

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ
ESCUELA DE POSGRADO



**IMPLEMENTACIÓN DE LAS BUENAS PRÁCTICAS DE ITIL APLICADO A
LA PEQUEÑA MINERÍA**

Trabajo de investigación para optar el grado de Magíster en Regulación,
Gestión y Economía Minera

DEXTRE TUYA JESÚS OLMEDO

Dirigido por

GÓMEZ DE LA TORRE GUTIERREZ EMILIO

San Miguel, septiembre 2020

RESUMEN

En los últimos años el uso de las tecnologías de información (T.I) en el rubro minero ha ido avanzando a un ritmo acelerado, pero esto implica que el uso de dicha tecnología debe ir acompañada de una adecuada gestión. La manera de gestionar estos recursos tecnológicos a través de estándares, metodologías y un conjunto de buenas prácticas, como lo es ITIL, también se ha ido actualizando, con el objetivo de incrementar la eficiencia en la gestión de los recursos de T.I que emplea la minería.

El negocio minero depende en gran medida del uso de estas tecnologías de información, ya que controlan los principales procesos operativos del negocio, pues, en el caso de no contar con una administración adecuada se suscitarían problemas como la paralización de la producción, lo que impactaría negativamente en los ingresos por ventas de la empresa minera.

El valor económico de una empresa minera se basa en tres ejes principales: los recursos minerales, la gestión y la tecnología implementada. El presente estudio se va a enfocar en el segundo eje que es la gestión relacionada a las tecnologías de la información en la minería de pequeña escala, ya que muchas de estas empresas no cuentan con una eficiente gestión de sus recursos en el área de T.I; es por ello, que se busca demostrar la importancia de la aplicación de los lineamientos de ITIL con el objetivo de maximizar la capacidad de dicha tecnología, lo cual a su vez impactará positivamente en los ingresos económicos y así incrementar el valor de la empresa. La viabilidad de lo mencionado anteriormente se puede demostrar analizando indicadores financieros como el VAN y la TIR.

ÍNDICE

Resumen	ii
Lista de Tablas.....	v
Lista de Figuras	vii
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	1
1.1. Implementación de las buenas prácticas de ITIL aplicado a la pequeña minería	1
1.2. Hipótesis.....	3
1.3. Objetivos	4
1.4. Metodología y campo académico	4
CAPÍTULO II: ESTADO DEL ARTE	5
2.1. Importancia de la implementación tecnológica en el negocio minero	5
2.2. Importancia de la gestión de servicios T.I en el negocio minero	7
2.3. Principales problemas que afronta la pequeña minería por falta de una gestión eficiente de servicios T.I	7
2.4. Marcos o estándares principales para implementar una eficiente gestión de servicios T.I en empresas del rubro de la pequeña minería	14
2.5. Cuantificación del impacto económico en empresas del rubro de la pequeña minería debido a una falta o ineficiente gestión de servicios de T.I.....	18
2.6. Marco Teórico.....	19
CAPÍTULO III: PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	20
3.1. Análisis del caso estudio: Minera Yarabamba.....	20
3.2. Evaluación económica del proyecto minero Yarabamba.....	21
3.2.1. Dimensión del proyecto	21
3.2.1.1.Reporte de reservas	26
3.2.1.2.Vida de la mina (Life of mine – LOM).....	26
3.2.2. Cálculo del valor del mineral después de fundición y refinación (NSR)	27
3.2.2.1.Datos económicos del proyecto en estudio	27
3.2.3. Ingresos económicos en condiciones óptimas de operación	35
3.2.4. Problemas causantes de un impacto económico negativo por falta de una eficiente gestión de servicios de T.I.....	36
3.2.5. Cálculo del impacto económico negativo en relación a los problemas generados por falta de una eficiente gestión de servicios de T.I.....	49

3.2.5.1. Proyección del impacto económico del periodo 2019 al 2034	55
3.2.6. Análisis financiero del proyecto antes de implementar ITIL	62
CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN	78
4.1. Justificación de la selección de ITIL para ser implementada en el área de T.I de la empresa minera Yarabamba.....	78
4.2. Análisis y proceso de implementación de las gestiones de ITIL como solución a los problemas que afronta Yarabamba	80
4.2.1. Implementación de Gestión de Incidentes	82
4.2.2. Implementación de Gestión de Problemas	85
4.2.3. Implementación de Gestión de Cambios	89
4.3. Proyección de los flujos para el periodo 2019 – 2034 después de implementar ITIL.....	95
4.3.1. Proyección de la frecuencia de ocurrencia de cada problema relacionado al área de tecnologías de la información	95
4.3.2. Proyección de la duración de cada problema relacionado al área de tecnologías de la información	97
4.3.3. Proyección de Ingresos por ventas reales después de implementar ITIL.....	100
4.3.4. Indicadores financieros	113
4.3.5. Análisis de sensibilidad	114
Conclusiones	116
Recomendaciones	118
Bibliografía	119

LISTA DE TABLAS

Tabla 1: Precios de los metales para la evaluación del año 2017	25
Tabla 2: Precios de los metales para la evaluación del año 2018	25
Tabla 3: Precios de los metales para la evaluación del periodo 2019 - 2034 ..	25
Tabla 4: Reporte de reservas al año 2019, según formato de NI-43-101	26
Tabla 5: Cálculo de la vida de la mina.....	27
Tabla 6: Ley del concentrado de cobre - oro	28
Tabla 7: Ley del concentrado de oro	28
Tabla 8: Leyes pagables del concentrado	29
Tabla 9: Ley pagable del Concentrado de Cu-Au y del Concentrado Au	29
Tabla 10: Maquila por fundición en el Concentrado de Cu – Au y Concentrado de Au	30
Tabla 11: Maquila por refinación Concentrado de Cu - Au	30
Tabla 12: Maquila por refinación Concentrado de Au	31
Tabla 13: Elementos que pueden afectar el valor del concentrado	31
Tabla 14: Penalidades por arsénico - estibina (As + Sb) y bismuto	32
Tabla 15: Leyes de los minerales	32
Tabla 16: Cotizaciones consideradas.....	33
Tabla 17: Resumen del valor de cada metal después de deducciones	33
Tabla 18: Recuperaciones totales	34
Tabla 19: Ingresos para el año 2017 en condiciones óptimas de operación....	35
Tabla 20: Ingresos para el año 2018 en condiciones óptimas de operación....	35
Tabla 21: Ingresos para los años 2019 - 2034 en condiciones óptimas de operación	36
Tabla 22: Frecuencia de fallos debido a una mala conectividad.....	39
Tabla 23: Frecuencia de fallos debido a un funcionamiento incorrecto hardware	40
Tabla 24: Frecuencia de fallos a causa de actualizaciones del servidor.....	42
Tabla 25: Frecuencia de fallos debido a un inadecuado uso del sistema ERP	43
Tabla 26: Frecuencia de fallas debido a una deficiente migración de datos	45
Tabla 27: Duración promedio de cada tipo de problema del presente análisis	49
Tabla 28: Impacto en los ingresos debido a una mala conectividad	50
Tabla 29: Impacto en los ingresos debido a un funcionamiento incorrecto del hardware	51
Tabla 30: Impacto en los ingresos debido a fallos en las actualizaciones del servidor	52

Tabla 31: Impacto en los ingresos debido a un inadecuado uso del sistema ERP	53
Tabla 32: Impacto en los ingresos debido a una deficiente migración de datos	54
Tabla 33: Proyecciones del impacto económico generado por los problemas del presente análisis	56
Tabla 34: Ingresos por ventas reales tomando en cuenta el impacto económico que generan los cinco problemas analizados	57
Tabla 35: Comparativa del impacto económico respecto a los ingresos totales en condiciones óptimas de operación	60
Tabla 36: CAPEX o inversión	62
Tabla 37: OPEX o Costo de operación	62
Tabla 38: Activos de la empresa	63
Tabla 39: Datos económicos para realizar flujo de caja	64
Tabla 40: Flujo de caja libre (US\$)	65
Tabla 41: Cálculo del VAN y el TIR del flujo de caja libre	67
Tabla 42: Amortizaciones y depreciaciones (US\$)	68
Tabla 43: Estado de resultados del año 2020 (US\$)	69
Tabla 44: Flujo de caja económico después de impuestos (US\$)	71
Tabla 45: Cálculo del VAN y el TIR del flujo de caja económico (después de impuestos)	73
Tabla 46: Garantía del plan de cierre	74
Tabla 47: Saldo de caja del flujo de caja financiero	76
Tabla 48: Cálculo del VAN y el TIR del flujo de caja financiero	77
Tabla 49: Impacto en los ingresos después de implementar ITIL (cuarto trimestre 2019)	93
Tabla 50: Duraciones promedio por tipo de problema	98
Tabla 51: Tiempos de atención en la solución por problema	98
Tabla 52: Tiempos de atención proyectados en la solución por problema	99
Tabla 53: Impacto en los ingresos de la empresa después de implementar ITIL	101
Tabla 54: Ingresos al implementar ITIL	103
Tabla 55: Flujo de caja libre	106
Tabla 56: Flujo de económico después de impuestos (US\$)	108
Tabla 57: Cronograma de la implementación de ITIL	111
Tabla 58: Flujo de caja financiero (considerando gastos financieros de la garantía del cierre de mina)	112

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Gráfico de Precios del cobre (\$/TM) de Enero 2009-Octubre 2019 ..	23
Figura 2: Gráfico de Precios del oro (\$/Oz) de Enero 2009-Octubre 2019	24
Figura 3: Gráfico de Precios de la plata (\$/Oz) de Enero 2009-Octubre 2019 .	25
Figura 4: Recuperación total del valor inicial del mineral	34
Figura 5: Gráfico de la frecuencia de fallos debido a una mala conectividad...	40
Figura 6: Gráfico de frecuencia de fallos debido a un funcionamiento incorrecto del hardware en el servidor	41
Figura 7: Frecuencia fallos a causa de actualizaciones del servidor	43
Figura 8: Gráfico de frecuencia de fallos debido a un inadecuado uso del sistema ERP	44
Figura 9: Gráfico de frecuencia de falla debido a una deficiente migración de datos	46
Figura 10: Gráfico de porcentaje de incremento de la frecuencia de ocurrencia de cada problema 2017 – 2019.....	47
Figura 11: Gráfico resumen de las tendencias de la frecuencia de ocurrencia de cada uno de los cinco problemas analizados	48
Figura 12: Gráfico resumen de incrementos en el impacto económico generado por cada problema durante el periodo 2017 - 2019	55
Figura 13: Impacto económico generado por los problemas materia de análisis	59
Figura 14: Gráfico del porcentaje del impacto económico año a año respecto de los ingresos en condiciones óptimas de operación	61
Figura 15: Diagrama de flujo de la gestión de incidentes a implementarse	83
Figura 16: Diagrama de flujo de la gestión de problemas a implementarse.....	87
Figura 17: Diagrama de flujo de la gestión de cambios a implementarse	90
Figura 18: Frecuencia de ocurrencia anual por cada tipo de problema	96
Figura 19: Grafico de Ingresos al implementar ITIL.....	104
Figura 20: Comparativo de indicadores financieros.....	113
Figura 21: Gráfico de sensibilidad del VAN respecto a tres variables.....	114
Figura 22: Gráfico de sensibilidad de la TIR respecto a tres variables.	115

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

1.1. Implementación de las buenas prácticas de ITIL aplicado a la pequeña minería

En la actualidad, a nivel mundial, las tecnologías de información siguen creciendo de una manera vertiginosa y acelerada al interior de las principales organizaciones empresariales mineras; esta velocidad radica en que son cada vez más las empresas mineras que invierten en tecnologías de información que les aseguren un crecimiento económico, ventajas competitivas sobre sus competidores, procesos automatizados y un control más detallado para la toma de decisiones empresariales. Por ejemplo, la empresa minera Antamina implementó el uso de drones para supervisar su operación, reducir la posibilidad de accidentes y mejorar su rentabilidad (Chiu y Reyes, 2018).

Sin embargo, no solo la adquisición de dichas tecnologías, ni la excelencia operativa de los servicios relacionados con tecnologías, garantizan el éxito y eficiencia empresarial minera que buscan, ya que un factor también muy importante es la eficiencia en la gestión de dichos servicios tecnológicos. La incorrecta gestión de la tecnología puede convertirse en un factor que, en vez de ayudar a surgir a la empresa, lo que genere sean tropiezos que trunquen el desarrollo deseado.

En el Perú, existen algunas empresas dedicadas a la pequeña minería, cuya gestión del área tecnológica no se realiza de manera eficiente y con un manejo de calidad; es decir, no cuentan con una gestión en tecnología que asegure que la organización minera esté haciendo un uso correcto de las tecnologías de información, que valide además que las tecnologías con las que cuenta satisfaga las necesidades propias del negocio minero y garantice que el uso de dichas tecnologías se sustenten en parámetros y/o métricas que debería establecer la misma empresa, como son: tiempo, rentabilidad, alcance y calidad. Asimismo, un gran número de estas empresas dedicadas a la pequeña minería, tienen solo un área de soporte técnico, el cual se encuentra desorganizado, sin procesos de entrega de servicios tecnológicos estandarizados y establecidos para toda la organización, sin métricas específicas que les permita medir el uso, rendimiento y eficiencia de todo su aparato tecnológico.

Es también un problema en las empresas relacionadas al sector de la pequeña minería, que al área tecnológica no se le otorga la importancia debida, sólo resaltan que es un centro de costos, o como suele decirse, que invertir en esta área solo supone gastos para la empresa; y si lo queremos resumir de una manera más sencilla,

podemos concluir que el área de tecnología de información, no se encuentre considerada como la que soporta, apoya y hace crecer al negocio minero, todo lo contrario, es un área muy relegada dentro de la cultura organizacional de la pequeña minería y por ello, muchas veces se le asigna presupuestos anuales minúsculos, sin considerar que los principales procesos del negocio dependan en gran medida de los sistemas informáticos; lo que trae como consecuencia que su infraestructura tecnológica se vaya haciendo cada vez más obsoleta, difícil de mantener y continúe cada vez más esa visión empresarial como un centro de gastos y no de inversión.

Podemos citar un ejemplo muy común, repetitivo y relacionado a una mala gestión y administración tecnológica que enfrentan algunas empresas relacionadas al sector de la pequeña minería, y es que cada vez que se presenta algún problema informático y/o tecnológico, el área encargada de brindar los servicios tecnológicos que generalmente es una mesa de ayuda o soporte técnico, solo se comporte de manera reactiva para solucionar el problema y dar continuidad al negocio, sin investigar las causas de su ocurrencia, ni tampoco analizar el impacto que tiene en la organización a nivel de tiempo, rentabilidad y calidad del servicio.

Otro problema que se presenta en ciertas empresas dedicadas a la pequeña minería es que los sistemas que controlan los procesos productivos, dejan de funcionar repentinamente, causando su paralización, lo que impacta directamente en la producción, trayendo como consecuencia pérdidas económicas y una disminución en la rentabilidad; y cuanto más dure el restablecimiento del sistema o la solución del problema y mayor sea la frecuencia con que se presente, mayores serán las pérdidas económicas que tendrá que afrontar la empresa minera. Así mismo, cabe mencionar que este y otros problemas informáticos, son afrontados por el área de soporte técnico de manera reactiva, no buscando una solución definitiva a los problemas presentados, sino solo enfocándose en restablecer el sistema lo más pronto posible para continuar con la producción, dando una solución temporal, ocasionando que muchos de los problemas informáticos y/o tecnológicos se sigan presentando de manera recurrente, lo que impacta negativamente en la producción minera y en su rentabilidad.

Otra de las dificultades que acompaña a la recurrencia de los problemas informáticos y/o tecnológicos, es que algunas empresas mineras en especial las pertenecientes al rubro de la pequeña minería, no tienen cuantificado el impacto que les genera en su rentabilidad, la falla de sus sistemas o tecnología implementada y que controla sus procesos productivos, por ende, tampoco tienen procesos claros y estandarizados para afrontarlos de manera que se mitigue el riesgo.

De acuerdo a lo expresado, para abordar y dar solución a los problemas citados en los párrafos precedentes, se plantea la necesidad de implementar una gestión eficiente de servicios en tecnologías de información (T.I) por medio de las buenas prácticas de ITIL, la cual hará posible estandarizar y alinear los procesos de T.I que soportan el negocio minero, y permitirán a dichas empresas del sector de la pequeña minería a alcanzar sus objetivos económicos.

1.2. Hipótesis

La implementación de una adecuada gestión de los servicios de tecnologías de información bajo un marco o estándar, permitirá que el área encargada de brindar los servicios tecnológicos dentro de una empresa del rubro de la pequeña minería, lo ejecute por medio de procesos eficientes, cuyo resultado se verá reflejado en la reducción de los tiempos para resolver incidencias y/o problemas informáticos (provocados por problemas de conectividad, procesos ineficientes, falta de un control de cambios, etc.) y al incremento de sus ingresos y rentabilidad. A su vez, dicha implementación permitirá validar las tecnologías actuales y futuras que cumplan con las necesidades y/u objetivos del negocio minero, por medio del monitoreo en base a parámetros y/o métricas relacionados a tiempo, rentabilidad, alcance y calidad en la entrega de servicios tecnológicos.

Las organizaciones a nivel mundial que han implementado algún marco o estándar en la gestión de servicios T.I como: COBIT, ITIL o ISO/IEC 20000; han conseguido un crecimiento económico y empresarial comprobado, ya que lograron desarrollar un manejo eficiente de los servicios T.I, sin importar el sector donde se encuentren; por ejemplo, un análisis estadístico ha revelado los resultados de un estudio basado en entrevistas a 370 CIO de 14 países, según esta investigación, dos terceras partes de las organizaciones optan por una gestión de servicios T.I. (Rouyet, 2014).

Para una implementación exitosa y un funcionamiento eficiente de la gestión de servicios de T.I dentro de una pequeña empresa minera, tienen que interrelacionar tres principales elementos: Gestión de servicios, procesos estandarizados y tecnología, los cuales deben trabajar de manera conjunta.

En resumen, la hipótesis que se plantea es que con la implementación de marcos, estándares o conjunto de buenas prácticas enfocadas en una eficiente gestión de los servicios T.I, se resolverán algunos de los siguientes problemas que se podrían presentar en una empresa del rubro de la pequeña minería:

- Falta de procesos eficientes, claros y estandarizados.
- No se cuenta con parámetros y/o métricas que debería establecer la misma empresa minera para medir la atención de los servicios tecnológicos ofrecidos por el área informática.
- No se cuenta con una administración del inventario de los activos para hardware y software con los que cuenta la empresa minera.
- Ante la ocurrencia de una incidencia o problema informático, el área tecnológica de algunas empresas mineras, no actúa de manera proactiva, sólo lo hace de manera reactiva, por ende, la continuidad de los servicios tecnológicos no está garantizada.
- No hay un control adecuado de cambios informáticos y/o tecnológicos.
- Falta de una cultura organizacional en el uso de la tecnología como apoyo al negocio minero.
- Falta de datos fiables para la toma de decisiones.
- Fallas constantes a nivel de redes o conectividad, ya sea por su lentitud o su caída.
- Fallas continuas en el software o hardware de los sistemas informáticos.

La solución de los problemas descritos repercutirá positivamente en el aumento de los ingresos y la rentabilidad de dichas empresas mineras, además que le permitirá dar un salto cuantitativo y cualitativo en el crecimiento de su negocio y de su imagen corporativa.

1.3. Objetivos

El presente estudio busca alcanzar los siguientes objetivos:

- Se validará que la implementación de las buenas prácticas de ITIL en el área de T.I que soporta el negocio minero, hará más eficiente la administración de sus procesos.
- Se validará que una vez el área de T.I sea gestionada de acuerdo a las buenas prácticas de ITIL, producirá un aumento en la rentabilidad al negocio minero.

1.4. Metodología y campo académico

El campo académico de investigación está relacionado a la gestión de las tecnologías de información en las empresas de pequeña minería y se validará la hipótesis planteada en el caso aplicado a la empresa minera Yarabamba. Para los fines de la presente investigación, en primer lugar, se realizarán visitas al área

informática de la empresa minera, mediante la cual y por medio de usos de la observación, análisis de los procesos y conversación con los empleados del área, se verificará si existen o no procesos y/o estándares T.I actuales y la eficiencia o ineficacia en la entrega de los servicios informáticos. Este proceso podría tardar alrededor de dos semanas, al cabo de las cuales se desarrollarán encuestas planificadas, tanto al área informática como a las demás áreas, para recopilar data acerca de cuán satisfechos se encuentran los usuarios con el área tecnológica y cómo ejecutan una solicitud de servicios T.I, a fin de comprobar si existe cultura organizacional (respeto y cumplimiento por procedimientos establecidos por la empresa en el uso y solicitud de servicios T.I) relacionada a tecnologías de información. En tercer lugar, se realizarán entrevistas a las principales gerencias tanto del área informática como de las demás áreas. El objetivo de esta metodología, es obtener datos económicos para determinar si existe o no una relación positiva de costo-beneficio en relación del apoyo del área de T.I a la continuidad del negocio. Finalmente, las entrevistas serán a los jefes y empleados del área informática, para recabar datos técnicos y /o tecnológicos con el objetivo de recopilar información acerca de los procesos actuales de área y las herramientas de software y hardware con que cuenta la minera; todo esto para identificar procesos innecesarios que generan pérdidas en la rentabilidad.

CAPÍTULO II: ESTADO DEL ARTE

2.1. Importancia de la implementación tecnológica en el negocio minero

Con el transcurso del tiempo, el uso de la tecnología reduce las taras que permitan mejorar los procesos, incrementar los ingresos e implementar nuevos sistemas en las empresas que las adopten. Algunas de estas empresas mineras, sobre todo las que se encuentran en el rubro de la pequeña minería, aún no son eficientes en la administración de sus procesos; por ello en estos tiempos, la implementación con tecnología de vanguardia que ejecutan las empresas mineras, no es un lujo o una simple inversión, sino una necesidad importantísima, pues, permite a dichas empresas, impulsar su crecimiento económico y mantener ventaja competitiva frente a sus competidores. Así pues, una empresa minera debe invertir en innovación tecnológica de acuerdo a sus necesidades y sus proyecciones de crecimiento, para que pueda ser competitiva; es decir que esta inversión no se trata sólo de adquirir lo último en tecnología o reclutar gente de la generación “joystick”, se trata de ubicar la tecnología al centro de la mentalidad operativa, y unirlas eficientemente al flujo del trabajo minero (Swart, Woods, Duval y Garza, 2018).

Por las razones expuestas, las más grandes empresas mineras confían en el uso de la tecnología, pues, les permite mejorar en los siguientes aspectos:

- **Mejora las gestiones:** La tecnología ayuda a administrar más eficientemente los recursos informativos, humanos y productivos dentro del negocio minero, lo que permite a los gerentes, tomar decisiones más acertadas para mejorar la competitividad empresarial.
- **Mejora los procesos haciéndolos eficientes:** La tecnología ayuda a optimizar los procesos de la empresa minera ya que contribuye por medio de la automatización, a eliminar o reducir errores, duplicidades y demoras en los flujos de trabajo; lo que le permite ser competitiva y gestionar eficientemente los procesos de producción, distribución y comercialización.
- **Mejora la comunicación empresarial:** La tecnología permite una interconexión efectiva; en este sentido los desarrollos tecnológicos ayudarán a las empresas mineras a mantenerse interconectadas, mejorando su productividad y la capacidad de reacción frente a las eventualidades.
- **Expansión del negocio minero por medio de la globalización:** La tecnología impulsa el desarrollo del comercio electrónico, lo cual ha traído un mercado minero globalizado, es decir, la alta velocidad en las comunicaciones, también ha permitido el comercio en tiempo real, incrementándose de esta manera el comercio internacional.

Asimismo, las últimas tendencias tecnológicas que están apareciendo, están relacionados a procesos automatizados por medio del uso de la tecnología. Para el 2021, la cifra de inversión en innovación tecnológica subiría a 40% y 6,5 mil millones de dólares (Díaz, 2018). Estas innovaciones ayudarán a las empresas mineras a hacerse más competitiva en los siguientes aspectos:

- **Integración de datos y análisis predictivo:** Gracias a esta tecnología, la empresa minera está conectada por medio de sistemas digitales que se encargan de recopilar información para que se pueda planificar acciones.
- **Realidad aumentada para la capacitación.** Gracias a estos sistemas, los empleados pueden aprender a utilizar las maquinarias de manera eficiente antes de hacerlo en el terreno real.
- **Máquinas controladas por control remoto.** Esta tecnología, en pleno crecimiento en América Latina, ayudará a que ciertas operaciones mineras se realicen de modo más seguro y eficiente, sin exposición de vidas humanas.

Del mismo modo, la minería digital del futuro tiene la meta de automatizar las operaciones físicas y digitalizar los activos, lo que se logrará por medio de la implementación de drones, vehículos autónomos, impresión en 3D y tecnologías de realidad virtual; todos operados por medio de una red interconectada para captar los datos en tiempo real (Hopwood, 2018).

2.2. Importancia de la gestión de servicios T.I en el negocio minero

No sólo con la adquisición de tecnologías de información, se garantiza el éxito en las empresas mineras que buscan la eficiencia operativa, mejora económica y la competitividad, ya que “el reto más importante del CIO es comprender el negocio y mantener una fuerte alineación estratégica entre los objetivos de negocio y la T.I” (Serida, Yamakawa, Morris y Corrales, 2010, p.20). Por ello, existe también un factor muy importante que es la gestión de los servicios de tecnologías de información; es decir, el avance tecnológico va ligado a la necesidad de implementar una adecuada gestión de los servicios T.I que le permita a las empresas alcanzar sus objetivos económicos (Mehrabioun, Zare y Hamidi, 2015). Por consiguiente, algunas empresas mineras, en especial del rubro de la pequeña minería, a pesar de contar con sistemas informáticos y/o tecnológicos modernos, pero sin una adecuada gestión de sus procesos T.I, afrontan problemas que se vuelven cada vez más recurrentes y de solución más compleja, lo que impacta de manera negativa en la continuidad del negocio causando pérdidas económicas.

2.3. Principales problemas que afronta la pequeña minería por falta de una gestión eficiente de servicios T.I

Entre los principales problemas que afrontan las empresas ligadas al rubro de la pequeña minería por falta de una gestión eficiente de servicios T.I, están:

- **Falta de procesos eficientes, claros y estandarizados.** Este problema se suscita principalmente por la falta de implementación de una gestión de procesos eficiente. Esta se define como el análisis y mejoramiento continuo de los procesos de una empresa, con el objeto de satisfacer sus expectativas y necesidades.

En las empresas mineras, los procesos del negocio como: la exploración, construcción, explotación u operación y cierre; tienen como objetivo encontrar reservas de un mineral en cantidades y leyes económicamente explotables, buscando su máxima recuperación (grado de pureza del mineral), protegiendo el medio ambiente y fomentando la responsabilidad social; pero solo en algunas de ellas, dichos procesos se encuentran claros, estandarizados y regidos por una

gestión que les permite un mejoramiento continuo a nivel empresarial y económico. Por otra parte, una gestión de procesos también incluye una gestión de servicios de T.I y esta tiene como meta asegurar que todos los sistemas tecnológicos implementados, sean usados correctamente y estén alineados a los objetivos del negocio, de modo que genere beneficios a accionistas y/o propietarios; aunque existen empresas mineras sobre todo aquellas ligadas al rubro de la pequeña minería que carecen de ellas.

Un caso común y frecuente de dicha carencia, es cuando un usuario reporta una falla informática, y su solución no está enfocada en procesos estandarizados y/o protocolos establecidos en la organización, sino que depende del criterio del responsable de la atención a dicho problema; por ende, si se volviese a presentar, no se tiene registro de la persona que lo atendió o si le dio solución al mismo. Esto ocasiona que dos o más personas puedan atender un mismo problema, elevando el esfuerzo en tiempo de atención y reduciendo la rentabilidad de la empresa, ya que algunos o todos los procesos del negocio minero se paralizarán hasta que se dé la solución.

Otro problema constante se presenta cuando el área tecnológica responsable, no tiene un orden de prioridad en la atención ante una falla informática, ya que no los atiende según los riesgos que deben estar contemplados en procedimientos, sino que la atención se lleva a cabo siguiendo criterios propios del responsable de la atención. Por consiguiente, la falta de procedimientos estandarizados en la organización, genera ineficiencia en la atención a los usuarios que reportan sus problemas informáticos y hace que el área responsable no cumpla con las necesidades del negocio, lo cual también repercute de manera negativa en la rentabilidad de la organización. Entonces, para superar las dificultades expuestas, se debe implementar una gestión de procesos que se encargue de alinear los objetivos estratégicos de la empresa minera y educar a los gerentes para que dichos procesos lo gestionen de manera efectiva. Además, si una empresa minera desea avanzar por medio de la innovación tecnológica cada vez más madura, es necesario que las empresas mineras cuenten con procesos eficientes y tecnologías apropiadas (Ives y Swart, 2017).

- **No se cuenta con parámetros y/o métricas que debería establecer la misma empresa minera para medir la atención de los servicios tecnológicos ofrecidos por el área informática.** Las empresas mineras donde los procesos de su área tecnológica han alcanzado un buen grado de madurez, poseen indicadores de sus servicios tecnológicos ofrecidos, que no es el caso de todas, pues, hay un número considerable de mineras cuya área tecnológica va desde no

tener métricas o informes mensuales, hasta aquellas que preparan un enorme paquete de informes que por desgracia son ignorados dentro de la organización; asimismo, muchos de estos informes y métricas son manipulados.

Estas métricas que deben establecerse de manera estandarizada dentro de la empresa minera como un mecanismo de monitoreo y apoyo a los gerentes, para supervisar el logro de los objetivos de la minera relacionado con los objetivos del área tecnológica, deben de responder a las siguientes preguntas:

- ¿El rendimiento tecnológico es mejor que el año anterior?
- ¿La organización está obteniendo beneficios con la inversión que realiza en tecnología?

Una gestión de servicios comúnmente debería definir tres tipos de métricas: métrica de servicios tecnológicos, métricas de procesos y métricas de tecnología implementada. Estas métricas permitirán medir el nivel de madurez que se vaya alcanzando en el uso de dichas tecnologías como apoyo al negocio, lo que permitirá garantizar su correcto funcionamiento (López, 2017).

- **No se cuenta con una administración del inventario de los activos para hardware y software con los que cuenta la empresa minera.** “La gestión de inventarios puede ser definido como la captura de información, es decir, de la disponibilidad, responsabilidad, localización y estado actual de los activos que componen la infraestructura tecnológica en una organización” (Ortiz, López y Oviedo, 2009, p.8). Pero el problema de la falta de esta gestión es bastante común dentro del área tecnológica de una empresa minera, ya que muchas veces, esta no cuenta con procesos relacionados a una documentación o inventario estandarizado que contenga información fidedigna de los sistemas con los que cuenta la organización en cuanto al hardware y software; si bien el control de activos es un reto, los riesgos y peligros de la pasividad de no administrarlo correctamente son mayores. Estos riesgos principalmente están asociados a:
 - Compra de software y hardware innecesario.
 - Falta de identificación de sistemas (software y hardware) obsoletos.
 - Falta de Identificación de aplicaciones desactualizadas.
 - Riesgos en la seguridad por pérdida o robo de licencias de software o partes de hardware.
 - Disminución en la productividad organizacional.

Esto trae como consecuencia, prácticas ineficientes en el control de gastos, disminuyendo así la rentabilidad de la empresa minera.

- **Ante la ocurrencia de una incidencia o problema informático, el área tecnológica de algunas pequeñas empresas mineras, no actúa de manera proactiva, sólo lo hace de manera reactiva, por ende, la continuidad de los servicios tecnológicos no está garantizada.** La continuidad de los servicios tecnológicos sólo puede conseguirse por medio de una adecuada gestión de procesos de incidentes y problemas, cuyo fin es resolver y atender de manera oportuna y eficiente, cualquier problema y/o incidente que cause una interrupción a los servicios tecnológicos (López, 2017), ya sea aplicando medidas preventivas y/o medidas reactivas que recuperen niveles aceptables de servicio tecnológico. La ejecución de medidas preventivas requiere un análisis de vulnerabilidades y riesgos, algunos de ellos son generales como: sismos, inundaciones, incendios, etcétera, y otros de tipo informático como: virus, fallo de conectividad, fallo en el almacenamiento de datos, etcétera.

Lo que se busca con la implementación de estas medidas preventivas y correctivas es:

- Reducir el impacto negativo de los problemas y/o incidentes tecnológicos en la empresa minera.
- Prevenir la recurrencia de problemas y/o incidentes tecnológicos, además de descubrir y solucionar la causa raíz de los errores mediante una actuación proactiva y reactiva del área tecnológica.

Al solo actuar el área de tecnológica de manera reactiva, no se consigue la continuidad de los servicios tecnológicos, lo que afecta al negocio disminuyendo la rentabilidad de la empresa minera.

- **No hay un control adecuado de cambios informáticos y/o tecnológicos.** Al no existir un procedimiento que define un control de cambios que afectan los sistemas de información, se eleva el riesgo de que, ante un cambio tecnológico, se impacte de manera negativa en la infraestructura tecnológica, alterando la continuidad de operación de los sistemas y, por ende, paralizando la actividad del negocio minero lo cual traería pérdidas económicas. Implementar un control de cambios, es asegurar que se utilice procedimientos estandarizados y eficientes para que cuando ocurra una modificación en algún elemento del sistema tecnológico, se minimice el impacto en la infraestructura tecnológica y de esta manera se garantice una operatividad de todos los servicios tecnológicos y la actividad del negocio minero no se detenga.

- **Falta de una cultura organizacional en el uso de la tecnología como apoyo al negocio minero.** La relación entre la cultura organizacional y las tecnologías de la información es en la actualidad muy complicada, esto se debe a que “las necesidades son de naturaleza tecnológica y responden a ciertas expectativas sobre el provecho que el cliente espera obtener gracias a ellas, para así lograr sus propios objetivos” (López y Martí, 2013, p.9); por ello, un factor influyente en esta relación complicada, son los cambios bruscos en el desarrollo de las tecnologías de la información.

Un problema constante que se presenta por una falta de cultura organizacional está en el uso inadecuado de los sistemas informáticos, ya que los usuarios no están adecuadamente capacitados en su manejo, así mismo, algunas empresas mineras invierten poco esfuerzo en la capacitación de su personal; trayendo como consecuencia que los usuarios ingresen datos incorrectos a los sistemas, generando desconcierto y falta de confianza en la fiabilidad de dichos datos.

Por lo tanto, la cultura organizacional que es creada para cumplir con los objetivos del negocio minero, solo se logrará si todo el personal que maneja los sistemas informáticos esté correctamente capacitado para hacerlo; además, debe ir acompañado de procedimientos y políticas informáticas que deben respetarse y emplearse durante la atención de los servicios tecnológicos por parte del área responsable y durante el uso de dichos servicios por parte de la empresa minera. Todo esto garantizará una reducción considerable de incidencias y/o problemas informáticos lo cual conllevará a un manejo óptimo del gasto en inversión en el área tecnológica.

- **Falta de datos fiables para la toma de decisiones.** El área tecnológica de algunas empresas mineras, no dispone de información y datos fiables, y como resultado los gerentes no son capaces de tener una clara visión para tomar decisiones que guíen al negocio minero hacia el éxito; es decir que los datos y/o información no son relevantes para la toma de decisiones gerenciales o la información que aportan no es accionable.

Por ello, con el desarrollo de una cultura organizacional en el uso de la tecnología y administrados por una eficiente gestión tecnológica, se podrá disponer de información de calidad y actualizada que puede otorgar muchos beneficios en el momento de tomar decisiones y detectar oportunidades de mejora en el negocio minero para aumentar su rentabilidad.

Los siete problemas citados en los párrafos precedentes relacionados a la falta de procesos y cultura organizacional producto de la carencia de una gestión eficiente de servicios T.I, traen como consecuencia a su vez, la aparición de los siguientes problemas en las tecnologías de información implementadas:

- **Fallas constantes a nivel de redes o conectividad, ya sea por su lentitud o su caída.** “La proliferación de dispositivos móviles, sensores, servidores, la explosión de volúmenes de datos compartidos, y la automatización, todos ellos requieren conectividad avanzada y trabajo en red diferenciado” (Littmann, Prabhu y Norton, 2018, p.57). Los problemas en la conectividad, son una de las principales dificultades que enfrentan algunas empresas mineras, estos tienen distintas causas, y con el tiempo estos defectos aumentan su frecuencia y su tiempo de solución; pero generalmente se deben a una incorrecta configuración de su software o a un hardware defectuoso, lo cual impacta directamente y de manera negativa en todo el negocio, ya que el trabajo de todas las áreas de la organización que dependen de estos sistemas informáticos, se hace más lento y deficiente.
- **Fallas continuas en el software o hardware de los sistemas informáticos.** La mayoría de estas fallas se presentan de manera recurrente e intermitente, es por ello que muchas veces no se puede determinar sus verdaderas causas, lo que aumenta el tiempo en darle solución; y al no existir una gestión adecuada de servicios tecnológicos, el área encargada de solucionarlos, no la ejecuta eficazmente y de manera definitiva, sólo realiza una solución temporal, también conocida como “workaround”, por lo que nuevamente se presentan dichas fallas, lo cual impacta directamente y de manera negativa en todo el negocio ya que este tiene que paralizarse hasta encontrar la solución.

Cabe resaltar que algunos sistemas informáticos que presentan fallas continuas a nivel de software, son los sistemas ERP (Enterprise Resource Planning o Planificación de Recursos Empresariales) que permiten a las empresas, integrar y automatizar sus operaciones, entre otros; y es común su utilización a diferente escala de producción, desde la pequeña hasta la gran minería.

Otro defecto común que se presenta tanto a nivel de software y hardware, son las fallas que sufre el servidor. Un servidor es un equipo tecnológico donde se encuentran instalados diversos programas informáticos con sus respectivas bases de datos, como por ejemplo un sistema ERP, los cuales controlan los principales procesos del negocio minero. Las fallas más comunes que se presenta en los

servidores, suceden cuando se ejecuta una mala actualización de su software, un cambio o migración deficiente de base de datos o un funcionamiento incorrecto de su hardware.

Según el análisis realizado, la falta de una gestión de servicios tecnológicos eficientes, hace que se presenten problemas en los procesos y administración de los sistemas de información, trayendo como consecuencia que se presenten fallas informáticas continuas (a nivel de software, hardware o redes); que impactan negativamente en la economía, ya que se detiene la operatividad minera. Es por ello, que es importante que una empresa tenga una sólida gestión de sus servicios de TI.

Para la gestión de servicios de T.I, el objetivo principal no es el desarrollo de aplicaciones de T.I, sino su eficiente gestión. Varios estudios se han centrado en la adopción de la gestión de servicios de T.I, y muchos gerentes ya muestran su interés en la comprensión de sus posibles beneficios, específicamente aquellos cuyas empresas mineras están en proceso de adaptación de una gestión de servicios eficiente.

El creciente uso de las tecnologías de la información, ha dado lugar a una demanda de servicios de T.I de calidad, con soluciones tecnológicas eficientes e innovadoras; por ello se espera que los departamentos de tecnología de la información, estén a la altura para responder con agilidad a las nuevas directrices de la empresa y satisfacer los objetivos del negocio minero. La importancia de la gestión de los servicios de T.I se resume en la siguiente declaración: “Los proveedores de servicios de T.I ya no pueden permitirse enfocarse en la tecnología y su organización interna; ahora tienen que considerar la calidad de los servicios que brindan y centrarse en la relación con los clientes” (Tang y Todo, 2013, p.191). En ese sentido, existen empresas de la pequeña minería que reconocen la importancia de la gestión de los servicios de T.I y las consideran activos estratégicos. Este nivel en la gestión de servicio, solo puede ser engranado si hay una comunicación o alineación efectiva entre negocio minero y T.I.

Una forma posible de alineación es transformar el área de T.I en un proveedor de servicios. En ese contexto, hay que utilizar a dicha área, como un apoyo a la solución de los problemas empresariales y ser un proveedor de servicios cada vez más eficaz.

En la conferencia Foro T.I de Microsoft 2004, se resaltó que “estudios recientes muestran que una organización de servicios de T.I podría alcanzar hasta un 48 por ciento de reducción de costos mediante la aplicación de los principios de gestión de servicios T.I” (Galup, Dattero, Quan y Conger, 2009, p.3). Entonces podemos afirmar

que la gestión de servicios de tecnología es muy beneficiosa para las empresas mineras que hacen uso de las tecnologías de información, pues, les permite ser más adaptable, flexible y rentable ante algún cambio en el negocio minero. Asimismo, el enfoque principal de la gestión de servicios de T.I, es proporcionar procedimientos específicos, métricas y orientación para facilitar y gestionar la evaluación, planificación y ejecución de los procesos de servicio de T.I para optimizar el uso de activos de T.I táctico y estratégico.

2.4. Marcos o estándares principales para implementar una eficiente gestión de servicios T.I en empresas del rubro de la pequeña minería

Existe en la actualidad, tres marcos y/o estándares principales que se encargan de implementar una gestión de servicios T.I eficiente y dar solución a los problemas descritos en párrafos precedentes. Estas son: COBIT, ITIL e ISO/IEC 20000.

En primer lugar, mencionaremos a COBIT, el cual “proporciona las mejores prácticas y herramientas para monitorear y administrar las actividades de T.I” (Hardy y Heschl, 2008, p.13); es decir, es un marco que contiene las mejores prácticas y procedimientos que pueden ayudar a la empresa minera a lograr objetivos estratégicos mediante el uso efectivo de los recursos disponibles y la minimización de los riesgos.

COBIT se aplica principalmente a empresas mineras que han alcanzado una madurez en su gobierno empresarial, y en la gestión de servicios y gobierno de T.I por medio de una conexión interrelacionada. Esta conexión se realiza al vincular los objetivos comerciales y de T.I, definiendo métricas y modelos de madurez para medir el logro de los objetivos y definir responsabilidades en los procesos informáticos (Cobo, Rocha, Vanti y Campos, 2014).

Los principales beneficios de implementar COBIT para establecer un marco de gestión y gobierno de TI son:

- Mantener información de alta calidad para apoyar las decisiones del negocio minero.
- Buscar la excelencia operativa a través del uso eficiente de la tecnología.
- Monitorear que el riesgo relacionado a T.I no se incremente por encima del nivel aceptable.
- Optimizar el uso de la tecnología y el costo de los servicios.
- Ayuda a atender las necesidades de los stakeholders en toda la empresa minera.

Luego esta ISO/IEC 20000, que fue publicada como norma internacional en el año 2005 por la Organización Internacional de Normalización a partir de la normativa británica 15000 (BS 15000) y que tiene por objeto, garantizar la calidad de los servicios T.I por medio de una adecuada gestión de servicios (Chandra, 2012). En dicha norma o estándar, se describe un conjunto de procesos diseñados para ayudar a la empresa a ofrecer servicios de T.I más eficientes y efectivos (Disterer, 2009). Es decir, esta norma se caracteriza por la definición de un conjunto de procesos que están específicamente orientados a su cumplimiento, en este caso, la gestión de servicios, algunos requisitos generales y un sistema de mejora continua basada en el ciclo de: Plan-Do-Check-Act (Cots y Casadesús, 2015).

Con la implementación de una certificación ISO/IEC 20000 a través de una inversión económica, la empresa minera puede usar T.I para superar a sus competidores, siendo más productivos y más eficientes, aumentando la rentabilidad del negocio y mejorando su reputación. Para los pequeños y medianos empresarios, realizar una inversión en una certificación ISO es muy costosa ya que solo la inversión inicial supera los \$ 15,000 y para mantenerla año a año debe de invertirse entre \$ 2,500 y \$ 5,000 (Vindas, 2013).

Por lo tanto, es crucial que la empresa minera aproveche al máximo sus inversiones en T.I, lo que significa que los servicios de T.I deben estar bien planificados, diseñados, administrados y entregados. Los principales beneficios de su implementación son:

- Alineación de los servicios de tecnología de la información y la estrategia empresarial minera.
- Cambio fundamental en la atención de problemas informáticos buscando ser proactivos en lugar de reactivos.
- Reducción del riesgo ante problemas informáticos lo que se refleja en un aumento en la rentabilidad del negocio.

Finalmente tenemos a ITIL que “presenta las mejores prácticas de gestión de servicios de T.I integradas bajo el enfoque de procesos, todos ellos orientados a brindar los servicios que el negocio requiere de T.I” (Medina y Rico, 2008, p.316). Fue desarrollado en 1980 por la Agencia de Telecomunicaciones británica (CCTA), debido a la necesidad de una mayor eficiencia y eficacia en la gestión de servicios T.I y en el manejo de sus costos (Cater, Toleman y Tan, 2006); es por ello que, “ITIL es un marco público que describe las mejores prácticas en la gestión de servicios T.I,

proporcionando un marco para el gobierno de T.I, la gestión y control de servicios T.I.” (Cartlidge et al., 2012, p.6).

Internacionalmente y sobre todo en el Perú, aún las tecnologías de información en algunas empresas mineras sobre todo las dedicadas al rubro de la pequeña minería, la utilizan para brindar un servicio operativo de soporte y no como un activo estratégico capaz de soportar los procesos del negocio minero (Lucio, Colomo y Mora, 2012), y según ITIL, “los recursos y capacidades son tipos de activos que las organizaciones pueden usar para crear valor” (Orr, Blokkum, Turbitt y Winkler, 2016, p.9), es por ello que el principio clave para su implementación dentro de una empresa minera, es la alineación entre T.I y el negocio minero.

Mientras que ISO/IEC 20000 proporciona un estándar universal y formal para organizaciones mineras que buscan auditar sus capacidades de gestión de servicios T.I y certificarse por medio de una inversión económica; ITIL ofrece un cuerpo de conocimiento útil para lograr dicho estándar, pero de manera gratuita (Cannon, Wheeldon, Lacy y Hanna, 2011). Por esta razón algunos autores afirman lo siguiente: “Hasta ahora, ISO/IEC 20000 ha sido algo eclipsado por ITIL, o al menos, los dos se han confundido con frecuencia.” (Cots, Casadesús y Marimon, 2014, p.4).

En consecuencia, todos los procesos dentro de las fases del ciclo de vida ITIL están siendo gestionados por funciones claramente definidas. A continuación, mencionamos cada una de las fases y como estas se relacionarían en el momento de ser implementadas en una empresa minera.

- **Estrategia del servicio:** En esta fase se realiza la definición de objetivos, procesos y estrategias de una organización empresarial relacionados con la gestión de servicios T.I (Ajab et al.,2017); es por ello que esta fase se considera como el núcleo del ciclo de vida de ITIL, ya que proporciona una clara comprensión de qué servicios de T.I se deben ofrecer en una empresa minera (de acuerdo a su realidad), y cómo se deben desarrollar los mismos.
- **Diseño de servicio:** Esta fase es una guía para diseñar servicios T.I, asegurando que los servicios nuevos o modificados se ajusten a las necesidades del negocio (Guzmán, 2012). Es decir, en esta fase se transforma el requisito de la estrategia de servicio para diseñar y cumplir con los objetivos del negocio minero. Las actividades principales de esta fase son la coordinación y la planificación de las fases de diseño de sistemas informáticos relacionados a la gestión de servicios, tecnología, arquitectura, métricas e información, la administración de las interfaces, y la mejora de los procesos. Esta etapa debe de comenzar con los

requisitos del negocio minero y termina con el diseño de soluciones del servicio de T.I.

- **Transición de servicio:** La etapa de transición de servicio de T.I garantiza que nuevos servicios de T.I o modificados, se ajusten a las necesidades del negocio minero como se indica en las fases de estrategia y diseño del servicio (Bon et al., 2008). Las principales actividades realizadas durante esta fase incluyen la planificación y la administración de versiones y cambios, la administración de riesgos, la transferencia de conocimientos, expectativas de ajuste y asegurarse de que el valor de los servicios que se entrega al negocio minero, sea de calidad. Esta fase requiere la clara comprensión del valor del negocio minero, la identificación de todos los actores involucrados (proveedores, clientes y terceros) y la aplicación y adaptación del diseño de servicio.
- **Operación de servicio:** Esta fase es la encargada de la entrega de los servicios T.I de acuerdo a los usuarios o clientes, y para apoyar los servicios de entrega se hace uso de la gestión de las aplicaciones instaladas, la tecnología y la infraestructura disponible dentro de la empresa minera (Bon et al., 2008). La operación del servicio es la etapa en la que ocurre la interacción del usuario con el personal de T.I.
- **Mejoramiento continuo:** En esta etapa se realiza la optimización y mejora de la calidad de los servicios T.I y la evaluación continua de dichos servicios, incluidos todos sus procesos (Bon et al., 2008).

Muchas organizaciones a nivel mundial, están de acuerdo con la implementación de ITIL por los beneficios que ofrece su portafolio de gestiones basados en procesos estandarizados. Sin embargo, las empresas mineras tienen una realidad empresarial distinta, especialmente por el ámbito en el cual se desarrollan sus procesos de negocio, por ello la importancia de un análisis de procesos antes de implementar la gestión de servicios T.I basados en ITIL, es decir, para que una implementación de ITIL sea exitosa, se debe realizar un estudio de factibilidad para identificar los procesos deficientes y problemas que afronta el área de T.I y en base a ello diseñar nuevos procesos o modificarlos (Imran y Abbas, 2015).

Los principales beneficios que se obtiene de implementar ITIL son:

- Mejora la eficiencia al aumentar la calidad del servicio T.I de una empresa minera.
- Busca la optimización de costos y la rentabilidad procurando que los recursos se usen de manera eficiente en función de los objetivos del negocio minero.

- ITIL ayuda a resolver incidentes y/o problemas informáticos importantes, manteniendo el riesgo bajo control. Los incidentes y/o problemas informáticos se pueden predecir en función de las tendencias anteriores.
- Alineación del uso de la tecnología con los objetivos del negocio minero.
- Mejora el retorno de la inversión (ROI) de T.I a favor del negocio minero.
- Mejora la capacidad y la productividad del personal de T.I de una empresa minera.
- Mejora la satisfacción de los usuarios de T.I de una empresa minera.

En resumen, ITIL define un marco con un conjunto de buenas prácticas para brindar servicios de T.I eficientes, alineando los procesos tecnológicos a los procesos del negocio (Bon et al., 2008), es decir, ayuda a las empresas mineras a ofrecer una gestión de servicios de T.I rentable, alineada con la visión, la estrategia y el crecimiento del negocio.

2.5. Cuantificación del impacto económico en empresas del rubro de la pequeña minería debido a una falta o ineficiente gestión de servicios de T.I.

Existen problemas que afectan directamente la productividad de una empresa dedicada a la pequeña minería y que están relacionados a una falta o ineficiente gestión de servicios de T.I. Para cuantificar el impacto económico que podrían generar estos problemas, se multiplica la frecuencia de ocurrencia de estos por el tiempo de duración en su solución y este resultado se multiplica a su vez con los ingresos que se darían en condiciones óptimas de operación (sin la presencia de fallas informáticas), La frecuencia y la duración son factores que tienden a aumentar a medida que pasa el tiempo, ya que son acumulativos y los ingresos varían principalmente por la volatilidad del precio de los metales. De esta manera se tendrá el impacto económico (disminución de ingresos) generado. Este impacto presentará una tendencia creciente si estos problemas no se resuelven de manera adecuada.

Es importante resaltar que para el cálculo de los ingresos intervienen diversas variables como la ley del mineral (concentración de metales económicos), recuperaciones de cada metal después de someterse a procesos que aumenten su concentración como el proceso de flotación en planta, fundición y refinación. Además, interviene el precio de los metales, el cual es muy volátil o variable incluso día a día. Los ingresos varían de manera considerable por la volatilidad de los precios de los metales; es por ello, que para proyectar ingresos se usa un método que reduzca en la medida de lo posible la incertidumbre como el promedio de precios en un periodo representativo que puede ser incluso varios años y se asume ese promedio para la

proyección, de esta manera se trata de ser conservador con el cálculo de los ingresos proyectados.

Una manera de evaluar la eficiencia en la implementación de la gestión de servicios de T.I es mediante el cálculo de indicadores financieros como el VAN (Valor actual neto) y la TIR (Tasa interna de retorno). El VAN permite medir el valor económico en un determinado momento de la empresa, este indicador considera el valor del dinero en el tiempo y costo de oportunidad del capital del inversionista. El VAN es óptimo para realizar comparaciones cuando se trata de incrementar los ingresos y por ende aumentar el beneficio económico. La TIR, indica el beneficio que ofrece al capital invertido. Se puede definir una tasa de descuento mínima o rentabilidad mínima (costo de oportunidad) que se espera del proyecto y con la TIR se puede evaluar si el proyecto será rentable si es que esta es mayor. En conclusión, un proyecto con un VAN positivo y una TIR mayor al costo de oportunidad es rentable.

2.6. Marco Teórico

Las empresas mineras cada vez más, adquieren e implementan diversas tecnologías de punta, entre ellas las tecnologías de información, con el fin de optimizar los procesos de su negocio, y con ello aumentar su rentabilidad económica. Muchos autores, como Mehrabioun, Zare y Hamidi (2015), hablan de la importancia de esta implementación, pero hacen hincapié en que, para lograr beneficios económicos, esta debe ser administrada por una eficiente gestión de servicios de T.I. Es por ello, que las pequeñas empresas mineras deben continuar con esta misma tendencia para ser competitivas y lograr sus objetivos económicos.

Existen en la actualidad, tres marcos y/o estándares principales para la implementación de una eficiente gestión de servicios T.I, esto son: COBIT, ITIL e ISO/IEC 20000.

De los tres marcos en mención, no se ha elegido COBIT, pues, para su implementación, según Cobo, Rocha, Vanti y Campos (2014) requiere que la empresa ya tenga implementada una gestión de servicios de T.I, además de una madurez en su gobierno empresarial, condiciones con las no cuenta el caso de estudio (Minera Yarabamba). Así mismo, ISO/IEC 20000 quedó descartado porque para su implementación y mantenimiento, según Vindas (2013) requiere de una fuerte inversión económica, presupuesto con el que no cuenta dicha minera en estudio. Finalmente se ha elegido ITIL, pues, según Carlidge et al. (2012) e Imran y Abbas (2015) es un marco que contiene un conjunto de buenas prácticas y se implementa gratuitamente, además contempla los estándares y procesos de ISO/IEC 20000, lo

que favorecería a la minera en estudio, por ajustarse a su realidad empresarial y económica.

Para cuantificar el impacto económico (disminución de ingresos) en empresas del rubro de la pequeña minería se tendrán en cuenta el análisis de las variables descritas en párrafos precedentes. Estas variables servirán para el cálculo de indicadores de rentabilidad como el VAN (valor actual neto) y la TIR (Tasa interna de retorno). Mientras estos indicadores aumenten, la rentabilidad y el valor del proyecto minero serán mayores.

Por último, para abordar y dar solución a la problemática de la pequeña empresa minera en estudio, se opta por elegir a Imran y Abbas, pues, estos autores indican detalladamente cómo identificar los problemas que sufre una organización relacionados a los procesos de negocio que son controlados por tecnologías de información, indicando los pasos a seguirse para dar solución a los mismos por medio de una eficiente implementación de ITIL, la cual deberá ser acompañada de una cultura organizacional en donde todas las áreas apliquen los lineamientos y procesos a implementarse con ITIL, de esta manera ayudará a dicha empresa a ofrecer una gestión de servicios de T.I rentable, alineada con la visión, la estrategia y el crecimiento del negocio.

CAPÍTULO III: PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

3.1. Análisis del caso estudio: Minera Yarabamba

La compañía Yarabamba S.A la cual se usará como caso de estudio para plantear el problema de investigación y demostrar la hipótesis planteada, pertenece al rubro de la pequeña minería y se constituyó por escritura pública el 28 de mayo de 1986. Su objeto social está ligado a la ejecución de actividades mineras en diferentes puntos del país. Esta compañía es propietaria de la concesión minera "El Explorador" donde se desarrolla actualmente el único proyecto minero que poseen y el cual tiene por nombre "Yarabamba" y está ubicado en el distrito de Yarabamba, provincia y región Arequipa. La producción aproximadamente es de 150 TMD (pequeña minería) y la geología económica del yacimiento, es principalmente cuprífero (Cu), con valores de oro (Au) y plata (Ag).

Este capítulo se abordará de la siguiente manera: En primer lugar, se efectuará un análisis de la realidad económica del único proyecto minero de la empresa Yarabamba (Imran y Abbas, 2015), para lo cual se calculará el ingreso anual que genera la operación minera, proyectándola hasta el tiempo de vida de la mina.

Posteriormente, se analizará y describirá los problemas que sufre Yarabamba relacionados a los procesos de negocio que son controlados por tecnologías de información (Imran y Abbas, 2015) cuya ocurrencia afecta principalmente al sistema ERP. Cabe resaltar que un sistema ERP (Enterprise Resource Planning o Planificación de Recursos Empresariales) permite a las empresas mineras, integrar y automatizar sus operaciones como la producción, la logística, la contabilidad, etc.; por ello es común su utilización a diferente escala de producción, desde la pequeña hasta la gran minería. En consecuencia, al verse afectado este sistema ERP se generarán impactos negativos en la producción y en los ingresos mineros. Los análisis referidos, permitirán determinar qué procesos de la gestión de servicios T.I deben mejorarse (Imran y Abbas, 2015).

3.2. Evaluación económica del proyecto minero Yarabamba

A continuación, se procederá a calcular el ingreso anual que genera la operación minera del proyecto Yarabamba (único proyecto de la empresa minera que lleva el mismo nombre), proyectándolo hasta el tiempo de vida útil de la mina. Esto servirá para evaluar el impacto económico (disminución de los ingresos) de los problemas que causan la paralización de la operatividad relacionados a las tecnologías de la información, además de poder realizar un análisis comparativo entre la rentabilidad de la empresa antes y después de implementar la gestión de servicios de T.I. seleccionada (ITIL).

3.2.1. Dimensión del proyecto

La exploración minera se da con la finalidad de conocer detalladamente el depósito mineral, que consiste en delinear las dimensiones y el valor del depósito y se realiza con técnicas como sondajes diamantinos, túneles de exploración, zanjas, etc.

De la etapa de exploración se obtiene un modelo de recursos y un modelo geológico. Un recurso mineral es una concentración que posee un interés económico intrínseco; es decir, que tiene perspectivas razonables de ser extraído económicamente, con un modelo de recursos no se puede decidir la ejecución de un proyecto. Cabe recalcar que los recursos según el nivel de confianza geológica que posean se dividen en recursos medidos, indicados e inferidos, siendo el recurso inferido el de menor confianza geológica. Para decidir la ejecución de un proyecto se realiza una evaluación económica con las reservas del proyecto. Una reserva es la parte económicamente explotable de un recurso medido o indicado y toma en cuenta factores mineros, metalúrgicos, económicos, de mercado, legales, ambientales,

sociales y gubernamentales. Las reservas son variables en el tiempo debido a que dependen de la estrategia de operación, así como de condiciones como el precio de los metales, política tributaria, marco jurídico, etc.

La manera más común de determinar las reservas minerales de un proyecto, además de considerar factores operativos relacionados a la viabilidad de explotación, es considerando una ley de corte o cut off que básicamente es la ley mínima del mineral que iguala los ingresos de la empresa con sus costos; es por ello, que a mayor precio de los metales la ley de corte disminuye y las reservas del proyecto aumentan.

El área de interés, concesión minera El Explorador, se ubica en el Batolito de la Costa Sur Peruana, que consiste en una serie de rocas intrusivas, como granitos, granodioritas, dioritas, microdioritas, tonalitas, y rocas porfíricas que en conjunto han dado origen a que se formen yacimientos de diferentes tipos, como brechas, vetas, venillas, pórfidos, mantos y otros.

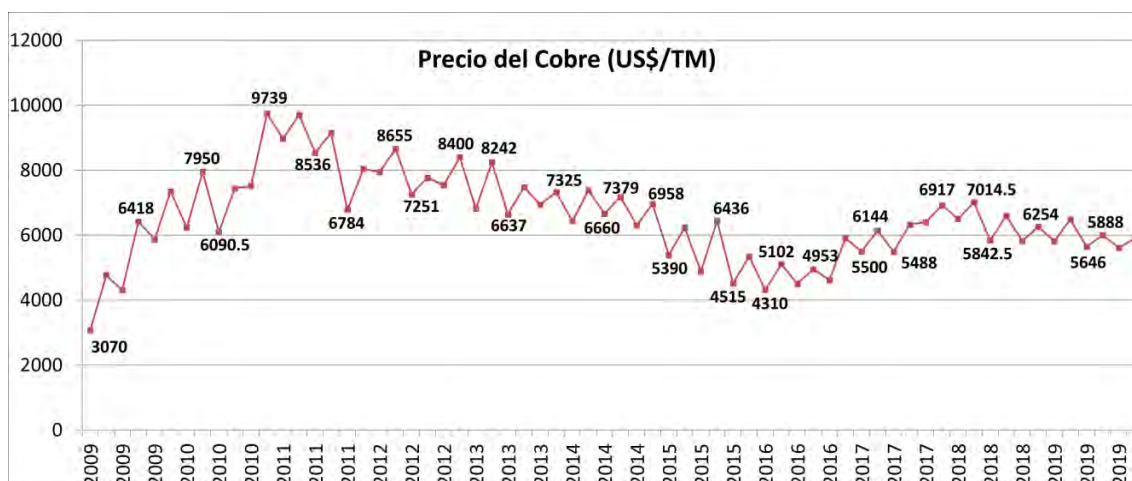
La geología económica del yacimiento, es principalmente cuprífero (Cu), con valores de oro (Au) y plata (Ag). La mineralización está compuesta de relleno hidrotermal en estructuras vetiformes de rumbo Este – Oeste y buzamientos que van de 65° a 90° al Sur.

La mina Yarabamba ya cuenta con reservas cortadas a un cut off equivalente de cobre de 1.49 %Cu eq. y nuestro análisis se basa en un nuevo precio que afecta a la ley de corte en nuestro caso de 1.23 %Cu eq.; sin embargo, la mineralización y distribución de leyes hace posible que el tonelaje de reservas sea similar al definido en el estudio de factibilidad (diciembre 2015). La diferencia entre el cut off del master plan y el usado para nuestro estudio es de 16.95 % menos. Para nuestro análisis, siendo conservadores, se tomará un tonelaje de reservas 5 % mayor lo que equivale aproximadamente a la tercera parte de la diferencia antes mencionada que depende específicamente del precio usado para el cálculo, ya que estamos tomando un precio mayor al precio usado en el master plan que es el precio de los metales en el 2015. Además, no se cuenta con el modelamiento del yacimiento para recalcular el tonelaje exacto de las nuevas reservas. Este tonelaje de reservas tendrá un impacto directo en la vida de la mina. A mayor tonelaje de reservas la vida de la mina será mayor, ya que la capacidad de la planta permanecerá constante.

La evaluación para proyectar el flujo de caja se hace con los precios del histórico de 10 años con la finalidad de evaluar económicamente el proyecto basándose en las tendencias del mercado. Los precios fueron obtenidos de las principales bolsas de metales donde se cotizan los metales de interés como la London

Metal Exchange (Cu) y la London Bullion Market Association (Au y Ag). Se muestran las tendencias para cada metal en los siguientes gráficos:

Figura 1: Gráfico de Precios del cobre (\$/TM) de Enero 2009 - Octubre 2019

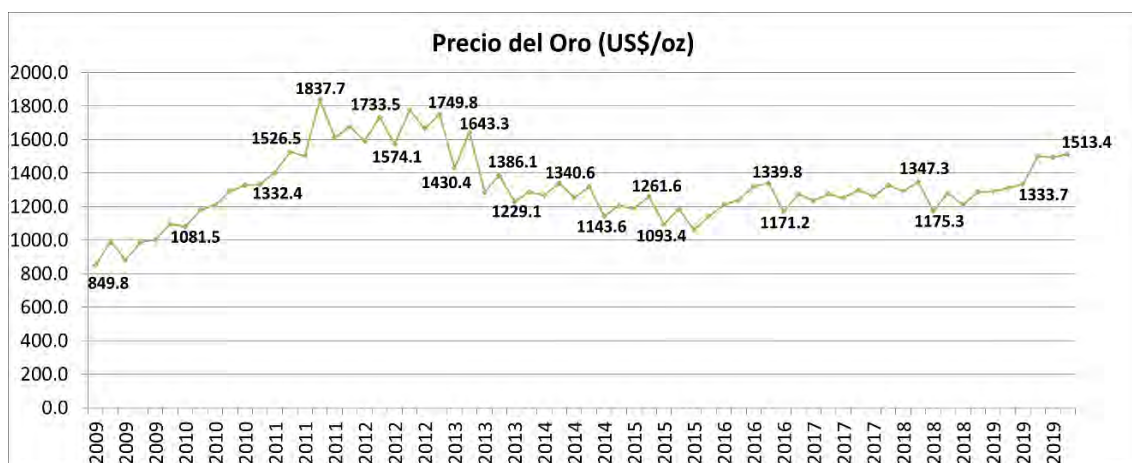


Fuente: Elaboración propia, adaptado de la London Metal Exchange. Disponible en: <https://www.lme.com/en-GB/Metals/Non-ferrous/Copper#tabIndex=2>. [consultado el 10 de octubre de 2019].

En la figura 1 se muestra la tendencia del precio del cobre. Para el análisis se usará el precio promedio de los años 2017 y 2018 y para proyectar el precio de los años 2019 al 2034 se usará un promedio de los últimos diez años asumiendo una tendencia similar; se incluye el año 2019 en las proyecciones, ya que al momento de realizar el análisis este año todavía no culminaba. El precio del cobre que se usará en el análisis será de 6129.4 US\$/TM para el año 2017, 6337.8 US\$/TM para el año 2018 y 6549.3 US\$/TM para los años 2019 – 2034.

Cabe recalcar que según el Ministerio de Economía y Finanzas. (Abril, 2019). Informe de Actualización de Proyecciones Macroeconómicas 2019-2022. Recuperado de https://www.mef.gob.pe/contenidos/pol_econ/marco_macro/IAPM_2019_2022.pdf, el precio promedio del cobre para el periodo 2020 – 2022 aumentaría respecto al año 2019 a 3.05 US\$/lb o 6717.32 US\$/TM. Como se puede notar este valor es 2.56 % mayor respecto al precio promedio que se usará para los años 2019 - 2034, por lo que el potencial de la operación es bastante probable que sea mayor al esperado. Este escenario positivo de la cotización del cobre en los próximos años, según el MEF, se debe a las regulaciones medioambientales de China (principal destino de exportación del cobre peruano) que restringen el uso del cobre reciclado generándose una mayor demanda; asimismo, otros factores como un incremento en la producción de vehículos eléctricos, favorecerán que el precio del cobre se eleve en estos años.

Figura 2: Gráfico de Precios del oro (\$/Oz) de Enero 2009 - Octubre 2019

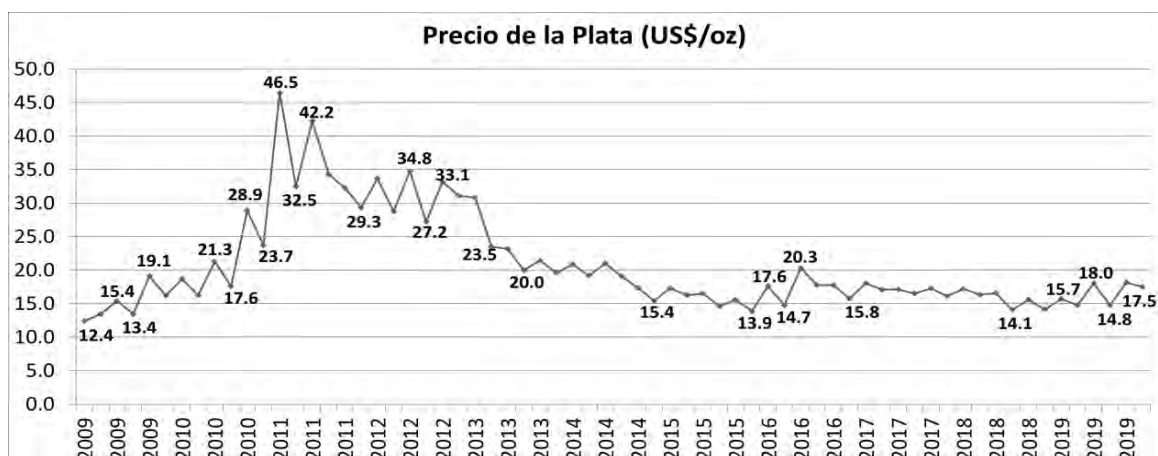


Fuente: Elaboración propia, adaptado de la London Bullion Market Association. Disponible en: <http://www.lbma.org.uk/precious-metal-prices>. [consultado el 10 de octubre de 2019].

En la figura 2 se muestra la tendencia del precio del oro. Para el análisis se usará el precio promedio de los años 2017 y 2018 y para proyectar el precio de los años 2019 al 2034 se usará un promedio de los últimos diez años asumiendo una tendencia similar; se incluye el año 2019 en las proyecciones, ya que al momento de realizar el análisis este año todavía no culminaba. El precio del oro que se usará en el análisis será de 1275.3 US\$/oz para el año 2017, 1266.0 US\$/oz para el año 2018 y 1316.1 US\$/oz para los años 2019 – 2034.

Según el Ministerio de Economía y Finanzas. (Abril, 2019). Informe de Actualización de Proyecciones Macroeconómicas 2019-2022. Recuperado de https://www.mef.gob.pe/contenidos/pol_econ/marco_macro/IAPM_2019_2022.pdf, la cotización del oro para los años 2020 – 2022 aumentaría a 1315 US\$/oz en comparación al 2019, valor muy similar al precio que se usará para los años 2019 - 2034 esto debido a la finalización de los ciclos de producción en importantes minas de oro alrededor del mundo, lo que disminuye la oferta con una demanda constante con tendencia al crecimiento debido a un mayor uso del oro en el sector tecnológico.

Figura 3: Gráfico de Precios de la plata (\$/Oz) de Enero 2009 - Octubre 2019



Fuente: Elaboración propia, adaptado de la London Bullion Market Association. Disponible en: <http://www.lbma.org.uk/precious-metal-prices>. [consultado el 10 de octubre de 2019].

En la figura 3 se muestra la tendencia del precio de la plata. Para el análisis se usará el precio promedio de los años 2017 y 2018 y para proyectar el precio de los años 2019 al 2034 se usará un promedio de los últimos diez años asumiendo una tendencia similar; se incluye el año 2019 en las proyecciones, ya que al momento de realizar el análisis este año todavía no culminaba. El precio de la plata que se usará en el análisis será de 17 US\$/oz para el año 2017, 15.7 US\$/oz para el año 2018 y 20.7 US\$/oz para los años 2019 – 2034.

De los gráficos mostrados anteriormente se resumen, en las tablas 1, 2 y 3, los precios de la evaluación de la siguiente manera:

Tabla 1: Precios de los metales para la evaluación del año 2017

Precios evaluación del año 2017			
	Cu (\$/TM)	Au (\$/oz)	Ag (\$/oz)
Precio	6,129.4	1,275.3	17.0

Fuente: Elaboración propia adaptado de la cotización de los metales de la LME y LBMA

Tabla 2: Precios de los metales para la evaluación del año 2018

Precios de evaluación del año 2018			
	Cu (\$/TM)	Au (\$/oz)	Ag (\$/oz)
Precio	6,337.8	1,266.0	15.7

Fuente: Elaboración propia adaptado de la cotización de los metales de la LME y LBMA

Tabla 3: Precios de los metales para la evaluación del periodo 2019 - 2034

Precios evaluación del periodo 2019 - 2034			
	Cu (\$/TM)	Au (\$/oz)	Ag (\$/oz)
Precio	6,549.3	1,316.1	20.7

Fuente: Elaboración propia adaptado de la cotización de los metales de la LME y LBMA

En las tablas 1,2 y 3 se pueden observar los precios promedio tomados para el análisis. Como se sabe el potencial económico de una operación minera se basa en gran medida en los precios de los metales a comercializar, por lo que este número es muy importante. Una manera confiable de calcular los precios que se usarán para evaluar los próximos años es con el promedio de un periodo representativo como los últimos 10 años debido a la volatilidad o variabilidad de estos.

3.2.1.1. Reporte de reservas

Como se mencionó anteriormente, el tonelaje de las reservas se asume 5% mayor en el nuevo análisis, ya que al evaluar con mayores precios la ley de corte baja. Este porcentaje fue recomendado por el área de geología como un estimado siendo conservadores, ya que era muy complicado recalcular las nuevas reservas con un nuevo modelo de bloques de la mina.

Se muestra el reporte de reservas en la siguiente tabla:

Tabla 4: Reporte de reservas al año 2019, según formato de NI-43-101

	Tonelaje diluido (TM)	Cu dil (%)	Au dil (g/TM)	Ag dil (g/TM)
Reservas	973,434	3.06	4.23	46.66

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos del Master plan del proyecto.

Como se muestra en la tabla 4, el reporte de reservas toma en cuenta la dilución; es decir, la reserva se diluye debido al método de explotación, ya que se contamina con material estéril, llamado así debido a que se encuentra por debajo de la ley de corte o mínima ley del mineral que generará ganancias si se mina. Esto genera un tonelaje diluido (tonelaje mayor al original) y leyes diluidas (leyes menores a las originales). Es importante aclarar que la ley del mineral significa concentración, a mayor ley, mayor concentración y mayor potencial económico en la zona.

3.2.1.2. Vida de la mina (Life of mine – LOM)

De acuerdo al tonelaje de reservas podemos calcular el tamaño del proyecto teniendo como indicador la vida operativa de la mina:

Tabla 5: Cálculo de la vida de la mina

Reservas (TM)	973,434
Producción diaria (tmpd)	150
Operatividad anual de planta (días/año)	360
Producción anual (tmpa)	54,000
LOM (años)	18

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos del Master plan del proyecto.

Como se observa en la tabla 5 se calculó la vida de la mina tomando en cuenta el tonelaje de reservas y la producción diaria basándose en la capacidad de tratamiento de la planta.

Se determinó una vida de la mina de 18 años, para una producción planeada de 150 TMD (pequeña minería).

3.2.2. Cálculo del valor del mineral después de fundición y refinación (NSR)

3.2.2.1. Datos económicos del proyecto en estudio

Los siguientes datos económicos servirán para calcular el valor del mineral después de todos los procesos hasta obtener el metal refinado y tomando en cuenta los aspectos contractuales de venta (penalizaciones por elementos contaminantes que reducen el valor del concentrado y maquilas).

a. Leyes de los concentrados

La operación producirá y venderá concentrados de Cu-Au y concentrados de Au, ambos con contenidos de Ag. El tratamiento en planta para producir estos concentrados se realizará a través de un método llamado flotación que mediante compuestos químicos en soluciones se generan burbujas, en las cuales los metales de interés se adhieren lográndose una separación de otros elementos sin interés económico como la pirita. Así es como se eleva la concentración de estos metales.

En las siguientes tablas se resumen las leyes de los concentrados de Cu-Au y Au después del proceso de flotación.

Tabla 6: Ley del concentrado de cobre - oro

Ley del concentrado de cobre - oro		
Metal	Ley	Unidad
Cobre	25.86	%
Oro	30.82	g/TM
Plata	371.72	g/TM

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos del Master plan del proyecto.

Tabla 7: Ley del concentrado de oro

Ley del concentrado de oro		
Metal	Ley	Unidad
Oro	12.64	g/TM
Plata	65.78	g/TM

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos del Master plan del proyecto.

Como se mencionó anteriormente, las tablas 6 y 7 muestran las leyes de cada metal en los dos concentrados que produce la mina. En el concentrado de cobre y oro se tiene una concentración promedio de cobre de 25.86 %, lo que quiere decir que por cada tonelada de concentrado hay 258.6 kg de cobre, 30.82 gramos de oro y 371.72 gramos de plata. De igual manera en el concentrado de oro se tiene una concentración de 12.64 gramos de oro por tonelada de concentrado y 65.78 gramos de plata por tonelada de concentrado. Estas concentraciones son mucho mayores a las halladas in-situ debido al tratamiento llevado a cabo en planta.

El valor del concentrado se ve reducido por pérdidas en fundición y refinación y por penalidades indicadas en el contrato de venta debido a elementos contaminantes.

b. Ley pagable

Ahora se calculará la ley pagable de los concentrados. Esta ley representa la ley o concentración de cada metal después de los procesos de fundición y refinación. La ley pagable se usa para el cálculo de la maquila de refinación, ya que de acuerdo al contrato comercial esta maquila se paga en función esta ley y en general afecta al valor global del mineral.

Tabla 8: Leyes pagables del concentrado

Leyes pagables	Deducción a la ley
Cu: Menos 1.1 % @ LME-A-Sett.	1.1 %
Au: 95% (D.M. 1. gr) @ London Final	1.54 (g/TM)
Ag : 90% (D.M. 37.17 gr) @ H&H	37.17 (g/TM)

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos del Master plan del proyecto.

Como se mencionó anteriormente, el valor del concentrado que produce la mina se ve reducido por las pérdidas de los metales de interés en los procesos de fundición y refinación (la recuperación después de fundirse y refinarse nunca es del 100%), procesos que los realizan las empresas que compran los concentrados para luego vender el producto final refinado a las industrias interesadas.

En la tabla 8 se indican las deducciones con las que se obtienen las leyes pagables del concentrado. El concentrado contiene cierta cantidad de cada metal a lo que se le llama ley del concentrado. Mina Yarabamba vende concentrados; sin embargo, los concentrados no son cobre, oro o plata totalmente en estado puro como se puede notar en las tablas 6 y 7. Las empresas fundidoras y refinadoras compran el concentrado de la mina para elevar su nivel de pureza con los procesos de fundición y refinación, después de estos procesos ya se pueden comercializar los metales a su destino final como son las industrias que los usarán para fabricar diversos productos. Es importante señalar que D.M significa deducción mínima, que quiere decir, por ejemplo, en el caso del oro, que se deducirá el 5% de la ley o se deducirá 1 gr/TM, el valor que sea mayor. Esto más que todo es un tema contractual con las empresas fundidoras y refinadoras.

A continuación, en la tabla 9 se muestran las leyes pagables de los concentrados.

Tabla 9: Ley pagable del Concentrado de Cu-Au y del Concentrado Au

	Ley pagable del Concentrado de Cu -Au		Ley pagable del concentrado de Au	
	Lc	Und.	Lc	Und.
Cu	24.76	%Cu	-	%Cu
Au	29.28	g/TMc	11.64	g/TMc
Ag	334.55	g/TMc	28.60	g/TMc

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos del Master plan del proyecto.

Como se puede notar en las tablas 8 y 9, las leyes pagables son menores a las leyes del concentrado mostradas en las tablas 6 y 7.

c. Deduciones por costos en fundición y refinación

Ahora calculamos las deducciones, ya que el valor de venta del mineral estará sujeto a deducciones por los procesos faltantes. Para ambos concentrados se tendrá una misma maquila o deducción por el costo de fundición y una diferente por cada concentrado en el caso de la refinación.

Tabla 10: Maquila por fundición en el Concentrado de Cu – Au y Concentrado de Au

Concentrado	Maquila fundición (\$/TMc)
Cu - Au	140

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos del Master plan del proyecto.

Como se puede observar en la tabla 10, la maquila por fundición es de 140 dólares por tonelada métrica de concentrado; es decir, este monto se le deducirá al valor del concentrado por el proceso de fundición que se le realizará. También se tienen deducciones por el proceso siguiente a la fundición llamado refinación donde se obtiene un nivel de pureza cercano al 100% de los metales de interés.

Tabla 11: Maquila por refinación Concentrado de Cu - Au

	Gastos refinación	Und.	Ley pagable	Und.	Dref. (\$/TMc)
Cu	0.165	\$/lb pagable	545.76	lb/TMc	90.05
Au	8.5	\$/oz pagable	0.94	oz/TMc	8.00
Ag	0.4	\$/oz pagable	10.76	oz/TMc	4.30
			Total		102.35

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos del Master plan del proyecto.

La ley pagable en el presente cuadro se calculó convirtiendo los valores de la tabla 9 a las unidades necesarias para realizar los cálculos de manera adecuada. Para el cobre se dividió entre 22.046 y para el caso del oro y la plata se dividió entre 31.1035.

Tabla 12: Maquila por refinación Concentrado de Au

	Gastos refinación	Und.	Ley pagable	Und.	Dref. (\$/TMc)
Au	8.5	\$/oz pagable	0.37	oz/TMc	3.18
Ag	0.4	\$/oz pagable	0.92	oz/TMc	0.37
				Total	3.55

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos del Master plan del proyecto.

La ley pagable en el presente cuadro se calculó convirtiendo los valores de la tabla 9 a las unidades necesarias para realizar los cálculos de manera adecuada. Para el cobre se dividió entre 22.046 y para el caso del oro y la plata se dividió entre 31.1035.

En las tablas 11 y 12 se muestran las maquilas o costos por refinación que le reducirá el valor a los concentrados que produce la mina.

d. Penalidades de acuerdo al contrato comercial

Debido a la mineralización; es decir, a los minerales naturales de la zona, se tienen contenidos de estibina, arsénico y bismuto, los cuales son penalizados por las empresas que realizan la fundición y refinación, ya que les disminuyen valor a los concentrados al no tener un uso industrial. Estos elementos penalizables en los concentrados reducen propiedades al cobre como conductor eléctrico o contaminan al oro y la plata que se usan mayormente en joyería disminuyendo su pureza y por lo mismo su valor.

Tabla 13: Elementos que pueden afectar el valor del concentrado

Veta	As (%)	Sb (%)	Bi (%)	CuOx (%)
ELIZA	0.82	0.091	0.052	0.54
VALENCIANA	0.67	<0.01	0.049	4.04
KORICANCHA	0.33	0.084	0.058	4.18
Total	0.61	0.09	0.05	2.92

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos del Master plan del proyecto.

Como se puede observar en la tabla 13 en las tres principales vetas de la operación hay presencia de arsénico, bismuto y estibina que de acuerdo a los términos comerciales pueden ser penalizables. En la tabla que sigue se mostrará el cálculo de las penalidades por la presencia de estos elementos.

Tabla 14: Penalidades por arsénico - estibina (As + Sb) y bismuto

Condición A	Penalidades por As + Sb	Unidades
As + Sb (libre de penalidad)	0.3	%
As + Sb (concentrado)	0.69	%
Penalidad dispuesta	5.25	\$/ $(TMc \cdot 0.1\%As-Sb$ en exceso)
As + Sb (exceso)	3.94	und. 0.1%As
Penalidad total	20.69	\$/TMc
Condición B	Penalidades por Bi	Unidades
Bi (libre de penalidad)	0.25	%
Bi (concentrado)	0.05	%
Penalidad dispuesta	1.5	\$/ $(TMc \cdot 0.01\%Bi$ en exceso)
Bi (exceso)	0.00	und. 0.1%As
Penalidad total	0.00	\$/TMc

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos del Master plan del proyecto.

De acuerdo a la tabla 14, si la concentración de cualquiera de estos elementos supera cierto valor el valor del concentrado es penalizado. En el caso del arsénico y estibina, si la ley de estos dos elementos juntos supera el 0.69 % en los concentrados se penaliza con US\$ 5.25 por cada 0.1 % en exceso. En el caso del bismuto de la misma manera, si en los concentrados la concentración de bismuto supera el 0.05 % se penaliza con US\$ 1.5 por cada 0.01 % en exceso.

En las siguientes tablas (Tabla 15, 16 y 17) se muestran los datos económicos de manera resumida, valores que se usarán en el caso de evaluación.

Tabla 15: Leyes de los minerales

Metal	Ley
Cu (%)	3.06
Au (g/TM minada)	4.23
Ag (g/TM minada)	46.66

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos del Master plan del proyecto.

En la tabla 15 se muestran las leyes diluidas; es decir, las leyes de cabeza extraídas de la operación y que ingresarán a planta.

Tabla 16: Cotizaciones consideradas

Precio promedio anual	Cu (\$/TM)	Au (\$/oz)	Ag (\$/oz)
2017	6,129.4	1,275.3	17.0
2018	6,337.8	1,266.0	15.7
2019 - 2034	6,549.3	1,316.1	20.7

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos del Master plan del proyecto.

En la tabla 16 se muestran las cotizaciones promedio consideradas para cada metal según el criterio explicado líneas arriba.

Tabla 17: Resumen del valor de cada metal después de deducciones

	VALOR DE CADA METAL (\$/TM minada)		
	2017	2018	2019 - 2034
Cu	114.50	118.509	123.07
Au	118.28	117.38	123.14
Ag	15.05	13.93	18.20
TOTAL	247.83	249.82	264.41

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos del Master plan del proyecto.

En la tabla 17 se muestra el valor de cada metal representado en dólares por tonelada métrica minada (tonelaje que ingresa a planta, en nuestro caso 150 toneladas métricas diarias en condiciones óptimas) después de pérdidas metalúrgicas, pérdidas por fundición y refinación, penalidades y deducciones contractuales mencionadas líneas arriba. A estos valores que varían por los precios considerados de los metales se les multiplicará por la producción mostrada en la tabla 5 para obtener el ingreso por la venta de los concentrados.

Cabe recalcar que para convertir \$/TM concentrado a \$/TM minada se divide entre el ratio de concentración que se obtiene mediante el balance metalúrgico. En nuestro caso es de 12.05 en el concentrado de Cu-Au y de 11.49 en el concentrado de Au.

Como se puede notar todas las reducciones que se le hace al valor del mineral se pueden representar a manera de porcentaje como una recuperación total.

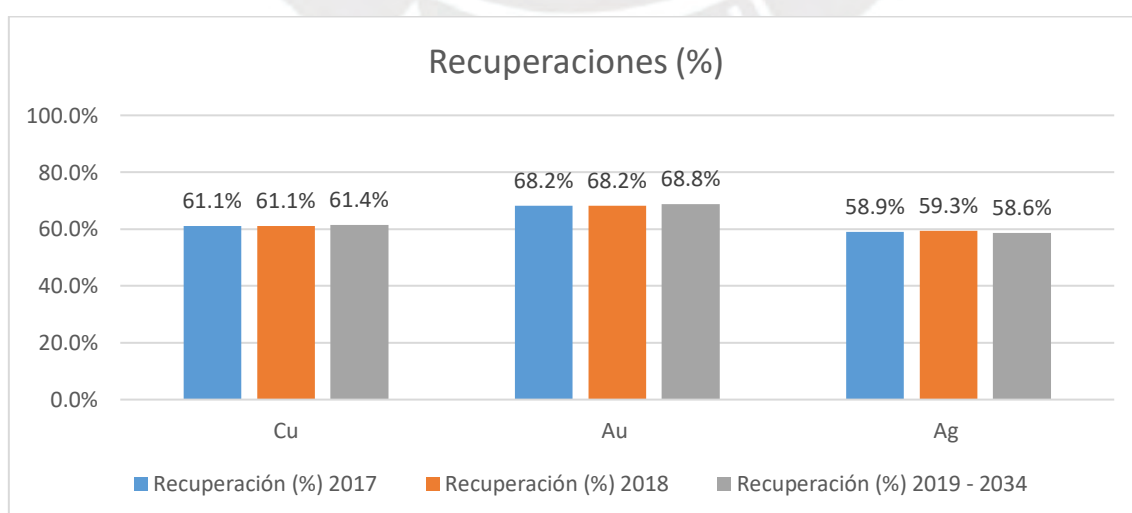
Tabla 18: Recuperaciones totales

		Cu	Au	Ag
2017	Valor inicial (Precio x Ley cabeza) US\$/TM	187.55	173.43	25.66
	Valor final (Después de deducciones) US\$/TM	114.50	118.28	15.12
	Recuperación (%)	61.05	68.20	58.93
2018	Valor inicial (Precio x Ley cabeza) US\$/TM	193.94	172.16	23.33
	Valor final (Después de deducciones) US\$/TM	118.52	117.36	13.84
	Recuperación (%)	61.11	68.17	59.33
2019 - 2034	Valor inicial (Precio x Ley cabeza) US\$/TM	200.40	178.97	31.26
	Valor final (Después de deducciones) US\$/TM	123.06	123.13	18.32
	Recuperación (%)	61.41	68.80	58.62

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos del Master plan del proyecto.

En la tabla 18 se muestran las recuperaciones totales; es decir, un porcentaje que representa de manera global las recuperaciones tanto metalúrgicas obtenidas luego de que el mineral es tratado en planta concentradora como las recuperaciones después de la fundición y refinación, además de considerarse las deducciones al valor pagable por términos contractuales (penalidades). Este valor se calcula dividiendo el valor del metal después de deducciones entre el valor inicial del metal antes de deducciones. Como sabemos para obtener los ingresos debido a las ventas se debe realizar el cálculo a valores NSR (Net Smelter Return), después de fundición y refinación y tomando en cuenta los términos contractuales.

Figura 4: Recuperación total del valor inicial del mineral



Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos del Master plan del proyecto.

En la figura 4 se observan las recuperaciones totales respecto al valor inicial del mineral. Se puede notar que la recuperación más alta se da para el oro; sin embargo, por la alta concentración de cobre, la mayor participación económica en el ingreso de la empresa se da por el concentrado de cobre y oro, representando aproximadamente el 88.6 % de los ingresos por ventas globales. Este valor se obtiene dividiendo 234 \$/TM mineral que aporta el concentrado de Cu-Au con los 264.24 \$/TM mineral que aportan ambos concentrados en su conjunto.

3.2.3. Ingresos económicos en condiciones óptimas de operación

La etapa de explotación de la mina Yarabamba comenzó el año 2017 y de acuerdo a las reservas del proyecto se estima una vida de dieciocho años, lo que se puede observar en la tabla 5 que muestra el cálculo de la vida de la mina por lo que se calcularán los ingresos hasta el año 2034.

En las tres tablas siguientes se calcularán los ingresos totales debido a las ventas en condiciones óptimas de producción, ya que esta variable se verá impactada directamente por problemas que se identifiquen en la operación. Cabe recalcar que se consideran doce meses al año y treinta días por mes para los cálculos realizados.

Tabla 19: Ingresos para el año 2017 en condiciones óptimas de operación

Periodo	Valor total del mineral (US\$/TM)	Producción (TM)	Ingreso (US\$)
Anual	247.83	54000	13,382,928
Mensual	247.83	4500	1,115,244
Diario	247.83	150	37,175
Horario	247.83	6.25	1,549

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos del Master plan del proyecto.

Tabla 20: Ingresos para el año 2018 en condiciones óptimas de operación

Periodo	Valor total del mineral (US\$/TM)	Producción (TM)	Ingreso (US\$)
Anual	249.82	54000	13,490,226
Mensual	249.82	4500	1,124,186
Diario	249.82	150	37,473
Horario	249.82	6.25	1,561

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos del Master plan del proyecto.

Tabla 21: Ingresos para los años 2019 - 2034 en condiciones óptimas de operación

Periodo	Valor total del mineral (US\$/TM)	Producción (TM)	Ingreso (US\$)
Anual	264.41	54000	14,278,337
Mensual	264.41	4500	1,189,861
Diario	264.41	150	39,662
Horario	264.41	6.25	1,653

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos del Master plan del proyecto.

En las tablas 19, 20 y 21 se muestran los ingresos para los años 2017, 2018 y el periodo 2019 - 2034 en condiciones óptimas de operación; es decir, con una producción de 150 toneladas métricas diarias, producción que clasifica a la operación como pequeña minería.

El cálculo de los ingresos se realizó multiplicando el valor total del mineral, resaltado en la columna 2 de las tablas 19, 20 y 21 por la producción en toneladas métricas de mineral que ingresa a planta para ser tratado, resaltado en la columna 3 de las tablas antes mencionadas. Como se sabe, por los cálculos realizados líneas arriba, el valor del mineral toma en cuenta el precio considerado para la evaluación, la ley promedio y todas las deducciones al valor de inicial de este. Es importante mencionar que se usa una ley promedio con fines de practicidad en la evaluación; sin embargo, en la operación se puede observar la variación constante de las leyes o concentraciones de cada metal en el mineral por lo que el valor del mineral variaría constantemente.

Más adelante se observará que los ingresos calculados en las tablas 19, 20 y 21 no son reales, ya que se han identificado problemas en las tecnologías de información que controlan los principales procesos de la operación minera, producto de una inadecuada gestión de los servicios de T.I, lo que generó una disminución en los ingresos al detenerse la producción por determinados periodos.

3.2.4. Problemas causantes de un impacto económico negativo por falta de una eficiente gestión de servicios de T.I

Con el ingreso anual calculado y proyectado al tiempo de vida útil de la mina, procedemos a analizar los principales problemas a nivel de las tecnologías de información que afronta la empresa minera Yarabamba, ocasionados por la falta de una adecuada gestión de las tecnologías de información y que impactan directa y negativamente en los ingresos de la operación (Imran y Abbas, 2015). A continuación,

se detallan de manera general los problemas encontrados en la gestión de las tecnologías de la información:

- No existen procesos claros y estandarizados relacionados a la atención de una incidencia o problema tecnológico.
- Ante la ocurrencia de alguna incidencia o problema informático reportado, la atención por parte de los analistas no se realiza siguiendo algún procedimiento de prioridad establecido, sino que se efectúa siguiendo decisiones personales de cada analista.
- Se cuenta con un sistema llamado Mantis con veinte licencias, que tiene la capacidad de generar tickets y reportes ante la ocurrencia de una incidencia o problema, y que podría ser usado por todas las áreas de la empresa minera Yarabamba, pero la realidad es distinta, ya que no es usado por los analistas de la mesa de soporte del área de T.I como ayuda para hacer seguimiento a una determinada incidencia o problema reportado y que también les ayude a controlar el tiempo y la calidad de la solución; tampoco es usado por las demás áreas, generalmente, el reporte se realiza por algún medio de comunicación (celular, anexo o WhatsApp). Asimismo, la mesa de soporte del área de T.I, no usa dicho sistema para sacar reportes estadísticos que permitan determinar el estado de atención (solucionado o en proceso) de las incidencias o problemas reportados por otras áreas, por ende, se desconoce el nombre de los analistas a cargo de la atención de dichas incidencias o problemas reportados y el tratamiento que se dio. Por estas razones, los analistas de soporte del área de T.I al no contar con esta información de manera visible, en repetidas ocasiones dos o más de ellos atendieron una misma incidencia o problema reportado o atendieron incidencias o problemas ya solucionadas por otros analistas, ocasionando una pésima calidad en la atención por parte de área de soporte, demora en los tiempos de solución, aumento de la frecuencia de ocurrencia de las incidencias o problemas los cuales afectan a la operatividad del negocio minero, los ingresos y a su rentabilidad.

A continuación, se describen las razones por las que la empresa decidió paralizar la producción a causa de los cinco problemas que se describirán en párrafos posteriores:

- Se encontraron casos de extracción de concentrados de la planta de manera ilegal, por lo que gerencia decidió detener la operación en caso no se pueda monitorear de manera precisa y en tiempo real el mineral que ingresa y sale de planta, caso que no es posible sin el sistema ERP funcionando en óptimas

condiciones, ya que es donde se registra toneladas, leyes, concentración de elementos contaminantes, etc.

- Por seguridad, por ejemplo, en los casos en los que el sistema ERP cae por conectividad, la operación tiene un motivo adicional para ser detenida, el cual es la seguridad. La empresa está intentando certificarse internacionalmente en seguridad, por lo que hizo un plan para elevar sus estándares y reducir al máximo el número de accidentes e incidentes por año. Usa el monitoreo en tiempo real de los operadores mediante reportes de cada actividad que hacen a través de tablets con acceso a internet para saber qué están haciendo exactamente. De esta manera si la empresa no sabe qué actividad o como la están realizando detiene la actividad por un periodo de tiempo, el cual, no debe ser muy largo para solucionar el problema.

La aparición de estos cinco problemas principales (problemas intrínsecos de la operación) en dicha mina causan que el sistema ERP falle y como efecto susciten que la producción se detenga y por ende se den grandes pérdidas económicas, afectando directamente a los ingresos por ventas. Estos cinco problemas se detallan a continuación:

- **Mala conectividad**

El principal problema relacionado a la conectividad que afronta la empresa minera Yarabamba es la lentitud de esta, lo que genera una caída del sistema ERP, el cual controla los procesos de la operatividad minera. Este problema trae como consecuencia la paralización de las operaciones, lo que impacta negativamente en los ingresos y por ende en la rentabilidad, causando una disminución de los mismos. Como se sabe la operación minera de explotación, se desarrolla dentro de la concesión minera "EL Explorador", de 600.0534 hectáreas y se ubica en el cerro Valenciana, distrito de Yarabamba, provincia y región de Arequipa; a una altura promedio de 2,600 m.s.n.m. Es por ello, que, como cualquier operación minera, al ubicarse en una zona alejada de la ciudad, los problemas de conectividad son bastante frecuentes.

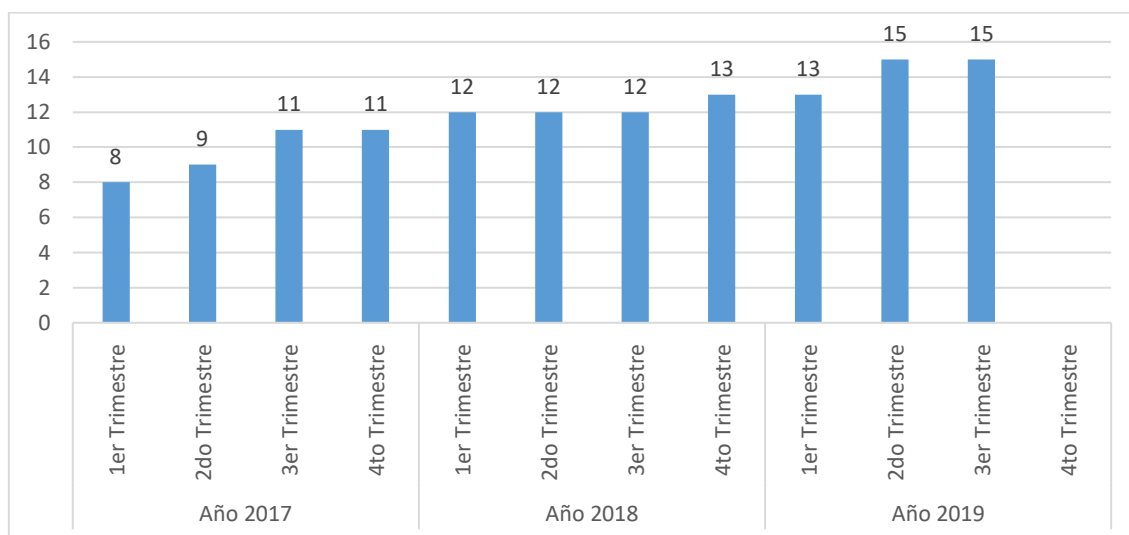
Tabla 22: Frecuencia de fallos debido a una mala conectividad

Mala conectividad		
Año	Periodo	Frecuencia de fallos debido a una mala conectividad
2017	1er Trimestre	8
	2do Trimestre	9
	3er Trimestre	11
	4to Trimestre	11
2018	1er Trimestre	12
	2do Trimestre	12
	3er Trimestre	12
	4to Trimestre	13
2019	1er Trimestre	13
	2do Trimestre	15
	3er Trimestre	15
	4to Trimestre	-

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de estudios realizados directamente en la operación.

Según la Tabla 22, si hacemos un análisis año a año; observamos que en el año 2019 se incrementó la frecuencia de problemas relacionados a la mala conectividad, llegando a un máximo de 15 fallas, lo que ocasionó la caída del sistema ERP produciendo desconcierto al no tener data de la producción y deteniendo la operación hasta encontrar la solución. Cabe recalcar que si se compara el primer trimestre de operación en el año 2017 con el último trimestre analizado en el año 2019, se tiene un incremento en la ocurrencia de fallas por conectividad de aproximadamente 88%, lo que indica un escenario negativo a futuro para la empresa, probablemente imposible de manejar en unos años.

Figura 5: Gráfico de la frecuencia de fallos debido a una mala conectividad



Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de estudios realizados directamente en la operación.

Según la figura 5, si hacemos un análisis año a año; se observa de manera más sencilla el incremento de la frecuencia de ocurrencia de fallos por mala conectividad en la operación. Esta tendencia parece mantenerse para los años siguientes.

- **Funcionamiento incorrecto del hardware**

Este problema ocurre principalmente en el hardware del servidor que posee la empresa minera Yarabamba, ya que se malogra de manera frecuente debido principalmente a fallos a nivel de hardware por falta de un mantenimiento preventivo adecuado; solamente ante la ocurrencia de dicho problema, se aplica una solución temporal y reactiva que consiste básicamente en una limpieza de las piezas del servidor, para que el sistema ERP pueda continuar funcionando de manera adecuada.

Tabla 23: Frecuencia de fallos debido a un funcionamiento incorrecto hardware

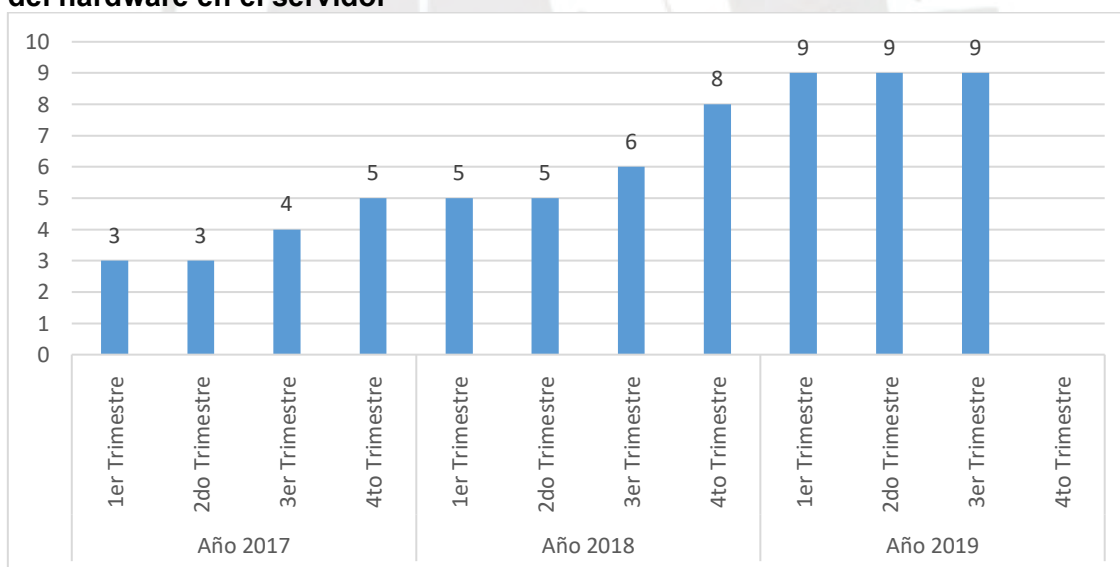
Funcionamiento incorrecto del hardware		
Año	Periodo	Frecuencia de fallos debido a un funcionamiento incorrecto del hardware
2017	1er Trimestre	3
	2do Trimestre	3
	3er Trimestre	4
	4to Trimestre	5
2018	1er Trimestre	5
	2do Trimestre	5

	3er Trimestre	6
	4to Trimestre	8
2019	1er Trimestre	9
	2do Trimestre	9
	3er Trimestre	9
	4to Trimestre	-

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de estudios realizados directamente en la operación.

Según la Tabla 23, si hacemos un análisis año a año; podemos notar que en el año 2019 se incrementó la frecuencia de dicho problema llegando a un valor máximo de 9. Este problema afecta principalmente al sistema ERP provocando su caída y con ello la paralización de la producción. Como se puede observar esta tendencia continuará y empeorará a lo largo de la vida de la mina generando grandes pérdidas económicas. Al comparar el primer trimestre de operación con el último analizado este año, se observa un incremento de los problemas con el hardware del servidor de 200%, lo cual es un porcentaje excesivamente alto.

Figura 6: Gráfico de frecuencia de fallos debido a un funcionamiento incorrecto del hardware en el servidor



Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de estudios realizados directamente en la operación.

En la figura 6 se observa de mejor manera la tendencia a incrementarse con el tiempo la frecuencia de problemas relacionados con el hardware del servidor.

- **Fallos en las actualizaciones del servidor**

El software que controla la funcionalidad del servidor en la empresa minera Yarabamba, se actualiza sin seguir protocolos de cambios establecidos, lo cual genera que, ante una actualización incorrecta realizada en el software del servidor, afecte a su funcionamiento normal, generando fallos y mensajes de error, lo cual, a su vez impacta de manera directa y negativa en el sistema ERP que se encuentra instalado allí, causando su mal funcionamiento y por ende el detenimiento de la producción.

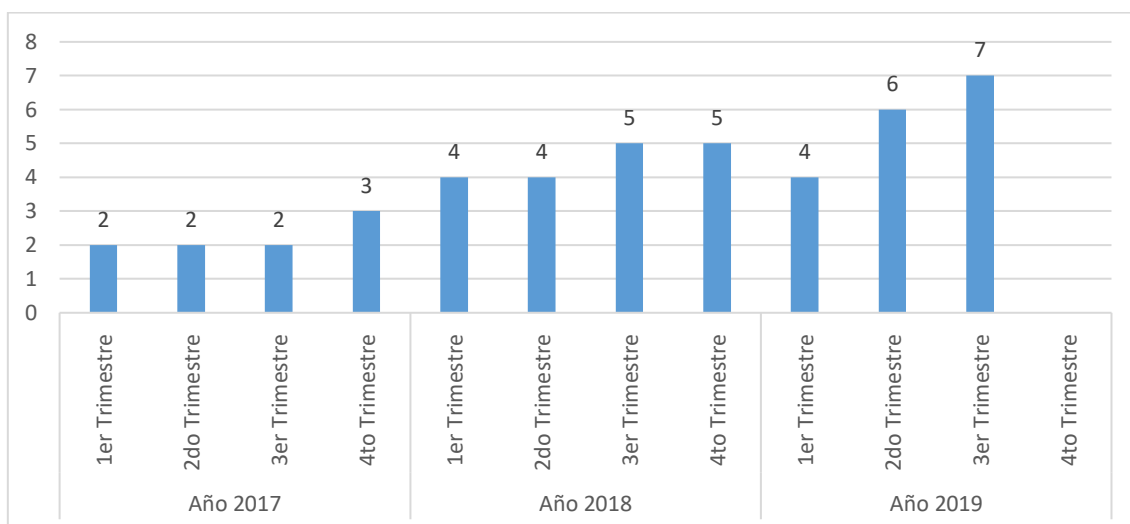
Tabla 24: Frecuencia de fallos a causa de actualizaciones del servidor

Fallos en las actualizaciones del servidor		
Año	Periodo	Frecuencia de fallos a causa de actualizaciones del servidor
2017	1er Trimestre	2
	2do Trimestre	2
	3er Trimestre	2
	4to Trimestre	3
2018	1er Trimestre	4
	2do Trimestre	4
	3er Trimestre	5
	4to Trimestre	5
2019	1er Trimestre	4
	2do Trimestre	6
	3er Trimestre	7
	4to Trimestre	-

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de estudios realizados directamente en la operación.

Según la Tabla 24, si hacemos un análisis año a año; en el año 2019, se incrementó la frecuencia de fallos en las actualizaciones del servidor en el cual se encuentra instalado el sistema ERP, llegando a un valor máximo de 7 fallos durante el dicho año. Esto nos indica una tendencia desalentadora, ya que con el paso del tiempo este problema será más difícil de manejar causando una reducción de manera considerable en la rentabilidad de la empresa. Si comparamos el primer trimestre al inicio de la operación con el último trimestre analizado en el año 2019 la frecuencia de fallos incrementó en 250%.

Figura 7: Frecuencia fallos a causa de actualizaciones del servidor



Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de estudios realizados directamente en la operación.

Según la figura 7, se corrobora lo explicado en párrafos precedentes, el cual consiste en un aumento en la tendencia de la frecuencia de fallos en la actualización del servidor de una manera creciente y alarmante para la empresa.

- **Inadecuado uso del sistema ERP**

La empresa minera Yarabamba, asume que sus empleados están bien capacitados para usar el sistema ERP y por ende no invierte esfuerzo en ese aspecto, lo cual ha traído como consecuencia que en reiteradas ocasiones los usuarios del sistema ERP, ingresen datos incorrectos al sistema relacionados con la producción, lo cual genera desconcierto y falta de confianza en la fiabilidad de dicha data, por lo que los analistas detienen el funcionamiento del sistema ERP hasta solucionar dicho problema, lo cual trae consigo una paralización en la actividad productiva minera.

Tabla 25: Frecuencia de fallos debido a un inadecuado uso del sistema ERP

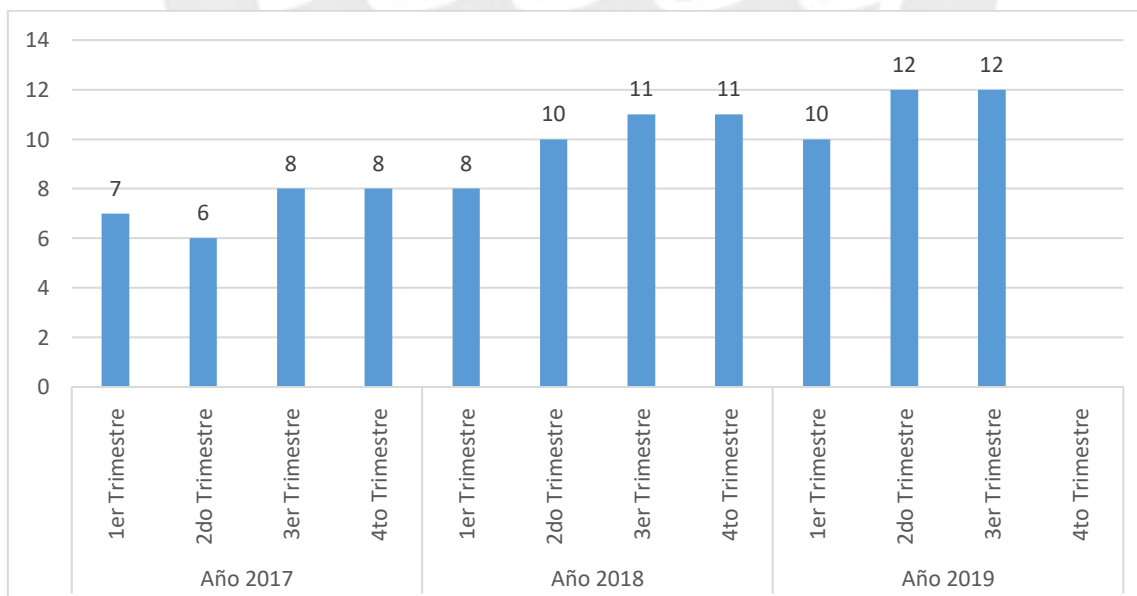
Inadecuado uso del sistema ERP		
Año	Periodo	Frecuencia de fallos debido a un inadecuado uso del sistema ERP
2017	1er Trimestre	7
	2do Trimestre	6
	3er Trimestre	8
	4to Trimestre	8

2018	1er Trimestre	8
	2do Trimestre	10
	3er Trimestre	11
	4to Trimestre	11
2019	1er Trimestre	10
	2do Trimestre	12
	3er Trimestre	12
	4to Trimestre	-

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de estudios realizados directamente en la operación.

Según la tabla 25, si hacemos un análisis año a año; en el año 2019 se incrementó la frecuencia de ocurrencia de fallas por un inadecuado uso del sistema ERP, llegando a un máximo el tercer trimestre del año 2019 de 12 fallas. Como se puede observar, si se realiza una comparación entre el primer trimestre de operación en el año 2017 y el último trimestre analizado en el año 2019, se tiene un incremento de aproximadamente 71% de dicho problema, lo cual indica una tendencia desfavorable para la empresa que probablemente en poco tiempo será más difícil de manejar.

Figura 8: Gráfico de frecuencia de fallos debido a un inadecuado uso del sistema ERP



Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de estudios realizados directamente en la operación.

En el gráfico de la figura 8 se observa de manera sencilla la tendencia al crecimiento de las fallas por un inadecuado uso del sistema ERP, escenario negativo para la empresa.

- **Deficiente migración de datos**

La empresa minera Yarabamba está migrando su base de datos a una nueva plataforma de mayor robustez y tamaño, ya que la anterior base de datos está casi llena y es obsoleta; pero esta migración no se realiza de manera programada, ni tampoco se hace siguiendo un procedimiento de cambios a nivel de software, es por ello que muchas veces la empresa minera Yarabamba sufre la desconexión y pérdida de data a nivel de su base de datos, con la cual afecta de manera negativa al funcionamiento del sistema ERP ya que este se alimenta de la data que le proporciona dicha base de datos, esto a su vez ocasiona que se detenga la producción minera hasta que los analistas encuentren una solución adecuada.

Tabla 26: Frecuencia de fallas debido a una deficiente migración de datos

Deficiente migración de datos		
Año	Periodo	Frecuencia de fallos debido a una deficiente migración de datos
2017	1er Trimestre	0.25
	2do Trimestre	0.5
	3er Trimestre	0.5
	4to Trimestre	0.75
2018	1er Trimestre	1.25
	2do Trimestre	1.25
	3er Trimestre	1.75
	4to Trimestre	1.75
2019	1er Trimestre	1.5
	2do Trimestre	2.25
	3er Trimestre	2.25
	4to Trimestre	-

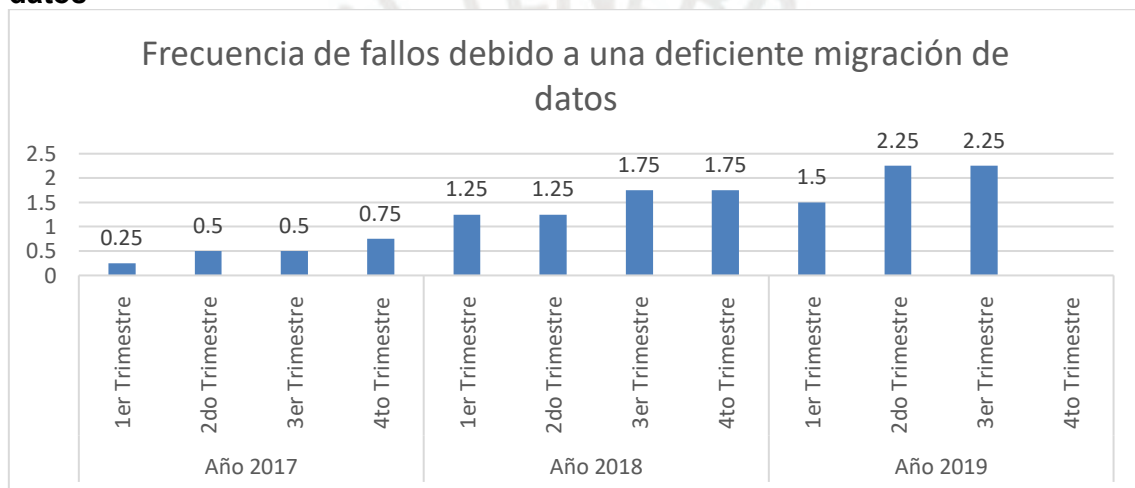
Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de estudios realizados directamente en la operación.

Según la tabla 26, si hacemos un análisis año a año; en el año 2019 se incrementó la frecuencia de fallas por deficiente migración de datos respecto del año 2017, de 2 fallas a 6 fallas, sin tomar en cuenta el último trimestre de dicho año. Si comparamos por trimestres se observa un incremento porcentual aún mayor, ya que al

comparar el primer trimestre del 2017 con el tercer trimestre del 2019 se encuentra un incremento en la frecuencia de fallas por el motivo en mención de 800%, porcentaje alarmante que indica un escenario bastante desfavorable para la operación, con proyecciones desalentadoras para los próximos años de producción. Este porcentaje indica de manera aproximada el incremento de la frecuencia de dicha falla, debido a que este problema al tener una frecuencia de falla anual muy baja, se distribuyó trimestralmente siguiendo una tendencia de crecimiento lineal.

Así por ejemplo en el año 2017 hubo dos fallas, las cuales se distribuyeron entre los cuatro trimestres del año siguiendo dicho crecimiento lineal con fines de mostrar de manera práctica la tendencia trimestral.

Figura 9: Gráfico de frecuencia de falla debido a una deficiente migración de datos

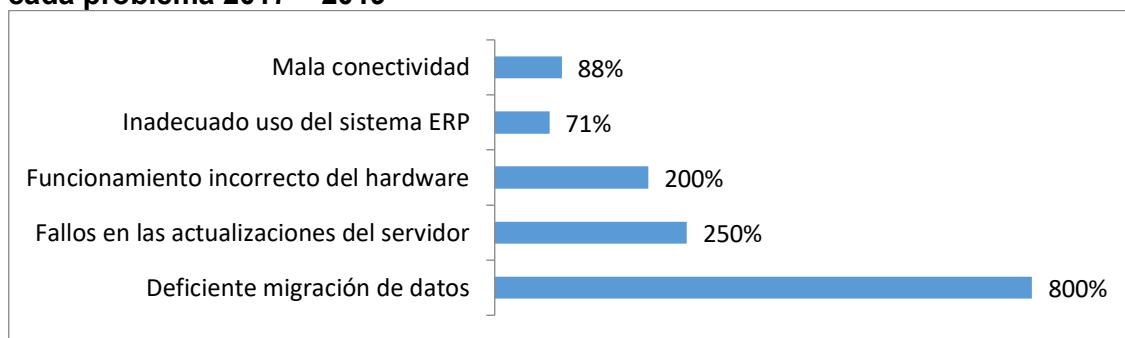


Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de estudios realizados directamente en la operación.

Según el gráfico de la figura 9, se puede notar de manera sencilla la tendencia al crecimiento en la frecuencia de falla del sistema ERP por una deficiente migración de datos. Este escenario generaría un impacto importante en la rentabilidad de la empresa a futuro incluso imposible de manejar en unos años si no se soluciona rápidamente.

En el siguiente gráfico se muestra el incremento en la frecuencia de ocurrencia de los cinco problemas hallados en la operación, problemas que afectan de manera directa al funcionamiento del sistema ERP, sistema que sirve para integrar los procesos operativos de la empresa y cuya finalidad es automatizar, coordinar y optimizar toda la cadena de producción de la mina Yarabamba.

Figura 10: Gráfico de porcentaje de incremento de la frecuencia de ocurrencia de cada problema 2017 – 2019



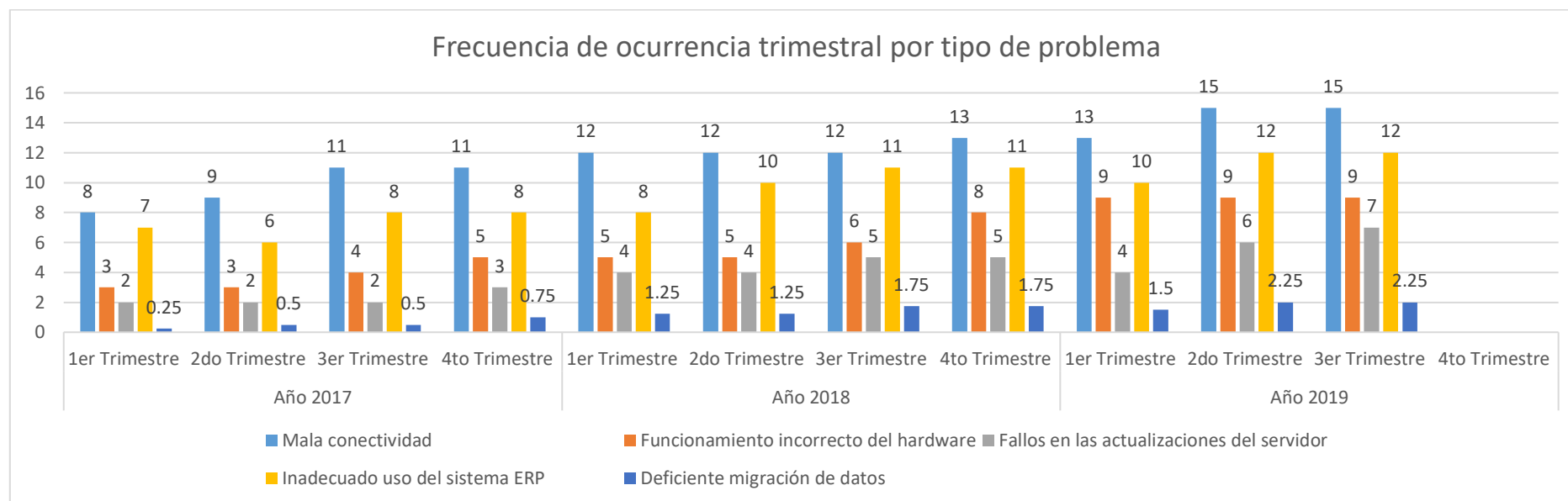
Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de estudios realizados directamente en la operación.

Como se observa en el gráfico de la figura 10, la deficiente migración de datos es un problema que ha tenido un crecimiento en su frecuencia de ocurrencia muy superior a los otros problemas analizados por lo que se le debe dar la adecuada importancia y encontrar una solución eficiente. Sin embargo, los demás problemas, si bien es cierto no han aumentado al mismo ritmo, el impacto y la tendencia que tienen al crecimiento son motivo de alarma para la empresa minera Yarabamba, que debe enfocar todas sus energías en dar las facilidades al área de T.I para el soporte adecuado de estos.

El crecimiento de la frecuencia en estos problemas se debe principalmente a una cultura organizacional deficiente y a una rotación de personal frecuente durante el periodo 2017 – 2019 en la empresa. Esto debido a que al ingresar personal nuevo les cuesta acoplarse a los procedimientos de la empresa de manera rápida ocasionando que los problemas tengan un efecto acumulativo y se multipliquen. En el caso de la mala conectividad en particular la frecuencia aumenta por el hecho de que no se aplica una adecuada gestión de cambios en hardware.

En resumen, se puede decir que los problemas mencionados tienen consecuencias con alto impacto en la productividad, ya que al caerse el sistema ERP, planta no puede registrar leyes de cabeza y tonelajes generando desorientación, por lo que debe parar la producción. Además, se verá afectada de manera considerable la logística de la empresa, ya que los requerimientos de explosivos, EPPs (equipos de protección personal), aceros, etc. no se podrán realizar, así es que la perforación y voladura, procesos iniciales en la actividad minera que usan materiales de alta rotación en el corto plazo van a tener que detenerse generando pérdidas económicas a la empresa.

Figura 11: Gráfico resumen de las tendencias de la frecuencia de ocurrencia de cada uno de los cinco problemas analizados



Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de estudios realizados directamente en la operación.

Como se puede observar en la figura 11, muestra de manera resumida la frecuencia de ocurrencia trimestral de cada tipo de problema analizado durante los últimos tres años de operación de la mina. Dichos problemas analizados tienden al crecimiento en su frecuencia de ocurrencia y cada vez en mayor medida, por lo que se le debe dar la adecuada importancia al área de soporte en materia de Tecnologías de la Información; es decir, al área de T.I para la solución de estos. Se concluye que la empresa se encuentra en un escenario negativo y con tendencias aún más desalentadoras, en el que se debe tener una acción rápida si se quiere que la operación siga siendo rentable durante toda la etapa productiva. Se puede deducir que mientras más tiempo se aplase la toma de acción en su solución, el problema empeora de manera exponencial.

3.2.5. Cálculo del impacto económico negativo en relación a los problemas generados por falta de una eficiente gestión de servicios de T.I

Ahora se analizará el impacto económico que generan los problemas mencionados en párrafos precedentes en la producción, los cuales afectan de manera directa a los ingresos. En la siguiente tabla se resumen las duraciones promedio de cada tipo de problema.

Tabla 27: Duración promedio de cada tipo de problema del presente análisis

Duración (hr)				
Mala conectividad	Funcionamiento incorrecto del hardware	Fallos en las actualizaciones del servidor	Inadecuado uso del sistema ERP	Deficiente migración de datos
3.5	6.4	4.2	2.1	12.6

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de estudios realizados directamente en la operación.

Como se puede observar en la tabla 27, la duración promedio de cada tipo de problema indica el tiempo que demora el área de T.I en darles solución. Para reducir el impacto económico en la empresa generado por la disminución de la producción cuando ocurre cada problema, **es necesario reducir tanto la frecuencia de ocurrencia como la duración de los mismos**. Esto solamente se puede realizar con un mejoramiento del soporte brindado por el área de T.I por medio de una adecuada gestión de los servicios tecnológicos. Con la frecuencia y duración promedio de cada problema, obtenidas de las tablas líneas arriba, en la unidad minera Yarabamba se calcula el impacto en los ingresos anuales para la empresa, ya que se tiene el ingreso horario detallado en las tablas 19, 20 y 21.

Las duraciones por tipo de problema mostradas en la tabla 27 se usarán para realizar el cálculo del impacto en los ingresos que tiene cada uno de estos.

Tabla 28: Impacto en los ingresos debido a una mala conectividad

Año	Periodo	Frecuencia	Duración promedio (hr)	Ingresos en condiciones óptimas de operación (US\$/hr)	Impacto en los ingresos (US\$)
2017	1er Trimestre	8	3.5	1,549	43,371
	2do Trimestre	9	3.5	1,549	48,792
	3er Trimestre	11	3.5	1,549	59,635
	4to Trimestre	11	3.5	1,549	59,635
	Total	-	-	-	211,432
2018	1er Trimestre	12	3.5	1,561	65,577
	2do Trimestre	12	3.5	1,561	65,577
	3er Trimestre	12	3.5	1,561	65,577
	4to Trimestre	13	3.5	1,561	71,042
	Total	-	-	-	267,775
2019	1er Trimestre	13	3.5	1,653	75,193
	2do Trimestre	15	3.5	1,653	86,761
	3er Trimestre	15	3.5	1,653	86,761
	4to Trimestre	-	-	-	-
	Total	-	-	-	248,714

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de estudios realizados directamente en la operación.

Como se puede observar en la tabla 28, el impacto económico debido a la mala conectividad en los ingresos de la empresa va en aumento desde el primer trimestre del 2017 hasta el tercer trimestre del presente año, llegando en este último a un valor de US\$ 86,761; el incremento en este periodo fue de aproximadamente 100%. Cabe recalcar que el impacto económico, se calculó multiplicando la frecuencia de fallos debido a mala conectividad por trimestre, datos provenientes de la tabla 22, con su duración promedio en horas (cada fallo tiene una duración promedio, ya que demoran un tiempo similar en la solución de cada problema), datos provenientes de la tabla 27, y estos a su vez con los ingresos que se darían por hora en condiciones óptimas de operación, datos provenientes de las tablas 19, 20 y 21 según el año respectivo, obteniéndose la pérdida o impacto económico que este problema generó en los ingresos.

Tabla 29: Impacto en los ingresos debido a un funcionamiento incorrecto del hardware

Año	Periodo	Frecuencia	Duración promedio (hr)	Ingresos en condiciones óptimas de operación (US\$/hr)	Impacto en los ingresos (US\$)
2017	1er Trimestre	3	6.4	1,549	29,740
	2do Trimestre	3	6.4	1,549	29,740
	3er Trimestre	4	6.4	1,549	39,653
	4to Trimestre	5	6.4	1,549	49,566
	Total	-	-	-	148,699
2018	1er Trimestre	5	6.4	1,561	49,964
	2do Trimestre	5	6.4	1,561	49,964
	3er Trimestre	6	6.4	1,561	59,957
	4to Trimestre	8	6.4	1,561	79,942
	Total	-	-	-	239,826
2019	1er Trimestre	9	6.4	1,653	95,189
	2do Trimestre	9	6.4	1,653	95,189
	3er Trimestre	9	6.4	1,653	95,189
	4to Trimestre	-	-	-	-
	Total	-	-	-	285,567

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de estudios realizados directamente en la operación.

En la tabla 29 se observa un aumento del impacto económico debido a un mal funcionamiento del hardware hasta un valor máximo de US\$ 95,189 en el tercer trimestre del año 2019. Si se compara el primer trimestre al inicio de la operación con el último trimestre analizado el presente año se puede ver un incremento del impacto económico debido a este problema de aproximadamente 220%. Cabe recalcar que el impacto se calculó multiplicando la frecuencia de fallos debido a un mal funcionamiento del hardware por trimestre, datos provenientes de la tabla 23, con su duración promedio en horas (cada fallo tiene una duración promedio, ya que demoran un tiempo similar en la solución de cada problema), datos provenientes de la tabla 27, y estos a su vez con los ingresos que se darían por hora en condiciones óptimas de operación, datos provenientes de las tablas 19, 20 y 21 según el año respectivo, obteniéndose la pérdida o impacto económico que este problema generó en los ingresos.

Tabla 30: Impacto en los ingresos debido a fallos en las actualizaciones del servidor

Año	Periodo	Frecuencia	Duración promedio (hr)	Ingresos en condiciones óptimas de operación (US\$/hr)	Impacto en los ingresos (US\$)
2017	1er Trimestre	2	4.2	1,549	13,011
	2do Trimestre	2	4.2	1,549	13,011
	3er Trimestre	2	4.2	1,549	13,011
	4to Trimestre	3	4.2	1,549	19,517
	Total	-	-	-	58,550
2018	1er Trimestre	4	4.2	1,561	26,231
	2do Trimestre	4	4.2	1,561	26,231
	3er Trimestre	5	4.2	1,561	32,789
	4to Trimestre	5	4.2	1,561	32,789
	Total	-	-	-	118,039
2019	1er Trimestre	4	4.2	1,653	27,763
	2do Trimestre	6	4.2	1,653	41,645
	3er Trimestre	7	4.2	1,653	48,586
	4to Trimestre	-	-	-	-
	Total	-	-	-	117,995

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de estudios realizados directamente en la operación.

En la tabla 30 se observa un aumento del impacto económico debido a fallos en las actualizaciones del servidor hasta un valor máximo de US\$ 48,586 en el tercer trimestre del año 2019. Si se compara el primer trimestre al inicio de la operación con el último trimestre analizado el presente año se puede ver un incremento del impacto económico debido a este problema de aproximadamente 273%.

Cabe recalcar que el impacto se calculó multiplicando la frecuencia de fallos en las actualizaciones del servidor por trimestre, datos provenientes de la tabla 24, con su duración promedio en horas (cada fallo tiene una duración promedio, ya que demoran un tiempo similar en la solución de cada problema), datos provenientes de la tabla 27, y estos a su vez con los ingresos que se darían por hora en condiciones óptimas de operación, datos provenientes de las tablas 19, 20 y 21 según el año respectivo, obteniéndose la pérdida o impacto económico que este problema generó en los ingresos.

Tabla 31: Impacto en los ingresos debido a un inadecuado uso del sistema ERP

Año	Periodo	Frecuencia	Duración promedio (hr)	Ingresos en condiciones óptimas de operación (US\$/hr)	Impacto en los ingresos (US\$)
2017	1er Trimestre	7	2.1	1,549	22,770
	2do Trimestre	6	2.1	1,549	19,517
	3er Trimestre	8	2.1	1,549	26,022
	4to Trimestre	8	2.1	1,549	26,022
	Total				94,331
2018	1er Trimestre	8	2.1	1,561	26,231
	2do Trimestre	10	2.1	1,561	32,789
	3er Trimestre	11	2.1	1,561	36,068
	4to Trimestre	11	2.1	1,561	36,068
	Total	-	-	-	131,155
2019	1er Trimestre	10	2.1	1,653	34,704
	2do Trimestre	12	2.1	1,653	41,645
	3er Trimestre	12	2.1	1,653	41,645
	4to Trimestre	-	-	-	-
	Total	-	-	-	117,995

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de estudios realizados directamente en la operación.

En la tabla 31 se observa un aumento del impacto económico debido a un inadecuado uso del sistema ERP hasta un valor máximo de US\$ 41,645 en el tercer trimestre del año 2019. Si se compara el primer trimestre al inicio de la operación con el último trimestre analizado el presente año se puede ver un incremento del impacto económico debido a este problema de aproximadamente 83%.

Cabe recalcar que el impacto se calculó multiplicando la frecuencia de fallos debido a un uso inadecuado del sistema ERP, datos provenientes de la tabla 25, con su duración promedio en horas (cada fallo tiene una duración promedio, ya que demoran un tiempo similar en la solución de cada problema), datos provenientes de la tabla 27, y estos a su vez con los ingresos que se darían por hora en condiciones óptimas de operación, datos provenientes de las tablas 19, 20 y 21 según el año respectivo, obteniéndose la pérdida o impacto económico que este problema generó en los ingresos.

Tabla 32: Impacto en los ingresos debido a una deficiente migración de datos

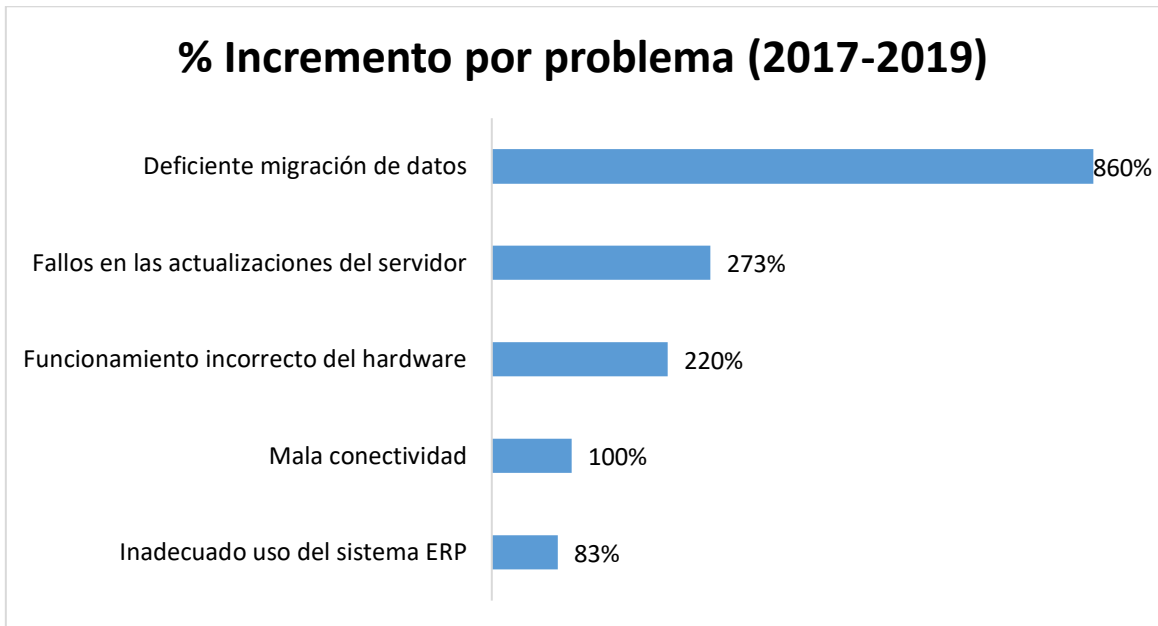
Año	Periodo	Frecuencia	Duración promedio (hr)	Ingresos en condiciones óptimas de operación (US\$/hr)	Impacto en los ingresos (US\$)
2017	1er Trimestre	0.25	12.6	1,549	4,879
	2do Trimestre	0.5	12.6	1,549	9,758
	3er Trimestre	0.5	12.6	1,549	9,758
	4to Trimestre	0.75	12.6	1,549	14,638
	Total				39,034
2018	1er Trimestre	1.25	12.6	1,561	24,592
	2do Trimestre	1.25	12.6	1,561	24,592
	3er Trimestre	1.75	12.6	1,561	34,428
	4to Trimestre	1.75	12.6	1,561	34,428
	Total				118,039
2019	1er Trimestre	1.5	12.6	1,653	31,242
	2do Trimestre	2.25	12.6	1,653	46,863
	3er Trimestre	2.25	12.6	1,653	46,863
	4to Trimestre	-	-	-	-
	Total				124,968

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de estudios realizados directamente en la operación.

En la tabla 32 se observa un aumento del impacto económico debido a una deficiente migración de datos hasta un valor máximo de US\$ 46,863 en el tercer trimestre del año 2019. Si se compara el primer trimestre al inicio de la operación con el último trimestre analizado el presente año se puede ver un incremento del impacto económico debido a este problema de aproximadamente 860%. Este porcentaje indica de manera aproximada el incremento del impacto en los ingresos, debido a que este problema al tener una frecuencia de falla anual muy baja, se distribuyó trimestralmente siguiendo una tendencia de crecimiento lineal.

Cabe recalcar que el impacto se calculó multiplicando la frecuencia de fallos debido a una deficiente migración de datos, datos provenientes de la tabla 26, con su duración promedio en horas (cada fallo tiene una duración promedio, ya que demoran un tiempo similar en la solución de cada problema), datos provenientes de la tabla 27, y estos a su vez con los ingresos que se darían por hora en condiciones óptimas de operación, datos provenientes de las tablas 19, 20 y 21 según el año respectivo, obteniéndose la pérdida o impacto económico que este problema generó en los ingresos.

Figura 12: Gráfico resumen de incrementos en el impacto económico generado por cada problema durante el periodo 2017 – 2019



Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de estudios realizados directamente en la operación.

3.2.5.1. Proyección del impacto económico del periodo 2019 al 2034

Proyectamos el impacto económico basado en la tendencia observada en los dos últimos años de operación.

Tabla 33: Proyecciones del impacto económico generado por los problemas del presente análisis

Año	Periodo	Impacto en los ingresos debido a una mala conectividad (US\$)	Impacto en los ingresos debido a un funcionamiento incorrecto del hardware (US\$)	Impacto en los ingresos debido a fallos a causa de actualizaciones del servidor (US\$)	Impacto en los ingresos debido a un inadecuado uso del sistema ERP (US\$)	Impacto en los ingresos debido a una deficiente migración de datos (US\$)
Año 2017	1er Trimestre	43,371	29,740	13,011	22,770	4,879
	2do Trimestre	48,792	29,740	13,011	19,517	9,758
	3er Trimestre	59,635	39,653	13,011	26,022	9,758
	4to Trimestre	59,635	49,566	19,517	26,022	14,638
	Total	211,432	148,699	58,550	94,331	39,034
Año 2018	1er Trimestre	65,577	49,964	26,231	26,231	24,592
	2do Trimestre	65,577	49,964	26,231	32,789	24,592
	3er Trimestre	65,577	59,957	32,789	36,068	34,428
	4to Trimestre	71,042	79,942	32,789	36,068	34,428
	Total	267,775	239,826	118,039	131,155	118,039
	Variación 2017 - 2018 (US\$)			317,910		

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de estudios realizados directamente en la operación.

En la tabla 33 se observa el impacto que cada problema generó en los ingresos para los años 2017 y 2018. Este impacto se incrementó para el año 2018 respecto del 2017 en US\$ 317,910. Esto nos hace presumir una tendencia similar, en la cual año a año los problemas serán más difíciles de solucionar y el impacto se irá multiplicando. Se asumirá, gracias a los datos ya medidos y siendo conservadores, incrementos año a año de US\$ 300,000 aproximadamente para el periodo 2019 – 2034.

En la tabla que sigue se mostrará el ingreso real que tuvo la mina para los años 2017 y 2018 y los ingresos reales proyectados para el periodo 2019 – 2034.

Tabla 34: Ingresos por ventas reales tomando en cuenta el impacto económico que generan los cinco problemas analizados

Año	Impacto económico a causa de los cinco principales problemas identificados en la operación (US\$)	Ingresos por ventas en condiciones óptimas de operación (US\$)	Ingresos por ventas reales tomando en cuenta el impacto económico que generan los cinco problemas analizados (US\$)
2017	556,925	13,382,928	12,826,003
2018	874,835	13,490,226	12,615,391
2019	1,174,835	14,278,337	13,103,502
2020	1,474,835	14,278,337	12,803,502
2021	1,774,835	14,278,337	12,503,502
2022	2,074,835	14,278,337	12,203,502
2023	2,374,835	14,278,337	11,903,502
2024	2,674,835	14,278,337	11,603,502
2025	2,974,835	14,278,337	11,303,502
2026	3,274,835	14,278,337	11,003,502
2027	3,574,835	14,278,337	10,703,502
2028	3,874,835	14,278,337	10,403,502
2029	4,174,835	14,278,337	10,103,502
2030	4,474,835	14,278,337	9,803,502
2031	4,774,835	14,278,337	9,503,502
2032	5,074,835	14,278,337	9,203,502
2033	5,374,835	14,278,337	8,903,502
2034	5,674,835	14,278,337	8,603,502

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de estudios realizados directamente en la operación.

En la segunda columna de la tabla 34 se muestra el impacto económico anual en los ingresos causados por los cinco problemas analizados en su conjunto. El impacto económico en el año 2017 y 2018 se calculó con datos reales tomados de la

misma operación, pero para los años siguientes se buscó predecir este impacto de acuerdo a la tendencia que se obtuvo y se llegó a una conclusión. Si se sigue la tendencia normal de los dos primeros años, el comportamiento es un incremento exponencial; sin embargo, con la finalidad de ser conservadores se tomó una tendencia de incremento constante de US\$ 300,000 año a año. En la tercera columna se muestra el ingreso anual en condiciones óptimas de operación y en la cuarta columna se muestra el ingreso real debido a las ventas, el cual se obtiene con la diferencia entre las columnas tres y dos respectivamente.

En conclusión, se asume una tendencia creciente constante del impacto económico en los años siguientes a los dos primeros años de operación de la mina. Este impacto es generado por los problemas analizados, debido a que mientras más se prolongue la solución de estos la frecuencia y la duración de cada uno se hará mayor.

En el siguiente gráfico se muestra de manera sencilla el impacto económico anual de los problemas operativos analizados que generan la caída del sistema ERP en unidad minera Yarabamba.

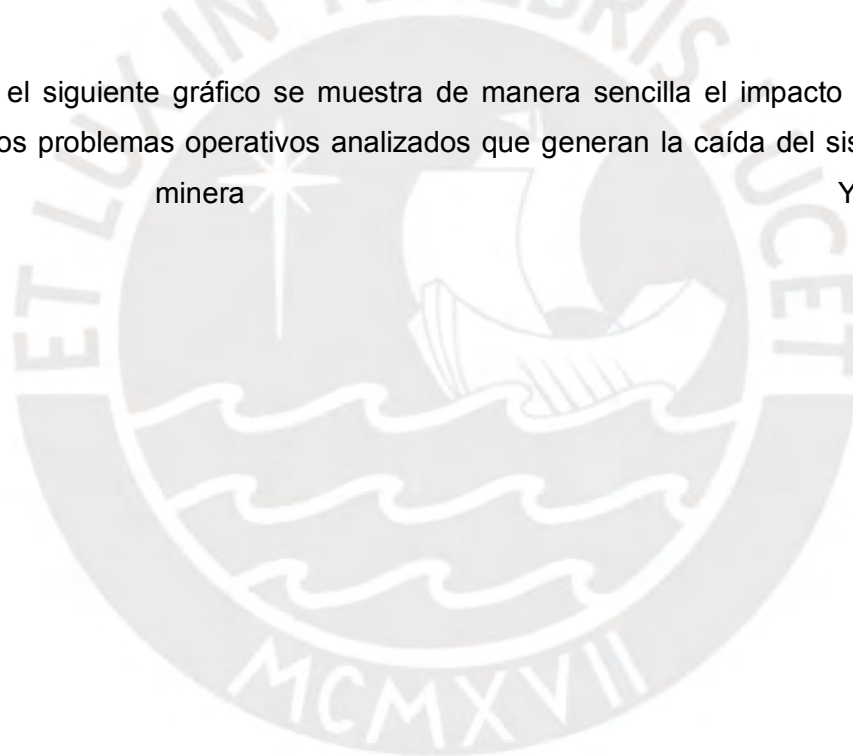
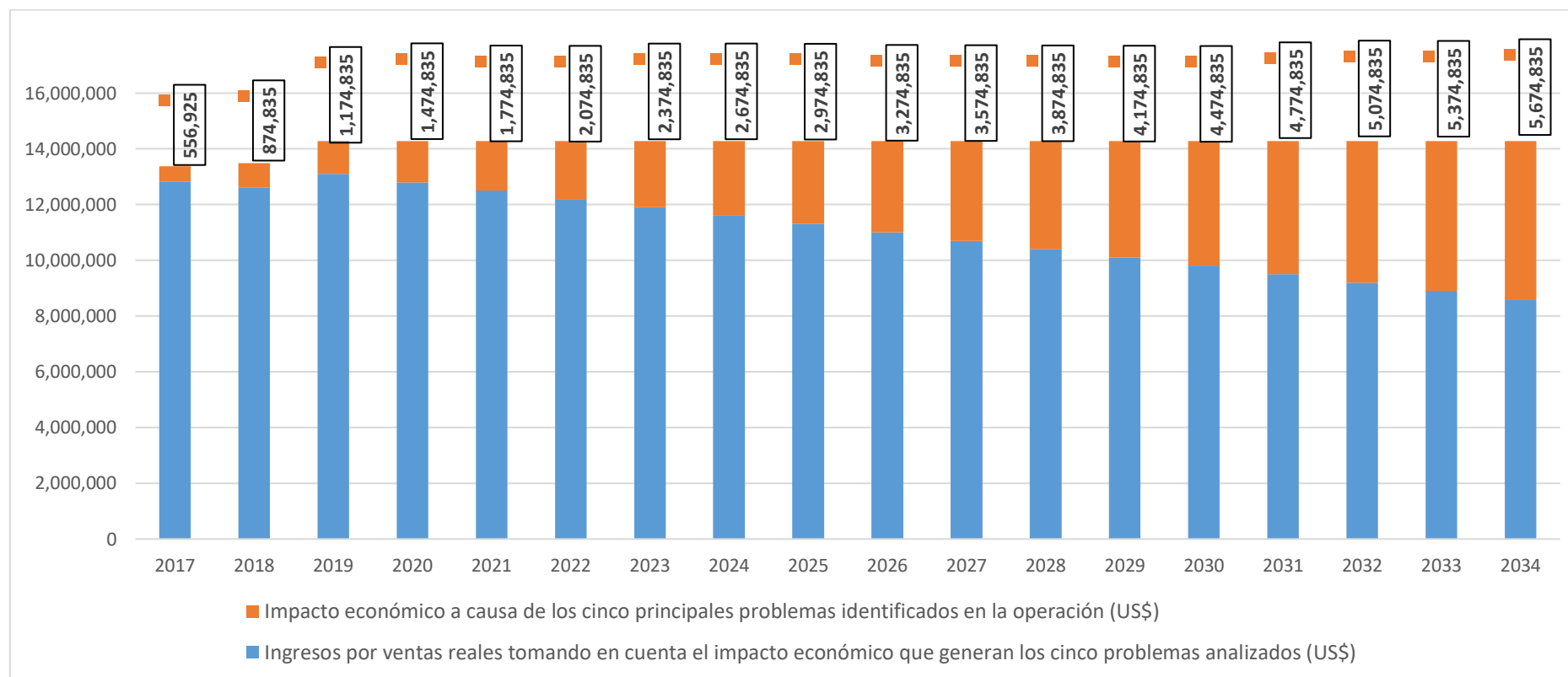


Figura 13: Impacto económico generado por los problemas materia de análisis



Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de estudios realizados directamente en la operación.

La figura 13, muestra lo explicado en párrafos precedentes. Del año 2017 al año 2018 el impacto económico aumentó US\$ 317,910; analizando este número trimestralmente se observa una tendencia exponencial de incremento. Sin embargo, con la finalidad de ser conservadores, se asume un aumento en este impacto con un comportamiento lineal para los años siguientes aumentando US\$ 300,000 año a año.

El incremento anual del impacto en los ingresos de la empresa se explica debido a que el impacto se multiplica a medida que pasa el tiempo sin dar solución a un mismo problema. Para tener una mejor idea de la dimensión del impacto económico se pueden realizar comparaciones respecto a los ingresos totales mediante porcentajes.

Tabla 35: Comparativa del impacto económico respecto a los ingresos totales en condiciones óptimas de operación

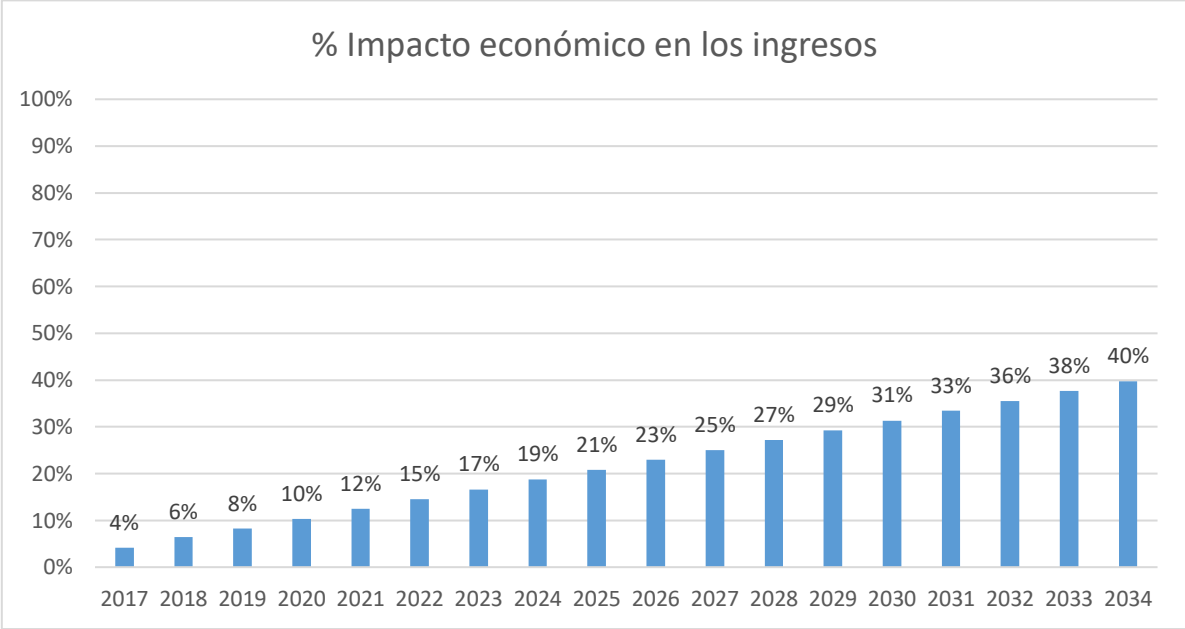
Año	Impacto económico a causa de los cinco principales problemas identificados en la operación (US\$)	Ingresos por ventas en condiciones óptimas de operación (US\$)	% Impacto económico en los ingresos
2017	556,925	13,382,928	4%
2018	874,835	13,490,226	6%
2019	1,174,835	14,278,337	8%
2020	1,474,835	14,278,337	10%
2021	1,774,835	14,278,337	12%
2022	2,074,835	14,278,337	15%
2023	2,374,835	14,278,337	17%
2024	2,674,835	14,278,337	19%
2025	2,974,835	14,278,337	21%
2026	3,274,835	14,278,337	23%
2027	3,574,835	14,278,337	25%
2028	3,874,835	14,278,337	27%
2029	4,174,835	14,278,337	29%
2030	4,474,835	14,278,337	31%
2031	4,774,835	14,278,337	33%
2032	5,074,835	14,278,337	36%
2033	5,374,835	14,278,337	38%
2034	5,674,835	14,278,337	40%

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de estudios realizados directamente en la operación.

En la tabla 35 se muestra el porcentaje que representa el impacto económico, mostrado en la columna 2, respecto de los ingresos totales generados por las ventas en condiciones óptimas de operación. Como se puede notar los ingresos son los mismos cada año en condiciones normales de operación; sin embargo, el impacto de los

problemas analizados crece a medida que pasan los años, llegando a proyectarse un impacto económico que representaría el 40 % del ingreso para el último año de operación de la mina, año 2034. Este porcentaje es bastante considerable y más aún al tratarse de pequeña minería sería muy complicado de cubrir generándose un margen neto de utilidad muy bajo o negativo incluso.

Figura 14: Gráfico del porcentaje del impacto económico año a año respecto de los ingresos en condiciones óptimas de operación



Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de estudios realizados directamente en la operación.

Como se puede observar en la figura 14, analizando los últimos 10 años de vida de la mina, se observa un impacto en los ingresos del 21% al 40% que en el flujo de caja generarán pérdidas considerables posiblemente haciendo la operación inviable económicamente. Como se explicó anteriormente los problemas vistos en la operación se analizaron y se calculó el impacto económico que generarían, ya que detienen el proceso productivo de la mina. Con ello se calcula el porcentaje que representa este impacto respecto a los ingresos totales por ventas en condiciones óptimas de operación, porcentaje mostrado en la figura 14, cuya tendencia es siempre al aumento durante toda

la vida de la mina. Esta tendencia es alarmante e indica que estos problemas generan consecuencias acumulativas que llegando a un punto serán imposibles de manejar, más aún en pequeña minería.

3.2.6. Análisis financiero del proyecto antes de implementar ITIL

El análisis financiero se realiza con la finalidad de evaluar la rentabilidad del proyecto, por lo que se usan indicadores de rentabilidad como el VAN (Valor actual neto) y la TIR (Tasa interna de retorno). En las siguientes tablas se muestran los datos necesarios para realizar el flujo de caja de la operación y con ello calcular los indicadores mencionados.

Tabla 36: CAPEX o inversión

Ítem	US\$
Costo Capital Mina	13,408,412
Costo Capital Planta	690,000
Costo Capital Infraestructura	531,423
Gerencia de Construcción	482,950
TOTAL	15,112,786

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos del Master plan del proyecto.

En la tabla 36 se pueden observar los costos de capital del proyecto tanto en mina, planta como infraestructura en general, estos costos sumados se resumen en el CAPEX o inversión del proyecto, el cual es US\$ 15,112,786 para mina Yarabamba.

Tabla 37: OPEX o Costo de operación

Descripción	US\$ / TM mineral
Costo de Mina (Explotación)	37.79
Costo de Planta Metalurgia (Tratamiento)	40.96
Servicios Generales	9.45
Gastos Administrativos	10.61
Transporte de Concentrado	5.63
Sustaining Capex	2.22
TOTAL	106.66

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos del Master plan del proyecto.

En la tabla 37 se muestra el OPEX o costo operativo del proyecto, el cual toma en cuenta los costos variables por lo que sus unidades son en US\$/TM y dependen de la producción de la mina.

Tabla 38: Activos de la empresa

	Activo fijo	Activo intangible
	Equipamiento mina	Infraestructura general
		Infraestructura mina
		Infraestructura planta
		Desarrollos
Costo Total (US\$)	600,000	14,512,786

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos del Master plan del proyecto.

Como se puede observar en la tabla 38, se muestran los activos de la empresa, que resumen la inversión que se realizó antes de iniciar la operación de la mina. Cabe recalcar que el costo de desarrollos se refiere a los desarrollos iniciales y los desarrollos que se realicen durante la operación, estos últimos se los toma en cuenta dentro del sustaining capex así como también el reemplazo de equipos. A su vez este sustaining capex es parte del costo operativo (OPEX); este valor se calculó distribuyendo estas inversiones durante toda la vida de la mina a valores unitarios. Es importante recalcar que el sustaining capex representa las inversiones que se realizan a lo largo de la vida de la mina para mantener o sostener la producción a un ritmo constante. Esta tabla será necesaria para calcular la depreciación que es deducible de impuestos y afectará al flujo de caja. Por lo tanto, se consideran los siguientes supuestos para realizar el flujo de caja:

Tabla 39: Datos económicos para realizar flujo de caja

Datos económicos	
Costo de producción (OPEX)	
OPEX (US\$/TM mineral)	106.66
Gastos de Capital (CAPEX)	
CAPEX (US\$)	15,112,786
Tasa de descuento considerada	
COKacc (%)	12
Horizonte del proyecto:	
LOM (años)	18
Tasa de impuesto a la renta:	
IR (%)	30

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos del Master plan del proyecto.

Ahora se realizarán tres flujos de caja para evaluar el proyecto, el flujo de caja libre que evalúa operatividad, el flujo de caja económico que toma en cuenta aspectos más específicos como los impuestos y los dividendos y para finalizar el flujo de caja financiero que tomará en cuenta los gastos financieros en los cuales incurra el proyecto. Se debe tener en cuenta que el proyecto es financiado completamente por el accionista y la tasa de descuento se obtuvo del Master plan del proyecto y es usual para el accionista.

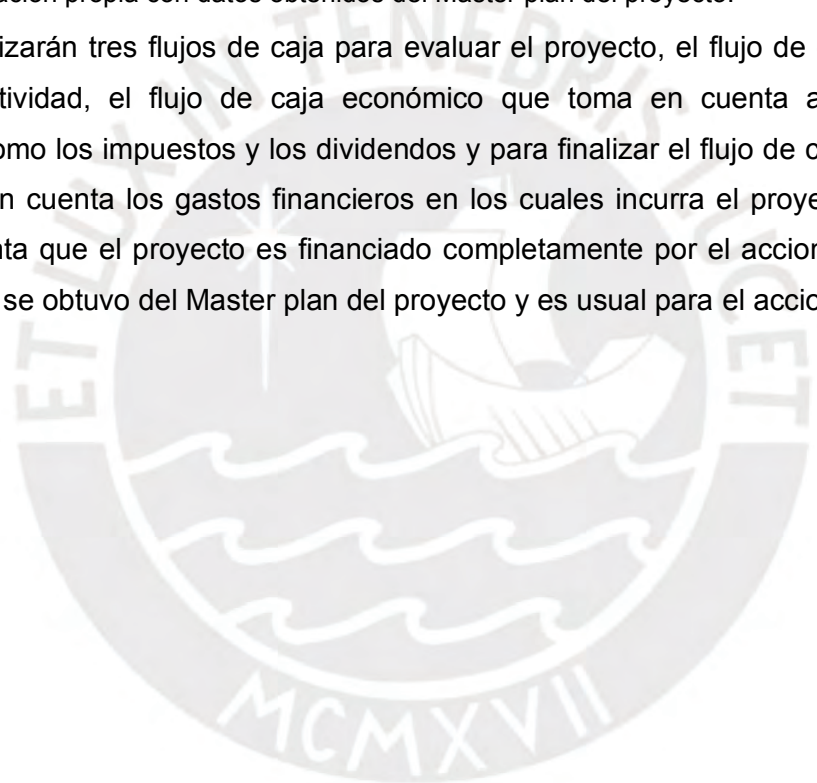


Tabla 40: Flujo de caja libre (US\$)

	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Ingresos								
Ventas		12,826,003	12,615,391	13,103,502	12,803,502	12,503,502	12,203,502	11,903,502
Valor residual						120,000		
Recuperación del Capital de trabajo								
Total ingresos		12,826,003	12,615,391	13,103,502	12,803,502	12,623,502	12,203,502	11,903,502
Egresos								
Inversiones	15,112,786							
Costos y gastos		5,520,150	5,386,321	5,285,919	5,164,899	5,043,880	4,922,861	4,801,842
Cierre progresivo		2,719	2,719	2,719	2,719	2,719	2,719	2,720
Total egresos	15,112,786	5,522,869	5,389,040	5,288,637	5,167,618	5,046,599	4,925,580	4,804,562
Saldo de caja	-15,112,786	7,303,134	7,226,352	7,814,865	7,635,884	7,576,903	7,277,922	7,098,941

	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031
Ingresos								
Ventas	11,603,502	11,303,502	11,003,502	10,703,502	10,403,502	10,103,502	9,803,502	9,503,502
Valor residual			120,000					120,000
Recuperación del Capital de trabajo								
Total ingresos	11,603,502	11,303,502	11,123,502	10,703,502	10,403,502	10,103,502	9,803,502	9,623,502
Egresos								
Inversiones								
Costos y gastos	4,680,823	4,559,803	4,438,784	4,317,765	4,196,746	4,075,726	3,954,707	3,833,688
Cierre progresivo	2,721	2,722	2,723	2,724	2,725	2,726	2,727	2,728
Total egresos	4,683,543	4,562,525	4,441,507	4,320,489	4,199,470	4,078,452	3,957,434	3,836,416
Saldo de caja	6,919,959	6,740,977	6,681,995	6,383,014	6,204,032	6,025,050	5,846,068	5,787,086

	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040
Ingresos									
Ventas	9,203,502	8,903,502	8,603,502						
Valor residual			360,000						
Recuperación del Capital de trabajo			35,000						
Total ingresos	9,203,502	8,903,502	8,998,502						
Egresos									
Inversiones				242,020	26,770	26,770	26,770	26,770	26,770
Costos y gastos	3,712,669	3,591,650	3,470,630						
Cierre progresivo	2,729	2,730	2,719						
Total egresos	3,715,398	3,594,379	3,473,349	242,020	26,770	26,770	26,770	26,770	26,770
Saldo de caja	5,488,105	5,309,123	5,525,153	-242,020	-26,770	-26,770	-26,770	-26,770	-26,770

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de estudios realizados directamente en la operación y del Master plan del proyecto.

En la tabla 40 se muestra el flujo de caja libre, el cual indica esencialmente rentabilidad operativa, ya que no toma en cuenta impuestos ni participaciones. Los ingresos se calcularon de acuerdo a las ventas y toma en cuenta el impacto económico de los problemas relacionados a las tecnologías de la información calculada previamente. El valor residual indica la reventa de los equipos o activos fijos que se venderán al quinto año de su uso a un valor igual al 20% de su valor inicial para comprar equipos nuevos nuevamente. El capital de trabajo que se invirtió al inicio de la operación para que la productividad comience a ser constante se recuperó en el último año de operación. En los egresos, se consideran la inversión inicial, descrita en la tabla 36, los costos de producción y gastos de operación, y las inversiones de cierre progresivo final, cierre final y post-cierre. Cabe recalcar que la inversión en la renovación de equipos, que se realiza cada cinco años, se considera en el sustaining Capex que está incluido en el costo operativo u Opex (tabla 37), este Opex depende del tonelaje minado por lo que año a año varía. El costo del cierre progresivo año a año es similar. Con todos estos valores se calculan los ingresos totales y los egresos totales, cuya diferencia es el saldo de caja mostrado. Más adelante se calculará el flujo de caja económico y financiero y se observarán las diferencias entre estos.

Tabla 41: Cálculo del VAN y el TIR del flujo de caja libre.

Año	Saldo de caja (US\$)	Valor actual (US\$)	CAPEX TOTAL (US\$)
0	-15,112,786	-15,112,786	-15,152,091
1	7,303,134	6,520,655	7,303,134
2	7,226,352	5,760,803	7,226,352
3	7,814,865	5,562,466	7,814,865
4	7,635,884	4,852,742	7,635,884
5	7,576,903	4,299,338	7,576,903
6	7,277,922	3,687,222	7,277,922
7	7,098,941	3,211,200	7,098,941
8	6,919,959	2,794,855	6,919,959
9	6,740,977	2,430,864	6,740,977
10	6,681,995	2,151,424	6,681,995
11	6,383,014	1,834,964	6,383,014
12	6,204,032	1,592,420	6,204,032
13	6,025,050	1,380,786	6,025,050
14	5,846,068	1,196,221	5,846,068
15	5,787,086	1,057,279	5,787,086
16	5,488,105	895,229	5,488,105
17	5,309,123	773,244	5,309,123
18	5,525,153	718,489	5,525,153
19	-242,020	-28,100	
20	-26,770	-2,775	
21	-26,770	-2,478	
22	-26,770	-2,212	
23	-26,770	-1,975	
24	-26,770	-1,764	

VAN (12%) US\$	35,568,112
-----------------------	-------------------

TIR	48.55%
------------	---------------

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de estudios realizados directamente en la operación y del Master plan del proyecto.

Como se observa en la tabla 41, se calculó el VAN con el saldo de caja el cual proviene de la tabla 40 al restar los ingresos menos los egresos totales. EL VAN representa el valor

del proyecto en el año en que se realizó la inversión o año cero, es una forma de tomar en cuenta el valor del dinero en el tiempo al evaluar este indicador con una tasa, en este caso del 12%, dato obtenido del Master Plan del proyecto y usual en proyectos mineros para el costo de oportunidad en los cuales el financiamiento es neto del accionista. Para llevar un flujo futuro un año previo cualquiera, en este caso al año cero, se lo divide entre $(1+K_{acc\%})^{(Dif.años)}$. Por ejemplo, para llevar el flujo del año tres al año cero se lo divide entre $(1+12\%)^3$, como se puede notar a medida que los flujos se alejen más en el futuro, en el presente tendrán un menor valor. Las columnas dos y cuatro de la tabla 41 sirven para calcular el VAN y la TIR respectivamente. El VAN es la suma de todos los saldos de caja traídos al año cero mostrados en la columna tres y la TIR necesita una sola inversión para ser calculada, por lo que la inversión en cierre de mina se trae al año cero y se toma una inversión total inicial. El VAN es saldo neto expresado mediante un valor monetario (en dólares) que mide el rendimiento de la inversión realizada, mientras que la TIR es un valor porcentual que mide la rentabilidad de la inversión.

En la tabla siguiente se calculan las depreciaciones y amortizaciones que generan un escudo fiscal en el pago de impuestos. Esto servirá para el obtener el flujo de caja económico después de impuestos.

Tabla 42: Amortizaciones y depreciaciones (US\$)

AÑO	1	2	3	4	5	6 al 18
Activo Fijo	120,000	120,000	120,000	120,000	120,000	120,000
Activo Intangible	806,266	806,266	806,266	806,266	806,266	806,266

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de estudios realizados directamente en la operación y del Master plan del proyecto.

En la tabla 42 se muestra la depreciación de los activos fijos que se realiza cada 5 años y luego se venden estos activos y se tiene un valor residual y la amortización de los activos intangibles, los cuales se amortizan durante toda la vida de la mina. La depreciación y la amortización nos ayudarán más adelante para calcular el impuesto a la renta, ya que este valor es deducible de impuestos y va en el Estado de Resultados.

Tabla 43: Estado de resultados del año 2020 (US\$)

Ventas de mineral	12,803,502
Costo de Producción	4,273,582
Depreciación Activos Fijos	120,000
Amortización Activos Intangibles	806,266
Utilidad bruta	7,603,654
Gastos administrativos	894,036
Gastos de venta	272,617
Utilidad operativa	6,437,001
Gastos financieros	0
Regalías mineras	0
Impuesto especial a la minería	0
Utilidad antes de participaciones e impuestos	6,437,001
Participación de los trabajadores (8%)	514,960
Participación Directorio (6%)	386,220
Utilidad antes de impuesto a la renta	5,535,821
Impuesto a la renta sin ajuste (30%)	1,660,746
Utilidad neta	3,939,885

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de estudios realizados directamente en la operación y del Master plan del proyecto.

En la tabla 43 se muestra el Estado de resultados a manera de ejemplo del año 2020, el cual sirve, en nuestro caso, para poder calcular el impuesto a la renta y las participaciones que restarán al flujo de efectivo durante toda la vida de la mina. Es importante resaltar que el impuesto a la renta y las participaciones se pagan una vez recuperada la inversión; es decir, a partir del cuarto año de iniciada la operación, ya que el payback (recuperación de la inversión) de la mina es de 3 años.

Cabe recalcar que el costo de producción por practicidad toma en cuenta el cierre progresivo y el impuesto a la renta incluye escudo fiscal del cierre progresivo; sin embargo, los gastos financieros a causa de las garantías del cierre final y post-cierre se consideran después en el flujo de caja financiero por lo que se denomina un impuesto a la

renta sin ajuste el que aparece en el Estado de Resultados de la tabla 43. Los gastos de ventas se refieren al transporte de concentrados de acuerdo a contrato.

En el caso de los pequeños productores y mineros artesanales, contemplados en el artículo 91 de TUO de la Ley General de Minería, la regalía será de 0 %, asimismo están exonerados de declarar mensualmente, además por ser pequeña minería no se paga el impuesto especial a la minería.



Tabla 44: Flujo de caja económico después de impuestos (US\$)

	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Ingresos								
Ventas		12,826,003	12,615,391	13,103,502	12,803,502	12,503,502	12,203,502	11,903,502
Valor residual						120,000		
Recuperación del Capital de trabajo								
Total ingresos		12,826,003	12,615,391	13,103,502	12,803,502	12,623,502	12,203,502	11,903,502
Egresos								
Inversiones	15,112,786							
Costos y gastos		5,520,150	5,386,321	5,285,919	5,164,899	5,043,880	4,922,861	4,801,842
Cierre progresivo		2,719	2,719	2,719	2,719	2,719	2,719	2,720
Regalías mineras		0	0	0	0	0	0	0
Impuesto especial a la minería		0	0	0	0	0	0	0
Participación de los trabajadores y el directorio					901,180	877,017	852,854	828,691
Impuesto a la renta (sin ajuste)					1,660,746	1,616,217	1,571,688	1,527,159
Total egresos	15,112,786	5,522,869	5,389,040	5,288,637	7,729,545	7,539,833	7,350,122	7,160,411
Saldo de caja	-	7,303,134	7,226,352	7,814,865	5,073,958	5,083,669	4,853,380	4,743,091

	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031
Ingresos								
Ventas	11,603,502	11,303,502	11,003,502	10,703,502	10,403,502	10,103,502	9,803,502	9,503,502
Valor residual			120,000					120,000
Recuperación del Capital de trabajo								
Total ingresos	11,603,502	11,303,502	11,123,502	10,703,502	10,403,502	10,103,502	9,803,502	9,623,502
Egresos								
Inversiones								

Costos y gastos	4,680,823	4,559,803	4,438,784	4,317,765	4,196,746	4,075,726	3,954,707	3,833,688
Cierre progresivo	2,721	2,722	2,723	2,724	2,725	2,726	2,727	2,728
Regalías mineras	0	0	0	0	0	0	0	0
Impuesto especial a la minería	0	0	0	0	0	0	0	0
Participación de los trabajadores y el directorio	804,528	780,365	756,201	732,038	707,875	683,712	659,549	635,386
Impuesto a la renta (sin ajuste)	1,482,630	1,438,100	1,393,571	1,349,042	1,304,513	1,259,983	1,215,454	1,170,925
Total egresos	6,970,701	6,780,990	6,591,279	6,401,569	6,211,858	6,022,147	5,832,437	5,642,726
Saldo de caja	4,632,802	4,522,512	4,532,223	4,301,933	4,191,644	4,081,355	3,971,065	3,980,776

	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040
Ingresos									
Ventas	9,203,502	8,903,502	8,603,502						
Valor residual			360,000						
Recuperación del Capital de trabajo			35,000						
Total ingresos	9,203,502	8,903,502	8,998,502						
Egresos									
Inversiones				242,020	26,770	26,770	26,770	26,770	26,770
Costos y gastos	3,712,669	3,591,650	3,470,630						
Cierre progresivo	2,729	2,730	2,719						
Regalías mineras	0	0	0						
Impuesto especial a la minería	0	0	0						
Participación de los trabajadores y el directorio	611,222	587,059	562,898						
Impuesto a la renta (sin ajuste)	1,126,396	1,081,866	1,037,340						
Total egresos	5,453,015	5,263,305	5,073,587	242,020	26,770	26,770	26,770	26,770	26,770
Saldo de caja	3,750,487	3,640,197	3,924,915	-242,020	-26,770	-26,770	-26,770	-26,770	-26,770

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de estudios realizados directamente en la operación y del Master plan del proyecto.

En la tabla 44, se muestra el flujo de caja económico después de impuestos del proyecto donde principalmente se pueden observar los ingresos y egresos año a año incluidos el cierre final a realizarse en el año 2035 y el post cierre a realizarse los siguientes cinco años. El flujo de caja económico después de impuestos a diferencia del flujo de caja libre toma en cuenta los impuestos y participaciones en los que incurrirá la empresa obtenidos del Estado de Resultados de la tabla 43 pero para cada año.

Tabla 45: Cálculo del VAN y el TIR del flujo de caja económico (después de impuestos)

Año	Saldo de caja (US\$)	Valor actual (US\$)	CAPEX TOTAL (US\$)
0	-15,112,786	-15,112,786	-15,152,091
1	7,303,134	6,520,655	7,303,134
2	7,226,352	5,760,803	7,226,352
3	7,814,865	5,562,466	7,814,865
4	5,073,958	3,224,592	5,073,958
5	5,083,669	2,884,610	5,083,669
6	4,853,380	2,458,873	4,853,380
7	4,743,091	2,145,533	4,743,091
8	4,632,802	1,871,111	4,632,802
9	4,522,512	1,630,863	4,522,512
10	4,532,223	1,459,254	4,532,223
11	4,301,933	1,236,703	4,301,933
12	4,191,644	1,075,891	4,191,644
13	4,081,355	935,341	4,081,355
14	3,971,065	812,559	3,971,065
15	3,980,776	727,273	3,980,776
16	3,750,487	611,786	3,750,487
17	3,640,197	530,174	3,640,197
18	3,924,915	510,394	3,924,915
19	-242,020	-28,100	
20	-26,770	-2,775	
21	-26,770	-2,478	
22	-26,770	-2,212	
23	-26,770	-1,975	
24	-26,770	-1,764	

VANE (12%)	24,806,792
-------------------	-------------------

TIR	43.02%
------------	---------------

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de estudios realizados directamente en la operación y del Master plan del proyecto.

Como se puede observar en la tabla 45 el VAN y la TIR son menores para este flujo de caja en comparación al flujo de caja libre, ya que los impuestos y participaciones hacen que la ganancia sea menor. El saldo de caja ubicado en la columna dos se calcula restando ingresos totales menos egresos totales. La columna tres se calcula llevando los valores de los flujos futuros al año cero.

Ya que el proyecto no se financia con deuda, se hace un flujo de caja financiero por los gastos financieros de la garantía del plan de cierre. Para este análisis solamente se agrega el costo la garantía y su escudo fiscal, que al reducir la utilidad provoca un efecto de disminución en los impuestos al flujo de caja económico.

Tabla 46: Garantía del plan de cierre

Año	Garantía (US\$)	Acumulado (US\$)	Costo de la Garantía (US\$)
1	15,071	15,071	452.12
2	15,411	30,482	914.46
3	15,779	46,261	1,387.84
4	16,179	62,440	1,873.21
5	16,614	79,054	2,371.63
6	17,091	96,145	2,884.35
7	17,615	113,760	3,412.79
8	18,194	131,954	3,958.62
9	18,841	150,795	4,523.84
10	19,566	170,361	5,110.83
11	20,390	190,751	5,722.53
12	21,337	212,088	6,362.64
13	22,442	234,530	7,035.89
14	23,759	258,288	7,748.65
15	25,372	283,661	8,509.82
16	27,433	311,094	9,332.81
17	30,239	341,333	10,239.98
18	34,539	375,871	11,276.14

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de estudios realizados directamente en la operación y del Master plan del proyecto.

En la tabla 46 se muestra la garantía, la cual sirve para que el estado se asegure de que la empresa va a remediar las zonas disturbadas por la actividad minera. En caso la empresa que opera la mina Yarabamba no realice el cierre adecuadamente, este lo

realizará el estado financiado con esta garantía. La garantía aumenta año a año por efectos de contrarrestar la inflación, por lo que se acumula. El costo anual o gasto financiero sería una comisión que asciende al 3.0% del valor nominal de la fianza bancaria (emitida en US\$), por lo que la columna cuatro de la presente tabla se calcula multiplicando el monto acumulado de la garantía ubicado en la columna tres por 3.0%.

Ya que no se financia con deuda, se hace un flujo de caja financiero por los gastos financieros de la garantía del plan de cierre, ya que esta garantía se financia y se pagan intereses; es decir, involucra un gasto financiero. Para este análisis solamente se agrega el costo de la garantía y su escudo fiscal al flujo de caja económico. Cabe recalcar que el escudo fiscal es un ahorro en impuestos que generan los gastos financieros de la garantía.



Tabla 47: Saldo de caja del flujo de caja financiero

Año	Saldo de caja (US\$)	(-) Costo garantía (US\$)	(+) Escudo Fiscal del costo de la garantía (US\$)	Saldo de caja final (US\$)
0	-15,112,786			-15,112,786
1	7,303,134	452	136	7,302,817
2	7,226,352	914	274	7,225,711
3	7,814,865	1,388	416	7,813,893
4	5,073,958	1,873	562	5,072,646
5	5,083,669	2,372	711	5,082,009
6	4,853,380	2,884	865	4,851,361
7	4,743,091	3,413	1,024	4,740,702
8	4,632,802	3,959	1,188	4,630,030
9	4,522,512	4,524	1,357	4,519,345
10	4,532,223	5,111	1,533	4,528,645
11	4,301,933	5,723	1,717	4,297,928
12	4,191,644	6,363	1,909	4,187,190
13	4,081,355	7,036	2,111	4,076,430
14	3,971,065	7,749	2,325	3,965,641
15	3,980,776	8,510	2,553	3,974,819
16	3,750,487	9,333	2,800	3,743,954
17	3,640,197	10,240	3,072	3,633,029
18	3,924,915	11,276	3,383	3,917,022
19	-242,020			-242,020
20	-26,770			-26,770
21	-26,770			-26,770
22	-26,770			-26,770
23	-26,770			-26,770
24	-26,770			-26,770

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de estudios realizados directamente en la operación y del Master plan del proyecto.

Como se puede observar en la columna 2 de la tabla 47, el saldo de caja se toma el mismo que el de la tabla 45, ya que luego se le restará el costo de la garantía y se le sumará el escudo fiscal. La columna 3 es obtenida del costo de la garantía calculado en la tabla 46. La columna 4 de la tabla previamente mostrada se calcula multiplicando el costo de la garantía por el impuesto a la renta (30%). La columna final se calcula restando del saldo de caja el costo de la garantía y sumando el escudo financiero.

Tabla 48: Cálculo del VAN y el TIR del flujo de caja financiero

Año	Saldo de caja final (US\$)	Valor actual (US\$)	CAPEX TOTAL (US\$)
0	-15,112,786	-15,112,786	-15,152,091
1	7,302,817	6,520,373	7,302,817
2	7,225,711	5,760,293	7,225,711
3	7,813,893	5,561,775	7,813,893
4	5,072,646	3,223,759	5,072,646
5	5,082,009	2,883,668	5,082,009
6	4,851,361	2,457,851	4,851,361
7	4,740,702	2,144,453	4,740,702
8	4,630,030	1,869,992	4,630,030
9	4,519,345	1,629,721	4,519,345
10	4,528,645	1,458,103	4,528,645
11	4,297,928	1,235,552	4,297,928
12	4,187,190	1,074,747	4,187,190
13	4,076,430	934,212	4,076,430
14	3,965,641	811,449	3,965,641
15	3,974,819	726,185	3,974,819
16	3,743,954	610,720	3,743,954
17	3,633,029	529,130	3,633,029
18	3,917,022	509,368	3,917,022
19	-242,020	-28,100	
20	-26,770	-2,775	
21	-26,770	-2,478	
22	-26,770	-2,212	
23	-26,770	-1,975	
24	-26,770	-1764	

VANF (12%) US\$	24,789,257
------------------------	-------------------

TIRF	43.01%
-------------	---------------

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de estudios realizados directamente en la operación y del Master plan del proyecto.

Como se muestra en la tabla 48, el VAN es menor que en los anteriores dos flujos de caja, ya que los gastos financieros representan una reducción en los ingresos netos o ganancias. Es importante señalar que la TIR no es mayor al flujo de caja económico, ya

que el accionista no se financia (baja el CAPEX), sino se toma en cuenta los gastos financieros de la garantía del cierre que reducen los ingresos netos anuales.

Este flujo de caja muestra el ingreso real proyectado de la operación minera a lo largo de su vida, por lo que el VANF o valor actual neto de este flujo de caja es el valor actual de la mina en caso no se aplique la gestión de servicios de T.I basados en las buenas prácticas de ITIL. Más adelante se observará la diferencia entre un primer escenario sin la aplicación de ITIL y un segundo escenario con la aplicación de ITIL desde el último trimestre del 2019.

CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN

4.1. Justificación de la selección de ITIL para ser implementada en el área de T.I de la empresa minera Yarabamba

En la actualidad, las tecnologías de información administradas mediante una eficiente gestión de servicios T.I, constituyen la columna principal de las empresas mineras, ya que la mayoría de sus procesos son controlados por estas y sería imposible para el negocio minero, prescindir de ellas ya que se vinculan directamente con los ingresos y la rentabilidad, además de competir eficientemente en dicho rubro.

Por lo expuesto, el presente estudio plantea que la implementación de una adecuada y eficiente gestión de servicios de T.I, principalmente en las empresas del rubro de la pequeña minería, ayudará a la parte tecnológica que controla los procesos del negocio minero, a resolver gran parte de los problemas informáticos que se presentan y que causan la paralización de su operatividad, lo cual conlleva a pérdidas económicas. Esta implementación no sólo permitirá solucionar problemas informáticos, sino que se reducirán los tiempos de paralización de la producción minera ocasionados por dichos problemas y por ende se tendrá un beneficio económico.

Este planteamiento, es apoyado por Mehrabioun, Zare y Hamidi (2015) quienes sostienen que solo una adecuada gestión de T.I satisficará las necesidades y objetivos del negocio de una organización empresarial, ayudando a los gerentes a mejorar las operaciones de T.I y por ende aumentando su rentabilidad.

Existen marcos y estándares cuya función principal permite una adecuada y eficiente gestión de servicios de T.I, entre los cuales destacan principalmente COBIT, ISO/IEC 20000 e ITIL. Como se mencionó en párrafos precedentes, la implementación de uno de estos marcos o estándares dependerá de la realidad empresarial donde se requiera implementarlos. Para Cobo, Rocha, Vanti y Campos (2014), COBIT es buen marco que proporciona las mejores prácticas y herramientas para monitorear y administrar las actividades de T.I, pero su implementación se aplica a empresas que ya han alcanzado una madurez en la gestión de sus servicios y en su gobierno de T.I; propuesta con la que estoy de acuerdo ya que COBIT no puede implementarse en cualquier organización empresarial, sin antes haber logrado en el tiempo, mediante procesos estandarizados, la consolidación de su sistema de gestión en los servicios de TI, previo diagnóstico de su realidad. Solo así la empresa que lo implemente, se beneficiará de las bondades de este marco.

En el caso de ISO/IEC 20000 según Cannon, et al. (2011), es una normativa estándar a nivel internacional que ofrece una eficiente gestión de servicios T.I y cualquier organización empresarial que cumpla sus requisitos, después de una auditoría, pueda certificarse. Lo que dichos autores no manifiestan es que no todas las organizaciones empresariales están dispuestas a invertir en una auditoría para poder certificarse en ISO/IEC 20000, primero porque cada realidad empresarial es distinta, ya que existen organizaciones como las del rubro de la pequeña minería que ni siquiera tienen procesos definidos, por lo que desaprobarían si se les audita; lo segundo es que existen empresas de la pequeña minería cuyos presupuestos de T.I son ajustados y por ende no podrían afrontar la inversión que según los estudios de Vindas (2013), dicha certificación supera una inversión inicial de \$ 15,000, además de una inversión anual de entre \$ 2,500 y \$ 5,000 para su mantenimiento.

Finalmente está ITIL, que según Cartlidge et al. (2012) e Imran y Abbas (2015), es un conjunto de buenas prácticas orientadas a brindar una gestión eficiente de servicios de T.I, además contiene los principios del estándar ISO/IEC 20000 ofreciendo una implementación gratuita y un cuerpo de conocimiento útil para que, en un futuro, una vez que la organización haya madurado en la gestión de los servicios de T.I por medio de ITIL, pueda aprobar la auditoría y lograr la certificación ISO/IEC 20000. Se acepta este

planteamiento, ya que, por lo señalado anteriormente, la realidad empresarial y económica de algunas empresas mineras como son las del rubro de la pequeña minería, poseen un presupuesto ajustado y las buenas prácticas de ITIL las favorecerían por contener los procesos basados en ISO/IEC 20000 y sobre todo porque su implementación es gratuita.

En resumen, según el análisis ejecutado y de acuerdo al estudio realizado a la pequeña minera Yarabamba; para demostrar la hipótesis planteada, ITIL surge como la opción más viable, ya que dicha empresa minera cuenta con un presupuesto de T.I ajustado y no puede realizar otras inversiones, e ITIL ofrece la implementación de una gestión eficiente de servicios de T.I de manera gratuita, quedando descartado ISO/IEC 20000 por la inversión que implica. Así mismo, dicha empresa minera carece de madurez en la gestión de sus servicios de T.I y no presentan procesos estandarizados, tal como lo requiere COBIT, por lo que también queda descartado.

Además, lo que también apoya la hipótesis planteada, es la evidencia del creciente interés global por implementar ITIL, ya que en un estudio global realizado por la empresa dedicada al rubro de T.I Axios Systems (2008) quien encuestó a 255 profesionales de T.I de las organizaciones empresariales de Australia, Reino Unido y América, revelaron que el 64% de los encuestados creen que implementar ITIL es imprescindible si se apunta a mejorar la reputación de TI. El estudio también reflejó que el 87% de las empresas siguieron las pautas de ITIL. Otro dato importante del estudio realizado por Axios-Systems (2008), es que el 33% de las organizaciones tenían la intención de implementar ITIL aproximadamente dentro de un año, mientras que el 36% estaba considerando su adopción.

También podemos citar uno de los tantos casos de éxito, como es el de la empresa Procter & Gamble quien ahorró \$ 125 millones al implementar ITIL (Galup, Dattero, Quan y Conger, 2009).

4.2. Análisis y proceso de implementación de las gestiones de ITIL como solución a los problemas que afronta Yarabamba

Luego de haber planteado y analizado a detalle el problema en párrafos precedentes, con sus implicancias económicas y de justificar la implementación de ITIL

para la empresa minera Yarabamba, se analizarán los pasos a seguir para lograr una adecuada y eficiente implementación de ITIL y solucionar los problemas abordados.

Según los autores Abbas e Imran (2015) uno de los factores principales que determinan el éxito o fracaso al momento de implementar ITIL, es analizar la realidad empresarial de la organización, ya que este marco cuenta con un numeroso portafolio de servicios que podrían implementarse, pero la elección de los mismos y su implementación depende de dicha realidad. Este es un planteamiento válido, pero un punto importante a tomar en cuenta es la capacitación antes, durante y después de la implementación de ITIL, ya que los procesos y términos que se adoptarán con esta implementación, deben ser conocidos y usados por toda la empresa minera Yarabamba, según las competencias de cada área; además, uno de los factores críticos para el éxito de implementar ITIL, es el tiempo de adaptación al uso constante de dichos procesos y términos por parte de la empresa minera.

La solución propuesta a los problemas detallados en su respectivo capítulo, constará de dos partes: En la primera se detallará la implementación de las gestiones de incidentes, problemas y de cambios, las cuales establecerán una administración eficiente de los servicios de T.I por medio de la implementación de procesos estandarizados con las que no cuenta la minera en estudio en el área respectiva y así reducir la frecuencia y el tiempo de atención de los problemas que causan la paralización de la operatividad minera, previniendo además la ocurrencia continua de los mismos.

En la segunda parte de la solución, se realizará un análisis financiero comparativo y demostraremos los beneficios económicos que trae a la empresa minera Yarabamba el hecho de implementar ITIL en su área de T.I.

Finalmente, según lo planteado y siguiendo con los lineamientos de ITIL, primero se procederá a cambiar el nombre de mesa de soporte del área de T.I por el de mesa de servicio y seguidamente se detallará la implementación de las gestiones mencionadas:

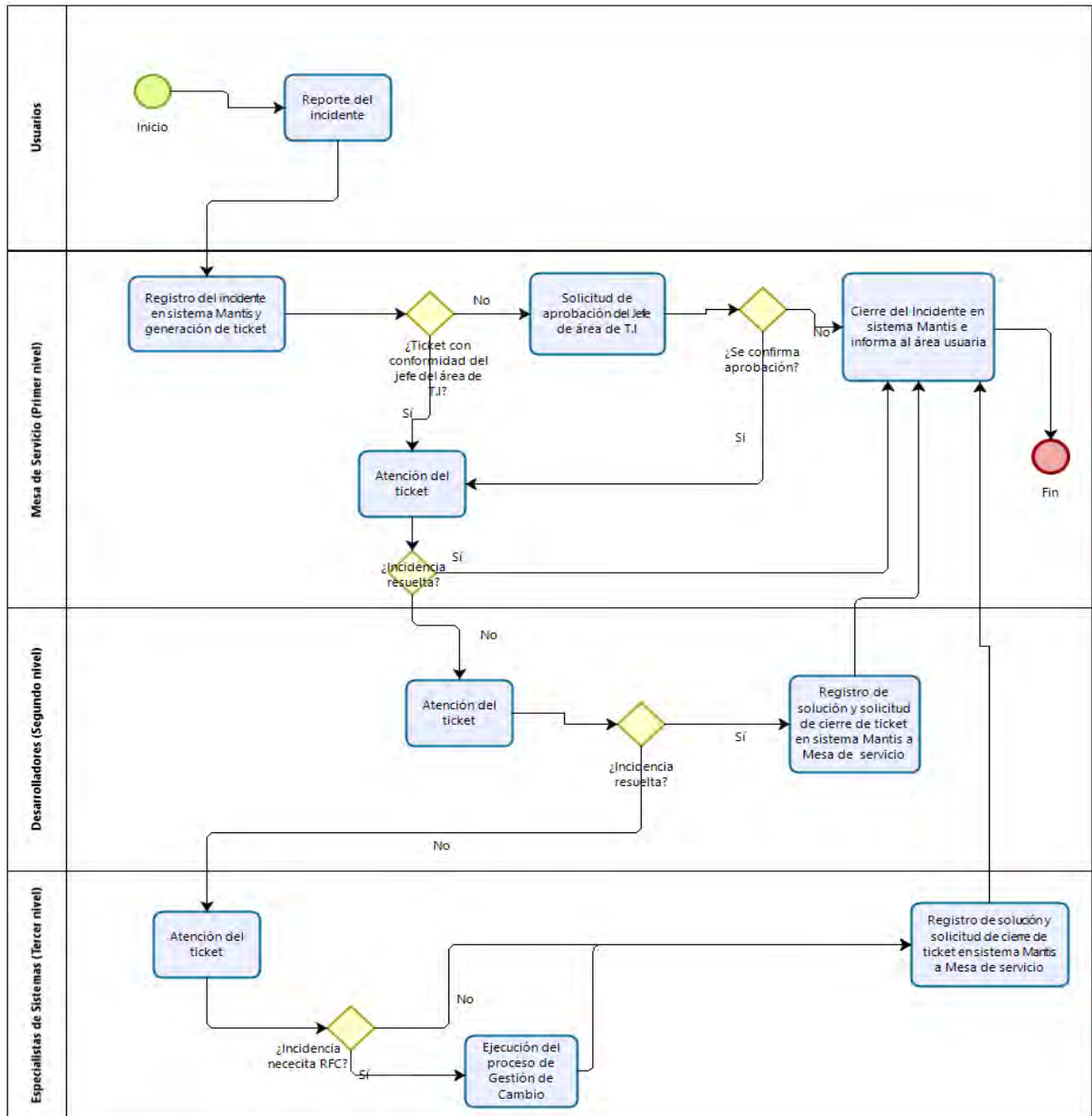
4.2.1. Implementación de Gestión de Incidentes

Un incidente es cualquier evento no planificado que afecta la calidad de la operatividad de los sistemas informáticos o de los servicios de T.I, cuya solución se debe realizar en el menor tiempo posible, sin investigar las causas que lo ocasionaron. Este planteamiento es apoyado por Bon et al. (2008), quienes sostienen que la función principal de la gestión de incidentes está enfocada en restablecer la calidad y la operatividad de los servicios de T.I, los cuales controlan los principales procesos del negocio, sin investigar las causas que ocasionaron dicho incidente. Asimismo, Imran y Abbas (2015) sostienen que los procesos a implementarse en la gestión de incidentes, deben establecerse luego de un análisis de la realidad del área de T.I, enfoque con el que se coincide; por ello, antes de implementar esta gestión se realizará un diagnóstico de la problemática del área de T.I de la empresa minera Yarabamba, tal como se detalla en el capítulo del Problema de Investigación.

Siguiendo con la línea de los autores mencionados, se procede a detallar los procesos a implementarse para dicha gestión:

Primero se definirá tres niveles de atención de un incidente. Estos son: El primer nivel será la mesa de servicio, el cual tendrá según un acuerdo de nivel de servicio (SLA) un máximo de 25 minutos en resolver el incidente presentado; el segundo nivel estará conformado por los desarrolladores, quienes poseen un conocimiento más profundo de los sistemas informáticos a nivel de código fuente, base de datos y hardware, estos tendrán según acuerdo de nivel de servicio (SLA), un máximo de 20 minutos en resolver el incidente reportado y finalmente, como última línea de atención estarán los especialistas de sistemas, quienes poseen un conocimiento aún más profundo a nivel de software y hardware que los desarrolladores, estos tendrán según un acuerdo de nivel de servicio (SLA) un máximo de 15 minutos en resolver el incidente reportado. Estos tiempos irán disminuyendo conforme la empresa vaya madurando en la adopción y uso de las buenas prácticas de ITIL.

Figura 15: Diagrama de flujo de la gestión de incidentes a implementarse



Fuente: Elaboración propia de acuerdo al análisis realizado al área de T.I.

El proceso definido para la gestión de incidentes según el gráfico 15, es el siguiente:

- El usuario tiene como único punto de contacto al área de mesa de servicio, al cual reporta el incidente por medio del anexo telefónico, WhatsApp o al número de celular.

- El analista de la mesa de servicio registra el incidente en el sistema Mantis y genera un número de ticket, y este es informado al usuario que lo reportó. Luego para poder continuar con la atención del ticket, el analista solicita la conformidad del jefe del área de T.I. Este proceso se realiza de esta manera, porque se definirá con todas las áreas de manera preliminar y formal, un documento que será difundido a toda la empresa minera, donde se establece un orden de atención de las incidencias, de acuerdo al impacto que tengan en la paralización de la operatividad minera; además para llevar cabo la atención de dicho ticket por parte del analista de la mesa de servicio y según lo contemplado en el mencionado documento, se debe contar con la aprobación del jefe del área de T.I vía email o WhatsApp para que quede registro de la aprobación o denegación del ticket generado. Con el número ticket registrado en el sistema Mantis, el usuario que reportó el incidente, podrá hacer seguimiento del estado de atención (asignado, en progreso o cerrado) del ticket con una descripción del mismo.
- Si el analista de la mesa de servicio no tiene la aprobación del jefe del área de T.I, cierra el incidente en el sistema Mantis e informa al área usuaria vía correo electrónico, dando por concluido el proceso. De contar con dicha aprobación, pasa a atender el ticket generado y tiene según acuerdo de nivel de servicio (SLA) un máximo de 25 minutos para resolver el incidente. Si se logra la solución dentro del tiempo establecido, entonces registra y cierra el incidente en el sistema Mantis e informa al área usuaria vía correo electrónico, caso contrario asigna dicho ticket a un desarrollador perteneciente al segundo nivel de servicio para su solución.
- El desarrollador del segundo nivel al cual se le asigna el ticket, tiene según acuerdo de nivel de servicio (SLA) hasta un máximo de 20 minutos para resolver el incidente asignado; si logra la solución dentro del tiempo establecido, registra dicha solución y solicita el cierre del ticket en el sistema Mantis a la mesa de servicio, vía correo electrónico o WhatsApp, luego del cual un analista de la mesa de servicio procederá a cerrar el ticket informando al área usuaria involucrada vía correo electrónico. De no contar el desarrollador con la solución en el tiempo establecido, asigna dicho ticket a un especialista de sistemas perteneciente al tercer nivel de servicio para su solución.
- El especialista de sistemas del tercer y último nivel al cual se le asigna el ticket, tiene según acuerdo de nivel de servicio (SLA) hasta un máximo de 15 minutos en resolver

el incidente. Si la solución del incidente reportado, contemplase un cambio de software o hardware previo análisis de dicho especialista, este inicia el proceso de ejecución de la gestión de cambios, luego del cual, registra dicha solución y solicita el cierre del ticket en el sistema Mantis a la mesa de servicio; en el caso que dicha solución no contemplase un cambio, el especialista de sistemas solo solicitará el cierre del ticket en el sistema Mantis a la mesa de servicio. En cualquiera de estos dos últimos casos, la mesa de servicio procederá a cerrar el ticket informando al área usuaria vía correo electrónico con lo cual se termina el proceso.

4.2.2. Implementación de Gestión de Problemas

Un problema es la causa principal y o posible causa de una o más incidencias, y a diferencia de la gestión de incidencias que sólo se ocupa de restablecer la operatividad de los sistemas por medio de una solución temporal sin analizar sus causas de su ocurrencia, la gestión de problemas busca una solución definitiva por medio del análisis de detección de la causa que genero una o más incidencias, evitando que se vuelvan a presentar de manera repetitiva. Este planteamiento es apoyado por Bon et al. (2008), quienes sostienen que la función principal de la gestión de problemas está enfocada en la investigación de las causas que originan la ocurrencia de uno o más incidentes, evitando de esta manera que se vuelvan a presentar como un evento inesperado y afectando a la calidad y operatividad de los servicios de T.I. Asimismo, Imran y Abbas (2015) sostienen que los procesos a implementarse en la gestión de problemas, deben establecerse luego de un análisis de la realidad del área de T.I, enfoque con el que se coincide; por ello, antes de implementar esta gestión se realizará un diagnóstico, de la problemática del área de T.I de la empresa minera Yarabamba, tal como se detalla en el capítulo del Problema de Investigación.

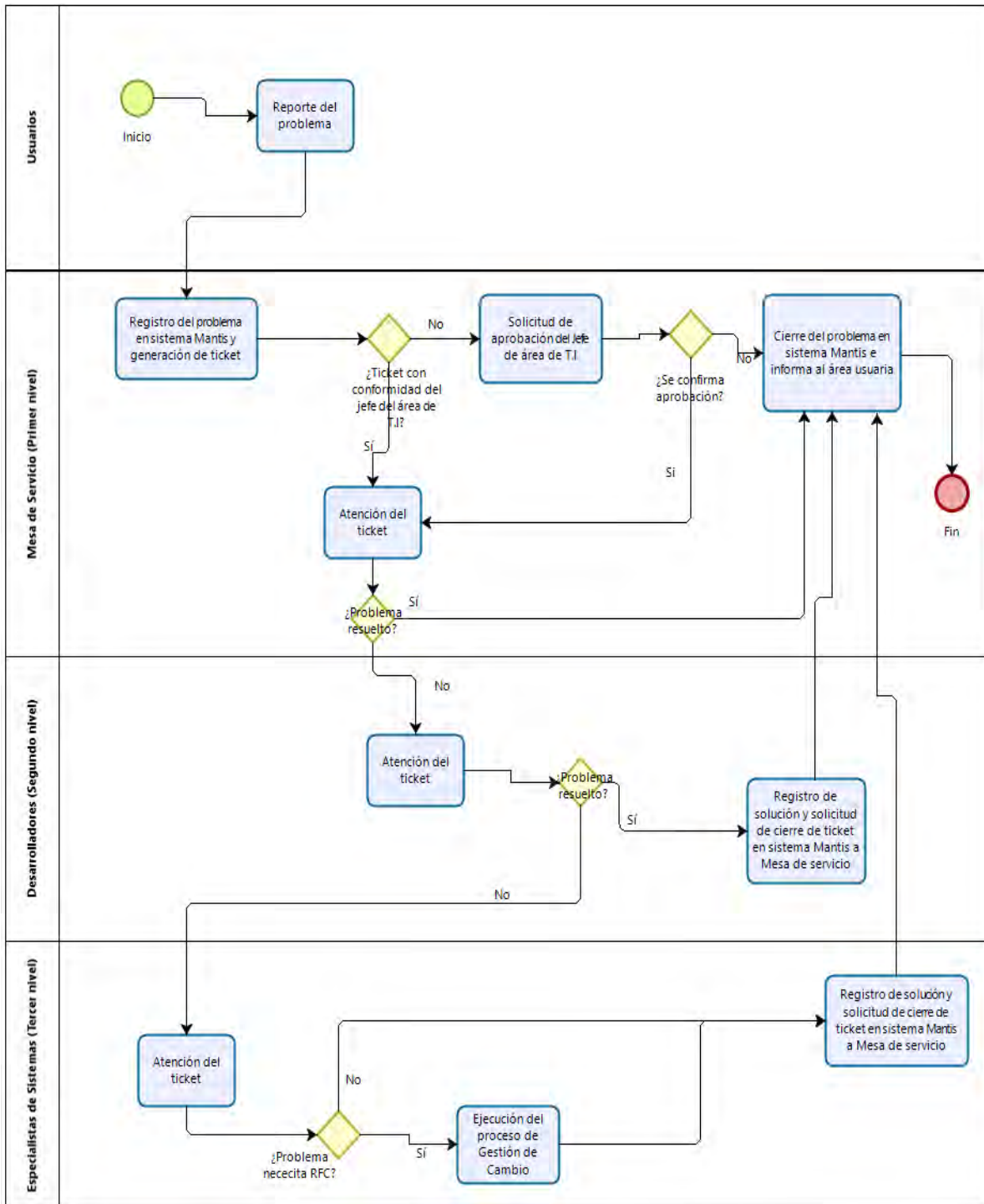
Siguiendo con la línea de los autores mencionados, procedo a detallar los procesos a implementarse para dicha gestión:

Primero se definirá tres niveles de atención de un problema. Estos son: El primer nivel será la mesa de servicio el cual tendrá según un acuerdo de nivel de servicio (SLA) un máximo de 45 minutos en analizar las causas y resolver el problema presentado, el segundo nivel estará conformado por los desarrolladores, quienes poseen un

conocimiento más profundo de los sistemas informáticos a nivel de código fuente base de datos y hardware, estos tendrán según un acuerdo de nivel de servicio (SLA) un máximo de 35 minutos en resolver el problema reportado, finalmente como última línea de atención estarán los especialistas de sistemas, quienes poseen un conocimiento aún más profundo a nivel de software y hardware que los desarrolladores, estos tendrán según un acuerdo de nivel de servicio (SLA) un máximo de 30 minutos en analizar y resolver el problema reportado. Estos tiempos irán disminuyendo conforme la empresa vaya madurando en la adopción y uso de las buenas prácticas de ITIL.



Figura 16: Diagrama de flujo de la gestión de problemas a implementarse



Fuente: Elaboración propia de acuerdo al análisis realizado al área de T.I.

El proceso definido para la gestión de problemas según el gráfico 16, será similar al de la gestión de incidentes, el cual constará de los siguientes procesos:

- El usuario tiene como único punto de contacto al área de mesa de servicio, al cual reporta el problema por medio del anexo telefónico, WhatsApp o al número de celular.
- El analista de la mesa de servicio registra el problema en el sistema Mantis y genera un número de ticket, y este es informado al usuario que lo reportó. Luego para poder continuar con la atención del ticket, el analista solicita la conformidad del jefe del área de T.I. Este proceso se realiza de esta manera, porque se definirá con todas las áreas de manera preliminar y formal, un documento que será difundido a toda la empresa minera, donde se establece un orden de atención de las incidencias, de acuerdo al impacto que tengan en la paralización de la operatividad minera; además para llevar cabo la atención de dicho ticket por parte del analista de la mesa de servicio y según lo contemplado en el mencionado documento, se debe contar con la aprobación del jefe del área de T.I. vía email o WhatsApp para que quede registro de la aprobación o denegación del ticket generado. Con el número ticket registrado en el sistema Mantis, el usuario que reportó el problema, podrá hacer seguimiento del estado de atención (asignado, en progreso o cerrado) del ticket con una descripción del mismo.
- Si el analista de la mesa de servicio no tiene la aprobación del jefe del área de T.I, cierra el problema en el sistema Mantis e informa al área usuaria vía correo electrónico, dando por concluido el proceso. De contar con dicha aprobación, pasa a atender el ticket generado y tiene según acuerdo de nivel de servicio (SLA) un máximo de 45 minutos para resolver el problema. Si se logra la solución dentro del tiempo establecido, entonces registra y cierra el problema en el sistema Mantis e informa al área usuaria vía correo electrónico, caso contrario asigna dicho ticket a un desarrollador perteneciente al segundo nivel de servicio para su solución.
- El desarrollador del segundo nivel al cual se le asigna el ticket, tiene según acuerdo de nivel de servicio (SLA) hasta un máximo de 35 minutos para resolver el problema asignado; si logra la solución dentro del tiempo establecido, registra dicha solución y solicita el cierre del ticket en el sistema Mantis a la mesa de servicio, vía correo electrónico o WhatsApp, luego del cual un analista de la mesa de servicio procederá

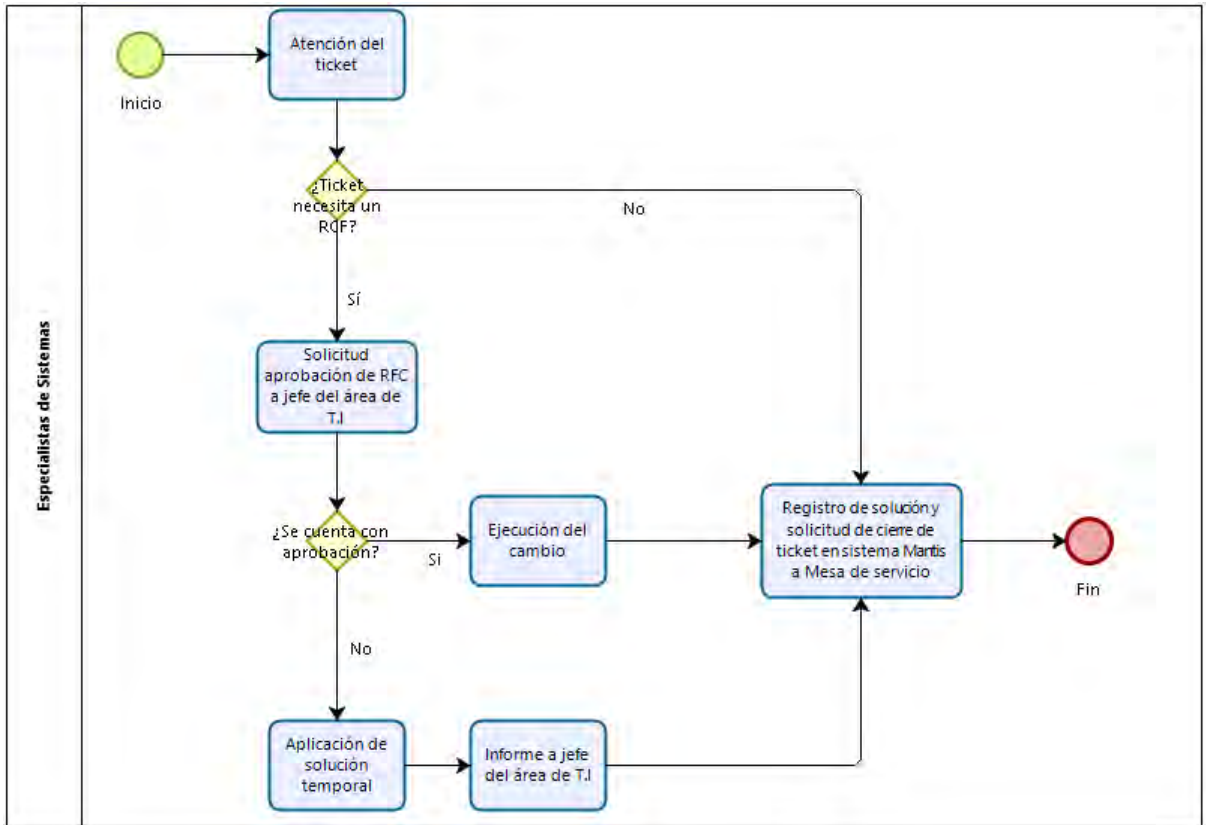
a cerrar el ticket informando al área usuaria involucrada vía correo electrónico. De no contar el desarrollador con la solución en el tiempo establecido, asigna dicho ticket a un especialista de sistemas perteneciente al tercer nivel de servicio para su solución.

- El especialista de sistemas del tercer y último nivel al cual se le asigna el ticket, tiene según acuerdo de nivel de servicio (SLA) hasta un máximo de 30 minutos en resolver el problema. Si la solución del problema reportado, contemplase un cambio de software o hardware previo análisis de dicho especialista, este inicia el proceso de ejecución de la gestión de cambios, luego del cual, registra dicha solución y solicita el cierre del ticket en el sistema Mantis a la mesa de servicio; en el caso que dicha solución no contemplase un cambio, el especialista de sistemas solo solicitará el cierre del ticket en el sistema Mantis a la mesa de servicio. En cualquiera de estos dos últimos casos, la mesa de servicio procederá a cerrar el ticket informando al área usuaria vía correo electrónico con lo cual se termina el proceso.

4.2.3. Implementación de Gestión de Cambios

Según Bon et al. (2008), el objetivo de la gestión de cambios es el de llevar a cabo una implementación adecuada de algún cambio que se realice en la infraestructura de T.I ya sea a nivel de software o hardware, garantizando que no se perjudique la calidad de todos los servicios de T.I que controlan los procesos de negocio, con lo cual coincide, pero además lo que podría complementar a dicha definición es que una gestión de cambios eficiente debe de ir acompañado de políticas de T.I que contemplen ante un cambio ya sea de software o hardware, una evaluación de impactos en la infraestructura de T.I y de riesgos en la continuidad de la calidad de los servicios de T.I que para el caso estudiado, controlan la operatividad del negocio minero de Yarabamba.

Figura 17: Diagrama de flujo de la gestión de cambios a implementarse



Fuente: Elaboración propia de acuerdo al análisis realizado al área de T.I.

El proceso definido para la gestión de cambios según el gráfico 17, será el siguiente:

- Ante la solicitud de atención de un ticket asignado al tercer nivel conformado por los especialistas de sistemas, estos procederán con su atención empleando el tiempo detallado en párrafos precedentes según sea un incidente o problema.
- Si la solución no implica ningún cambio, el especialista de sistemas la registra y solicita el cierre del ticket en el sistema Mantis a la mesa de servicio. Pero luego de una evaluación de impactos en la infraestructura de T.I y de riesgos en la continuidad de la calidad de los servicios de T.I que controlan la operatividad de negocio minero, el especialista de sistemas considerase que para la solución del ticket generado hiciese falta un cambio en el software o hardware, estos son los únicos que están facultados para ejecutarlo, para lo cual solicitan la aprobación de una solicitud de

cambio (RFC) al jefe del área de T.I por medio del WhatsApp o correo para que quede registro del mismo.

- Si el especialista de sistemas no se contase con la aprobación del jefe del área de T.I o esta no se realizase de manera oportuna, entonces, este aplica una solución temporal para no afectar la operatividad de la actividad minera, luego del cual informa de dicha solución al jefe del área de T.I por medio del WhatsApp o correo electrónico para que quede registro del mismo.
- En caso que el especialista de sistemas cuente con la aprobación del jefe del área de T.I de manera oportuna, este ejecuta el cambio.
- En cualquiera de estos dos últimos casos, el especialista de sistemas registrará la solución en el sistema Mantis y solicitará el cierre del ticket a la mesa de servicio con lo cual se termina el proceso.

La gestión de servicios de las tecnologías de la información basados en ITIL se aplicó en mina Yarabamba desde el inicio del último trimestre del año 2019; es decir, desde inicios del mes de octubre. Para el presente análisis se realizará una comparación entre el valor presente y la tasa interna de retorno de la mina antes y después de aplicar ITIL con los flujos de caja proyectados a lo largo de toda la vida de la operación. En un primer escenario, analizado en la delimitación del problema, se proyectaron los flujos de caja de la mina en caso no se aplicase ITIL y un segundo escenario, materia de análisis, con flujos de caja proyectados habiéndose comenzado a aplicar ITIL desde el último trimestre del año 2019.

El precio de los metales para el análisis será el mismo, así como el CAPEX y el OPEX. Por lo tanto, lo que se mostrará será principalmente el nuevo impacto económico en los ingresos después de aplicar ITIL de los problemas relacionados a las tecnologías de la información a través de una nueva frecuencia y duración. Se realizarán tres flujos de caja para poder comparar con los flujos hechos para el primer escenario. Se realizan tres flujos de caja principalmente para evaluar distintos factores, con el flujo de caja libre se evalúa productividad, una vez que se observa que la empresa es rentable considerando solamente el OPEX se procede a realizar un análisis con el flujo de caja económico (incluido impuestos), ya que con ello se tiene un ingreso mucho más real y por último si la operación es rentable a este punto, se procede a analizar con el flujo de caja financiero

que toma en cuenta las obligaciones financieras del accionista obteniéndose el ingreso real de la operación.

Como se mencionó anteriormente, para el análisis se consideran cinco razones principales de caída del sistema ERP en mina Yarabamba, las cuales se verán reducidas tanto en frecuencia como duración al aplicar la gestión de servicios TI basada en ITIL.

Datos medidos directamente en la operación se tienen hasta el último trimestre del 2019, trimestre en el que se comenzó a implementar ITIL. En la siguiente tabla se resume la frecuencia y duración de cada uno de los cinco problemas.



Tabla 49: Impacto en los ingresos después de implementar ITIL (cuarto trimestre 2019)

Año	Periodo	Ingresos en condiciones óptimas de operación (US\$/hr)	Mala conectividad			Funcionamiento incorrecto del hardware			Fallos en las actualizaciones del servidor		
			Frecuencia	Duración promedio (hr)	Impacto en los ingresos (US\$)	Frecuencia	Duración promedio (hr)	Impacto en los ingresos (US\$)	Frecuencia	Duración promedio (hr)	Impacto en los ingresos (US\$)
2017	1er Trimestre	1,549	8	3.5	43,371	3	6.4	29,740	2	4.2	13,011
	2do Trimestre	1,549	9	3.5	48,792	3	6.4	29,740	2	4.2	13,011
	3er Trimestre	1,549	11	3.5	59,635	4	6.4	39,653	2	4.2	13,011
	4to Trimestre	1,549	11	3.5	59,635	5	6.4	49,566	3	4.2	19,517
	Total	-	-	-	211,432	-	-	148,699	-	-	58,550
2018	1er Trimestre	1,561	12	3.5	65,577	5	6.4	49,964	4	4.2	26,231
	2do Trimestre	1,561	12	3.5	65,577	5	6.4	49,964	4	4.2	26,231
	3er Trimestre	1,561	12	3.5	65,577	6	6.4	59,957	5	4.2	32,789
	4to Trimestre	1,561	13	3.5	71,042	8	6.4	79,942	5	4.2	32,789
	Total	-	-	-	267,775	-	-	239,826	-	-	118,039
2019	1er Trimestre	1,653	13	3.5	75,193	9	6.4	95,189	4	4.2	27,763
	2do Trimestre	1,653	15	3.5	86,761	9	6.4	95,189	6	4.2	41,645
	3er Trimestre	1,653	15	3.5	86,761	9	6.4	95,189	7	4.2	48,586
	4to Trimestre	1,653	12	2.58	51,229	7	4.94	57,179	5	3.32	27,434
	Total	-	-	-	299,944	-	-	342,746	-	-	145,428

Año	Periodo	Ingresos en condiciones óptimas de operación (US\$/hr)	Inadecuado uso del sistema ERP			Deficiente migración de datos		
			Frecuencia	Duración promedio (hr)	Impacto en los ingresos (US\$)	Frecuencia	Duración promedio (hr)	Impacto en los ingresos (US\$)
2017	1er Trimestre	1,549	7	2.1	22,770	0.25	12.6	4,879
	2do Trimestre	1,549	6	2.1	19,517	0.5	12.6	9,758
	3er Trimestre	1,549	8	2.1	26,022	0.5	12.6	9,758
	4to Trimestre	1,549	8	2.1	26,022	0.75	12.6	14,638
	Total	-	-	-	94,331	-	-	39,034
2018	1er Trimestre	1,561	8	2.1	26,231	1.25	12.6	24,592
	2do Trimestre	1,561	10	2.1	32,789	1.25	12.6	24,592
	3er Trimestre	1,561	11	2.1	36,068	1.75	12.6	34,428
	4to Trimestre	1,561	11	2.1	36,068	1.75	12.6	34,428
	Total	-	-	-	131,155	-	-	118,039
2019	1er Trimestre	1,653	10	2.1	34,704	1.5	12.6	31,242
	2do Trimestre	1,653	12	2.1	41,645	2.25	12.6	46,863
	3er Trimestre	1,653	12	2.1	41,645	2.25	12.6	46,863
	4to Trimestre	1,653	9	1.62	24,128	1	5.69	9,406
	Total	-	-	-	142,122	-	-	130,951

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de estudios realizados directamente en la operación y del Master plan del proyecto.

Como se observa en la tabla 49, los datos del cuarto trimestre del 2019 fueron medidos directamente en la operación.

4.3. Proyección de los flujos para el periodo 2019 – 2034 después de implementar ITIL

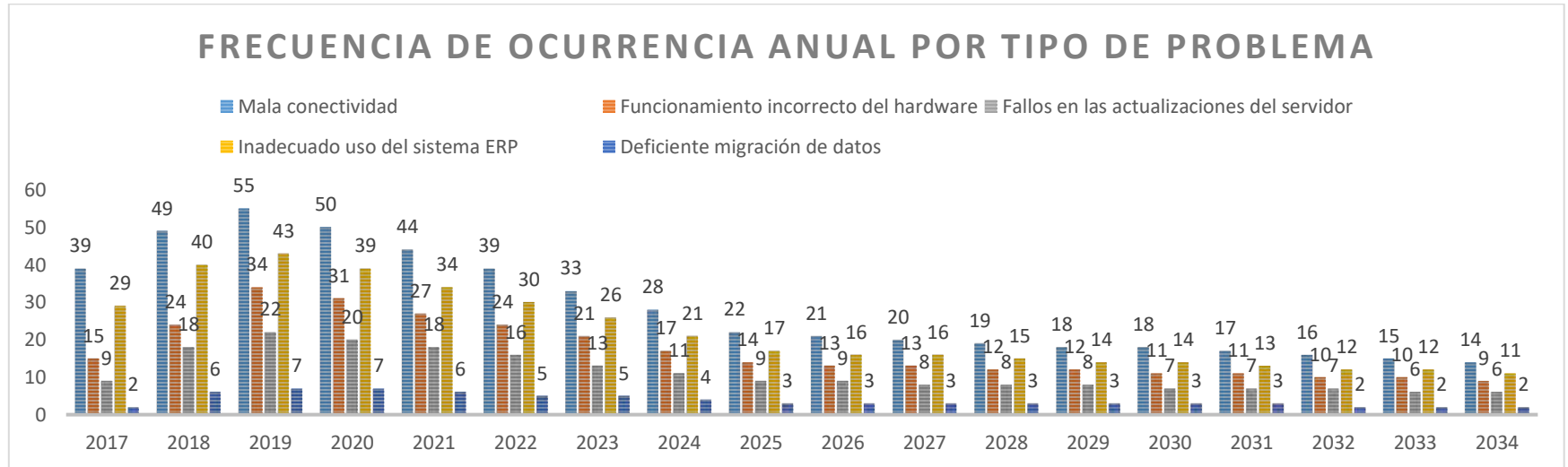
4.3.1. Proyección de la frecuencia de ocurrencia de cada problema relacionado al área de tecnologías de la información

ITIL como conjunto consistente de procesos resalta las debilidades potenciales en las operaciones y fomenta la proactividad en mejoras para acortar tiempos de resolución, mejor control de gestión, servicios más confiables, implementación de soluciones permanentes a problemas reconocidos, son algunas de las muchas formas en que ITIL mejorará la calidad de los servicios de TI a través de sus pautas propuestas y mejores prácticas. Según los resultados de Kumbakara (2008) se puede tomar como ejemplo la mesa de servicio de JPMorgan Chase logró el 75% de resolución en primera llamada y 93% de satisfacción del cliente. El 80% de las llamadas que vienen en la mesa de servicio fueron respondidas en 20 segundos. El resultado neto de la mejora de ITIL fue la eliminación de 500,000 llamadas al servicio de atención al rastrear problemas y proporcionar soluciones en la raíz del problema.

De acuerdo al resultado en la mesa de servicio de JP Morgan se tiene un antecedente de eficiencia en la resolución de problemas e incidentes de un 75 %, lo cual tomaremos como referencia para proyectar la frecuencia de falla en nuestro estudio. Se proyectará una disminución de la frecuencia de fallos por cada motivo de 60% siendo conservadores para los primeros cinco años y se llegará al 75% en los años faltantes, porcentaje que se tendrá después de un periodo de madurez en la implementación de ITIL. Cabe recalcar que la consultora Netec Perú, quien apoyó con la capacitación y acompañamiento a minera Yarabamba para la implementación de ITIL, corroboró dicho porcentaje y periodo tomando como referencia sus datos históricos, es importante resaltar que esta proyección será lineal por practicidad y por ser usual con los datos históricos.

En la siguiente tabla se resume la frecuencia de ocurrencia de cada problema proyectado a lo largo de la vida de la mina.

Figura 18: Frecuencia de ocurrencia anual por cada tipo de problema



Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de estudios realizados directamente en la operación y del Master plan del proyecto.

En la figura 18 se puede observar la tendencia de la frecuencia de ocurrencia a disminuir de cada tipo de problema, de lo que se puede deducir que a medida que se aplica y se llega a una madurez en la implementación de ITIL se tienen mejoras más resaltantes. Las frecuencias se proyectaron asumiendo un 60 % de reducción de las frecuencias en el periodo 2020 – 2025 con una tendencia lineal y un 75 % hasta el último año de operación; es decir, el 2034 siguiendo esa misma tendencia lineal.

4.3.2. Proyección de la duración de cada problema relacionado al área de tecnologías de la información

De acuerdo con Galup, Dattero, Quan y Conger (2009), los proveedores de TI de Caterpillar redujeron el tiempo de respuesta para resolver incidentes web después de que la empresa implementara Procedimientos ITIL. Proctor and Gamble ahorró \$ 125 millones al implementar ITIL-based procesos de gestión de servicios.

La falta de una adecuada cultura organizacional es un problema común, aún mayor con personal nuevo. Esto ocasiona que el personal no asimile de manera correcta e interiorice las políticas mediante las cuales se rige la empresa, lo que desencadena una gran dificultad cuando se quiere poner en práctica de manera eficiente y estricta los estándares o procedimientos de gestión en el área de T.I. de mina Yarabamba. La frecuencia y duración en el tiempo de atención de cada problema encontrado en la operación relacionado a la gestión de servicios de Tecnologías de la Información va aumentando con el tiempo debido a las necesidades de la empresa de incrementar el personal en el área de T.I para tener un mejor control de los servicios que brinda; sin embargo, lo que se generó fue lo contrario, el incremento continuo de los tiempos de atención y frecuencia por lo difícil que es alinear a una mayor cantidad de personal a las políticas y procedimientos de la empresa.

Además, durante el 2017 y el 2018, la renuncia de personal se tornó creciente porque no se sentían identificados con la empresa. Esto generó que se tenga una gran cantidad de personal nuevo en periodos cortos lo que a su vez tomó más tiempo para que adopten la cultura organizacional de la empresa. Adicionalmente, el tiempo que se toma la empresa en conseguir un reemplazo es alto, con lo cual la carga de trabajo aumenta para el personal restante.

Esta situación ha ido mejorando a partir de mediados del año 2019, ya que se comenzó a trabajar con la cantidad de personal necesario y se realizaban los requerimientos de personal con anticipación, todo como parte de un seguimiento de los lineamientos de ITIL.

Es por ello, que la implementación de ITIL contempla una buena cultura organizacional que garantiza el seguimiento de estándares y políticas que optimizarán la gestión de servicios de T.I.

En la siguiente tabla se resumen las duraciones promedio de cada tipo de problema.

Tabla 50: Duraciones promedio por tipo de problema

	Duración (hr)				
	Mala conectividad	Funcionamiento incorrecto del hardware	Fallos en las actualizaciones del servidor	Inadecuado uso del sistema ERP	Deficiente migración de datos
2017	3.5	6.4	4.2	2.1	12.6
2018	3.5	6.4	4.2	2.1	12.6
2019	3.3	6.1	4.0	2.0	11.32

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de estudios realizados directamente en la operación y del Master plan del proyecto.

Como se observa en la tabla 50, las duraciones promedio por año se midieron directamente en la operación. Se tienen datos del cuarto trimestre del 2019 que muestran un valor más bajo respecto de los años 2018 y 2017.

Ahora, como datos tenemos los tiempos por nivel en la solución de incidentes y problemas que se resumen en la tabla que sigue.

Tabla 51: Tiempos de atención en la solución por problema

Niveles	Solución de incidentes (minutos)	Solución de problemas (minutos)
Primer Nivel	25	45
Segundo Nivel	20	35
Tercer Nivel	15	30
Total	60	110

Fuente: Elaboración propia de acuerdo al análisis realizado al área de T.I.

Como se observa en la tabla 51, se tienen tiempos de solución máximos de 110 minutos en el caso de un problema que llega al tercer nivel. Este tiempo se tomará como

tiempo óptimo de solución, así se toma el nivel más crítico para proyectar los tiempos de duración de cada problema para el periodo 2020 – 2034.

Ahora proyectamos los datos para los años 2020 – 2034, en los cuales no se tienen datos obtenidos directamente de la operación como en los años anteriores.

de atención para la solución por tipo de problema

Tabla 52: Tiempos de atención proyectados en la solución por problema

	Duración (hr)				
	Mala conectividad	Funcionamiento incorrecto del hardware	Fallos en las actualizaciones del servidor	Inadecuado uso del sistema ERP	Deficiente migración de datos
2017	3.50	6.40	4.20	2.10	12.60
2018	3.50	6.40	4.20	2.10	12.60
2019	3.30	6.10	4.00	2.00	11.32
2020	2.81	4.68	3.28	1.94	8.16
2021	2.32	3.26	2.56	1.89	5.00
2022	1.83	1.83	1.83	1.83	1.83
2023	1.83	1.83	1.83	1.83	1.83
2024	1.83	1.83	1.83	1.83	1.83
2025	1.83	1.83	1.83	1.83	1.83
2026	1.83	1.83	1.83	1.83	1.83
2027	1.83	1.83	1.83	1.83	1.83
2028	1.83	1.83	1.83	1.83	1.83
2029	1.83	1.83	1.83	1.83	1.83
2030	1.83	1.83	1.83	1.83	1.83
2031	1.83	1.83	1.83	1.83	1.83
2032	1.83	1.83	1.83	1.83	1.83
2033	1.83	1.83	1.83	1.83	1.83
2034	1.83	1.83	1.83	1.83	1.83

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de estudios realizados directamente en la operación y del Master plan del proyecto.

Como se observa en la tabla 52, para el 2022, una vez pasado el tiempo de maduración de la operación en el uso de ITIL de dos años (2020 y 2021), se tendrán los

tiempos óptimos en la solución de problemas e incidentes (se toma el tiempo de solución de problemas en el tercer nivel de la tabla 51 para el análisis por ser el más crítico).

Tenemos un punto inicial y final, por lo que para los 2020 y 2021 se asumirá una tendencia lineal. Para el periodo 2022-2034 se tomará un valor constante, ya que se alcanzaron los tiempos óptimos de solución de problemas e incidentes relacionados a T.I y que afectan la operación. Cabe recalcar que la consultora Netec Perú, quien apoyó con la capacitación y acompañamiento a minera Yarabamba para la implementación de ITIL, corroboró dichos valores y periodos tomando como referencia sus datos históricos.

4.3.3. Proyección de Ingresos por ventas reales después de implementar ITIL

Se realiza el mismo cálculo que hizo para el escenario 1, sin implementar ITIL, obteniéndose los resultados resumidos en la siguiente tabla:

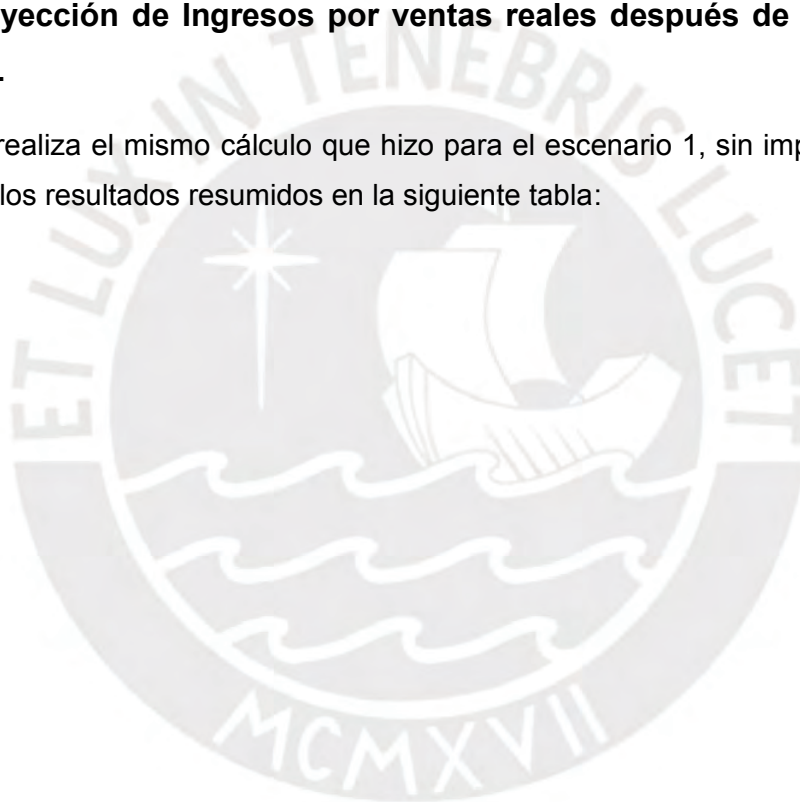


Tabla 53: Impacto en los ingresos de la empresa después de implementar ITIL

Año	Ingresos en condiciones óptimas de operación (US\$/hr)	Mala conectividad			Funcionamiento incorrecto del hardware			Fallos en las actualizaciones del servidor		
		Frecuencia	Duración promedio (hr)	Impacto en los ingresos (US\$)	Frecuencia	Duración promedio (hr)	Impacto en los ingresos (US\$)	Frecuencia	Duración promedio (hr)	Impacto en los ingresos (US\$)
2017	1,549	39	3.50	211,432	15	6.40	148,699	9	4.20	58,550
2018	1,561	49	3.50	267,775	24	6.40	239,826	18	4.20	118,039
2019	1,653	55	3.30	299,944	34	6.10	342,746	22	4.00	145,428
2020	1,653	50	2.81	232,188	31	4.68	239,643	20	3.28	108,336
2021	1,653	44	2.32	168,696	27	3.26	145,262	18	2.56	76,019
2022	1,653	39	1.83	118,160	24	1.83	72,714	16	1.83	48,476
2023	1,653	33	1.83	99,981	21	1.83	63,625	13	1.83	39,387
2024	1,653	28	1.83	84,833	17	1.83	51,506	11	1.83	33,327
2025	1,653	22	1.83	66,654	14	1.83	42,416	9	1.83	27,268
2026	1,653	21	1.83	63,625	13	1.83	39,387	9	1.83	27,268
2027	1,653	20	1.83	60,595	13	1.83	39,387	8	1.83	24,238
2028	1,653	19	1.83	57,565	12	1.83	36,357	8	1.83	24,238
2029	1,653	18	1.83	54,535	12	1.83	36,357	8	1.83	24,238
2030	1,653	18	1.83	54,535	11	1.83	33,327	7	1.83	21,208
2031	1,653	17	1.83	51,506	11	1.83	33,327	7	1.83	21,208
2032	1,653	16	1.83	48,476	10	1.83	30,297	7	1.83	21,208
2033	1,653	15	1.83	45,446	10	1.83	30,297	6	1.83	18,178
2034	1,653	14	1.83	42,416	9	1.83	27,268	6	1.83	18,178

Año	Ingresos en condiciones óptimas de operación (US\$/hr)	Inadecuado uso del sistema ERP			Deficiente migración de datos		
		Frecuencia	Duración promedio (hr)	Impacto en los ingresos (US\$)	Frecuencia	Duración promedio (hr)	Impacto en los ingresos (US\$)
2017	1,549	29	2.10	94,331	2	12.60	39,034
2018	1,561	40	2.10	131,155	6	12.60	118,039
2019	1,653	43	2.00	142,122	7	11.32	130,951
2020	1,653	39	1.94	125,321	7	8.16	81,900
2021	1,653	34	1.89	106,133	6	5.00	44,580
2022	1,653	30	1.83	90,892	5	1.83	14,316
2023	1,653	26	1.83	78,773	5	1.83	12,270
2024	1,653	21	1.83	63,625	4	1.83	10,225
2025	1,653	17	1.83	51,506	3	1.83	8,180
2026	1,653	16	1.83	48,476	3	1.83	7,839
2027	1,653	16	1.83	48,476	3	1.83	7,499
2028	1,653	15	1.83	45,446	3	1.83	7,158
2029	1,653	14	1.83	42,416	3	1.83	6,817
2030	1,653	14	1.83	42,416	3	1.83	6,476
2031	1,653	13	1.83	39,387	3	1.83	6,135
2032	1,653	12	1.83	36,357	2	1.83	5,794
2033	1,653	12	1.83	36,357	2	1.83	5,454
2034	1,653	11	1.83	33,327	2	1.83	5,113

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de estudios realizados directamente en la operación y del Master plan del proyecto.

Como se puede observar en la tabla 53 el impacto en los ingresos se reduce año a año después de implementar ITIL, sobre todo a partir del cuarto trimestre del 2019. Las variables que intervienen en el cálculo del impacto son la frecuencia, la duración y los ingresos en condiciones óptimas de operación. La frecuencia se obtuvo de la figura 18, la duración de la tabla 52 y los ingresos en condiciones óptimas de operación de la tabla 33.

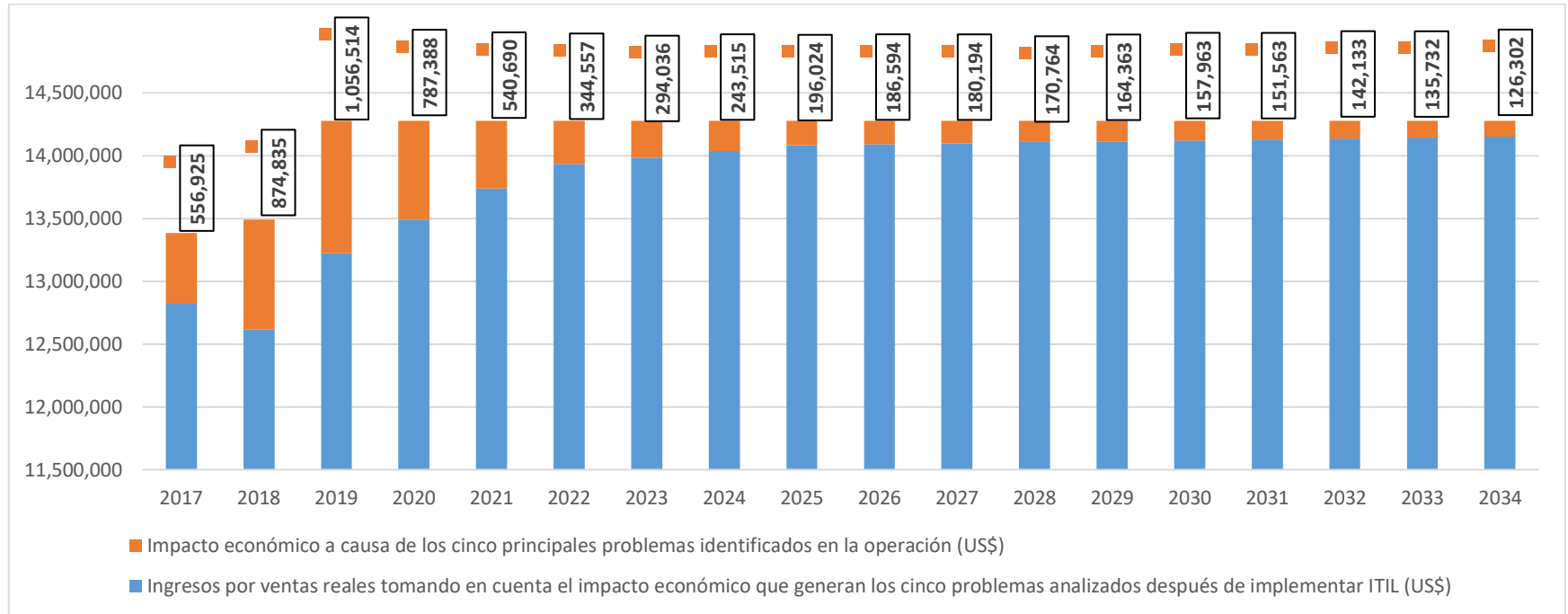
En la siguiente tabla se muestran los ingresos reales que muestran un escenario positivo para la empresa al implementar ITIL.

Tabla 54: Ingresos al implementar ITIL

Año	Impacto económico a causa de los cinco principales problemas identificados en la operación (US\$)	Ingresos por ventas en condiciones óptimas de operación (US\$)	Ingresos por ventas reales tomando en cuenta el impacto económico que generan los cinco problemas analizados después de implementar ITIL (US\$)
2017	556,925	13,382,928	12,826,003
2018	874,835	13,490,226	12,615,391
2019	1,056,514	14,278,337	13,221,823
2020	787,388	14,278,337	13,490,949
2021	540,690	14,278,337	13,737,647
2022	344,557	14,278,337	13,933,780
2023	294,036	14,278,337	13,984,301
2024	243,515	14,278,337	14,034,822
2025	196,024	14,278,337	14,082,313
2026	186,594	14,278,337	14,091,743
2027	180,194	14,278,337	14,098,143
2028	170,764	14,278,337	14,107,573
2029	164,363	14,278,337	14,113,974
2030	157,963	14,278,337	14,120,374
2031	151,563	14,278,337	14,126,774
2032	142,133	14,278,337	14,136,204
2033	135,732	14,278,337	14,142,605
2034	126,302	14,278,337	14,152,035

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de estudios realizados directamente en la operación y del Master plan del proyecto.

Figura 19: Grafico de Ingresos al implementar ITIL



Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de estudios realizados directamente en la operación y del Master plan del proyecto.

En la figura 19 se observa de manera clara el incremento año a año de los ingresos al implementar ITIL, debido a que la frecuencia de ocurrencia y el tiempo de solución de cada uno de los problemas ha disminuido a partir del último trimestre del año 2019 y luego de hacer la proyección, esta tendencia se mantendrá de acuerdo al comportamiento especificado en párrafos precedentes.

De la misma manera que se calculó el flujo de caja para el escenario sin implementar ITIL, se calculan los flujos de caja para el escenario luego de la implementación de ITIL. Lo que varía es el ingreso por ventas gracias al incremento de la producción, el costo operativo y los impuestos por esta misma razón.



Tabla 55: Flujo de caja libre (US\$)

	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Ingresos								
Ventas		12,826,003	12,615,391	13,221,823	13,490,949	13,737,647	13,933,780	13,984,301
Valor residual						120,000		
Recuperación del Capital de trabajo								
Total ingresos		12,826,003	12,615,391	13,221,823	13,490,949	13,857,647	13,933,780	13,984,301
Egresos								
Inversiones	15,112,786			3,690				
Costos y gastos		5,520,150	5,386,321	5,333,649	5,442,214	5,541,731	5,620,851	5,641,231
Cierre progresivo		2,719	2,719	2,719	2,719	2,719	2,719	2,720
Total egresos	15,112,786	5,522,869	5,389,040	5,336,368	5,444,932	6,144,450	5,623,569	5,643,950
Saldo de caja	15,112,786	7,303,134	7,226,352	7,881,765	8,046,016	8,313,197	8,310,211	8,340,351

	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031
Ingresos								
Ventas	14,034,822	14,082,313	14,091,743	14,098,143	14,107,573	14,113,974	14,120,374	14,126,774
Valor residual			120,000					120,000
Recuperación del Capital de trabajo								
Total ingresos	14,034,822	14,082,313	14,211,743	14,098,143	14,107,573	14,113,974	14,120,374	14,246,774
Egresos								
Inversiones								
Costos y gastos	5,661,611	5,680,768	5,684,572	5,687,154	5,690,958	5,693,540	5,696,122	5,698,704
Cierre progresivo	2,721	2,722	2,723	2,724	2,725	2,726	2,727	2,728
Total egresos	5,664,331	5,683,490	6,287,295	5,689,878	5,693,683	5,696,266	5,698,849	6,301,432
Saldo de caja	8,370,491	8,398,823	8,524,448	8,408,265	8,413,890	8,417,708	8,421,525	8,545,342

	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040
Ingresos									
Ventas	14,136,204	14,142,605	14,152,035						
Valor residual			360,000						
Recuperación del Capital de trabajo			35,000						
Total ingresos	14,136,204	14,142,605	14,547,035						
Egresos									
Inversiones				242,020	26,770	26,770	26,770	26,770	26,770
Costos y gastos	5,702,508	5,705,090	5,708,894						
Cierre progresivo	2,729	2,730	2,719						
Total egresos	5,705,237	5,707,820	5,711,613	242,020	26,770	26,770	26,770	26,770	26,770
Saldo de caja	8,430,968	8,434,785	8,835,422	-242,020	-26,770	-26,770	-26,770	-26,770	-26,770

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de estudios realizados directamente en la operación y del Master plan del proyecto.



Tabla 56: Flujo de económico después de impuestos (US\$)

	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Ingresos								
Ventas		12,826,003	12,615,391	13,221,823	13,490,949	13,737,647	13,933,780	13,984,301
Valor residual						120,000		
Recuperación del Capital de trabajo								
Total ingresos		12,826,003	12,615,391	13,221,823	13,490,949	13,857,647	13,933,780	13,984,301
Egresos								
Inversiones	15,112,786			3,690				
Costos y gastos		5,520,150	5,386,321	5,333,649	5,442,214	5,541,731	5,620,851	5,641,231
Cierre progresivo		2,719	2,719	2,719	2,719	2,719	2,719	2,720
Regalías mineras		0	0	0	0	0	0	0
Impuesto especial a la minería		0	0	0	0	0	0	0
Participación de los trabajadores y el directorio					997,146	1,017,751	1,034,133	1,038,353
Impuesto a la renta (sin ajuste)					1,837,597	1,875,570	1,905,759	1,913,536
Total egresos	15,112,786	5,522,869	5,389,040	5,340,058	8,279,675	9,037,771	8,563,461	8,595,838
Saldo de caja	-	7,303,134	7,226,352	7,881,765	5,211,274	5,419,876	5,370,319	5,388,462

	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031
Ingresos								
Ventas	14,034,822	14,082,313	14,091,743	14,098,143	14,107,573	14,113,974	14,120,374	14,126,774
Valor residual			120,000					120,000
Recuperación del Capital de trabajo								
Total ingresos	14,034,822	14,082,313	14,211,743	14,098,143	14,107,573	14,113,974	14,120,374	14,246,774
Egresos								
Inversiones								
Costos y gastos	5,661,611	5,680,768	5,684,572	5,687,154	5,690,958	5,693,540	5,696,122	5,698,704
Cierre progresivo	2,721	2,722	2,723	2,724	2,725	2,726	2,727	2,728
Regalías mineras	0	0	0	0	0	0	0	0
Impuesto especial a la minería	0	0	0	0	0	0	0	0
Participación de los trabajadores y el directorio	1,042,572	1,046,539	1,047,327	1,047,861	1,048,649	1,049,183	1,049,718	1,050,253
Impuesto a la renta (sin ajuste)	1,921,312	1,928,622	1,930,073	1,931,059	1,932,510	1,933,495	1,934,480	1,935,466
Total egresos	8,628,216	8,658,651	9,264,695	8,668,798	8,674,842	8,678,945	8,683,047	9,287,150
Saldo de caja	5,406,606	5,423,662	5,547,048	5,429,346	5,432,731	5,435,029	5,437,327	5,559,623

	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040
Ingresos									
Ventas	14,136,204	14,142,605	14,152,035						
Valor residual			360,000						
Recuperación del Capital de trabajo			35,000						
Total ingresos	14,136,204	14,142,605	14,547,035						
Egresos									
Inversiones				242,020	26,770	26,770	26,770	26,770	26,770
Costos y gastos	5,702,508	5,705,090	5,708,894						
Cierre progresivo	2,729	2,730	2,719						
Regalías mineras	0	0	0						
Impuesto especial a la minería	0	0	0						
Participación de los trabajadores y el directorio	1,051,040	1,051,575	1,052,362						
Impuesto a la renta (sin ajuste)	1,936,917	1,937,902	1,939,354						
Total egresos	8,693,194	8,697,297	8,703,329	242,020	26,770	26,770	26,770	26,770	26,770
Saldo de caja	5,443,010	5,445,308	5,843,706	-242,020	-26,770	-26,770	-26,770	-26,770	-26,770

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de estudios realizados directamente en la operación y del Master plan del proyecto.

Es importante resaltar que los US\$ 3,690 de inversión que se muestra en el año 2019 se dan debido a que la consultora Netec Perú llevó a cabo la capacitación y certificación en los lineamientos de ITIL a dos miembros del área de T.I de la empresa minera en modalidad virtual en vivo. Además, dicha inversión incluyó el acompañamiento que realizó la empresa consultora a la minera Yarabamba durante el proceso de implementación de ITIL. Cabe resaltar que el personal que fue capacitado, sirvió como soporte en la difusión de estos lineamientos a los demás miembros del área y desde Lima se apoyó junto a Netec Perú en su difusión e implementación. Este valor representa la única inversión realizada para la implementación de ITIL teniéndose un beneficio en los ingresos totales a lo largo de la vida de la mina de aproximadamente US\$ 50 millones respecto a los ingresos en caso no se hubiese implementado ITIL.

Tabla 57: Cronograma de la implementación de ITIL

Cronograma de implementación de ITIL			Incremento de la producción al aplicar ITIL (TM)	Incremento en los ingresos al aplicar ITIL (US\$)	Inversión (US\$)	
Junio, 2019	1ra quincena	Capacitación y certificación al personal en ITIL	-	-	2,100	
	2da quincena	Capacitación y certificación al personal en ITIL	-	-		
Julio, 2019	1ra quincena	Capacitación y certificación al personal en ITIL	-	-		
	2da quincena	Capacitación y certificación al personal en ITIL	-	-		
Agosto, 2019	1ra quincena	-	-	-		
	2da quincena	Planificación de la implementación de ITIL	-	-		
Septiembre, 2019	1ra quincena	Planificación de la implementación de ITIL	-	-		
	2da quincena	Planificación de la implementación de ITIL	-	-		
Octubre, 2019	1ra quincena	Puesta en marcha del proyecto ITIL	134	36,141		-
	2da quincena	Puesta en marcha del proyecto ITIL	-	-		-
Noviembre, 2019	1ra quincena	Puesta en marcha del proyecto ITIL	148	39,917	1,590	
	2da quincena	Puesta en marcha del proyecto ITIL	-	-		
Diciembre, 2019	1ra quincena	Puesta en marcha del proyecto ITIL	166	44,771	-	
	2da quincena	Puesta en marcha del proyecto ITIL	-	-	-	
Total				120,829	3,690	

Relación Costo/Beneficio	3.05%
---------------------------------	--------------

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de estudios realizados directamente en la operación

Como se observa en la tabla 57, se registró un incremento de la producción al implementar ITIL en 134 TM, 148 TM y 166 TM en octubre, noviembre y diciembre del año 2019 respectivamente, lo que a su vez generó un aumento en los ingresos por ventas. Este incremento en US\$ 120,829 en los ingresos desde octubre hasta diciembre del año en mención, es un valor considerable comparado a la inversión realizada de US\$ 3,690 para implementar ITIL; es por ello, que la relación costo-beneficio (la inversión en ITIL respecto del incremento en los ingresos para el último trimestre del 2019) es de aproximadamente 3%. Cabe mencionar que esta inversión incluyó la capacitación y certificación de dos miembros del personal de la mina Yarabamba en ITIL, llevada a cabo por la consultora Netec Perú, la cual se hizo en los meses de junio y julio del 2019; además la mencionada inversión también incluyó el acompañamiento de dicha consultora durante la planificación e implementación de ITIL, el cual se realizó durante los meses de agosto a diciembre del 2019.

Tabla 58: Flujo de caja financiero (considerando gastos financieros de la garantía del cierre de mina)

Año	Saldo de caja final (US\$)	Valor actual (US\$)	CAPEX TOTAL (US\$)
0	-15,112,786	-15,112,786	-15,152,091
1	7,302,817	6,520,373	7,302,817
2	7,225,711	5,760,293	7,225,711
3	7,880,794	5,609,393	7,880,794
4	5,209,962	3,311,025	5,209,962
5	5,418,215	3,074,441	5,418,215
6	5,368,300	2,719,748	5,368,300
7	5,386,073	2,436,386	5,386,073
8	5,403,835	2,182,518	5,403,835
9	5,420,495	1,954,685	5,420,495
10	5,543,470	1,784,849	5,543,470
11	5,425,340	1,559,656	5,425,340
12	5,428,278	1,393,304	5,428,278
13	5,430,104	1,244,440	5,430,104
14	5,431,903	1,111,475	5,431,903
15	5,553,666	1,014,634	5,553,666
16	5,436,477	886,807	5,436,477
17	5,438,140	792,034	5,438,140
18	5,835,813	758,887	5,835,813
19	-242,020	-28,100	
20	-26,770	-2,775	
21	-26,770	-2,478	
22	-26,770	-2,212	
23	-26,770	-1,975	
24	-26,770	-1,764	

VANF (12%) US\$	28,962,856
------------------------	-------------------

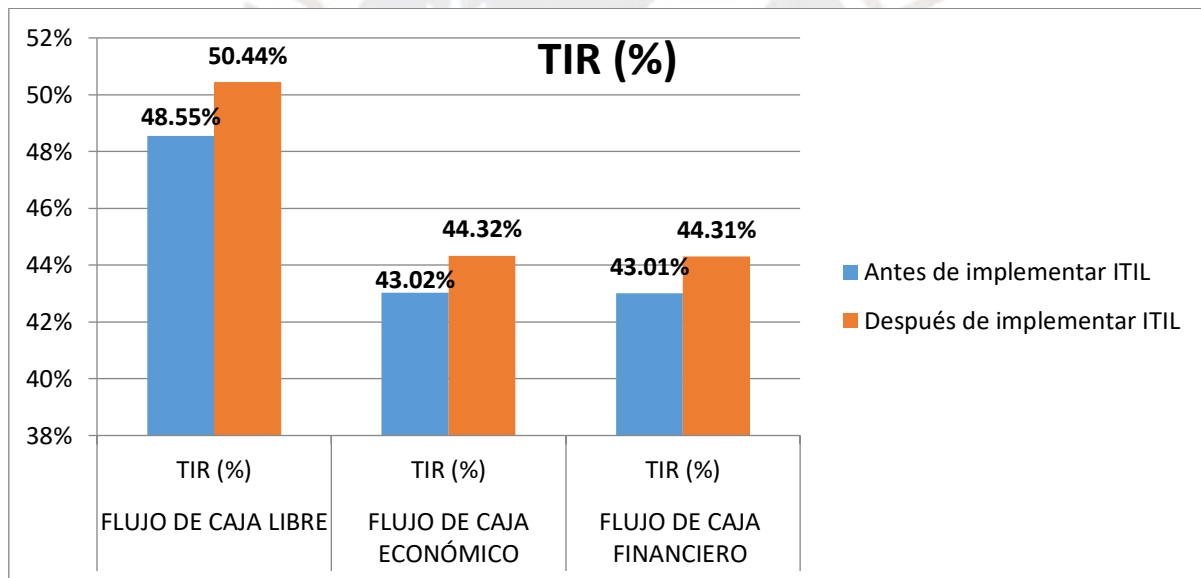
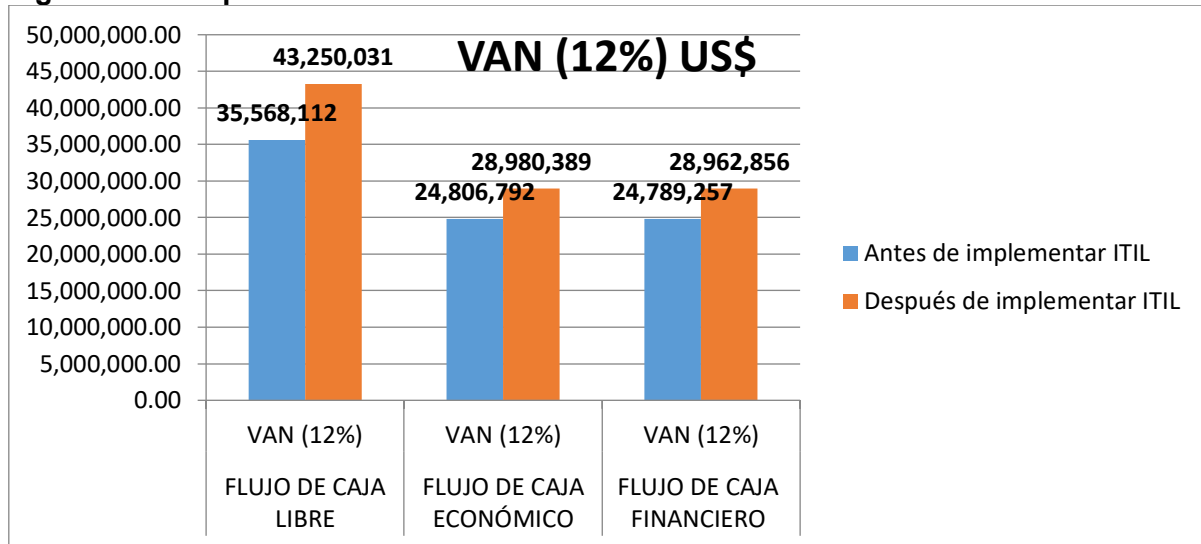
TIRF	44.31%
-------------	---------------

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de estudios realizados directamente en la operación y del Master plan del proyecto.

La tabla 58, se calculó de la misma manera que la tabla 48 líneas arriba. En resumen, se pueden mostrar las siguientes gráficas.

4.3.4. Indicadores financieros

Figura 20: Comparativo de indicadores financieros

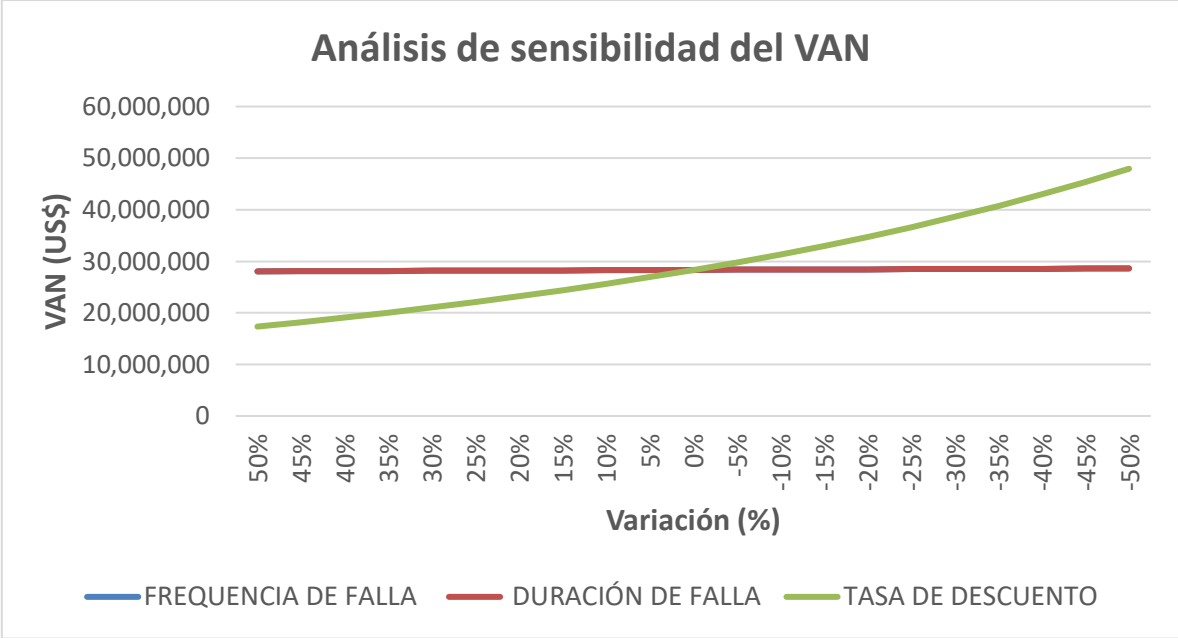


Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de estudios realizados directamente en la operación y del Master plan del proyecto.

Como se puede notar hubo un aumento del VANF (valor actual neto del proyecto) de US\$ 4,173,599 que representa un VANF 16.84% mayor y una mejora en la TIR (Tasa interna de retorno) de 1.30% siendo esta de 44.31% después de implementar ITIL, como se puede notar es una tasa mayor al promedio del mercado, lo cual se traduce en una mayor rentabilidad. Además, la relación del costo en la inversión para implementar ITIL respecto del beneficio en incrementar los ingresos de la minera Yarabamba es de 0.0074%; es decir, se invirtió US\$ 3,690 en la capacitación, certificación de dos miembros de la empresa los cuales impartieron el conocimiento de los lineamientos de ITIL en mina y el acompañamiento durante la planificación e implementación de ITIL, todo lo mencionado realizado por la consultora Netec Perú; con lo cual se consiguió un incremento en los ingresos de US\$ 49,919,025 a lo largo de toda la vida de la mina, este monto se obtuvo restando los ingresos del flujo de caja después de implementar ITIL menos los ingresos antes de su implementación.

4.3.5. Análisis de sensibilidad

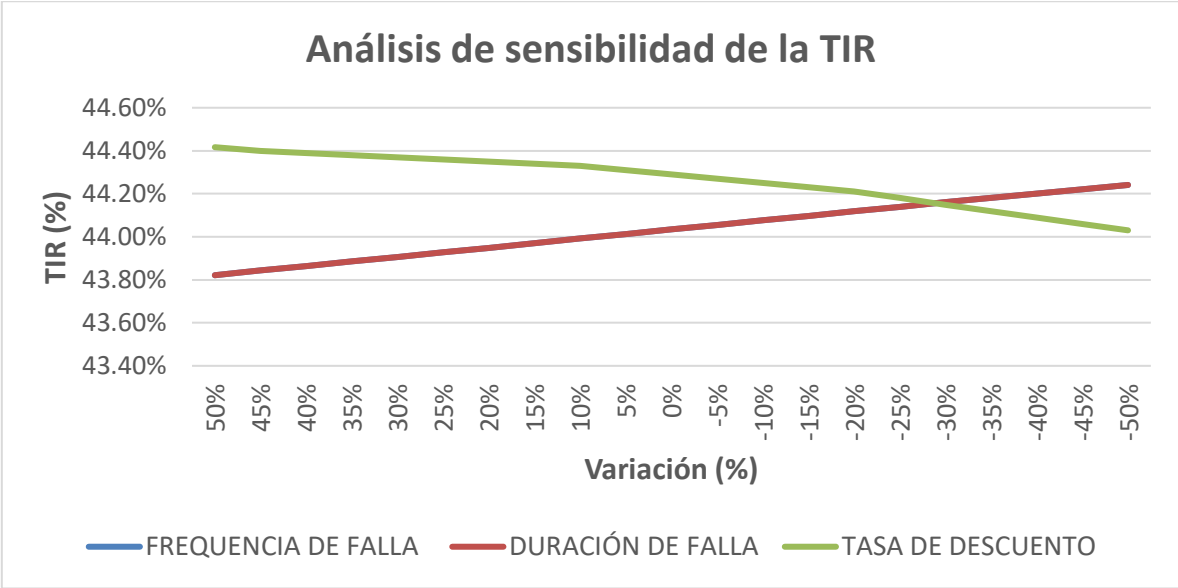
Figura 21: Gráfico de sensibilidad del VAN respecto a tres variables.



Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de estudios realizados directamente en la operación y del Master plan del proyecto.

En la figura 21 se puede observar como varía el VAN si la frecuencia de falla, duración de falla y tasa de descuento varían. En el caso de las dos primeras variables, el VAN no varía de manera significativa; sin embargo, en el caso de la tasa de descuento el VAN varía considerablemente. Cabe recalcar que la tasa de descuento toma en cuenta el riesgo, por lo cual el proyecto es capaz de soportar un incremento de la tasa de descuento incluso de un 50% y seguir siendo rentable al aplicar ITIL.

Figura 22: Gráfico de sensibilidad de la TIR respecto a tres variables.



Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de estudios realizados directamente en la operación y del Master plan del proyecto.

En la figura 22 se puede observar que la tasa interna de retorno es sensible a la frecuencia y duración de falla, así como a la tasa de descuento. Sin embargo, las variaciones van desde una TIR de 43.82 % hasta una TIR de 44,42% lo cual no es muy considerable. El proyecto seguirá siendo rentable incluso con una tasa de descuento e incrementos en las frecuencias y duraciones de fallas considerables e incluso mayores al 50% de variación.

Conclusiones

De manera general se llega a las siguientes conclusiones:

- Es importante la implementación de estándares, metodologías y un conjunto de buenas prácticas, como lo es ITIL sobre todo en empresas mineras de pequeña escala que no cuentan con una gestión eficiente de sus tecnologías de información, con la finalidad de incrementar dicha eficiencia.
- Una eficiente gestión de las tecnologías de información (T.I), disminuirá la ocurrencia de posibles problemas como la paralización de la producción, lo cual impactaría negativamente en los ingresos por ventas de la empresa minera, pues dichos recursos informáticos controlan los principales procesos operativos del negocio minero.
- El beneficio que se obtendrá con la implementación de ITIL es maximizar la capacidad de las tecnologías de información (T.I) con las que cuenta una empresa minera de pequeña escala, con lo cual se incrementarían los ingresos y el valor económico de la empresa que la ponga en funcionamiento. Lo mencionado anteriormente se puede demostrar analizando indicadores financieros como el VAN y la TIR.

Del mismo modo para nuestro caso de estudio, se concluye lo siguiente:

- El valor actual neto (VAN) aumenta al implementar ITIL, aproximadamente en 17% respecto al VAN sin realizar dicha implementación, este valor considerando que es un porcentaje respecto del valor neto de todo el proyecto, es bastante considerable, el cual representa un incremento en el valor de mercado de la empresa de US\$ 4,173,599.00, monto bastante representativo para ser pequeña minería.
- La tasa interna de retorno (TIR) aumenta en 1.3% al implementar ITIL, lo que indica un mayor porcentaje de beneficio sobre la inversión. La TIR después de implementar ITIL es 44.31%, aunque no aumenta mucho respecto del escenario en el que no se implementa ITIL, pero el hecho de ser mucho mayor al costo de oportunidad del accionista de 12% indica un proyecto rentable.
- El costo en la inversión para implementar ITIL respecto del beneficio en incrementar los ingresos de la minera Yarabamba es de 0.0074%; es decir, se invirtió US\$ 3,690

en la capacitación, certificación de dos miembros de la empresa los cuales impartieron el conocimiento de los lineamientos de ITIL en mina y el acompañamiento durante la planificación e implementación de ITIL, todo lo mencionado realizado por la consultora Netec Perú; con lo cual se consiguió un incremento en los ingresos de US\$ 49,919,025 a lo largo de toda la vida de la mina.

- El proyecto es capaz de soportar un incremento en la tasa de descuento, frecuencia y duración de fallas incluso del 50% y continuar siendo rentable si aplicamos ITIL. Con esto se comprueba la robustez del proyecto respecto del riesgo.



Recomendaciones

- Se recomienda para empresas mineras de pequeña escala, que por lo general no tienen la solidez financiera para realizar fuertes inversiones en tecnología de punta, hagan un estudio de factibilidad de un proyecto como este, cuyo eje clave es maximizar la eficiencia de los recursos tecnológicos a través de la gestión, con lo cual se podría incrementar el ingreso y el valor económico de la empresa.
- Se recomienda que luego de la implementación de ITIL en las mineras de pequeña escala, se realice una evaluación y seguimiento constante para medir la eficiencia de la gestión de las T.I en base a variables económicas como por ejemplo el ingreso por ventas del mineral o nivel de producción.
- Se recomienda que todo el personal de las empresas mineras de pequeña escala donde se haya implementado ITIL y que hacen uso de las T.I, adopten como cultura organizacional los lineamientos implementados por ITIL y así lograr una eficiencia en la gestión de dichas T.I.
- Se recomienda una constante capacitación a todo el personal sobre todo a los encargados del área de T.I, para tener una mejora constante en la gestión y uso de las T.I; de esta forma, el personal en general ejecutará un uso más óptimo de los recursos informáticos.
- Se recomienda no realizar rotaciones de personal encargados del área de T.I de manera brusca y en periodos muy cortos, ya que esto ocasionaría que se pierda eficiencia en la gestión de las tecnologías informáticas puesto que el nuevo personal tardará un tiempo razonable para adoptar las políticas de la empresa conjuntamente con las buenas prácticas de ITIL implementadas.

Bibliografía

- Ajab, Z., Kaur, K., Muhamad, S., Azlinda, N., Jan, W., y Ahamadhu, B. (2017). ITIL: Implementation and service management best practices in Malaysian academic libraries. *International Journal of Technology and Engineering Studies*, 3(2), 65-73.
- Bon, J., Jong, A., Kolthof, A., Pieper, M., Tjassing, R., Van Der, A., y Verheijen, T. (2008). Estrategia del Servicio Basada en ITIL. Holanda: Van Haren Publishing.
- Bon, J., Jong, A., Kolthof, A., Pieper, M., Tjassing, R., Van Der, A., y Verheijen, T. (2008). Mejora Continua del Servicio Basada en ITIL. Holanda: Van Haren Publishing.
- Bon, J., Jong, A., Kolthof, A., Pieper, M., Tjassing, R., Van Der, A., y Verheijen, T. (2008). Operación del Servicio Basada en ITIL. Holanda: Van Haren Publishing.
- Bon, J., Jong, A., Kolthof, A., Pieper, M., Tjassing, R., Van Der, A., y Verheijen, T. (2008). Transición del Servicio Basada en ITIL. Holanda: Van Haren Publishing.
- Bon, J., Jong, A., Kolthof, A., Pieper, M., Tjassing, R., Veen, A., y Verheijen, T. (2008). Diseño del Servicio Basada en ITIL. Holanda: Van Haren Publishing.
- Cannon, D., Wheeldon, D., Lacy, S., y Hanna, A. (2011). ITIL Service Strategy. England: Information & publishing solutions.
- Cartlidge, A., Rudd, C., Smith, M., Wigzel, P., Rance, S., Shaw, S., y Wright, T. (2012). An Introductory Overview of ITIL 2011. England: Information & publishing solutions.
- Cater, A., Toleman, M., y Tan, W. (2006). "Transforming IT Service Management-the ITIL Impact". 17th Australasian Conference on Information Systems, 6 de diciembre 2006. Australia: Adelaide.
- Chandra, A. (2012). ISO 20000 and ITIL & Correlation between them. *International Journal of Computer Science Engineering and Information Technology Research*, 2(3), 26-45.
- Chiu, A., y Reyes, D. (2018). La transformación digital de once empresas en el Perú. Perú: Penguin Random House Grupo Editorial.
- Cobo, A., Rocha, E., Vanti, A., y Campos, R. (2014). Medición de niveles de madurez tecnológica aplicando técnicas de minería de datos. *ASEPUMA*, 22(15), 1-21.

- Cots, S., Casadesús, M., y Marimon, F. (2014). "Benefits of implementing Service Management Standard ISO 20000". International Conference on Quality Engineering and Management, Setiembre 2014. Portugal: Guimaraes
- Cots, S., y Casadesús, M. (2015). "Exploring the Service Management Standard ISO 20000". 16th QMOD-ICQSS Proceedings, 4 de setiembre 2013. Slovenia: Portorož.
- Diaz, R. (2018). Innovaciones impactarían en el futuro del sector minero. *ConexionEsan*, 10(2), 1-5.
- Disterer, G. (2009). ISO 20000 for IT. *Bise Catchword*, 40(2), 436-467.
- Galup, S., Dattero, R., Quan, J., y Conger, S. (2009). An overview of IT service management. *Communications of the ACM*, 52(5), 124-127.
- Guzmán, A. (2012). ITIL v3 -Gestión de Servicios de TI. *ECORFAN*, 3(7), 801-806.
- Hardy, G., y Heschl, J. (2008). Aligning CobiT 4.1, ITIL V3 and ISO/IEC 27002 for Business Benefit. United States of America: IT Governance Institute.
- Hopwood, P. (2018). Monitoreo de las tendencias 2018. *Deloitte*, 15(2), 3-56.
- Imran, M, y Abbas, M. (2015). Guidelines for ITIL Implementation. Tesis de posgrado. Jönköping International Business School. Suecia.
- Ministerio de Economía y Finanzas. (Abril, 2019). Informe de Actualización de Proyecciones Macroeconómicas 2019-2022. Recuperado de https://www.mef.gob.pe/contenidos/pol_econ/marco_macro/IAPM_2019_2022.pdf
- ITIL Adoption Surges despite Confusion. (2008). Axios-Systems.
- Ives, G., y Swart, A. (2017). Innovación en minería Latinoamérica 2017. *Deloitte*, 12(3), 1-31.
- Jaimes, M., Ramirez, D., Vargas, A., y Caicedo, G. (2011). Gestión tecnológica: conceptos y casos de aplicación. *GTI*, 10(26), 7-13.
- Kumbakara, N. (2008). Managed IT services: The role of IT standards. *Information Management & Computer Security*, 16(4), 336-359.
- *LBMA-Precious Metals Prices* [en línea]. Disponible en: <http://www.lbma.org.uk/precious-metal-prices>. [consultado el 10 de octubre de 2019].
- Littmann, D., Prabhu, A., y Norton, K. (2018). Conectividad del mañana. *Deloitte*, 10(1), 56-69.

- *LME COPPER* [en línea]. Disponible en: <https://www.lme.com/en-GB/Metals/Non-ferrous/Copper#tabIndex=2>. [consultado el 10 de octubre de 2019].
- López, D. (2017). Modelo de gestión de los servicios de tecnología de información basado en COBIT, ITIL e ISO/IEC 20000. *ESPOL*, 30(1), 52-69.
- López, D., y Martí, F. (2013). Los servicios de SI/TI. España: Creative Commons.
- Lucio, T., Colomo, R., y Mora, A. (2012). Hacia una Oficina de Gestión de Servicios en el ámbito de ITIL. *AEMES*, 9(1), 12-28.
- Mahlori, B., y Lingen, E. (2018). Evaluation of Factors that Hinder Technology and Engineering Entrepreneurs in the Mining Sector. *Technology Management for Interconnected World*, 18(15), 1-7.
- Medina, Y., y Rico, D. (2008). Model of Administration of Services for the Universidad of Pamplona: ITIL. *Scientia et Technica*, 39(1), 314-319.
- Mehrabioun, M., Zare, A., y Hamidi, H. (2015). Investigating Critical Success Factors in Implementing ITIL Framework: The Case of a Developing Country. *International Journal of Standardization Research*, 13(1), 74-91.
- Orr, A., Blokkum, D., Turbitt, K., y Winkler, F. (2016). Best Practice Insights. England: AXELOS Limited.
- Ortiz, S., López, C., y Oviedo, A. (2009). Sistema multiagente para el apoyo a la gestión de inventarios en ITIL mediante el monitoreo distribuido de software y hardware en una red corporativa. *Avances en Sistemas e Informática*, 6(3), 7-13.
- Rouyet, J. (2014). El futuro de la gestión de servicios T.I. *ComputerWorld*, 7(2), 1-10.
- Serida, J., Yamakawa, P., Morris, E., y Corrales, J. (2010). Estudio sobre tecnologías de información y telecomunicaciones en el sector minero-energético peruano. Perú: Esan Ediciones.
- Swart, A., Duval, V., Woods, K., y Garza, C. (2018). El futuro del trabajo en la minería. *Deloitte*, 10(2), 1-9.
- Tang, X., y Todo, Y. (2013). A Study of Service Desk Setup in Implementing IT Service Management in Enterprises. *Technology and Investment*, 4(3), 190–196.

- Vindas, L. (2013), “Cuánto cuesta certificarse con una norma ISO”. *El Financiero* [en línea]. Disponible en: <https://www.elfinancierocr.com/negocios/cuanto-cuesta-certificarse-con-una-norma-iso/Y4B47MXQHRGM7HH47FG3KZR2HQ/story>. [consultado el 04 de octubre de 2019].

