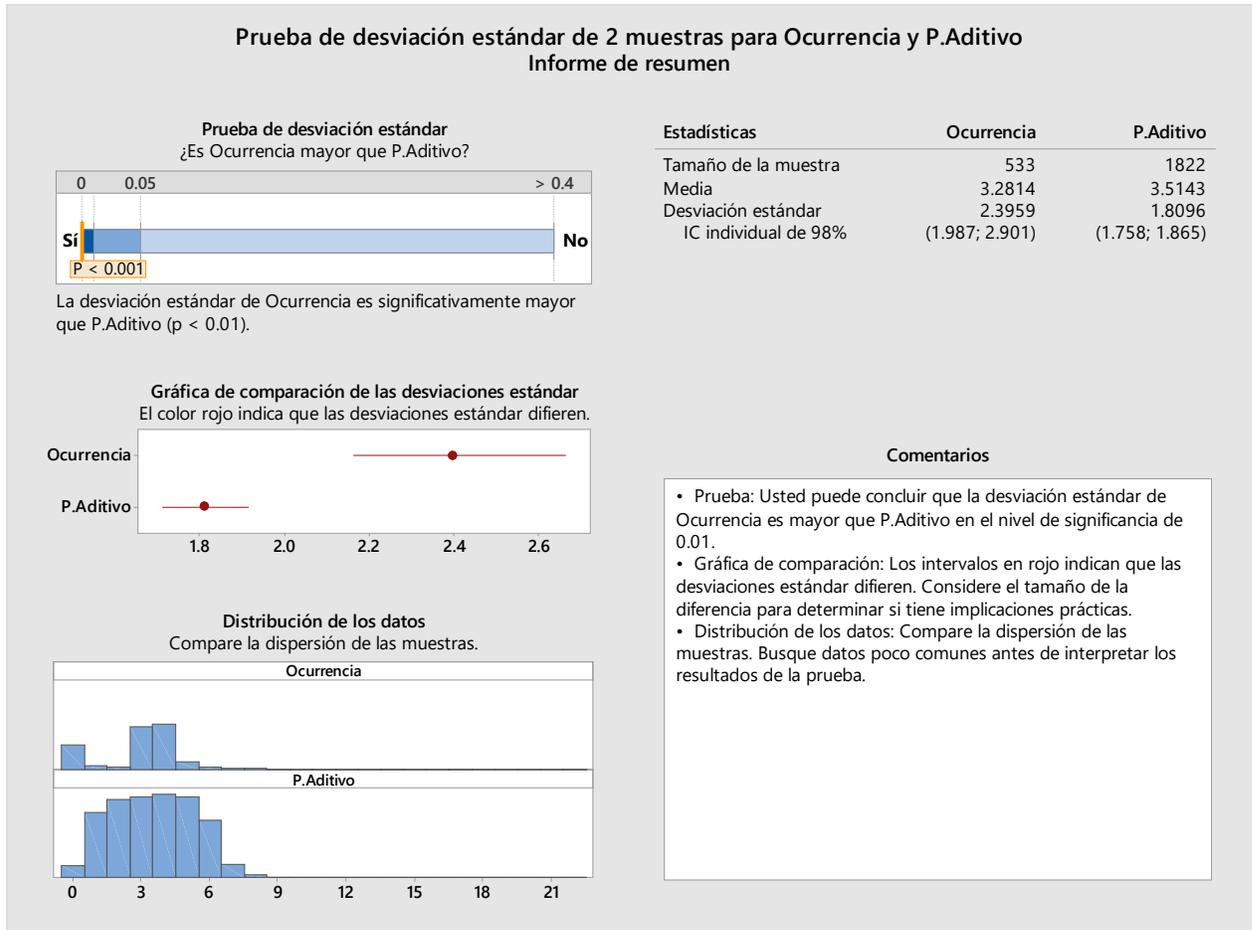


Figura I.7. Informe de resumen

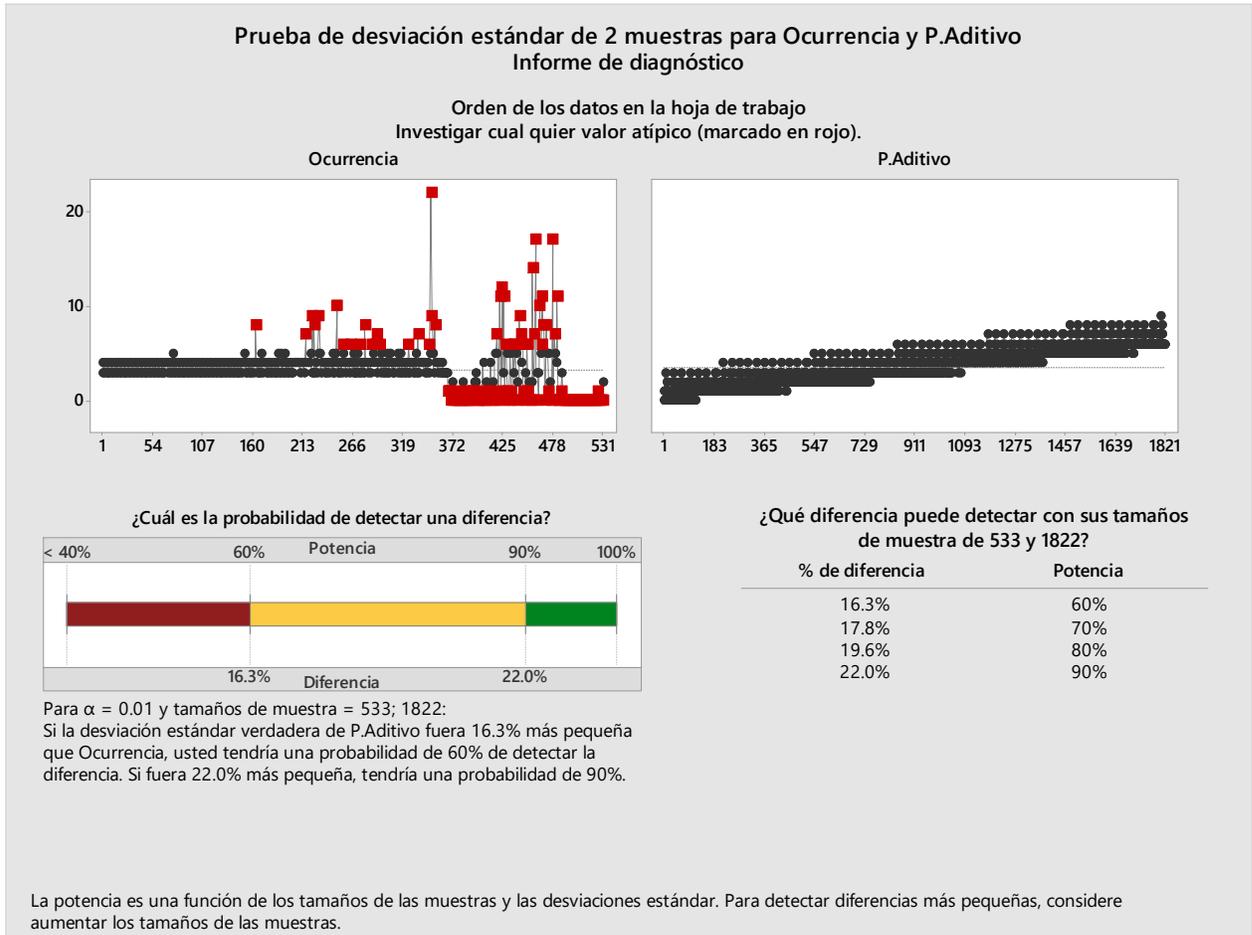


Figura I.8. Informe de diagnóstico

Análisis de una operación industrial de suministro de combustible Diésel B-5 y desarrollo de solución de optimización basada en las metodologías del PMI, ISO 9000, ISO 14000 y OHSAS 18000

Prueba de desviación estándar de 2 muestras para Ocurrencia y P.Aditivo		
Tarjeta de informe		
Verificar	Estado	Descripción
Datos poco comunes		Algunos de los puntos de los datos son poco comunes en comparación con los otros puntos de la misma muestra. Debido a que los datos poco comunes pueden tener una fuerte influencia sobre los resultados, usted debería intentar identificar la causa de su naturaleza poco común. Estos puntos están marcados en rojo en el Informe de diagnóstico. Usted puede colocar el cursor del ratón sobre un punto o utilizar la característica de destacado de Minitab para identificar la fila de la hoja de trabajo. Corrija cualquier error de ingreso de datos o de medición. Considere eliminar los datos que estén asociados con causas especiales y repetir el análisis.
Normalidad		Este análisis utiliza la Prueba de Bonett. Con muestras suficientemente grandes, la prueba funciona adecuadamente tanto para datos normales como para datos no normales.
Validez de la prueba		Debido que el tamaño de ambas muestras es de por lo menos 20, la exactitud del valor p no es un problema.
Tamaño de la muestra		La muestra es suficiente para detectar una diferencia entre las desviaciones estándar.

Figura I.9. Tarjeta de informe

APÉNDICE J: ANÁLISIS PARAMÉTRICO

En el presente apéndice se presentan los resultados de los análisis univariantes 1 y 2.

1. Análisis paramétrico 1: ANOVA one-way para las variables “tipo de incidente” (factor) y “fecha” (respuesta)

- Tipo de ANOVA: ANOVA de un solo factor
- Respuesta: DG_Fecha del incidente
- Factor: DG_Tipo de Incidente

Análisis de una operación industrial de suministro de combustible Diésel B-5 y desarrollo de solución de optimización basada en las metodologías del PMI, ISO 9000, ISO 14000 y OHSAS 18000

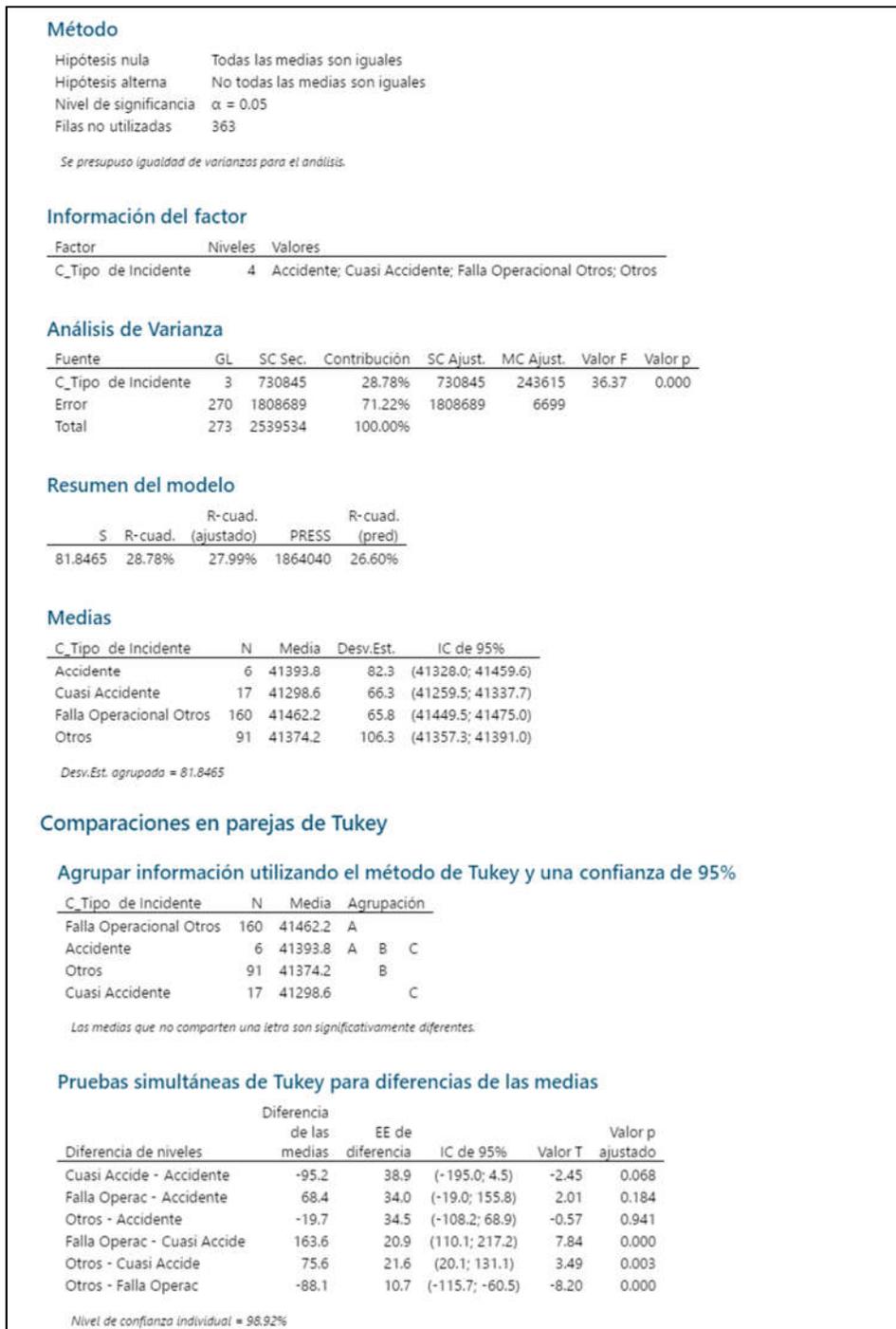


Figura J.1. Hoja de resultado de ANOVA de un solo factor: DG_Fecha de Incidente vs. C_Tipo de incidente

Nota1. La hipótesis nula se niega en vista que el valor de $p < 0.05$; la diferencia de medias es significativa

Nota2. Se aprecian 3 agrupaciones de Tukey (A, B, C); de acuerdo con lo anterior las categorías que pertenece a cada grupo presentan medias estadísticamente significativas.

Nota3. El factor “Tipo de incidente” explica en un 28.78% la variación de las respuestas “Fecha”.

Nota4. La desviación estándar del modelo es de 81.8465.

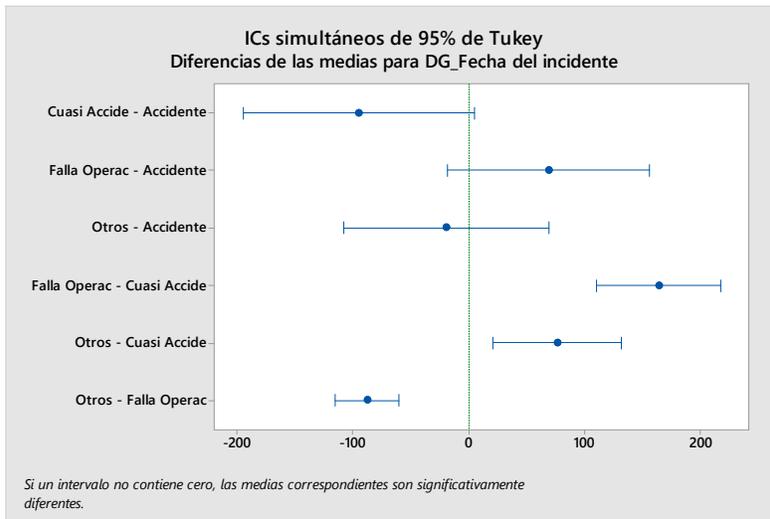


Figura J.2. ICs simultáneos de 95% de Tukey; Diferencias de las medias para DG_Fecha del incidente

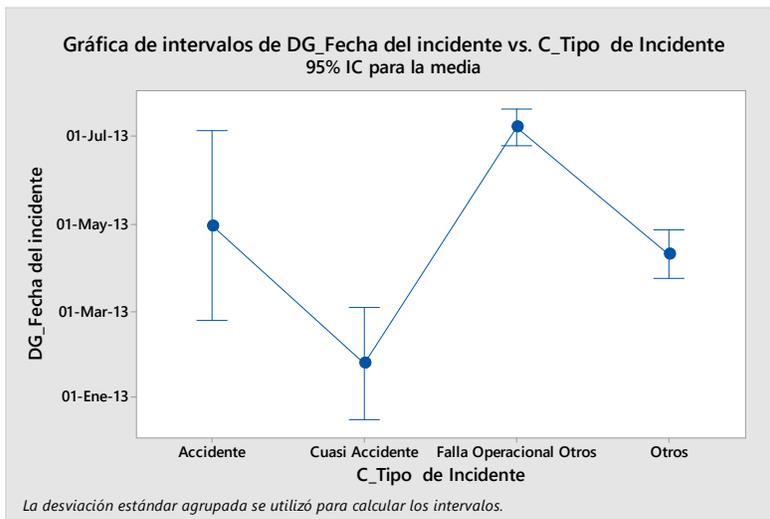


Figura J.3. Gráfica de intervalos de DG_Fecha del incidente vs. C_Tipo de incidente
Nota1. La categoría con la media más alta es “Falla operacional” mientras que la media más baja pertenece a la categoría “Cuasi Accidente”.

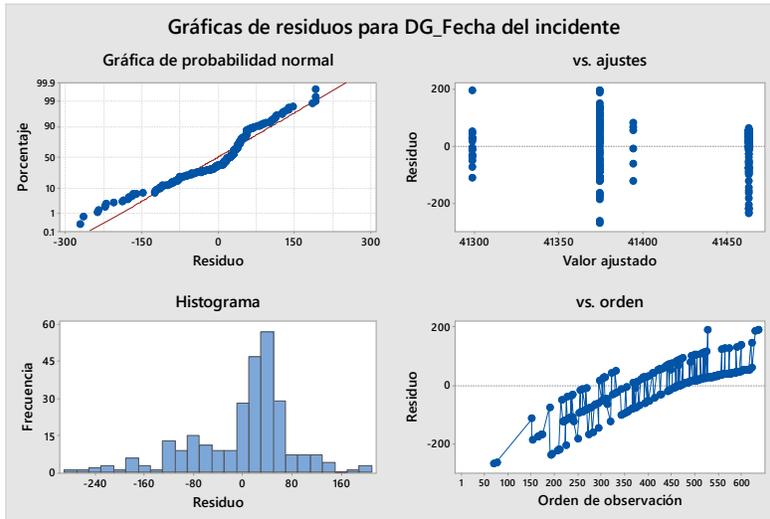


Figura J.6. Gráficas de residuos para DG_Fecha del incidente

Nota1. Los residuos se distribuyen aleatoriamente y la varianza es constante lo cual significa un cumplimiento de un supuesto del modelo.

Nota2. Se aprecia una tendencia creciente de los residuos conforme se incrementa el orden de observación; esto último tendría su razón de ser en que los incidentes acontecen en el marco de un mismo sistema de gestión.

Nota3. Se aprecia que los residuos están distribuidos normalmente lo cual verifica el cumplimiento de un supuesto del modelo.

2. Análisis paramétrico 2: Regresión lineal para las variables “número de responsables” y “ocurrencia de incidente”

- Para efectos de análisis se realiza una regresión simple entre la variable dependiente “ocurrencia” y “DG_# de responsables”.

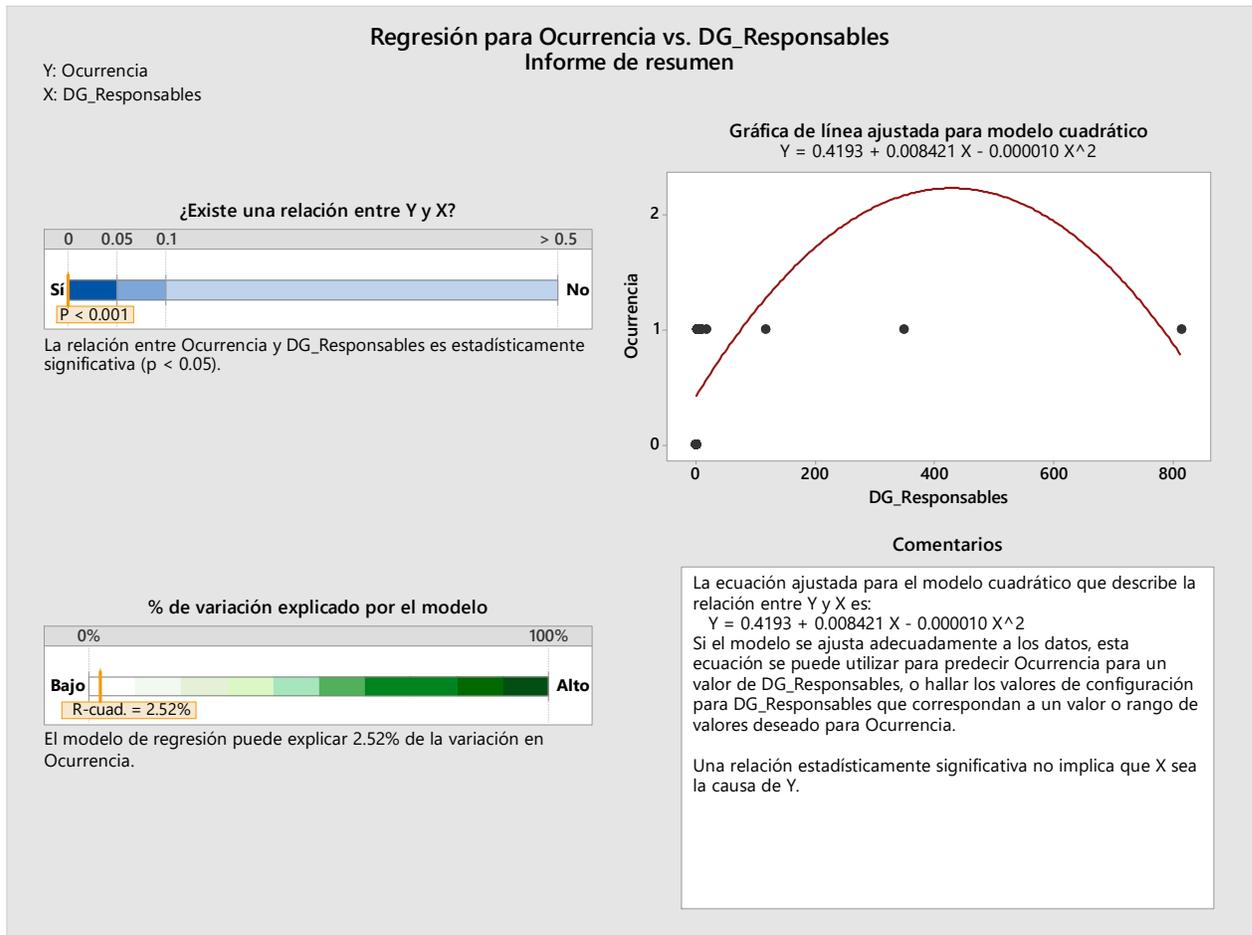


Figura J.7. Informe de resumen

Regresión para Ocurrencia vs. DG_Responsables Tarjeta de informe		
Verificar	Estado	Descripción
Cantidad de datos		Su muestra es lo suficientemente grande ($n = 637$) para obtener una estimación precisa de la fuerza de la relación.
Datos poco comunes		<ul style="list-style-type: none"> Residuos grandes: 2 puntos de los datos tienen residuos grandes y no son ajustados adecuadamente por la ecuación. Estos puntos aparecen marcados en rojo en las gráficas. Valores de X poco comunes: 3 puntos de datos que tienen valores de X poco comunes, lo cual puede causar que la línea ajustada se acerque más a los puntos poco comunes y se aleje de otros puntos. Estos puntos aparecen marcados en rojo en el Informe de selección del modelo. <p>Usted puede colocarse sobre un punto o utilizar la función de destacado de Minitab para identificar las filas de la hoja de trabajo. Puesto que los datos poco comunes pueden tener una influencia fuerte en los resultados, trate de identificar la causa de su naturaleza poco común. Corrija cualquier error de ingreso de datos o de medición. Considere eliminar los datos asociados a causas especiales y volver a realizar el análisis.</p>
Normalidad		Debido a que usted tiene por lo menos 15 puntos de datos, la normalidad no representa un problema. Si el número de puntos de datos es pequeño y los residuos no están normalmente distribuidos, el valor p utilizado para determinar si existe una relación significativa entre X y Y pudiera no ser exacto.
Ajuste del modelo		<p>Usted debe evaluar el ajuste de los datos y del modelo de acuerdo con sus metas. Observe la gráfica de línea ajustada para asegurarse de que:</p> <ul style="list-style-type: none"> La muestra cubre adecuadamente el rango de valores de X. El modelo ajusta apropiadamente cualquier curvatura en los datos (evite un ajuste excesivo). La línea se ajusta adecuadamente en áreas de interés especial.

Figura J.8. Tarjeta de Informe

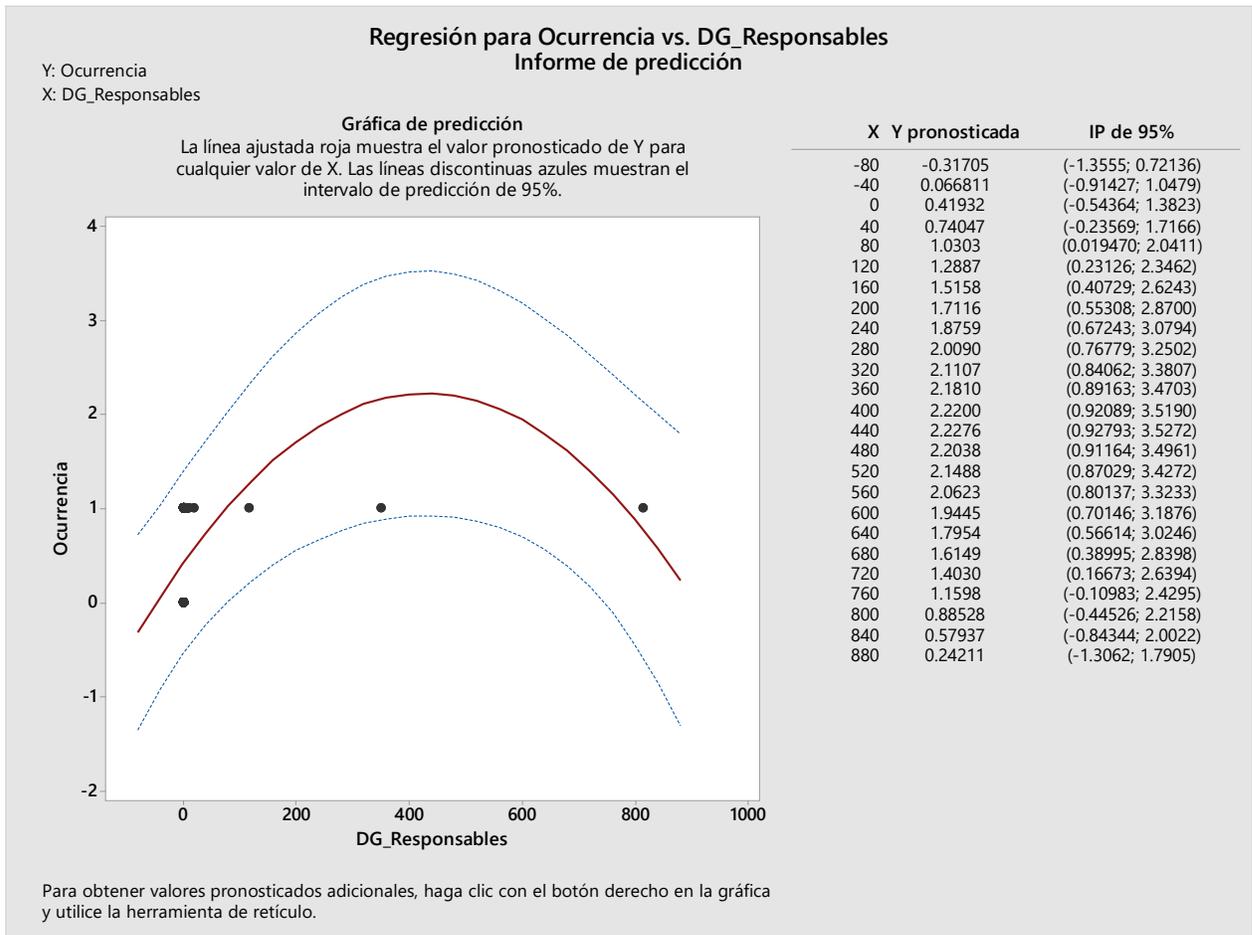


Figura J.9. Informe de predicción

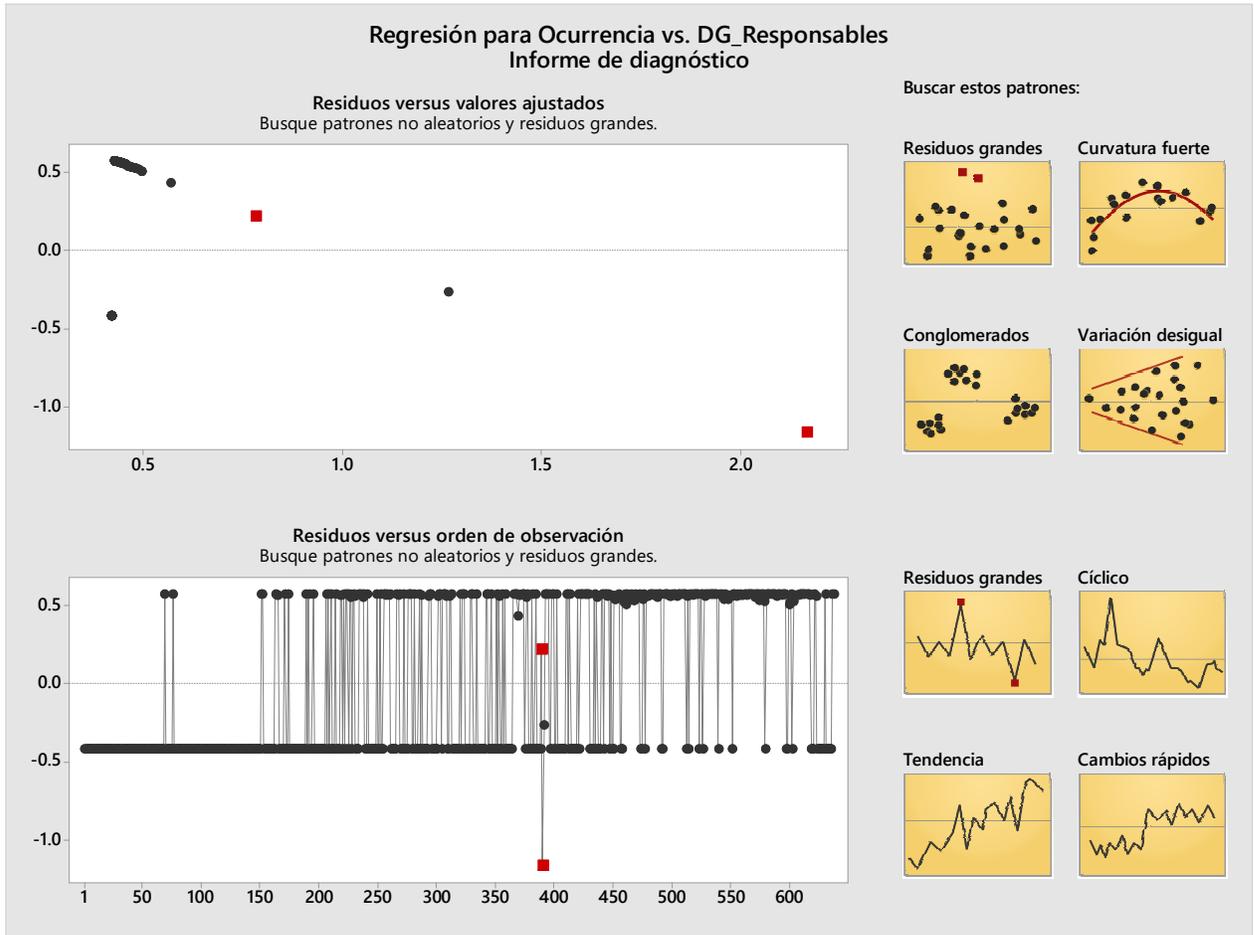


Figura J.10. Informe de diagnóstico

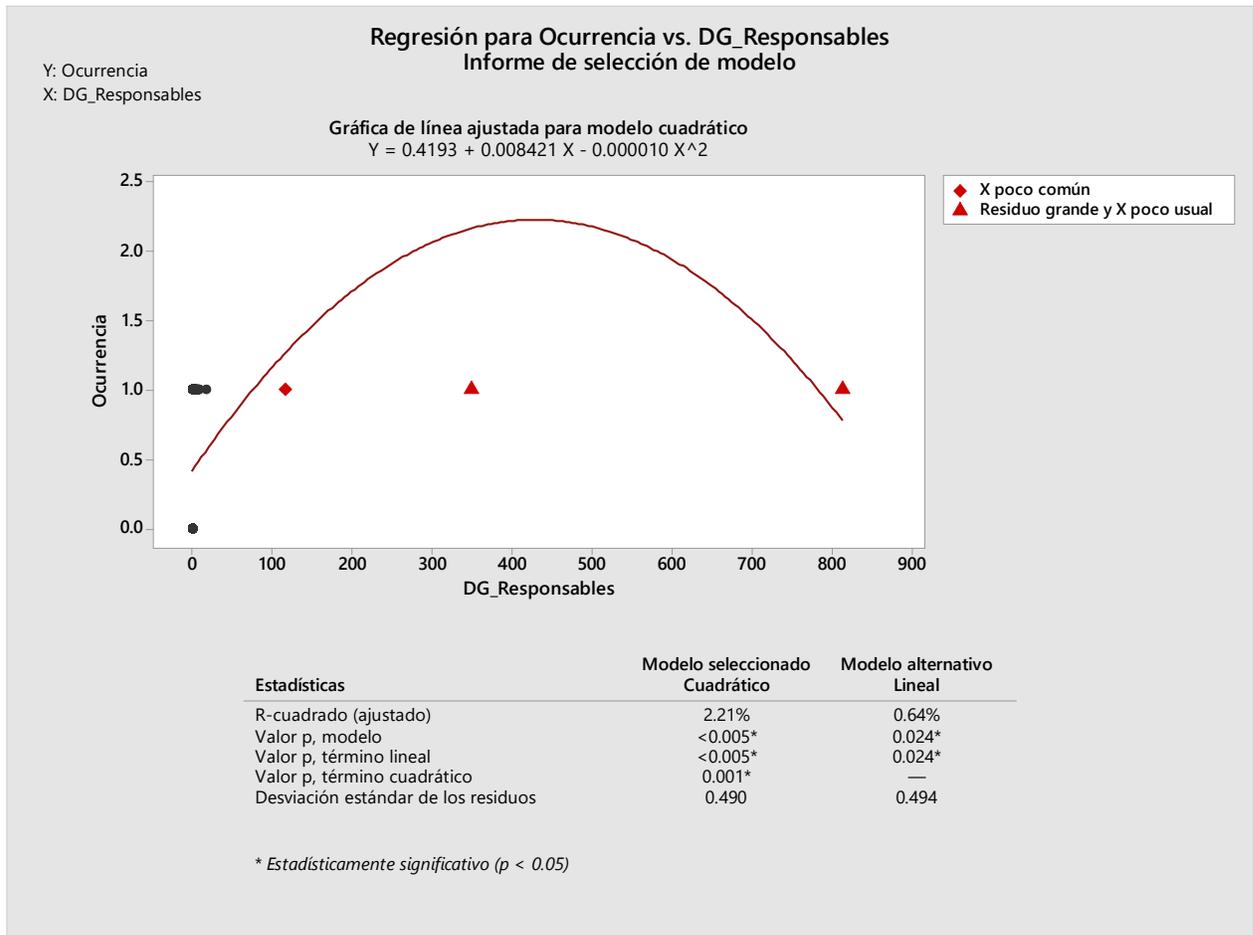


Figura J.11. Informe de selección de modelo

APÉNDICE K: ANÁLISIS MULTIVARIANTE

En el presente apéndice se presentan los resultados de los análisis multivariantes 1 al 5 correspondientes a la aplicación del método de regresión múltiple, y los análisis multivariantes del 1 al 6 correspondientes a la aplicación del modelo lineal general.

1. Análisis multivariante del 1 al 5 – Método de regresión múltiple

1.1. Análisis multivariante 1 – Método de regresión múltiple: Severidad vs. tipo de incidente, número de responsables

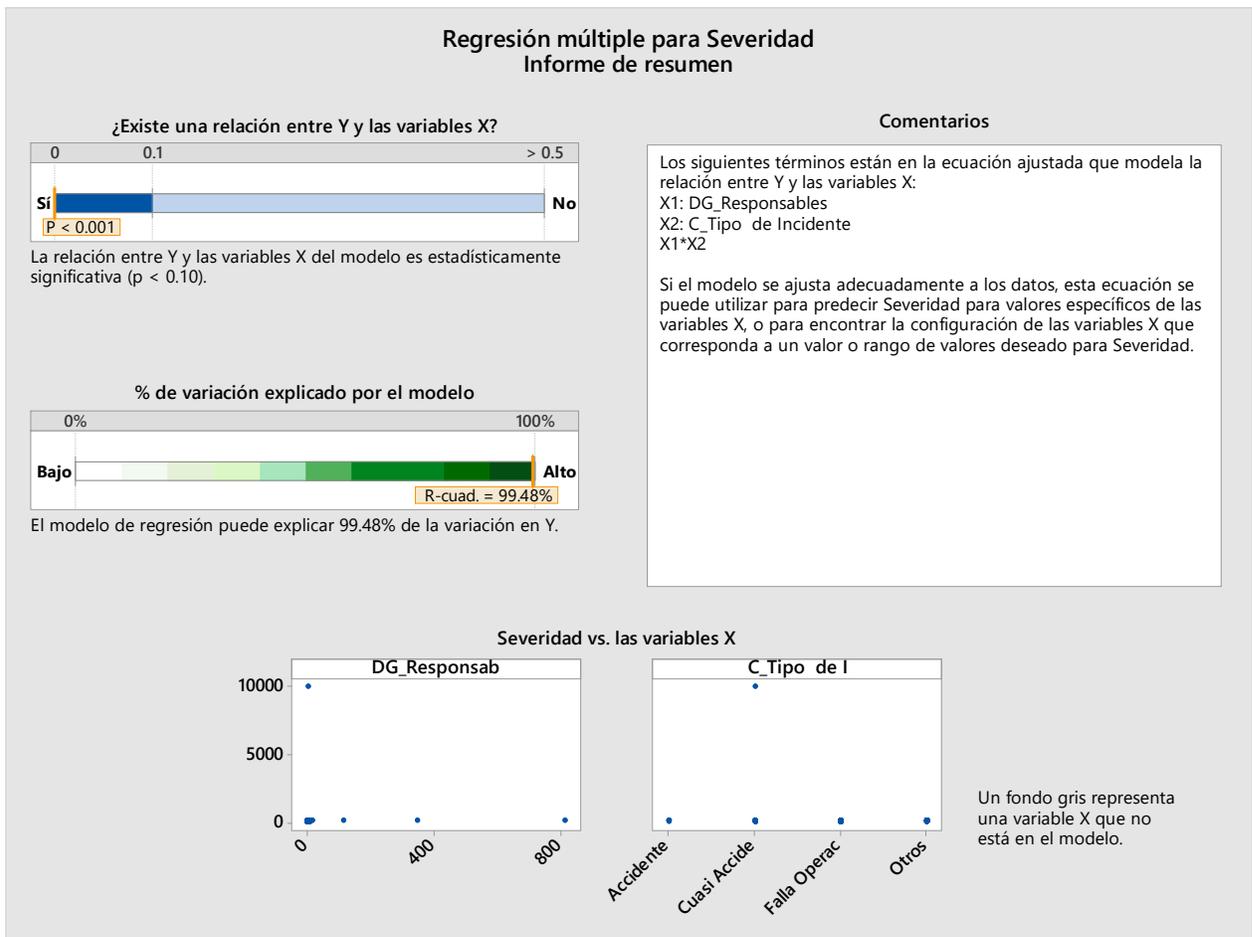


Figura K.1. Informe de resumen

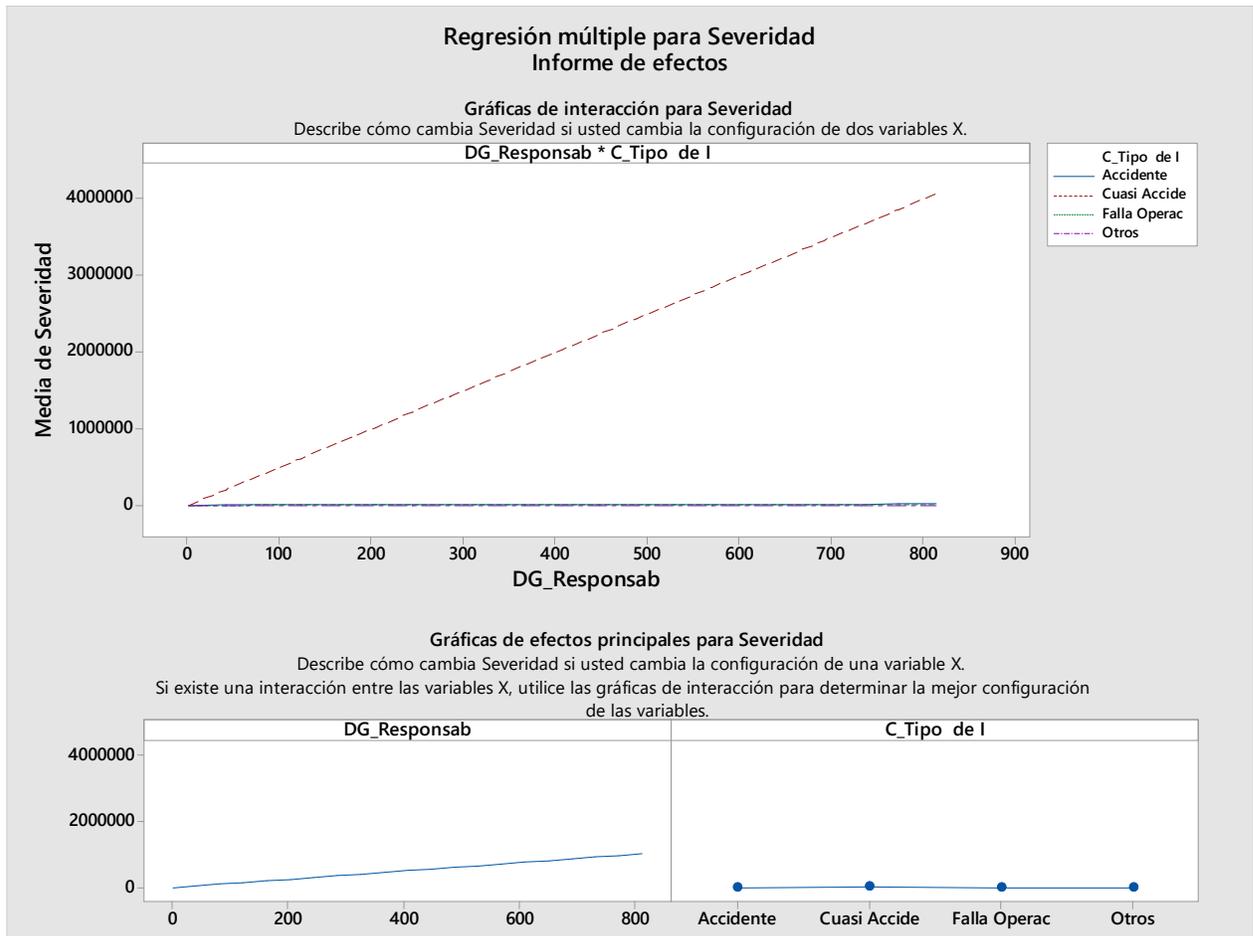


Figura K.2. Informe de efectos

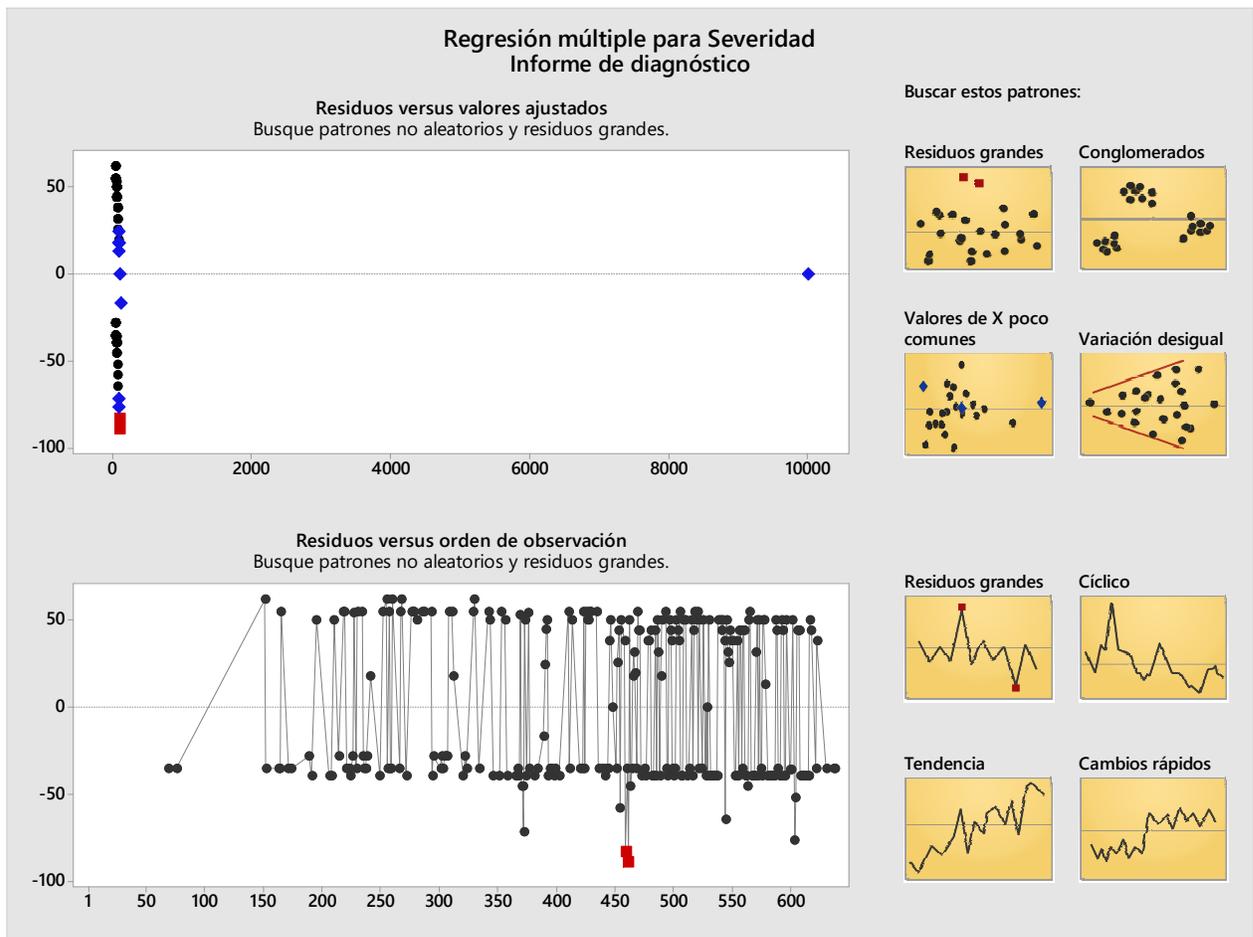


Figura K.3. Informe de diagnóstico

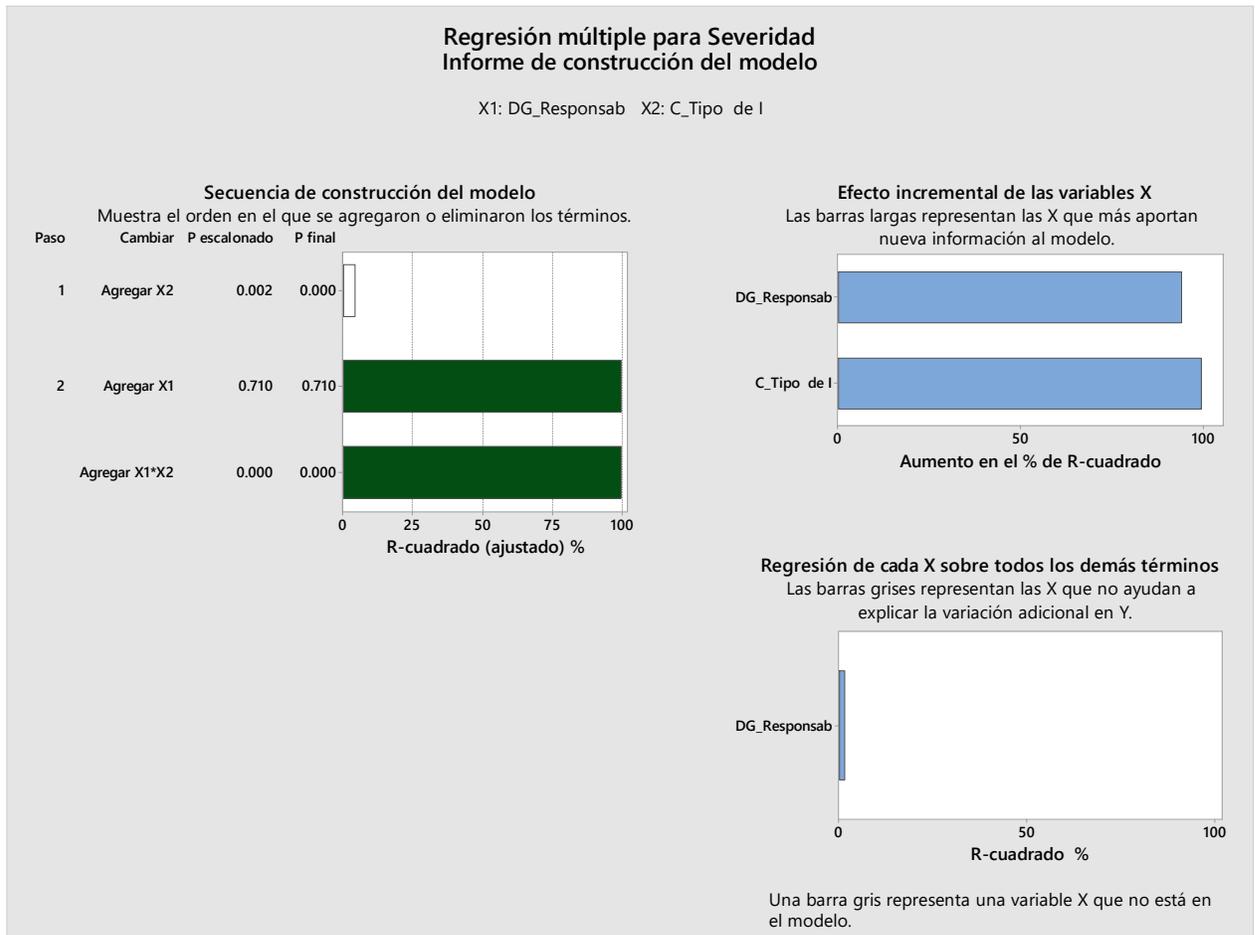


Figura K.4. Informe de construcción de modelo



Figura K.5. Informe de ecuaciones del modelo

Regresión múltiple para Severidad Tarjeta de informe		
Verificar	Estado	Descripción
Cantidad de datos		Su muestra es lo suficientemente grande ($n = 274$) para obtener una estimación precisa de la fuerza de la relación.
Datos poco comunes		<ul style="list-style-type: none"> Residuos grandes: 2 puntos de los datos tienen residuos grandes y no son ajustados adecuadamente por la ecuación. Estos puntos aparecen marcados en rojo en el Informe de diagnóstico. Valores de X poco comunes: 13 puntos de los datos tienen valores de X poco comunes, que pueden influir fuertemente en la ecuación del modelo. Estos puntos aparecen marcados el Informe de diagnóstico. Usted puede colocarse sobre un punto o utilizar la función de destacado de Minitab para identificar las filas de la hoja de trabajo. Puesto que los datos poco comunes pueden tener una influencia fuerte en los resultados, trate de identificar la causa de su naturaleza poco común. Corrija cualquier error de ingreso de datos o de medición. Considere eliminar los datos asociados a causas especiales y volver a realizar el análisis.
Normalidad		Debido a que usted tiene por lo menos 15 puntos de datos, la normalidad no representa un problema. Si el número de puntos de los datos es pequeño y los residuos no están normalmente distribuidos, el valor p utilizado para determinar si existe una relación significativa entre las X y Y pudiera no ser exacto.

Figura K.6. Tarjeta de Informe

1.2. Análisis multivariante 2 – Método de regresión múltiple: Severidad vs. acto sub estándar, número de responsables

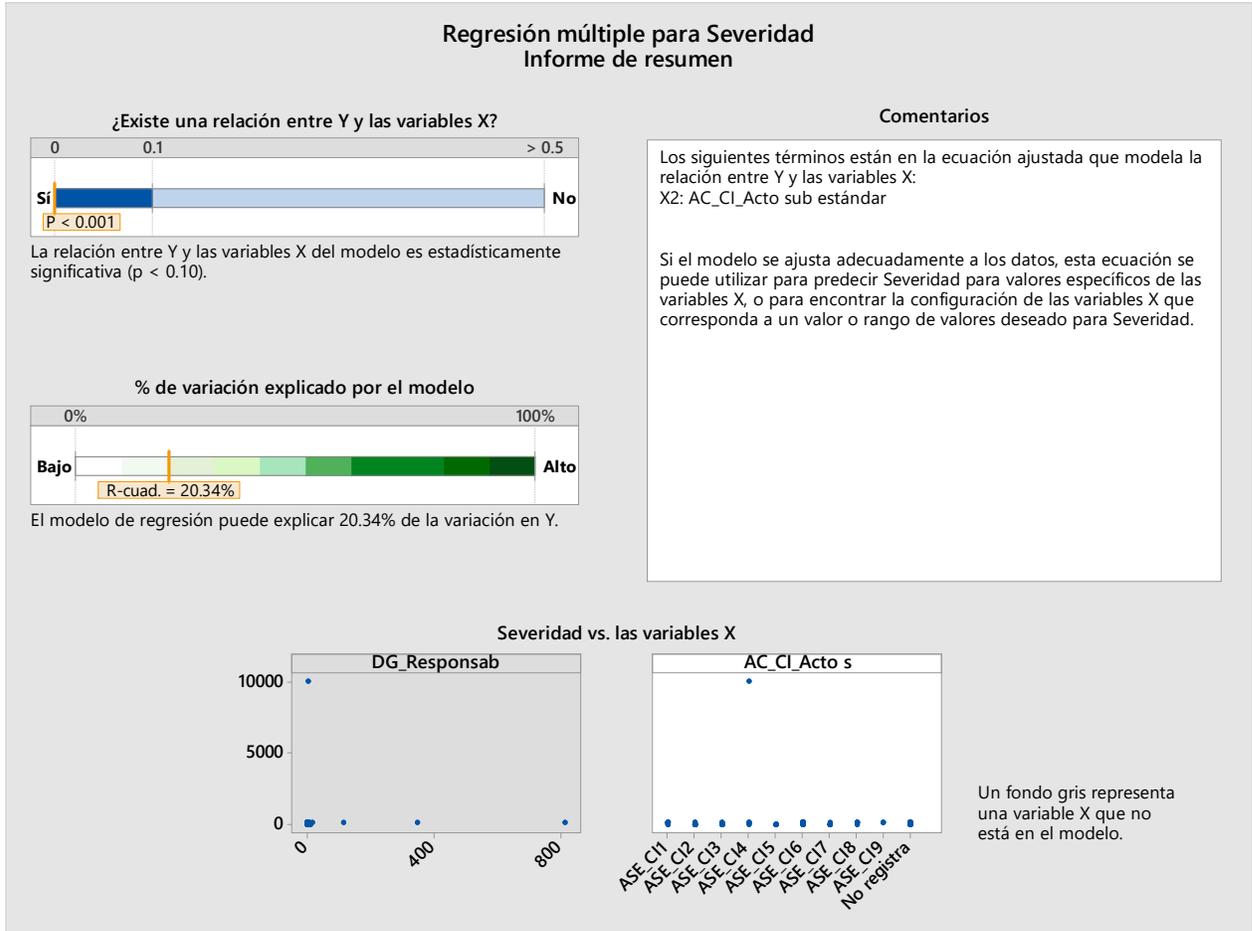


Figura K.7. Informe de resumen

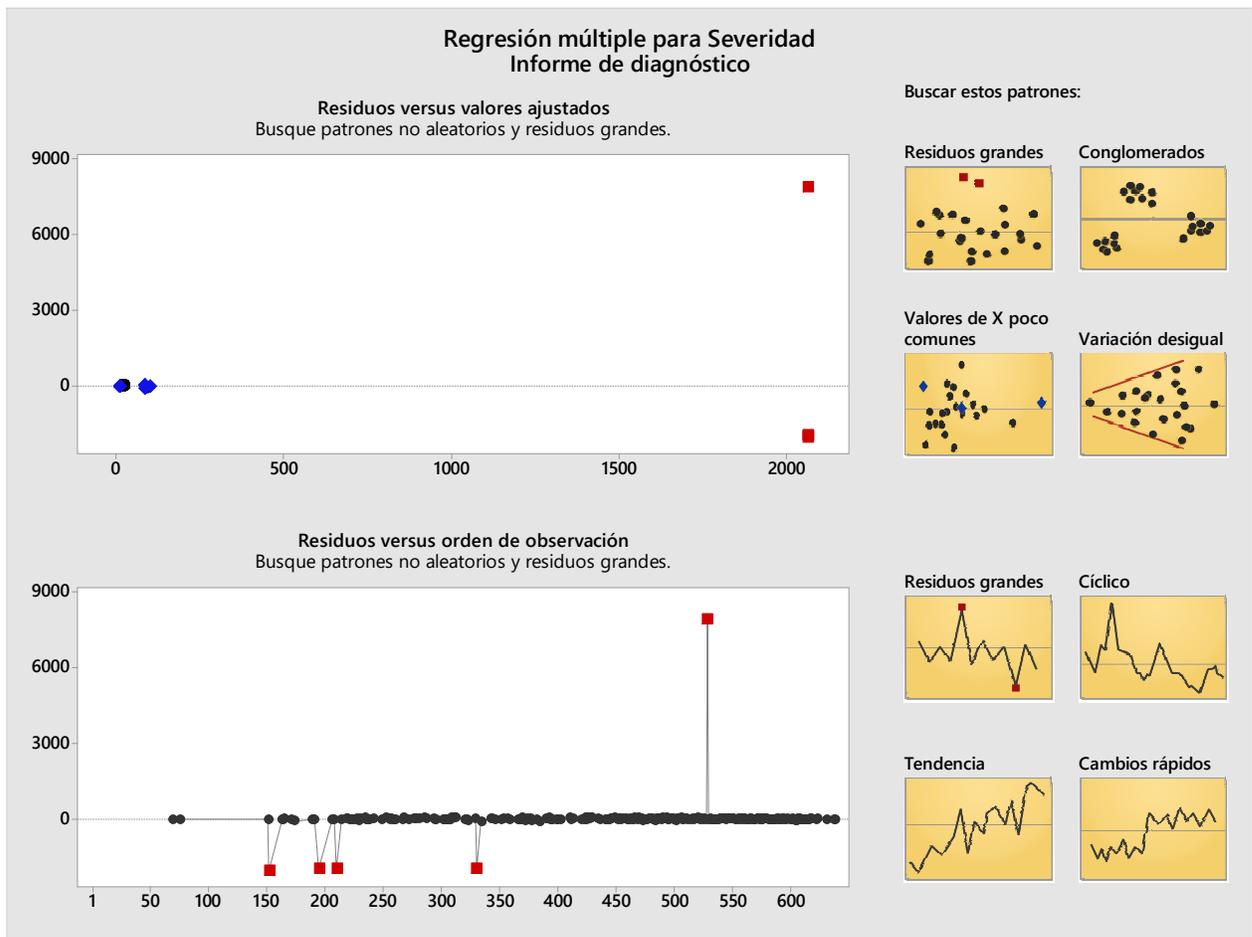


Figura K.8. Informe de diagnóstico

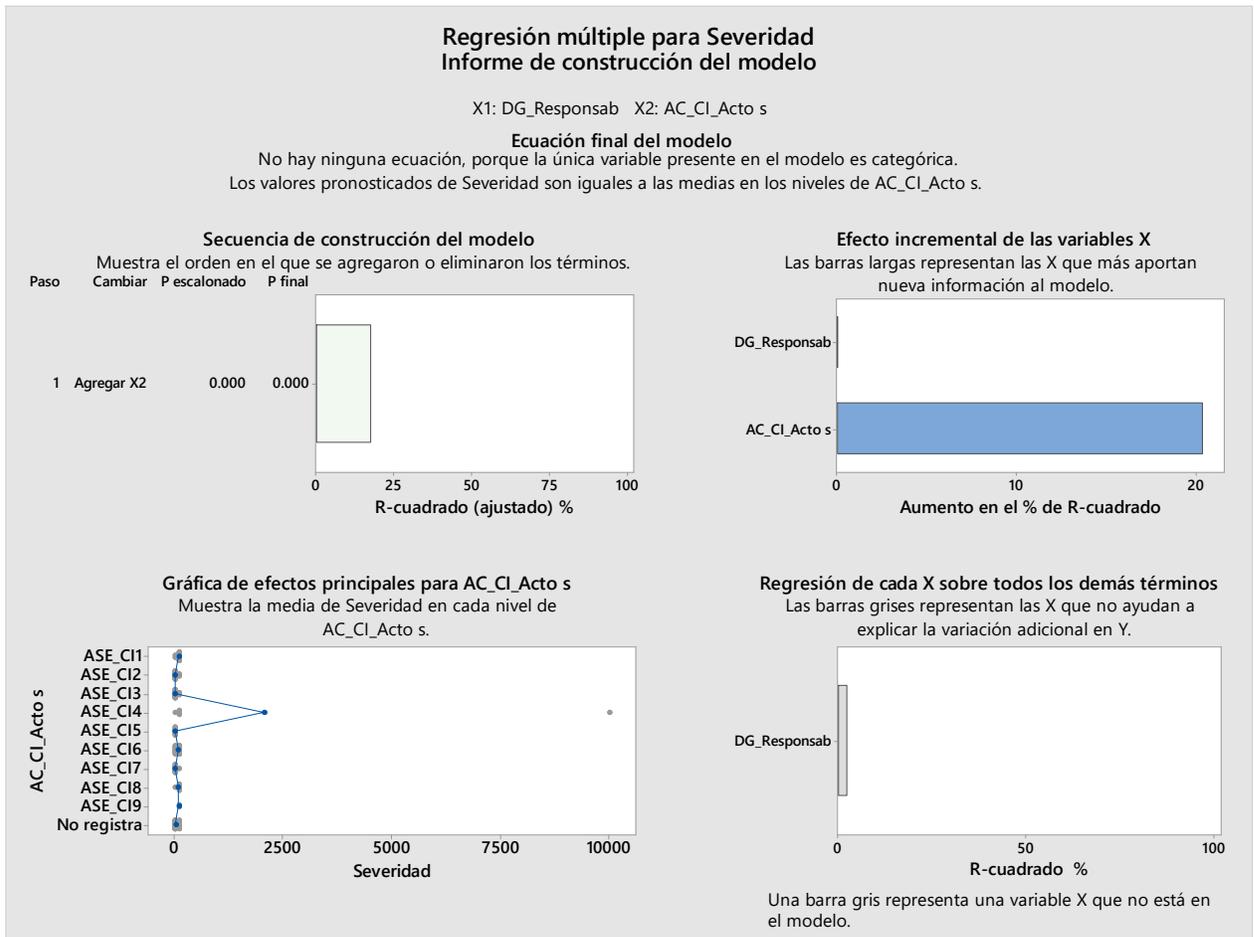


Figura K.9. Informe de construcción del modelo

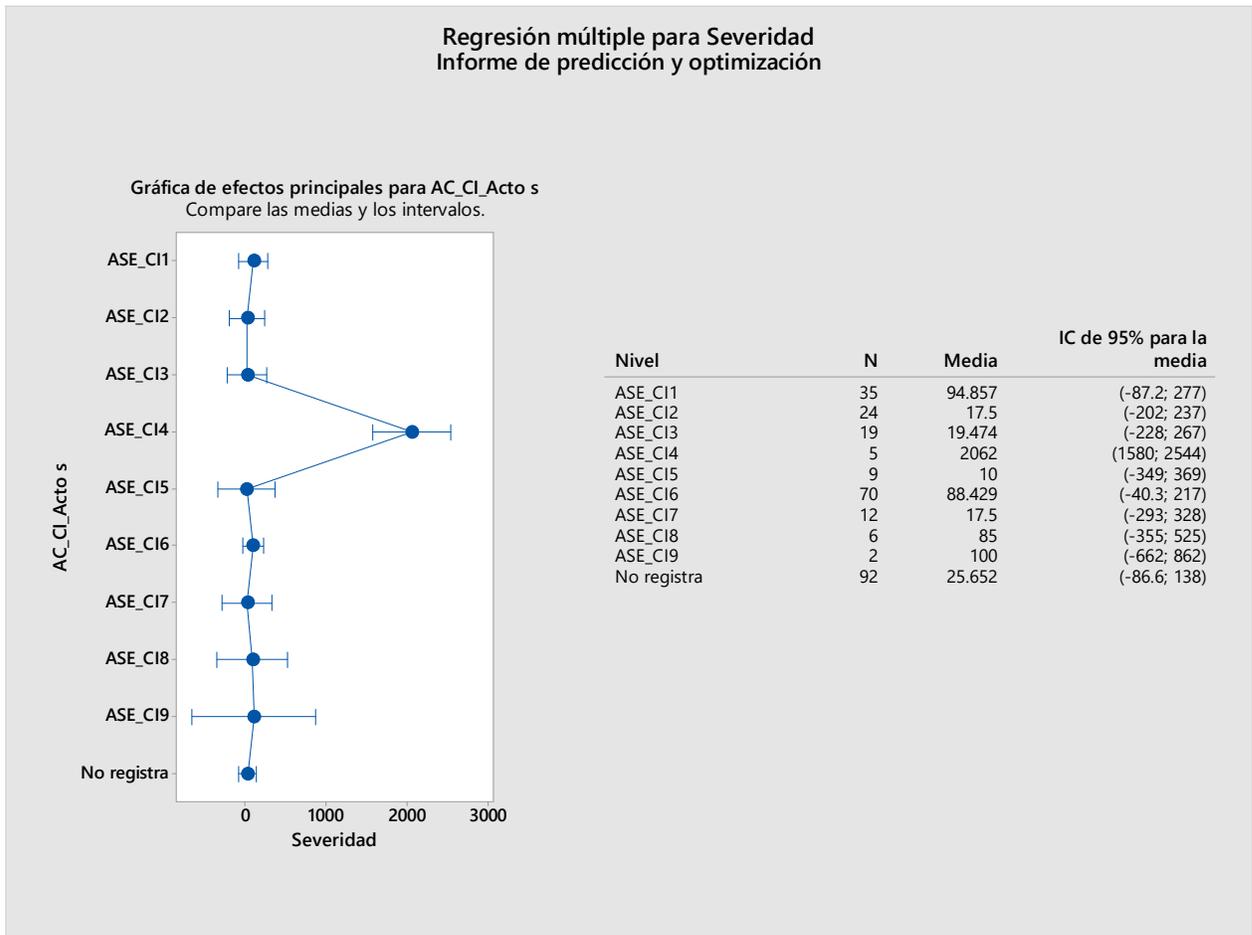


Figura K.10. Informe de predicción y optimización

Regresión múltiple para Severidad Tarjeta de informe		
Verificar	Estado	Descripción
Cantidad de datos		Su muestra es lo suficientemente grande ($n = 274$) para obtener una estimación precisa de la fuerza de la relación.
Datos poco comunes		<ul style="list-style-type: none"> Residuos grandes: 5 puntos de los datos tienen residuos grandes y no son ajustados adecuadamente por la ecuación. Estos puntos aparecen marcados en rojo en el Informe de diagnóstico. Valores de X poco comunes: 22 puntos de los datos tienen valores de X poco comunes, que pueden influir fuertemente en la ecuación del modelo. Estos puntos aparecen marcados el Informe de diagnóstico. <p>Usted puede colocarse sobre un punto o utilizar la función de destacado de Minitab para identificar las filas de la hoja de trabajo. Puesto que los datos poco comunes pueden tener una influencia fuerte en los resultados, trate de identificar la causa de su naturaleza poco común. Corrija cualquier error de ingreso de datos o de medición. Considere eliminar los datos asociados a causas especiales y volver a realizar el análisis.</p>
Normalidad		Debido a que usted tiene por lo menos 15 puntos de datos, la normalidad no representa un problema. Si el número de puntos de los datos es pequeño y los residuos no están normalmente distribuidos, el valor p utilizado para determinar si existe una relación significativa entre las X y Y pudiera no ser exacto.

Figura K.11. Tarjeta de Informe

1.3. Análisis multivariante 3 – Método de regresión múltiple: Severidad vs. condición sub estándar, número de responsables

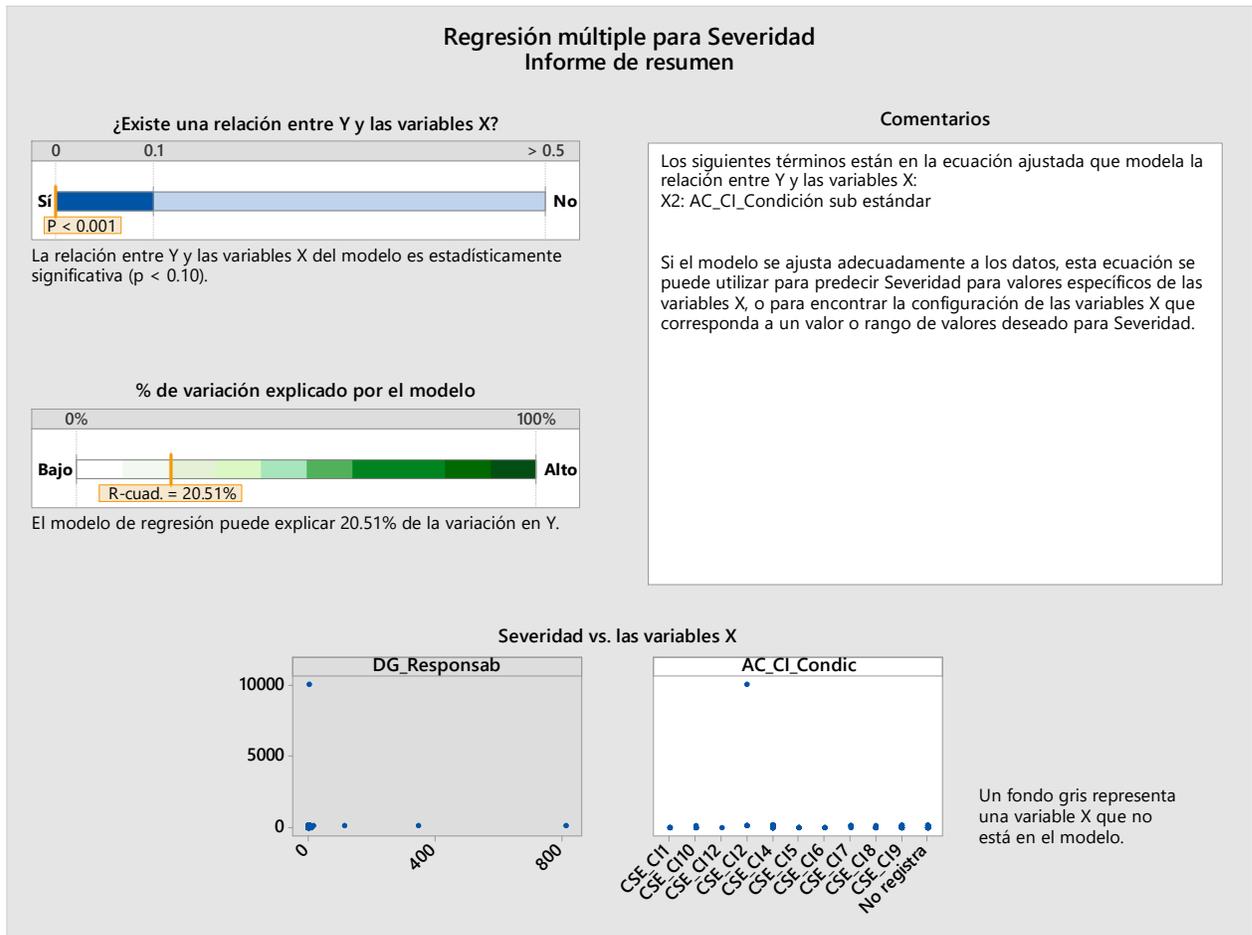


Figura K.12. Informe de resumen

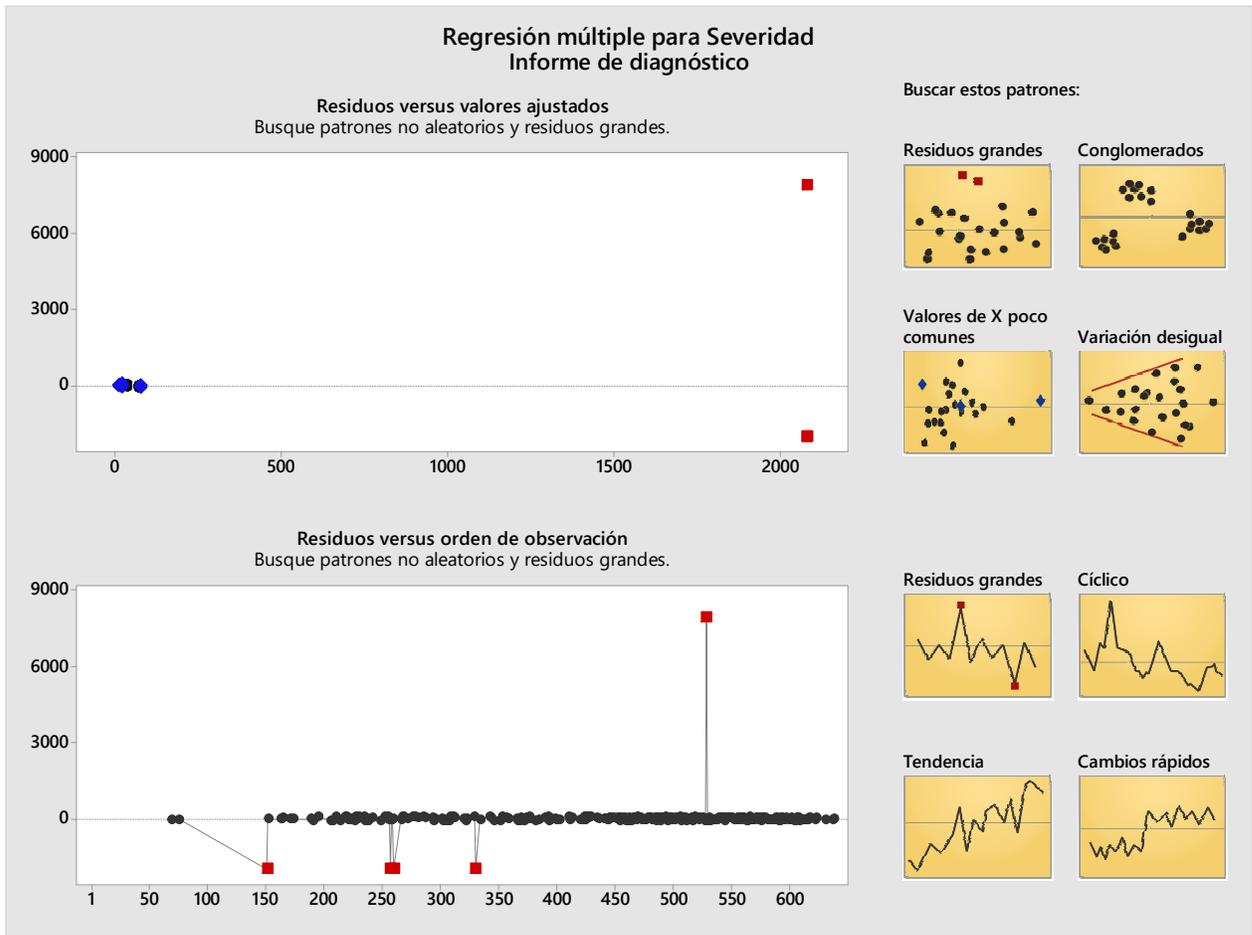


Figura K.13. Informe de diagnóstico

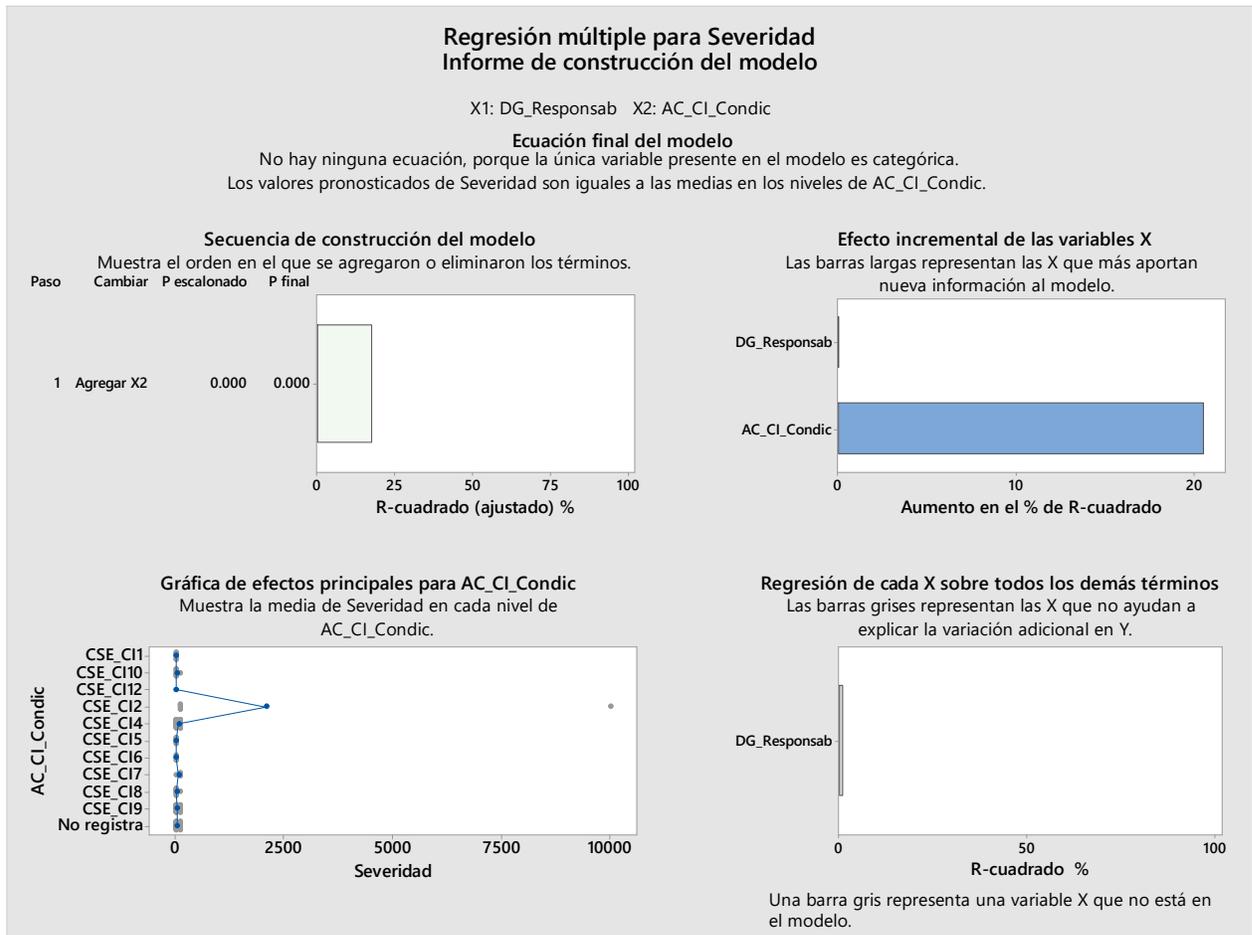


Figura K.14. Informe de construcción de modelo

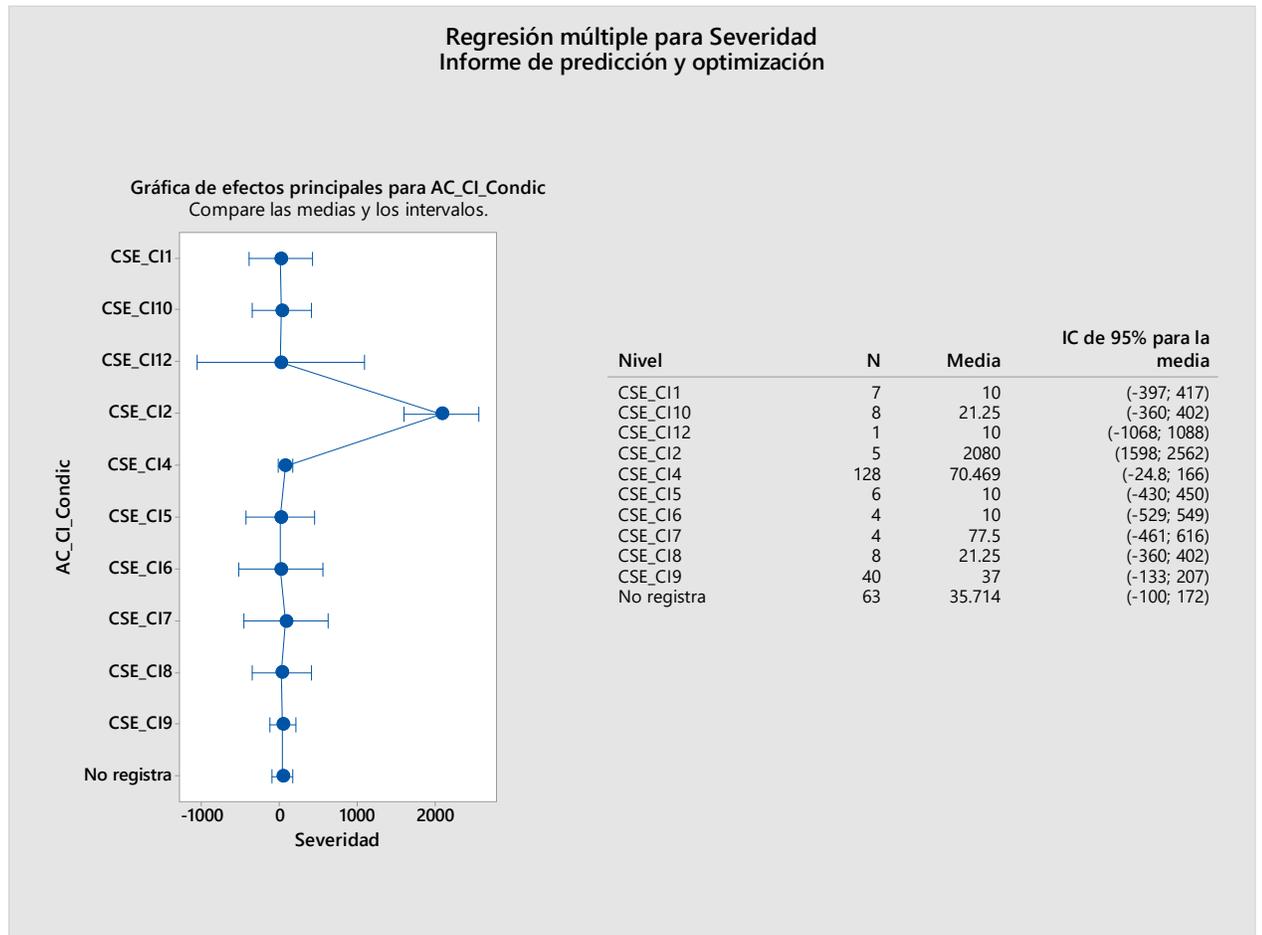


Figura K.15. Informe de predicción y optimización

Regresión múltiple para Severidad Tarjeta de informe		
Verificar	Estado	Descripción
Cantidad de datos		Su muestra es lo suficientemente grande ($n = 274$) para obtener una estimación precisa de la fuerza de la relación.
Datos poco comunes		<ul style="list-style-type: none"> Residuos grandes: 5 puntos de los datos tienen residuos grandes y no son ajustados adecuadamente por la ecuación. Estos puntos aparecen marcados en rojo en el Informe de diagnóstico. Valores de X poco comunes: 43 puntos de los datos tienen valores de X poco comunes, que pueden influir fuertemente en la ecuación del modelo. Estos puntos aparecen marcados el Informe de diagnóstico. <p>Usted puede colocarse sobre un punto o utilizar la función de destacado de Minitab para identificar las filas de la hoja de trabajo. Puesto que los datos poco comunes pueden tener una influencia fuerte en los resultados, trate de identificar la causa de su naturaleza poco común. Corrija cualquier error de ingreso de datos o de medición. Considere eliminar los datos asociados a causas especiales y volver a realizar el análisis.</p>
Normalidad		Debido a que usted tiene por lo menos 15 puntos de datos, la normalidad no representa un problema. Si el número de puntos de los datos es pequeño y los residuos no están normalmente distribuidos, el valor p utilizado para determinar si existe una relación significativa entre las X y Y pudiera no ser exacto.

Figura K.16. Tarjeta de Informe

1.4. Análisis multivariante 4 – Método de regresión múltiple: Severidad vs. daño en propiedad, número de responsables

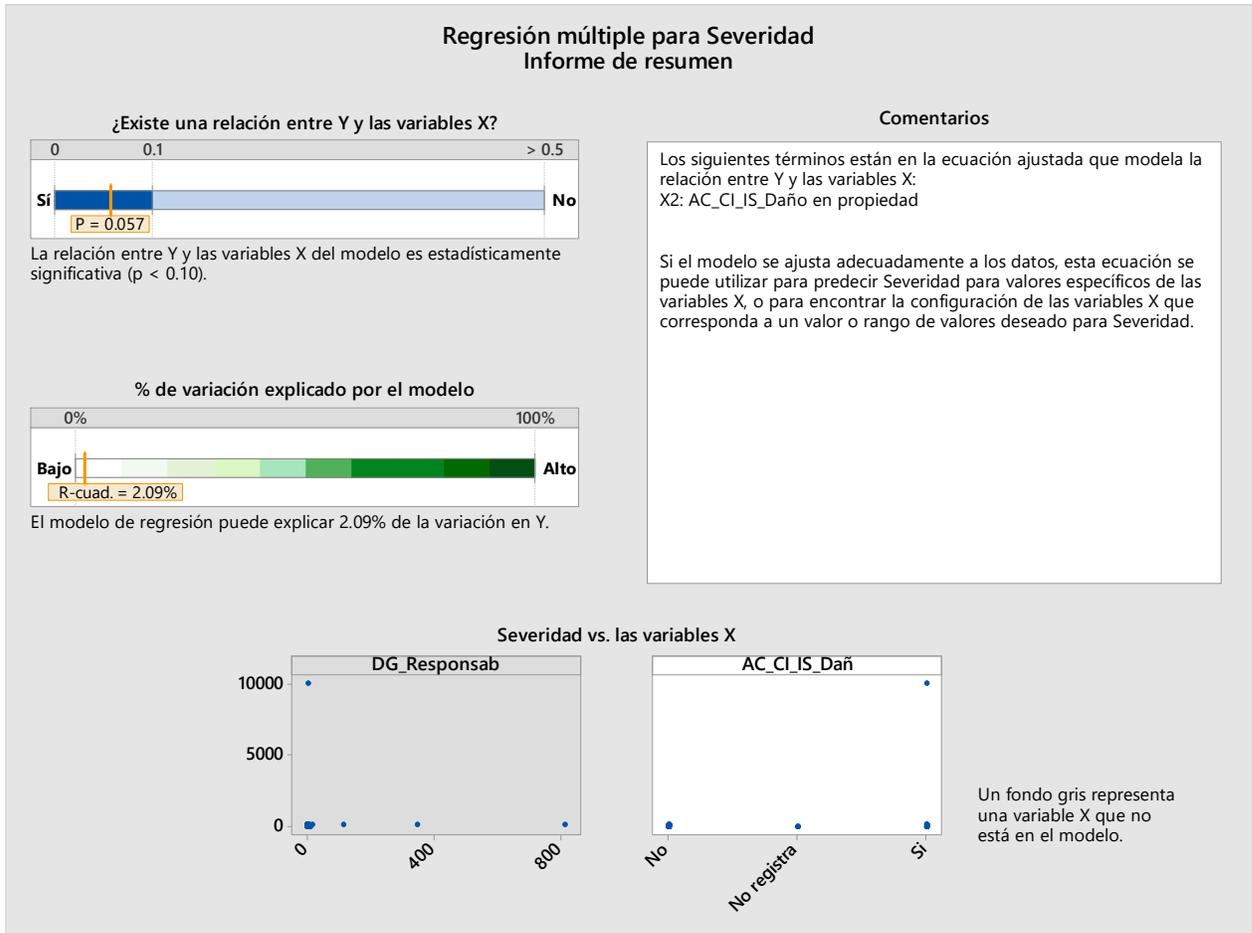


Figura K.17. Informe de resumen

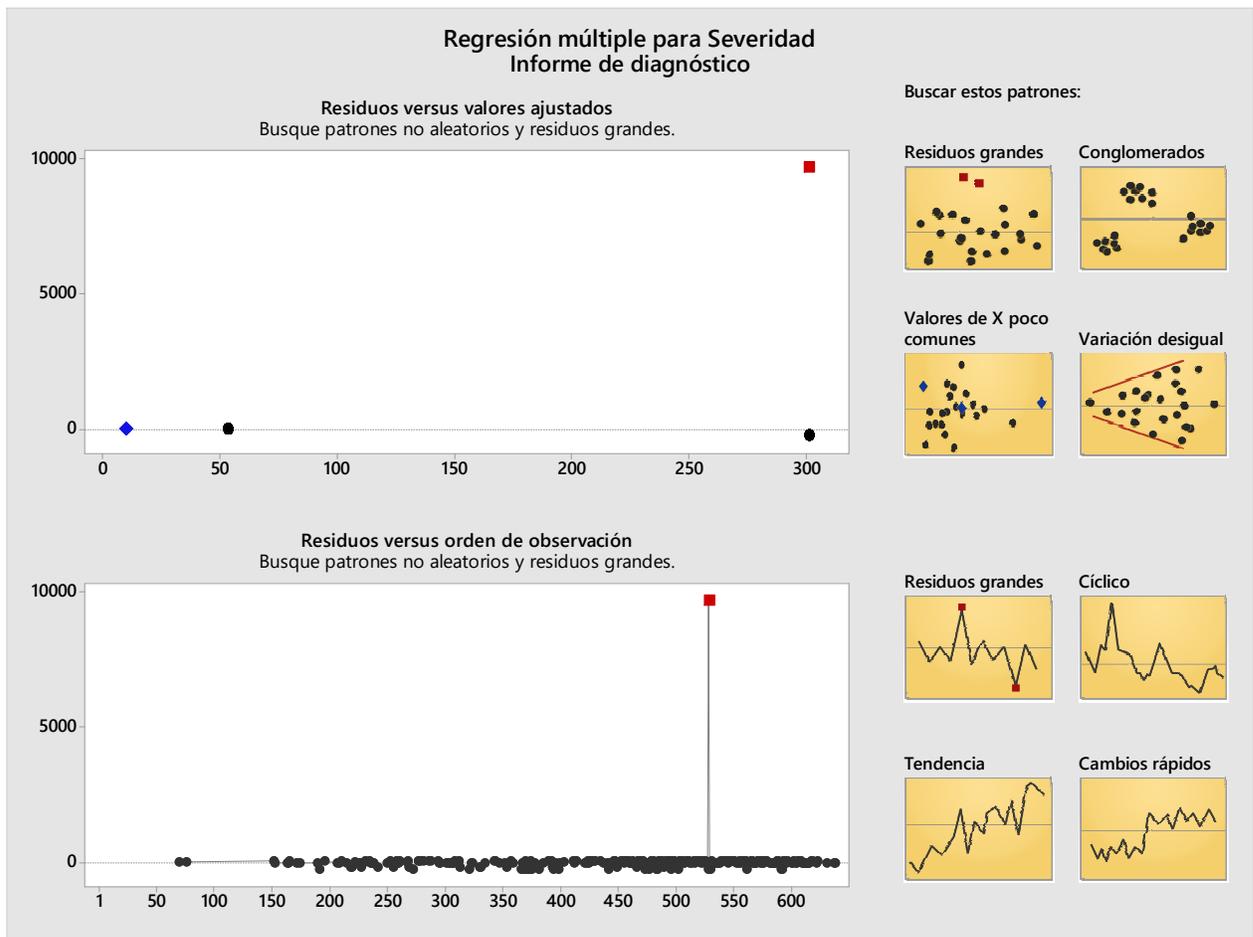


Figura K.18. Tarjeta de diagnóstico

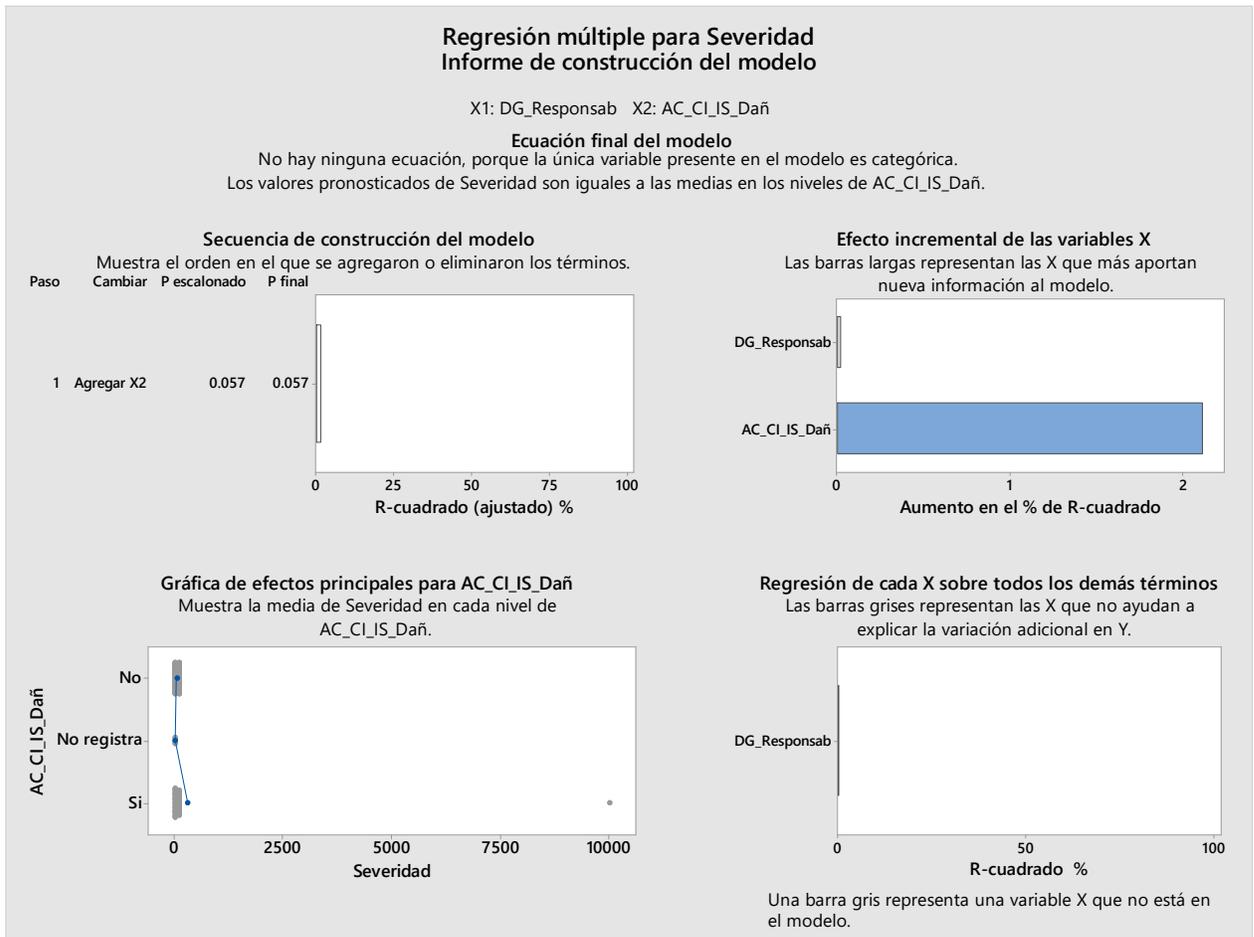


Figura K.19. Informe de construcción de modelo

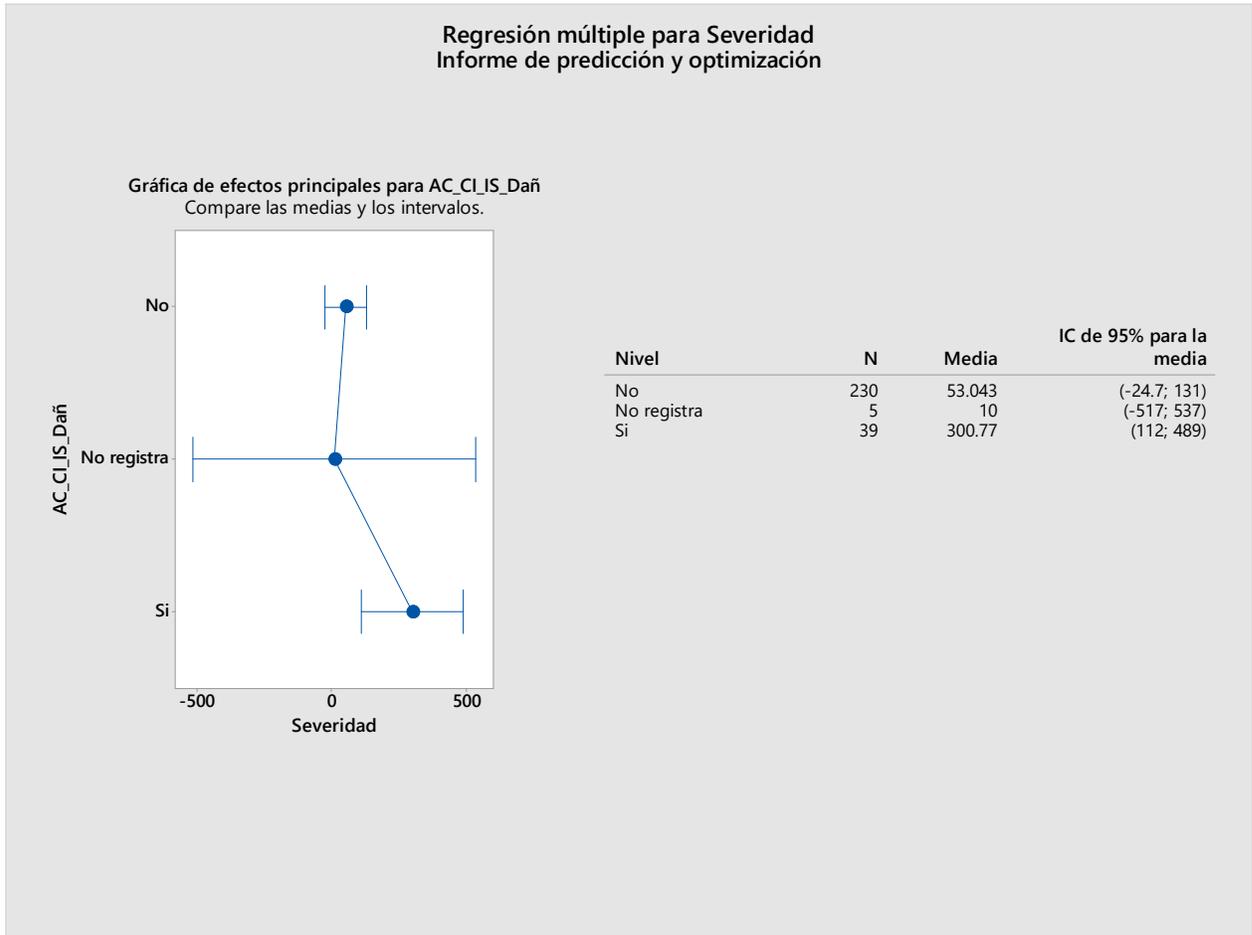


Figura K.20. Informe de predicción y optimización

Regresión múltiple para Severidad Tarjeta de informe		
Verificar	Estado	Descripción
Cantidad de datos		Su muestra es lo suficientemente grande ($n = 274$) para obtener una estimación precisa de la fuerza de la relación.
Datos poco comunes		<ul style="list-style-type: none"> Residuos grandes: un punto de los datos tiene un residuo grande y no es ajustado adecuadamente por la ecuación. Este punto aparece marcado en rojo en el Informe de diagnóstico y está en la fila 528 de la hoja de trabajo. Valores de X poco comunes: 5 puntos de datos tienen valores de X poco comunes, que pueden influir fuertemente en la ecuación del modelo. Estos puntos aparecen marcados en azul en el Informe de diagnóstico. <p>Usted puede colocarse sobre un punto o utilizar la función de destacado de Minitab para identificar las filas de la hoja de trabajo. Puesto que los datos poco comunes pueden tener una influencia fuerte en los resultados, trate de identificar la causa de su naturaleza poco común. Corrija cualquier error de ingreso de datos o de medición. Considere eliminar los datos asociados a causas especiales y volver a realizar el análisis.</p>
Normalidad		Debido a que usted tiene por lo menos 15 puntos de datos, la normalidad no representa un problema. Si el número de puntos de los datos es pequeño y los residuos no están normalmente distribuidos, el valor p utilizado para determinar si existe una relación significativa entre las X y Y pudiera no ser exacto.

Figura K.21. Tarjeta de Informe

1.5. Análisis multivariante 5 – Método de regresión múltiple: Severidad vs. defectos en bienes, número de responsables

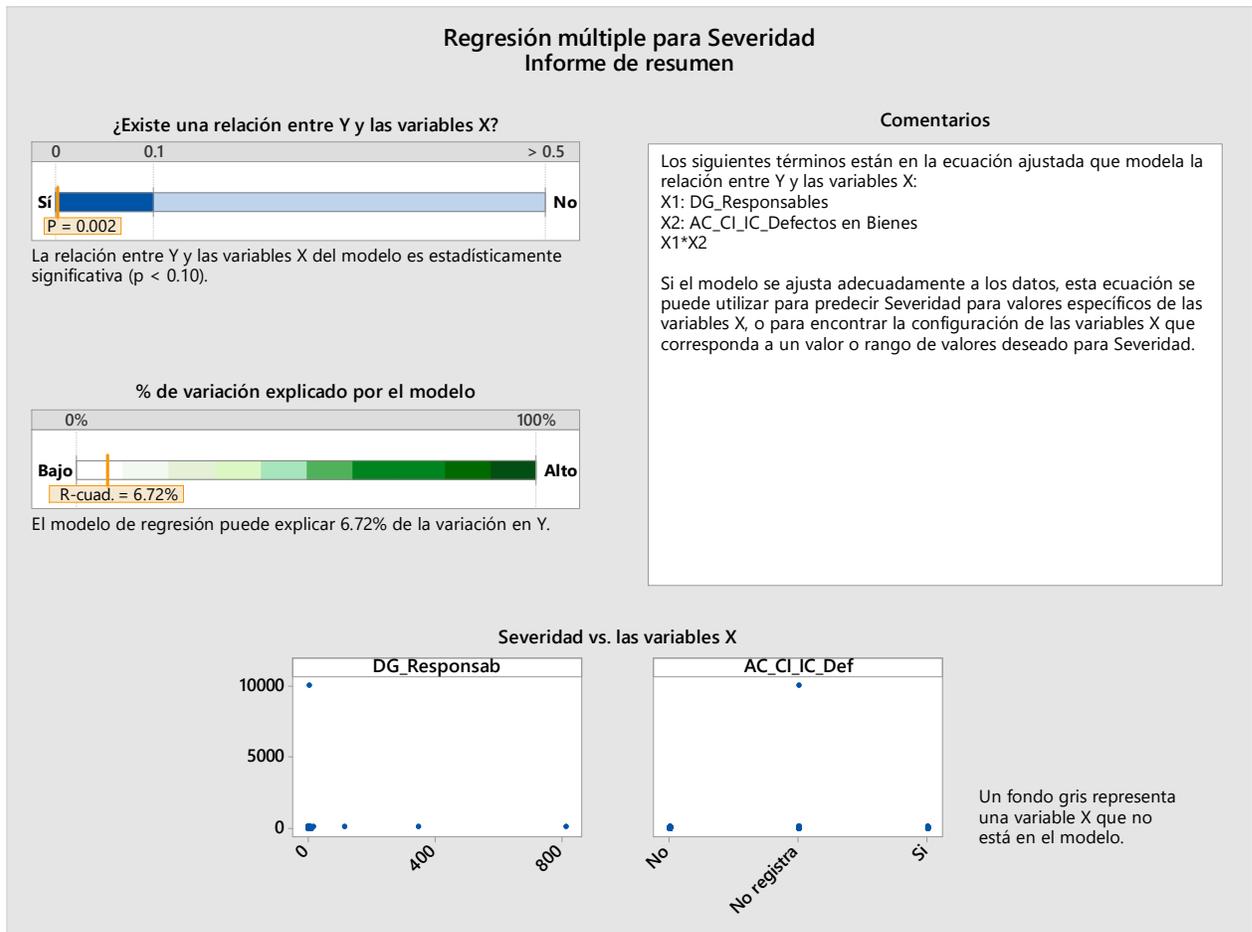


Figura K.22. Informe de resumen

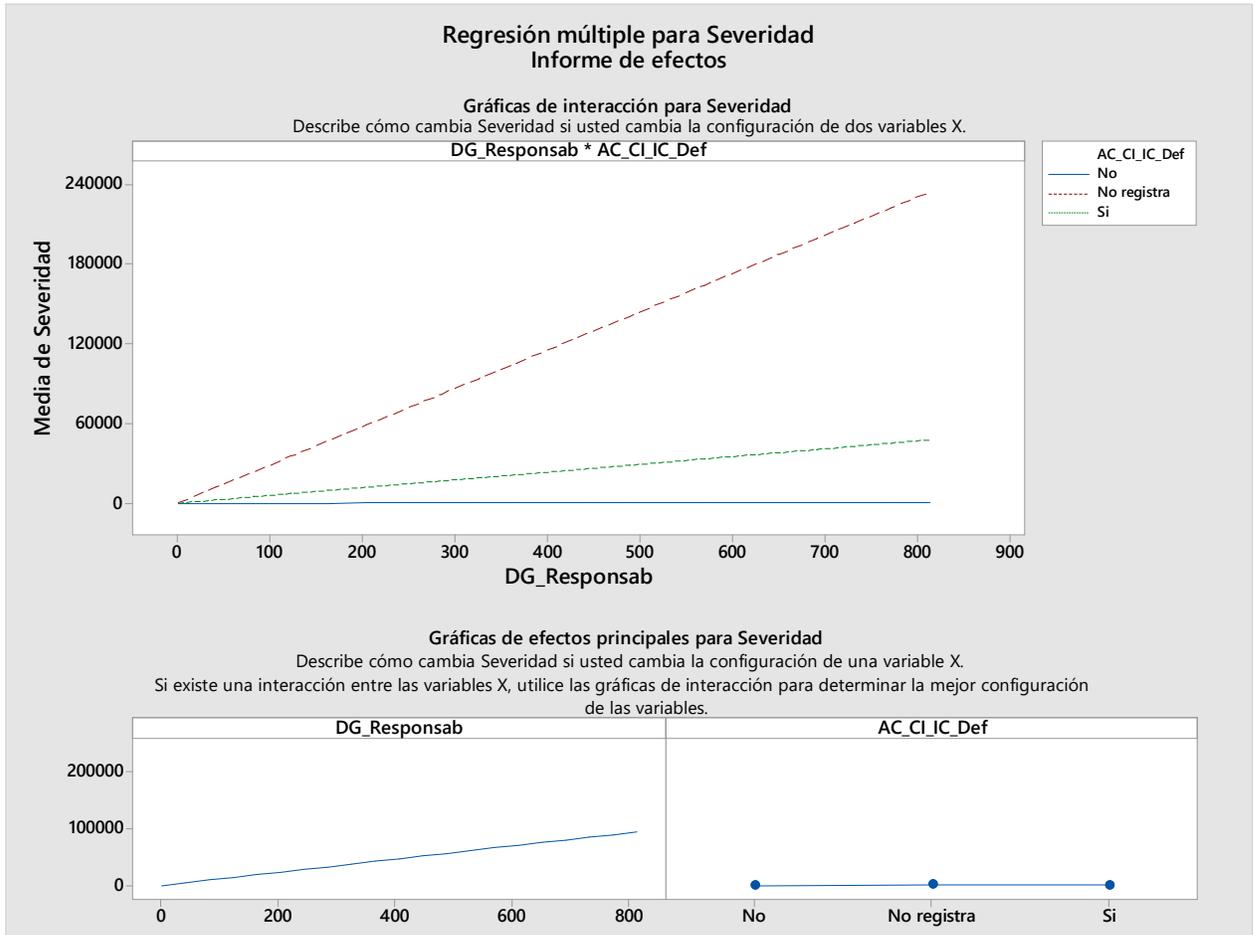


Figura K.23. Informe de efectos

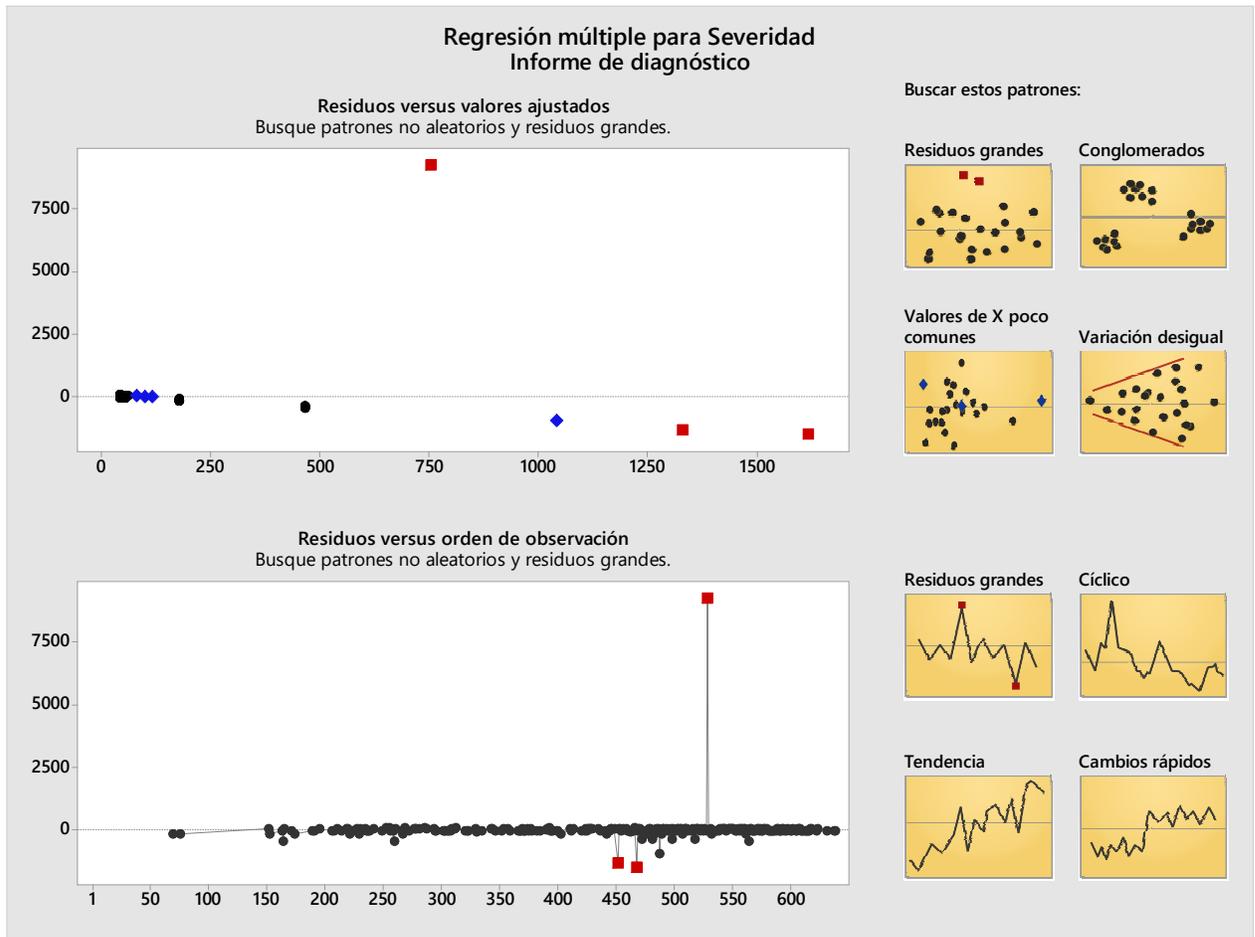


Figura K.24. Informe de diagnóstico

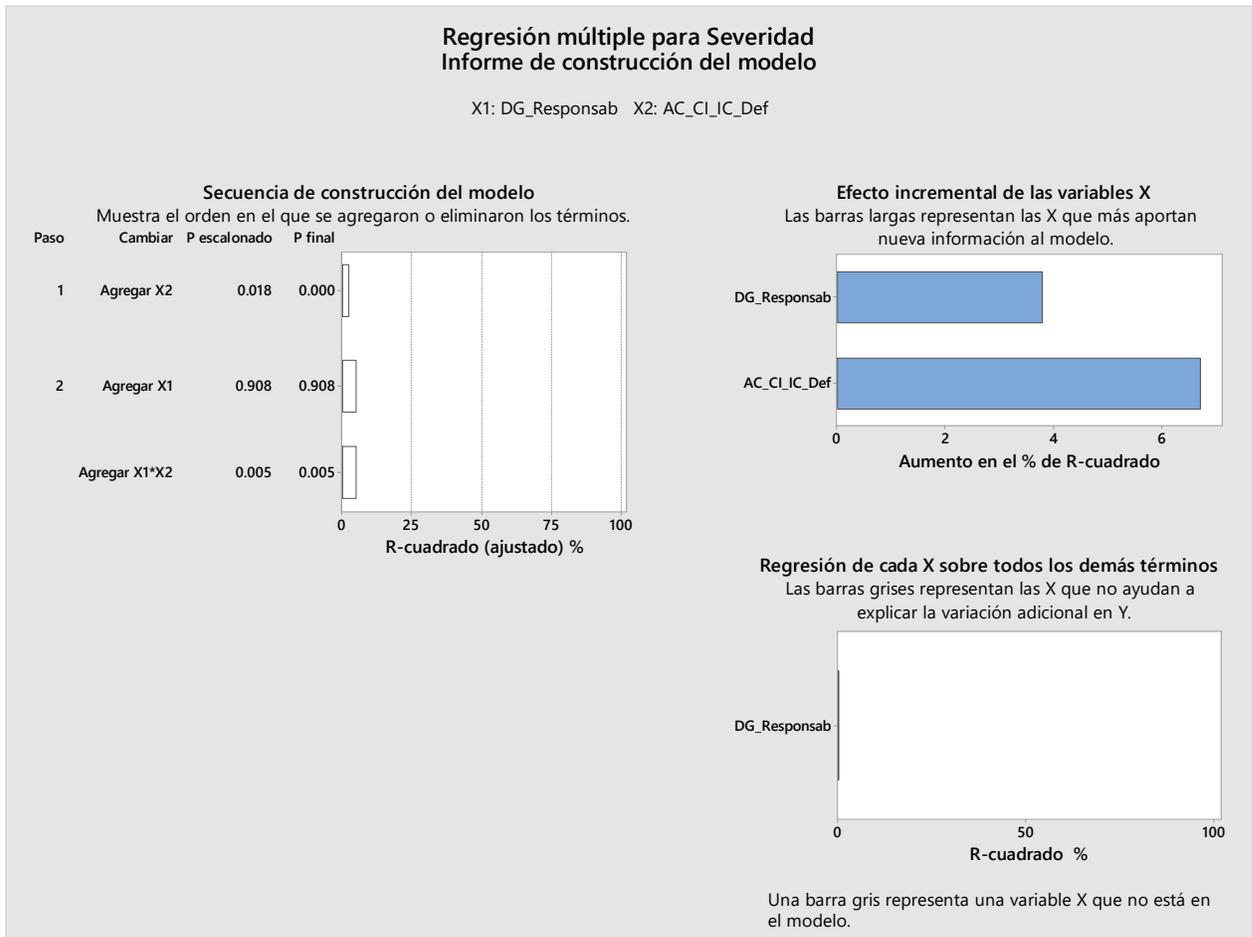


Figura K.25. Informe de construcción de modelo



Figura K.26. Informe de ecuaciones del modelo

Regresión múltiple para Severidad Tarjeta de informe		
Verificar	Estado	Descripción
Cantidad de datos		Su muestra es lo suficientemente grande ($n = 274$) para obtener una estimación precisa de la fuerza de la relación.
Datos poco comunes		<ul style="list-style-type: none"> Residuos grandes: 3 puntos de los datos tienen residuos grandes y no son ajustados adecuadamente por la ecuación. Estos puntos aparecen marcados en rojo en el Informe de diagnóstico. Valores de X poco comunes: 7 puntos de los datos tienen valores de X poco comunes, que pueden influir fuertemente en la ecuación del modelo. Estos puntos aparecen marcados el Informe de diagnóstico. <p>Usted puede colocarse sobre un punto o utilizar la función de destacado de Minitab para identificar las filas de la hoja de trabajo. Puesto que los datos poco comunes pueden tener una influencia fuerte en los resultados, trate de identificar la causa de su naturaleza poco común. Corrija cualquier error de ingreso de datos o de medición. Considere eliminar los datos asociados a causas especiales y volver a realizar el análisis.</p>
Normalidad		Debido a que usted tiene por lo menos 15 puntos de datos, la normalidad no representa un problema. Si el número de puntos de los datos es pequeño y los residuos no están normalmente distribuidos, el valor p utilizado para determinar si existe una relación significativa entre las X y Y pudiera no ser exacto.

Figura K.27. Tarjeta de Informe

2. Análisis multivariante del 1 al 7 – Modelo Lineal General

2.1. Análisis multivariante 1 – Modelo Lineal General: Severidad vs. tipo de incidente, fecha del incidente

Información del factor						
Factor	Tipo	Niveles	Valores			
C_Tipo de Incidente	fijo	4	Accidente; Cuasi Accidente; Falla Operacional Otros; Otros			

Análisis de varianza para Severidad, utilizando SC ajustada para pruebas						
Fuente	GL	SC Sec.	SC Ajust.	MC Ajust.	F	P
C_Tipo de Incidente	3	5.15951E+11	4.27180E+11	1.42393E+11	947.30	0.000
DG_Fecha del incidente	1	16109826530	16109826530	16109826530	107.17	0.000
Error	269	40434533843	40434533843	150314252		
Total	273	5.72495E+11				

Resumen del modelo			
S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	
12260.3	92.94%	92.83%	

Coeficientes				
Término	Coef	SE Coef	T	P
Constante	-551490	53506	-10.31	0.000
DG_Fecha del	13.371	1.292	10.35	0.000

Observaciones inusuales de Severidad					
Obs	Severidad	Ajuste	EE de ajuste	Residuo	Residuo estándar
151	100.0	5487.4	399.0	-5387.4	-4.65 RX
195	100.0	-3142.4	339.1	3242.4	2.75 RX
210	100.0	-2941.8	321.4	3041.8	2.57 RX
241	100.0	-1607.5	567.3	1707.5	1.57 X
255	100.0	6797.8	280.7	-6697.8	-5.61 R
260	100.0	6811.2	279.6	-6711.2	-5.62 R
268	100.0	6904.8	271.4	-6804.8	-5.69 R
312	100.0	-791.9	549.7	891.9	0.81 X
330	100.0	7666.9	207.8	-7566.9	-6.26 R
448	100.0	799.3	547.1	-699.3	-0.64 X
465	100.0	959.8	549.2	-859.8	-0.78 X
489	100.0	1146.9	552.3	-1046.9	-0.96 X
528	10000.0	9592.4	120.1	407.6	16.40 RX

R denota una observación con un residuo estandarizado grande.
X denota una observación cuyo valor *X* le concede gran apalancamiento.

Figura K.28. Hoja de resultados – Parte 1/2

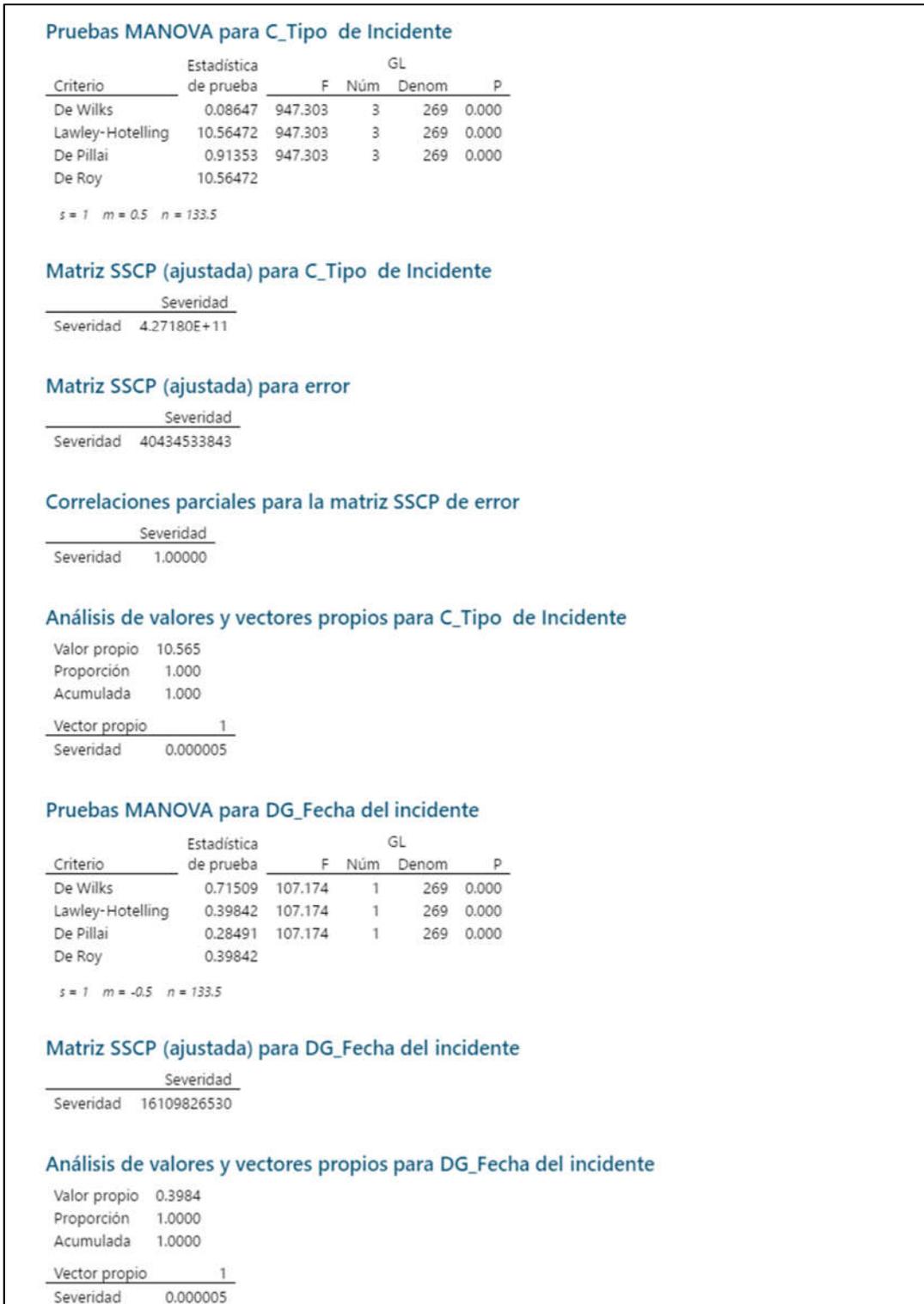


Figura K.29. Hoja de resultados – Parte 2/2

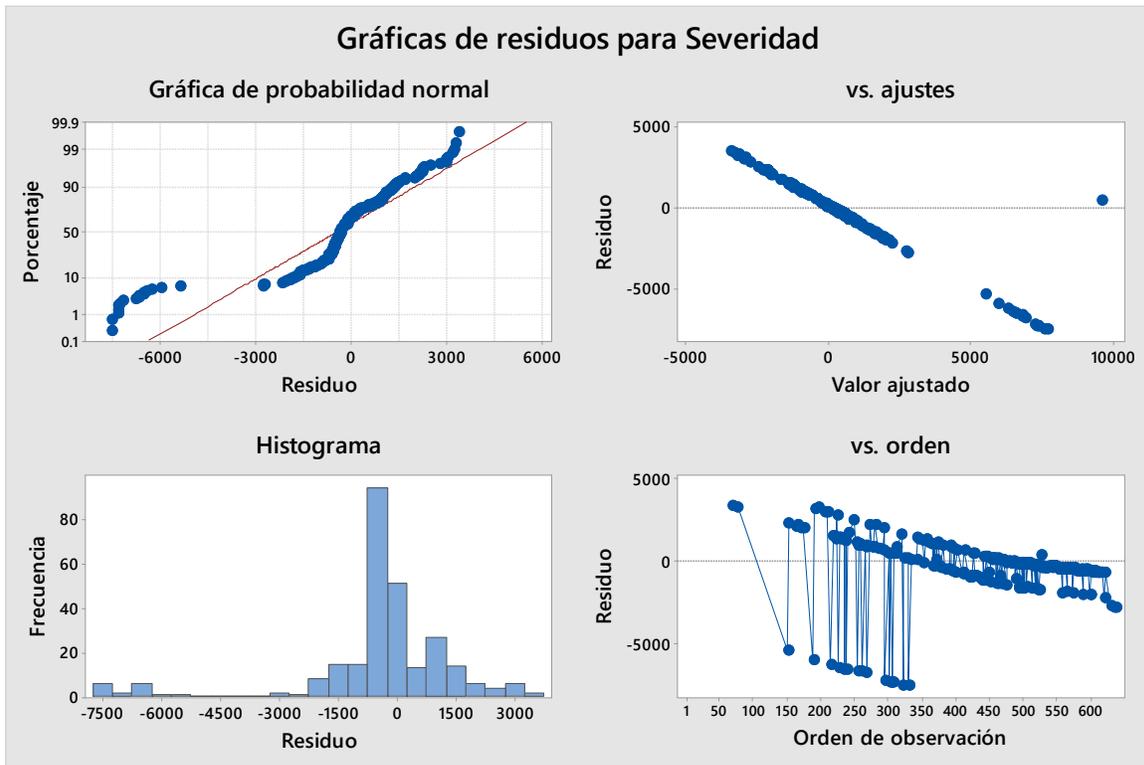


Figura K.30. Gráfica de residuos

2.2. Análisis multivariante 2 – Modelo Lineal General: Severidad vs. Incidente key fecha del incidente

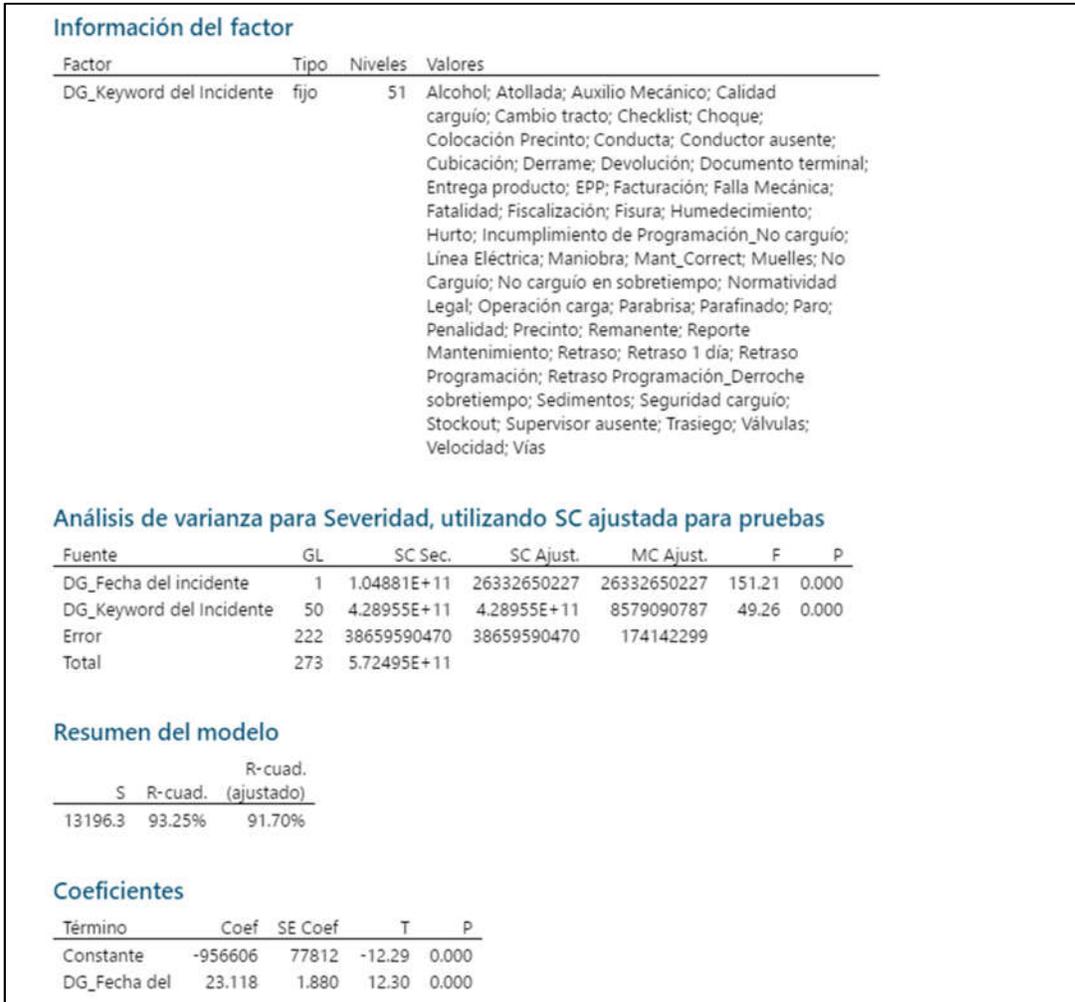


Figura K.31. Hoja de resultados Minitab – Parte 1/3

Observaciones inusuales de Severidad					
Obs	Severidad	Ajuste	EE de ajuste	Residuo	Residuo estándar
152	10.0	10.0	4173.0	-0.0	* X
165	100.0	-2656.4	610.3	2756.4	2.36 R
218	100.0	4038.2	449.9	-3938.2	-3.17 R
219	100.0	4038.2	449.9	-3938.2	-3.17 R
223	10.0	10.0	4173.0	-0.0	* X
227	100.0	4200.0	437.3	-4100.0	-3.29 R
230	100.0	-768.4	1079.6	868.4	1.14 X
234	100.0	-3288.5	479.5	3388.5	2.76 R
241	100.0	-3240.5	713.5	3340.5	3.01 R
281	100.0	-3328.7	376.1	3428.7	2.71 R
312	100.0	100.0	1319.6	-0.0	* X
323	10.0	10.0	4173.0	-0.0	* X
329	100.0	6257.5	281.5	-6157.5	-4.78 R
330	100.0	6280.6	279.8	-6180.6	-4.79 R
346	10.0	10.0	4173.0	-0.0	* X
353	100.0	6789.2	243.7	-6689.2	-5.16 R
369	100.0	100.0	1319.6	-0.0	* X
370	10.0	10.0	4173.0	-0.0	* X
372	10.0	10.0	4173.0	-0.0	* X
374	10.0	10.0	4173.0	-0.0	* X
376	100.0	7205.3	215.6	-7105.3	-5.46 R
392	100.0	100.0	1319.6	-0.0	* X
395	10.0	10.0	4173.0	-0.0	* X
434	100.0	2868.8	611.1	-2768.8	-2.37 R
441	10.0	10.0	4173.0	-0.0	* X
499	10.0	10.0	4173.0	-0.0	* X
501	10.0	9332.2	127.5	-9322.2	-2.23 R
520	100.0	1657.1	1051.2	-1557.1	-1.95 X
528	10000.0	9609.6	129.3	390.4	14.90 RX
544	10.0	10.0	4173.0	-0.0	* X
562	10.0	10.0	4173.0	-0.0	* X
637	10.0	10.0	4173.0	-0.0	* X

R denota una observación con un residuo estandarizado grande.
X denota una observación cuyo valor *X* le concede gran apalancamiento.

Pruebas MANOVA para DG_Fecha del incidente					
Criterio	Estadística de prueba	GL			
		F	Núm	Denom	P
De Wilks	0.59483	151.213	1	222	0.000
Lawley-Hotelling	0.68114	151.213	1	222	0.000
De Pillai	0.40517	151.213	1	222	0.000
De Roy	0.68114				

s = 1 *m* = -0.5 *n* = 110.0

Figura K.32. Hoja de resultados – Parte 2/3

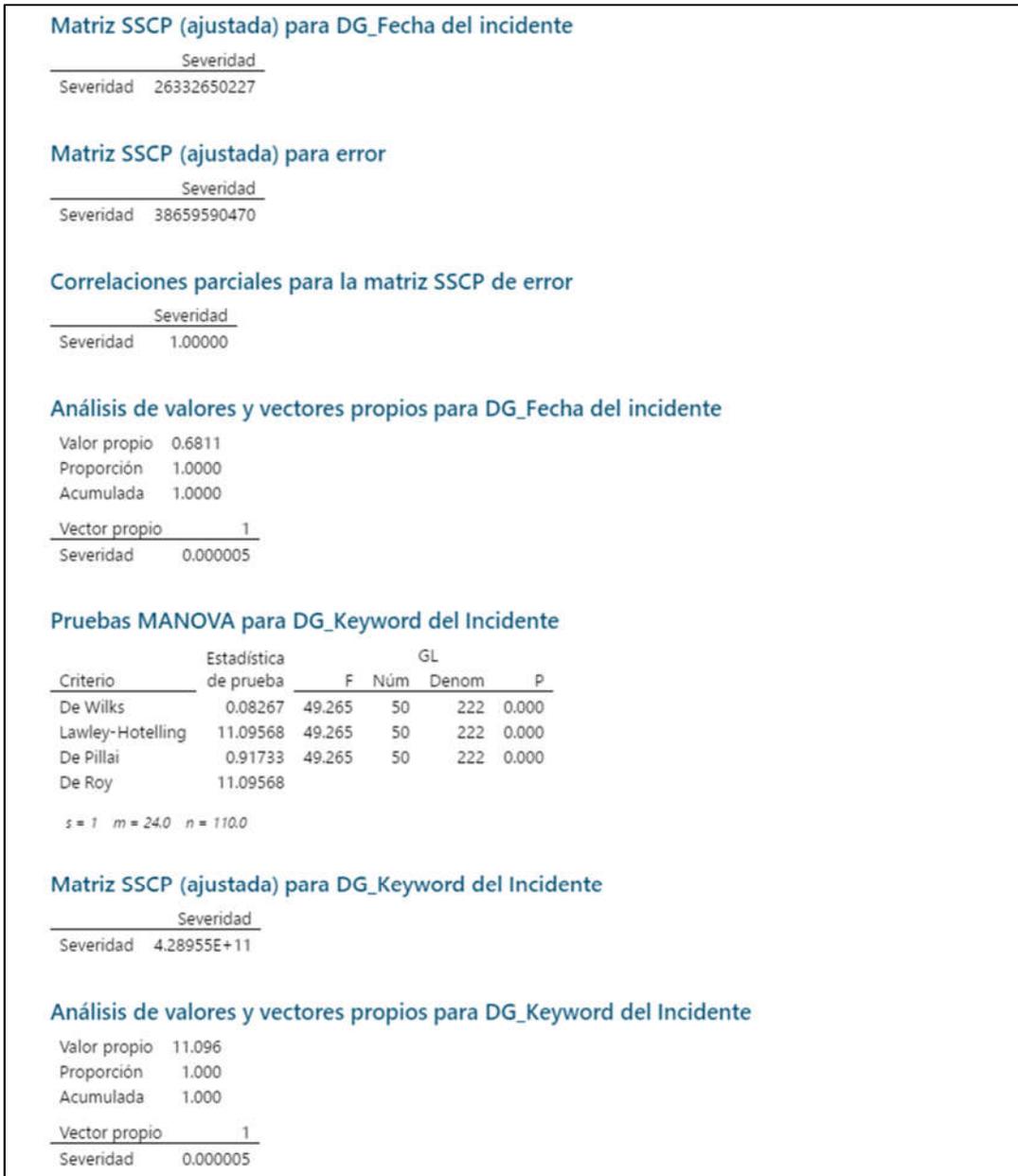


Figura K.33. Hoja de resultados – Parte 3/3

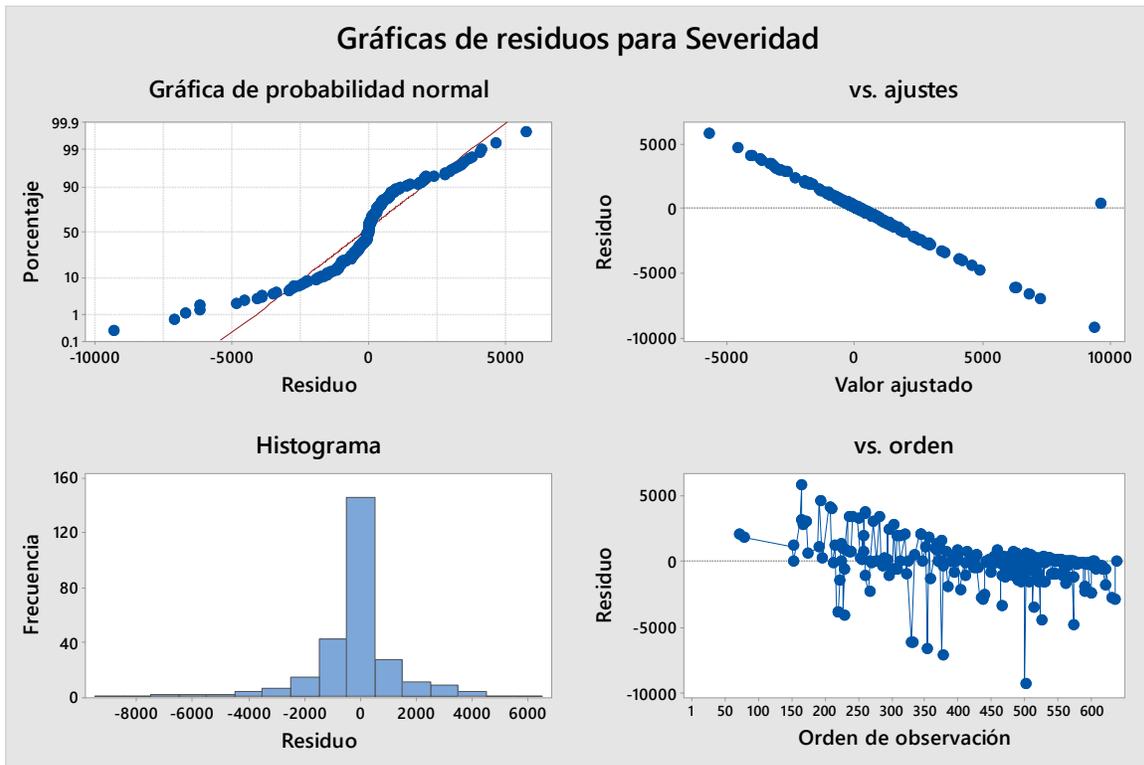


Figura K.34. Gráfica de residuos

2.3. Análisis multivariante 3 – Modelo Lineal General: Severidad vs. tipo de incidente, acto sub estándar, condición sub estándar, fecha del incidente

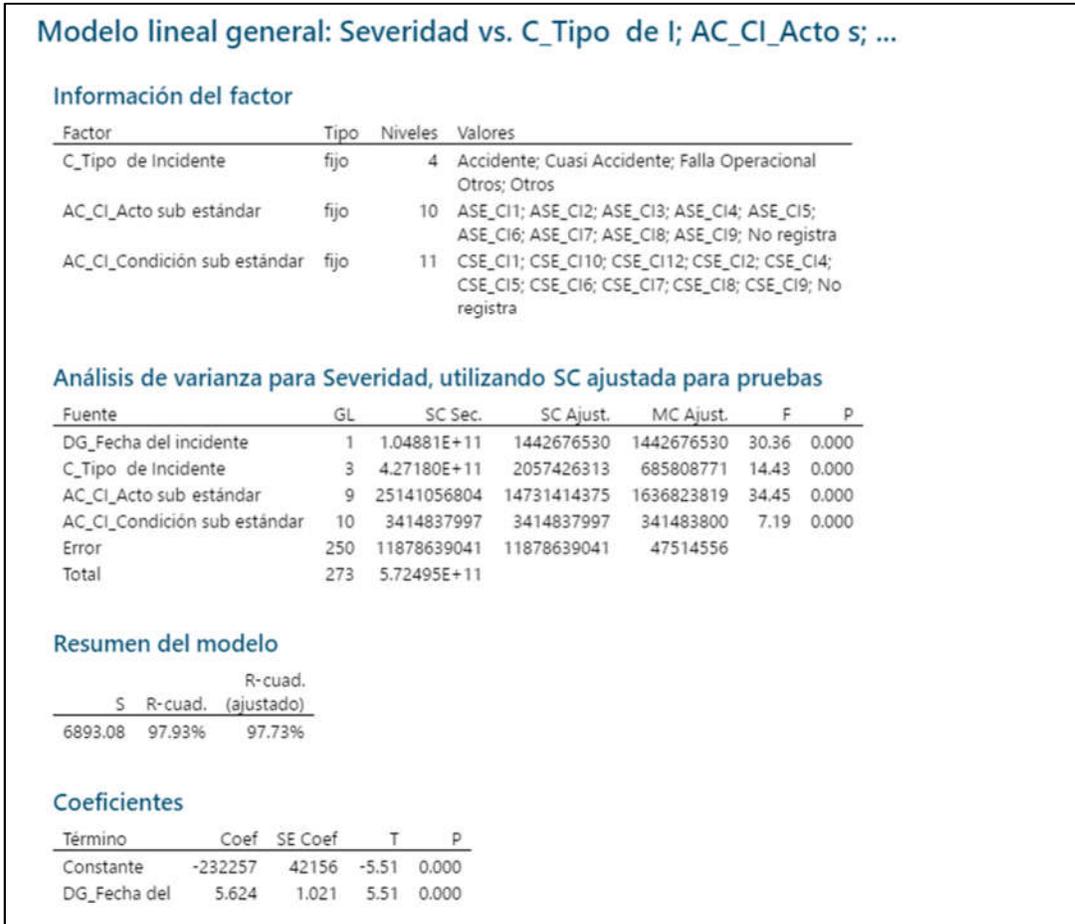


Figura K.35. Hoja de resultados – Parte 1/4

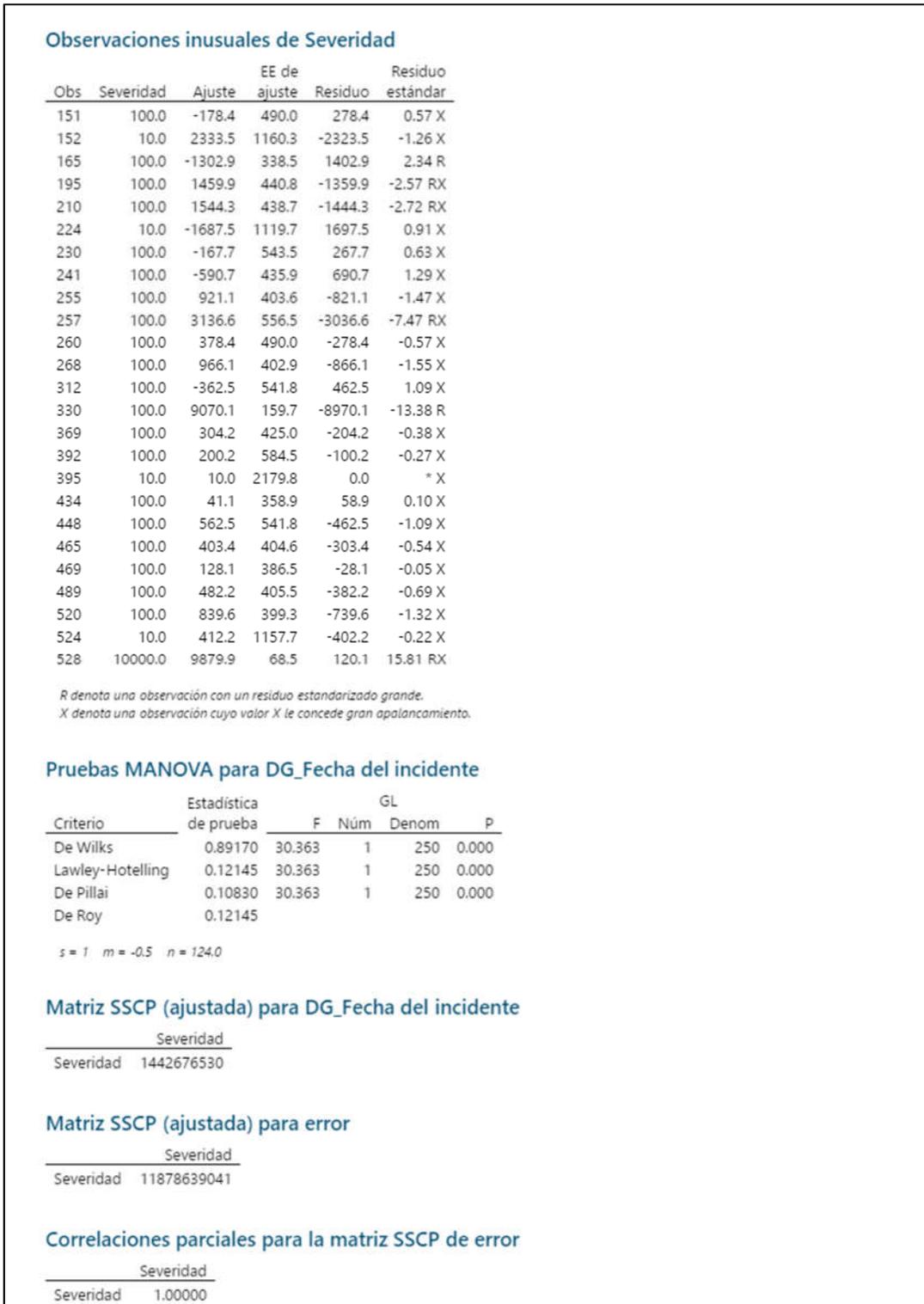


Figura K.36. Hoja de resultados – Parte 2/4

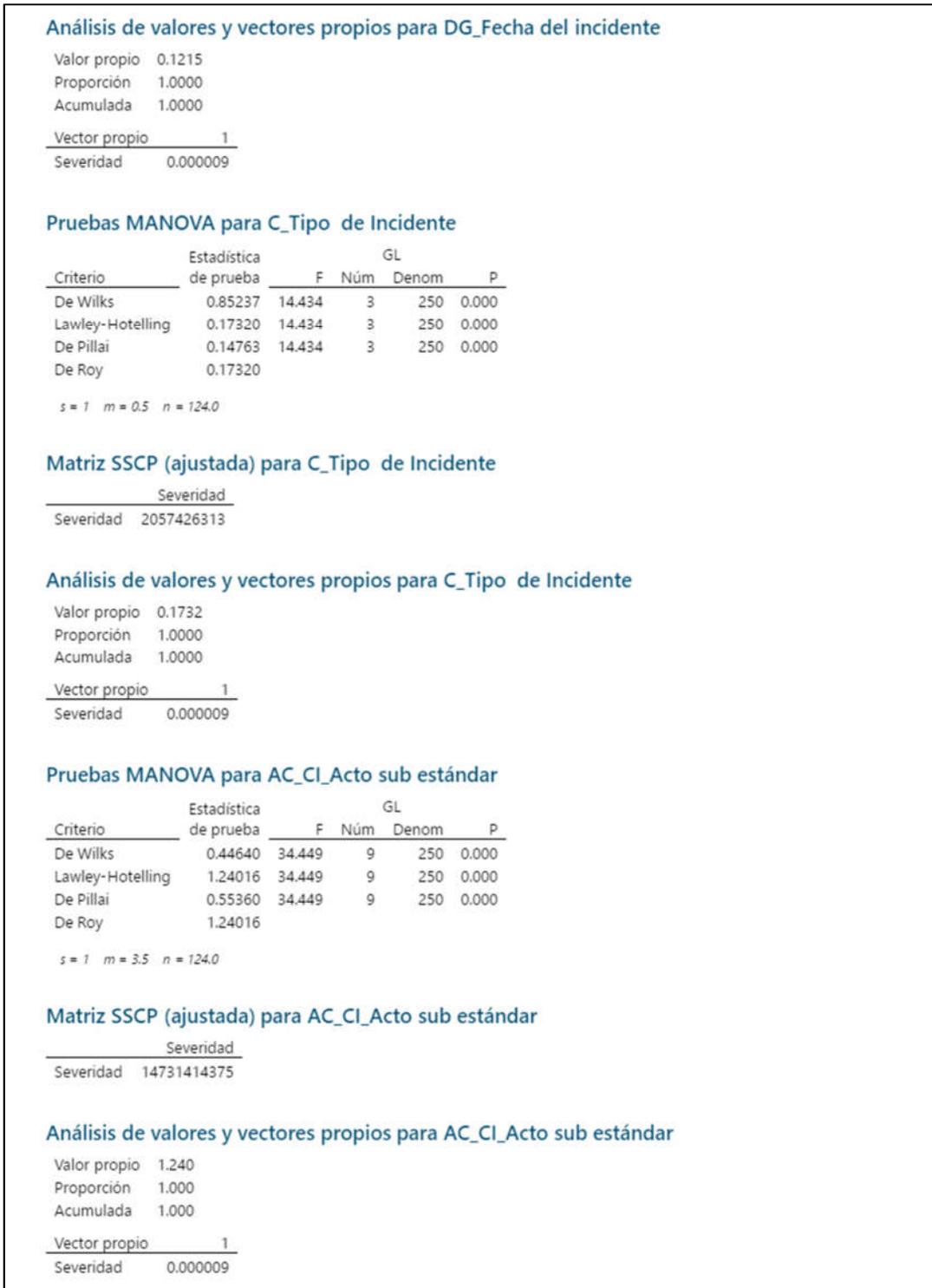


Figura K.37. Hoja de resultados – Parte 3/4

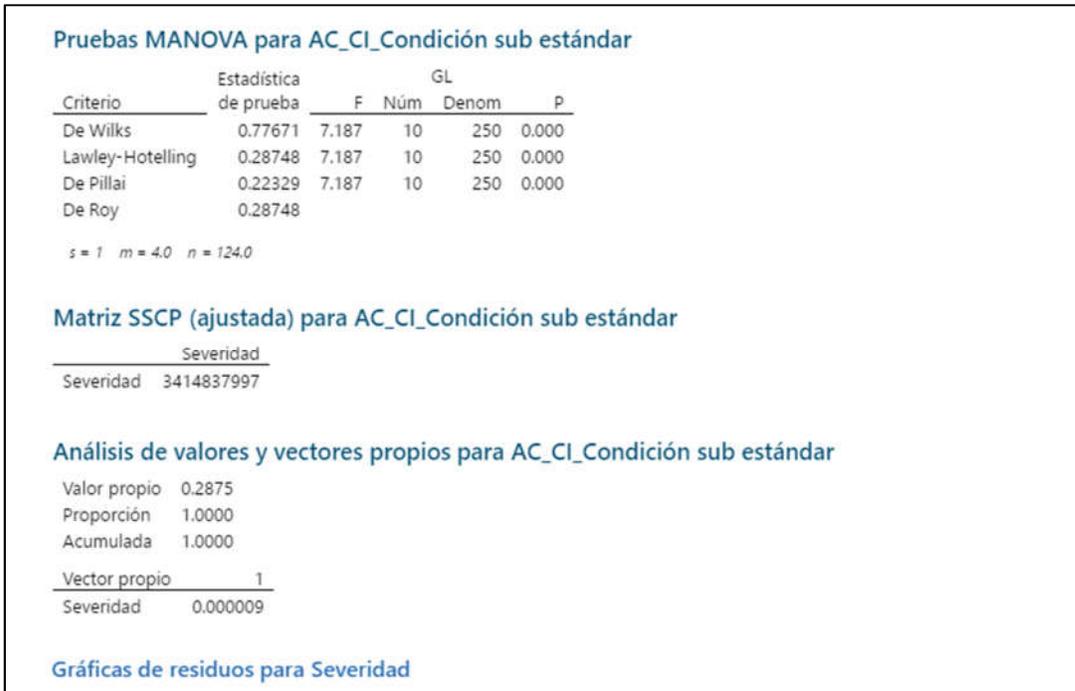


Figura K.38. Hoja de resultados – Parte 4/4

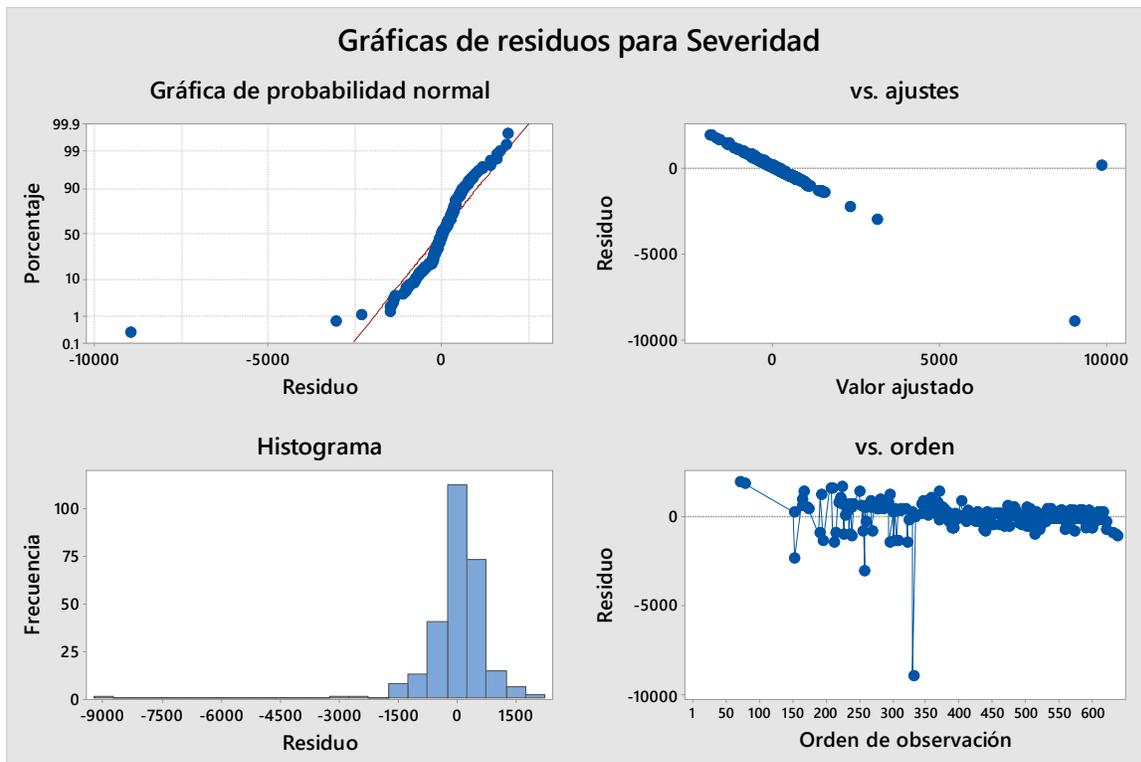


Figura K.39. Gráfica de residuos

2.4. Análisis multivariante 4 – Modelo Lineal General: Severidad vs. tipo de incidente, acto sub estándar, condición sub estándar, fecha del incidente

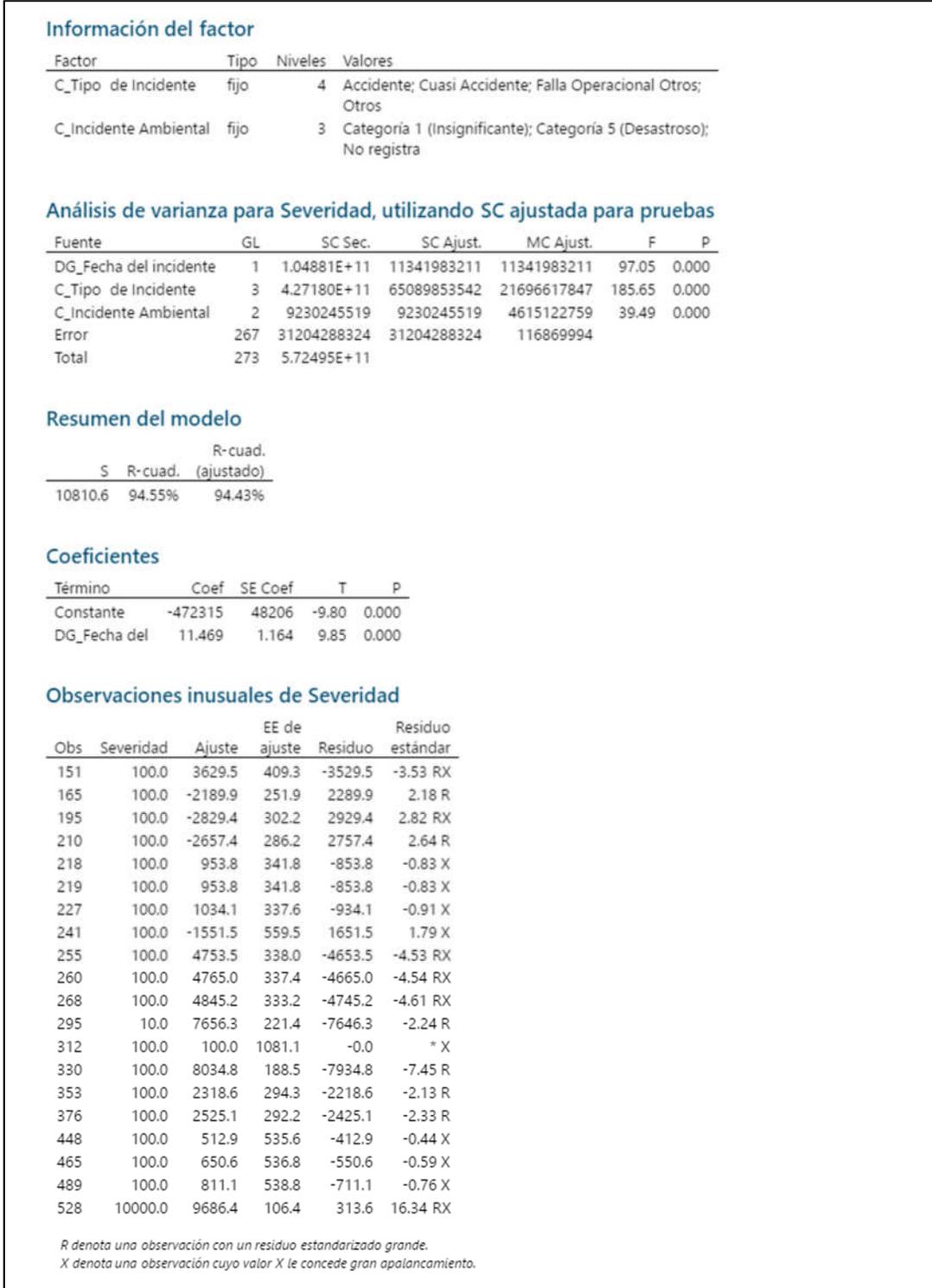


Figura K.40. Hoja de resultados – Parte 1/3

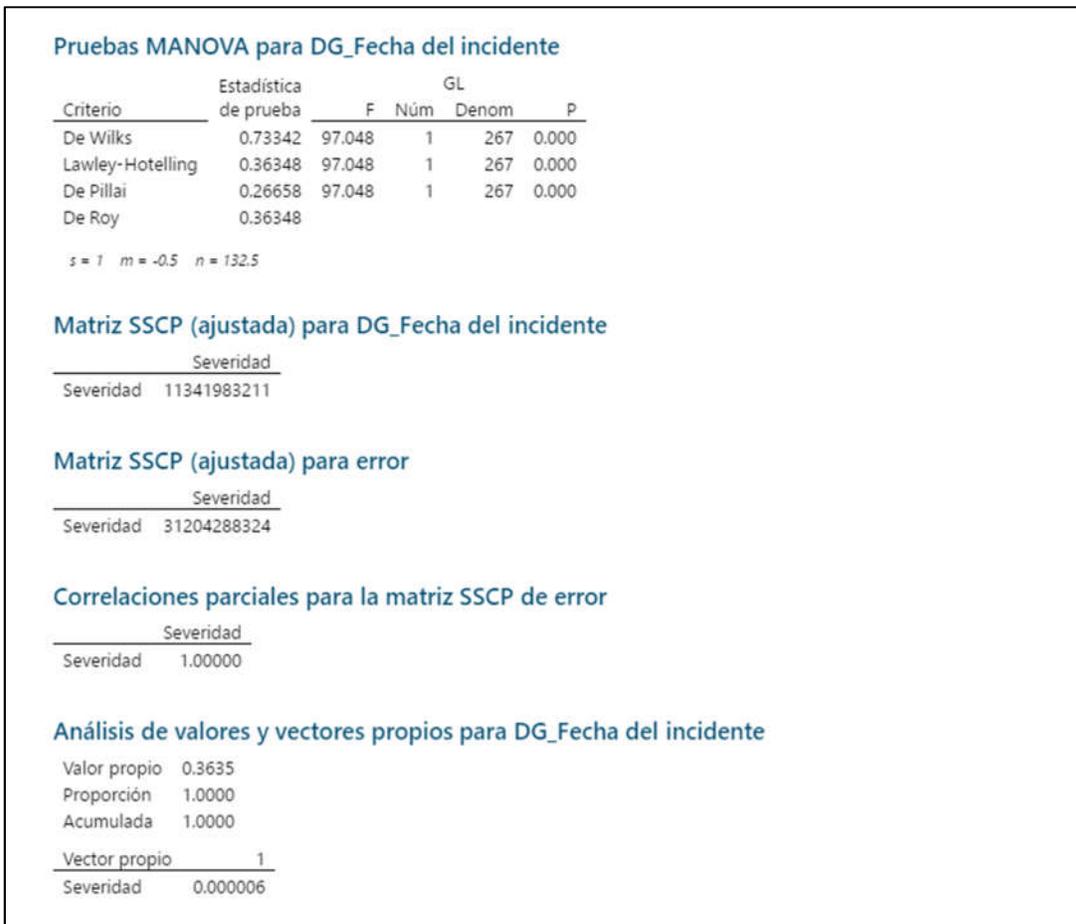


Figura K.41. Hoja de resultados – Parte 2/3

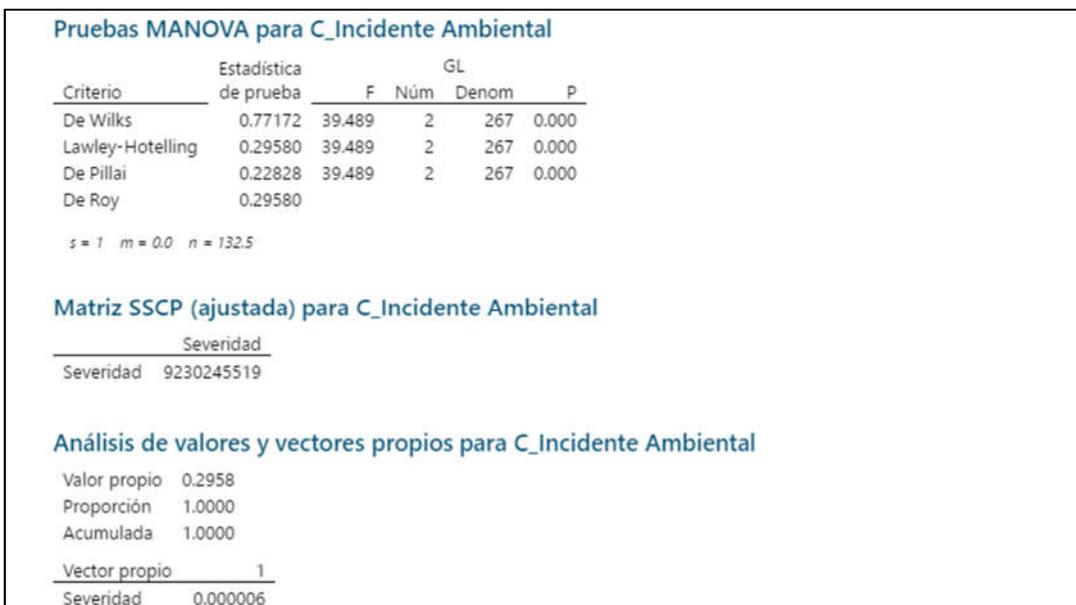


Figura K.42. Hoja de resultados – Parte 3/3

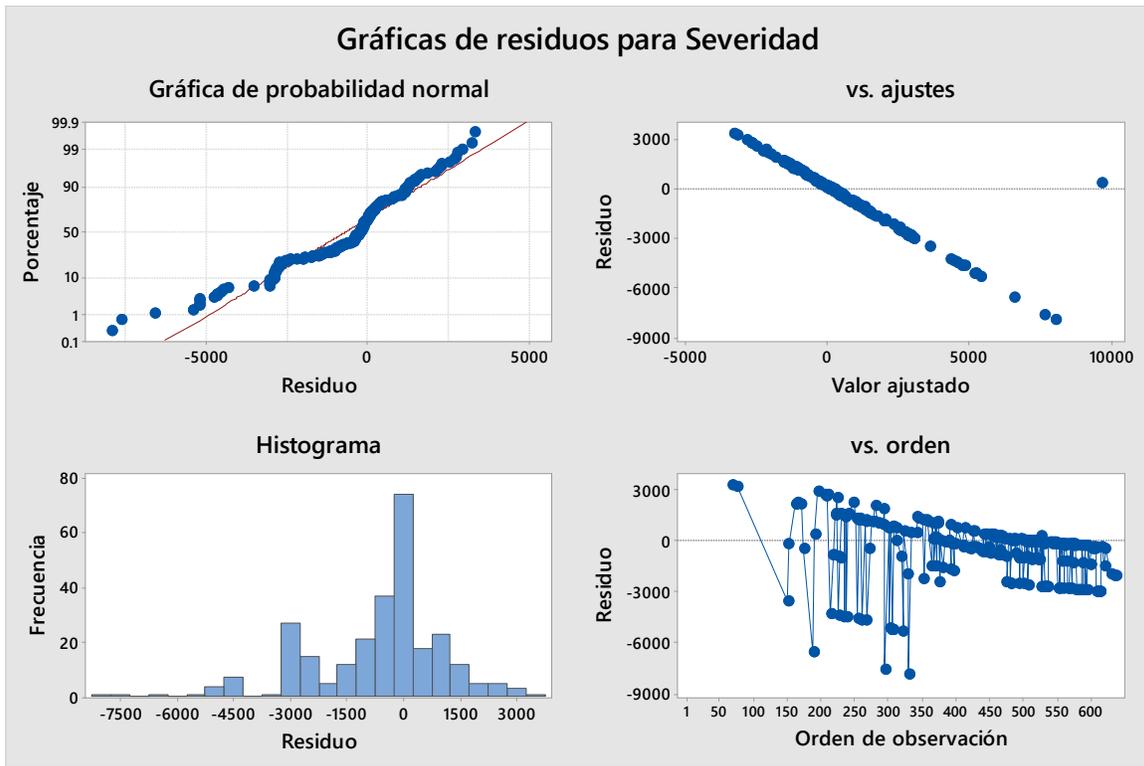


Figura K.43. Gráfica de residuos

2.5. Análisis multivariante 5 – Modelo Lineal General: Severidad, número de responsables vs. tipo de incidente, fecha del incidente

Información del factor						
Factor	Tipo	Niveles	Valores			
C_Tipo de Incidente	fijo	4	Accidente; Cuasi Accidente; Falla Operacional Otros; Otros			

Análisis de varianza para Severidad, utilizando SC ajustada para pruebas						
Fuente	GL	SC Sec.	SC Ajust.	MC Ajust.	F	P
DG_Fecha del incidente	1	1.04881E+11	16109826530	16109826530	107.17	0.000
C_Tipo de Incidente	3	4.27180E+11	4.27180E+11	1.42393E+11	947.30	0.000
Error	269	40434533843	40434533843	150314252		
Total	273	5.72495E+11				

Resumen del modelo			
S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	
12260.3	92.94%	92.83%	

Coeficientes				
Término	Coef	SE Coef	T	P
Constante	-551490	53506	-10.31	0.000
DG_Fecha del	13.371	1.292	10.35	0.000

Observaciones inusuales de Severidad					
Obs	Severidad	Ajuste	EE de ajuste	Residuo	Residuo estándar
151	100.0	5487.4	399.0	-5387.4	-4.65 RX
195	100.0	-3142.4	339.1	3242.4	2.75 RX
210	100.0	-2941.8	321.4	3041.8	2.57 RX
241	100.0	-1607.5	567.3	1707.5	1.57 X
255	100.0	6797.8	280.7	-6697.8	-5.61 R
260	100.0	6811.2	279.6	-6711.2	-5.62 R
268	100.0	6904.8	271.4	-6804.8	-5.69 R
312	100.0	-791.9	549.7	891.9	0.81 X
330	100.0	7666.9	207.8	-7566.9	-6.26 R
448	100.0	799.3	547.1	-699.3	-0.64 X
465	100.0	959.8	549.2	-859.8	-0.78 X
489	100.0	1146.9	552.3	-1046.9	-0.96 X
528	10000.0	9592.4	120.1	407.6	16.40 RX

R denota una observación con un residuo estandarizado grande.
X denota una observación cuyo valor *X* le concede gran apalancamiento.

Figura K.44. Hoja de resultados – Parte 1/4

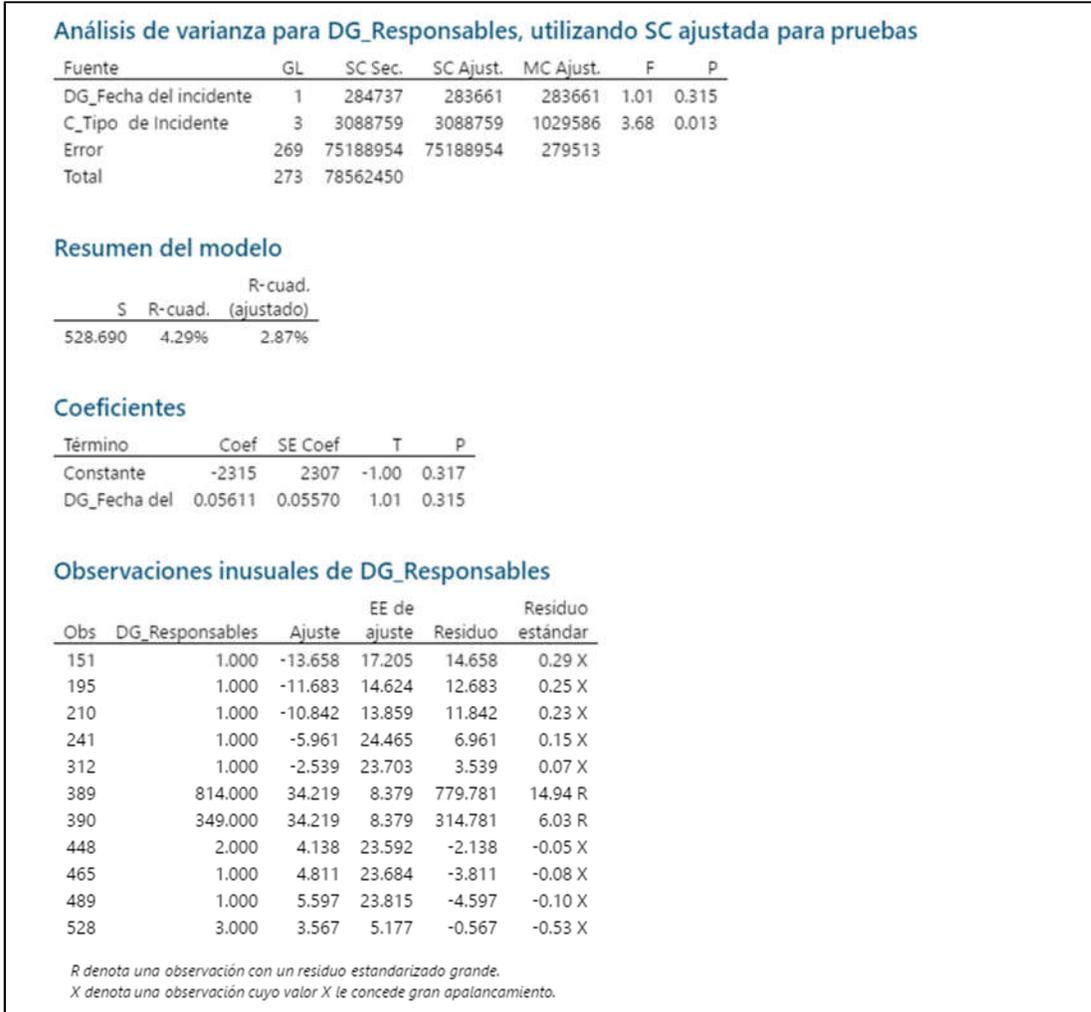


Figura K.45. Hoja de resultados – Parte 2/4

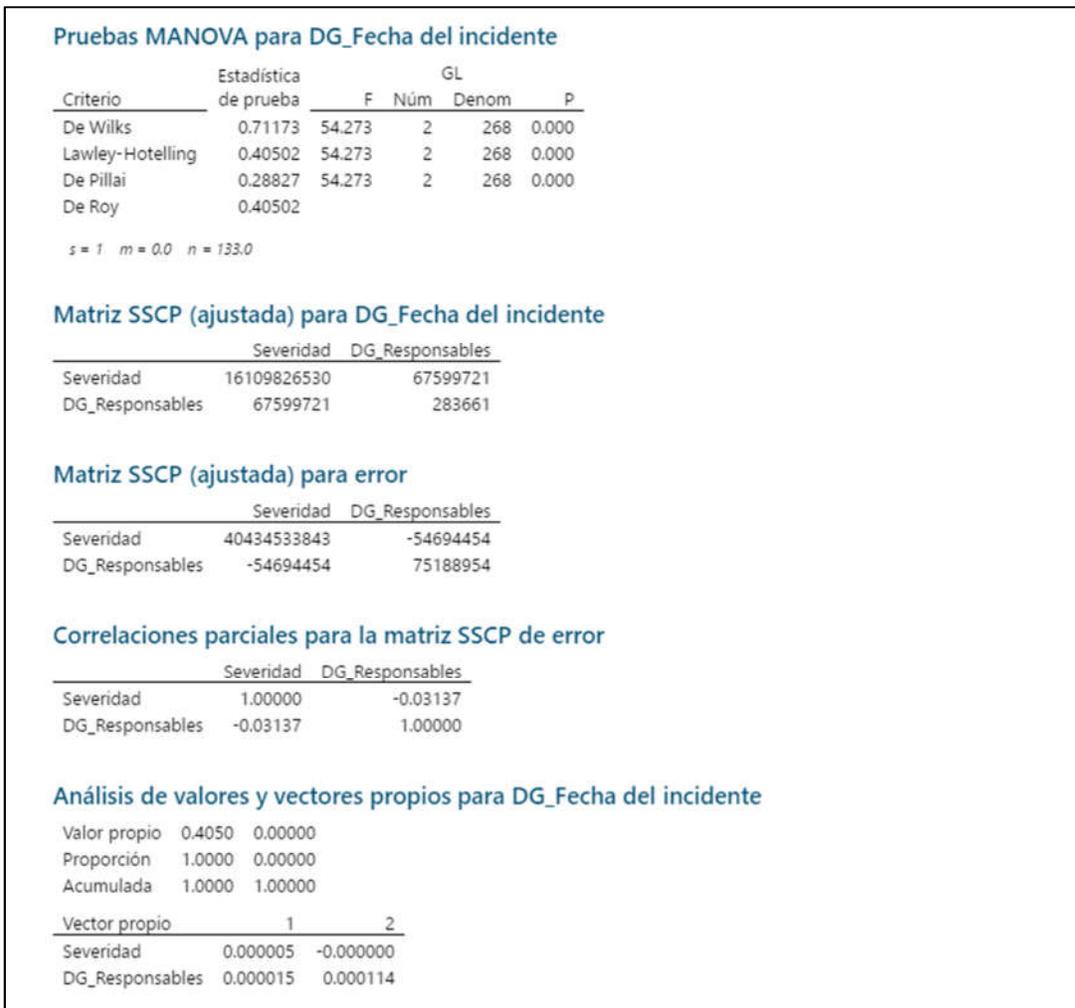


Figura K.46. Hoja de resultados – Parte 3/4

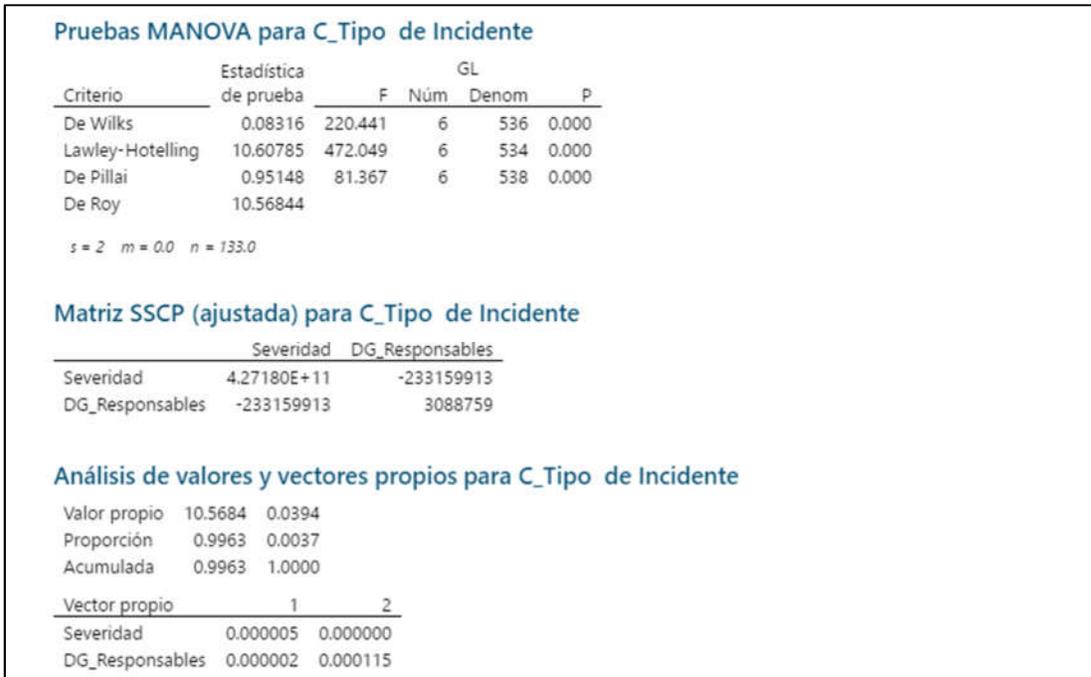


Figura K.47. Hoja de resultados – Parte 4/4

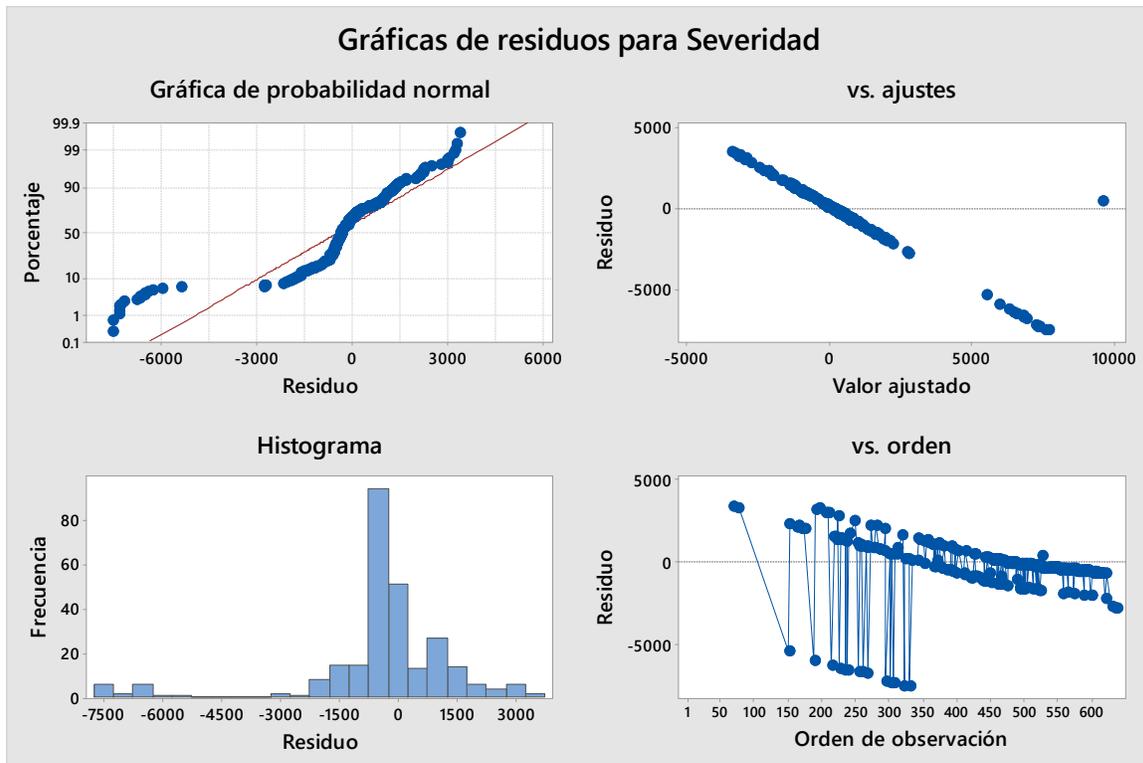


Figura K.48. Gráfica de residuos - Severidad

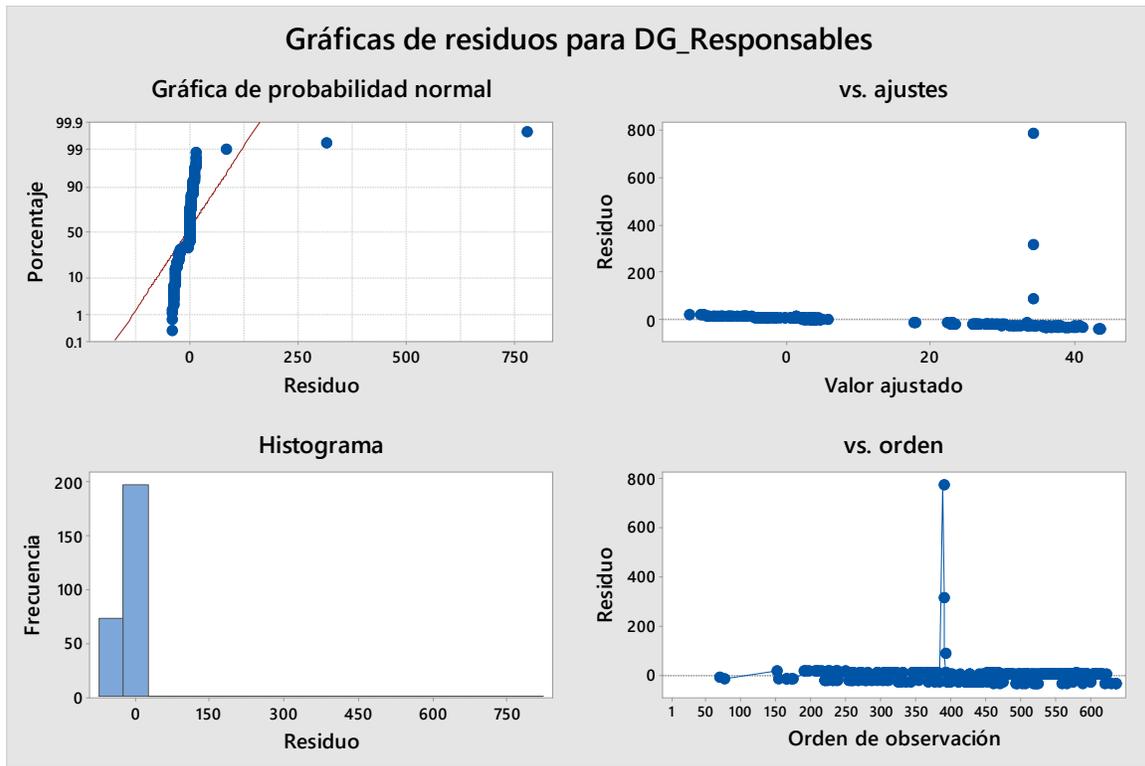


Figura K.49. Gráfica de residuos – Número de responsables

2.6. Análisis multivariante 6 – Modelo Lineal General: Severidad, número de responsables vs. Incidente key fecha del incidente

Información del factor						
Factor	Tipo	Niveles	Valores			
DG_Keyword del Incidente	fijo	51	Alcohol; Atollada; Auxilio Mecánico; Calidad carguío; Cambio tracto; Checklist; Choque; Colocación Precinto; Conducta; Conductor ausente; Cubicación; Derrame; Devolución; Documento terminal; Entrega producto; EPP; Facturación; Falla Mecánica; Fatalidad; Fiscalización; Fisura; Humedecimiento; Hurto; Incumplimiento de Programación_No carguío; Línea Eléctrica; Maniobra; Mant_Correct; Muelles; No Carguío; No carguío en sobretiempo; Normatividad Legal; Operación carga; Parabrisa; Parafinado; Paro; Penalidad; Precinto; Remanente; Reporte Mantenimiento; Retraso; Retraso 1 día; Retraso Programación; Retraso Programación_Derroche sobretiempo; Sedimentos; Seguridad carguío; Stockout; Supervisor ausente; Trasiego; Válvulas; Velocidad; Vías			

Análisis de varianza para Severidad, utilizando SC ajustada para pruebas						
Fuente	GL	SC Sec.	SC Ajust.	MC Ajust.	F	P
DG_Fecha del incidente	1	1.04881E+11	26332650227	26332650227	151.21	0.000
DG_Keyword del Incidente	50	4.28955E+11	4.28955E+11	8579090787	49.26	0.000
Error	222	38659590470	38659590470	174142299		
Total	273	5.72495E+11				

Resumen del modelo		
S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)
13196.3	93.25%	91.70%

Coeficientes				
Término	Coef	SE Coef	T	P
Constante	-956606	77812	-12.29	0.000
DG_Fecha del	23.118	1.880	12.30	0.000

Figura K.50. Hoja de resultados – Parte 1/5

Observaciones inusuales de Severidad					
Obs	Severidad	Ajuste	EE de ajuste	Residuo	Residuo estándar
152	10.0	10.0	4173.0	-0.0	* X
165	100.0	-2656.4	610.3	2756.4	2.36 R
218	100.0	4038.2	449.9	-3938.2	-3.17 R
219	100.0	4038.2	449.9	-3938.2	-3.17 R
223	10.0	10.0	4173.0	-0.0	* X
227	100.0	4200.0	437.3	-4100.0	-3.29 R
230	100.0	-768.4	1079.6	868.4	1.14 X
234	100.0	-3288.5	479.5	3388.5	2.76 R
241	100.0	-3240.5	713.5	3340.5	3.01 R
281	100.0	-3328.7	376.1	3428.7	2.71 R
312	100.0	100.0	1319.6	-0.0	* X
323	10.0	10.0	4173.0	-0.0	* X
329	100.0	6257.5	281.5	-6157.5	-4.78 R
330	100.0	6280.6	279.8	-6180.6	-4.79 R
346	10.0	10.0	4173.0	-0.0	* X
353	100.0	6789.2	243.7	-6689.2	-5.16 R
369	100.0	100.0	1319.6	-0.0	* X
370	10.0	10.0	4173.0	-0.0	* X
372	10.0	10.0	4173.0	-0.0	* X
374	10.0	10.0	4173.0	-0.0	* X
376	100.0	7205.3	215.6	-7105.3	-5.46 R
392	100.0	100.0	1319.6	-0.0	* X
395	10.0	10.0	4173.0	-0.0	* X
434	100.0	2868.8	611.1	-2768.8	-2.37 R
441	10.0	10.0	4173.0	-0.0	* X
499	10.0	10.0	4173.0	-0.0	* X
501	10.0	9332.2	127.5	-9322.2	-2.23 R
520	100.0	1657.1	1051.2	-1557.1	-1.95 X
528	10000.0	9609.6	129.3	390.4	14.90 RX
544	10.0	10.0	4173.0	-0.0	* X
562	10.0	10.0	4173.0	-0.0	* X
637	10.0	10.0	4173.0	-0.0	* X

R denota una observación con un residuo estandarizado grande.
X denota una observación cuyo valor *X* le concede gran apalancamiento.

Análisis de varianza para DG_Responsables, utilizando SC ajustada para pruebas

Fuente	GL	SC Sec.	SC Ajust.	MC Ajust.	F	P
DG_Fecha del incidente	1	284737	107	107	0.00	0.976
DG_Keyword del Incidente	50	53004962	53004962	1060099	9.31	0.000
Error	222	25272751	25272751	113841		
Total	273	78562450				

Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)
337.404	67.83%	60.44%

Coefficientes

Término	Coef	SE Coef	T	P
Constante	-51	1989	-0.03	0.980
DG_Fecha del	0.00148	0.04807	0.03	0.976

Figura K.51. Hoja de resultados – Parte 2/5

Observaciones inusuales de DG_Responsables					
Obs	DG_Responsables	Ajuste	EE de ajuste	Residuo	Residuo estándar
152	1.000	1.000	106.696	-0.000	* X
223	1.000	1.000	106.696	-0.000	* X
230	3.000	2.946	27.604	0.054	0.00 X
312	1.000	1.000	33.740	-0.000	* X
323	1.000	1.000	106.696	0.000	* X
346	1.000	1.000	106.696	-0.000	* X
369	18.000	18.000	33.740	-0.000	* X
370	2.000	2.000	106.696	-0.000	* X
372	1.000	1.000	106.696	-0.000	* X
374	1.000	1.000	106.696	-0.000	* X
389	814.000	426.333	19.480	387.667	14.07 R
390	349.000	426.333	19.480	-77.333	-2.81 R
391	116.000	426.333	19.480	-310.333	-11.26 R
392	1.000	1.000	33.740	-0.000	* X
395	1.000	1.000	106.696	0.000	* X
441	1.000	1.000	106.696	-0.000	* X
499	3.000	3.000	106.696	-0.000	* X
520	1.000	1.102	26.878	-0.102	-0.00 X
528	3.000	2.978	3.307	0.022	0.03 X
544	5.000	5.000	106.696	-0.000	* X
562	1.000	1.000	106.696	-0.000	* X
637	1.000	1.000	106.696	-0.000	* X

*R denota una observación con un residuo estandarizado grande.
X denota una observación cuyo valor X le concede gran apalancamiento.*

Figura K.52. Hoja de resultados – Parte 3/5

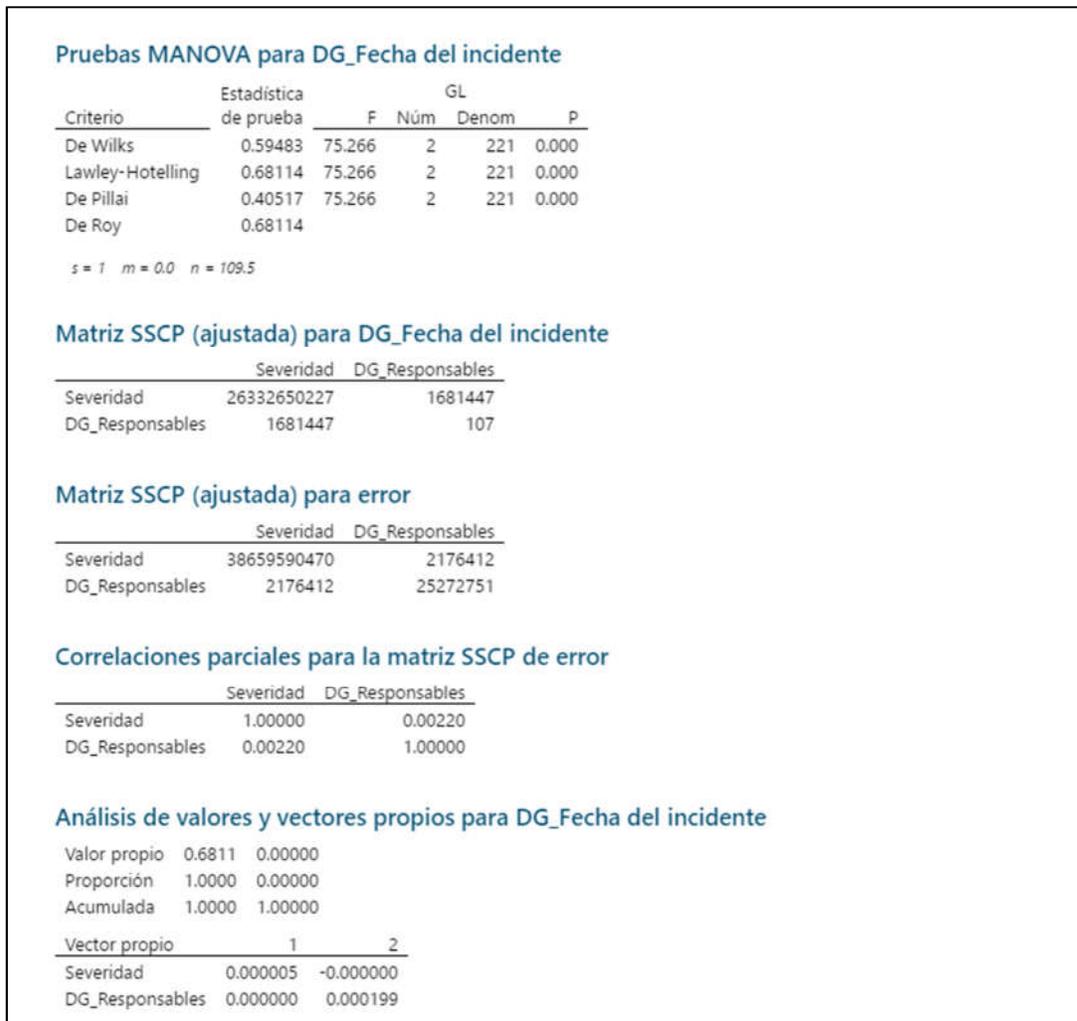


Figura K.53. Hoja de resultados – Parte 4/5

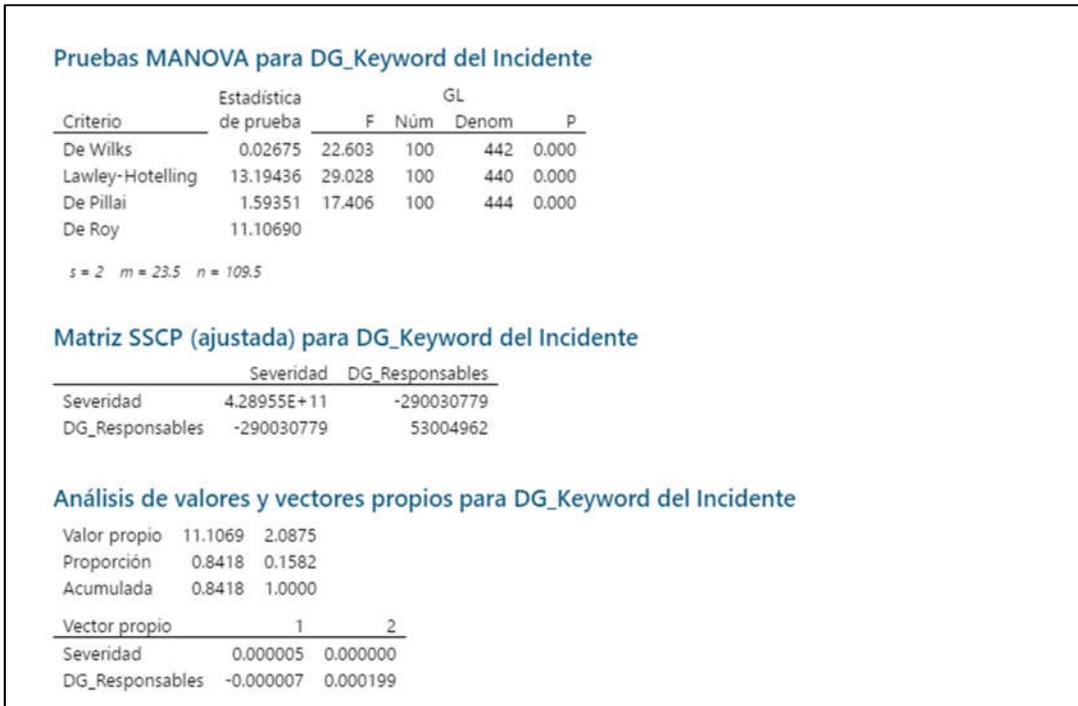


Figura K.54. Hoja de resultados – Parte 5/5

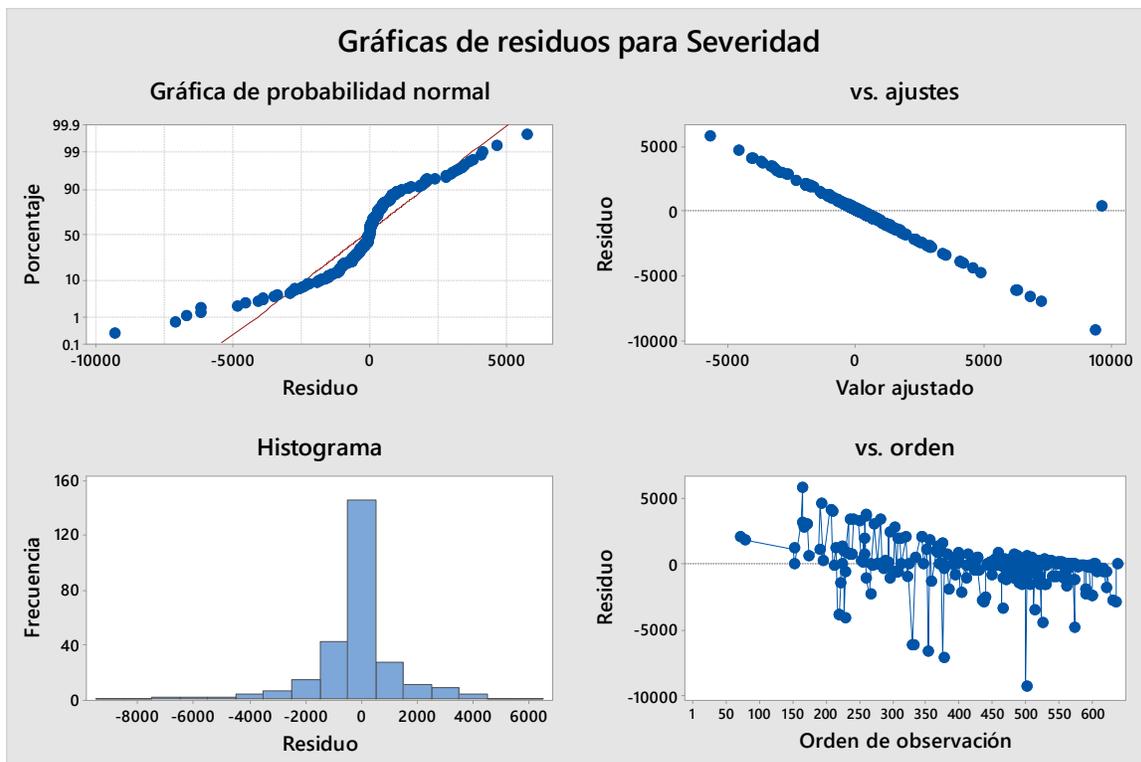


Figura K.55. Gráfica de residuos – Severidad

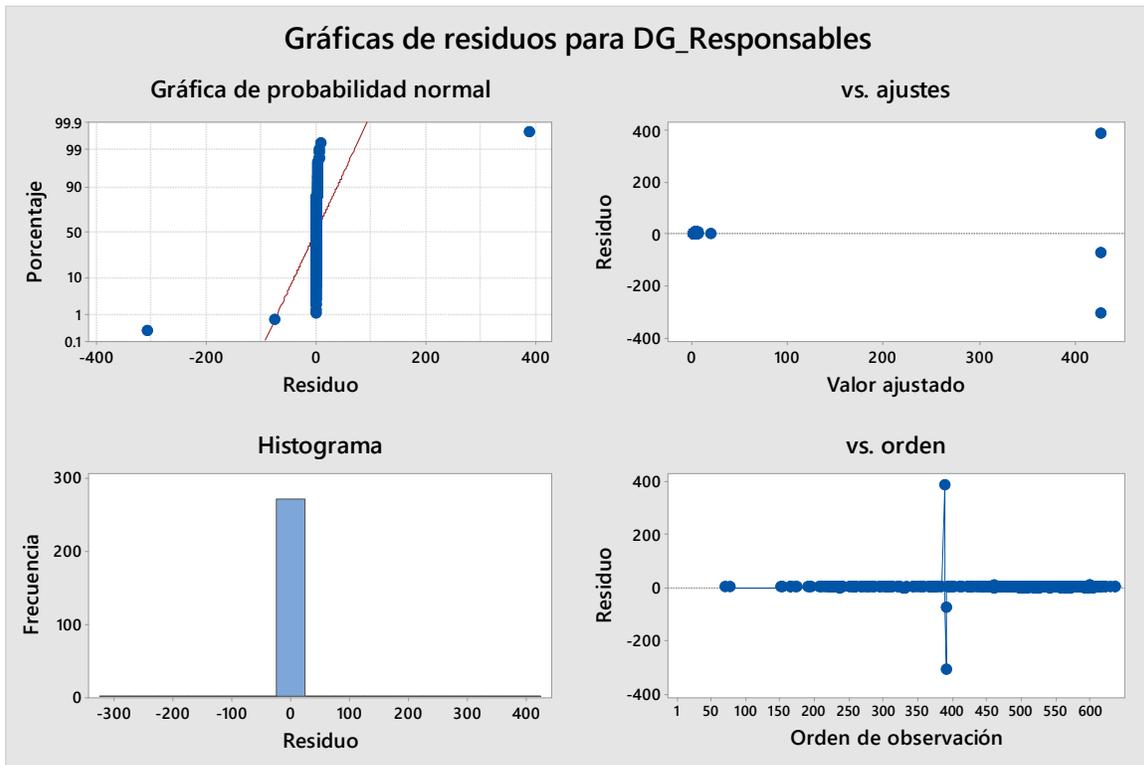


Figura K.56. Gráfica de residuos – Número de responsables

2.7. Análisis multivariante 7 – Modelo Lineal General: Severidad, número de responsables vs. tipo de incidente, acto sub estándar, condición sub estándar, fecha del incidente

Información del factor			
Factor	Tipo	Niveles	Valores
C_Tipo de Incidente	fijo	4	Accidente; Cuasi Accidente; Falla Operacional Otros; Otros
AC_CI_Acto sub estándar	fijo	10	ASE_CI1; ASE_CI2; ASE_CI3; ASE_CI4; ASE_CI5; ASE_CI6; ASE_CI7; ASE_CI8; ASE_CI9; No registra
AC_CI_Condición sub estándar	fijo	11	CSE_CI1; CSE_CI10; CSE_CI12; CSE_CI2; CSE_CI4; CSE_CI5; CSE_CI6; CSE_CI7; CSE_CI8; CSE_CI9; No registra

Figura K.57. Hoja de resultados – Parte 1/6

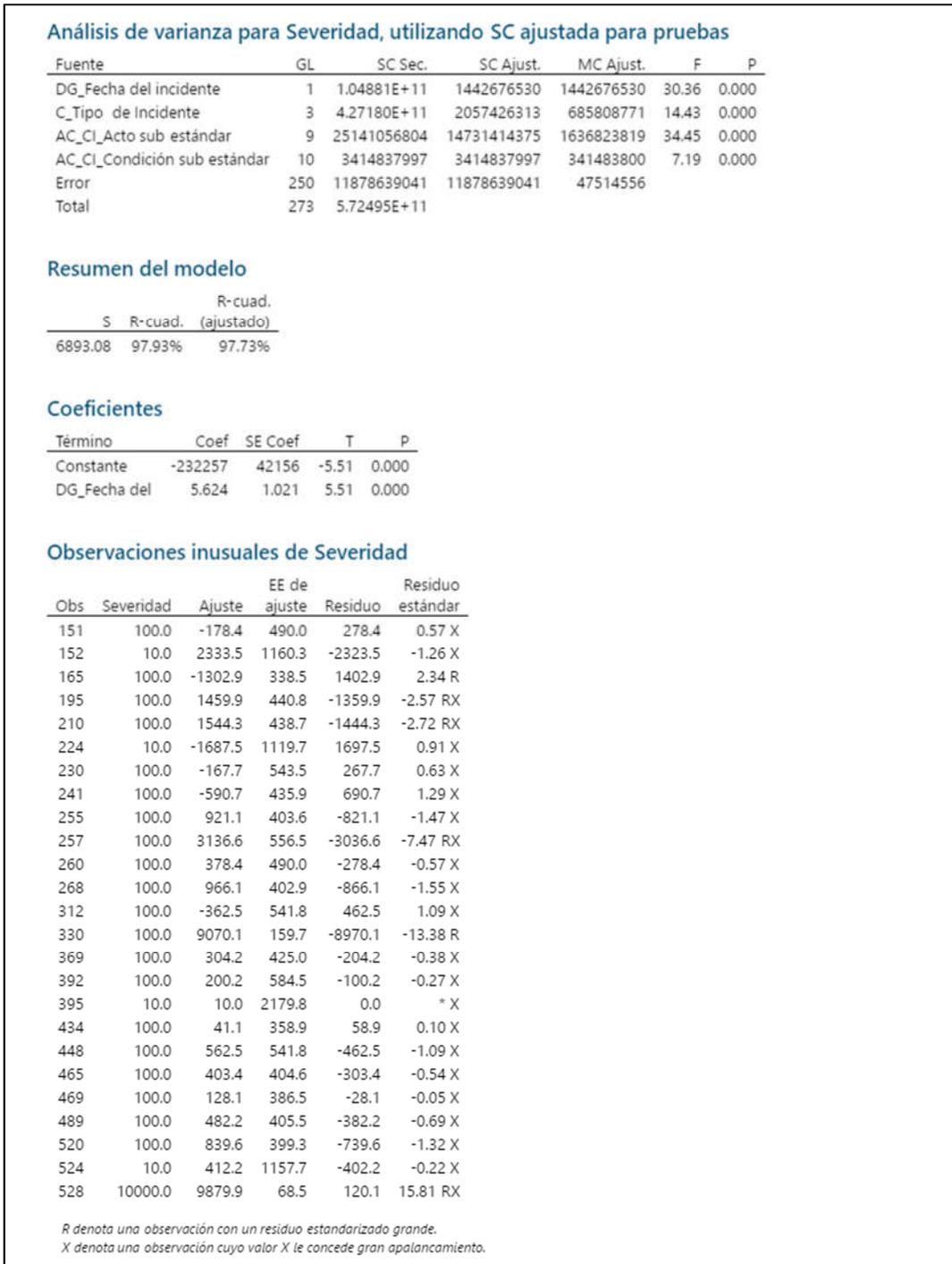


Figura K.58. Hoja de resultados – Parte 2/6

Análisis de varianza para DG_Responsables, utilizando SC ajustada para pruebas

Fuente	GL	SC Sec.	SC Ajust.	MC Ajust.	F	P
DG_Fecha del incidente	1	284737	42258	42258	0.18	0.674
C_Tipo de Incidente	3	3088759	15867251	5289084	22.25	0.000
AC_Cl_Acto sub estándar	9	7323356	8083698	898189	3.78	0.000
AC_Cl_Condición sub estándar	10	8425486	8425486	842549	3.54	0.000
Error	250	59440112	59440112	237760		
Total	273	78562450				

Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)
487.607	24.34%	17.38%

Coefficientes

Término	Coef	SE Coef	T	P
Constante	1227	2982	0.41	0.681
DG_Fecha del	-0.03044	0.07219	-0.42	0.674

Observaciones inusuales de DG_Responsables

Obs	DG_Responsables	Ajuste	EE de ajuste	Residuo	Residuo estándar
151	1.000	2.507	34.664	-1.507	-0.04 X
152	1.000	126.693	82.079	-125.693	-0.96 X
195	1.000	-46.642	31.179	47.642	1.27 X
210	1.000	-47.099	31.033	48.099	1.28 X
224	1.000	-68.701	79.205	69.701	0.53 X
230	3.000	31.608	38.444	-28.608	-0.95 X
241	1.000	17.939	30.834	-16.939	-0.45 X
255	1.000	-35.544	28.549	36.544	0.92 X
257	2.000	-81.172	39.369	83.172	2.89 RX
260	1.000	-0.507	34.664	1.507	0.04 X
268	1.000	-35.788	28.501	36.788	0.93 X
312	1.000	-24.102	38.329	25.102	0.83 X
369	18.000	82.493	30.063	-64.493	-1.68 X
389	814.000	156.824	16.936	657.176	14.37 R
390	349.000	156.824	16.936	192.176	4.20 R
392	1.000	8.002	41.348	-7.002	-0.27 X
395	1.000	1.000	154.195	-0.000	* X
434	1.000	20.804	25.385	-19.804	-0.48 X
448	2.000	27.102	38.329	-25.102	-0.83 X
465	1.000	-7.927	28.624	8.927	0.23 X
469	1.000	-24.494	27.341	25.494	0.63 X
489	1.000	-8.353	28.687	9.353	0.24 X
520	1.000	91.101	28.244	-90.101	-2.27 RX
524	1.000	18.331	81.897	-17.331	-0.13 X
528	3.000	3.760	4.846	-0.760	-1.42 X

*R denota una observación con un residuo estandarizado grande.
X denota una observación cuyo valor X le concede gran apalancamiento.*

Figura K.59. Hoja de resultados – Parte 3/6

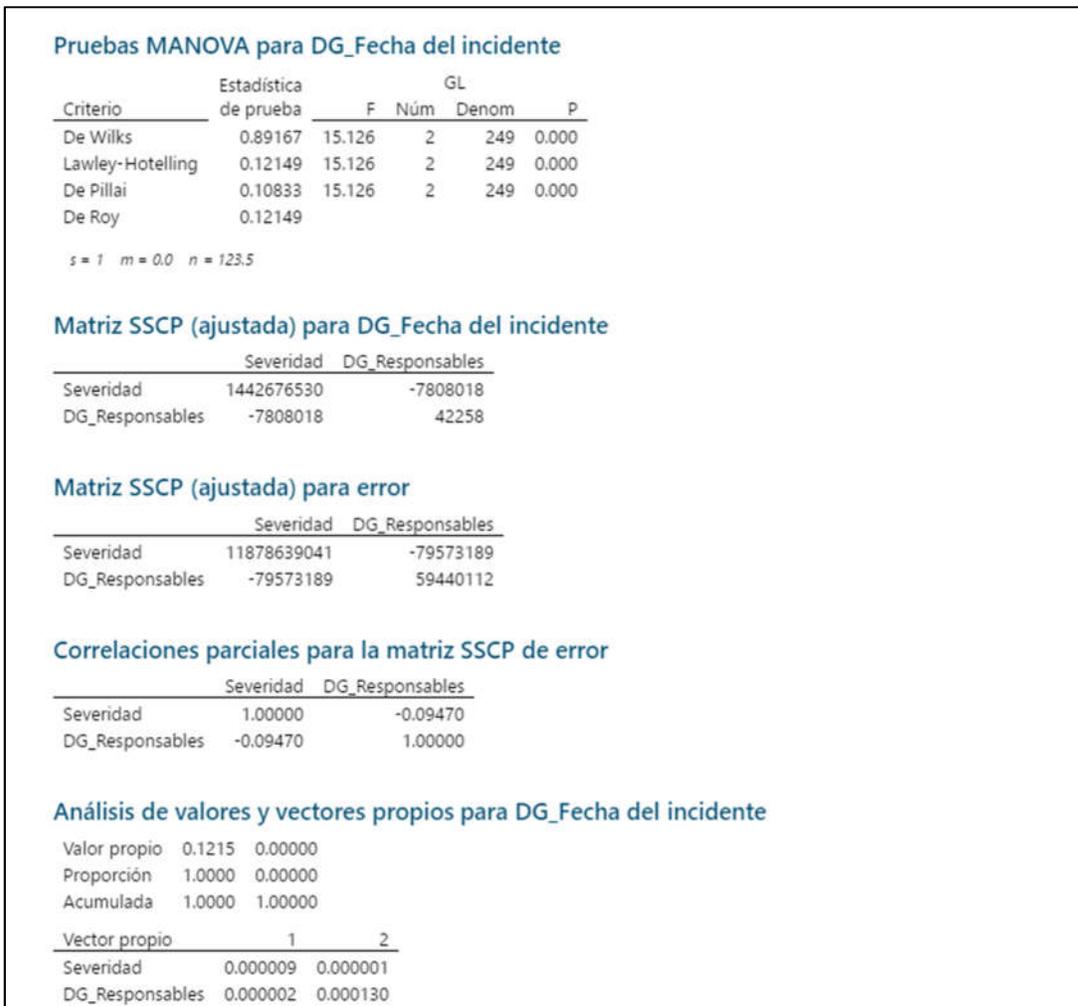


Figura K.60. Hoja de resultados – Parte 4/6

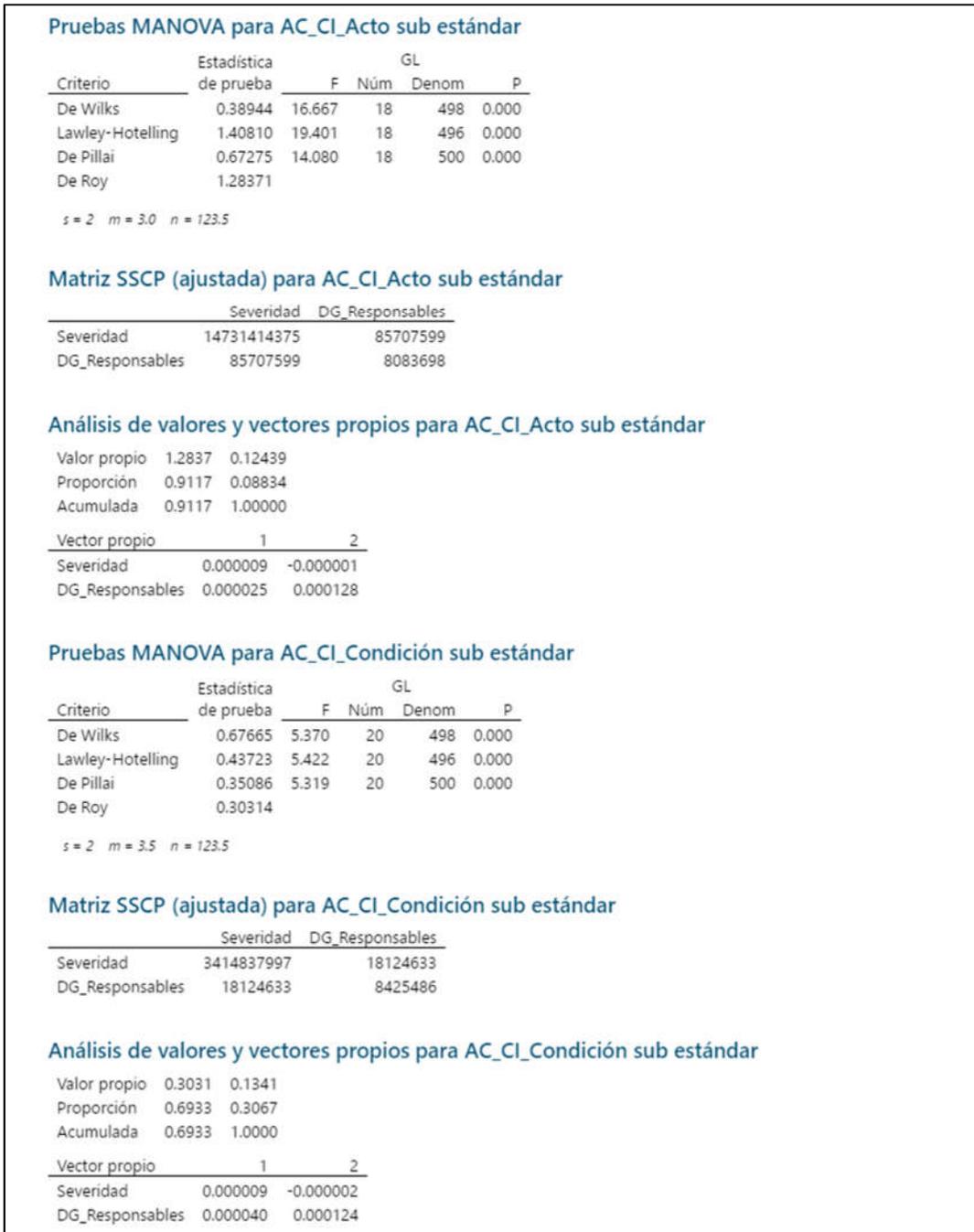


Figura K.61. Hoja de resultados – Parte 5/6

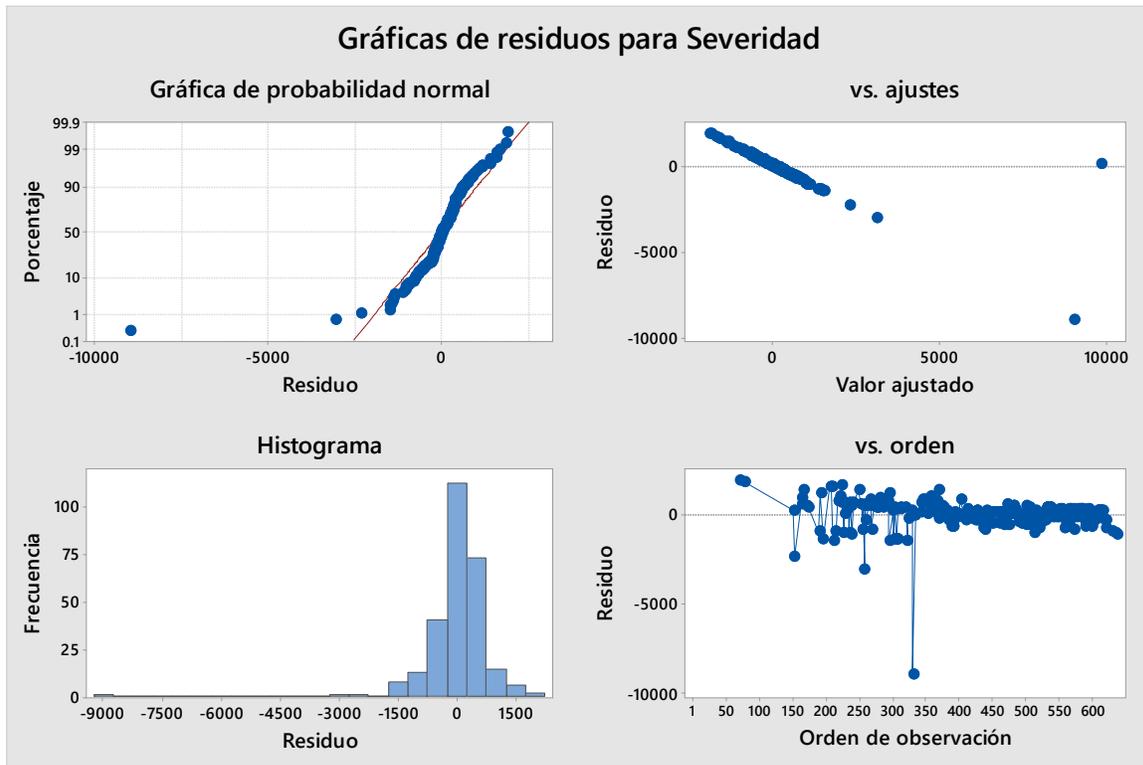


Figura K.62. Gráfica de residuos – Severidad

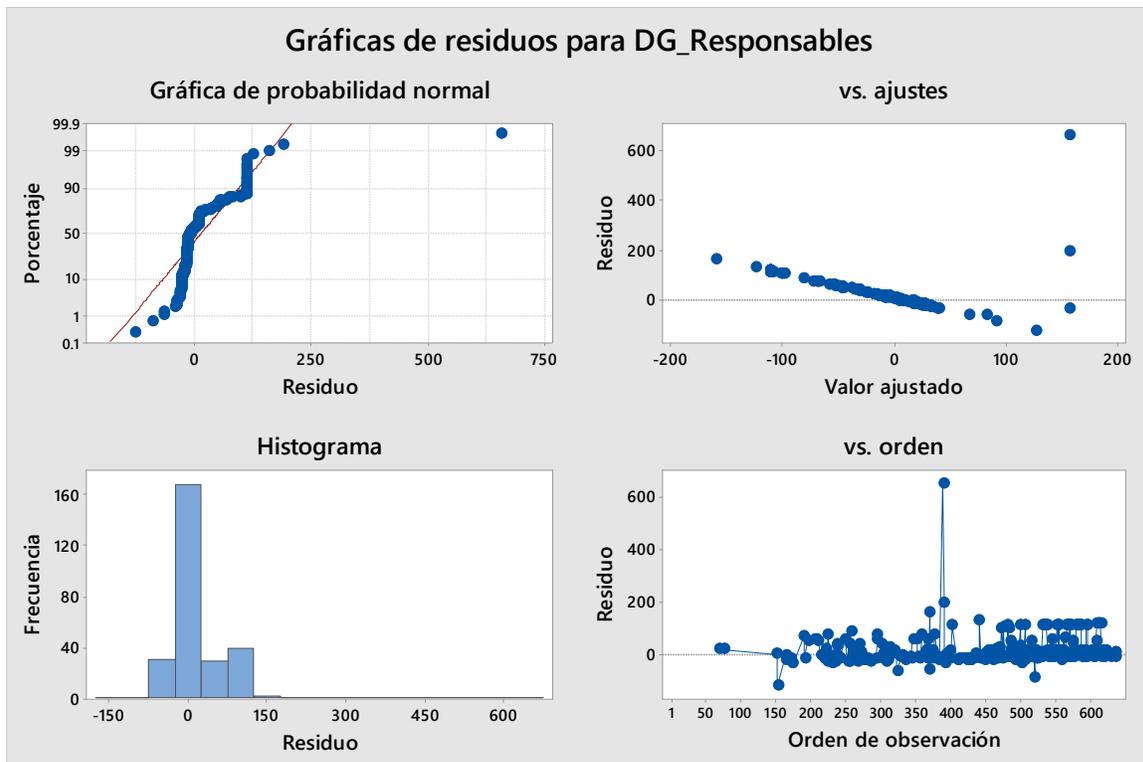


Figura K.63. Gráfica de residuos – Número de responsables

3. Análisis multivariante del 1 al 2 – Modelo de efectos mixtos (Datos Generales y Clasificación)

3.1. Análisis multivariante 1 – Modelo de efectos mixtos: Severidad vs. fecha del incidente, tipo de incidente, acto sub estándar, condición sub estándar, keyword del incidente, parte interesada, ocupación, tipo de evidencia documental, lugar del incidente

Método			
Ponderaciones	DG_Responsables		
Estimación de la varianza	Máxima verosimilitud restringida		
GL para efectos fijos	Satterthwaite		
Filas no utilizadas	363		
Información del factor			
Factor	Tipo	Niveles	Valores
C_Tipo de Incidente	Aleatorio	4	Accidente; Cuasi Accidente; Falla Operacional Otros; Otros
AC_CI_Acto sub estándar	Aleatorio	10	ASE_CI1; ASE_CI2; ASE_CI3; ASE_CI4; ASE_CI5; ASE_CI6; ASE_CI7; ASE_CI8; ASE_CI9; No registra
AC_CI_Condición sub estándar	Aleatorio	11	CSE_CI1; CSE_CI10; CSE_CI12; CSE_CI2; CSE_CI4; CSE_CI5; CSE_CI6; CSE_CI7; CSE_CI8; CSE_CI9; No registra
DG_Keyword del Incidente	Aleatorio	51	Alcohol; Atollada; Auxilio Mecánico; Calidad carguío; Cambio tracto; Checklist; Choque; Colocación Precinto; Conducta; Conductor ausente; Cubicación; Derrame; Devolución; Documento terminal; Entrega producto; EPP; Facturación; Falla Mecánica; Fatalidad; Fiscalización; Fisura; Humedecimiento; Hurto; Incumplimiento de Programación_No carguío; Línea Eléctrica; Maniobra; Mant_Correct; Muelles; No Carguío; No carguío en sobretiempo; Normatividad Legal; Operación carga; Parabrisa; Parafinado; Paro; Penalidad; Precinto; Remanente; Reporte Mantenimiento; Retraso; Retraso 1 día; Retraso Programación; Retraso Programación_Derroche sobretiempo; Sedimentos; Seguridad carguío; Stockout; Supervisor ausente; Trasego; Válvulas; Velocidad; Vías
DG_Parte interesada	Fijo	5	GMP; OTROS; PETROPERU; SERVOSA; XSTRATA
DG_Ocupación	Fijo	6	Conductor; Coordinador; Gerencia; Jefatura; Otros; Supervisor
DG_Tipo de Evidencia Documental	Fijo	5	Base de Datos; E-Mail; Informe; Otros; Reporte
DG_Lugar del incidente	Fijo	8	PE_Oficina Central; PE_Planta Cusco; SE_Terminal Cusco; Vías Apurímac; Vías Cusco; XS_Nueva Fuerabamba; XS_Operaciones; XS_Planta Concentradora

Figura K.64. Hoja de resultados – Parte 1/3

Componentes de la varianza					
Fuente	Var	% del total	EE de la var.	Valor Z	Valor p
C_Tipo de incidente	6.28427E+05	21.78%	6.81903E+05	0.921580	0.178
AC_CI_Acto sub estándar	1.29929E+06	45.02%	7.17882E+05	1.809894	0.035
AC_CI_Condición sub estándar	1.76287E+05	6.11%	1.91030E+05	0.922825	0.178
DG_Keyword del incidente	4.38961E+05	15.21%	2.36781E+05	1.853872	0.032
Error	3.42953E+05	11.88%	4.01108E+04	8.550129	0.000
Total	2.88592E+06				
-2 log likelihood = 4040.807295					
Pruebas de efectos fijos					
Término	GL Num	GL Den	Valor F	Valor p	
DG_Fecha del incidente	1.00	236.81	16.07	0.000	
DG_Parte interesada	4.00	71.43	0.11	0.978	
DG_Ocupación	5.00	86.81	0.37	0.868	
DG_Tipo de Evidencia Documental	4.00	134.82	3.89	0.005	
DG_Lugar del incidente	7.00	183.44	1.84	0.083	
Resumen del modelo					
S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)			
585.622	76.19%	74.20%			

Figura K.65. Hoja de resultados – Parte 2/3

Coeficientes						
Término	Coef	EE del coef.	GL	Valor T	Valor p	
Constante	-9.49874E+04	2.38225E+04	237.55	-3.987305	0.000	
DG_Fecha del incidente	2.305798	0.575247	236.81	4.008359	0.000	
DG_Parte interesada						
GMP	-550.061237	1195.291665	35.77	-0.460190	0.648	
OTROS	260.083072	935.505217	52.56	0.278013	0.782	
PETROPERU	88.250110	434.166832	70.61	0.203263	0.840	
SERVOSA	173.460644	396.768704	50.10	0.437183	0.664	
DG_Ocupación						
Conductor	-174.773720	257.492747	64.94	-0.678752	0.500	
Coordinador	-124.250580	517.594106	171.13	-0.240054	0.811	
Gerencia	-354.594987	353.143204	123.51	-1.004111	0.317	
Jefatura	127.539864	418.176381	70.88	0.304991	0.761	
Otros	515.230801	922.172649	32.86	0.558714	0.580	
DG_Tipo de Evidencia Documental						
Base de Datos	-350.492153	164.173657	178.36	-2.134887	0.034	
E-Mail	257.417207	148.610987	98.60	1.732155	0.086	
Informe	349.044728	140.736636	135.20	2.480127	0.014	
Otros	49.904880	426.103755	64.04	0.117119	0.907	
DG_Lugar del incidente						
PE_Oficina Central	192.215174	245.735093	207.32	0.782205	0.435	
PE_Planta Cusco	102.397692	127.863205	221.40	0.800838	0.424	
SE_Terminal Cusco	81.787746	192.757800	173.67	0.424303	0.672	
Vías Apurimac	-400.372496	124.089687	213.72	-3.226477	0.001	
Vías Cusco	-239.396362	181.629260	218.06	-1.318050	0.189	
XS_Nueva Fuerabamba	75.276256	95.231174	212.22	0.790458	0.430	
XS_Operaciones	111.501809	96.681876	212.27	1.153286	0.250	
Ajustes y diagnósticos condicionales para observaciones poco comunes						
Obs	Severidad	Ajuste	Resid	Resid est.		
152	10.000000	1066.256226	-1.05626E+03	-3.406402	R	
257	100.000000	794.213627	-694.213627	-2.618814	R	
330	100.000000	5596.272668	-5.49627E+03	-11.441398	R	
353	100.000000	688.614118	-588.614118	-2.033291	R	
391	100.000000	132.170140	-32.170140	-2.145060	R	
528	1.00000E+04	7095.101256	2904.898744	15.868626	R	
<i>Residuo grande R</i>						

Figura K.66. Hoja de resultados – Parte 3/3

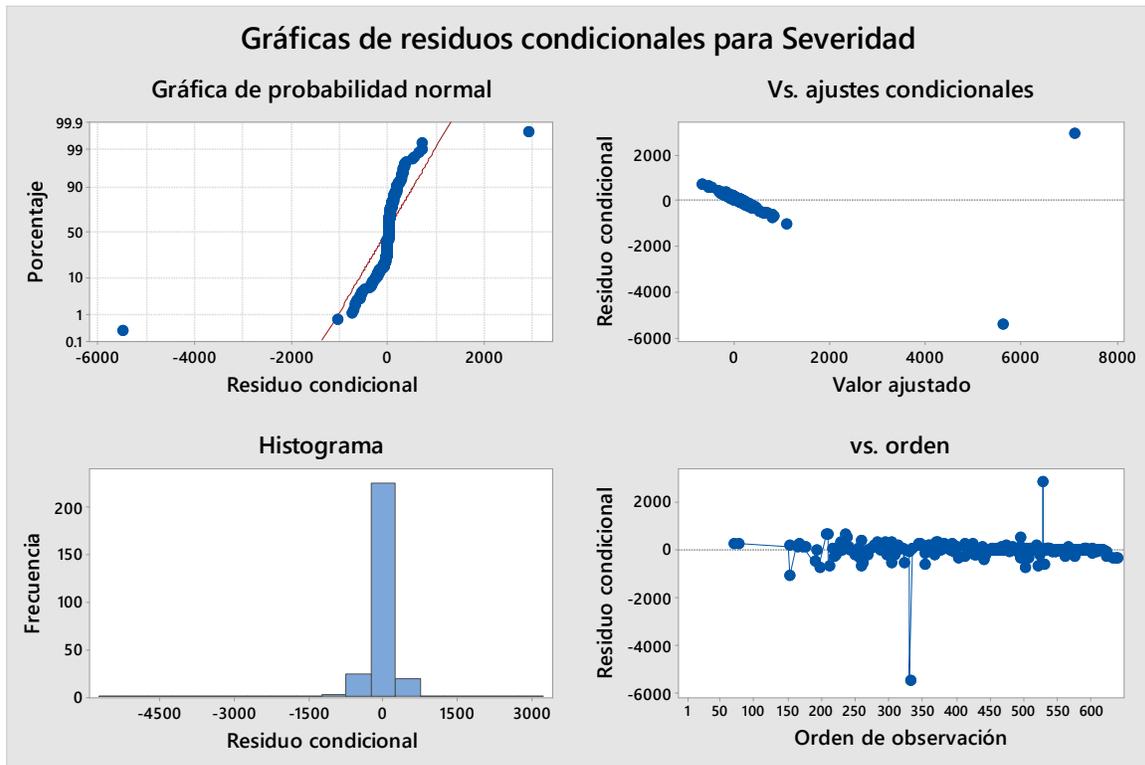


Figura K.67. Gráfica de residuos – Severidad

3.2. Análisis multivariante 2 – Modelo de efectos mixtos: Severidad vs. fecha del incidente, acto sub estándar, condición sub estándar, keyword del incidente, tipo de incidente, lesiones personales, incidente ambiental (exclusión)

No se pueden estimar los siguientes términos y se eliminaron:
C_Incidente Ambiental

Método

Ponderaciones	DG_Responsables
Estimación de la varianza	Máxima verosimilitud restringida
GL para efectos fijos	Satterthwaite
Filas no utilizadas	363

Información del factor

Factor	Tipo	Niveles	Valores
AC_CI_Acto sub estándar	Aleatorio	10	ASE_CI1; ASE_CI2; ASE_CI3; ASE_CI4; ASE_CI5; ASE_CI6; ASE_CI7; ASE_CI8; ASE_CI9; No registra
AC_CI_Condición sub estándar	Aleatorio	11	CSE_CI1; CSE_CI10; CSE_CI12; CSE_CI2; CSE_CI4; CSE_CI5; CSE_CI6; CSE_CI7; CSE_CI8; CSE_CI9; No registra
DG_Keyword del Incidente	Aleatorio	51	Alcohol; Atollada; Auxilio Mecánico; Calidad carguío; Cambio tracto; Checklist; Choque; Colocación Precinto; Conducta; Conductor ausente; Cubicación; Derrame; Devolución; Documento terminal; Entrega producto; EPP; Facturación; Falla Mecánica; Fatalidad; Fiscalización; Fisura; Humedecimiento; Hurto; Incumplimiento de Programación_No carguío; Línea Eléctrica; Maniobra; Mant_Correct; Muelles; No Carguío; No carguío en sobretiempo; Normatividad Legal; Operación carga; Parabrisa; Parafinado; Paro; Penalidad; Precinto; Remanente; Reporte Mantenimiento; Retraso; Retraso 1 día; Retraso Programación; Retraso Programación_Derroche sobretiempo; Sedimentos; Seguridad carguío; Stockout; Supervisor ausente; Traslago; Válvulas; Velocidad; Vías
C_Tipo de Incidente	Fijo	4	Accidente; Cuasi Accidente; Falla Operacional Otros; Otros
C_Lesiones personales	Fijo	3	Accidente fatal; No registra; Sin lesiones

Figura K.68. Hoja de resultados – Parte 1/2

Componentes de la varianza					
Fuente	Var	% del total	EE de la var.	Valor Z	Valor p
AC_Cl_Acto sub estándar	1.34923E+06	57.45%	7.18803E+05	1.877050	0.030
AC_Cl_Condición sub estándar	5.23523E+05	22.29%	3.44565E+05	1.519376	0.064
DG_Keyword del incidente	6.20775E+04	2.64%	7.30456E+04	0.849846	0.198
Error	4.13625E+05	17.61%	4.55415E+04	9.082364	0.000
Total	2.34846E+06				
-2 log likelihood = 4232.994159					
Pruebas de efectos fijos					
Término	GL Num	GL Den	Valor F	Valor p	
DG_Fecha del incidente	1.00	166.13	13.10	0.000	
C_Tipo de Incidente	3.00	10.40	6.26	0.011	
C_Lesiones personales	2.00	50.19	0.83	0.443	
Resumen del modelo					
	S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)		
	643.137	67.20%	66.46%		
Coeficientes					
Término	Coef	EE del coef.	GL	Valor T	Valor p
Constante	-7.50112E+04	2.08395E+04	166.06	-3.599476	0.000
DG_Fecha del incidente	1.824643	0.504214	166.13	3.618788	0.000
C_Tipo de Incidente					
Accidente	-416.157476	366.982776	45.72	-1.133997	0.263
Cuasi Accidente	838.607724	222.696576	21.28	3.765697	0.001
Falla Operacional Otros	-318.238407	155.117874	27.80	-2.051591	0.050
C_Lesiones personales					
Accidente fatal	327.875165	570.943518	75.03	0.574269	0.568
No registra	-85.594031	291.050782	69.84	-0.294086	0.770
Ajustes y diagnósticos condicionales para observaciones poco comunes					
Obs	Severidad	Ajuste	Resid	Resid est.	
152	10.000000	1574.597245	-1.56460E+03	-3.330309	R
195	100.000000	1508.417649	-1.40842E+03	-2.628592	R
210	100.000000	1535.787298	-1.43579E+03	-2.676301	R
257	100.000000	1615.462140	-1.51546E+03	-5.162617	R
330	100.000000	6028.121651	-5.92812E+03	-10.327127	R
528	1.00000E+04	6290.870278	3709.129722	16.328030	R
Residuo grande R					

Figura K.69. Hoja de resultados – Parte 2/2

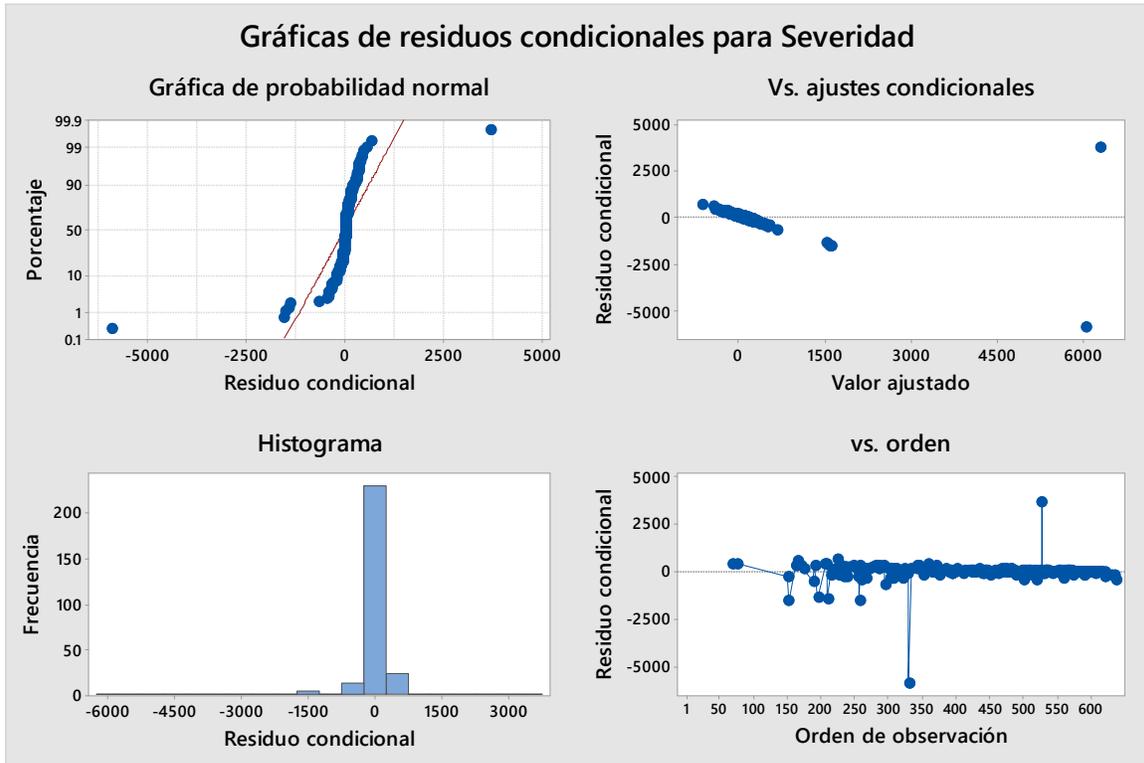


Figura K.70. Gráfica de residuos – Severidad

4. Análisis multivariante del 1 al 3 – Modelo de efectos mixtos (Análisis causal)

4.1. Análisis multivariante 1 – Modelo de efectos mixtos: Severidad vs. fecha del incidente, tipo de incidente, keyword del incidente, acto sub estándar, condición sub estándar, derroche de tiempo, derroche de energía, derroche de equipos, otros (incidente

productividad), daño en personas, daño en propiedad, daño en procesos, daño ambiental, defectos en bienes, defectos en servicios, derroche de materiales (exclusión)

No se pueden estimar los siguientes términos y se eliminaron:
AC_CI_IP_Derroche de Materiales

Método

Ponderaciones	DG_Responsables
Estimación de la varianza	Máxima verosimilitud restringida
GL para efectos fijos	Satterthwaite
Filas no utilizadas	363

Información del factor

Factor	Tipo	Niveles	Valores
C_Tipo de Incidente	Aleatorio	4	Accidente; Cuasi Accidente; Falla Operacional Otros; Otros
DG_Keyword del Incidente	Aleatorio	51	Alcohol; Atollada; Auxilio Mecánico; Calidad carguío; Cambio tracto; Checklist; Choque; Colocación Precinto; Conducta; Conductor ausente; Cubicación; Derrame; Devolución; Documento terminal; Entrega producto; EPP; Facturación; Falla Mecánica; Fatalidad; Fiscalización; Fisura; Humedecimiento; Hurto; Incumplimiento de Programación_No carguío; Línea Eléctrica; Maniobra; Mant_Correct; Muelles; No Carguío; No carguío en sobretiempo; Normatividad Legal; Operación carga; Parabrisa; Parafinado; Paro; Penalidad; Precinto; Remanente; Reporte Mantenimiento; Retraso; Retraso 1 día; Retraso Programación; Retraso Programación_Derroche sobretiempo; Sedimentos; Seguridad carguío; Stockout; Supervisor ausente; Trasiego; Válvulas; Velocidad; Vías
AC_CI_Acto sub estándar	Fijo	10	ASE_CI1; ASE_CI2; ASE_CI3; ASE_CI4; ASE_CI5; ASE_CI6; ASE_CI7; ASE_CI8; ASE_CI9; No registra
AC_CI_Condición sub estándar	Fijo	11	CSE_CI1; CSE_CI10; CSE_CI12; CSE_CI2; CSE_CI4; CSE_CI5; CSE_CI6; CSE_CI7; CSE_CI8; CSE_CI9; No registra
AC_CI_IP_Derroche de Tiempo	Fijo	3	No; No registra; Si
AC_CI_IP_Derroche de Energía	Fijo	3	No; No registra; Si
AC_CI_IP_Derroche de Equipos	Fijo	3	No; No registra; Si
AC_CI_IP_Otros	Fijo	2	No; No registra
AC_CI_IS_Daño en personas	Fijo	3	No; No registra; Si
AC_CI_IS_Daño en propiedad	Fijo	3	No; No registra; Si
AC_CI_IS_Daño en procesos	Fijo	3	No; No registra; Si
AC_CI_IS_Daño ambiental	Fijo	3	No; No registra; Si
AC_CI_IC_Defectos en Bienes	Fijo	3	No; No registra; Si
AC_CI_IC_Defectos en Servicios	Fijo	2	No; Si

Figura K.71. Hoja de resultados – Parte 1/2

Componentes de la varianza					
Fuente	Var	% del total	EE de la var.	Valor Z	Valor p
C_Tipo de Incidente	2.33943E+05	35.38%	3.11432E+05	0.751187	0.226
DG_Keyword del Incidente	6085.532109	0.92%	1.84061E+04	0.330626	0.370
Error	4.21236E+05	63.70%	4.15471E+04	10.138760	0.000
Total	6.61265E+05				
-2 log likelihood = 3742.205268					
Pruebas de efectos fijos					
Término	GL Num	GL Den	Valor F	Valor p	
DG_Fecha del incidente	1.00	151.72	8.84	0.003	
AC_CI_Acto sub estándar	9.00	10.99	9.42	0.001	
AC_CI_Condición sub estándar	10.00	20.98	6.33	0.000	
AC_CI_IP_Derroche de Tiempo	2.00	33.31	0.27	0.762	
AC_CI_IP_Derroche de Energía	2.00	17.66	0.38	0.691	
AC_CI_IP_Derroche de Equipos	2.00	17.75	1.91	0.178	
AC_CI_IP_Otros	1.00	56.95	1.05	0.309	
AC_CI_IS_Daño en personas	2.00	8.37	2.17	0.175	
AC_CI_IS_Daño en propiedad	2.00	87.45	3.25	0.044	
AC_CI_IS_Daño en procesos	2.00	64.20	2.08	0.134	
AC_CI_IS_Daño ambiental	2.00	69.12	4.12	0.020	
AC_CI_IC_Defectos en Bienes	2.00	29.30	0.19	0.829	
AC_CI_IC_Defectos en Servicios	1.00	26.27	1.76	0.196	
Resumen del modelo					
	S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)		
	649.027	67.18%	61.87%		

Figura K.72. Hoja de resultados – Parte 2/2

Coeficientes					
Término	Coef	EE del coef.	GL	Valor T	Valor p
Constante	-6.85211E+04	2.28673E+04	154.20	-2.996469	0.003
DG_Fecha del incidente	1.647469	0.553969	151.72	2.973936	0.003
AC_CI_Acto sub estándar					
ASE_CI1	365.193654	157.404463	10.28	2.320097	0.042
ASE_CI2	139.868456	178.708663	64.07	0.782662	0.437
ASE_CI3	-153.543109	230.295240	31.96	-0.666723	0.510
ASE_CI4	2413.071753	328.394639	95.01	7.348085	0.000
ASE_CI5	269.147207	184.053534	10.33	1.462331	0.173
ASE_CI6	254.342479	128.674309	20.11	1.976638	0.062
ASE_CI7	-747.663973	391.289077	40.39	-1.910771	0.063
ASE_CI8	-310.989554	245.613956	9.95	-1.266172	0.234
ASE_CI9	-2.69044E+03	577.627564	180.33	-4.657738	0.000
AC_CI_Condición sub estándar					
CSE_CI1	12.438434	298.821532	54.27	0.041625	0.967
CSE_CI10	-454.754146	358.898736	67.57	-1.267082	0.209
CSE_CI12	-603.723973	666.213402	175.16	-0.906202	0.366
CSE_CI2	2729.950703	388.811156	127.83	7.021277	0.000
CSE_CI4	185.832857	169.346781	21.90	1.097351	0.284
CSE_CI5	-45.811444	266.233467	36.48	-0.172072	0.864
CSE_CI6	-394.082160	373.076696	185.98	-1.056303	0.292
CSE_CI7	-817.287159	672.619893	3.34	-1.215080	0.303
CSE_CI8	160.263470	225.559780	34.27	0.710514	0.482
CSE_CI9	-464.299921	166.915196	16.76	-2.781652	0.013
AC_CI_IP_Derroche de Tiempo					
No	-341.971074	506.076000	113.12	-0.675731	0.501
No registra	697.847465	979.579417	139.52	0.712395	0.477
AC_CI_IP_Derroche de Energía					
No	-315.222028	368.296286	14.78	-0.855892	0.406
No registra	589.754906	751.639037	15.39	0.784625	0.445
AC_CI_IP_Derroche de Equipos					
No	603.671393	645.221784	50.29	0.935603	0.354
No registra	-960.262759	1272.507636	52.58	-0.754622	0.454
AC_CI_IP_Otros					
No	-118.584504	115.518694	56.95	-1.026540	0.309
AC_CI_IS_Daño en personas					
No	366.124228	506.883171	3.71	0.722305	0.513
No registra	-1.10171E+03	533.808152	38.15	-2.063870	0.046
AC_CI_IS_Daño en propiedad					
No	-279.588566	251.457530	85.56	-1.111872	0.269
No registra	-217.430461	433.469236	95.57	-0.501605	0.617
AC_CI_IS_Daño en procesos					
No	523.037909	392.410592	132.00	1.332884	0.185
No registra	-766.368096	777.401531	117.37	-0.985807	0.326
AC_CI_IS_Daño ambiental					
No	-11.014463	221.611232	76.11	-0.049702	0.960
No registra	683.183224	399.623933	46.08	1.709565	0.094
AC_CI_IC_Defectos en Bienes					
No	69.195512	115.156020	40.99	0.600885	0.551
No registra	30.592811	135.496811	35.97	0.225783	0.823
AC_CI_IC_Defectos en Servicios					
No	-189.021554	142.353881	26.27	-1.327829	0.196

Figura K.73. Hoja de resultados – Parte 3/4

Ajustes y diagnósticos condicionales para observaciones poco comunes

Obs	Severidad	Ajuste	Resid	Resid est.	
152	10.000000	917.852957	-907.852957	-2.075889	R
195	100.000000	1471.073203	-1.37107E+03	-2.558482	R
210	100.000000	1495.785231	-1.39579E+03	-2.600550	R
257	100.000000	1937.355695	-1.83736E+03	-7.888394	R
330	100.000000	6428.395553	-6.32840E+03	-11.040682	R
528	1.00000E+04	6665.631019	3334.368981	15.316912	R

Residuo grande R.

Figura K.74. Hoja de resultados – Parte 4/4

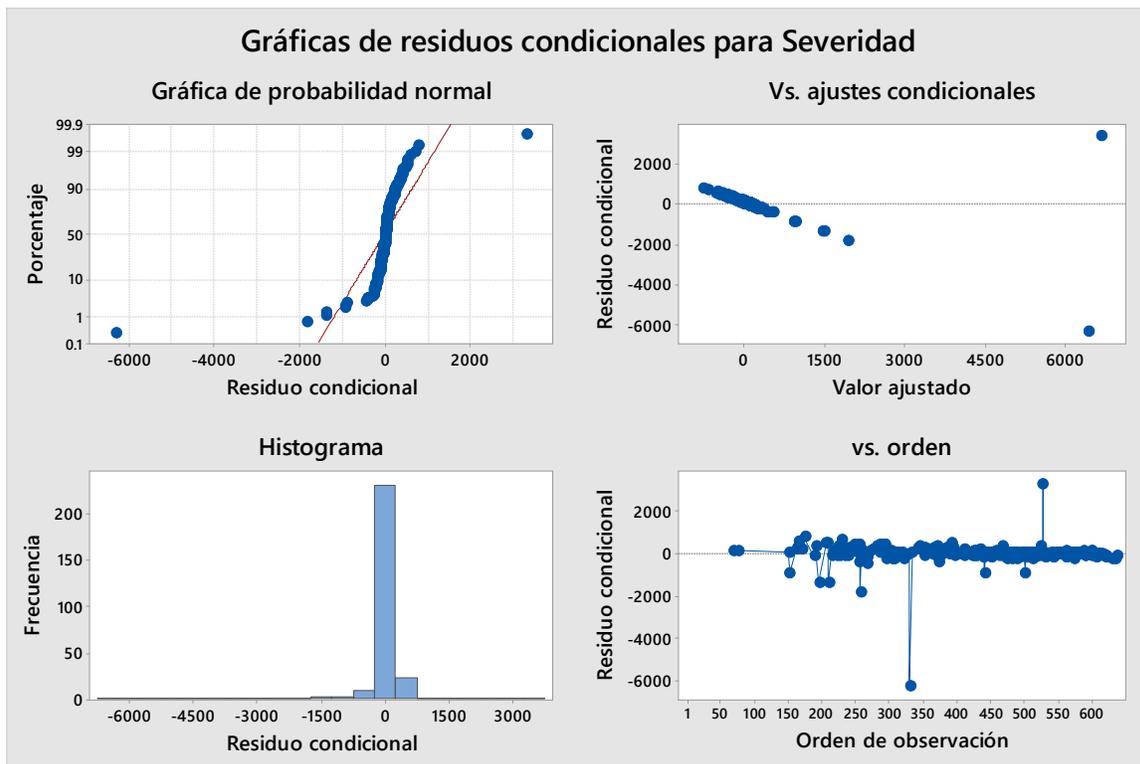


Figura K.75. Gráfica de residuos – Severidad

4.2. Análisis multivariante 2 – Modelo de efectos mixtos: Severidad vs. fecha del incidente, tipo de incidente, acto sub estándar, condición sub estándar, keyword del incidente, factores personales, y factores del trabajo.

Método			
Ponderaciones	DG_Responsables		
Estimación de la varianza	Máxima verosimilitud restringida		
GL para efectos fijos	Satterthwaite		
Filas no utilizadas	363		
Información del factor			
Factor	Tipo	Niveles	Valores
C_Tipo de Incidente	Aleatorio	4	Accidente; Cuasi Accidente; Falla Operacional Otros; Otros
AC_CI_Acto sub estándar	Aleatorio	10	ASE_CI1; ASE_CI2; ASE_CI3; ASE_CI4; ASE_CI5; ASE_CI6; ASE_CI7; ASE_CI8; ASE_CI9; No registra
AC_CI_Condición sub estándar	Aleatorio	11	CSE_CI1; CSE_CI10; CSE_CI12; CSE_CI2; CSE_CI4; CSE_CI5; CSE_CI6; CSE_CI7; CSE_CI8; CSE_CI9; No registra
DG_Keyword del Incidente	Aleatorio	51	Alcohol; Atollada; Auxilio Mecánico; Calidad carguío; Cambio tractor; Checklist; Choque; Colocación Precinto; Conducta; Conductor ausente; Cubicación; Derrame; Devolución; Documento terminal; Entrega producto; EPP; Facturación; Falla Mecánica; Fatalidad; Fiscalización; Fisura; Humedecimiento; Hurto; Incumplimiento de Programación_No carguío; Línea Eléctrica; Maniobra; Mant_Correct; Muelles; No Carguío; No carguío en sobretiempo; Normatividad Legal; Operación carga; Parabrisa; Parafinado; Paro; Penalidad; Precinto; Remanente; Reporte Mantenimiento; Retraso; Retraso 1 día; Retraso Programación; Retraso Programación_Derroche sobretiempo; Sedimentos; Seguridad carguío; Stockout; Supervisor ausente; Trasego; Válvulas; Velocidad; Vías
AC_CB_Factores personales	Fijo	4	FP_CB1; FP_CB2; FP_CB3; No registra
AC_CB_Factores del trabajo	Fijo	6	FT_CB1; FT_CB2; FT_CB3; FT_CB4; FT_CB5; No registra

Figura K.76. Hoja de resultados – Parte 1/2

Análisis de una operación industrial de suministro de combustible Diésel B-5 y desarrollo de solución de optimización basada en las metodologías del PMI, ISO 9000, ISO 14000 y OHSAS 18000

Componentes de la varianza					
Fuente	Var	% del total	EE de la var.	Valor Z	Valor p
C_Tipo de Incidente	1.55623E+05	4.50%	2.03517E+05	0.764667	0.222
AC_CI_Acto sub estándar	1.81696E+06	52.50%	9.80538E+05	1.853018	0.032
AC_CI_Condición sub estándar	1.01083E+06	29.21%	5.72367E+05	1.766046	0.039
DG_Keyword del Incidente	9.82415E+04	2.84%	8.96110E+04	1.096311	0.136
Error	3.79101E+05	10.95%	4.27751E+04	8.862670	0.000
Total	3.46075E+06				
-2 log likelihood = 4191.011824					
Pruebas de efectos fijos					
Término	GL Num	GL Den	Valor F	Valor p	
DG_Fecha del incidente	1.00	201.62	7.37	0.007	
AC_CB_Factores personales	3.00	16.40	3.54	0.038	
AC_CB_Factores del trabajo	5.00	16.57	0.48	0.785	
Resumen del modelo					
S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)			
615.712	70.83%	69.84%			
Coeficientes					
Término	Coef	EE del coef.	GL	Valor T	Valor p
Constante	-5.66314E+04	2.10228E+04	202.51	-2.693809	0.008
DG_Fecha del incidente	1.379908	0.508340	201.62	2.714535	0.007
AC_CB_Factores personales					
FP_CB1	-426.796991	201.933211	16.34	-2.113555	0.050
FP_CB2	-344.495902	155.534096	22.77	-2.214922	0.037
FP_CB3	972.806162	315.412036	27.87	3.084239	0.005
AC_CB_Factores del trabajo					
FT_CB1	-129.025219	213.741998	19.82	-0.603649	0.553
FT_CB2	-134.469630	310.875398	28.13	-0.432552	0.669
FT_CB3	361.840606	421.944686	17.41	0.857555	0.403
FT_CB4	-119.585607	661.891679	36.94	-0.180672	0.858
FT_CB5	27.791563	217.500254	24.44	0.127777	0.899
Ajustes y diagnósticos condicionales para observaciones poco comunes					
Obs	Severidad	Ajuste	Resid	Resid est.	
152	10.000000	1169.130264	-1.15913E+03	-2.957333	R
195	100.000000	1121.064820	-1.02106E+03	-2.075087	R
210	100.000000	1141.763441	-1.04176E+03	-2.115752	R
257	100.000000	1188.332608	-1.08833E+03	-5.091538	R
330	100.000000	6437.501738	-6.33750E+03	-11.658150	R
499	10.000000	649.287699	-639.287699	-4.406798	R
528	1.00000E+04	6636.208499	3363.791501	16.238404	R
Residuo grande R					

Figura K.77. Hoja de resultados – Parte 2/2

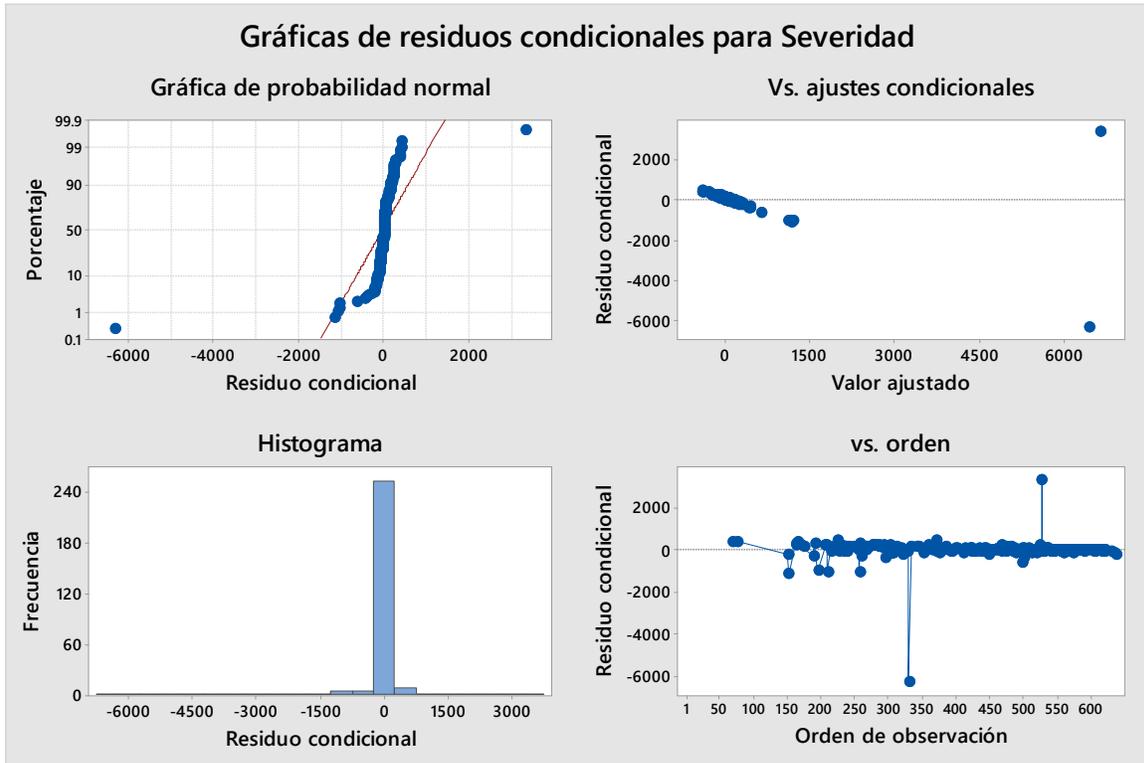


Figura K.78. Gráfica de residuos – Severidad

4.3. Análisis multivariante 3 – Modelo de efectos mixtos: Severidad vs. fecha del incidente, tipo de incidente, acto sub estándar, condición sub estándar, keyword del incidente, fallas en programa o sistema, fallas en cumplimiento (exclusión), fallas en mejoramiento continuo (exclusión)

No se pueden estimar los siguientes términos y se eliminaron:
AC_IC_Fallas en Cumplimiento de; AC_IC_Fallas en Mejoramiento Co

Método

Ponderaciones DG_Responsables
 Estimación de la varianza Máxima verosimilitud restringida
 GL para efectos fijos Satterthwaite
 Filas no utilizadas 363

Información del factor

Factor	Tipo	Niveles	Valores
C_Tipo de Incidente	Aleatorio	4	Accidente; Cuasi Accidente; Falla Operacional Otros; Otros
AC_CI_Acto sub estándar	Aleatorio	10	ASE_C11; ASE_C12; ASE_C13; ASE_C14; ASE_C15; ASE_C16; ASE_C17; ASE_C18; ASE_C19; No registra
AC_CI_Condición sub estándar	Aleatorio	11	CSE_C11; CSE_C110; CSE_C112; CSE_C12; CSE_C14; CSE_C15; CSE_C16; CSE_C17; CSE_C18; CSE_C19; No registra
DG_Keyword del Incidente	Aleatorio	51	Alcohol; Atollada; Auxilio Mecánico; Calidad carguio; Cambio tracto; Checklist; Choque; Colocación Precinto; Conducta; Conductor ausente; Cubicación; Derrame; Devolución; Documento terminal; Entrega producto; EPP; Facturación; Falla Mecánica; Fatalidad; Fiscalización; Fisura; Humedecimiento; Hurto; Incumplimiento de Programación_No carguio; Línea Eléctrica; Maniobra; Mant_Correct; Muelles; No Carguio; No carguio en sobretiempo; Normatividad Legal; Operación carga; Parabrisa; Parafinado; Paro; Penalidad; Precinto; Remanente; Reporte Mantenimiento; Retraso; Retraso 1 día; Retraso Programación; Retraso Programación_Derroche sobretiempo; Sedimentos; Seguridad carguio; Stockout; Supervisor ausente; Trasego; Válvulas; Velocidad; Vías
AC_IC_Fallas en programas o sis	Fijo	3	No; No registra; Sí

Figura K.79. Hoja de resultados – Parte 1/2

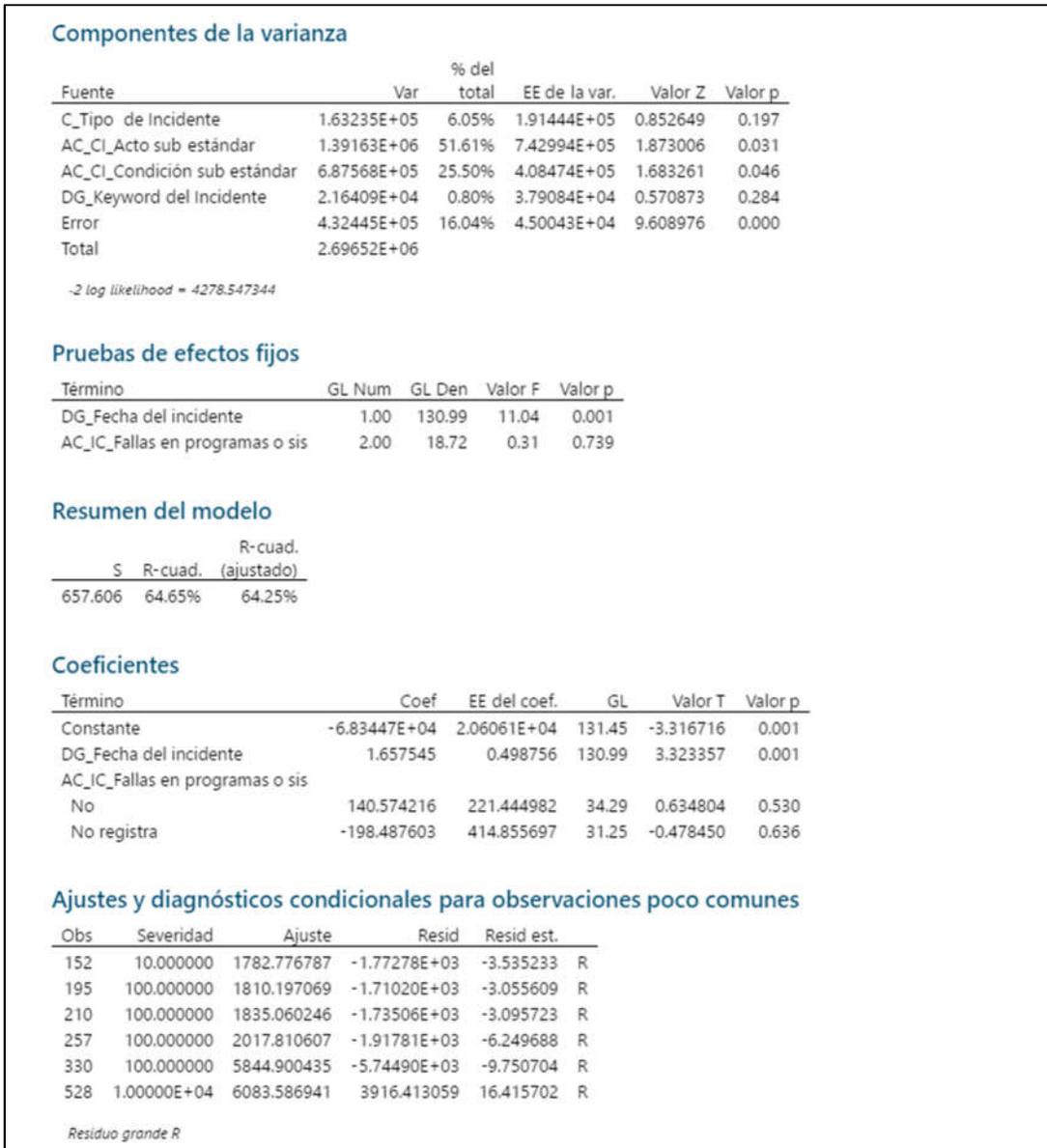


Figura K.80. Hoja de resultados – Parte 2/2

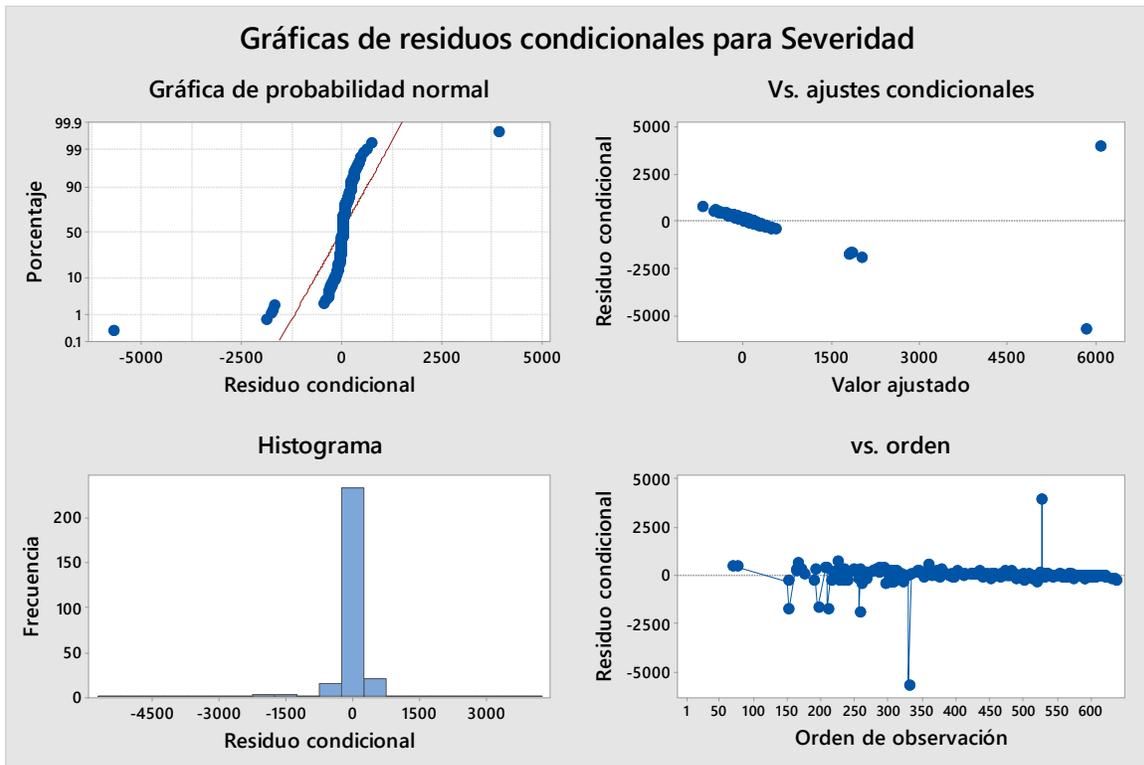


Figura K.81. Gráfica de residuos – Severidad

5. Análisis multivariante del 1 al 5 – Modelo de efectos mixtos (Bloques de relaciones)

5.1. Análisis multivariante 1 – Modelo de efectos mixtos: Severidad vs. fecha del incidente, tipo de incidente, acto sub estándar, condición sub estándar, keyword del incidente, gestión de riesgos, programación, EDT, y estimación (exclusión)

No se pueden estimar los siguientes términos y se eliminaron:
OM_EAC_GVG_Estimación

Método

Ponderaciones	DG_Responsables
Estimación de la varianza	Máxima verosimilitud restringida
GL para efectos fijos	Satterthwaite
Filas no utilizadas	363

Información del factor

Factor	Tipo	Niveles	Valores
C_Tipo de Incidente	Aleatorio	4	Accidente; Cuasi Accidente; Falla Operacional Otros; Otros
AC_CI_Acto sub estándar	Aleatorio	10	ASE_CI1; ASE_CI2; ASE_CI3; ASE_CI4; ASE_CI5; ASE_CI6; ASE_CI7; ASE_CI8; ASE_CI9; No registra
AC_CI_Condición sub estándar	Aleatorio	11	CSE_CI1; CSE_CI10; CSE_CI12; CSE_CI2; CSE_CI4; CSE_CI5; CSE_CI6; CSE_CI7; CSE_CI8; CSE_CI9; No registra
DG_Keyword del Incidente	Aleatorio	51	Alcohol; Atollada; Auxilio Mecánico; Calidad carguío; Cambio tracto; Checklist; Choque; Colocación Precinto; Conducta; Conductor ausente; Cubicación; Derrame; Devolución; Documento terminal; Entrega producto; EPP; Facturación; Falla Mecánica; Fatalidad; Fiscalización; Fisura; Humedecimiento; Hurto; Incumplimiento de Programación_No carguío; Línea Eléctrica; Maniobra; Mant_Correct; Muelles; No Carguío; No carguío en sobretiempo; Normatividad Legal; Operación carga; Parabrisa; Parafinado; Paro; Penalidad; Precinto; Remanente; Reporte Mantenimiento; Retraso; Retraso 1 día; Retraso Programación; Retraso Programación_Derroche sobretiempo; Sedimentos; Seguridad carguío; Stockout; Supervisor ausente; Trasiego; Válvulas; Velocidad; Vías
OM_EAC_Gestión de Riesgos	Fijo	5	De acuerdo; En desacuerdo; Muy de acuerdo; Ni en acuerdo ni en desacuerdo; Totalmente en desacuerdo
OM_EAC_GVG_Programación	Fijo	5	De acuerdo; En desacuerdo; Muy de acuerdo; Ni en acuerdo ni en desacuerdo; Totalmente en desacuerdo
OM_EAC_GVG_EDT	Fijo	5	De acuerdo; En desacuerdo; Muy de acuerdo; Ni en acuerdo ni en desacuerdo; Totalmente en desacuerdo

Figura K.82. Hoja de resultados – Parte 1/2

Componentes de la varianza					
Fuente	Var	% del total	EE de la var.	Valor Z	Valor p
C_Tipo de incidente	4.95948E+05	16.92%	5.55188E+05	0.893298	0.186
AC_CI_Acto sub estándar	1.48171E+06	50.55%	8.08271E+05	1.833186	0.033
AC_CI_Condición sub estándar	3.11164E+05	10.62%	2.78780E+05	1.116164	0.132
DG_Keyword del incidente	2.59687E+05	8.86%	2.01252E+05	1.290353	0.098
Error	3.82629E+05	13.05%	4.47518E+04	8.550021	0.000
Total	2.93114E+06				
-2 log likelihood = 4148.876410					
Pruebas de efectos fijos					
Término	GL Num	GL Den	Valor F	Valor p	
DG_Fecha del incidente	1.00	254.35	10.21	0.002	
OM_EAC_Gestión de Riesgos	4.00	30.94	0.08	0.989	
OM_EAC_GVG_Programación	4.00	11.62	0.26	0.900	
OM_EAC_GVG_EDT	4.00	33.73	0.66	0.626	
Resumen del modelo					
	S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)		
	618.570	71.62%	70.20%		
Coeficientes					
Término	Coef	EE del coef.	GL	Valor T	Valor p
Constante	-7.24406E+04	2.28207E+04	254.22	-3.174342	0.002
DG_Fecha del incidente	1.761957	0.551502	254.35	3.194834	0.002
OM_EAC_Gestión de Riesgos					
De acuerdo	55.758419	388.637112	24.33	0.143472	0.887
En desacuerdo	-69.762806	709.398939	36.19	-0.098341	0.922
Muy de acuerdo	-56.507095	393.390249	25.75	-0.143641	0.887
Ni en acuerdo ni en desacuerdo	107.101980	557.801691	55.51	0.192007	0.848
OM_EAC_GVG_Programación					
De acuerdo	-118.525829	239.591463	9.92	-0.494700	0.632
En desacuerdo	1.983048	519.013583	10.11	0.003821	0.997
Muy de acuerdo	4.930540	252.545952	7.08	0.019523	0.985
Ni en acuerdo ni en desacuerdo	-210.257240	255.115993	14.10	-0.824163	0.424
OM_EAC_GVG_EDT					
De acuerdo	74.818674	229.555432	38.69	0.325929	0.746
En desacuerdo	214.047755	757.668314	37.55	0.282509	0.779
Muy de acuerdo	-245.454559	278.501111	27.88	-0.881341	0.386
Ni en acuerdo ni en desacuerdo	234.161569	273.142156	35.89	0.857288	0.397
Ajustes y diagnósticos condicionales para observaciones poco comunes					
Obs	Severidad	Ajuste	Resid	Resid est.	
152	10.000000	1089.619941	-1.07962E+03	-3.040288	R
257	100.000000	982.881249	-882.881249	-3.220027	R
330	100.000000	6402.859149	-6.30286E+03	-11.537731	R
528	1.00000E+04	6656.580905	3343.419095	16.119352	R
Residuo grande R					

Figura K.83. Hoja de resultados – Parte 2/2

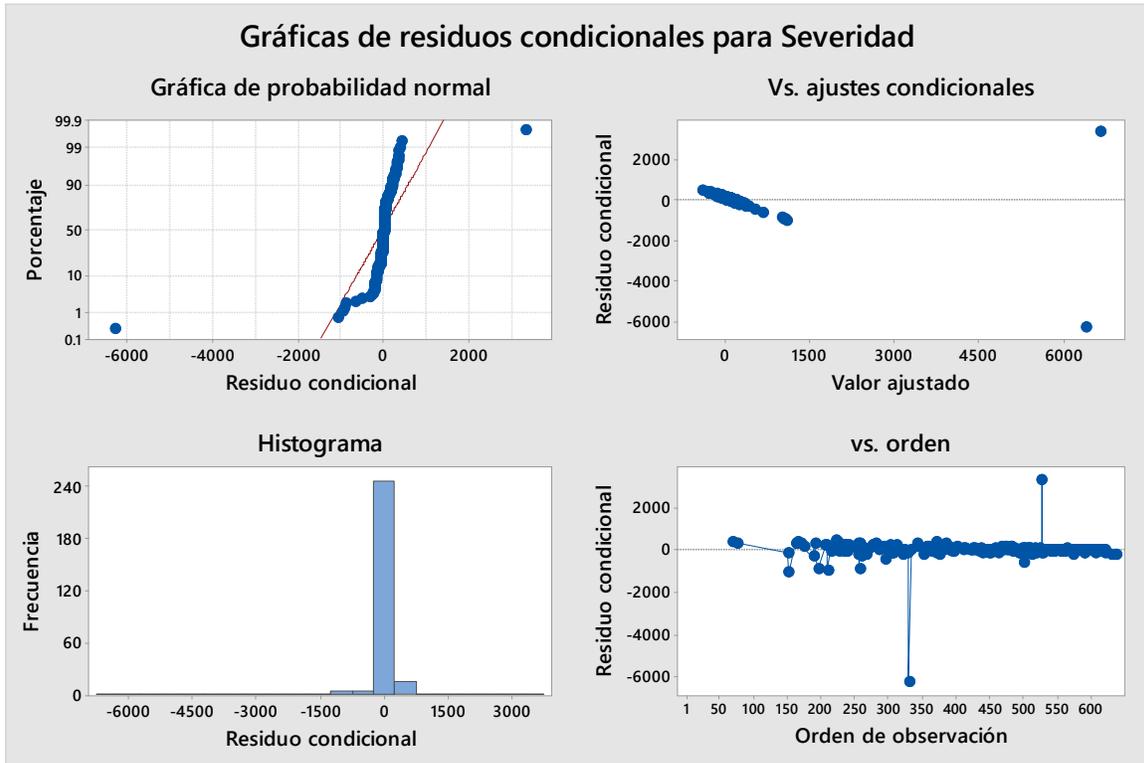


Figura K.84. Gráfica de residuos – Severidad

5.2. Análisis multivariante 2 – Modelo de efectos mixtos: Severidad vs. fecha del incidente, tipo de incidente, buenas prácticas, y entidades públicas

Método			
Ponderaciones	DG_Responsables		
Estimación de la varianza	Máxima verosimilitud restringida		
GL para efectos fijos	Satterthwaite		
Filas no utilizadas	363		
Información del factor			
Factor	Tipo	Niveles	Valores
C_Tipo de Incidente	Aleatorio	4	Accidente; Cuasi Accidente; Falla Operacional Otros; Otros
AC_CI_Acto sub estándar	Aleatorio	10	ASE_CI1; ASE_CI2; ASE_CI3; ASE_CI4; ASE_CI5; ASE_CI6; ASE_CI7; ASE_CI8; ASE_CI9; No registra
AC_CI_Condición sub estándar	Aleatorio	11	CSE_CI1; CSE_CI10; CSE_CI12; CSE_CI2; CSE_CI4; CSE_CI5; CSE_CI6; CSE_CI7; CSE_CI8; CSE_CI9; No registra
DG_Keyword del Incidente	Aleatorio	51	Alcohol; Atollada; Auxilio Mecánico; Calidad carguío; Cambio tracto; Checklist; Choque; Colocación Precinto; Conducta; Conductor ausente; Cubicación; Derrame; Devolución; Documento terminal; Entrega producto; EPP; Facturación; Falla Mecánica; Fatalidad; Fiscalización; Fisura; Humedecimiento; Hurto; Incumplimiento de Programación_No carguío; Línea Eléctrica; Maniobra; Mant_Correct; Muelles; No Carguío; No carguío en sobretiempo; Normatividad Legal; Operación carga; Parabrisa; Parafinado; Paro; Penalidad; Precinto; Remanente; Reporte Mantenimiento; Retraso; Retraso 1 día; Retraso Programación; Retraso Programación_Derroche sobretiempo; Sedimentos; Seguridad carguío; Stockout; Supervisor ausente; Trasiego; Válvulas; Velocidad; Vías
OM_EBP_Buenas prácticas	Fijo	3	De acuerdo; Muy de acuerdo; Ni en acuerdo ni en desacuerdo
OM_EBP_Entidades Públicas	Fijo	4	De acuerdo; Muy de acuerdo; Ni en acuerdo ni en desacuerdo; Totalmente en desacuerdo

Figura K.85. Hoja de resultados – Parte 1/2

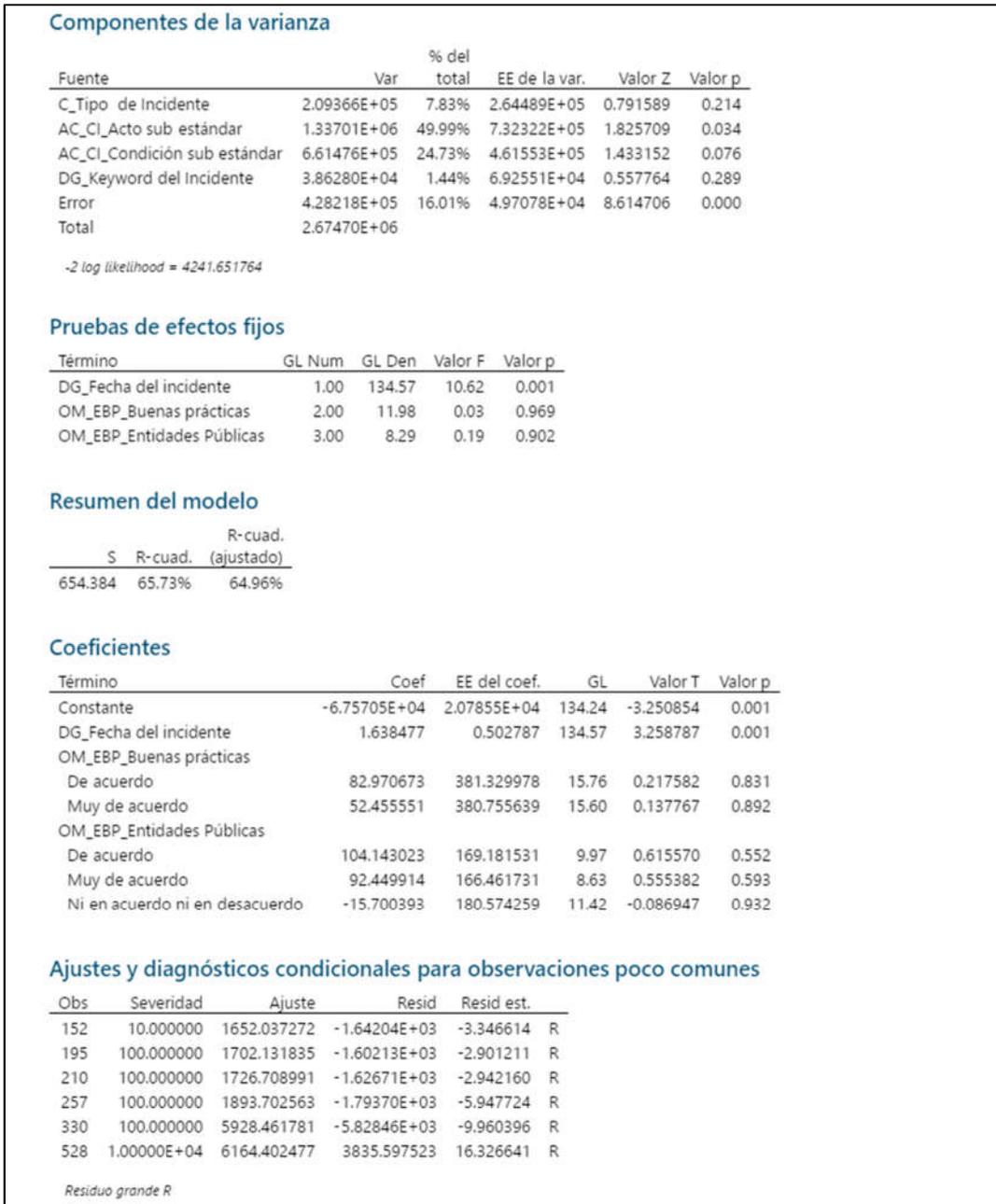


Figura K.86. Hoja de resultados – Parte 2/2

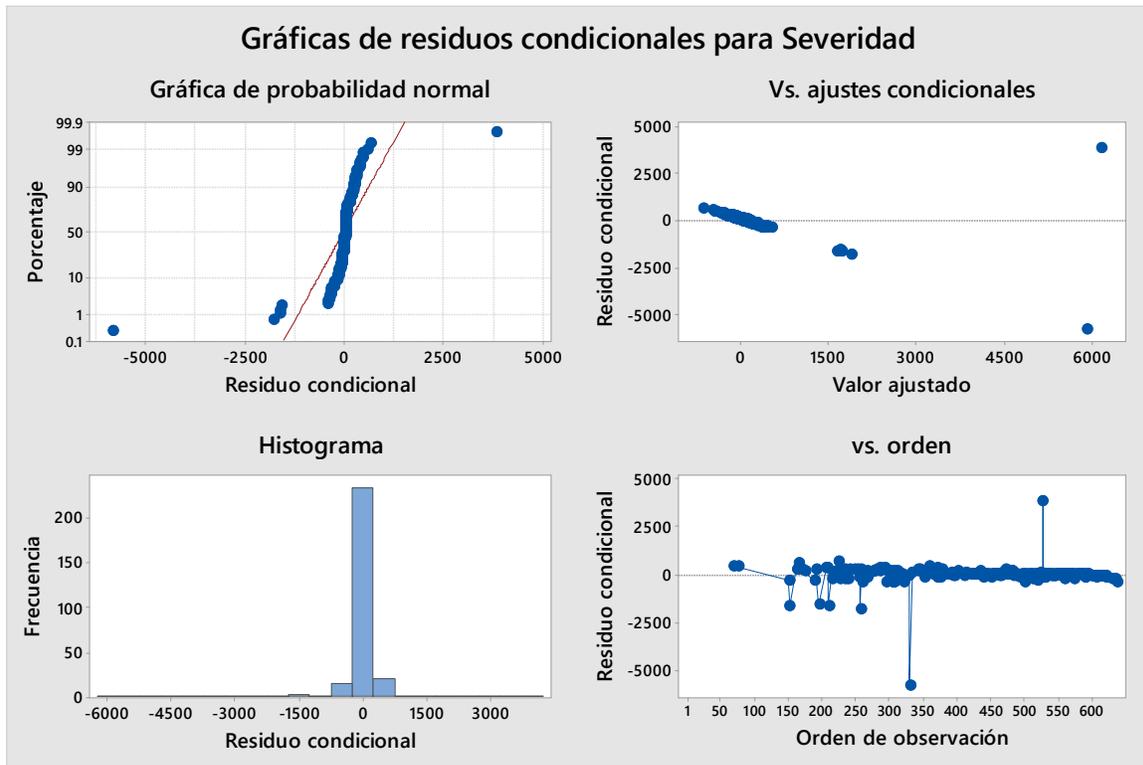


Figura K.87. Gráfica de residuos – Severidad

5.3. Análisis multivariante 3 – Modelo de efectos mixtos: Severidad vs. fecha del incidente, tipo de incidente, gestión de cambio, gestión de complejidad, y gestión organizacional (exclusión)

No se pueden estimar los siguientes términos y se eliminaron:
OM_EC_Gestión Organizacional

Método

Ponderaciones	DG_Responsables
Estimación de la varianza	Máxima verosimilitud restringida
GL para efectos fijos	Satterthwaite
Filas no utilizadas	363

Información del factor

Factor	Tipo	Niveles	Valores
C_Tipo de Incidente	Aleatorio	4	Accidente; Cuasi Accidente; Falla Operacional Otros; Otros
AC_CI_Acto sub estándar	Aleatorio	10	ASE_CI1; ASE_CI2; ASE_CI3; ASE_CI4; ASE_CI5; ASE_CI6; ASE_CI7; ASE_CI8; ASE_CI9; No registra
AC_CI_Condición sub estándar	Aleatorio	11	CSE_CI1; CSE_CI10; CSE_CI12; CSE_CI2; CSE_CI4; CSE_CI5; CSE_CI6; CSE_CI7; CSE_CI8; CSE_CI9; No registra
DG_Keyword del Incidente	Aleatorio	51	Alcohol; Atollada; Auxilio Mecánico; Calidad carguío; Cambio tracto; Checklist; Choque; Colocación Precinto; Conducta; Conductor ausente; Cubicación; Derrame; Devolución; Documento terminal; Entrega producto; EPP; Facturación; Falla Mecánica; Fatalidad; Fiscalización; Fisura; Humedecimiento; Hurto; Incumplimiento de Programación_No carguío; Línea Eléctrica; Maniobra; Mant_Correct; Muelles; No Carguío; No carguío en sobretiempo; Normatividad Legal; Operación carga; Parabrisa; Parafinado; Paro; Penalidad; Precinto; Remanente; Reporte Mantenimiento; Retraso; Retraso 1 día; Retraso Programación; Retraso Programación_Derroche sobretiempo; Sedimentos; Seguridad carguío; Stockout; Supervisor ausente; Trasiago; Válvulas; Velocidad; Vías
OM_EC_Gestión cambio	Fijo	4	De acuerdo; Muy de acuerdo; Ni en acuerdo ni en desacuerdo; Totalmente en desacuerdo
OM_EC_Gestión Complejidad	Fijo	5	De acuerdo; En desacuerdo; Muy de acuerdo; Ni en acuerdo ni en desacuerdo; Totalmente en desacuerdo

Figura K.88. Hoja de resultados – Parte 1/2

Componentes de la varianza					
Fuente	Var	% del total	EE de la var.	Valor Z	Valor p
C_Tipo de Incidente	1.36800E+05	4.83%	1.47511E+05	0.927387	0.177
AC_CI_Acto sub estándar	1.52063E+06	53.70%	7.97961E+05	1.905642	0.028
AC_CI_Condición sub estándar	7.22186E+05	25.50%	4.09154E+05	1.765070	0.039
DG_Keyword del Incidente	1.00310E+04	0.35%	2.53435E+04	0.395801	0.346
Error	4.42151E+05	15.61%	4.31003E+04	10.258641	0.000
Total	2.83180E+06				
-2 log likelihood = 4215.396537					
Pruebas de efectos fijos					
Término	GL Num	GL Den	Valor F	Valor p	
DG_Fecha del incidente	1.00	121.06	10.56	0.001	
OM_EC_Gestión cambio	3.00	29.16	0.21	0.888	
OM_EC_Gestión Complejidad	4.00	20.15	0.43	0.787	
Resumen del modelo					
	S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)		
	664.944	63.98%	62.89%		
Coeficientes					
Término	Coef	EE del coef.	GL	Valor T	Valor p
Constante	-6.55711E+04	2.02289E+04	120.42	-3.241454	0.002
DG_Fecha del incidente	1.590555	0.489474	121.06	3.249519	0.001
OM_EC_Gestión cambio					
De acuerdo	63.844844	211.940911	87.30	0.301239	0.764
Muy de acuerdo	-23.056765	222.290806	70.44	-0.103723	0.918
Ni en acuerdo ni en desacuerdo	-78.273258	214.458449	105.57	-0.364981	0.716
OM_EC_Gestión Complejidad					
De acuerdo	25.539785	136.003918	54.18	0.187787	0.852
En desacuerdo	48.246641	271.764118	69.73	0.177531	0.860
Muy de acuerdo	-104.346498	202.017542	18.48	-0.516522	0.612
Ni en acuerdo ni en desacuerdo	116.924912	153.173392	32.55	0.763350	0.451
Ajustes y diagnósticos condicionales para observaciones poco comunes					
Obs	Severidad	Ajuste	Resid	Resid est.	
152	10.000000	1929.311964	-1.91931E+03	-3.729639	R
195	100.000000	1783.029862	-1.68303E+03	-2.979828	R
210	100.000000	1806.888193	-1.70689E+03	-3.018053	R
257	100.000000	2074.419252	-1.97442E+03	-6.345639	R
330	100.000000	5833.417382	-5.73342E+03	-9.618847	R
528	1.00000E+04	6062.457356	3937.542644	16.264977	R
Residuo grande R					

Figura K.89. Hoja de resultados – Parte 2/2

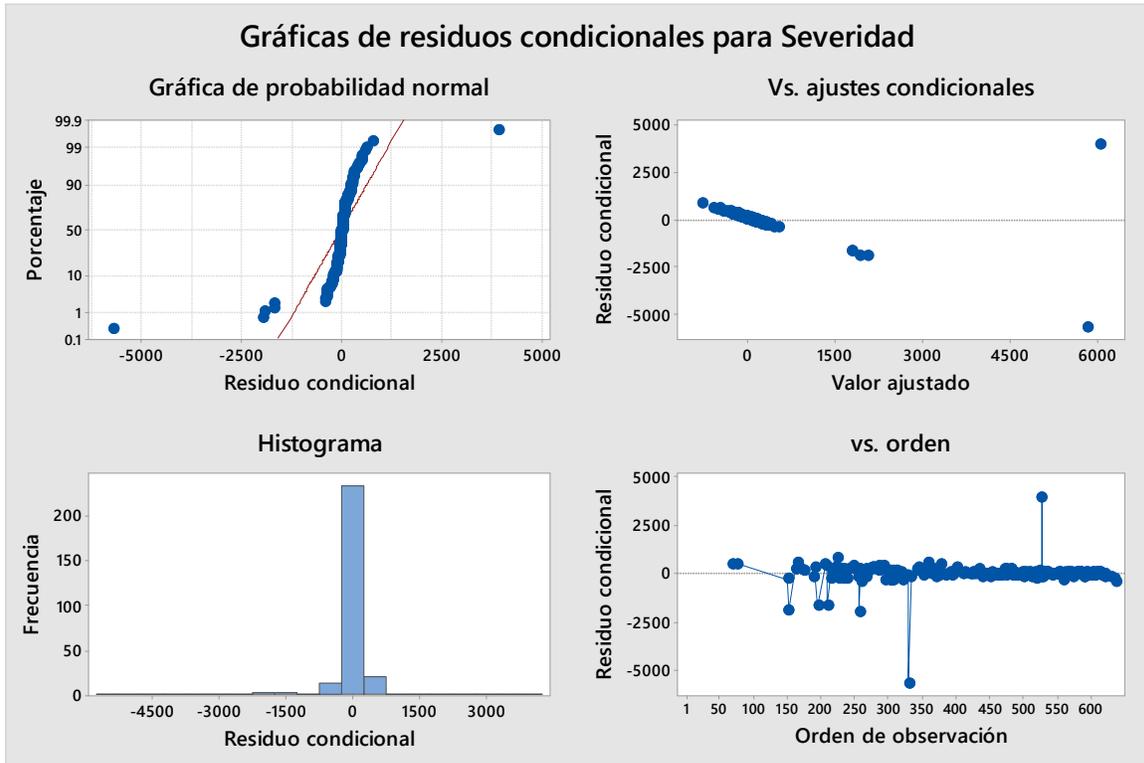


Figura K.90. Gráfica de residuos – Severidad

5.4. Análisis multivariante 4 – Modelo de efectos mixtos: Severidad vs. fecha del incidente, tipo de incidente, SCM, Gestión de configuración, otros (GC), soporte TI, y otros (CD)

Método			
Ponderaciones	DG_Responsables		
Estimación de la varianza	Máxima verosimilitud restringida		
GL para efectos fijos	Satterthwaite		
Filas no utilizadas	363		
Información del factor			
Factor	Tipo	Niveles	Valores
C_Tipo de incidente	Aleatorio	4	Accidente; Cuasi Accidente; Falla Operacional Otros; Otros
AC_CI_Acto sub estándar	Aleatorio	10	ASE_CI1; ASE_CI2; ASE_CI3; ASE_CI4; ASE_CI5; ASE_CI6; ASE_CI7; ASE_CI8; ASE_CI9; No registra
AC_CI_Condición sub estándar	Aleatorio	11	CSE_CI1; CSE_CI10; CSE_CI12; CSE_CI2; CSE_CI4; CSE_CI5; CSE_CI6; CSE_CI7; CSE_CI8; CSE_CI9; No registra
DG_Keyword del Incidente	Aleatorio	51	Alcohol; Atollada; Auxilio Mecánico; Calidad carguío; Cambio tracto; Checklist; Choque; Colocación Precinto; Conducta; Conductor ausente; Cubicación; Derrame; Devolución; Documento terminal; Entrega producto; EPP; Facturación; Falla Mecánica; Fatalidad; Fiscalización; Fisura; Humedecimiento; Hurto; Incumplimiento de Programación_No carguío; Línea Eléctrica; Maniobra; Mant_Correct; Muelles; No Carguío; No carguío en sobretiempo; Normatividad Legal; Operación carga; Parabrisa; Parafinado; Paro; Penalidad; Precinto; Remanente; Reporte Mantenimiento; Retraso; Retraso 1 día; Retraso Programación; Retraso Programación_Derroche sobretiempo; Sedimentos; Seguridad carguío; Stockout; Supervisor ausente; Trásiego; Válvulas; Velocidad; Vías
OM_D_SCM	Fijo	3	De acuerdo; Muy de acuerdo; Ni en acuerdo ni en desacuerdo
OM_D_GC_Gestión Configuración	Fijo	4	De acuerdo; Muy de acuerdo; Ni en acuerdo ni en desacuerdo; Totalmente en desacuerdo
OM_D_GC_Otros	Fijo	3	De acuerdo; En desacuerdo; Ni en acuerdo ni en desacuerdo
OM_D_CD_Soporte TI	Fijo	5	De acuerdo; En desacuerdo; Muy de acuerdo; Ni en acuerdo ni en desacuerdo; Totalmente en desacuerdo
OM_D_CD_Otros	Fijo	3	De acuerdo; Ni en acuerdo ni en desacuerdo; Totalmente en desacuerdo

Figura K.91. Hoja de resultados – Parte 1/3

Componentes de la varianza					
Fuente	Var	% del total	EE de la var.	Valor Z	Valor p
C_Tipo de Incidente	1.04983E+06	31.35%	1.21418E+06	0.864634	0.194
AC_Cl_Acto sub estándar	1.38660E+06	41.41%	7.72941E+05	1.793923	0.036
AC_Cl_Condición sub estándar	1.73657E+05	5.19%	2.56115E+05	0.678043	0.249
DG_Keyword del Incidente	3.64414E+05	10.88%	2.72958E+05	1.335058	0.091
Error	3.74345E+05	11.18%	4.26268E+04	8.781916	0.000
Total	3.34884E+06				
-2 log likelihood = 4134.499577					
Pruebas de efectos fijos					
Término	GL Num	GL Den	Valor F	Valor p	
DG_Fecha del incidente	1.00	251.18	10.60	0.001	
OM_D_SCM	2.00	15.39	0.11	0.895	
OM_D_GC_Gestión Configuración	3.00	32.56	0.88	0.463	
OM_D_GC_Otros	2.00	11.13	1.52	0.261	
OM_D_CD_Soporte TI	4.00	10.52	0.16	0.955	
OM_D_CD_Otros	2.00	8.87	0.49	0.626	
Resumen del modelo					
	S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)		
	611.837	72.41%	70.92%		
Coeficientes					
Término	Coef	EE del coef.	GL	Valor T	Valor p
Constante	-7.55400E+04	2.33192E+04	251.43	-3.239394	0.001
DG_Fecha del incidente	1.833246	0.563008	251.18	3.256166	0.001
OM_D_SCM					
De acuerdo	27.662177	212.888592	13.34	0.129937	0.899
Muy de acuerdo	89.706997	191.107351	16.57	0.469406	0.645
OM_D_GC_Gestión Configuración					
De acuerdo	362.302015	319.281860	28.79	1.134740	0.266
Muy de acuerdo	505.542595	377.754751	22.47	1.338283	0.194
Ni en acuerdo ni en desacuerdo	490.701445	388.352920	38.80	1.263545	0.214
OM_D_GC_Otros					
De acuerdo	-1.16485E+03	668.955969	10.39	-1.741296	0.111
En desacuerdo	820.163484	619.087011	9.61	1.324795	0.216
OM_D_CD_Soporte TI					
De acuerdo	-1.775178	329.392772	18.12	-0.005389	0.996
En desacuerdo	168.676345	640.216927	9.49	0.263467	0.798
Muy de acuerdo	-273.756608	396.163500	20.35	-0.691019	0.497
Ni en acuerdo ni en desacuerdo	-57.298024	322.362405	20.71	-0.177744	0.861
OM_D_CD_Otros					
De acuerdo	-487.088928	753.091061	12.14	-0.646786	0.530
Ni en acuerdo ni en desacuerdo	-581.019555	607.550764	18.98	-0.956331	0.351

Figura K.92. Hoja de resultados – Parte 2/3

Ajustes y diagnósticos condicionales para observaciones poco comunes

Obs	Severidad	Ajuste	Resid	Resid est.	
152	10.000000	1125.344682	-1.11534E+03	-3.359603	R
257	100.000000	723.237373	-623.237373	-2.130819	R
330	100.000000	6476.395387	-6.37640E+03	-11.826762	R
528	1.00000E+04	6740.382869	3259.617131	16.088475	R

Residuo grande R

Figura K.93. Hoja de resultados – Parte 3/3

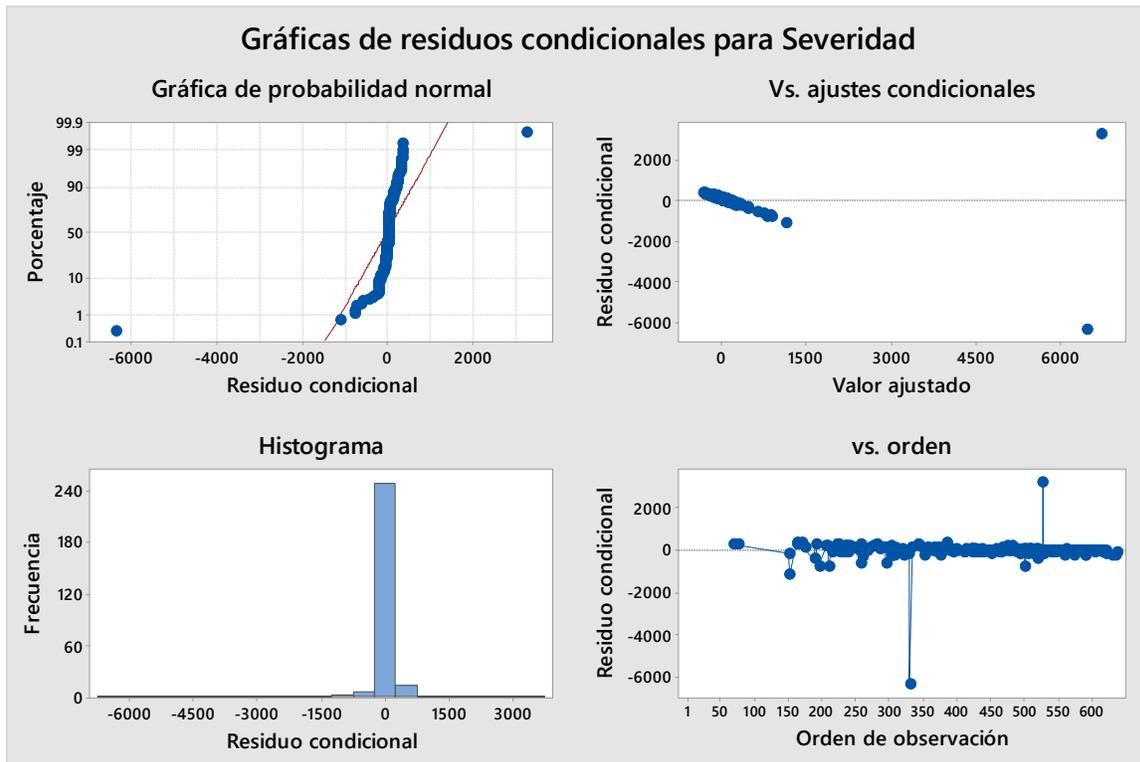


Figura K.94. Gráfica de residuos – Severidad

5.5. Análisis multivariante 5 – Modelo de efectos mixtos: Severidad vs. fecha del incidente, tipo de incidente, EIA, Gestión de calidad, Gestión medio ambiental, y gestión de seguridad y salud ocupacional

Método			
Ponderaciones	DG_Responsables		
Estimación de la varianza	Máxima verosimilitud restringida		
GL para efectos fijos	Satterthwaite		
Filas no utilizadas	363		
Información del factor			
Factor	Tipo	Niveles	Valores
C_Tipo de Incidente	Aleatorio	4	Accidente; Cuasi Accidente; Falla Operacional Otros; Otros
AC_CI_Acto sub estándar	Aleatorio	10	ASE_CI1; ASE_CI2; ASE_CI3; ASE_CI4; ASE_CI5; ASE_CI6; ASE_CI7; ASE_CI8; ASE_CI9; No registra
AC_CI_Condición sub estándar	Aleatorio	11	CSE_CI1; CSE_CI10; CSE_CI12; CSE_CI2; CSE_CI4; CSE_CI5; CSE_CI6; CSE_CI7; CSE_CI8; CSE_CI9; No registra
DG_Keyword del Incidente	Aleatorio	51	Alcohol; Atollada; Auxilio Mecánico; Calidad carguío; Cambio tracto; Checklist; Choque; Colocación Precinto; Conducta; Conductor ausente; Cubicación; Derrame; Devolución; Documento terminal; Entrega producto; EPP; Facturación; Falla Mecánica; Fatalidad; Fiscalización; Fisura; Humedecimiento; Hurto; Incumplimiento de Programación_No carguío; Línea Eléctrica; Maniobra; Mant_Correct; Muelles; No Carguío; No carguío en sobretiempo; Normatividad Legal; Operación carga; Parabrisa; Parafinado; Paro; Penalidad; Precinto; Remanente; Reporte Mantenimiento; Retraso; Retraso 1 día; Retraso Programación; Retraso Programación_Derroche sobretiempo; Sedimentos; Seguridad carguío; Stockout; Supervisor ausente; Trasego; Válvulas; Velocidad; Vías
OM_MDS_EIA	Fijo	4	De acuerdo; Muy de acuerdo; Ni en acuerdo ni en desacuerdo; Totalmente en desacuerdo
OM_MDS_GI_Gestión Calidad	Fijo	4	De acuerdo; Muy de acuerdo; Ni en acuerdo ni en desacuerdo; Totalmente en desacuerdo
OM_MDS_GI_Gestión MA	Fijo	4	De acuerdo; Muy de acuerdo; Ni en acuerdo ni en desacuerdo; Totalmente en desacuerdo
OM_MDS_GI_Gestión SSO	Fijo	3	De acuerdo; Muy de acuerdo; Ni en acuerdo ni en desacuerdo

Figura K.95. Hoja de resultados – Parte 1/2

Componentes de la varianza					
Fuente	Var	% del total	EE de la var.	Valor Z	Valor p
C_Tipo de Incidente	2.09490E+05	9.06%	2.75375E+05	0.760743	0.223
AC_CI_Acto sub estándar	1.14326E+06	49.46%	6.75456E+05	1.692576	0.045
AC_CI_Condición sub estándar	4.16908E+05	18.04%	4.18435E+05	0.996349	0.160
DG_Keyword del incidente	1.63756E+05	7.08%	1.43143E+05	1.144007	0.126
Error	3.78145E+05	16.36%	4.08808E+04	9.249950	0.000
Total	2.31156E+06				
-2 log likelihood = 4158.194898					
Pruebas de efectos fijos					
Término	GL Num	GL Den	Valor F	Valor p	
DG_Fecha del incidente	1.00	231.28	10.17	0.002	
OM_MDS_EIA	3.00	17.38	0.63	0.608	
OM_MDS_GI_Gestión Calidad	3.00	18.91	3.29	0.043	
OM_MDS_GI_Gestión MA	3.00	21.97	0.94	0.440	
OM_MDS_GI_Gestión SSO	2.00	16.75	1.23	0.317	
Resumen del modelo					
S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)			
614.935	71.51%	70.20%			
Coeficientes					
Término	Coef	EE del coef.	GL	Valor T	Valor p
Constante	-7.08075E+04	2.23748E+04	231.58	-3.164609	0.002
DG_Fecha del incidente	1.724820	0.540909	231.28	3.188741	0.002
OM_MDS_EIA					
De acuerdo	-35.011459	229.606529	13.46	-0.152485	0.881
Muy de acuerdo	-115.177009	281.826796	13.39	-0.408680	0.689
Ni en acuerdo ni en desacuerdo	-47.959921	159.001067	20.35	-0.301633	0.766
OM_MDS_GI_Gestión Calidad					
De acuerdo	-393.346894	133.761211	14.28	-2.940665	0.011
Muy de acuerdo	-4.452556	196.195753	40.15	-0.022694	0.982
Ni en acuerdo ni en desacuerdo	-141.120862	197.455523	11.84	-0.714697	0.489
OM_MDS_GI_Gestión MA					
De acuerdo	62.904319	172.279885	16.13	0.365129	0.720
Muy de acuerdo	-178.242988	203.466257	33.61	-0.876032	0.387
Ni en acuerdo ni en desacuerdo	315.337494	190.666070	33.51	1.653873	0.107
OM_MDS_GI_Gestión SSO					
De acuerdo	129.214499	155.361915	26.26	0.831700	0.413
Muy de acuerdo	-265.360093	173.213246	11.01	-1.531985	0.154
Ajustes y diagnósticos condicionales para observaciones poco comunes					
Obs	Severidad	Ajuste	Resid	Resid est.	
152	10.000000	1119.763529	-1.10976E+03	-2.835690	R
257	100.000000	922.786676	-822.786676	-3.625793	R
330	100.000000	6430.756027	-6.33076E+03	-11.661873	R
528	1.00000E+04	6679.130171	3320.869829	16.150464	R
Residuo grande R					

Figura K.96. Hoja de resultados – Parte 2/2

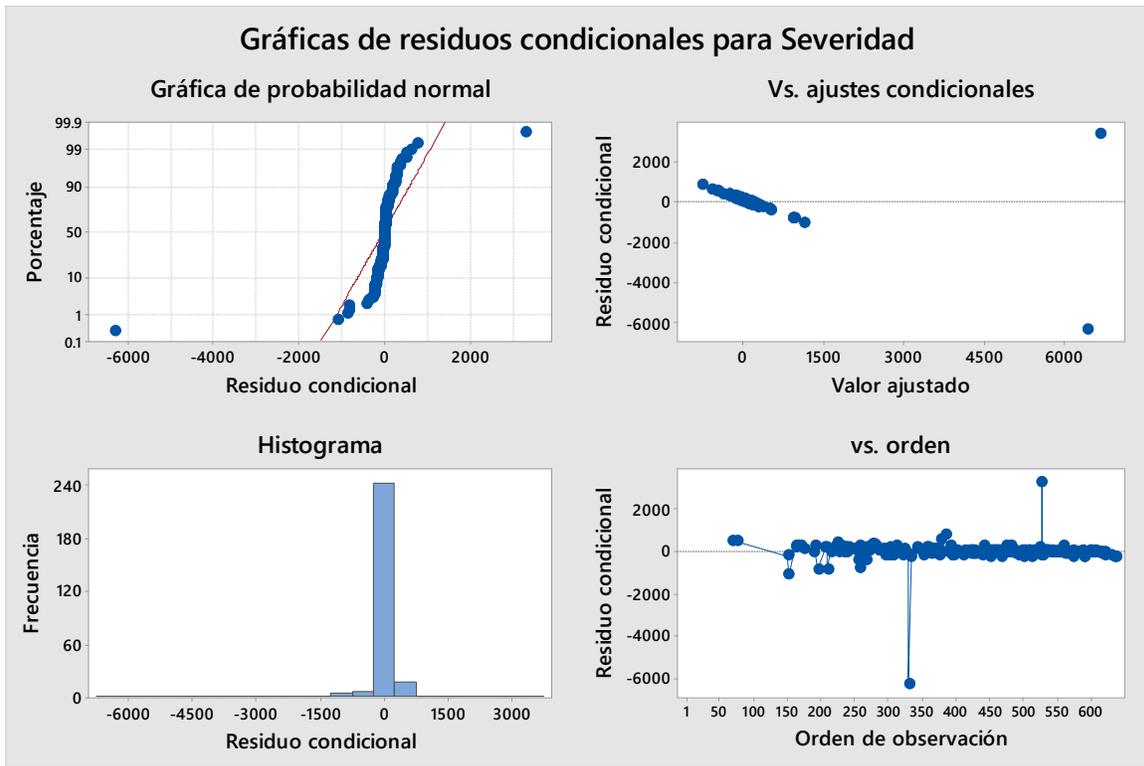


Figura K.97. Gráfica de residuos – Severidad

APÉNDICE L: MODELADO Y SIMULACIÓN DEL SUMINISTRO DE COMBUSTIBLE

En el presente apartado se pretende generar un modelo y simulador del suministro de combustible aplicando el enfoque de análisis cuantitativo.

1. Definición de problema

En la presente investigación se requiere analizar comparativamente y evaluar el desempeño del sistema de gestión del contrato de suministro de combustible en 2 versiones; la primera versión corresponde al sistema de gestión original, y la segunda versión corresponde a una propuesta de sistema de gestión producto de una mejora de proceso. La segunda versión del sistema toma el nombre de sistema de gestión integral.

2. Desarrollo de modelo

Se genera un modelo de carácter prescriptivo que simula el suministro de combustible en cuanto a los grupos de procesos de suministro de combustible en marco del sistema de gestión de contrato tanto original como del modificado o integral (mejora de proceso).

2.1. *Nombre del modelo*

Modelo de Suministro de Combustible para Sistema de Gestión de Contrato – MOSCOM - SGC

2.2. Sistema dinámico

El sistema dinámico que se genera es un sistema del tipo discreto en el tiempo y se representa mediante los siguientes diagramas:

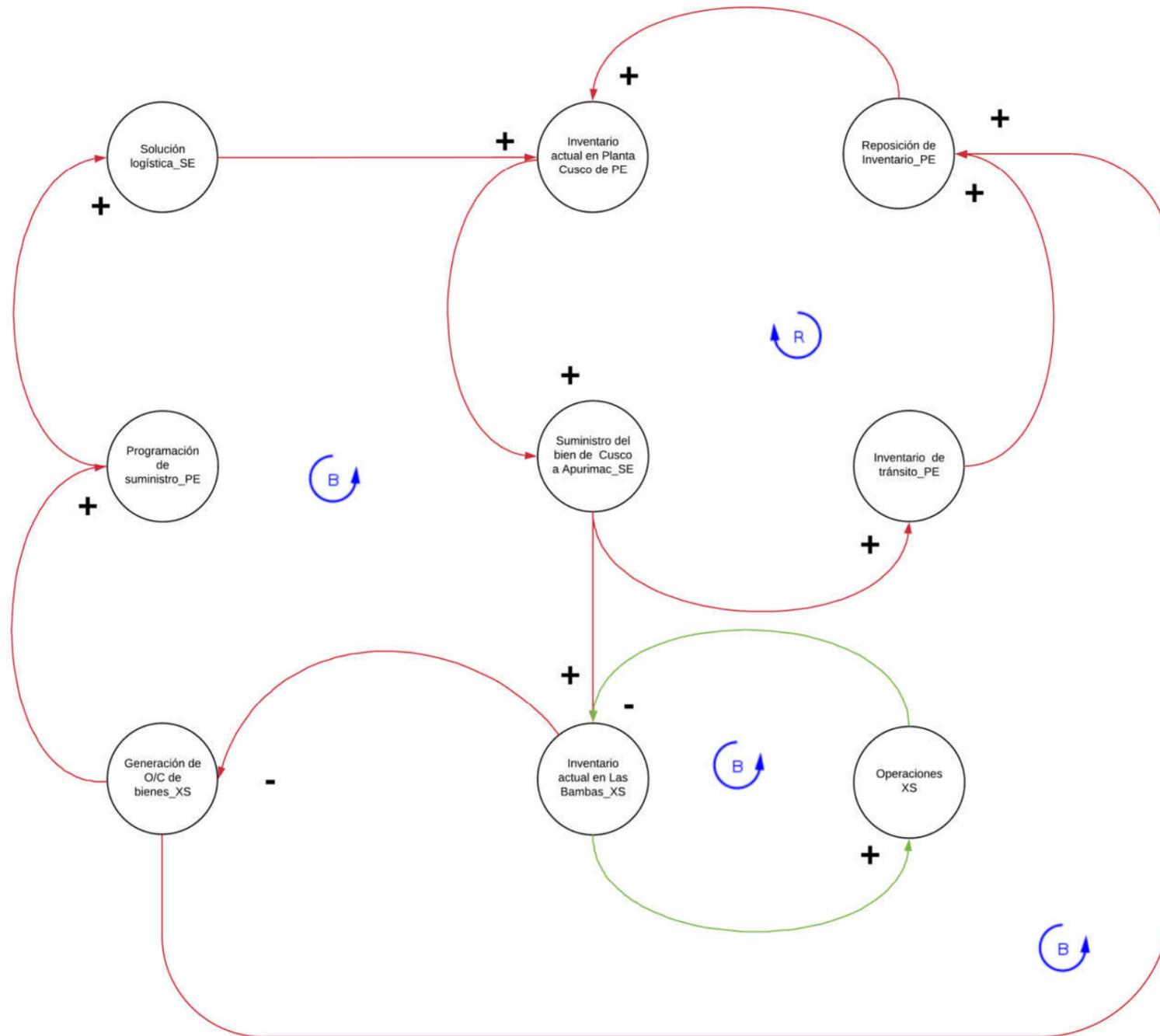


Figura L.1. Diagrama de circuito causal

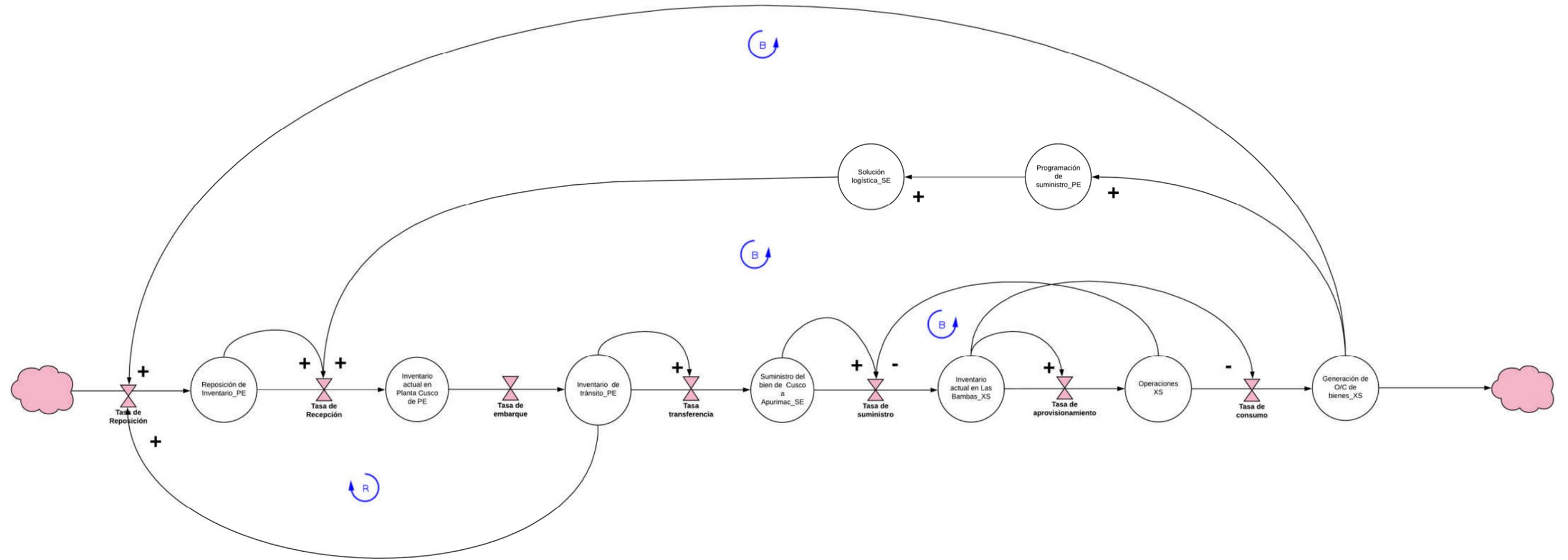


Figura L.2. Diagrama de stock y flujo

2.3. *Recurso informático para la construcción del modelo*

Se desarrolla un modelo en el software AnyLogic 8.0.5 – Personal Learning Edition.

3. Recolección de datos

La recolección de datos para el funcionamiento del modelo figura en el apéndice M y procede de las siguientes fuentes a un nivel referencial:

- Contrato CB-029-12: Contrato de suministro de combustible entre Xstrata Las Bambas S.A. y Petróleos del Perú – Petroperú S.A.
- Contrato OFP 103541: Servicio de transporte terrestre de combustible desde terminal Mollendo y Planta Cusco a las Bambas

4. Desarrollo de una solución

Se desarrolla una solución con los datos recolectados, el modelo MOSCOM – SGC simula el suministro de combustible en el marco de un sistema de gestión de contrato. MOSCOM – SGC pretende ser un instrumento que permite medir los cambios en la ejecución del suministro de combustible a partir de la modificación o variación de los valores de los parámetros que identifican los diversos elementos del modelo; esto último se traduce en una medición del desempeño.

5. Pruebas de la solución

El modelo MOSCOM-SGC se utiliza para simular el suministro de combustible en 2 instancias referenciales las cuales corresponden a la ejecución del suministro del bien bajo 2 sistemas de gestión de contrato distintas:

- Sistema de gestión de contrato original

Análisis de una operación industrial de suministro de combustible Diésel B-5 y desarrollo de solución de optimización basada en las metodologías del PMI, ISO 9000, ISO 14000 y OHSAS 18000

- Sistema de gestión de contrato integral (o modificado respecto de la primera opción)

6. Análisis de resultados

A continuación, se presenta el resultado de cada simulación con su respectivo análisis de resultados.

6.1. Simulación en modo original: MOSCOM – SGC bajo el sistema de gestión de contrato original

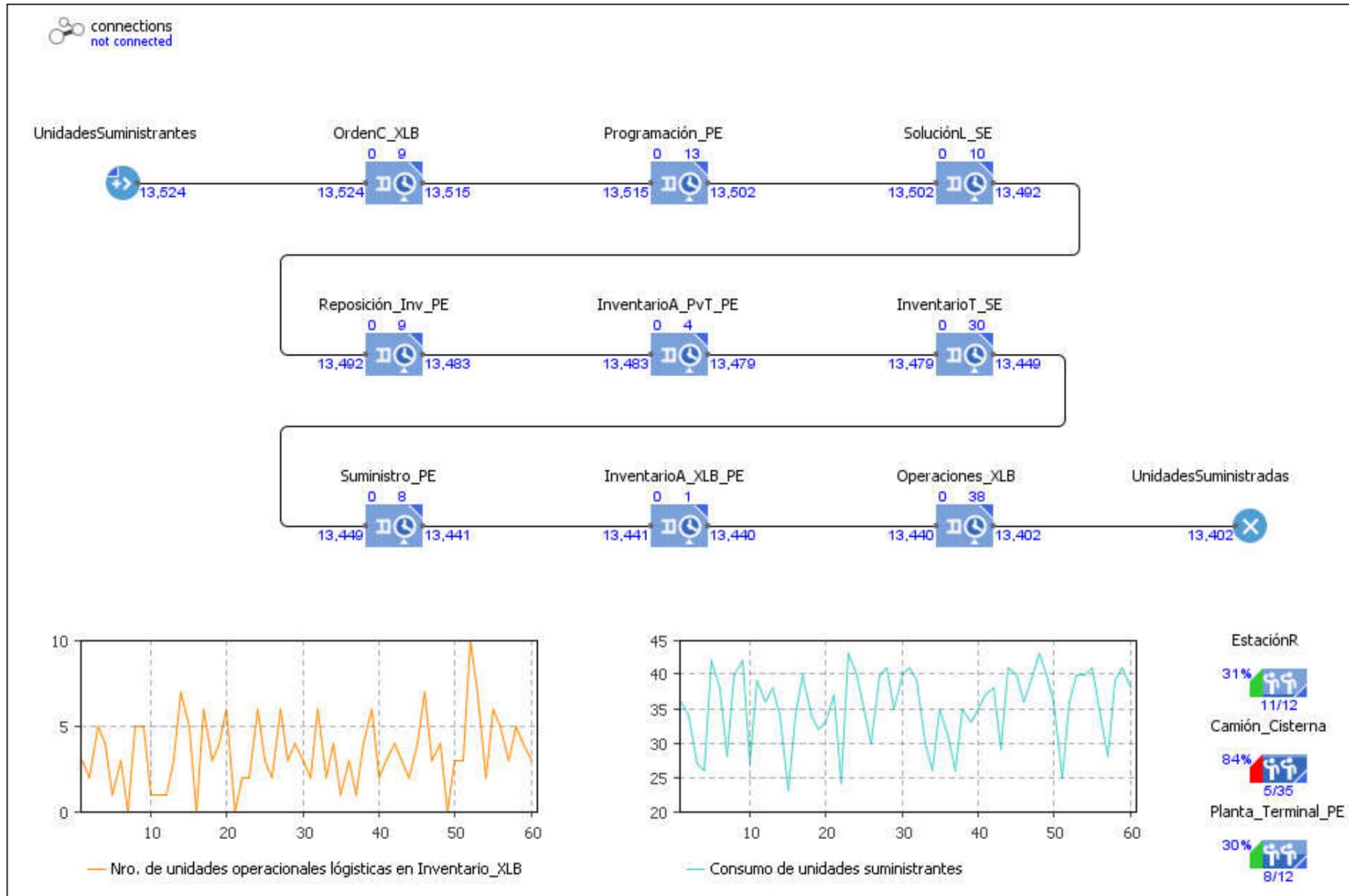


Figura L.3. Presentación de la ejecución del modelo MOSCOM-SGC para el agente del experimento – Sistema de gestión de contrato original

6.2. Simulación en modo modificado: MOSCOM – SGC bajo el sistema de gestión de contrato integral (o modificado respecto del original)

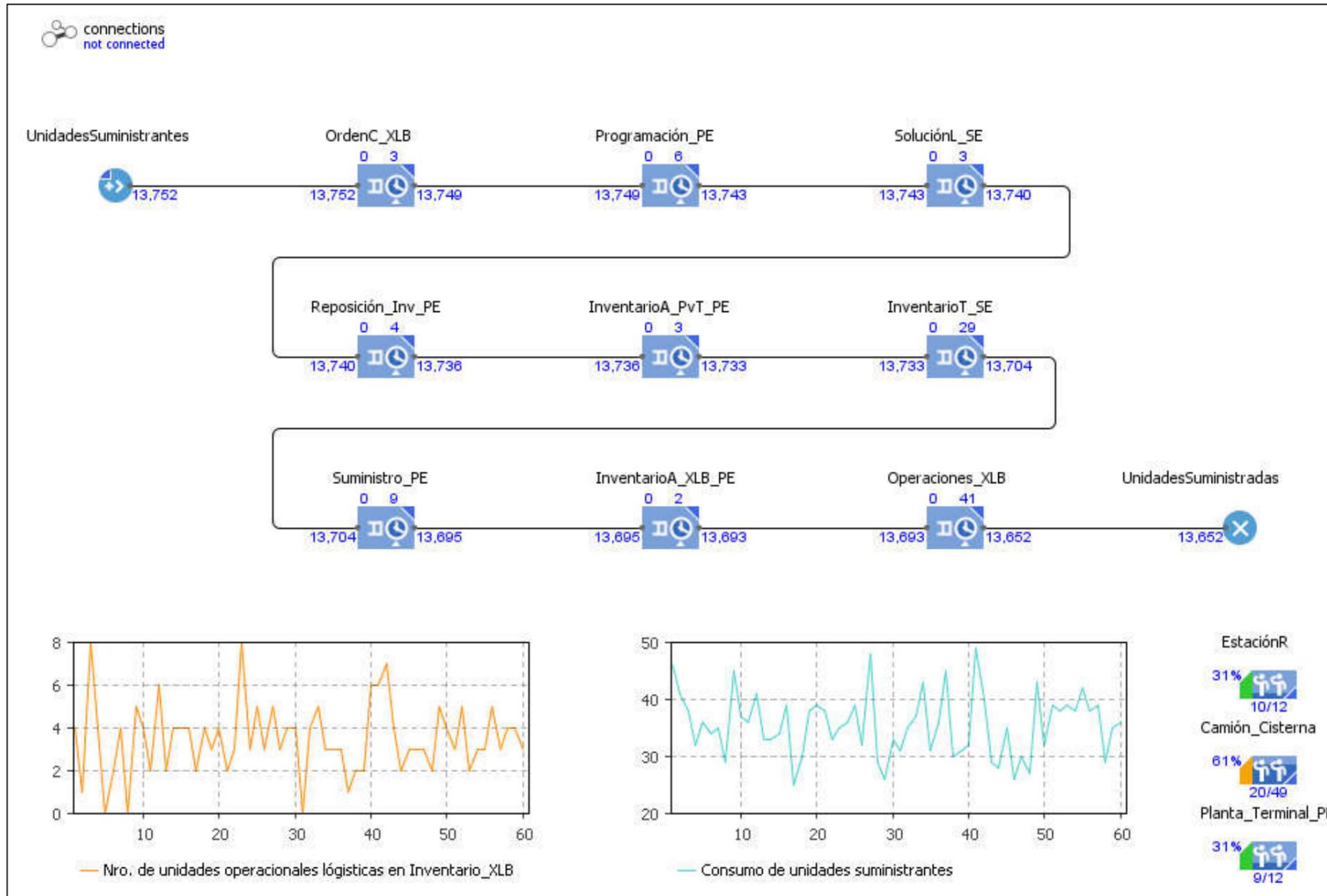


Figura L.4. Presentación de la ejecución del modelo MOSCOM-SGC para el agente del experimento – Sistema de gestión de contrato integral (o modificado respecto del sistema original)

6.3. *Análisis comparativo y vínculo con la investigación*

El detalle del análisis se aprecia en el apéndice N. En general, se apreciaría que el sistema de gestión de contrato para el suministro de combustible es objeto potencial para la aplicación de una o varias mejoras de proceso respecto de los recursos utilizados, su utilización y los tiempos de ejecución de los distintos procesos declarados. Esto último se evidencia en las simulaciones expuestas.

El incremento de recursos, la utilización de estos últimos en una mejor tasa dentro de un rango aceptable, y la reducción de tiempos que refieren al sistema de gestión de contrato integral verifican puntos con potencial de aplicación de mejoras de proceso. Las mejoras de proceso contribuyen a lo siguiente:

- La reducción de incidentes en base a la implementación de oportunidades de mejora detectadas mediante la presente investigación.
- La reducción de tiempos.

7. Implementación de resultados

Los resultados obtenidos no estarían sujetos a implementarse puesto que esto último no está incluido en el alcance del presente análisis preliminar como parte de la presente investigación en su fase integradora.

APÉNDICE M: RECOLECCIÓN DE DATOS PARA EL MODELADO Y SIMULACIÓN DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE CONTRATO

En el presente apéndice se presentan los datos recolectados para el modelado y simulación del suministro de combustible de acuerdo con los grupos de procesos declarados y en el marco del sistema de gestión de contrato tanto en su versión original como en su versión modificado o integral.

1. Modelo de tiempo

- Inicio: 05/05/2012
- Término: 30/04/2017
- Agente: Unidad suministrante diaria
- Especificación del agente:
- 1 unidad suministrante diaria = 1 camión cisterna de 9000 galones por día

2. Limitaciones, y supuestos del modelo

2.1. Supuestos

2.1.1. Supuesto 1: Consumo del bien

El consumo del modelo (del contratante) es menor al requerimiento referencial (Finalidad: Evitar el déficit respecto del consumo de bien; respecto de la conformidad del modelo con la realidad práctica podría considerarse una operación que incluye una reserva de contingencia en cuanto a los requerimientos presentados por el contratante lo cual es propio en la ejecución de megaproyectos).

2.1.2. Supuesto 2: Capacidad del suministro

La capacidad de suministro del contratista es la adecuada para los requerimientos referenciales. No se incluye en el modelo un proceso de adecuación del contratista a los cambios de requerimientos que podrían acontecer, así como acontece en la realidad práctica para con la ejecución de megaproyectos.

2.1.3. Supuesto 3: Capacidad de almacenamiento del contratista

La capacidad de almacenamiento del modelo se materializa en una instalación que es capaz de almacenar el combustible necesario para la ejecución del suministro. En la realidad práctica, se trata de 2 instalaciones de almacenamiento utilizadas en 2 fases: la fase de construcción de la mina y la fase de operación comercial. La instalación para la primera fase es la Planta Cusco y la instalación para la segunda fase es el terminal cusco. Para efectos del funcionamiento del modelo se considera una capacidad promedio lo cual se ajusta parcialmente a la realidad en términos de variación del consumo de suministro.

2.1.4. Supuesto 4: Supuestos de la operación original

- Roundtrip: 3 a 5 días
- Tiempo de espera para hacer efectivo el suministro (descarga): Distribución Uniforme (1, 2) días
- (En la realidad práctica correspondería a un tiempo no programado y sujeto a variación por las actividades del contratante)

2.2. Limitaciones

2.2.1. Limitación 1

La correspondencia entre lo formulado y lo real podría ser bastante amplia debido a diversos factores de influencia tanto internos como externos tanto en la fase de construcción de la mina como durante la operación comercial de esta misma.

2.2.2. *Limitación 2*

Para efectos de cálculo no se ha considerado el comportamiento real de las actividades por motivos de simplificación del modelo y por accesibilidad a la información real.

3. **Datos procedentes de la parte contratante (Las Bambas)**

3.1. *Punto 1: Requerimiento del bien*

- Requerimiento referencial del contrato por locación:
 - Operaciones [LRR: Est1_XLB_OP]: 82,900,000 galones
 - Nueva Fuerabamba [LRR: Est2_XLB_NFB]: 12,410,000 galones
 - Planta concentradora [LRR: Est_XLB_PlantaC]: 11,750,000 galones
- LRR: Lugar de recepción referencial
- Plazo del contrato: 5 años
- Requerimiento anual referencial (Consolidado por año)
 - Año 1 (may-2012 - abr-2013): 20,860,000.00 gal
 - Año 2 (may-2013 - abr-2014): 24,350,000.00 gal
 - Año 3 (may-2014 - may-2015): 19,650,000.00 gal
 - Año 4 (may-2015 - abr-2016): 20,500,000.00 gal
 - Año 5 (may-2016 - abr-2017): 21,700,000.00 gal

3.2. *Punto 2: Capacidad de recepción del bien de Las Bambas*

- Capacidad referencial por lugar de recepción
 - Estación 1 [Est1_XLB_OP]: 2.22 unidades suministrantes
 - Estación 2 [Est2_XLB_NFB]: 2 unidades suministrantes
 - Estación 3 [Est_XLB_PlantaC]: 10 unidades suministrantes
- Capacidad referencial (consolidado)
 - Estación R: 14.22 unidades suministrantes (aprox. 14 unidades suministrantes)

3.3. Punto 3: Stock de Seguridad

Stock de Seguridad = 50% de la capacidad

3.4. Punto 4: Comportamiento del consumo del bien (base = requerimiento del bien; reducción entre un 29% y 40%)

- Valores anuales (Distribución referencial: Normal)
 - Media - Requerimiento anual referencial: 21,412,000.00 gal/año
 - Desviación Estándar - Requerimiento anual referencia: 1,609,713 gal/año
- Valores diarios (Distribución referencial: Normal)
 - Media - Requerimiento diario referencial: 59,478.00 gal/día [aprox. 6 unidades suministrantes diarias]
 - Desviación Estándar - Requerimiento diario referencia: 4,471.00 gal/día [aprox. +1 unidad suministrante diaria]
- Valores diarios (Distribución referencial: Uniforme)
 - Valor máximo: 54000 gal/día [6 unidades suministrantes diaria]
 - Valor mínimo: 18000 gal/día [2 unidades suministrantes diaria]
- Valores diarios (Distribución referencial: Triangular)
 - Valor a: 27000 gal/día [3 unidades suministrantes diaria]
 - Valor b: 45000 gal/día [5 unidades suministrantes diaria]
 - Valor c: 54000 gal/día [6 unidades suministrantes diaria]

4. Datos procedentes de la parte contratada o contratista (PETROPERU)

4.1. Punto 1: Comportamiento del suministro del bien (base = requerimiento del bien)

- Valores anuales (Distribución referencial: Normal)
Media - Requerimiento anual referencial: 21,412,000.00 gal/año
Desviación Estándar - Requerimiento anual referencia: 1,609,713 gal/año
- Valores diarios (Distribución referencial: Normal)
Media - Requerimiento diario referencial: 59,478.00 gal/día [aprox. 6.61 unidades suministrantes diarias]
Desviación Estándar - Requerimiento diario referencia: 4,471.00 gal/día [aprox. 0.5 unidades suministrantes diarias]
- Valores diarios (Distribución referencial: Uniforme)
Valor máximo: 81000 gal/día [9 unidades suministrantes diarias]
Valor mínimo: 54000 gal/día [6 unidades suministrantes diarias]
- Valores diarios (Distribución referencial: Triangular)
Valor a: 45000 gal/día [5 unidades suministrantes diarias]
Valor b: 63000 gal/día [7 unidades suministrantes diarias]
Valor c: 81000 gal/día [9 unidades suministrantes diarias]

4.2. Punto 2: Capacidad del contratista

- Se cuenta con la capacidad necesaria para el suministro (véase el supuesto 2).

4.3. Punto 3: Capacidad de la Instalación de Almacenamiento de combustible

- Se cuenta con la capacidad necesaria para el suministro (véase el supuesto 3). Se estima un stock de seguridad del 50%.
- Capacidad de almacenamiento: 12 [Unidades suministrantes diarias]

5. Parámetros de la simulación

Tabla M.1
Parámetros de la simulación

Proceso	Parte operante	Codificación en modelo	Tipo de elemento del modelo	Parámetro	Configuración		Unidad de medida	Observación
					Original	Modificada		
-	Petroperú / Servosa	UnidadesSuministrantes	Origen	Requerimiento de recursos para la atención de 1 agente	1			
				Capacidad de la cola	∞	∞	unidades suministrantes diarias	Cola máxima
				Tiempo de espera	triangular(5,7,9)	triangular(5,7,9)	días	
Generación de O/C de bienes	Las Bambas	OrdenC_XLB	Servicio	Requerimiento de recursos para la atención de 1 agente	1			
				Capacidad de la cola	∞	∞	unidades suministrantes diarias	Cola máxima
				Tiempo de espera	uniforme(1,2)	uniforme(0,1)	días	
Programación de Suministro	Petroperú	Programación_PE	Servicio	Requerimiento de recursos para la atención de 1 agente	1			
				Capacidad de la cola	∞	∞	unidades suministrantes diarias	Cola máxima
				Tiempo de espera	uniforme(1,2)	uniforme(0,1)	días	
Solución Logística	Servosa	SoluciónL_SE	Servicio	Requerimiento de recursos para la atención de 1 agente	1			
				Capacidad de la cola	∞	∞	unidades suministrantes diarias	Cola máxima
				Tiempo de espera	uniforme(1,2)	uniforme(0,1)	días	
Reposición de Inventario	Petroperú	Reposición_Inv_PE	Servicio	Requerimiento de recursos para la atención de 1 agente	1			
				Capacidad de la cola	∞	∞	unidades suministrantes diarias	Cola máxima
				Tiempo de espera	uniforme(1,2)	uniforme(1,2)	días	
Inventario Actual en Planta / Terminal	Petroperú	InventarioA_PvT_PE	Servicio	Recursos	9	9	unidades de recursos	Código del recurso: Planta_Terminal_PE 1 unidad de recurso = 1 unidad operacional logística Operación logística de referencia: Recepción y despacho del bien en un periodo de tiempo referencial (tiempo de espera).
				Requerimiento de recursos para la atención de 1 agente	1	1	unidad de recurso por unidad suministrante diaria	
				Capacidad de la cola	9	9	días	
				Tiempo de espera	uniforme(0, 1)	uniforme(0, 1)	días	

Inventario de tránsito	Petroperú / Servosa	InventarioT_SE	Servicio	Recursos	35	49	unidades de recursos	Código del recurso: Planta_Terminal_PE 1 unidad de recurso = 1 unidad operacional logística Operación logística de referencia: Transporte y almacenamiento del bien en tránsito en un periodo de tiempo referencial (tiempo de espera).	
				Requerimiento de recursos para la atención de 1 agente	1	1	unidades suministrantes diarias		
				Capacidad de la cola	∞	∞	días		Se considera una cola de máxima capacidad debido a que no habría necesidad de hacer esperar unidades cargadas previamente a su transporte.
				Tiempo de espera	triangular(3, 4, 5)	triangular(3, 4, 5)	días		
Suministro del bien a contratante	Petroperú / Servosa	Suministro_PE	Servicio	Requerimiento de recursos para la atención de 1 agente	1		unidad de recurso por unidad suministrante diaria	Cola máxima	
				Capacidad de la cola	∞	∞	días		
				Tiempo de espera	uniforme(1, 2)	uniforme(1, 2)	unidades suministrantes diarias		
Inventario actual en las Bambas	Las Bambas	InventarioA_XLB_PE	Servicio	Recursos	9	9	unidades de recursos	Código del recurso: EstaciónR 1 unidad de recurso = 1 unidad operacional logística Operación logística de referencia: Recepción y despacho del bien en un periodo de tiempo referencial (tiempo de espera).	
				Requerimiento de recursos para la atención de 1 agente	1	1	unidades suministrantes diarias		
				Capacidad de la cola	9	9	días		
				Tiempo de espera	uniforme(0, 1)	uniforme(0, 1)	días		
Operaciones (Proyecto minero / Mina)	Las Bambas	Operaciones_XLB	Servicio	Requerimiento de recursos para la atención de 1 agente	1		unidad de recurso por unidad suministrante diaria		
				Capacidad de la cola	9	9	unidades suministrantes diarias		
				Tiempo de espera	triangular(3, 5, 6)	triangular(3, 5, 6)	días		
-	Petroperú / Servosa	UnidadesSuministradas	Término	-	-	-			

APÉNDICE N: ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS SIMULACIONES DE LOS SISTEMAS DE GESTIÓN DE CONTRATO EN VERSIÓN ORIGINAL Y MODIFICADA

En el presente apéndice se presentan el análisis comparativo de las simulaciones de los sistemas de gestión de contrato en versión original y modificada como parte del análisis de resultados de la aplicación del enfoque cuantitativo para el modelado y simulación del sistema de gestión de contrato de suministro de combustible.

Tabla N.1
Análisis comparativo de las simulaciones del sistema de gestión de contrato en versión original e integral (o modificada)

Elemento de Análisis Comparativo	Proceso	Parte operante	Codificación en modelo	Tipo de elemento del modelo	Parámetro	Configuración		Unidad de medida	Observación	
						Original	Modificada			
1	El sistema modificado permite un mayor flujo de unidades suministrantes diarias	-	Petroperú / Servosa	UnidadesSuministrantes	Origen	Población de agentes	13524	13752	unidades suministrantes diarias	
2	El sistema modificado agiliza el proceso.	Generación de O/C de bienes	Las Bambas	OrdenC_XLB	Servicio	Tiempo de espera	uniforme(1,2)	uniforme(0,1)	días	
3	El sistema modificado agiliza el proceso.	Programación de Suministro	Petroperú	Programación_PE	Servicio	Tiempo de espera	uniforme(1,2)	uniforme(0,1)	días	
4	El sistema modificado agiliza el proceso.	Solución Logística	Servosa	SoluciónL_SE	Servicio	Tiempo de espera	uniforme(1,2)	uniforme(0,1)	días	
5	El proceso en sistema modificado considera un mayor flujo de unidades suministrantes diarias	Reposición de Inventario				Flujo de agentes	13441	13736	unidades suministrantes diarias	
6	El sistema modificado permite una mayor utilización de la instalación de almacenamiento (planta / terminal) dentro de lo aceptable (categoría de utilización: verde)	Inventario Actual en Planta / Terminal	Petroperú	InventarioA_PvT_PE	Servicio	Recursos	9	9	unidades de recursos	Código del recurso: Planta_Terminal_PE 1 unidad de recurso = 1 unidad operacional logística Operación logística de referencia: Recepción y despacho del bien en un periodo de tiempo referencial (tiempo de espera).
						Requerimiento de recursos para la atención de 1 agente	1	1	unidad de recurso por unidad suministrante diaria	
						Capacidad de la cola	9	9	días	
						Tiempo de espera	uniforme(0,1)	uniforme(0,1)	días	
						Utilización de los recursos	30%	31%		
7	El sistema modificado permite una menor utilización de la instalación de almacenamiento (estación) dentro de lo aceptable (categoría de utilización: verde). El sistema modificado se desarrolla en un mejor escenario que el sistema original (categoría de utilización: roja).	Inventario de tránsito	Petroperú / Servosa	InventarioT_SE	Servicio	Recursos	35	49	unidades de recursos	Código del recurso: Planta_Terminal_PE 1 unidad de recurso = 1 unidad operacional logística Operación logística de referencia: Transporte y almacenamiento del bien en tránsito en un periodo de tiempo referencial (tiempo de espera).

					Requerimiento de recursos para la atención de 1 agente	1	1	unidades suministrantes diarias		
					Capacidad de la cola	∞	∞	días	Se considera una cola de máxima capacidad debido a que no habría necesidad de hacer esperar unidades cargadas previamente a su transporte.	
					Tiempo de espera	triangular(3, 4, 5)	triangular(3,4,5)	días		
					Utilización	84%	61%			
8	El proceso en sistema modificado considera un mayor flujo de unidades suministrantes diarias	Suministro del bien a contratante			Flujo de agentes	13441	13695	unidades suministrantes diarias		
9		Inventario actual en las Bambas	Las Bambas	InventarioA_XLB_PE	Servicio	Recursos	9	9	unidades de recursos	Código del recurso: EstaciónR 1 unidad de recurso = 1 unidad operacional logística Operación logística de referencia: Recepción y despacho del bien en un periodo de tiempo referencial (tiempo de espera).
					Requerimiento de recursos para la atención de 1 agente	1	1	unidades suministrantes diarias		
					Capacidad de la cola	9	9	días		
					Tiempo de espera	uniforme(0,1)	uniforme(0,1)	días		
					Utilización	31%	31%			
10	El proceso en sistema modificado considera un mayor flujo de unidades suministrantes diarias	Operaciones (Proyecto minero / Mina)				13402	13652	unidades suministrantes diarias		
11	El sistema modificado permite una mayor cantidad de unidades suministradas diarias	-	Petroperú / Servosa	UnidadesSuministradas	Término	Población de agentes	13402	13652	Unidades suministradas diarias	

APÉNDICE O: ANÁLISIS DE ELEMENTOS (INVESTIGACIÓN EN FASE INTEGRADORA)

En el análisis de elementos se lleva a cabo haciendo uso de 2 variables relativas al número de unidades suministradas diarias estimadas para todo el contrato CB-029-12 en 2 escenarios. En primer lugar, un escenario que tiene cierto nivel de similitud con la realidad práctica; en segundo lugar, un escenario que representa la implementación de mejoras de proceso de acuerdo con lo investigado. Mediante el análisis de elementos se pretende determinar la confiabilidad de lo investigado por el método de formas alternas. Los elementos analizados son los siguientes:

Tabla O.1
Lista de variables o elementos para el análisis

Variable		Nomenclatura	Análisis de elementos
1	USD_Original	Unidades suministradas diarias en sistema de gestión de contrato original	1
2	USD_Modificado	Unidades suministradas diarias en sistema de gestión de contrato modificado	2



Figura O.1. Resultados del análisis de elementos

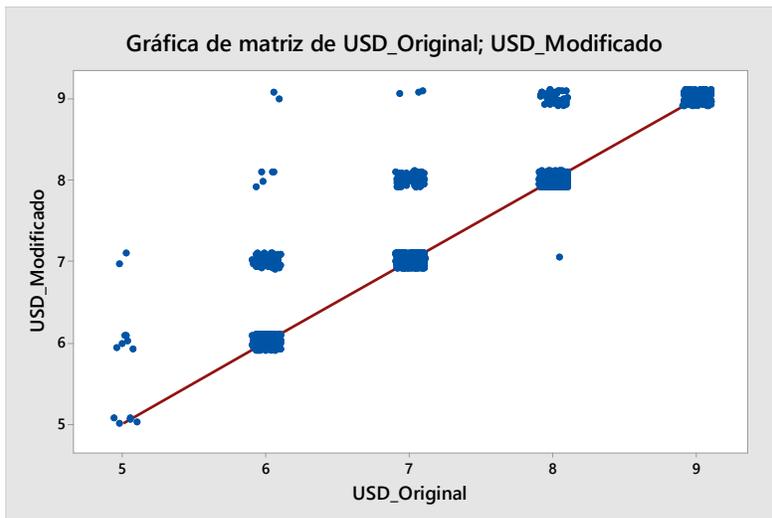


Figura O.2. Gráfico de matriz de variables

**APÉNDICE P: ANÁLISIS COMPARATIVO DE CAPACIDAD
(APLICACIÓN DOBLE DE ANÁLISIS DE CAPACIDAD DE POISSON)**

En el presente apartado se desarrolla un análisis comparativo de capacidad con la finalidad de evidenciar la mejora que representaría implementar un sistema de gestión de integral del contrato CB-029-12.

1. Especificaciones del análisis comparativo de capacidad

Tabla P.1
Especificaciones del análisis comparativo de capacidad

Especificación	Atributo	Observación
Número de comparaciones	3	
Tipo de análisis de capacidad	Poisson	De acuerdo con Soporte de Minitab 2018, un análisis de capacidad de Poisson se lleva a cabo para determinar si la tasa de defectos por unidad (DPU) cumple con los requisitos de un cliente.
Número máximo de defectos permitidos	9	El número referido a sido tomado referencialmente para efectos de cálculo.
Herramienta informática	Minitab 18	Asistente para el análisis de capacidad antes/después

Nota. Es necesario tomar en cuenta que el contrato considera límites permisibles para distintos indicadores KPI que se utilizan para mantener bajo control la operación de suministro de combustible; los indicadores KPI incluyen el control de incidentes de carácter representativo en cuanto a su severidad a todo nivel (calidad, ambiente, seguridad industrial, entre otros); dado el carácter prescriptivo de los datos con influencia limitada de datos reales con carencia de oficialidad, los defectos referidos (ocurrencias) en su mayoría serían considerados como elementos que refieren a la evolución de riesgos y/o riesgos inactivos y/o riesgos activados de la operación industrial lo cual se traduce en eventos inseguros y/o incidentes de bajo potencial; adicionalmente podría considerarse incidentes de mediano potencial pero en una menor proporción.

2. Información de entrada

- Para el uso de la herramienta informática Minitab como información de entrada se hace uso de lo siguiente:

Tabla P.2
Información de entrada

Proceso	Tipo de proceso	Variable	Tipo de variable	Observaciones	Tipo de datos	Descripción de variable	Observación	
1	Línea Base	USD_Original	Producto	Suministro de combustible	1822	Prescriptiva	Unidades suministradas en sistema de gestión de contrato original (véase el apéndice M)	Situación inicial
		Ocurrencias	Defecto	Incidente operacional	1822	Prescriptiva	Pronósticos de incidentes obtenidos en base a método de Holt-Winters con un modelo aditivo generado con datos reales. (véase el apéndice H)	
2	Mejorado	USD_Modificado	Producto	Suministro de combustible	1822	Prescriptiva	Unidades suministradas en sistema de gestión de contrato modificado (véase el apéndice M)	Mejora: Reducción del 75% de incidentes respecto de la versión original
		Ocurrencias_Red75%	Defecto	Incidente operacional	1822	Prescriptiva	Datos que derivan de aquellos correspondientes a la variable Ocurrencias.	
3	Mejorado	USD_Modificado	Producto	Suministro de combustible	1822	Prescriptiva	Unidades suministradas en sistema de gestión de contrato modificado (véase el apéndice M)	Mejora: Reducción del 50% de incidentes respecto de la versión original
		Ocurrencias_Red50%	Defecto	Incidente operacional	1822	Prescriptiva	Datos que derivan de aquellos correspondientes a la variable Ocurrencias.	
4	Mejorado	USD_Modificado	Producto	Suministro de combustible	1822	Prescriptiva	Unidades suministradas en sistema de gestión de contrato modificado (véase el apéndice M)	Mejora: Reducción del 25% de incidentes respecto de la versión original
		Ocurrencias_Red25%	Defecto	Incidente operacional	1822	Prescriptiva	Datos que deriva de aquellos correspondientes a la variable Ocurrencias.	

3. Resultados

3.1. Análisis Comparativo de Capacidad 1: Proceso Línea base vs. Proceso Mejorado (Reducción de 75% de incidentes)

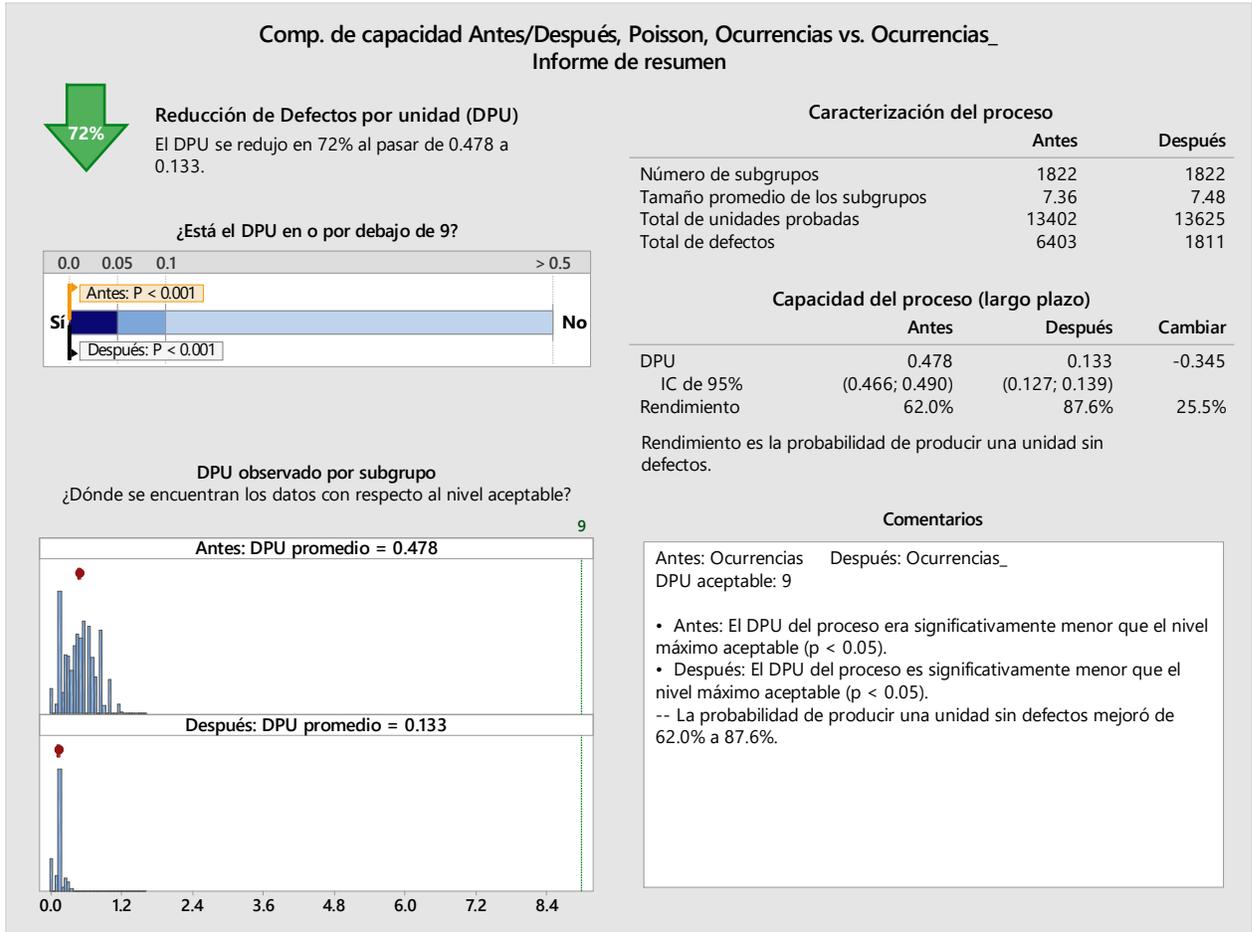


Figura P.1. Informe de resumen – Análisis Comparativo de Capacidad 1: Proceso Línea Base vs. Proceso Mejorado (Reducción de 75% de incidentes)

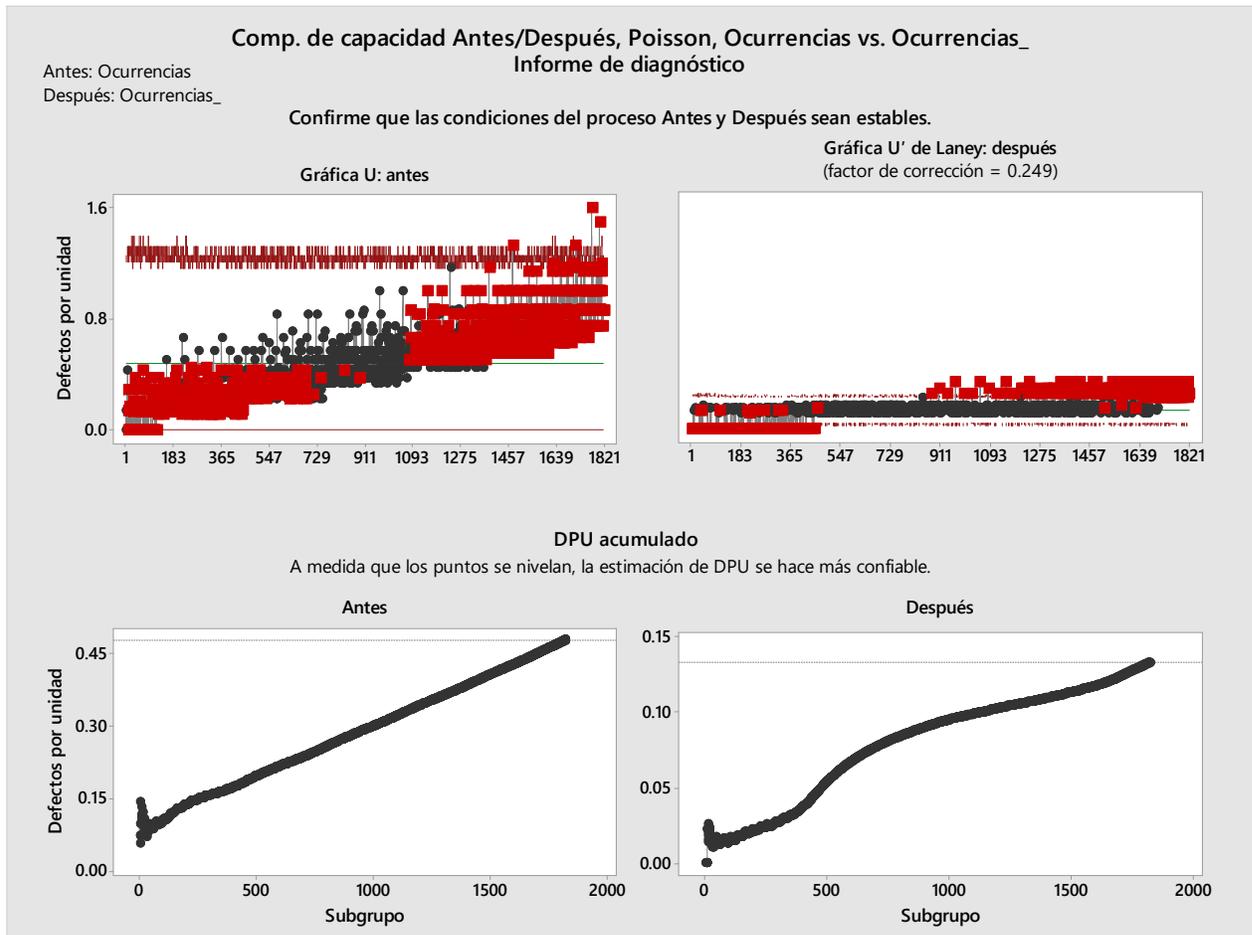


Figura P.2. Informe de diagnóstico – Análisis Comparativo de Capacidad 1: Proceso Línea Base vs. Proceso Mejorado (Reducción de 75% de incidentes)

Comp. de capacidad Antes/Después, Poisson, Ocurrencias vs. Ocurrencias_ Tarjeta de informe		
Verificar	Estado	Descripción
Estabilidad		La estabilidad es un supuesto importante del análisis de capacidad. Para determinar si las condiciones de los procesos de Antes y Después son estables, examine las gráficas de control en el Informe de diagnóstico. Investigue los puntos fuera de control y elimine cualquier variación por causa especial de su proceso antes de continuar con este análisis.
Número de subgrupos		Tanto los datos de Antes como los de Después tienen por lo menos 25 subgrupos. Para un análisis de capacidad, generalmente esto es suficiente para captar las diferentes fuentes de variación del proceso cuando los subgrupos se recolectan durante un período de tiempo suficientemente largo.
Variación esperada		Aunque la variación en sus datos no coincide con la variación esperada (dispersión excesiva o dispersión insuficiente), usted eligió la gráfica U' de Laney que ajusta los límites de control para corregir esta condición. La gráfica U' disponible en el Informe de diagnóstico debe advertir adecuadamente.
Cantidad de datos		Los intervalos de confianza del 95% para el número de defectos por unidad son: Antes: 0.47; 0.49 Después: 0.13; 0.14 Si estos intervalos son demasiado amplios para su caso particular, usted puede obtener más datos para aumentar la precisión.

Figura P.3. Tarjeta de informe – Análisis Comparativo de Capacidad 1: Proceso Línea Base vs. Proceso Mejorado (Reducción de 75% de incidentes)

3.2. *Análisis Comparativo de Capacidad 2: Proceso Línea base vs. Proceso Mejorado (Reducción de 50% de incidentes)*

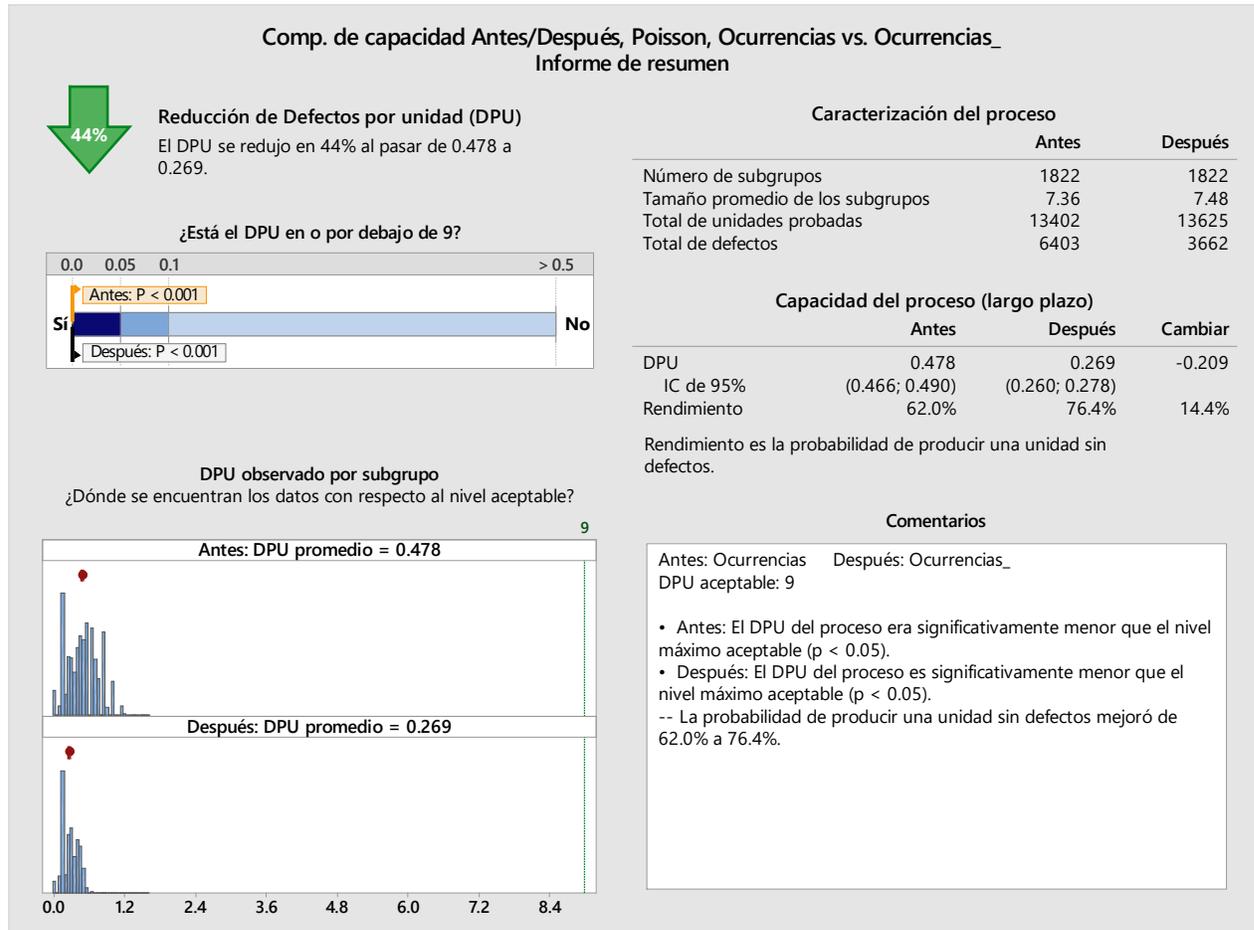


Figura P.4. Informe de resumen – Análisis Comparativo de Capacidad 2: Proceso Línea Base vs. Proceso Mejorado (Reducción de 50% de incidentes)

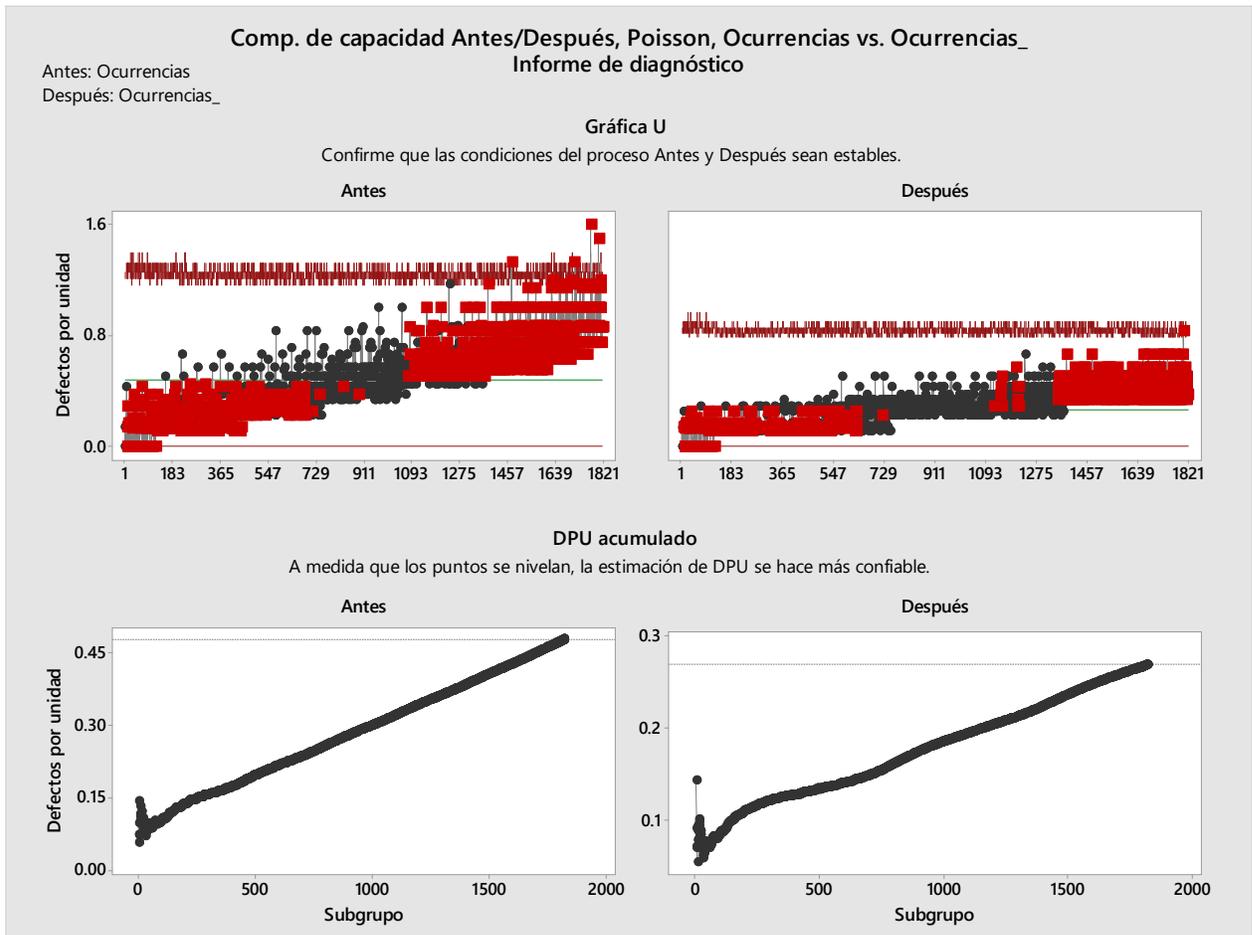


Figura P.5. Informe de diagnóstico – Análisis Comparativo de Capacidad 2: Proceso Línea Base vs. Proceso Mejorado (Reducción de 50% de incidentes)

Análisis de una operación industrial de suministro de combustible Diésel B-5 y desarrollo de solución de optimización basada en las metodologías del PMI, ISO 9000, ISO 14000 y OHSAS 18000

Comp. de capacidad Antes/Después, Poisson, Ocurrencias vs. Ocurrencias_ Tarjeta de informe		
Verificar	Estado	Descripción
Estabilidad		La estabilidad es un supuesto importante del análisis de capacidad. Para determinar si las condiciones de los procesos de Antes y Después son estables, examine las gráficas de control en el Informe de diagnóstico. Investigue los puntos fuera de control y elimine cualquier variación por causa especial de su proceso antes de continuar con este análisis.
Número de subgrupos		Tanto los datos de Antes como los de Después tienen por lo menos 25 subgrupos. Para un análisis de capacidad, generalmente esto es suficiente para captar las diferentes fuentes de variación del proceso cuando los subgrupos se recolectan durante un período de tiempo suficientemente largo.
Variación esperada		Si la variación en sus datos difiere de la variación esperada (dispersión insuficiente o dispersión excesiva), la gráfica U en el Informe de diagnóstico puede mostrar señales rara vez o en exceso de falsas alarmas. No se detectó ninguna evidencia de esta condición con sus datos. La gráfica U debe mostrar señales apropiadamente.
Cantidad de datos		Los intervalos de confianza del 95% para el número de defectos por unidad son: Antes: 0.47; 0.49 Después: 0.26; 0.28 Si estos intervalos son demasiado amplios para su caso particular, usted puede obtener más datos para aumentar la precisión.

Figura P.6. Tarjeta de informe – Análisis Comparativo de Capacidad 2: Proceso Línea Base vs. Proceso Mejorado (Reducción de 50% de incidentes)

3.3. Análisis Comparativo de Capacidad 3: Proceso Línea base vs. Proceso Mejorado (Reducción de 25% de incidentes)

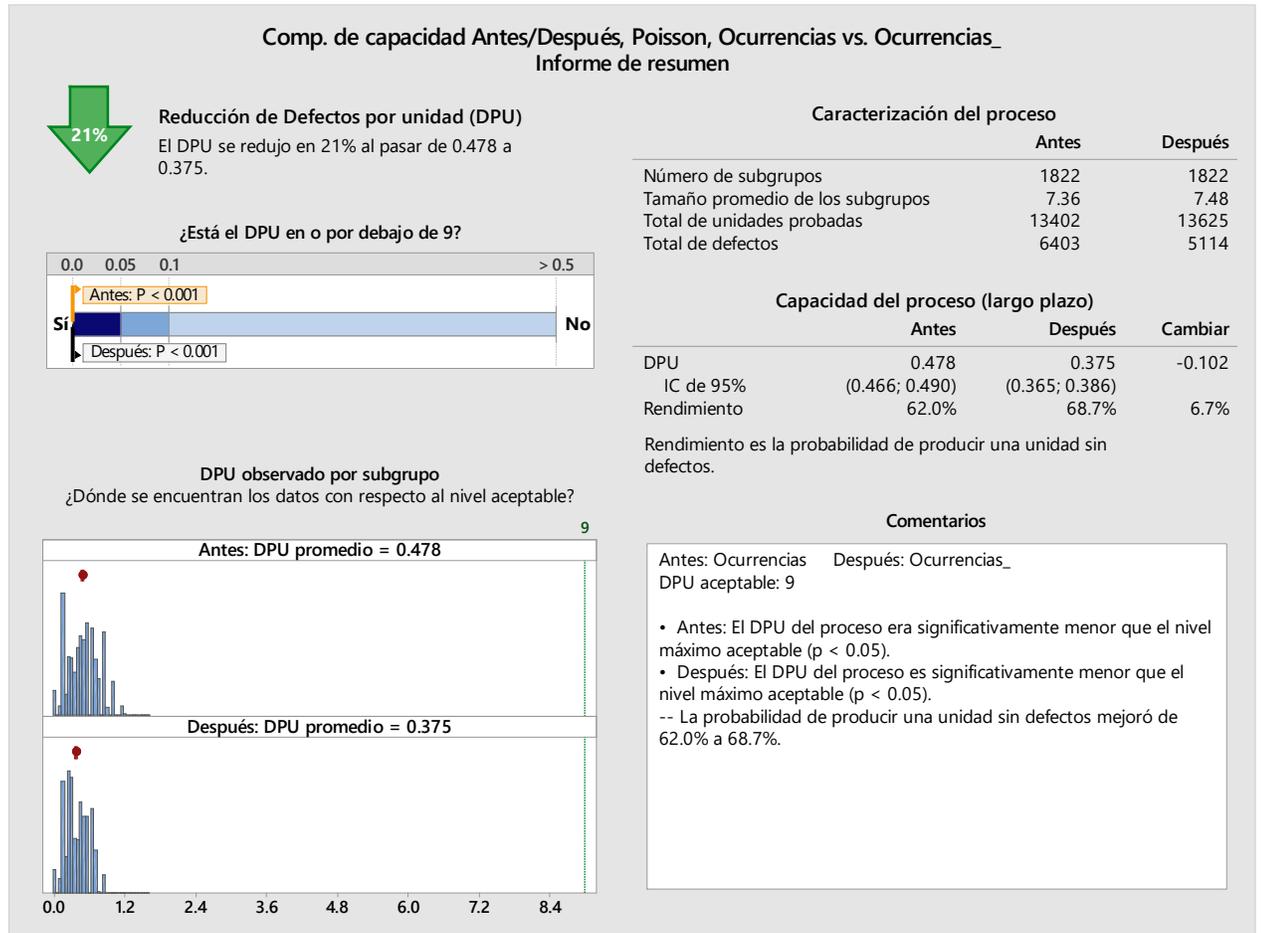


Figura P.7. Informe de resumen – Análisis Comparativo de Capacidad 3: Proceso Línea Base vs. Proceso Mejorado (Reducción de 25% de incidentes)

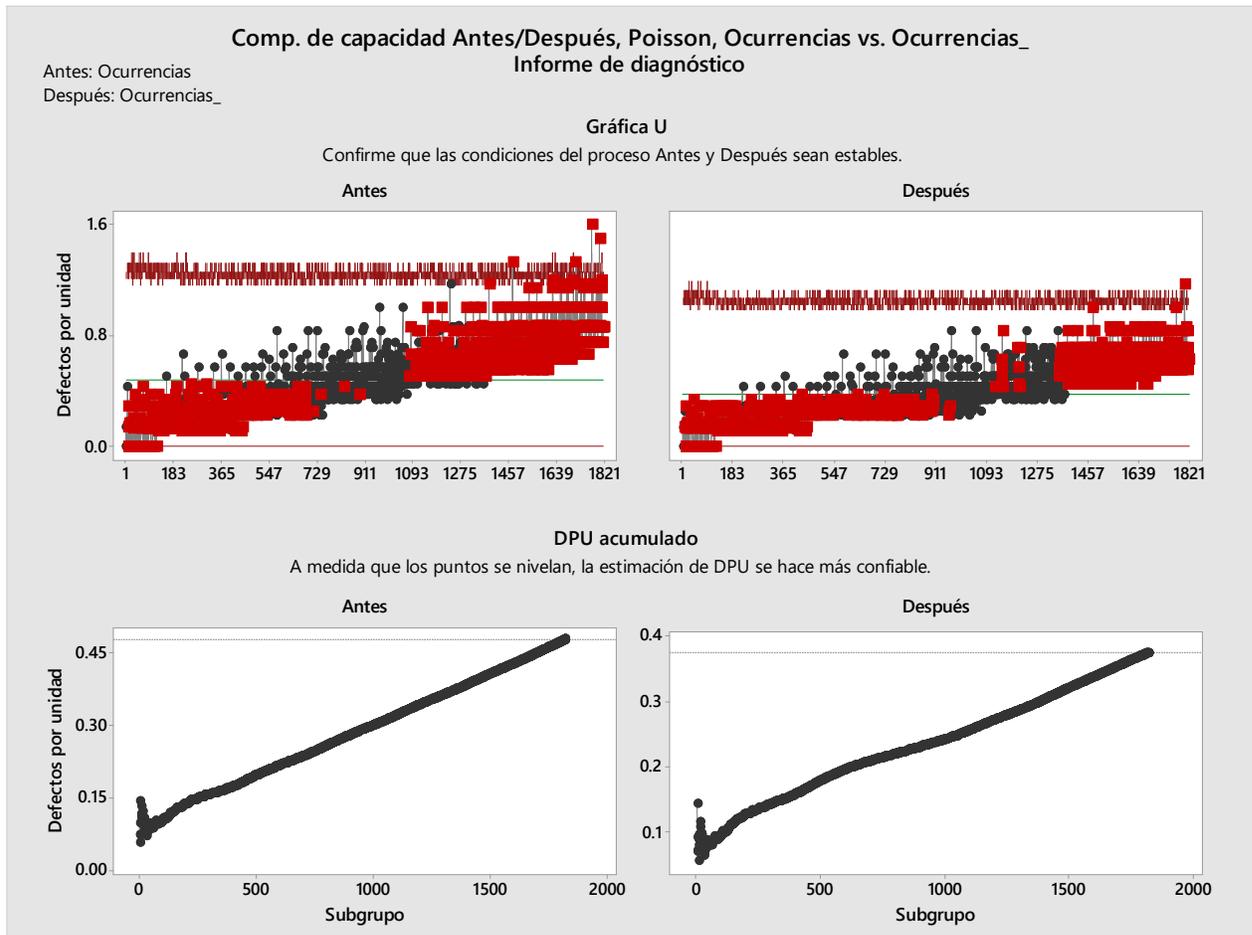


Figura P.8. Informe de diagnóstico – Análisis Comparativo de Capacidad 3: Proceso Línea Base vs. Proceso Mejorado (Reducción de 25% de incidentes)

Comp. de capacidad Antes/Después, Poisson, Ocurrencias vs. Ocurrencias_ Tarjeta de informe		
Verificar	Estado	Descripción
Estabilidad		La estabilidad es un supuesto importante del análisis de capacidad. Para determinar si las condiciones de los procesos de Antes y Después son estables, examine las gráficas de control en el Informe de diagnóstico. Investigue los puntos fuera de control y elimine cualquier variación por causa especial de su proceso antes de continuar con este análisis.
Número de subgrupos		Tanto los datos de Antes como los de Después tienen por lo menos 25 subgrupos. Para un análisis de capacidad, generalmente esto es suficiente para captar las diferentes fuentes de variación del proceso cuando los subgrupos se recolectan durante un período de tiempo suficientemente largo.
Variación esperada		Si la variación en sus datos difiere de la variación esperada (dispersión insuficiente o dispersión excesiva), la gráfica U en el Informe de diagnóstico puede mostrar señales rara vez o en exceso de falsas alarmas. No se detectó ninguna evidencia de esta condición con sus datos. La gráfica U debe mostrar señales apropiadamente.
Cantidad de datos		Los intervalos de confianza del 95% para el número de defectos por unidad son: Antes: 0.47; 0.49 Después: 0.37; 0.39 Si estos intervalos son demasiado amplios para su caso particular, usted puede obtener más datos para aumentar la precisión.

Figura P.9. Tarjeta de informe – Análisis Comparativo de Capacidad 3: Proceso Línea Base vs. Proceso Mejorado (Reducción de 25% de incidentes)

APÉNDICE Q: ANÁLISIS PREDICTIVO: UNA APROXIMACIÓN DE APRENDIZAJE AUTOMÁTICO

En el presente apartado se facilitan los reportes de aplicar la herramienta informática en a los lineamientos trazados en el apartado de análisis predictivo.

1. Aprendizaje sin supervisión

1.1. Análisis de componentes principales

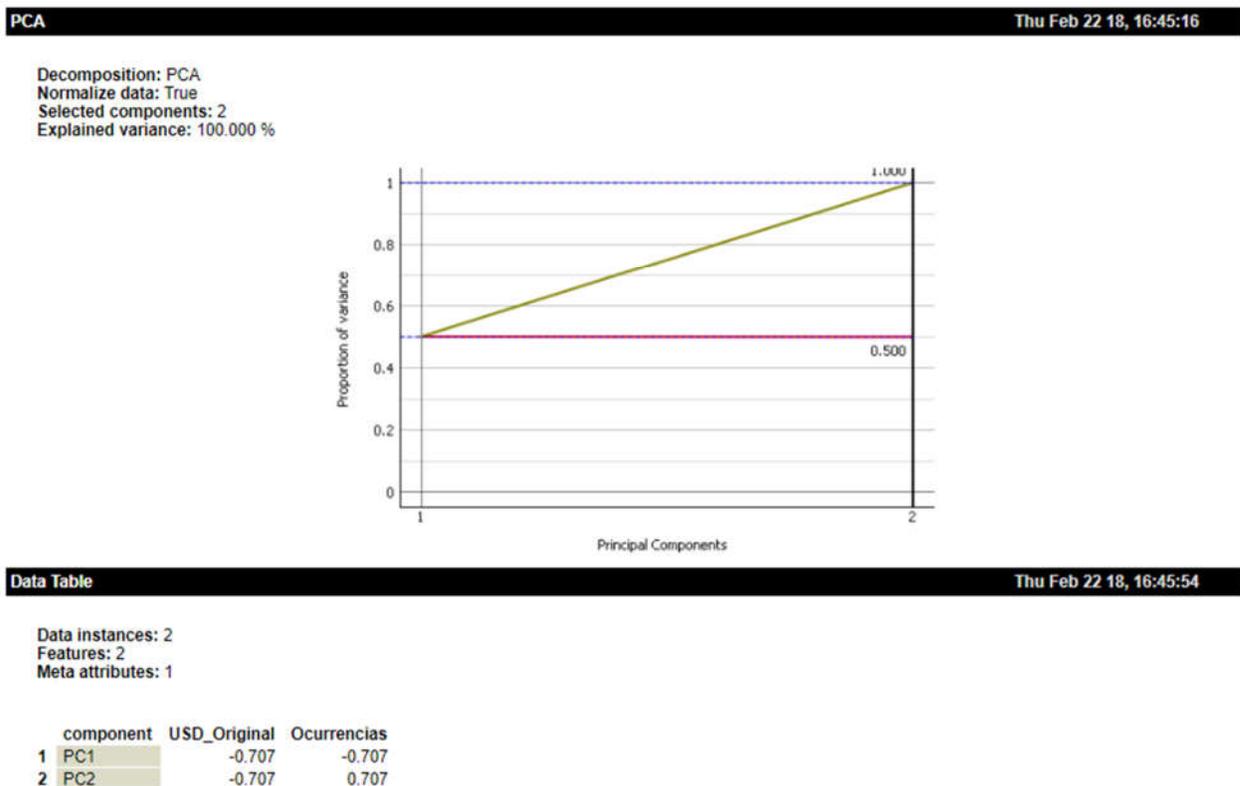
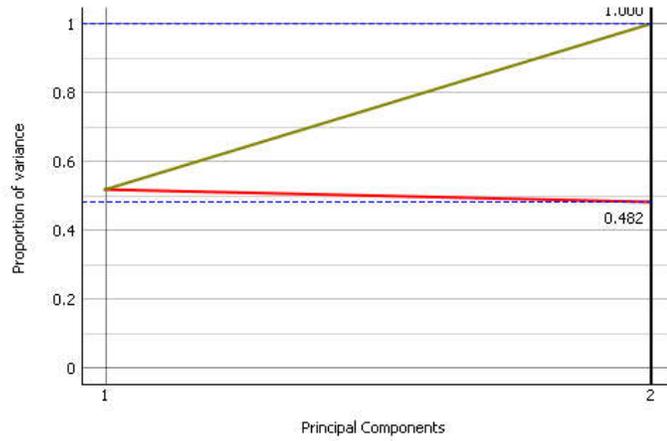


Figura Q.1. PCA (Sistema Original)

PCA

Thu Feb 22 18, 16:52:42

Decomposition: PCA
 Normalize data: True
 Selected components: 2
 Explained variance: 100.000 %



Data Table

Thu Feb 22 18, 16:53:16

Data instances: 2
 Features: 2
 Meta attributes: 1

	component	USD_Modificado	Ocurrencias_Red50%
1	PC1	-0.707	-0.707
2	PC2	-0.707	0.707

Figura Q.2. PCA (Sistema Modificado)

1.1.1. Agrupamiento *k*-means

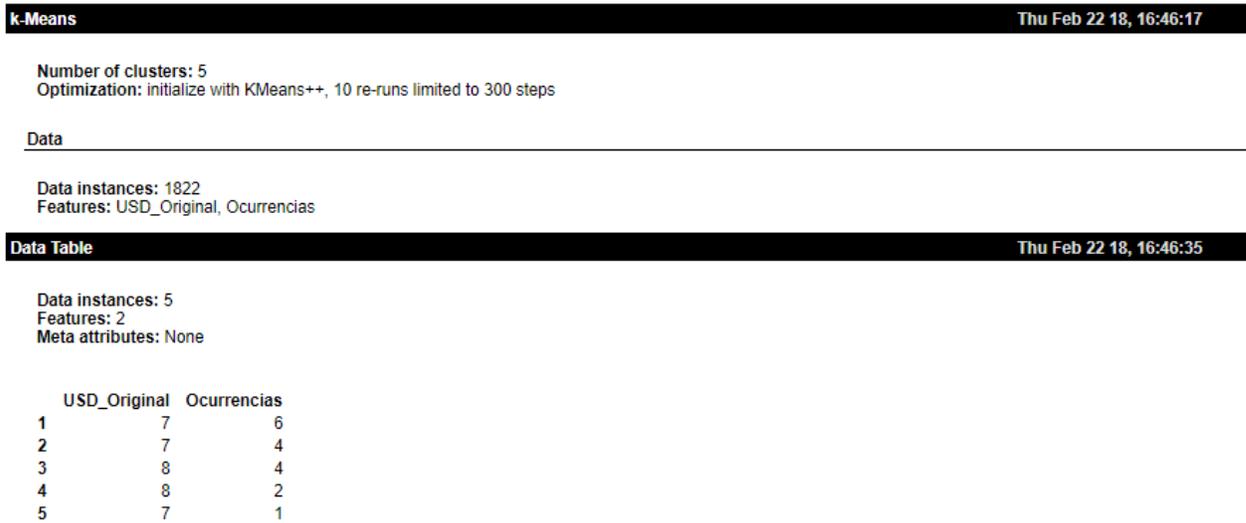


Figura Q.3. K-Means (Sistema Original)



Figura Q.4. K-Means (Sistema Modificado)

2. Aprendizaje con supervisión

2.1. Evaluación de resultados en sistema original

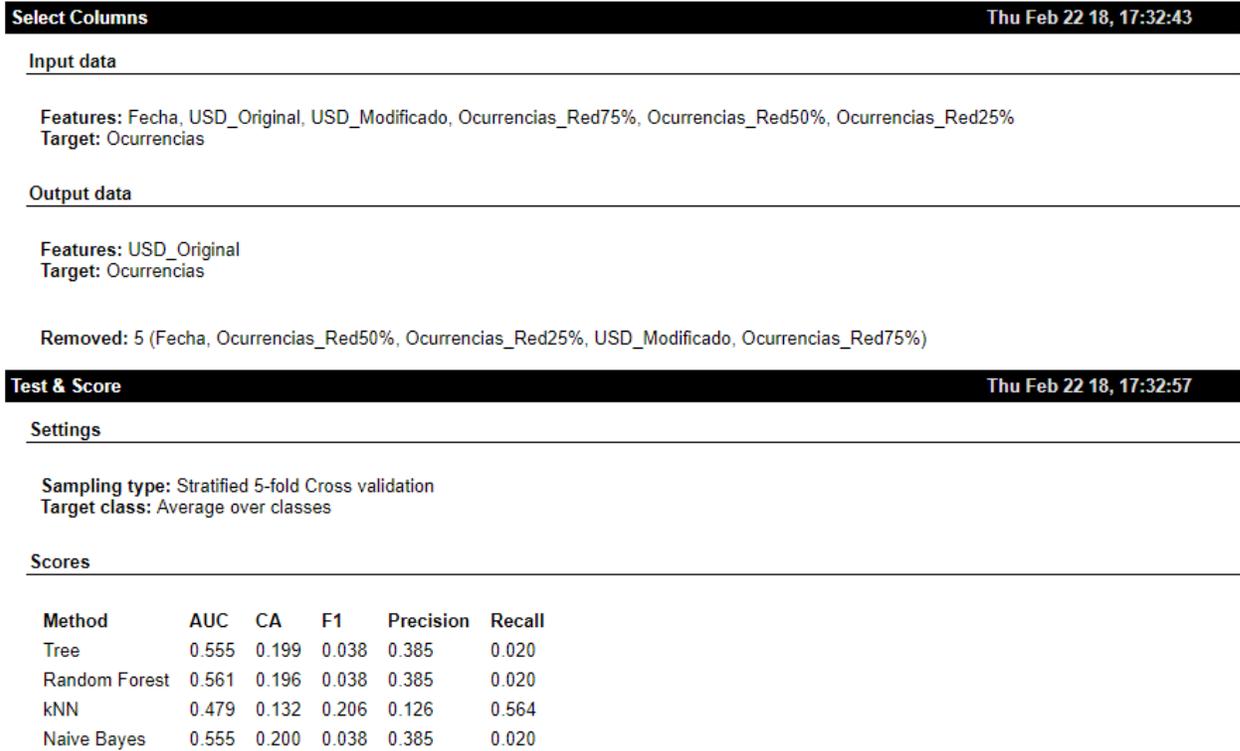


Figura Q.5. Evaluación – Test & Score (Original)

Análisis de una operación industrial de suministro de combustible Diésel B-5 y desarrollo de solución de optimización basada en las metodologías del PMI, ISO 9000, ISO 14000 y OHSAS 18000

Random Forest	Thu Feb 22 18, 17:33:14
Name: Random Forest	
Model parameters	
Number of trees: 10 Maximal number of considered features: unlimited Maximal tree depth: unlimited Stop splitting nodes with maximum instances: 5	
Tree	Thu Feb 22 18, 17:33:22
Name: Tree	
Model parameters	
Pruning: at least two instances in leaves, at least five instances in internal nodes, maximum depth 100 Splitting: Stop splitting when majority reaches 95% (classification only) Binary trees: Yes	
kNN	Thu Feb 22 18, 17:33:30
Name: kNN	
Model parameters	
Number of neighbours: 5 Metric: Euclidean Weight: Uniform	
Naive Bayes	Thu Feb 22 18, 17:33:36
Name: Naive Bayes	

Figura Q.6. Parámetros de los modelos (Original)

2.2. Evaluación de resultados en sistema modificado

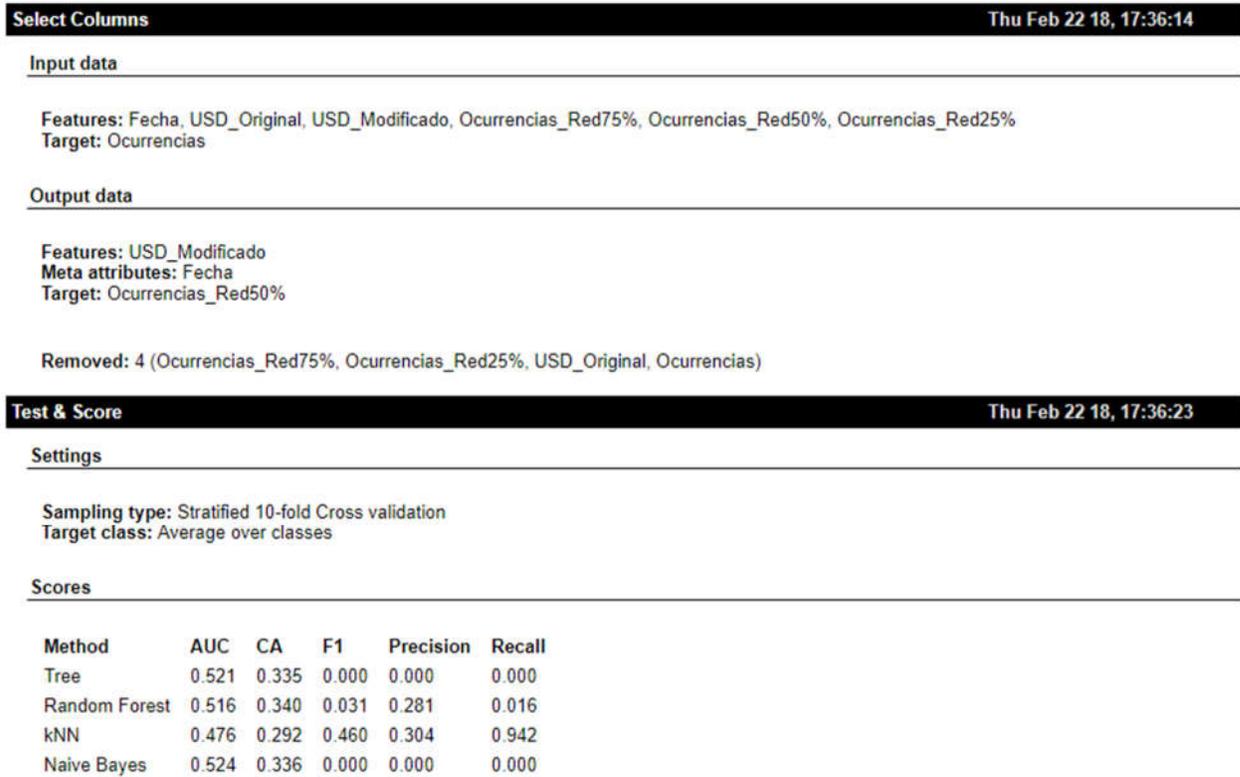


Figura Q.7. Evaluación – Test & Score (Sistema Modificado)

Análisis de una operación industrial de suministro de combustible Diésel B-5 y desarrollo de solución de optimización basada en las metodologías del PMI, ISO 9000, ISO 14000 y OHSAS 18000

Random Forest	Thu Feb 22 18, 17:36:36
Name: Random Forest	
Model parameters	
Number of trees: 10 Maximal number of considered features: unlimited Maximal tree depth: unlimited Stop splitting nodes with maximum instances: 5	
Tree	Thu Feb 22 18, 17:36:42
Name: Tree	
Model parameters	
Pruning: at least two instances in leaves, at least five instances in internal nodes, maximum depth 100 Splitting: Stop splitting when majority reaches 95% (classification only) Binary trees: Yes	
kNN	Thu Feb 22 18, 17:36:48
Name: kNN	
Model parameters	
Number of neighbours: 5 Metric: Euclidean Weight: Uniform	
Naive Bayes	Thu Feb 22 18, 17:36:54
Name: Naive Bayes	

Figura Q.8. Parámetros de los modelos (Sistema Modificado)

APÉNDICE R: ANÁLISIS PREDICTIVO: APROXIMACIÓN MEDIANTE EL MODELADO DINÁMICO DE SERIES TEMPORALES (MODELO AUTORREGRESIVO INTEGRADO DE PROMEDIO MÓVIL O ARIMA)

El modelo ARIMA se aplica como un modelo dinámico de series temporales con la finalidad de explicar la variable ocurrencia de incidentes en base a datos generados en la presente investigación para todo el plazo del contrato CB-029-12; el modelo ARIMA es aplicado para datos referida al sistema original y para el sistema modificado de la gestión de contrato de la Operación industrial. Previamente a la aplicación del modelo, se identifican sus componentes mediante la función autocorrelación y la función autocorrelación parcial. A continuación, se facilitan los resultados de haber aplicado el modelo de referencia mediante el paquete estadístico Minitab.

1. Aplicación del modelo ARIMA para el Sistema Original

1.1. Paso 1: Autocorrelación

Este apartado busca calcular y correlacionar las observaciones de una serie de tiempo (ocurrencia de incidentes para el contrato CB-029-12).

Tabla R.1

Función de autocorrelación: Autocorrelaciones de Ocurrencia (Sistema Original)

Desfase	ACF	T	LBQ
1	0.852133	36.37	1325.19
2	0.859970	23.44	2675.61
3	0.860515	18.53	4028.48
4	0.831124	15.25	5291.22
5	0.885749	14.51	6726.18
6	0.868523	12.82	8106.62
7	0.843492	11.46	9409.36
8	0.839006	10.66	10699.00
9	0.844582	10.12	12006.55
10	0.830201	9.43	13270.65
11	0.825802	8.95	14522.08
12	0.833979	8.67	15799.12

Análisis de una operación industrial de suministro de combustible Diésel B-5 y desarrollo de solución de optimización basada en las metodologías del PMI, ISO 9000, ISO 14000 y OHSAS 18000

13	0.806184	8.05	16993.11
14	0.823498	7.95	18239.64
15	0.829663	7.74	19505.59
16	0.822494	7.44	20750.46
17	0.798896	7.01	21925.56
18	0.820235	7.01	23164.97
19	0.812141	6.76	24380.71
20	0.815116	6.62	25606.05
21	0.824295	6.54	26859.83
22	0.815113	6.32	28086.53
23	0.816161	6.20	29317.06
24	0.840016	6.25	30621.31
25	0.853723	6.22	31969.21
26	0.796158	5.68	33142.12
27	0.825964	5.79	34405.21
28	0.819044	5.64	35647.90
29	0.807012	5.46	36855.03
30	0.939789	6.26	38492.96
31	0.807853	5.27	39703.95
32	0.816950	5.25	40943.07
33	0.813470	5.15	42172.34
34	0.787098	4.91	43323.83
35	0.840549	5.18	44637.77
36	0.824161	5.00	45901.68
37	0.796782	4.77	47083.67
38	0.793805	4.69	48257.50
39	0.800723	4.68	49452.55
40	0.785001	4.53	50601.78
41	0.780602	4.46	51738.80
42	0.788108	4.45	52898.45
43	0.762909	4.26	53985.73
44	0.778715	4.31	55119.17
45	0.782700	4.29	56264.89
46	0.780897	4.24	57405.97
47	0.756877	4.07	58478.54
48	0.774192	4.12	59601.38
49	0.766936	4.05	60703.89
50	0.770414	4.03	61817.05
51	0.779425	4.04	62957.04
52	0.770833	3.96	64072.68
53	0.770707	3.92	65188.57
54	0.794059	4.01	66373.78
55	0.807013	4.04	67598.68
56	0.750877	3.73	68659.69
57	0.781775	3.85	69810.47
58	0.775526	3.79	70943.56
59	0.762990	3.70	72040.95
60	0.884028	4.25	73514.96
61	0.762657	3.63	74612.63
62	0.772593	3.65	75739.73

63	0.767269	3.60	76851.98
64	0.741653	3.46	77891.79
65	0.795943	3.69	79090.09
66	0.780393	3.59	80242.68
67	0.752008	3.43	81313.57
68	0.747690	3.39	82372.79
69	0.754943	3.40	83453.27
70	0.741066	3.32	84495.00
71	0.736163	3.28	85523.57
72	0.743248	3.29	86572.64
73	0.718553	3.16	87553.71
74	0.733352	3.21	88576.19
75	0.733648	3.19	89600.09
76	0.734025	3.18	90625.62
77	0.714116	3.07	91596.84
78	0.729083	3.12	92609.77
79	0.723169	3.08	93606.91
80	0.724466	3.07	94608.20
81	0.734148	3.09	95637.03
82	0.727401	3.05	96647.61
83	0.724256	3.02	97650.05
84	0.749117	3.11	98723.10
85	0.761066	3.14	99831.30
86	0.706271	2.90	100786.22
87	0.733983	3.00	101818.14

Nota. Se verifica que la autocorrelación es mayor que 0 para todos los desfases y regularmente estacionaria. Fuente: Elaboración propia

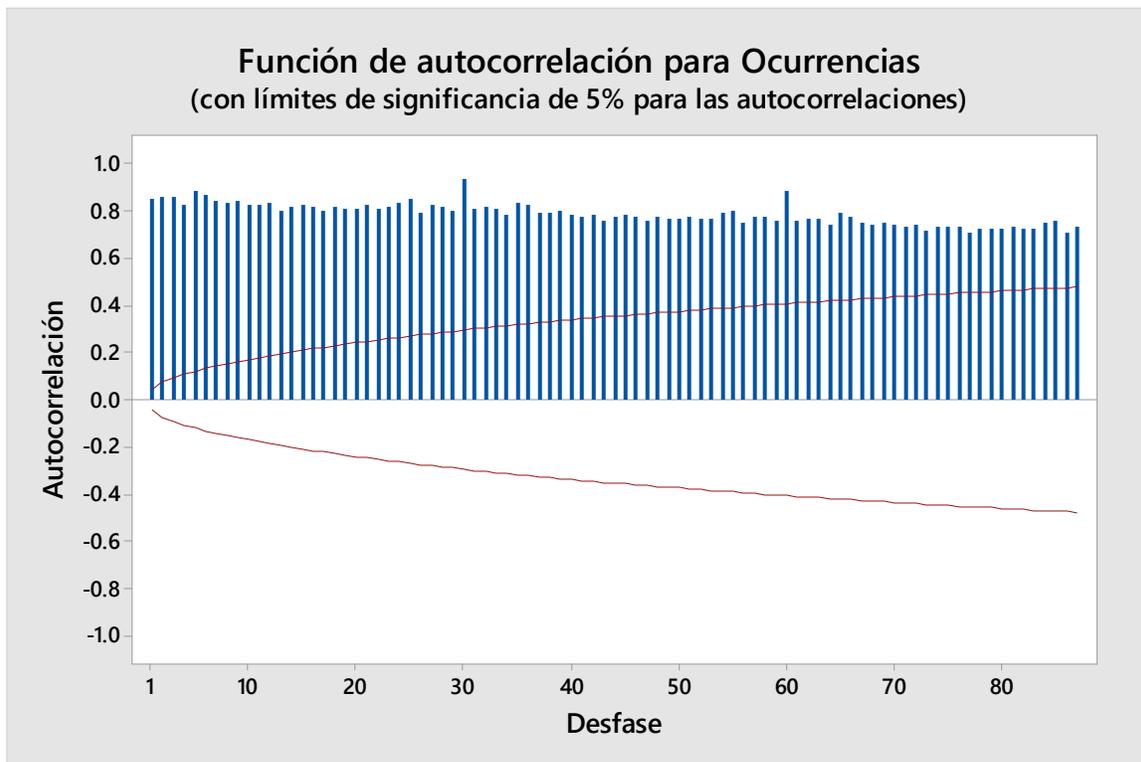


Figura R.1. Función de autocorrelación para la variable ocurrencia (Sistema Original)

Nota. Se aprecia una correlación estacionaria para todos los desfases.

1.2. Paso 2: Autocorrelación parcial

Este apartado busca calcular y correlacionar las observaciones de una serie de tiempo (ocurrencia de incidentes para el contrato CB-029-12) después de eliminar la autocorrelación de las observaciones entre los diferentes puntos temporales.

Tabla R.2

Función de autocorrelación parcial: Autocorrelaciones parciales para Ocurrencia (Sistema Original)

Desfase	PACF	T
1	0.852133	36.37
2	0.488699	20.86
3	0.332880	14.21
4	0.091649	3.91
5	0.395644	16.89
6	0.229231	9.78
7	0.012762	0.54

8	-0.053048	-2.26
9	0.129535	5.53
10	-0.043185	-1.84
11	-0.124537	-5.32
12	0.044658	1.91
13	-0.028177	-1.20
14	0.018119	0.77
15	0.108220	4.62
16	0.158690	6.77
17	-0.132644	-5.66
18	0.121179	5.17
19	0.125178	5.34
20	0.024072	1.03
21	-0.040461	-1.73
22	0.166260	7.10
23	0.056182	2.40
24	0.104277	4.45
25	0.295014	12.59
26	-0.232481	-9.92
27	-0.097867	-4.18
28	0.087909	3.75
29	-0.072185	-3.08
30	0.680380	29.04
31	-0.488804	-20.86
32	-0.232223	-9.91
33	-0.169491	-7.23
34	-0.065158	-2.78
35	-0.049540	-2.11
36	-0.030845	-1.32
37	-0.111927	-4.78
38	0.049930	2.13
39	0.035024	1.49
40	-0.007168	-0.31
41	-0.005405	-0.23
42	-0.037102	-1.58
43	0.079338	3.39
44	0.062908	2.69
45	-0.036294	-1.55
46	0.082178	3.51
47	0.052098	2.22
48	-0.002374	-0.10
49	0.000817	0.03
50	-0.027206	-1.16
51	0.007310	0.31
52	0.061400	2.62
53	0.032424	1.38
54	-0.035666	-1.52
55	-0.030882	-1.32
56	0.028887	1.23
57	0.023210	0.99

Análisis de una operación industrial de suministro de combustible Diésel B-5 y desarrollo de solución de optimización basada en las metodologías del PMI, ISO 9000, ISO 14000 y OHSAS 18000

58	0.070836	3.02
59	0.006429	0.27
60	0.032398	1.38
61	-0.092691	-3.96
62	-0.069107	-2.95
63	-0.045710	-1.95
64	-0.071942	-3.07
65	0.029056	1.24
66	-0.010551	-0.45
67	-0.022814	-0.97
68	-0.051139	-2.18
69	-0.001483	-0.06
70	0.029171	1.25
71	-0.009830	-0.42
72	0.032446	1.38
73	-0.017898	-0.76
74	0.006201	0.26
75	-0.018224	-0.78
76	-0.007608	-0.32
77	0.079792	3.41
78	0.043845	1.87
79	0.055862	2.38
80	-0.031811	-1.36
81	0.008109	0.35
82	0.025973	1.11
83	-0.021365	-0.91
84	0.023961	1.02
85	-0.023613	-1.01
86	-0.010677	-0.46
87	-0.083132	-3.55

Nota. Se aprecia una correlación significativa en el desfase 1 que posteriormente disminuye y luego aumenta; se aprecian oscilaciones.

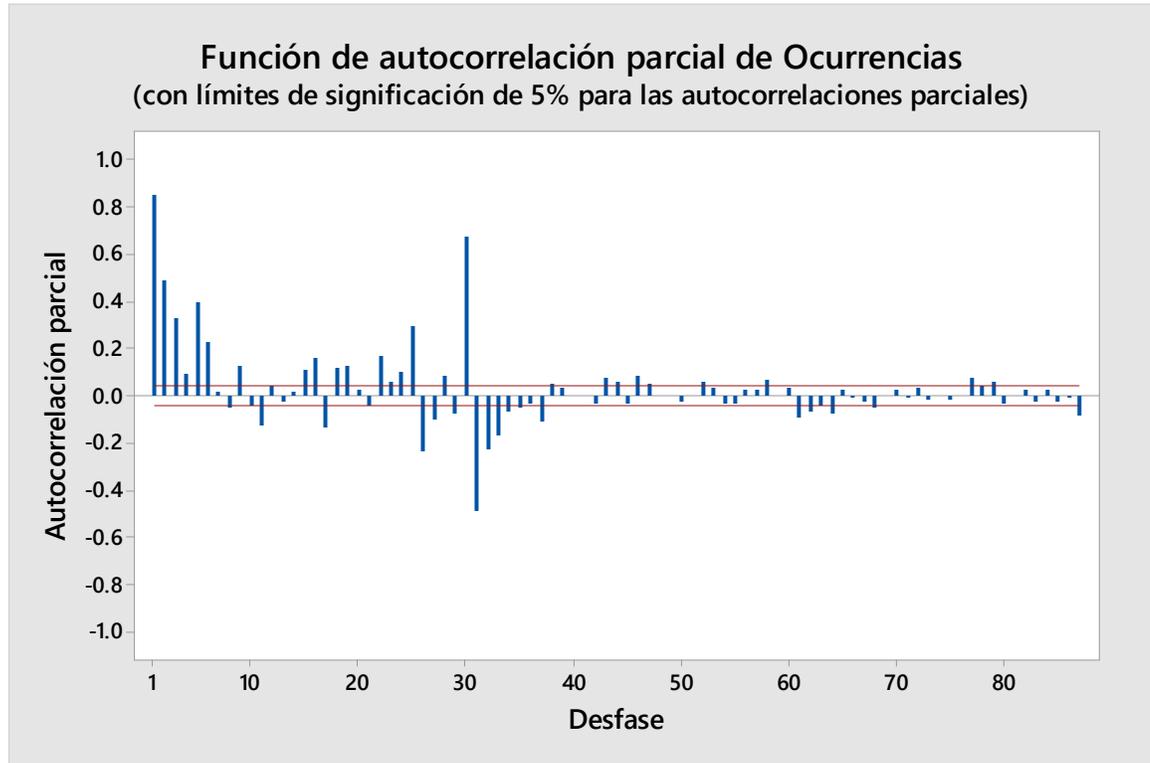


Figura R.2. Función de autocorrelación parcial para la variable ocurrencia (Sistema Original)

Nota. Se aprecia una correlación significativa en el desfase 1 que posteriormente disminuye y luego aumenta; se aprecian oscilaciones.

1.3. Paso 3: Modelo ARIMA

Se aplica el modelo ARIMA para generar un modelo que explique el comportamiento de las ocurrencias.

Tabla R.3
Modelo y términos del modelo (Sistema Original)

Términos				Valor	Observación
p	Parámetro AR	Autorregresivo	No estacional	2	Los desfases están significativamente correlacionados.
d	Diferenciador I	Diferencia	No estacional	1	La tendencia es lineal y la media no es constante.
q	Parámetro MA	Promedio Móvil	No estacional	1	
P	Parámetro AR	Autorregresivo	Estacional	1	Se tiene un patrón estacional.
D	Diferenciador I	Diferencia	Estacional	1	Se tiene un patrón estacional.

Q	Parámetro MA	Promedio Móvil	Estacional	1	Se tiene un patrón estacional.
Modelo	ARIMA (p,d,q) x (P, D, Q)				

La notación del modelo es de acuerdo con lo siguiente:

$$ARIMA(2,1,1)(1,1,1)_{87} \quad (R.1)$$

$$(1 - B)(1 - B^s)Y_t = \mu + \frac{\theta(B)\theta_{87}(B^{87})}{\varphi(B)\varphi_{87}(B^{87})} \times a_t \quad (R.2)$$

Media: μ

Error aleatorio: a_t

Longitud de ciclo estacional: s ($s = 87$)

Tiempo indexado: t

Operador de desplazamiento: B

Operador autorregresivo: ϕ

Operador promedio móvil: θ

Tabla R.4
Estimaciones en cada iteración (Sistema Original)

Iteración	SSE	Parámetros					
0	2943.21	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.072
1	2835.53	-0.050	0.095	0.092	-0.033	0.108	0.078
2	2793.61	-0.109	0.091	0.233	-0.085	0.258	0.068
3	2729.49	-0.187	0.086	0.370	-0.154	0.408	0.056
4	2671.00	-0.250	0.081	0.504	-0.208	0.558	0.043
5	2509.20	-0.400	0.067	0.534	-0.328	0.638	0.054
6	2285.73	-0.440	0.062	0.384	-0.330	0.571	0.055
7	1885.46	-0.507	0.032	0.234	-0.280	0.593	0.021
8	1581.50	-0.576	-0.017	0.084	-0.210	0.632	0.005
9	1368.72	-0.664	-0.095	-0.066	-0.154	0.664	0.001
10	1312.51	-0.814	-0.189	-0.115	-0.260	0.673	0.001
11	1288.13	-0.964	-0.275	-0.137	-0.396	0.676	0.001
12	1261.02	-1.114	-0.364	-0.159	-0.535	0.681	0.001
13	1209.58	-1.264	-0.468	-0.205	-0.662	0.689	0.001
14	1083.95	-1.314	-0.580	-0.355	-0.638	0.708	-0.000
15	1019.21	-1.335	-0.653	-0.479	-0.619	0.731	-0.000
16	998.34	-1.344	-0.689	-0.537	-0.611	0.764	-0.000
17	990.60	-1.344	-0.703	-0.569	-0.604	0.790	-0.000
18	987.44	-1.342	-0.709	-0.588	-0.599	0.808	-0.000
19	986.71	-1.341	-0.711	-0.595	-0.598	0.814	-0.000

20	985.82	-1.340	-0.714	-0.605	-0.596	0.824	-0.000
21	985.44	-1.339	-0.715	-0.612	-0.594	0.830	-0.000
22	985.28	-1.339	-0.716	-0.617	-0.594	0.833	-0.000
23	985.21	-1.339	-0.717	-0.620	-0.593	0.836	-0.000

Nota. No es posible reducir más la suma de los cuadrados.

Tabla R.5

Estimaciones finales de los parámetros (Sistema Original)

Tipo	Coef	SE Coef	Valor T	Valor p
AR 1	-1.3388	0.0249	-53.84	0.000
AR 2	-0.7169	0.0179	-39.95	0.000
SAR 87	-0.6196	0.0214	-28.91	0.000
MA 1	-0.5931	0.0322	-18.40	0.000
SMA 87	0.8358	0.0137	61.05	0.000
Constante	-0.00033	0.00598	-0.06	0.956

Nota1. Diferenciación: 1 regular, 1 estacional de orden 87

Nota2. Número de observaciones: Serie original 1822, después de diferenciar 1734.

Nota3. Los parámetros son estadísticamente significativos puesto que el valor de p es \leq al nivel de significancia α de 0.05 a excepción de la Constante. Fuente: Elaboración propia

Tabla R.6

Sumas de los cuadrados de los residuos (Sistema Original)

GL	SC	MC
1728	981.099	0.567765

Nota1. Se excluyeron los pronósticos retrospectivos.

Nota2. Fuente: Elaboración propia

Tabla R.7

Estadístico de chi-cuadrada modificado de Box-Pierce (Ljung-Box) (Sistema Original)

Desfase	12	24	36	48
Chi-cuadrada	280.44	500.75	1909.66	2146.00
GL	6	6	30	42
Valor p	0.000	0.000	0.000	0.000

Nota. Se deduce que el modelo no cumple con los supuestos del análisis dado que los valores p de los estadísticos chi-cuadrada de Ljung-Box no son todos mayores que el nivel de significancia α de 0.05.

1.4. Paso 4: Resultados clave

- De las estimaciones finales de los parámetros (AR 1, AR 2, SAR 87, MA 1 y SMA 87): Se aprecia un valor de p en todos casos menor al nivel de significancia α de 0.05 lo cual indica que los coeficientes obtenidos son estadísticamente significativos.

- De las sumas de los cuadrados de los residuos: Se aprecia un cuadrado medio del error de 0.577765.
- Del cumplimiento de los supuestos del análisis: Se aprecian valores de p del estadístico chi-cuadrada de Ljung-Box que son menores al nivel de significancia de 0.05. En adición, no se aprecia correlaciones significativas de residuos por lo que se concluye que el modelo no cumple con el supuesto que los residuos son independientes.

2. Aplicación del modelo ARIMA para el Sistema Modificado

2.1. Paso 1: Autocorrelación

Este apartado busca calcular y correlacionar las observaciones de una serie de tiempo (ocurrencia de incidentes para el contrato CB-029-12).

Tabla R.8

Función de autocorrelación: Autocorrelaciones de Ocurrencia (Sistema Modificado)

Desfase	ACF	T	LBQ
1	0.809377	34.55	1195.54
2	0.810676	22.77	2395.59
3	0.801537	17.97	3569.37
4	0.767584	14.79	4646.41
5	0.825678	14.28	5893.33
6	0.817198	12.78	7115.44
7	0.809358	11.65	8314.88
8	0.800218	10.75	9488.03
9	0.804788	10.18	10675.27
10	0.778675	9.34	11787.33
11	0.765619	8.77	12863.00
12	0.776064	8.54	13968.83
13	0.749951	7.94	15002.07
14	0.780633	7.99	16122.20
15	0.791737	7.83	17275.06
16	0.783251	7.50	18403.96
17	0.744741	6.92	19425.15
18	0.763673	6.92	20499.52
19	0.754527	6.66	21548.88
20	0.761701	6.57	22618.89

21	0.782585	6.59	23749.01
22	0.773445	6.37	24853.49
23	0.781279	6.29	25981.09
24	0.792377	6.25	27141.59
25	0.796940	6.15	28316.16
26	0.737527	5.58	29322.68
27	0.766897	5.71	30411.57
28	0.770808	5.63	31512.20
29	0.760363	5.46	32583.80
30	0.925525	6.54	34172.39
31	0.768196	5.31	35267.41
32	0.766891	5.22	36359.32
33	0.757751	5.08	37425.96
34	0.725757	4.80	38404.97
35	0.782545	5.11	39543.82
36	0.773412	4.98	40656.87
37	0.761655	4.84	41736.94
38	0.755779	4.74	42801.00
39	0.762308	4.72	43884.14
40	0.737500	4.52	44898.49
41	0.725750	4.39	45881.33
42	0.733583	4.40	46886.07
43	0.708770	4.20	47824.51
44	0.734882	4.32	48833.95
45	0.745334	4.33	49872.88
46	0.742723	4.27	50905.12
47	0.707470	4.03	51842.24
48	0.723138	4.08	52821.87
49	0.717256	4.01	53786.17
50	0.717250	3.98	54751.00
51	0.736828	4.05	55769.79
52	0.727694	3.97	56764.05
53	0.734875	3.97	57778.59
54	0.751849	4.03	58841.15
55	0.756418	4.02	59917.27
56	0.700929	3.69	60841.82
57	0.730305	3.82	61846.06
58	0.730299	3.79	62850.85
59	0.717895	3.69	63822.35
60	0.860862	4.40	65220.12
61	0.727687	3.68	66219.44
62	0.725729	3.64	67213.95
63	0.716589	3.57	68184.12
64	0.688518	3.41	69080.28
65	0.741390	3.64	70119.95
66	0.730951	3.57	71131.12
67	0.716583	3.47	72103.48
68	0.712666	3.43	73065.79
69	0.721152	3.45	74051.72
70	0.700262	3.33	74981.89

Análisis de una operación industrial de suministro de combustible Diésel B-5 y desarrollo de solución de optimización basada en las metodologías del PMI, ISO 9000, ISO 14000 y OHSAS 18000

71	0.690470	3.26	75886.74
72	0.693081	3.25	76798.96
73	0.668920	3.12	77649.19
74	0.689810	3.20	78553.86
75	0.695692	3.21	79474.55
76	0.698303	3.21	80402.70
77	0.672197	3.07	81263.24
78	0.685906	3.12	82159.75
79	0.681983	3.08	83046.54
80	0.676101	3.04	83918.61
81	0.692415	3.10	84833.79
82	0.682629	3.04	85723.79
83	0.686546	3.04	86624.56
84	0.710700	3.13	87590.38
85	0.715270	3.13	88569.22
86	0.664350	2.90	89414.14
87	0.687198	2.98	90318.71

Nota. Se verifica que la autocorrelación es mayor que 0 para todos los desfases y regularmente estacionaria.

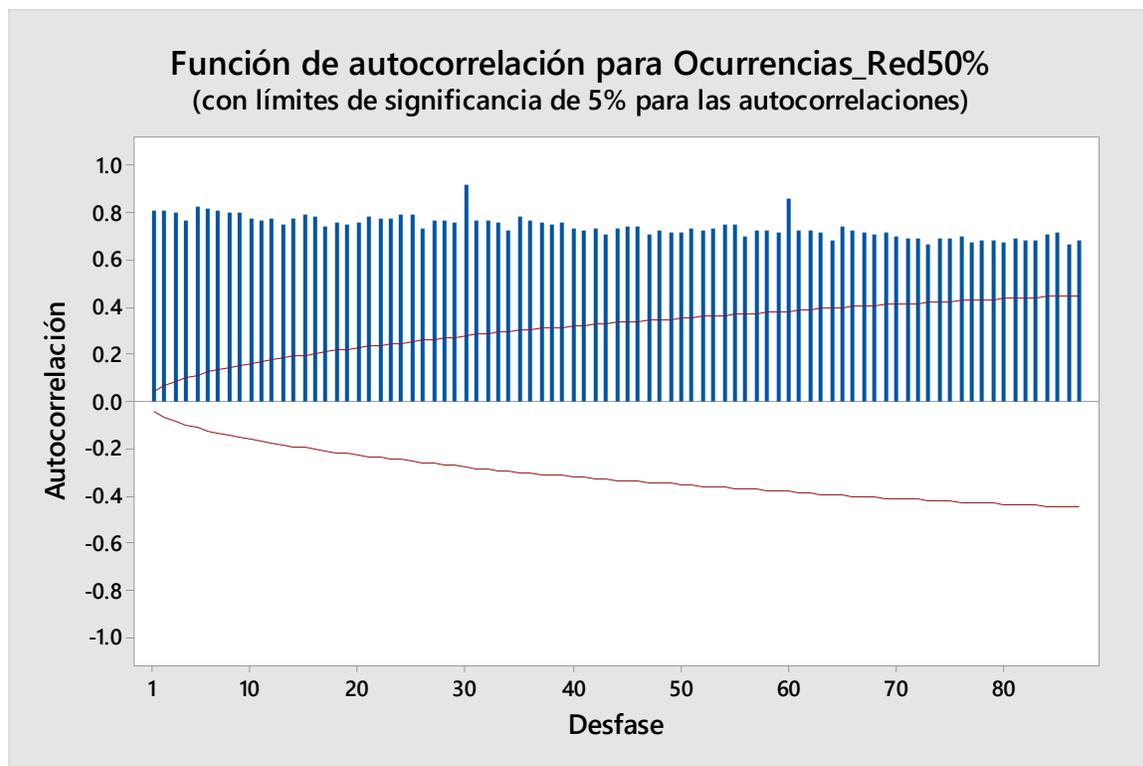


Figura R.3. Función de autocorrelación para la variable ocurrencia (Sistema Modificado)

Nota. Se aprecia una correlación estacionaria para todos los desfases.

2.2. Paso 2: Autocorrelación parcial

Este apartado busca calcular y correlacionar las observaciones de una serie de tiempo (ocurrencia de incidentes para el contrato CB-029-12) después de eliminar la autocorrelación de las observaciones entre los diferentes puntos temporales.

Tabla R.9

Función de autocorrelación parcial: Autocorrelaciones parciales para Ocurrencia (Sistema Modificado)

Desfase	PACF	T
1	0.809377	34.55
2	0.451090	19.25
3	0.277627	11.85
4	0.084635	3.61
5	0.344325	14.70
6	0.226710	9.68
7	0.129377	5.52
8	0.050925	2.17
9	0.157170	6.71
10	-0.020754	-0.89
11	-0.091807	-3.92
12	-0.001682	-0.07
13	-0.072350	-3.09
14	0.046032	1.96
15	0.118064	5.04
16	0.115012	4.91
17	-0.130079	-5.55
18	0.095665	4.08
19	0.075088	3.21
20	0.047040	2.01
21	0.040361	1.72
22	0.126477	5.40
23	0.088459	3.78
24	0.110590	4.72
25	0.171385	7.32
26	-0.195317	-8.34
27	-0.023496	-1.00
28	0.054359	2.32
29	-0.042589	-1.82
30	0.687903	29.36
31	-0.386940	-16.52
32	-0.232632	-9.93
33	-0.135281	-5.77
34	-0.044067	-1.88
35	-0.049072	-2.09

Análisis de una operación industrial de suministro de combustible Diésel B-5 y desarrollo de solución de optimización basada en las metodologías del PMI, ISO 9000, ISO 14000 y OHSAS 18000

36	-0.047450	-2.03
37	-0.139191	-5.94
38	-0.019880	-0.85
39	0.015487	0.66
40	0.011048	0.47
41	0.055094	2.35
42	-0.041699	-1.78
43	0.011896	0.51
44	0.024879	1.06
45	-0.018300	-0.78
46	0.003628	0.15
47	0.075250	3.21
48	0.035087	1.50
49	0.040217	1.72
50	-0.051912	-2.22
51	-0.010690	-0.46
52	0.045429	1.94
53	0.022301	0.95
54	0.018474	0.79
55	0.005467	0.23
56	0.019341	0.83
57	0.074598	3.18
58	0.020777	0.89
59	0.024664	1.05
60	-0.004711	-0.20
61	-0.065234	-2.78
62	-0.037363	-1.59
63	-0.047843	-2.04
64	-0.014028	-0.60
65	-0.028993	-1.24
66	-0.049904	-2.13
67	-0.036159	-1.54
68	0.003808	0.16
69	0.002511	0.11
70	0.042604	1.82
71	0.030747	1.31
72	-0.039574	-1.69
73	-0.024495	-1.05
74	-0.014655	-0.63
75	-0.041024	-1.75
76	-0.004423	-0.19
77	0.081966	3.50
78	0.047902	2.04
79	0.005737	0.24
80	-0.009233	-0.39
81	0.003980	0.17
82	0.011708	0.50
83	-0.020279	-0.87
84	0.026515	1.13
85	-0.007659	-0.33

86	0.005198	0.22
87	-0.063433	-2.71

Nota. Se evidencia que hay varios estadísticos T que se encuentran por debajo de un valor absoluto de 2 por lo que se deduce que la autocorrelación parcial en varios casos es igual o tiende a 0. Fuente: Elaboración propia

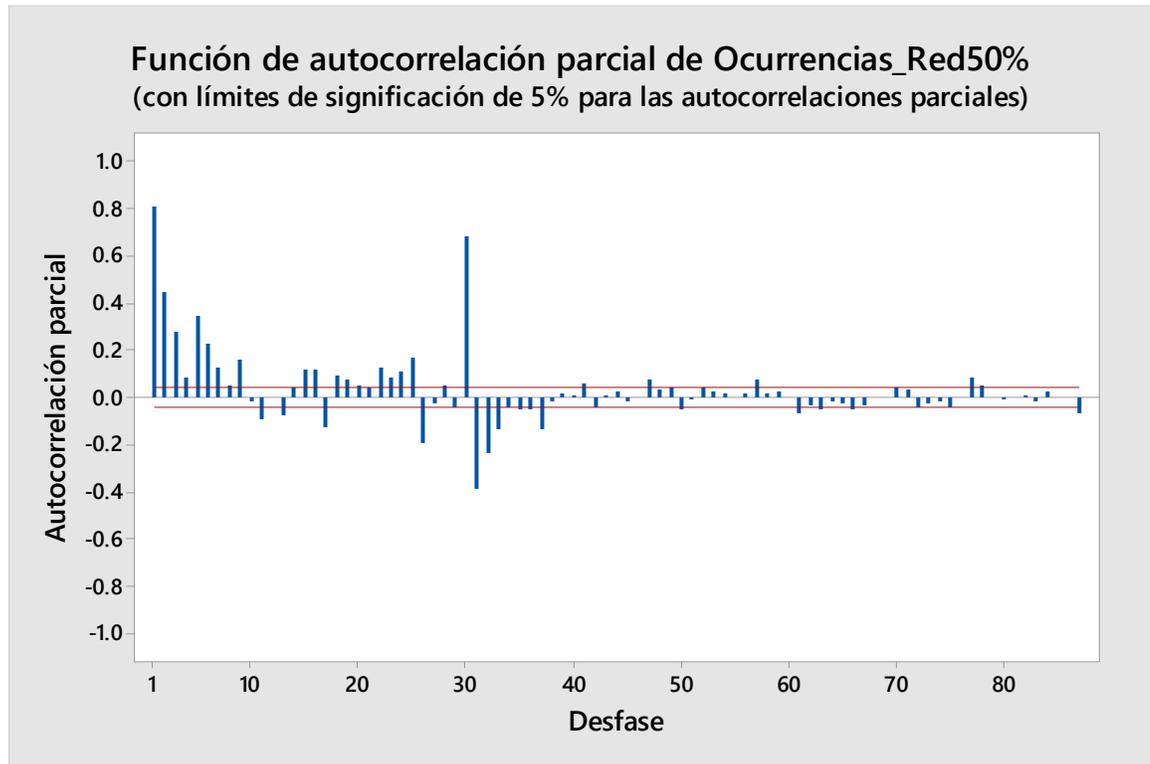


Figura R.4. Función de autocorrelación parcial para la variable ocurrencia (Sistema Modificado)

Nota. Se aprecia una correlación significativa en el desfase 1 que posteriormente disminuye y luego aumenta; se aprecian oscilaciones.

2.3. Paso 3: Modelo ARIMA

Se aplica el modelo ARIMA para generar un modelo que explique el comportamiento de las ocurrencias.

Tabla R.10
Modelo y términos del modelo (Sistema Modificado)

Términos				Valor	Observación
p	Parámetro AR	Autorregresivo	No estacional	2	Los desfases están significativamente correlacionados.
d	Diferenciador I	Diferencia	No estacional	1	La tendencia es lineal y la media no es constante.
q	Parámetro MA	Promedio Móvil	No estacional	1	
P	Parámetro AR	Autorregresivo	Estacional	1	Se tiene un patrón estacional.
D	Diferenciador I	Diferencia	Estacional	1	Se tiene un patrón estacional.
Q	Parámetro MA	Promedio Móvil	Estacional	1	Se tiene un patrón estacional.
Modelo		ARIMA (p,d,q) x (P, D, Q)			

La notación del modelo es de acuerdo con lo siguiente:

$$ARIMA(2,1,1)(1,1,1)_{87} \quad (R.3)$$

$$(1 - B)(1 - B^s)Y_t = \mu + \frac{\theta(B)\theta_{87}(B^{87})}{\phi(B)\phi_{87}(B^{87})} \times a_t \quad (R.4)$$

Donde,

Media: μ

Error aleatorio: a_t

Longitud de ciclo estacional: s ($s = 87$)

Tiempo indexado: t

Operador de desplazamiento: B

Operador autorregresivo: ϕ

Operador promedio móvil: θ

Tabla R.11
Estimaciones en cada iteración (Sistema Original)

Iteración	SSE	Parámetros				
0	1085.52	0.100	0.100	0.100	0.100	0.072
1	838.08	-0.050	0.094	0.026	0.174	0.031
2	732.81	-0.137	0.082	0.080	0.324	0.018
3	604.70	-0.280	0.050	0.062	0.474	0.005
4	522.84	-0.430	-0.011	0.007	0.596	0.000
5	476.85	-0.580	-0.118	-0.122	0.643	-0.000
6	462.10	-0.657	-0.216	-0.222	0.640	-0.000
7	459.04	-0.686	-0.258	-0.275	0.634	-0.000
8	458.44	-0.700	-0.278	-0.297	0.632	-0.000
9	458.33	-0.705	-0.286	-0.306	0.631	-0.000
10	458.31	-0.708	-0.289	-0.310	0.631	-0.000
11	458.31	-0.709	-0.291	-0.312	0.630	-0.000
12	458.31	-0.710	-0.292	-0.313	0.630	-0.000
13	458.31	-0.710	-0.292	-0.313	0.630	-0.000

Nota. El cambio relativo en cada estimación es menor que 0.001.

Tabla R.12
Estimaciones finales de los parámetros (Sistema Modificado)

Tipo	Coef	SE Coef	Valor T	Valor p
AR 1	-0.7097	0.0232	-30.62	0.000
AR 2	-0.2919	0.0230	-12.68	0.000
SAR 87	-0.3131	0.0299	-10.46	0.000
SMA 87	0.6304	0.0244	25.82	0.000
Constante	-0.00025	0.00488	-0.05	0.959

Nota1. Diferenciación: 1 regular, 1 estacional de orden 87

Nota2. Número de observaciones: Serie original 1822, después de diferenciar 1734.

Nota3. Los parámetros son estadísticamente significativos puesto que el valor de p es \leq al nivel de significancia α de 0.05 a excepción de la Constante.

Tabla R.13
Sumas de los cuadrados de los residuos (Sistema Original)

GL	SC	MC
1729	453.381	0.262222

Nota1. Se excluyeron los pronósticos retrospectivos.

Nota2. Fuente: Elaboración propia

Tabla R.14
Estadístico de chi-cuadrada modificado de Box-Pierce (Ljung-Box) (Sistema Original)

Desfase	12	24	36	48
Chi-cuadrada	360.45	515.71	2027.18	2136.94
GL	7	19	31	43
Valor p	0.000	0.000	0.000	0.000

Nota. Se deduce que el modelo no cumple con los supuestos del análisis dado que los valores p de los estadísticos chi-cuadrada de Ljung-Box no son todos mayores que el nivel de significancia α de 0.05.

2.4. Paso 4: Resultados clave

- De las estimaciones finales de los parámetros (AR 1, AR 2, SAR 87, MA 1 y SMA 87): Se aprecia un valor de p en todos casos menor al nivel de significancia α de 0.05 lo cual indica que los coeficientes obtenidos son estadísticamente significativos.
- De las sumas de los cuadrados de los residuos: Se aprecia un cuadrado medio del error de 0.262222.
- Del cumplimiento de los supuestos del análisis: Se aprecian valores de p del estadístico chi-cuadrada de Ljung-Box que son menores al nivel de significancia de 0.05. En adición, no aprecia correlaciones significativas de residuos por lo que se concluye que el modelo no cumple con el supuesto que los residuos son independientes.

APÉNDICE S: REPORTES DE RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

1. Visualización gráfica del estudio

La presente investigación es del tipo DEXPLOS en modalidad comparativa y su esquema es representado de acuerdo con la siguiente figura:

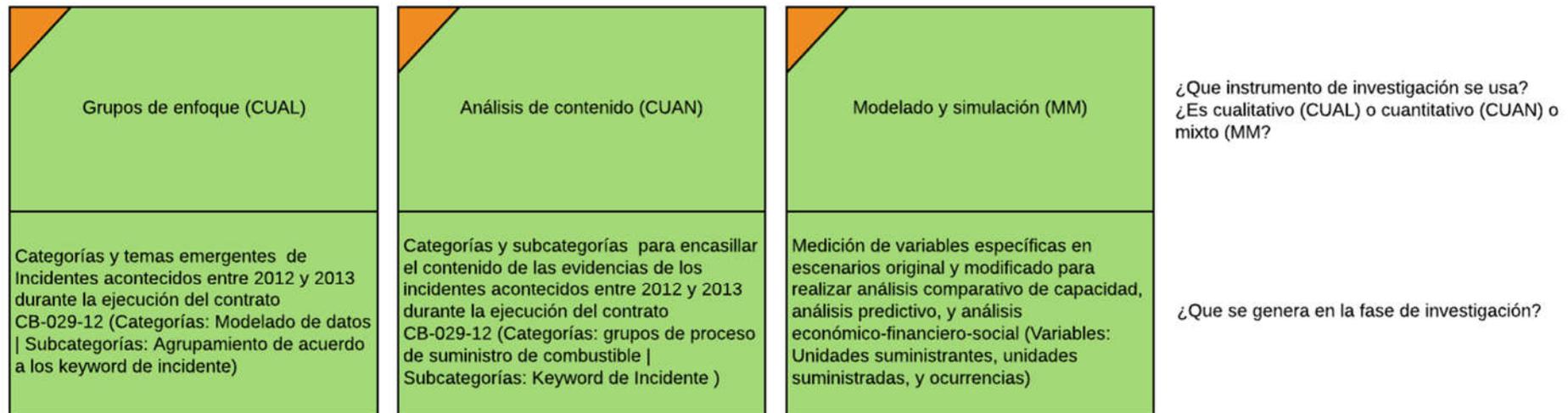


Figura S.1. Visualización gráfica de la investigación tipo DEXPLOS

2. Reporte de resultados de investigación en fase cualitativa

Tabla S.1
Reporte de resultados de investigación en fase cualitativa

Tipo de Investigación		Investigación en fase cualitativa	
Parte		Resultado	Referencias
1	Unidades y categorías	<u>Unidades de análisis</u> : 51 keywords de incidentes que agrupan a 274 casos que refieren a incidentes acontecidos y relacionados directamente con la ejecución del contrato CB-029-12 entre el 2012 y 2013.	Tabla 4.1
		Categorías: 5 categorías; (1) Identificación (2) Descripción (3) Clasificación del incidente (4) Análisis causal (5) Oportunidad de mejora	Tabla 4.2 a Tabla 4.6
2	Relaciones entre categorías	Tipo de relación: Secuencia (1) Identificación → (2) Descripción → (3) Clasificación del incidente → (4) Análisis causal → (5) Oportunidad de mejora	Figura 4.2
		Visualización de las relaciones (Modelo de datos) Los datos se organizan de acuerdo con un modelo de datos basado en un diagrama entidad-relación.	Apéndice F
3	Temas	Temas de incidentes: 51 (keywords de incidentes)	Tabla 4.7
		Temas de mejora continua: 5 subcategorías - nivel 1, 12 subcategorías - nivel 2, y 11 subcategorías - nivel 3	Figura 4.3 Tabla 4.6
4	Relaciones entre temas	La relación entre temas se por medio de análisis: Análisis por caso → Temas de incidentes → Análisis causal de incidentes → Temas de mejora continua → Análisis de oportunidad de mejora	Figura 4.3
		Análisis por caso Se trabaja con 51 temas de incidentes (keywords de incidentes) que agrupan los 274 casos.	Figura 4.3

Análisis causal por incidentes

Tabla 4.5

Los 274 casos agrupados en 51 keywords de incidentes son clasificados de acuerdo con análisis causal de XSTRATA mediante el cual se determina la(s) causa(s) inmediata(s) y básica(s), e ineffectividad de control de cada caso.

Análisis de oportunidad de mejora

Tabla 4.6

Para cada caso se determina(n) la(s) oportunidades de mejora en base a 5 bloques de relaciones: (1) Basadas en el enfoque de procesos (2) Basadas en el enfoque de análisis cuantitativo (3) Basadas en el enfoque de competencias (4) Basadas en el Diéssel B-5 (5) Basadas en el modelo de desarrollo sostenible

5 Patrones y descubrimientos

Modelo teórico para la mejora del modelo de negocio del contrato CB-029-12: modus operandi para obtener una o varias mejoras del modelo de negocio del contrato CB-029-12 a partir de lo acontecido.

Figura 4.4

Vínculos principales detectados en base a niveles de frecuencia:

Figura 4.5

- Incidentes más frecuentes: Incumplimiento de programación, no conformidades en el equipamiento de camiones cisterna, y fallas mecánicas
- Incidentes más frecuentes por tipo y por potencial: Falla operacional / bajo y mediano potencial
- Oportunidades de mejora más frecuentes: Gestión de la cadena de suministro, gestión de contratos, buenas prácticas para la gestión de proyectos.

Número de hipótesis generadas: 2

(Programación de suministro e incumplimiento en equipamiento de camiones cisterna)

Número de teorías generadas: 2

(Gestión de cadena de suministro poco adecuado; y gestión de contratos insuficiente)

Número de explicaciones generadas: 2

(Fallas operacionales de bajo y mediano potencial; fallas en programas o sistemas, en cumplimiento de estándares, y en mejoramiento continuo)

6	Dependencia, credibilidad, transferencia	<u>Dependencia:</u> Se cuenta con evidencias documentarias; se cuenta con la institucionalidad necesaria en Perú para corroborar las ocurrencias.
		<u>Credibilidad:</u> El investigador ha tenido contacto con las partes; se maneja evidencia documentaria que permite mantener cierto nivel de objetividad.
		<u>Transferencia:</u> La presente investigación sería útil para operaciones industriales similares pertenecientes al sector minero del Perú.

3. Reporte de resultados de investigación en fase cuantitativa

Tabla S.2

Reporte de resultados de investigación en fase cuantitativa

Tipo de Investigación		Investigación en fase cuantitativa	
Parte		Resultado	Referencias
1	Unidades y categorías	<u>Unidades de análisis</u> : 51 keywords de incidentes que agrupan a 274 casos que refieren a incidentes acontecidos y relacionados directamente con la ejecución del contrato CB-029-12 entre el 2012 y 2013.	Tabla 4.1
		<u>Categorías de investigación en fase cualitativa</u> : 5 categorías; (1) Identificación (2) Descripción (3) Clasificación del incidente (4) Análisis causal (5) Oportunidad de mejora	Tabla 4.2 a Tabla 4.6 Tabla 5.1
		Grupos de categorías generadas en investigación en fase cuantitativa.	Tablas 5.3
2	Instrumento de recolección de datos	Método cuantitativo de recolección de datos: Modelado de datos en base a diagrama de relación	Apéndice F
		Técnica: Análisis de contenido cuantitativo	
		Instrumento: Modelo de datos	Apéndice F
		Administrador: Investigador (autor de la tesis)	
3	Exploración de datos	[A] Distribución de frecuencias por categorías generadas en la investigación en fase cualitativa	Figura 5.1 a la 5.5
		[B] Distribución de frecuencias por grupos de categorías generadas en la investigación en fase cualitativa	Figura 5.6 y 5.7
		[C] Medidas de tendencia central, de variabilidad, y pruebas de normalidad de los grupos de categorías	Figura 5.8 a 5.10
		[D] Razones y tasas	Tabla 5.4 - Tabla 5.6

Análisis de una operación industrial de suministro de combustible Diésel B-5 y desarrollo de solución de optimización basada en las metodologías del PMI, ISO 9000, ISO 14000 y OHSAS 18000

4	Confiabilidad, validez, y objetividad	<p>Confiabilidad Método para determinar la confiabilidad: Mitades partidas # de análisis de elementos: 8 Correlación de Pearson: 0.661 - 0.951 Alfa de Cronbach: 0.5246 - 0.9684 Nivel de Similitud: Fiabilidad baja (0), regular (1), alta (7). Nivel de consistencia interna: Fiabilidad baja (1), regular (1), alta (6).</p>	Tabla 5.7 y 5.8 Apéndice G
		<p><u>Validez</u> [A] Obtención: (Validez de contenido + validez de criterio + validez de constructo) / 3 [B] Validez global del instrumento: 0.88985</p>	Tabla 5.9 y Tabla 5.10
		<p><u>Objetividad</u> [A] Permeabilidad (Limitación: 1 único investigador.) [B] Estandarización (Utilización de estándares a nivel internacional: calidad, ambiente, seguridad industrial e higiene.)</p>	
5	Prueba de hipótesis	<p><u>Paso 1: Recolección de datos de la muestra de referencia</u> 51 keywords de incidentes que agrupan a 274 casos que refieren a incidentes acontecidos y relacionados directamente con la ejecución del contrato CB-029-12 entre el 2012 y 2013</p>	Tabla 4.1 y Tabla 5.2
		<p>Paso 2: Cálculo de estadígrafos en base a la muestra de referencia Variable: Ocurrencia</p>	Figura 5.11
		<p><u>Paso 3: Inferencia de parámetros mediante una técnica estadística</u> [A] Modelo utilizado: Método de Holt-Winters [B] Finalidad de la utilización del modelo: Generar pronósticos y estimar los parámetros poblacionales.</p>	Figura 5.12 Apéndice H

Paso 4: Probación de hipótesis poblacionales

Tabla 5.11
Apéndice I

[A] Muestras

Muestra 1: Muestra referencial de 274 incidentes acontecidos en 533 días.

Muestra 2: Pronóstico de ocurrencias de incidentes para el contrato CB-029-12 durante 1822 días (periodo de vigencia contractual) generado por medio del método Holt-Winters.

[B] Pruebas

Prueba 1: Media: No difiere significativamente

Prueba 2 y 3: Desviación estándar: Muestra 1 significativamente mayor que Muestra 2.

Paso 5: Interpretación de resultados

Generalización: Adecuada

Paso 6: Limitaciones de los resultados

Factores de influencia no considerados: Ciclo de vida de proyecto y conflictividad

6

Análisis
paramétrico

[A] Análisis 1

Objetivo: Analizar el efecto de los tipos de incidentes en el sistema de gestión original.

Variables: Tipo de incidente (factor); Fecha (Respuesta)

Método: ANOVA one-way

Resultado: El factor (tipo de incidente) explica en un 28.78% la variación de la respuesta (Fecha).

Tabla 5.12
Apéndice J

[B] Análisis 2

Objetivo: Analizar la relación entre el número de responsables y el sistema de gestión original.

Variables: Tipo de incidente (Factor); Fecha (Respuesta)

Método: Regresión lineal

Resultado (Modelo): $Y = 0.04193 + 0.008421 X - 0.000010 X^2$

Tabla 5.12
Apéndice J

Análisis de una operación industrial de suministro de combustible Diésel B-5 y desarrollo de solución de optimización basada en las metodologías del PMI, ISO 9000, ISO 14000 y OHSAS 18000

7 Análisis multivariante [A] Grupo de Análisis Multivariante 1
 Método: Regresión múltiple
 # Análisis efectuados: 5
 Resultado representativo: La variable dependiente Severidad es explicada en 99.48% por la variable independiente Número de Responsables y la variable categórica Tipo de incidente. Tabla 5.13
Apéndice K

[B] Grupo de Análisis Multivariante 2 Tabla 5.14
Apéndice K
 Método: Modelo lineal general
 # Análisis efectuados: 7
 Variable dependiente: Severidad (Respuesta)
 Variable independiente: Fecha del incidente (Predictor/Covariable)
 Variable categórica: Distintas variables para los 7 análisis (Factor)
 Resultados: Aceptables (Se verifican relaciones)

[C] Grupo de Análisis Multivariante 3 Tabla 5.15
Apéndice K
 Método: Modelo de efectos mixtos (Datos generales y Clasificación)
 # Análisis efectuados: 2
 Variable dependiente: Severidad (Respuesta)
 Variable independiente: Fecha del incidente (Predictor/Covariable)
 Variables categóricas: Distintas variables para los 2 análisis (Factores aleatorios y fijos)
 Resultados: Aceptables (Se verifican relaciones)

[D] Grupo de Análisis Multivariante 4 Tabla 5.16
Apéndice K
 Método: Modelo de efectos mixtos (Análisis causal)
 # Análisis efectuados: 3
 Variable dependiente: Severidad (Respuesta)
 Variable independiente: Fecha del incidente (Predictor/Covariable)
 Variables categóricas: Distintas variables para los 3 análisis (Factores aleatorios y fijos)
 Resultados: Aceptables (Se verifican relaciones)

[E] Grupo de Análisis Multivariante 5
Método: Modelo de efectos mixtos (Bloques de relaciones)
Análisis efectuados: 5
Variable dependiente: Severidad (Respuesta)
Variable independiente: Fecha del incidente (Predictor/Covariable)
Variables categóricas: Distintas variables para los 5 análisis (Factores aleatorios y fijos)
Resultados: Aceptables (Se verifican relaciones)

Tabla 5.17
Apéndice K

8	Análisis de contenido	Objetivo: Verificar el nivel de correspondencia a nivel cualitativo entre las computaciones de la investigación en fase cuantitativa y ciertas fuentes bibliográficas fidedignas por año de operación hasta del 2012 al 2016. Resultado: Para los años 2012 y 2013 se verifica un nivel de similitud entre regular y alto; en adelante, el nivel de similitud es bajo.	Tabla 5.18
---	-----------------------	---	------------

4. Reporte de resultados de investigación en fase integradora

Tabla S.3
Reporte de resultados de investigación en fase integrada

Tipo de Investigación		Investigación en fase integrada	
Parte		Resultado	Referencias
1	Unidad de análisis y categorías	<u>Unidades de análisis</u> : Unidades suministrantes diarias y unidades suministradas diarias que componen el suministro de combustible del contrato CB-029-12 a un nivel prescriptivo.	Tabla 6.1 Tabla 6.2
		<u>Categorías</u> : Tipo de sistema de gestión de contrato; tipo de ocurrencia	Tabla 6.1 Tabla 6.2
2	Instrumento de recolección de datos	Método cuantitativo de recolección de datos: Modelado y simulación de sistemas dinámicos	
		Técnica: Enfoque de análisis cuantitativo	
		Instrumento: Modelo y simulador de Suministro de Combustible para Sistema de Gestión de Contrato	Apéndice L, M, N
3	Exploración de datos	[A] Estadísticos descriptivos	Figura 6.1
		[B] Distribución de frecuencias	Figura 6.2
		[C] Medidas de tendencia central, de variabilidad, y pruebas de normalidad de los grupos de categorías	Figura 6.3
		[D] Razones y tasas	Tabla 6.3

4	Confiabilidad, validez, y objetividad	<u>Confiabilidad</u> Método para determinar la confiabilidad: Formas alternas # de análisis de elementos: 1 Correlación de Pearson: 0.918 Alfa de Cronbach: 0.9571 Nivel de Similitud: Fiabilidad alta Nivel de consistencia interna: Fiabilidad alta	Tabla 6.4 y 6.5 Apéndice O
		<u>Validez</u> [A] Obtención: (Validez de contenido + validez de criterio + validez de constructo) / 3 [B] Validez global del instrumento: 0.9583	Tabla 6.6 y 6.7 Apéndice O
		<u>Objetividad</u> [A] Permeabilidad (Limitación: 1 único investigador.) [B] Estandarización (Utilización de modelo con componentes aceptados en el sector de energía y minas.)	
5	Análisis comparativo de capacidad	[A] Análisis comparativo de capacidad 1 Proceso - Línea Base: Variables del sistema original Proceso - Mejorada: Variables del sistema modificado Resultado: La probabilidad de producir una unidad sin defecto mejoró de 62.0% a 87.6%. Contexto: Reducción de 75% de incidentes:	Tabla 6.8 Apéndice P
		[B] Análisis comparativo de capacidad 2 Proceso - Línea Base: Variables del sistema original Proceso - Mejorada: Variables del sistema modificado Resultado: La probabilidad de producir una unidad sin defecto mejoró de 62.0% a 76.4%. Contexto: Reducción de 50% de incidentes:	Tabla 6.8 Apéndice P

[C] Análisis comparativo de capacidad 3 Tabla 6.8
 Proceso - Línea Base: Variables del sistema original Apéndice P
 Proceso - Mejorado: Variables del sistema modificado
 Resultado: La probabilidad de producir una unidad sin defecto mejoró de 62.0% a 68.7%.
 Contexto: Reducción de 25% de incidentes:

6	Análisis predictivo	<p><u>Propósito:</u> Escoger modelos predictivos que expliquen los datos.</p> <p><u>Problema:</u> Se requieren detectar patrones de comportamiento de los datos.</p> <p><u>Análisis predictivo 1:</u> Aprendizaje automático Tabla 6.3, 6.5, 6.8, 6.9, 6.10</p> <p>[A1] Aprendizaje automático sin supervisión - Escenario: Sistema original Figura 6.5, 6.6, 6.7, 6.8</p> <p>Algoritmo K-Means: 5 centroides Apéndice Q</p> <p>Evaluación: Se aprecia una tendencia respecto de las ocurrencias para con las operaciones que incluyen 7 unidades suministradas diarias (base = probabilidad de ocurrencia).</p> <p>[A2] Aprendizaje automático sin supervisión - Escenario: Sistema modificado</p> <p>Algoritmo K-Means: 5 centroides</p> <p>Evaluación: Se aprecia una tendencia respecto de las ocurrencias para con las operaciones que incluyen 7 u 8 unidades suministradas diarias (base = probabilidad de ocurrencia).</p> <p>[B1] Aprendizaje automático con supervisión - Escenario: Sistema original</p> <p>Modelo predictivo más adecuado: Bosque al azar (random forest) / k-vecino más cercanos (k-nearest neighbour)</p> <p>[B2] Aprendizaje automático con supervisión - Escenario: Sistema modificado</p> <p>Modelo predictivo más adecuado: k-vecino más cercanos (k-nearest neighbour)</p>
---	---------------------	--

Análisis predictivo 2: Modelado dinámico de series temporales
 [A] Sistema Original
 Modelo: Modelo autorregresivo integrado de promedio móvil (ARIMA)
 Especificación: ARIMA (2, 1, 1) x (1, 1, 1)
 [A] Sistema Modificado
 Modelo: Modelo autorregresivo integrado de promedio móvil (ARIMA)
 Especificación: ARIMA (2, 1, 1) x (1, 1, 1)

Tabla 6.9, 6.10, 6.11, 6.12,
 6.13
 Figura 6.4, 6.7
 Apéndice R

7 Análisis económico-financiero-social

Propósito: Evidenciar la mejor condición económica del sistema modificado frente al sistema original, y generar un valor referencial correspondiente al incremento.

Metodología: Análisis comparativo u horizontal

Recolección de datos: Se recolecta y se genera datos prescriptiva relativa a las ventas industriales.

Tabla 6.17

Procesamiento de la datos y análisis de resultados:

[A] Resultados desde una perspectiva de giro de negocio

Ingreso potencial por incremento en ventas industriales en Soles: S/ 17,429,168 (incremento en ventas industriales de 1.6459%)

[B] Resultados desde una perspectiva tributaria

Ingreso tributario potencial por incremento en ventas industriales en Soles: S/ 5,207,373 (incremento en recaudación tributaria de 1.6332%)

Tabla 6.18, 6.19

Figura 6.10

Evaluación:

- Se evidencia cierto nivel de correspondencia con la realidad práctica.
- Se evidencia la mejor condición económica de la solución modificada respecto de la solución original.