

ESCUELA DE POSGRADO NEWMAN

MAESTRÍA EN
ADMINISTRACIÓN DE NEGOCIOS



**“El Impacto de la Industria 4.0 del sector Minería en el Perú,
2023”**

**Trabajo de Investigación
para optar el Grado a Nombre de la Nación de:**

Maestro en
Administración de Negocios

Autor:
Mtr. Pari Barrera, Juan Modesto

Docente Guía:
Mtro. Leo Rossi, Ernesto

TACNA – PERÚ

2023

INFORME DE ORIGINALIDAD

21 %

INDICE DE SIMILITUD

19 %

FUENTES DE INTERNET

3 %

PUBLICACIONES

9 %

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

“El texto final, datos, expresiones, opiniones y apreciaciones contenidas en este trabajo son de exclusiva responsabilidad del (los) autor (es)”

ÍNDICE

PORTADA	1
ÍNDICE GENERAL	3
ÍNDICE DE TABLAS	6
ÍNDICE DE FIGURAS	7
RESUMEN	9
INTRODUCCIÓN	10
CAPÍTULO I: ANTECEDENTES DEL ESTUDIO	12
1.1. Título del tema	12
1.2. Planteamiento del Problema	12
1.3. Formulación del problema	13
1.3.1. Formulación Principal	13
1.3.2. Formulaciones Específicos	13
1.4. Hipótesis	13
1.4.1. Hipótesis Principal	13
1.4.2. Hipótesis Específicos	13
1.5. Objetivos de la Investigación	13
1.5.1. Objetivo Principal	13
1.5.2. Objetivos Específicos	14
1.6. Metodología	14
1.6.1. Tipos y Diseño de investigación	14
1.6.2. Población, muestra y unidad de análisis	15
1.6.3. Técnicas e instrumentos	16
1.6.4. Tratamiento y procesamiento de la información	17

1.7.	Justificación	18
1.7.1.	Justificación teórica	19
1.7.2.	Justificación practica	20
1.7.3.	Justificación metodológica	20
1.8.	Definiciones	20
1.9.	Alcances	21
1.10.	Limitaciones	21
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO		23
2.1.	Conceptualización de las variables	23
2.1.1.	La industria 4.0	23
2.1.2.	Revoluciones Industriales	26
2.1.3.	Evolución de la minería	29
2.1.4.	Minería en el Perú	31
2.1.5.	Evolución del Proceso minero	33
2.1.6.	Evolución de las organizaciones	35
2.2.	Importancia de las variables	37
2.3.	Modelos de las variables	39
2.3.1.	Variable dependiente	39
2.3.2.	Variable independiente	39
2.4.	Análisis comparativo	41
2.5.	Análisis crítico	45
CAPÍTULO III: MARCO REFERENCIAL		47
3.1.	Reseña histórica y diagnóstico sectorial	47
3.2.	Presentación de actores	53
3.3.	Diagnóstico sectorial	56

3.3.1.	Diagnostico interno	57
3.3.2.	Diagnostico externo	57
CAPÍTULO IV: RESULTADOS		59
4.1.	Marco Metodológico	59
4.1.1.	Tipo y diseño de investigación	59
4.1.2.	Población, muestra y unidad de análisis	59
4.1.3.	Técnicas, instrumentos, tratamiento y procesamiento	61
4.2.	Desarrollo y Resultados	62
4.2.1.	Diseño de la investigación	66
4.2.2.	Resultado del cuestionario por preguntas	67
4.2.3.	Resultado del cuestionario por dimensiones	88
4.2.4.	Resumen de los resultados	95
4.2.5.	Confiabilidad de los datos obtenidos	96
4.2.6.	Validación de hipótesis de investigación	98
CAPÍTULO V: SUGERENCIAS		102
RECOMENDACIONES		103
CONCLUSIONES		104
BIBLIOGRAFÍA		105
ANEXOS		108

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Operacionalización de las variables	37
Tabla 2 Analisis comparativo	41

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Avance de la revolución industrial	28
Figura 2 Mapeo del uso de tecnologías digitales	28
Figura 3 Avance de la minería	31
Figura 4 Proceso minero en el Perú	33
Figura 5 Cambio de estructura organizacional	36
Figura 6 Principales red vial	48
Figura 7 Índice de atracción de inversionistas en Latinoamérica	49
Figura 8 Índice de atracción de inversiones internacionalmente	49
Figura 9 Recursos naturales con los que cuenta el Perú	50
Figura 10 Posición del Perú en el ranking mundial	51
Figura 11 Índice de producción minera	51
Figura 12 Unidades mineras paralizadas	52
Figura 13 Calculadora de muestra online	60
Figura 14 Producción de cobre por empresas	61
Figura 15 Escala del tipo Likert	67
Figura 16 Preguntas formuladas	68
Figura 17 Pregunta Nro 1	69
Figura 18 Pregunta Nro 2	70
Figura 19 Pregunta Nro 3	71
Figura 20 Pregunta Nro 4	72
Figura 21 Pregunta Nro 5	73
Figura 22 Pregunta Nro 6	74
Figura 23 Pregunta Nro 7	75
Figura 24 Pregunta Nro 8	76

Figura 25 Pregunta Nro 9	77
Figura 26 Pregunta Nro 10	78
Figura 27 Pregunta Nro 11	79
Figura 28 Pregunta Nro 12	80
Figura 29 Pregunta Nro 13	81
Figura 30 Pregunta Nro 14	82
Figura 31 Pregunta Nro 15	83
Figura 32 Pregunta Nro 16	84
Figura 33 Pregunta Nro 17	85
Figura 34 Pregunta Nro 18	86
Figura 35 Pregunta Nro 19	87
Figura 36 Pregunta Nro 20	88
Figura 37 Dimensión de la Innovación	89
Figura 38 Dimensión de la Digitalización	90
Figura 39 Dimensión de la Interconectividad	91
Figura 40 Dimensión de la Perforación, carguío y traslado	92
Figura 41 Dimensión del Chancado, tratamiento y procesamiento	93
Figura 42 Dimensión del Transporte, comercialización y rentabilidad	94
Figura 43 Resumen del total de las respuestas	95
Figura 44 Rango del grado de confiabilidad	96
Figura 45 Resultado obtenido utilizando el software SPSS – Confiabilidad	97
Figura 46 Resultado obtenido utilizando el programa Python – Confiabilidad	97
Figura 47 Referencia de rango de valores	99
Figura 48 Resultado obtenido utilizando el software SPSS – Validación	100
Figura 49 Resultado obtenido utilizando el programa Python – Validación	100

RESUMEN

En la presente investigación se abordó un problema crucial en el contexto de la minería en el Perú y el impacto de las herramientas tecnológicas que brinda la Industria 4.0. El problema radica en comprender en como la adopción de tecnologías disruptivas están afectando la industria minera en el Perú. El objetivo principal de la investigación es analizar el impacto de la industria 4.0 en la minería del Perú para luego identificar los desafíos y oportunidades que pueden surgir en este proceso de transformación digital. Para lograr alcanzar los objetivos, se propuso un proceso metodológico sólido que involucra la recopilación de datos, la aplicación de un cuestionario Likert para evaluar las diferentes dimensiones relacionadas con la industria 4.0 y minería en el Perú, se utilizó un coeficiente de fiabilidad y correlación.

Los resultados de la presente investigación revelaron que las herramientas tecnológicas que brinda la industria 4.0 impactan significativamente a los diferentes procesos que realizan las operaciones mineras para la obtención del concentrado de cobre. La encuesta reveló que del total de personas encuestadas el 69% están totalmente de acuerdo, el 24% están de acuerdo, el 6% son indiferentes y el 1% están en desacuerdo. Se tuvo un valor de 0.455 como coeficiente de Alpha de Cronbach con un grado de confiabilidad moderada y un valor de 0.599 como coeficiente de Rho de Spearman con una correlación positiva considerable. Estos hallazgos ofrecen una visión valiosa para la toma de decisiones en la industria minera y la importancia de abordar los desafíos y las oportunidades que ofrece la transformación digital.

Palabras claves: minería, industria 4.0, tecnologías emergentes,

INTRODUCCIÓN

La presente investigación lleva como nombre Impacto de la Industria 4.0 en la Minería del Perú, 2023 y se adentra en un tema de creciente relevancia en el campo de la Administración de Negocios la influencia de la cuarta revolución industrial en la industria minera peruana. Este estudio se justifica por la intersección de dos factores cruciales: la tradición minera arraigada en el Perú, que desempeña un papel esencial en su economía, y la revolución tecnológica de la Industria 4.0, que está transformando la forma en que se llevan a cabo los procesos empresariales en todo el mundo. El motivo principal para abordar esta investigación radica en la necesidad de comprender cómo la adopción de tecnologías digitales está remodelando la industria minera peruana y cuál es el impacto real de esta transformación en el año 2023.

El problema central que aborda esta investigación es la necesidad de analizar en profundidad el impacto de la Industria 4.0 en la minería peruana y comprender cómo esta transformación está afectando a los diversos aspectos de la industria, desde la eficiencia operativa hasta la gestión de recursos humanos. Además, se busca identificar los desafíos que surgen en el proceso de adaptación a estas tecnologías y cómo se están gestionando, ya que se proporcionará información valiosa para la toma de decisiones estratégicas en la industria minera peruana y servirá como referencia para otras industrias que también están inmersas en procesos de digitalización.

El objetivo principal de esta investigación es analizar el impacto de la Industria 4.0 en la minería del Perú en el año 2023. Esto implica evaluar cómo las tecnologías

digitales, como la automatización, el Internet de las cosas (IoT) y la inteligencia artificial, están siendo implementadas y utilizadas en la industria minera, así como su influencia en la eficiencia operativa, la toma de decisiones estratégicas y la gestión de recursos humanos. Se reconoce que esta investigación tiene límites, como el enfoque en el contexto peruano y el año 2023, y que la transformación digital es un proceso en constante evolución. Sin embargo, se espera que los hallazgos de este estudio proporcionen una visión valiosa de la situación actual y futura de la minería peruana en la era de la Industria 4.0.

Este documento se encuentra estructurado de manera capitular en el Capítulo I contempla el tema, planteamiento del problema, formulación, hipótesis, objetivos, metodología, justificación, definiciones, alcances y limitaciones. Luego se tiene el capítulo II donde se ha desarrollado el marco teórico, conceptualización de las variables o tópicos, importancia de las variables aquí se elaboró la operacionalización de las variables, modelos de las variables, análisis comparativo para tomar conceptos de otros autores y se terminó con un análisis crítico. Se continúa con el capítulo III marco referencial se elabora una reseña histórica y diagnóstico sectorial sobre la minería, análisis estratégico se utiliza la matriz FODA, en el capítulo IV resultados se presentará los resultados obtenidos después haber recopilado, procesado e interpretación de los datos obtenidos. Y finalmente el capítulo V sugerencias, conclusiones, recomendación, bibliografía y anexos, en estos apartados se brindarán aportes que son necesarios mencionar para brindar un mayor entendimiento del presente trabajo de investigación.

CAPITULO I ANTECEDENTES DEL ESTUDIO

1.1. Título del Tema

El Impacto de la Industria 4.0 del sector Minería en el Perú, 2023.

1.2. Planteamiento del Problema

El sector minero en el Perú es un rubro que aporta voluminosos ingresos económicos que en su mayoría son utilizados para el crecimiento y desarrollo de infraestructuras. El Perú es un país minero que cuenta con una cantidad significativa de yacimientos mineros ubicándose en su mayoría en la sierra central y que poco a poco se ha extendido en todo el Perú. Con la aparición de la industria 4.0 se ha generado que diferentes sectores productivos y de servicios, en donde la minería no es excluyente, han sido sometidos a adaptarse a cambios o modificaciones para poder existir y mantenerse competitivo en el negocio, de tal manera no afectar la rentabilidad de la organización y en sus entornos de influencia.

Es necesario para el Perú que el sector minero continúe con sus operaciones de extracción de manera constante y progresiva, al no adaptarse al surgimiento de la industrialización 4.0 se encontrara en una posición desfavorable y limitado en aspectos económicos como tecnológicos antes sus homólogos internacionales que están a la vanguardia en los aspectos tecnológicos. Se busca conocer el impacto de la industrialización 4.0 del sector minero en el Perú de tal manera permitirá identificar y conocer las falencias, debilidades, beneficios y mejoras que a través de un análisis es posible proponer estrategias acertadas para lograr maximizar la producción en

todos los procesos de extracción que con llevan a la obtención del concentrado de cobre.

1.3. Formulación del problema

1.3.1. Formulación principal

¿Cómo se dará el impacto de la industria 4.0 del sector minería en el Perú?

1.3.2. Formulaciones específicas

¿Cuál es el estudio de la industria 4.0 del sector minería en el Perú?

¿Cuál es el nivel de influencia de la industria 4.0 del sector minería en el Perú?

1.4. Hipótesis

1.4.1. Hipótesis principal

Mediante el análisis de la industria 4.0, se podrá conocer cómo influye significativamente en la minería del Perú.

1.4.2. Hipótesis específicas

Mediante el estudio de la industria 4.0, se podrá conocer cómo influye significativamente en la minería del Perú.

Mediante la influencia de la industria 4.0, se podrá conocer una mejora significativa en la minería del Perú.

1.5. Objetivos de la Investigación

1.5.1. Objetivo Principal

Analizar el impacto de la industria 4.0 en la minería del Perú.

1.5.2. Objetivos Específicos

Efectuar un estudio de la industria 4.0 en la minería del Perú.

Identificar la influencia de la industria 4.0 en la minería del Perú

1.6. Metodología

La metodología a utilizar nos permitirá abordar y conocer la industrialización 4.0 que se da en el sector minero, también la presente investigación pone en práctica el método científico, que consiste en definir un tipo y diseño de investigación, luego establecer las técnicas e instrumento de recopilación de información para finalmente proceder analizar los resultados obtenidos.

1.6.1. Tipo y Diseño de Investigación

1.6.1.1. Tipo de Investigación

Para la presente investigación en base al objetivo que se ha establecido se ve por conveniente poner en práctica un tipo de investigación descriptiva y correlacional, este tipo de investigación permitirá conocer la industrialización 4.0 en el sector minero y de cómo estas se encuentran relacionadas en la ejecución de sus procesos productivos.

1.6.1.2. Diseño de investigación

Para la presente investigación no se manipularán las variables, sino que se realizara la observación de los fenómenos, se utilizara un diseño de investigación no experimental del tipo descriptivo, este tipo de diseño se adapta a los requerimientos que demanda los objetivos establecidos en el presente documento de investigación.

Sobre los resultados obtenidos se propone utilizar una investigación del tipo cualitativo y se dará en base en cuan mayor o menor impacto se da la industria 4.0 en el sector minero y de cómo influye las herramientas tecnológicas que brinda la industria 4.0 en los procesos productivos que se ejecutan para la obtención del concentrado de cobre.

1.6.2. Población, Muestra y Unidad de Análisis

La población y muestra a considerar en la presente investigación del impacto que tiene de la industria 4.0 en el sector minero del Perú, se tomara en cuenta la situación actual por el cual atraviesa el país en el aspecto socio económico y por los diferentes factores que están relacionadas de manera directa e indirecta con el proceso extractivo del concentrado de cobre.

1.6.2.1. Población

Se tomará como población a todas las personas que interactúan de manera directa en el proceso de transformación digital y aplicación de la industria 4.0 también están consideradas las diferentes tecnologías y herramientas que esta conlleva, se tiene 7 unidades mineras que forman parte de las principales productoras de cobre en el Perú (Según Boletín Estadístico Minero Edición Nro. 05-2023), por experiencia propia y referencia de las personas que forman parte de este equipo de trabajo en específico, ocupan una planilla de manera directa con la unidad minera, ascienden a 25 integrantes, logrando tener una población de 175 personas.

1.6.2.2. Muestra

Se tomará como muestra a las personas que se encuentran en las principales unidades mineras cupríferas y que han alcanzado una mayor producción y resultado

por la innovación tecnológica que ha puesto en marcha dentro de sus operaciones, se utiliza una calculadora online para determinar el tamaño de muestra.

Tamaño de población: 175

Nivel de confianza: 95%

Margen de error: 10%

Como resultado se obtuvo una muestra de 63 personas a encuestar, esta muestra va a representar de manera estadística a la población que se planteó anteriormente, esta muestra ayuda a determinar el impacto de la industria 4.0 en el sector minero del Perú, a cada persona se hará llegar el cuestionario para que sea llenado de manera objetiva.

1.6.2.3. Unidad de análisis

Se tomará como unidad de análisis a las unidades mineras en donde su principal negocio es la obtención de concentrado de cobre o láminas de cobre estas serán sometidas a un análisis para determinar cuán influyente es la industria 4.0 en todos sus procesos de producción, en los procesos de extracción, procesamiento y comercialización del producto obtenido.

1.6.3. Técnicas e instrumentos

Para la recopilación de información sobre impacto de la industria 4.0 en los procesos productivos de las unidades mineras se ha considerado la siguiente técnica e instrumento, a la vez permitirán alcanzar los objetivos establecidos en el presente

trabajo de investigación y así determinar el impacto de la industria 4.0 en el sector minero del Perú.

1.6.3.1. Técnicas

Se utilizará como técnica la encuesta, esta técnica permite la recopilación de información que ayudara a interactuar de manera directa con los involucrados y obtener información de manera rápida y eficaz, se caracteriza por establecer procedimientos estandarizados y su elaboración es de manera interactiva y dinámica, están compuestas por una serie de preguntas relacionadas con la industria 4.0. las preguntas se originarán de la matriz de operacionalización de variables.

1.6.3.2. Instrumentos

Se utilizará como instrumento el cuestionario, esta permite formular preguntas concisas y directas que ayudaran a tener una mejor comprensión sobre el análisis de la industria 4.0 en el sector minero, se utilizara la herramienta tecnológica Google Forms para la elaboración del cuestionario y se aplicara un método de escalas del tipo Likert que consiste un rango que va desde que tan influyente o no influyente es la pregunta propuesta en el cuestionario.

1.6.4. Tratamiento y procesamiento de la información

Los resultados obtenidos de las encuestas realizadas a las personas que forman parte de la presente investigación, se les realizará una clasificación y plasmará en una tabla principal de forma resumida, para tener un mejor entendimiento de los resultados se elaborará figuras donde se visualiza de manera gráfica. Se utilizará el software Microsoft Excel que permite la elaboración de tablas y figuras de manera

dinámica e intuitiva y para el análisis de los datos se utilizará el software estadístico SPSS y también el programa Python.

1.6.4.1. Modelo de consistencia Interna – Alpha de Cronbach

Es una medida estadística que sirve para evaluar la confiabilidad o consistencia interna de un conjunto de preguntas, es importante verificar los datos obtenidos, para dar inicio con los análisis estadísticos de los mismos, para esta ocasión se vio por conveniente hacer uso del software estadístico SPSS, también se utilizara el programa Python, para finalmente obtener el Alpha de Cronbach en ambas herramientas tecnológicas, cabe mencionar que ambas herramientas son mayormente utilizados para obtener el grado de confiabilidad.

1.6.4.2. Modelo de Correlación – Coeficiente de Spearman

Para conocer el grado de correlación de la variables, se utilizara el software SPSS como también el programa Python, es una medida estadística que evalúa la relación entre dos conjunto de datos, sirve para analizar la asociación entre las variables para la presente investigación, este coeficiente será útil para identificar posibles relaciones de clasificación entre la adopción de la industria 4.0 en el sector minero en el Perú, el análisis realizado proporcionara información valiosa sobre la relación no lineal entre ambas variables.

1.7. Justificación

Se procede a realizar la presente investigación porque la industria 4.0 se encuentra en diferentes sectores productivos y el sector minero no es la excepción, esto permitirá conocer el impacto que tiene esta nueva tendencia en la minería del

Perú, conocer los principales obstáculos y desafíos que enfrentan las unidades mineras del Perú, como afectara la implementación de la industria 4.0 y como se integran los diferentes procesos a la industria 4.0.

1.7.1. Justificación teórica

El ISO Smart Manufacturing Coordination Committee y IEC Systems Evaluation Group 7 Smart Manufacturing son grupos estratégicos que garantizan la máxima interoperabilidad de la industria 4.0 y de tal forma poder estandarizar, con el uso integrado e inteligente de procesos y recursos en ámbitos cibernéticos, físicos y humanos para crear y entregar productos y servicios, que también colabora con otros dominios dentro de las cadenas de valor de las organizaciones.

Los boletines estadísticos mineros brindado por el Ministerio de Energía y Minas se podrá conocer la situación actual en la que se encuentran las unidades mineras, adicionalmente proporciona información importante y necesaria para una provisión de indicadores estadísticos que se encuentran relacionados con el sector minero, también un detallado análisis sobre las significativas contribuciones realizado por la minería para el desarrollo del ámbito nacional, esta información puede ser obtenido de la biblioteca del MINEM.

ISA 95 es un estándar internacional que brinda facilidades a la integración de todos los sistemas de información que se encuentran interrelacionados en la producción de un producto, que se da desde las funciones empresariales hasta los sistemas de operación y control, contiene modelos y terminologías que puedes ser utilizados en cualquier organización para poder determinar qué información y

estructura se debe de poner en ejecución entre las diversas funciones empresariales y de producción.

1.7.2. Justificación practica

Al analizar el impacto de la industria 4.0 en el sector de minería en el Perú se podrá conocer las falencias o mejoras que se pueden proponer con el surgimiento de estas nuevas herramientas, las herramientas tecnológicas que brinda la industria 4.0 como mejoran la productividad y operatividad de las unidades mineras y abordar los desafíos relacionados con la interoperabilidad y la integración de la industria 4.0 en la minería del Perú.

1.7.3. Justificación metodológica

Para el proceso de elaboración de la presente investigación consiste en recopilar información del tipo descriptivo en cuanto a la situación actual por el cual atraviesan las unidades mineras del Perú en lo que respecta la implementación de tecnologías de información en el proceso de obtención de concentrado de cobre. El enfoque descriptivo nos ayuda a identificar y describir los factores de las diversas tecnologías que conlleva la industria 4.0.

1.8. Definiciones

Industria 4.0; es la cuarta revolución industrial en que la sociedad se encuentra actualmente, esta revolución ha brindado aspectos positivos y negativos a la sociedad, se caracteriza por una integración de tecnologías que se encuentra alrededor de esferas físicas, digitales y biológicas, así crecer a un ritmo exponencial y mejorar la calidad de vida de sus integrantes. (Schwab, 2020, 6-10).

Minería; es la principal actividad del Perú por su contribución directa e indirecta al PBI, es esencial canalizar los recursos y oportunidades para los gobiernos subnacionales cuyo principal objetivo es lograr su desarrollo, se caracteriza por brindar crecimiento y sostenibilidad en el tiempo en las zonas aledañas, se promueve la inversión nacional e internacional en este sector productivo del Perú. (MINEN, 2021).

1.9. Alcances

La industria 4.0 juega un papel importante en la actualidad y el sector minería no es indiferente a este surgimiento de nuevas herramientas tecnológicas que podrían permitir aumentar los niveles de productividad y rentabilidad para toda la organización. Esta brinda al sector minero nuevas tendencias y soluciones que en el futuro permitirá alcanzar ser una mina inteligente en donde todas sus plataformas de desarrollo están en ejecución e integración dentro en un solo marco interconectado.

1.10. Limitaciones

Para la presente investigación se analizará el impacto de la industria 4.0 en minas cupríferas, la información que se recopile estará dependiente de las personas a cuál se inviten a responder el cuestionario elaborado, también se considerara el tiempo disponible de los encuestados, si algunas personas no están dispuestas a proporcionar información completa o precisa esto podría impactar negativamente en los resultados.

Se utilizará como medio de entablar una comunicación y solicitar el llenado del cuestionario la plataforma tecnológica LinkedIn, mientras más relaciones se logren

entablar con los participantes más información se recopilará, esta red social cuenta con un límite de interacciones de manera libre con los contactos que no aceptan la invitación, es posible que no todos los profesionales descritos como población no sean parte de la red LinkedIn o cuenten con perfiles desactualizados.

La persona idónea para responder el cuestionario de la presente investigación tiene que encontrarse activamente en el sector minero y estar relacionado de manera directa con las tecnologías de información emergentes o derivados de la industria 4.0. Acceder a personas que cumplan con los criterios mencionados anteriormente puede ser un desafío y es posible que aparezca un sesgo de selección.

CAPITULO II MARCO TEÓRICO

2.1. Conceptualización de las variables

Las variables son parámetros que de alguna manera se encuentran interrelacionados que ayudan a verificar el planteamiento que se ha considerado en la presente investigación. Para Albert, M. (2007) nos explica que las variables usadas en un método científico son identificadas como los constructores. Un constructor es una idea elaborada para ser utilizado con un propósito científico.

2.1.1. La industria 4.0

La denominación de industria 4.0 se le atribuye a la nueva revolución industrial que se encuentra sumergido en un conjunto de sistemas interconectados cuyo objetivo es brindar nuevos desafíos para las organizaciones e industrias, se caracteriza por la digitalización, interconexión de procesos y periféricos, al lograr la recopilación y el análisis de grandes volúmenes de datos en tiempo real con el fin de efectuar una acertada toma de decisiones.

La industria 4.0 permite la capitalización de manera eficiente, la relación entre los procesos orientados hacia la conectividad, digitalización y la inteligente predictiva, en donde la robótica, inteligencia artificial y automatización son los componentes principales de esta nueva revolución. Para Roy Charles Amara (2007) nos comenta que “tendemos a sobrestimar el efecto de una nueva tecnología a corto plazo y subestimar el efecto a largo plazo”.

Para Antunes, J., Pinto, A., Reis, P. y Henriques, C. (2018). El crecimiento de la industria en países desarrollados es motivado por la cuarta fase de la industrialización que se ha denominado Industria 4.0, esta tendencia industrial es motivada por tecnologías emergentes como el internet de las cosas (IOT), computación en la nube, analítica de datos y big data, robótica, virtualización, simulación y modelamiento de piezas, esto ocasionara la aparición de nuevos horizontes para la industria (pp. 89-97).

Para Ortiz Clavijo, L., Fernández Ledesma, J., Cadavid Nieto, S. y Gallego Duque, C. (2019). Explican que el concepto de Industria 4.0 se da por primera vez en el salón de la tecnología industrial Hannover Alemania en el año 2011, esta describe como la digitalización de la cadena de valor de toda organización, la implementación de las diversas tecnologías y el IoT ha beneficiado la interrelación de todos los procesos de producción y del negocio en la organización, lo que provoca que la producción se vuelva más eficiente y adaptable con una minimización de costo y una maximización de la calidad (pp. 68-75).

Para Carro Suárez, J., Flores Salazar, F., Flores Nava, I. y Hernández Hernández, R. (2019). Los conceptos de la industria 4.0, digitalización y manufactura inteligente se basan en la introducción de tecnologías emergentes, estas nuevas soluciones requieren de diseños que brinden la creación y análisis de productos con el uso de prototipos virtuales, la de industria 4.0 tiene como objetivo impulsar la manufactura computarizada que promueven el crecimiento de la capacidad computacional y de conectividad (pp. 6-28).

Para Peralta Abarca, J., Enríquez Urbano, J., y Martínez Bahena, B. (2020). La industria 4.0 hace referencia a la fabricación inteligente e independiente de la cual cuenta con la capacidad de trabajar de manera autónoma con el uso de una tecnología avanzada y con la presencia mínima del factor humano que se limita a realizar trabajos de supervisión en todos los procesos, conocido como la cuarta revolución industrial que se basa en la manipulación de sistemas ciber físicos y del internet de las cosas, esta revolución inicia con la automatización de sistemas gracias al uso de máquinas y robótica.

Para Silva Atencio, G., Valverde Porras, M., y Umaña Ramírez, M. (2022). La industria 4.0 y la digitalización ya no son cosas del futuro son parte de la actualidad en la que nos encontramos, si alguna organización no se sumerge en la industria 4.0 está destinado a desaparecer del mercado, el valor económico es sumamente importante y relevante que brinda un alto crecimiento, es necesario invertir en transformación para no quedarse discontinuado o por lo contrario lograr ser pioneros en el rubro (pp. 225-235).

Robles, R., Foladori, G., y Záyago Lau, É. (2020). La industria 4.0 genero nuevos cambios en los procesos productivos que son incentivados por la confluencia de las tecnologías de la información, los sistemas de automatización y control, evolucionan de tal forma que dejaran de ser consideradas como tecnologías operacionales, esta puede brindar información en tiempo real de todo los procesos de una organización de tal manera se pueda tomar decisiones acertadas de manera oportuna y así no afectar e impactar de manera significativa en la cadena de producción.

2.1.2. Revoluciones industriales en el tiempo

La revolución industrial se describe dentro de un periodo de tiempo la transformación económica, social y tecnológica que se vio en diferentes países desde finales del siglo XVIII hasta la actualidad. Consiste en el cambio de la producción y consumo de producto y servicios por la utilización de instrumentos habituales o tradicionales, es necesario mencionar que no fue un evento uniforme y que el nivel de impacto se dio en base al país y sector industrial, en la figura 1 se logra ver las revoluciones industriales que se dieron hasta la actualidad y su principal característica.

Para Chaves Palacios, J. (2004). La terminología de revolución industrial suele referirse al complejo de innovaciones tecnológicas que sustituyen la habilidad humana por la maquina; y la fuerza humana y animal por la energía mecánica, esto ocasiona de tener una producción de manera artesana a una producción masiva y así el nacimiento de la economía moderna. Por otra parte, Hartwell, R. (1974). Lo define como “El paso de la agricultura a la industria y los servicios, lo cual llevo a un rápido incremento de la producción, la población y la urbanización”.

Primera Revolución Industrial; Para Schwab, K. (2020). Explica que se utilizó el agua y la energía a vapor para mecanizar la producción. Se inició en Europa y América del Norte, durante el siglo XVIII y a principios del siglo XIX las máquinas en manufactura reemplazo en gran parte al trabajo manual, la principal invención fue la maquina a vapor que fue desarrollado por James Watt en los años 1769, se da inicio a la era de la industria moderna, cambio la forma de producir bienes y productos de manera masiva.

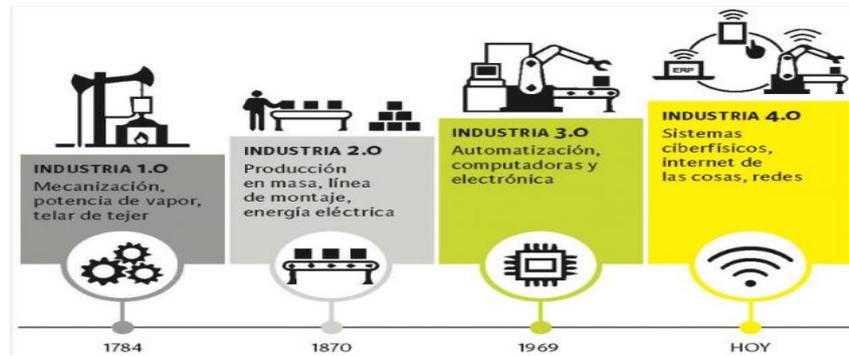
Segunda Revolución Industrial; Para Schwab, K. (2020). Explica que utilizó la energía eléctrica para una producción en masa. Se inicia con la invención y expansión de la electricidad, a mediados del siglo XIX hasta principios del siglo XX, la energía eléctrica impactó significativamente en la industria y vida cotidiana. Se introduce la producción en cadena con un uso eficiente de los bienes y a precios más accesibles. Thomas Edison y Nikola Tesla fueron dos personas claves en el desarrollo de la electricidad y de sistemas eléctricos funcionales.

Tercera Revolución Industrial; Para Schwab, K. (2020). Explica que se utilizó la electrónica y las tecnologías de la información para automatizar la producción. También llamado Revolución de las Tecnologías de la Información, se inicia a mediados del siglo XX, las tecnologías de la información y computadora personal son introducidas y proliferadas de manera exponencial, aparece el microprocesador en 1970 y en 1990 aparece el internet para lograr la conexión con todo el mundo y transformar la economía global.

Cuarta Revolución Industrial; Para Schwab, K. (2020). Explica que se caracteriza por una fusión de tecnologías que difuminan las líneas entre las esferas físicas, digitales y biológicas. También denominada industria 4.0 esta brinda una transformación a un nivel profundo en la manera que vivimos y trabajamos, principalmente impulsada por la convergencia de tecnologías digitales, físicas y biológicas, con el inicio de una rápida innovación y una interconexión sin precedentes, se dio durante el siglo XXI.

Figura 1

Avance de la revolución industrial en el tiempo

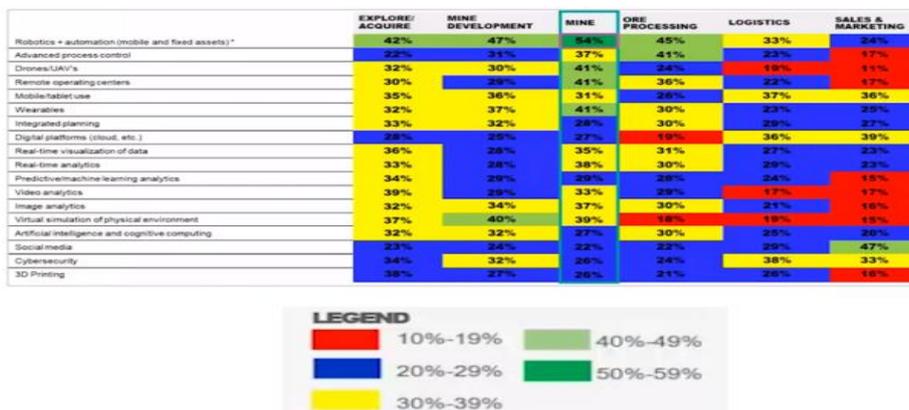


Fuente: La cuarta revolución industrial, Klaus Schwab, 2016. World Economic Forum

En la figura 2, se muestra un mapeo del uso de tecnologías digitales en donde se tiene una representación gráfica de las diferentes herramientas tecnológicas que brinda la industria 4.0 y categorizadas por actividad, el objetivo de este mapeo es lograr tener una visión más completa y organizada de las tecnologías digitales utilizadas, como también, pueden ayudar a planificar futuras inversiones en tecnología y a tomar decisiones más estratégicas informadas.

Figura 2

Mapeo del uso de tecnologías digitales



Fuente: Accenture, 2023

2.1.3. Evolución de la minería

La minería ha sufrido una notable evolución a lo largo y ancho de la historia, desde sus actividades realizadas de forma manual en la minería 1.0 hasta llegar ser una de las industrias altamente tecnológicas en la minería 4.0, ha sido un proceso gradual, fomentado por los grandes avances tecnológicos y cambios en la manera de ejecutar las operaciones mineras, en sus inicios dependía mayormente de la fuerza humana y de herramientas manuales, esto limitaba la productividad y se tenía una inmensa exposición de los trabajadores a peligros que generan daños irreparables, en la figura 3, se logra ver la evolución que fue sometido la minería, adicionalmente se brinda una descripción de cada etapa .

Minería 1.0: En esta etapa, la minería dependía en su mayoría de la fuerza humana y animal, así como de herramientas simples como palas y picos, las actividades de extracción de minerales eran laboriosas y peligrosas por ende la productividad era limitada, también se usó máquinas a vapor. Según Balboa, R. (2021). Las máquinas a vapor iniciaron esta primera revolución de la minería debido que las máquinas a vapor permitieron realizar actividades a niveles industriales.

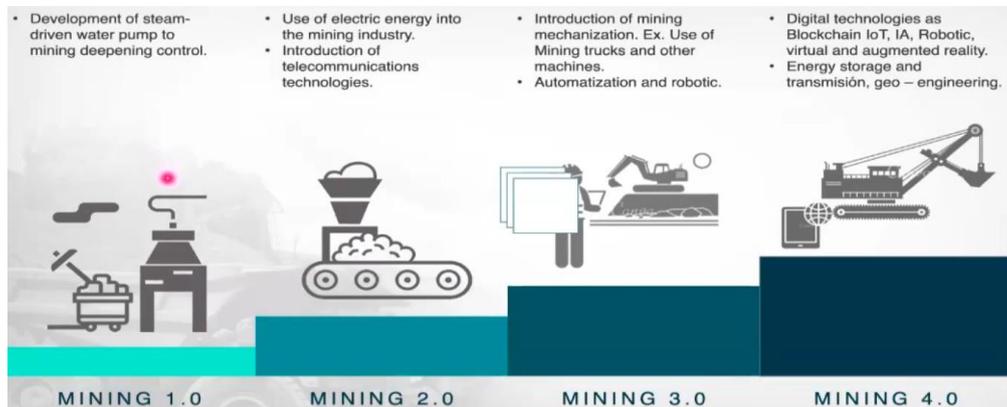
Minería 2.0: En esta etapa, la minería experimentó avances significativos con una extracción de minerales a mayor escala, las maquinarias se volvieron más eficientes y productivas con el uso de la energía. Según Balboa, R. (2021). Las máquinas eléctricas realizaban trabajos de manera continua y conjunta, con la aparición de la energía eléctrica se dio inicio a la segunda evolución de la minería.

Minería 3.0: En esta etapa, la minería experimentó una mayor automatización y el uso de maquinaria pesada, como excavadoras y camiones de carga. Se mejoraron los procesos de extracción y procesamiento de minerales, lo que aumentó la producción y redujo los riesgos para los trabajadores. Según Balboa, R. (2021). La mecanización a gran escala fue el inicio de la tercera evolución de la minería, se utilizó grandes máquinas para gran minería, camiones mineros, máquinas de carguío y perforación.

Minería 4.0: En esta etapa, la minería se caracteriza por la digitalización y la interconexión de sistemas. Se fomenta la introducción de tecnologías como la Internet de las cosas (IoT), la inteligencia artificial, el aprendizaje automático, la realidad virtual y aumentada, la automatización avanzada y el análisis de big data. Estas herramientas tecnológicas permiten una supervisión eficiente y control remoto de dispositivos y máquinas, la optimización en tiempo real de los procesos mineros y una toma de decisiones más precisa. se enfoca en la sostenibilidad y la reducción del impacto ambiental. Según Balboa, R. (2021). La digitalización avanzada permite la automatización de diversos procesos que mejoran la producción y reducen los costos operativos de tal manera se logra generar una mayor rentabilidad para la organización.

Figura 3

Avance de la minería



Fuente: Richard Balboa, 2021. Colegio de Ingenieros del Perú.

2.1.4. Minería en el Perú

La minería en el Perú se ha desarrollado bastante tiempo atrás iniciándose, en la época preincaico, se ha tenido hallazgos y restos arqueológicos de la cultura Paracas (700 a C al 20 d C) donde se pone en evidencia el inicio de esta actividad, esto nos dice que la actividad minera se inició hace ya un buen tiempo atrás y beneficiar a otras culturas. La minería es la actividad extractiva que se desarrolla en todo el mundo cuyo objetivo principal es ser fuente crecimiento y desarrollo para el conjunto de personas que forman parte del proceso de manera directa o indirecta y que se encuentra dentro de la zona de influencia de la unidad operativa.

Para Samamé Baggio. M. (1994). El Perú es un país minero que trata el desarrollo de la minería en el Perú como un conjunto de actividades desarrolladas por operaciones por más de 100 años, en donde su principal foco es la sierra central y en la actualidad se extiende por todo el Perú. Según Osinergmin. (2017). La minería es la principal actividad económica que mantiene una posición preponderante desde los

orígenes de la humanidad, cuando el hombre inició la fabricación de herramientas que permitan mejorar su calidad de vida y subsistencia, este sector genera la mayor cantidad de exportaciones mineras en el Perú.

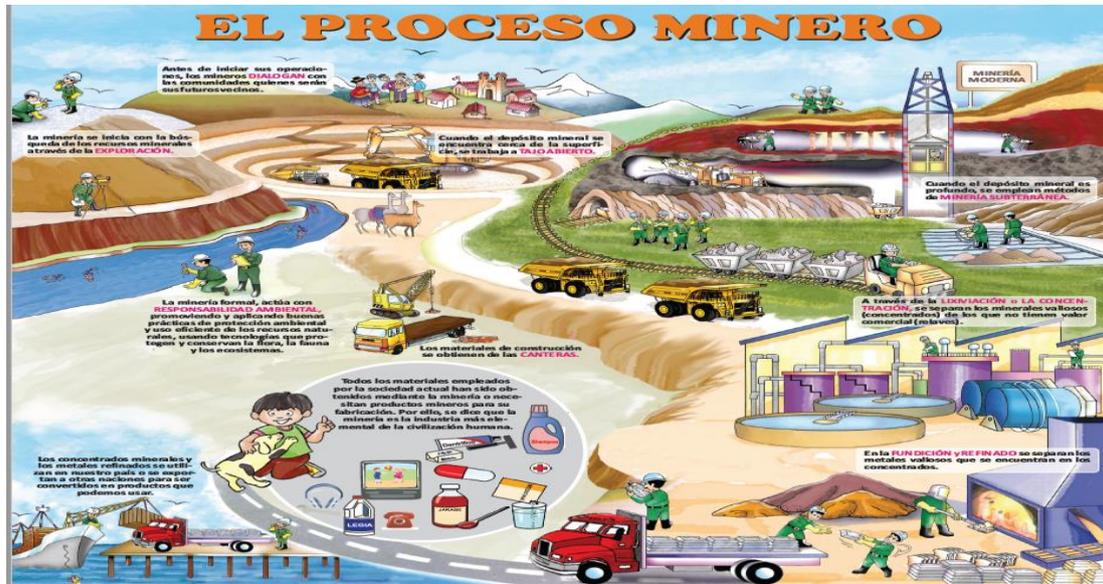
Para el Programa de integración Minera. (2020). Brinda información generalizada con la actividad minera, normas legales, gestión social, gestión ambiental, desarrollo de proyectos y emprendimiento, todo esto se complementa con el desarrollo y fomento de habilidades blandas con todos los participantes de tal manera permitir un crecimiento profesional. Los minerales son compuestos inorgánicos que en su mayoría están en estado sólido y que cuentan con una estructura interna ya definida, una composición química fija y propiedades físicas uniformes que varían al ser sometidos a ciertos escenarios o expuestos a particulares procesos, en ocasiones son expuestas a aleaciones con otros minerales para poder maximizar sus propiedades físicas y químicas.

El cobre es el principal mineral extraído en la mayoría de unidades mineras dentro del Perú, sus principales características de este mineral son ductilidad, maleabilidad y buen conductor de calor y electricidad, en cuanto al uso está en la generación y transmisión de electricidad, permite la fabricación de materiales de construcción, se puede fabricar productos tecnológicos e insumos para la industria automotriz. La actividad minera consiste en aplicar un conjunto de acciones conducentes que al dar evidencia de indicios de mineralización se busca demostrar dimensiones características, reservas y valores del área donde se inicie un interés geológico, en la figura 4, se ve el proceso minero en el Perú, esta actividad implica las etapas de exploración, construcción, producción, beneficio, comercialización y

cierre de mina.

Figura 4

Proceso minero en el Perú



Fuente: MINEM, 2023

2.1.5. Evolución del Proceso minero

El proceso minero ha experimentado una notable evolución a lo largo de los años y pasar de la minería tradicional a la minería mecanizada para luego a una minería digital y finalmente a la minería inteligente. Según Salomón, L., Ortiz, A. y Cordero, V. (2018). Nos expone que consiste en la extracción del mineral y aventajar las fronteras del ámbito operativo en donde las tecnologías verdes contribuyen a la prevención y minimización del impacto negativo de las actividades mineras sobre el medio ambiente. El desarrollo minero se dio de la siguiente manera:

Minería Tradicional; Se utiliza herramientas manuales como picos, palas y

martillos de mano. La extracción era un proceso físicamente agotador y peligroso, estuvo centrado en la extracción de minerales visibles cerca de la superficie de la Tierra o en minas poco profundas, la separación y el procesamiento de minerales se realizaban manualmente con el uso de métodos básicos de separación. Según Salazar Duque, Y. (2018). Nos dice que la minería tradicional ha sido señalada como insostenible por sus efectos sobre los ecosistemas y los deficiente aportes a la economía nacional.

Minería Mecanizada; A modo avanzaba la tecnología, se introdujeron máquinas de vapor, ferrocarriles y maquinaria pesada en la minería, lo que permitió la extracción en profundidades mayores y la gestión del transporte de minerales, se desarrollaron técnicas de procesamiento químico y físico más avanzadas para separar los minerales de las rocas de desecho, la productividad en masa llegó a tener un papel importante en las operaciones mineras. Según Quinto Mosquera, J. (2015). Nos dice que la minería mecanizada consiste en el uso de máquinas retroexcavadoras que cuentan con una gran capacidad de remoción de material.

Minería Digital; Se utiliza sensores y sistemas de automatización para controlar y monitorear procesos mineros, lo que permitió la recopilación de datos en tiempo real, se utiliza software complejo para el mapeo y la gestión de activos mineros, lo que mejoró la eficiencia y la seguridad, se utilizan sistemas de TI para gestionar la logística, la planificación de la producción y la entrega de valor en los procesos de obtención del mineral. Según Torres Guerra, J., Mejía Cáceres, D., Moreyra Ramos, P., Ore Grados, J. y Oscco Barrientos, S. (2021). Nos dicen que la minería digital hace referencia a las innovaciones tecnológicas y a su implementación en minería en donde

ofrece nuevos métodos de adquisición de datos.

Minería Inteligente; Esto implica la digitalización completa de los procesos mineros y la integración de tecnologías avanzadas como la inteligencia artificial, el aprendizaje automático y la Internet de las cosas (IoT), implica la operación remota y puesta en marcha maquinaria autónoma, la toma de decisiones basada en datos y la optimización en tiempo real de operaciones mineras, busca maximizar la eficiencia, reducir costos y minimizar el impacto ambiental a través de prácticas sostenibles, la seguridad del personal se mejora significativamente con la automatización y la capacidad de monitorear las condiciones peligrosas desde ubicaciones remotas. Según Mino Garnica, L. y Huevo Casillas, J. (2022). Nos dicen que la minería inteligente consiste en la transformación organizacional más amplia, esta evolución impactará en la toma de decisiones, en las habilidades que se necesitan, en la interacción con la fuerza laboral y los entornos.

2.1.6. Evolución de las organizaciones

Las diferentes revoluciones y cambios a un nivel organizacional se dan de una forma cada vez más acelerada y esto conlleva a una temprana adaptación de los integrantes de la organización, con el objetivo fortalecer la integración colaborativa entre los miembros de la organización, a lo largo de la historia ha sido un proceso marcado especialmente por cambios significativos en la estructura, cultura y funciones en la figura 5 se muestra los cambios de la estructura organizacional en el tiempo. En la actualidad experimentan una transformación profunda en el ámbito digital y cultural.

Según Villa Santana, L., Hernández Huerta, H. y Hernández Calzada, M. (2019). nos explican que una organización está formada por recursos materiales, tecnológicos y humanos para poder alcanzar metas y objetivos, en donde es necesario tener bien definidos las tareas a ejecutar, en quienes lo ejecutarán y de a quienes se tendrá que rendir cuenta. En su mayoría se encuentran representadas dentro de un organigrama que muestras las relaciones de: autoridad, canales, grupos de trabajo, departamentos, líneas de responsabilidad, relaciones internas.

Figura 5

Cambio de la estructura organizacional en el tiempo



Fuente: Cynthia Lozada, 2023, Anglo American Quellaveco.

2.2. Importancia de las variables

La disgregación de cada variable permite conocer de una mejor manera las variables consideradas en la presente investigación, esto permitirá elaborar de manera acertada el cuestionario considerado, comprender adecuadamente las variables es muy importante para la calidad y validez de la presente investigación y así garantizar que se midan las cosas correctas.

Tabla 1

Operacionalización de las variables

OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES					
Título:	El Impacto de la Industria 4.0 del sector Minería en el Perú, 2023				
Autor:	Ing. Juan Modesto Pari Barrera				
VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	PREGUNTA	ESCALA	OBJETIVO
Industria 4.0	La innovación	Nivel de innovación	¿Cuánto es el nivel de innovación?	Ordinal	Conocer el nivel de innovación

	La digitalización	Nivel digitalización	de ¿Cuánto es el nivel de digitalización?	Ordinal	Conocer el nivel de digitalización
	La interconectividad	Nivel interconectividad	de ¿Cuánto es el nivel de interconectividad?	Ordinal	Conocer el nivel de interconectividad
Minería en Perú	Perforación, carguío y traslado de material en operaciones mina	Nivel de eficiencia de perforación, carguío y traslado de material en operaciones mina.	¿Cuánto es el nivel de eficiencia de perforación, carguío y traslado de material en operaciones mina?	Ordinal	Conocer el nivel de eficiencia de perforación, carguío y traslado de material en operaciones mina
	Chancado, tratamiento y procesamiento del material en operaciones planta	Nivel de eficiencia del chancado, tratamiento y procesamiento de material en operaciones planta.	¿Cuánto es el nivel de eficiencia del chancado, tratamiento y procesamiento de material en operaciones planta?	Ordinal	Conocer el nivel de eficiencia del chancado, tratamiento y procesamiento de material en operaciones planta
	Transporte, comercialización y rentabilidad del concentrado de cobre	Nivel de eficiencia del transporte, comercialización y rentabilidad del concentrado de cobre.	¿Cuánto es el nivel de eficiencia del transporte, comercialización y rentabilidad del concentrado de cobre?	Ordinal	Conocer el nivel de eficiencia del transporte, comercialización y rentabilidad del concentrado de cobre

Fuente: Elaboración propia, 2023.

2.3. Modelos de las variables

2.3.1. Variable dependiente

La Minería. Para Westreicher G. (2015). La variable dependiente, es la variable que su nivel de impacto está limitado a la variable independiente, esta gira alrededor del desenvolvimiento de la investigación y se trata de conocer en como otras variables influyen sobre esta de manera explicativa, generalmente representa el fenómeno que se quiere comprender o explicar.

Modelo de Minería sostenible. Para la Asociación Minera Canadiense (2014). Lo define como un estándar de minería sostenible TSM, apoya a las organizaciones mineras a gestionar sus estrategias de sostenibilidad en el tiempo, es un estándar muy robusto y consistente a nivel internacional, conlleva a la integración de las mejores iniciativas, principios y buenas prácticas en los diversos protocolos; y así asegurar la sostenibilidad de las operaciones mineras.

Modelo Lean Maintenance en minería. Para Camiper (2021). Lo define en busca la implementación de una filosofía de mejora continua, para permitir a la industria minera lograr reducir los costos de mantenimiento, mejorar los procesos y eliminar los desperdicios, al mismo tiempo se reduce o suprime los desgastes de tiempo, habilidades y presupuesto. Para finalmente maximizar la confiabilidad operacional y la disponibilidad de los activos mineros.

2.3.2. Variable independiente

Industria 4.0. Para Westreicher G. (2015). La variable independiente es reconocida por ser un fenómeno del cual va ser sometido a una evaluación para

conocer el impacto que tiene sobre la otra variable, esta variable no depende de alguna otra variable y es el motivo por el cual se inicia la presente investigación, generalmente se manipulan o estudian para analizar su efecto sobre la variable dependiente.

Modelo RAMI 4.0 (Reference Architecture Model for Industry 4.0). Para el International Society of Automation. (2023). Explica que RAMI 4.0 es un mapa tridimensional que muestra los aspectos más importantes de la industria 4.0 de forma estructurada, brinda a las organizaciones un marco en común para desarrollar productos y modelos de negocios futuros, cuyo objetivo es la identificación y uso de estándares en la industria 4.0, estos estándares pueden abarcar desde protocolos de comunicación hasta formatos de datos y normativos de seguridad.

Modelo de madurez en la industria 4.0. Para Gökalp, E., Şener, U. y Eren, P. (2017). Explican que MMI4.0 tiene un enfoque holístico que consiste en la evaluación de las áreas de transformación de procesos, gestión de aplicaciones, gobierno de datos, gestión de activos y alineación organizacional, cuyo objetivo es crear una base común para realizar una evaluación del establecimiento de tecnologías de la industria 4.0 y guiar a las organizaciones hacia una etapa de mayor madurez para maximizar los beneficios económicos de la Industria 4.0, proporciona una estandarización en la evaluación comparativa continua y la mejora de los negocios en la industria manufacturera.

Ley general de minería. Para el MINEM. (2023). Nos expone que todos los recursos minerales son del estado y ser una propiedad inalienable e imprescriptible,

el estado peruano evalúa y mantiene los recursos naturales, es necesario desarrollar un sistema de información básica para incentivar la inversión del estado peruano y del empresarial privado, brinda una normatividad de la actividad minera a nivel nacional y también la fiscaliza. Esta ley fue publicada en junio de 1992 que hasta la actualidad ha sufrido modificaciones por diversos dispositivos.

2.4. Análisis comparativo

El análisis comparativo permite conocer la opinión o los puntos de vista de otros autores sobre las variables consideradas en la presente investigación, también ayuda a identificar las similitudes o diferencias que los diferentes autores hallaron en sus investigaciones esto va a permitir mejorar la comprensión de un típico en particular, adicionalmente es posible revelar tendencias y patrones que pueden ayudar a identificar lagunas en el conocimiento o áreas que requieran realizar una mayor y profunda investigación. Con los puntos de vista de otros autores se logra tener una perspectiva más completa y diversa sobre las variables en estudio, permite fortalecer argumentos y fundamentos de los resultados propios en donde se muestra que la investigación se basa en un marco sólido de conocimientos ya existentes.

Tabla 2
Análisis comparativo respecto a otros autores

ANALISIS COMPARATIVO

Título: El Impacto de la Industria 4.0 del sector Minería en el Perú, 2023
Autor: Ing. Juan Modesto Pari Barrera

TÓPICOS	AUTOR	DEFINICIÓN	COMENTARIOS
---------	-------	------------	-------------

Industria 4.0

La industria 4.0, consiste en la digitalización y manufactura inteligente que se basan en la introducción de tecnologías emergentes, Carro

Suárez, J., estas nuevas soluciones La industria 4.0 Flores requieren de diseños que permite la interacción Salazar, F., brinden la creación y con nuevas Flores Nava, análisis de productos con el tecnologías I., y uso de prototipos virtuales, emergentes con la Hernández la de industria 4.0 tiene utilización de Hernández, como objetivo impulsar la prototipos.

R. (2019). manufactura computarizada para promover el crecimiento de la capacidad computacional y de conectividad.

Silva La industria 4.0 y la Actualmente la Atencio, G., digitalización ya no son sociedad se encuentra Valverde cosas del futuro son parte en vuelvo con la Porras, M. de la actualidad en la que industrialización 4.0, P., y Umaña nos encontramos, si alguna aquella organización Ramírez, M. organización no se sumerge que no se adapte a los (2022). en la industria 4.0 está nuevos tendrá como

destinado a desaparecer del destino la extinción o mercado, el valor deceso de sus económico es sumamente operaciones.

importante y relevante el cual brinda un alto crecimiento, es necesario invertir en transformación para no quedarse discontinuado o por lo contrario lograr ser pioneros en el rubro.

La industria 4.0 genero nuevos cambios en los procesos productivos que

Robles, R.,
Foladori, G.,
y Záyago
Lau, É.
(2020). De
producción.

son incentivados por la confluencia de las tecnologías de la información, se facilitó que los sistemas de automatización y control evolucionen de tal forma dejaran de ser consideradas como tecnologías operacionales, esta pueden

Con el uso de las herramientas de la industria 4.0 se tendrá información valiosa de tal manera permita tomar decisiones acertadas en beneficio de la organización.

brindar información en tiempo real de todo los procesos de una organización de tal manera se pueda tomar decisiones acertadas de manera oportuna y así no afecta e impactar de manera significativa en la cadena.

La minería es la principal actividad económica que mantiene una posición preponderante desde los orígenes de la humanidad. Desde los orígenes de la humanidad, tenido la necesidad de desde que hombre inicio manipular los con la fabricación de minerales para su herramientas que permitan bienestar, en la mejorar su calidad de vida y fabricación de subsistencia, este sector diferentes tipos de genera la mayor cantidad de objetos. exportaciones mineras en el Perú.

Minería en Perú
Osinermin.
(2017).

Brinda información generalizada con la actividad minera, normas legales, gestión social, gestión ambiental, Es un programa que Programa de desarrollo de proyectos y brinda información Integración emprendimiento, todo esto sobre la actividad Minera. se complementa con el minería en el Perú (2020) desarrollo y fomento de habilidades blandas con todos los participantes de tal manera permitir un crecimiento profesional.

Fuente: Elaboración propia, 2023.

2.5. Análisis crítico

La industria 4.0 brinda al sector minero en el Perú un conjunto de alternativas y beneficios que podrían dar ventaja ante sus homólogos a nivel internacional, cabe mencionar que poner en ejecución estas alternativas es necesario realizar considerables inversiones económicas tanto a nivel de infraestructura como para el personal que va a realizar los trabajos, también reconocer que la industria 4.0 puede ofrecer al sector minero la oportunidad de mejorar la eficiencia, productividad y competitividad a un nivel internacional y especialmente en la economía peruana.

El Perú es considerado como un país minero, esto conlleva el interés y ser atractivo para inversionistas internacionales busca ser parte de este proceso en el Perú, para esto es necesario que inversionista no solo deba obtener rentabilidad sino fomentar el crecimiento y desarrollo sostenible de las comunidades aledañas en la zona geográfica de explotación, es importante mantener un enfoque equilibrado que permita tanto a la inversión extranjera en la industria minera como la protección del desarrollo sostenible de las comunidades que forman parte de a las operaciones mineras tanto así como para generar una economía circular.

El cobre es un mineral muy apreciado y necesario para el proceso de fabricación de un conjunto de objetos y dispositivos que logran mejorar la calidad de vida de la humanidad, para brindar un conjunto de facilidades en la ejecución de las actividades diarias, se caracteriza por ser un buen conductor de la energía eléctrica con poca resistencia al paso de los electrones, el cobre desempeña una protagonismo esencial en la actual sociedad debido que mejora las calidad de vida de las personas y es necesario en diversas aplicaciones tecnológicas. Conforme avanza la tecnología se debe considerar su uso eficiente como prácticas sostenibles en la minería y el manejo de este importante recurso natural.

CAPÍTULO III: MARCO REFERENCIAL

3.1. Reseña histórica y diagnóstico sectorial

Los inicios de la actividad minera y metalúrgica en el Perú se dan desde la época pre inca encontrándose restos arqueológicos sobre el inicio de estas actividades desde aquellos tiempos, se ha tenido hallazgos y restos arqueológicos de la cultura Paracas (700 a C al 20 d C) donde se pone en evidencia el inicio de esta actividad. Henri Fayol fue un ingeniero de minas de nacionalidad francesa en el cual desarrollo la teoría clásica de la administración, que comúnmente se conoce Fayolismo, al desempeñar sus funciones en una unidad minera porque era necesario tener controles y una mejor gestión, para tener un protagonismo para el inicio de la administración.

El Perú se encuentra ubicado en el hemisferio sur y con acceso directo a la cuenca del Pacífico y del Atlántico, esta ubicación estratégica permite al Perú tener acceso a los mercados del sudeste asiático y EEUU. Perú forma parte del APEC (Asia Pacific Economic Cooperation) la cual le da todas las ventajas para brindar a los extranjeros extractivas oportunidades de inversión. El Perú cuenta con un potencial geológico muy rica en mineral y ser una principal pieza en la producción de minerales a nivel internacional, tiene una gran variedad de riquezas geológicas que son bien apreciadas mundialmente y aun así posee áreas geográficas que están en exploración y otras en explotación. Cuenta con una infraestructura vial de ejes longitudinales y ejes transversales que brindan acceso para el desarrollo de las operaciones mineras en la figura 6 se logra ver lo largo de los principales ejes.

Figura 6

Principales redes viales



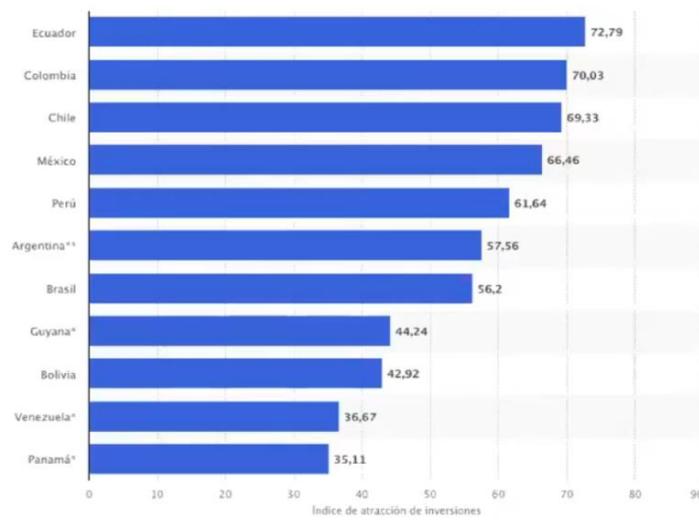
1. TRES EJES LONGITUDINALES		
- Longitudinal de la costa	2,634 Km.	—
- Longitudinal de la sierra	3,503 Km.	—
- Longitudinal de la selva	1,809 Km.	—
2. VEINTE EJES TRANSVERSALES		
	8,866 Km.	—
Principales: norte, centro, sur		
Sub Total	16,812 Km.	
3. VARIANTES Y RAMALES		
	9,023 Km.	
<hr/>		
TOTAL EXISTENTE	25,835 Km	

Fuente: Ministerio de Transporte y Comunicaciones, 2016.

El sector minería en el Perú es muy atractivo para los inversionistas internacionales en la figura 7 se logra ver que el Perú para el año 2022 ocupa la 5ta posición a nivel Latinoamérica y en la figura 8 se puede ver que el Perú para el año 2021 ocupa la posición 42 a nivel internacional, la posición del Perú en la industria minera es destacado internacionalmente por presentar oportunidades de crecimiento.

Figura 7

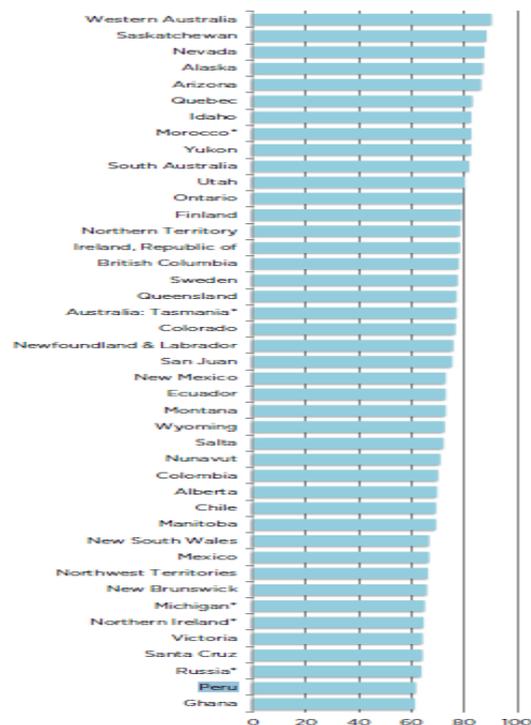
Índice de atracción de inversiones en minería en Latinoamérica



Fuente: Statista, 2021

Figura 8

Índice de atracción de inversiones en minería Internacionalmente

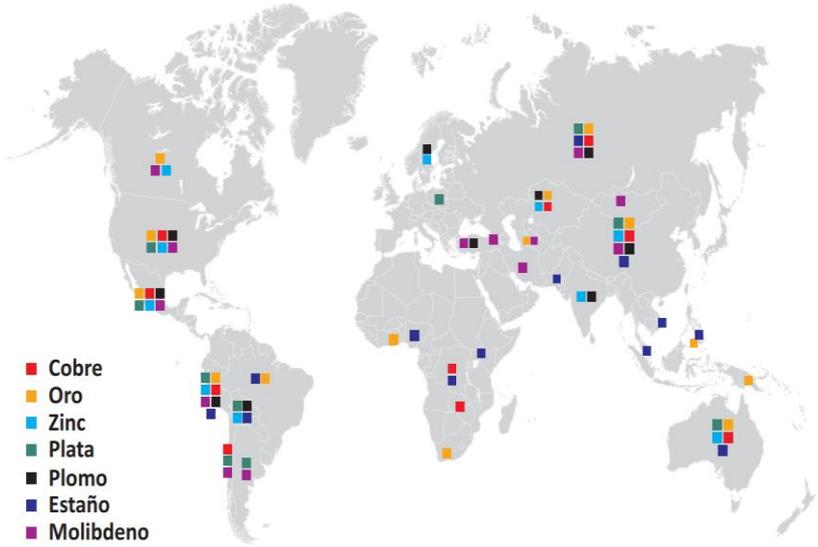


Fuente: Fraser Institute, 2021.

En la figura 9 se logra ver que el Perú es uno de los países que cuenta con una gran variedad de minerales a comparación de otros países, con esta información se puede afirmar que somos uno de los pocos países que cuenta con una gran diversidad de minerales, la diversidad de minerales es un recurso valioso que cuenta con el potencial de impulsar el desarrollo económico y tecnológico y que requiere una gestión responsable para aprovechar adecuadamente todos sus beneficios.

Figura 9

Recursos naturales con los que cuenta el Perú



Fuente: Anuario minero 2022 MINEM

La producción de minerales del Perú a comparación de otros países es considerable en la figura 10 se ve que los minerales con mayor demanda provienen o son extraídos del Perú, el Perú ocupa casi todas las primeras posiciones en brindar estos tipos de minerales, con esto se afirma que el Perú es uno de los principales proveedores de estos minerales que son necesarios para la fabricación de una variedad de productos.

Figura 10

La posición del Perú en el ranking mundial de producción minera

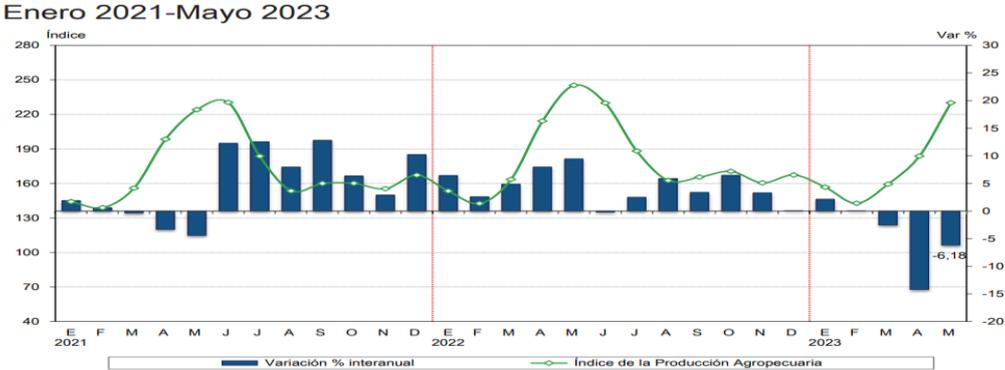
PRODUCTO	LATINOAMÉRICA	MUNDO
Oro	2	10
Cobre	2	2
Plata	2	3
Zinc	1	2
Plomo	2	5
Estaño	1	4
Molibdeno	2	4
Cadmio	2	14
Roca Fosfórica	2	10
Diatomita	3	7
Andalucita	1	4
Selenio	1	10

Fuente: Anuario 2022 MINEM. US Geological Survey (USGS) Mineral Commodity Summaries, 2023.

La producción minera en el Perú se ha enfrentado a un conjunto de escenarios que han afectado a la continuidad de sus operaciones en la figura 11 se logra ver la producción nacional de minería, para Julio del 2023 se tiene una disminución del 0.77% debido a la caída en los niveles de producción de zinc, cobre, plata, plomo y oro. También se considera los conflictos sociales que se ha presentado los últimos años.

Figura 11

Índice de producción minera hasta Julio 2023.



Fuente: INEI, 2023.

El sector minero ha sido afectado por factores políticos y económicos en los últimos años, Según la Sociedad Nacional de Minería, Petróleo y Energía SNMPE (2022) que, debido a la presencia de diversas paralizaciones de minas, al Perú le ha costado US \$1,160 millones y se ha dejado de pagar impuesto y regalías por la suma de US \$348 MM en la figura 12 se logra ver las principales paralizaciones de unidades mineras en los últimos años.

Las principales causas de la conflictividad social son:

- La población de la zona afluyente rechaza la actividad minera por falta de información.
- La rentabilidad que reporta la unidad minera no se ve reflejada en las zonas aledañas
- La comunicación escasa e inadecuada para la sociedad.
- Organizaciones anti mineras generan confusión y desinformación a la población.

Figura 12

Unidades mineras que paralizaros sus operaciones

Año	Proyecto	Días	Trabajadores directos afectados	Total de trabajos afectados (directos e indirectos)
2021	Las Bambas	13	8.000	175.000
	Antamina	3	10.000	
	Apumayo	21	3.000	
2022	Cuajone	54	5.000	128.000
	Las Bambas (cobre)	29	9.000	
	Nexa	11	2.000	

Fuente: El comercio, 2022.

3.2. Presentación de actores

El cobre; Es un recurso mineral estratégico con lo que cuenta el Perú al desempeñar un papel central en la económica nacional, es un metal muy importante para la fabricación de productos electrónicos, también en la generación y transmisión de la energía eléctrica gracias a su excelente propiedad conductiva. Actualmente el precio de cobre que se tiene en los mercados internacionales tiene un significativo impacto directo en la economía peruana en donde lo convierte en un activo de gran relevancia y la demanda internacional del cobre se mantiene elevado debido al crecimiento de la electrificación y las energías renovables.

Para Reynafarge Herrada, L. (2023). Explica que el cobre es uno de los metales principales que impulsa y motiva la tecnología global, Perú es un país que destaca con más de 90 millones de toneladas de reservas, el cobre desempeña un rol crucial en la generación de la energía eólica y solar, al ser un elemento esencial en todos sus procesos, para utilizar eficientemente la energía renovable es necesario contar con infraestructura eléctrica y sistemas de almacenamiento.

Sector minería; Es uno de los más importante para el crecimiento y desarrollo de la economía peruana en donde se refleja una contribución directa e indirecta al Producto Bruto Interno mediante la Balanza Comercial, las inversiones internacionales y nacionales para actividades de la industria minera. Perú es uno de los mayores productores de minerales ante sus homólogos internacionales, al ostentar 8 minerales más comercializados (cobre, oro, plata, zinc, plomo, estaño, hierro y molibdeno).

Según el MINEM. (2022). Nos explica que el sector minero ha registrado una

contribución sustancial en la estabilidad macroeconómica para el estado peruano, este sector representa el 8.3% del PBI nacional, ha contribuido con el 58.9% del total de todas las exportaciones, en el aspecto de inversiones representa el 10.8% del total de la inversión privada y finalmente en cuanto a la inversión extranjera directa a contribuido con una participación promedio del 22.9% en los últimos diez años, dentro de la Política General de Gobierno en donde se resalta el eje 4 – Reactivación Económica nos expone que el estado peruano se encuentra comprometido con mejorar el posicionamiento a nivel mundial, impulsar nuevos proyectos mineros y la sostenibilidad de las operaciones existentes. Fomentar la inversión moderna, responsable y en armonía con las comunidades del entorno.

Operaciones mineras; Las diversas operaciones mineras en el Perú logran experimentar una transformación digital con un enfoque en la Industria 4.0. Empresas como Sociedad Minera Cerro Verde, Minera Las Bambas, Southern Perú Copper Corporation, Compañía Minera Antamina, Anglo American Quellaveco, Minera Chinalco y Minera Antapaccay se destacan por su adopción de tecnologías avanzadas en sus procesos de extracción y producción. Estas empresas implementan sistemas de alta disponibilidad y redes de comunicación robustas para optimizar sus operaciones. Su experiencia y liderazgo en esta área las convierten en actores clave en la investigación sobre el impacto de la Industria 4.0 en la minería peruana.

Según TECSUP. (2023). Nos explica que las operaciones mineras desarrollan actividades exploración y explotación en trabajos de geomecánica y de características estructurales del cuerpo mineralizado, de sistemas de ventilación minera, trabajos de perforación y voladura, como también acarreo, transporte, tratamiento y

procesamiento del mineral, además realizan una selección y planificación del abastecimiento de insumos, equipos, maquinarias y una eficiente gestión de la logística necesaria para la obtención del producto y de esta manera evitar la interrupción de toda la cadena de producción.

Desafíos de la industria minera; La industria minera enfrenta una serie de desafíos que se han presentado en la actualidad de las cuales se puede mencionar, tiene un impacto significativo al medio ambiente a través de la degradación del suelo, contaminación del agua y emisión de gases de efecto invernadero. La mayoría de las unidades mineras se encuentran ubicadas cerca de comunidades locales, lo que da lugar a crearse conflictos y tensiones.

Para Pastor Rozas, R. (2023). Explica que el principal desafío que enfrenta la industria minera para optimizar la preparación de los futuros profesionales, se muestran importantes desarrollos y cambios tecnológicos, en la actualidad se materializan y llegan a un corto plazo, los cambios están enfocados en la introducción de innovaciones disruptivas como la información, robótica, automatización, realidad virtual, IoT, ciberseguridad, diseños, equipos de mayor potencia y eficiencia.

Mapas de inversión; Permiten ilustrar la ubicación de los principales proyectos mineros que se encuentran en cartera y en operación, otras operaciones que están en una diferente etapa de desarrollo como también es posible ver la estadística a nivel internacional y nivel regional. Mapa de proyectos mineros en cartera (2023). Mapas de principales unidades en producción (2023).

3.3. Diagnostico sectorial

Sector minero en el Perú; Esta cuenta con una larga tradición minera que va desde la época preinca hasta la actualidad, es uno de los pilares para la economía peruana, representa una parte significativa del Producto Interno Bruto y de las exportaciones que este sector requiere, el Perú forma parte de los principales productores de minerales de las cuales se puede mencionar el cobre, oro, plata y zinc. Cuenta con importantes yacimientos a lo largo y ancho de las diversas regiones, destacan empresas mineras nacionales e internacionales que se ejecutan sus operaciones en el Perú, se encuentra regulado por el Ministerio de Energía y Minas (MINEM) a través de leyes y regulaciones específicas.

Tendencias y desafíos; Dentro del mercado global los precios de los minerales se encuentran en auge en donde repercute significativamente en la economía peruana, la sostenibilidad y la responsabilidad social corporativa juega un papel determinante en la industria minera a tal punto que se ha tomado con mayor énfasis en gestionar las buenas prácticas ambientales y sociales. Las tecnologías digitales toman un mayor protagonismo en la minería peruana con el objetivo de maximizar la eficiencia y rentabilidad de la organización y en todos sus procesos internos y externos.

Desafíos y oportunidades de la industria 4.0; se realiza una mayor inversión en tecnologías que brinda la industria 4.0 de las cuales se menciona la robótica, big data, blockchain, inteligencia artificial y otros con el fin de mejorar sus operaciones. La capacitación del talento humano en el desarrollo de habilidades en tecnología es básica para beneficiarse al máximo las diversas ventajas que brinda la industria 4.0.

la digitalización puede conducir a un mayor incremento en el proceso de extracción de minerales como también la reducción del impacto ambiental, con la integración de tecnologías avanzadas en las empresas mineras peruanas se puede mejorar la competitividad en los mercados internacionales.

3.3.1. Diagnostico interno

3.3.1.1. Fortalezas

- Cuenta con una variedad de concesiones polimetálicas importantes.
- Grandes empresas multinacionales buscan realizar inversiones en el Perú.
- El ambiente empresarial se encuentra consolidado y cuenta con personal con amplia experiencia.
- Es promotor de nuevos cambios y brindar beneficios a la población.

3.3.1.2. Debilidades

- La comunicación con la población es deficiente o pobre.
- El patrimonio podría disminuirse a causa de la privatización que pueda darse en un futuro.
- La indiferencia que tiene el estado genera que la población realice protestas sociales.
- Las propiedades en su mayoría no son saneadas completamente en conjunto con las personas interesadas.

3.3.2. Diagnostico Externo

3.3.2.1. Oportunidades

- Inversionistas internacionales se encuentra atraídos por la producción minera en el Perú.
- El estado fomenta la inversión privada a potenciales inversionistas en proyectos mineros al tener bajos costos de producción.
- Se emplea nuevas filosofías y estrategias empresariales.
- Elaborar políticas de apertura para el dialogo con la población.

3.3.2.2. Amenazas

- Los precios de los minerales varíen a causa de otros factores.
- La presencia de protestas sociales y ambientales son un desafío para el sector minero.
- Limitaciones legales en cuanto a iniciar operaciones en nuevos yacimientos mineros.
- La legislación para cerrar minas es pobre al momento de ponerlas en acción.

CAPITULO IV RESULTADOS

4.1. Marco Metodológico

La metodología a utilizar nos permitirá abordar y conocer la industrialización 4.0 que se da en el sector minero, también la presente investigación pone en práctica el método científico, que consiste en definir un tipo y diseño de investigación, luego establecer las técnicas e instrumento de recopilación de información para finalmente proceder analizar los resultados obtenidos.

4.1.1. Tipo y Diseño de Investigación

La presente investigación se centra en un enfoque descriptivo y correlacional con el propósito de comprender la implementación de la industrialización 4.0 en el sector minero y su relación con los procesos productivos. En este contexto, se ha optado por un diseño de investigación no experimental, ya que no se manipularán las variables, sino que se observarán los fenómenos tal como se presentan en la industria minera. Este diseño es apropiado para cumplir con los objetivos planteados. Los resultados de la investigación se analizarán cualitativamente para evaluar el impacto de la industria 4.0 en el sector minero y cómo las herramientas tecnológicas influyen en los procesos de obtención de concentrado de cobre.

4.1.2. Población, Muestra y Unidad de Análisis

En el marco de esta investigación sobre el impacto de la industria 4.0 en el sector minero del Perú, se ha definido una población que comprende a todas las personas involucradas de manera directa en el proceso de transformación digital y

forman parte de las 7 unidades mineras clave del país, ver figura 14, las cuales son productoras líderes de cobre. Según datos del Boletín Estadístico Minero de 2023, por experiencia propia y referencia de las personas que forman parte de este equipo de trabajo en específico, ascienden a 25 integrantes, al momento de realizar una operación aritmética se tiene 175 personas como población. Se utilizo una calculadora online para calcular la muestra, ver figura 13, la encuesta se realizó durante el tercer y parte del cuarto trimestre del año 2023.

Figura 13

Calculadora de muestra online

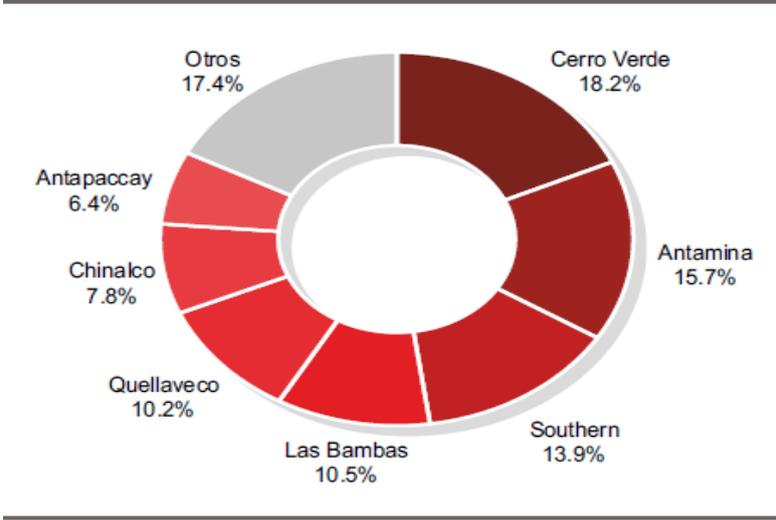
The image shows a screenshot of an online sample size calculator. The interface is titled "Calculadora de muestra" and includes the following elements: a confidence level section with radio buttons for 95% (selected) and 99%; a margin of error input field set to 10%; a population input field set to 175; a "Limpiar" (Clear) button in orange; a "Calcular Muestra" (Calculate Sample) button in blue; and a resulting sample size output field showing 63.

Fuente: QuestionPro.com, 2023.

Como resultado se obtuvo una muestra de 63 personas a encuestar, esta muestra va a representar de manera estadística a la población que se planteó anteriormente, esta muestra ayuda a determinar el impacto de la industria 4.0 en el sector minero del Perú, a cada persona se hará llegar el cuestionario para que sea llenado de manera objetiva.

Figura 14

Producción de cobre por empresas



Fuente: Boletín Estadístico Minero, 2023.

Además, la unidad de análisis en esta investigación serán las propias unidades mineras ver figura 14, centrándose en analizar cómo la industria 4.0 influye en todos los aspectos de sus procesos de producción, desde la extracción hasta la comercialización del concentrado de cobre. Este enfoque metodológico permitirá obtener una visión detallada y representativa del impacto de la industria 4.0 en la minería peruana, se tiene en cuenta la situación socioeconómica del país y los factores que inciden directa o indirectamente en la extracción de cobre.

4.1.3. Técnicas, instrumentos, tratamiento y procesamiento de la información

En esta investigación sobre el impacto de la industria 4.0 en el sector minería del Perú, se ha establecido una sólida metodología para recopilar y analizar datos de manera precisa y rigurosa. La técnica principal seleccionada es la encuesta, que

permitirá interactuar directamente con los involucrados en la industria minera y obtener información de manera eficaz. Se utilizará un cuestionario diseñado en Google Forms, que constará de preguntas concisas y directas relacionadas con la industria 4.0 y se aplicará el método de escalas Likert para medir la percepción de los encuestados sobre la influencia de esta tecnología.

Los resultados de las encuestas se organizarán y resumirán en una tabla principal, y se representarán gráficamente para una mejor comprensión. Se utilizará Microsoft Excel para la elaboración de tablas y gráficos. Además, se llevará a cabo un análisis estadístico de los datos utilizando el software SPSS y programa Python. Para evaluar la confiabilidad de las preguntas en el cuestionario, se calculará el coeficiente Alpha de Cronbach con ambas herramientas tecnológicas y así asegurar la solidez de los datos. Se aplicará el coeficiente de correlación de Spearman para analizar la relación no lineal entre la adopción de la industria 4.0 y el sector minero en el Perú.

Esta técnica, instrumento, tratamiento y procesamiento de la información permiten garantizar la rigurosidad y precisión en la obtención y análisis de datos en esta investigación, para finalmente obtener una comprensión en profundidad del impacto de la industria 4.0 en la minería del Perú y servir como guía en las posteriores investigaciones que se realicen, con relación a las variables mencionadas en el presente documento.

4.2. Desarrollo y Resultados

En este capítulo se mostrarán los resultados obtenidos del análisis del impacto de la industria 4.0 en la minería del Perú, la importancia de este análisis radica en la

importancia que tiene el uso de las soluciones tecnológicas que brinda la industria 4.0 en los procesos mineros del sector minería del Perú, para maximizar la eficiencia y sostenibilidad en el proceso de obtención de concentrado de cobre.

En primer lugar, los antecedentes del estudio, permiten tener una visión general que se realiza en el presente documento titulado “El impacto de la industria 4.0 en el sector minería del Perú, 2023”. Se logra sentar las bases para comprender la importancia de la investigación, se destaca que el sector minería es un pilar económico vital y que la aparición de la industria 4.0 ha generado cambios significativos en diversos sectores incluyendo la minería. Para que la minería se mantenga competitiva y rentable en un contexto global en constante evolución se ve en la necesidad de adaptarse a las diversas herramientas que brinda la industria 4.0.

Se estable las hipótesis que guían la investigación, los objetivos se formulan con un enfoque en analizar y entender el impacto, la metodología destaca el enfoque descriptivo y correlacional, así como la técnica e instrumento. La población muestra y unidad de análisis se definen cuidadosamente. El tratamiento y procesamiento de la información resalta el uso del software SPSS y programa Python, el cálculo del Alpha de Cronbach para evaluar la confiabilidad y se menciona el uso del coeficiente de correlación de Spearman, finalmente se brinda definiciones claves y se establecen los alcances y limitaciones de la investigación.

En segundo lugar, el marco teórico, proporciona y desempeña un papel fundamental al brindar el contexto esencial para la presente investigación, brinda una introducción a fondo el concepto de variables y su interconexión en la investigación

científica, se inicia con una exploración de la industria 4.0, una revolución industrial caracterizada por la digitalización, la interconexión de procesos y la recopilación de dato en tiempo real. Se analizan diversas perspectivas de autoridades en el tema, además se traza una línea histórica desde las revoluciones industriales pasadas hasta la actual cuarta revolución industrial, resaltando sus características distintivas y los avances tecnológicos asociadas.

También se examina la evolución de la minería, desde sus primeras etapas de extracción manual hasta su transformación en una industria altamente tecnológica, denominada minería 4.0. se pone en énfasis especial a la minera en Perú, destacando su importancia en la economía nacional y su evolución a lo largo del tiempo. Se explora la evolución del proceso minero y cómo las organizaciones han experimentado cambios significativos en su estructura y cultura, se presenta una variedad de modelos relacionados con las variables de estudio y se destaca la importancia de analizar y comparar diferentes puntos de vista de otros autores, enriqueciendo así la comprensión del tema. Por último, se enfoca en el análisis crítico de la aplicación de la Industria 4.0 en la minería en Perú, destacando sus desafíos y oportunidades, con un llamado a un enfoque equilibrado que promueva el desarrollo sostenible y una economía circular en este importante sector.

En tercer lugar, el marco referencial, proporciona un profundo análisis del contexto histórico y sectorial de la minería en el Perú, con una sólida base histórica que rastrea los orígenes de la minería desde la época preincaica, destacando la importancia de esta actividad en la historia del país, se ilustra cómo la gestión ha sido crucial en la evolución de la industria minera peruana. Además, se enfatiza la posición

geográfica estratégica del Perú, que le brinda acceso a los mercados globales y se destaca su riqueza geológica y su contribución significativa a la producción mundial de minerales.

Los actores clave, como el cobre y las empresas mineras, ofrece información valiosa sobre la importancia del cobre en la economía peruana y la destacada posición del país en la producción de minerales a nivel internacional, se subraya la relevancia del sector minero en la economía peruana, con datos impresionantes sobre su contribución al PBI, las exportaciones y las inversiones. La descripción de las operaciones mineras y su adopción de tecnologías de la Industria 4.0 agrega una perspectiva actualizada sobre la evolución de la industria. Finalmente, se presentan los desafíos, como la gestión ambiental y los conflictos sociales, y se destaca la importancia de la capacitación en tecnología y la digitalización para mejorar la competitividad en un mercado global. El FODA proporcionan una visión integral del sector minero peruano y su entorno.

Las variables principales del trabajo de investigación son la industria 4.0 y la minería en el Perú. Se evaluó el grado de implementación de las herramientas tecnológicas que brinda la industria 4.0 en la minería peruana, así como su impacto en la eficiencia y la sostenibilidad. Además, se evaluaron las diferentes dimensiones que componen estas variables, como la innovación; La digitalización; La interconectividad; La perforación, carguío y traslado de material en operaciones mina; El chancado, tratamiento y procesamiento de material en operaciones planta; Y el transporte, comercialización y rentabilidad del concentrado de cobre.

Y finalmente en el capítulo resultados, se presentarán los resultados obtenidos partiendo del análisis de los datos recopilados de las encuestas realizadas a las personas que forman parte de la presente investigación, con el fin de determinar el impacto de la industria 4.0 en la minería del Perú, se realizara una clasificación y se plasmara en una tabla principal de forma resumida y para tener un entendimiento de los resultados se elaborara figuras donde se podrá visualizar de manera gráfica, utilizando el software Microsoft Excel.

4.2.1. Diseño de la investigación

Se propone el siguiente diseño para alcanzar con los objetivos de la presente investigación:

A. Diseñar un cuestionario que incluya preguntas relacionadas con el uso de tecnologías de la industria 4.0 en la minería del Perú y su impacto en la productividad.

B. Realizar la encuesta a los trabajadores de las unidades mineras seleccionadas que hayan tenido experiencia en la implementación de tecnologías de la industria 4.0.

C. Analizar las respuestas obtenidas en la encuesta de tal manera conocer las opiniones de los encuestados.

D. Evaluar los resultados obtenidos en la encuesta y presentarlos gráficamente para un mejor entendimiento

E. Validar el nivel de confiabilidad de los datos del instrumento que se ha puesto en práctica.

F. Validar la hipótesis de Investigación en base a los resultados obtenidos

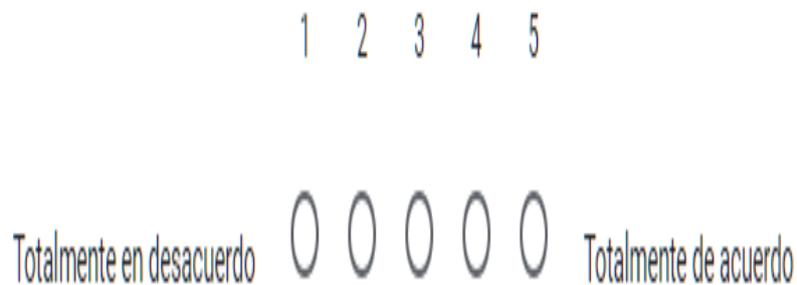
en las encuestas.

4.2.2. Resultado del cuestionario por preguntas

Se elaboró un cuestionario y para dar respuesta se utilizará un método de escalas del tipo Likert ver figura 15, del cual consiste en fijar un rango que va desde un valor menor hacia un valor mayor, en la figura 16 se muestra las preguntas formuladas, estas preguntas realizadas permitirán recopilar información relevante sobre las herramientas que brinda la industrialización 4.0.

Figura 15

Escala del tipo Likert



Fuente: Elaboración propia, 2023.

Cada pregunta esta formulada de manera precisa y se presenta junto con una escala, permitiendo a los encuestados expresar sus opiniones y actitudes de manera gradiente, estas preguntas están diseñadas para recopilar datos cualitativos sobre las percepciones y actitudes de los participantes en relación a las variables que están en investigación esto proporcionara información valiosa para un adecuado y acertado análisis y evaluación.

Figura 16

Preguntas formuladas para los encuestados.

1. Te gustaría que la empresa donde labora haga uso de las herramientas que brinda la industria 4.0.
2. La industria 4.0 permite a la organización alcanzar objetivos estratégicos que son propuesto por la alta gerencia.
3. Dentro de su organización considera que contar con un alto nivel de innovación impactará positivamente en el proceso de obtención de concentrado de cobre.
4. Desarrollan actividades donde fomentan la participación con ideas innovadoras dentro de la organización.
5. Los integrantes de la organización están comprometidos con la innovación como parte de sus responsabilidades.
6. Dentro de su organización considera que contar con un alto nivel de digitalización impactará positivamente en el proceso de obtención de concentrado de cobre.
7. La digitalización requiere personal con amplia experiencia y un entendimiento sólido.
8. Fomentar la preparación y capacitación del personal idóneo en el uso de tecnologías que brinda la digitalización agrega valor a la organización.
9. Dentro de su organización considera que contar con un alto nivel de interconectividad impactará positivamente en el proceso de obtención de concentrado de cobre.
10. Garantizar la interconectividad de los periféricos permite un correcto funcionamiento de los sistemas industriales 4.0.
11. La interconectividad permite mantener conectado a todos los periféricos que se encuentran instalados dentro y fuera de la unidad minera, siendo indiferente su ubicación geográfica.
12. Las herramientas tecnológicas que proporciona la industria 4.0 suministran información valiosa de la flota de línea amarilla (Equipos de gran minería) para tomar acertadas decisiones.
13. Las tecnologías que brinda la industria 4.0 influyen significativamente en las actividades de perforación y voladura de bloques de material que realiza la flota de línea amarilla (Equipos de gran Minería).
14. Las tecnologías que brinda la industria 4.0 influyen significativamente en las actividades de carguío y traslado de material que realiza la flota de línea amarilla (Equipos de gran Minería).
15. Las herramientas tecnológicas que proporciona la industria 4.0 suministran información valiosa del procesamiento de material (actividades que realiza operaciones planta) para tomar acertadas decisiones.
16. Las tecnologías que brinda la industria 4.0 influyen significativamente en las actividades de chancado, tratamiento y procesamiento del material (actividades que realiza operaciones planta).
17. Las tecnologías y herramientas que brinda la industria 4.0 agregan valor a la cadena de producción y se tiene un monitoreo en tiempo real en el proceso de procesamiento del material (actividades que realiza operaciones planta).
18. Considera que la información obtenida por las tecnologías de la industria 4.0 en el transporte del concentrado de cobre son 100% fiables y verídicas.
19. Considera que la información obtenida por las tecnologías de la industria 4.0 en la comercialización del concentrado de cobre son 100% fiables y verídicas.
20. Considera que la información obtenida por las tecnologías de la industria 4.0 brindan una mayor rentabilidad en la obtención del concentrado de cobre.

Fuente: Elaboración propia, 2023.

A continuación, se muestra los resultados obtenidos del cuestionario elaborado, como también la interpretación de cada opción:

5 represente totalmente de acuerdo

4 representa estoy de acuerdo

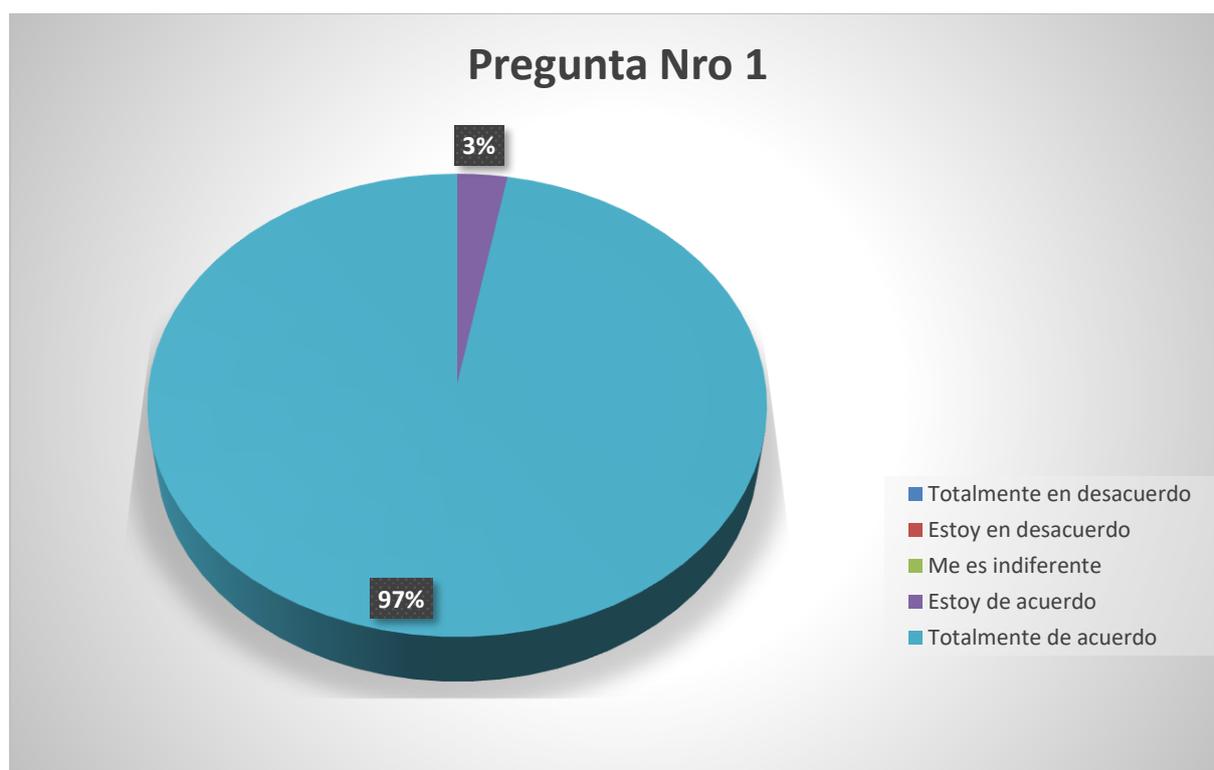
3 representa me es indiferente

2 representa estoy en desacuerdo

1 representa estoy totalmente en desacuerdo

Figura 17

Pregunta Nro. 1; “Te gustaría que la empresa donde labora haga uso de las herramientas que brinda la industria 4.0”



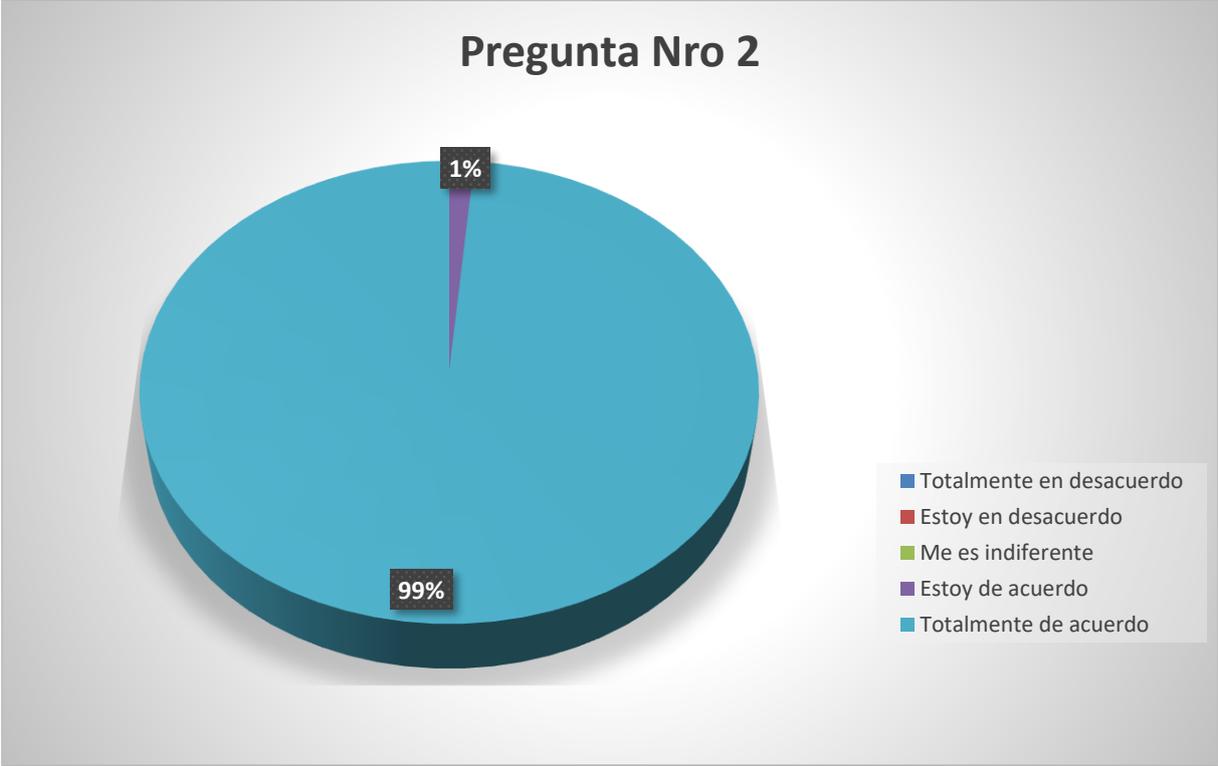
Fuente: Datos propios de la investigación, 2023.

En la figura 17, se logra ver que el 97% de los encuestados están totalmente

de acuerdo y el 3% de los encuestados están de acuerdo, estos son los resultados para la pregunta Nro. 1.

Figura 18

Pregunta Nro. 2; “La industria 4.0 permite a la organización alcanzar objetivos estratégicos que son propuestos por la alta gerencia”

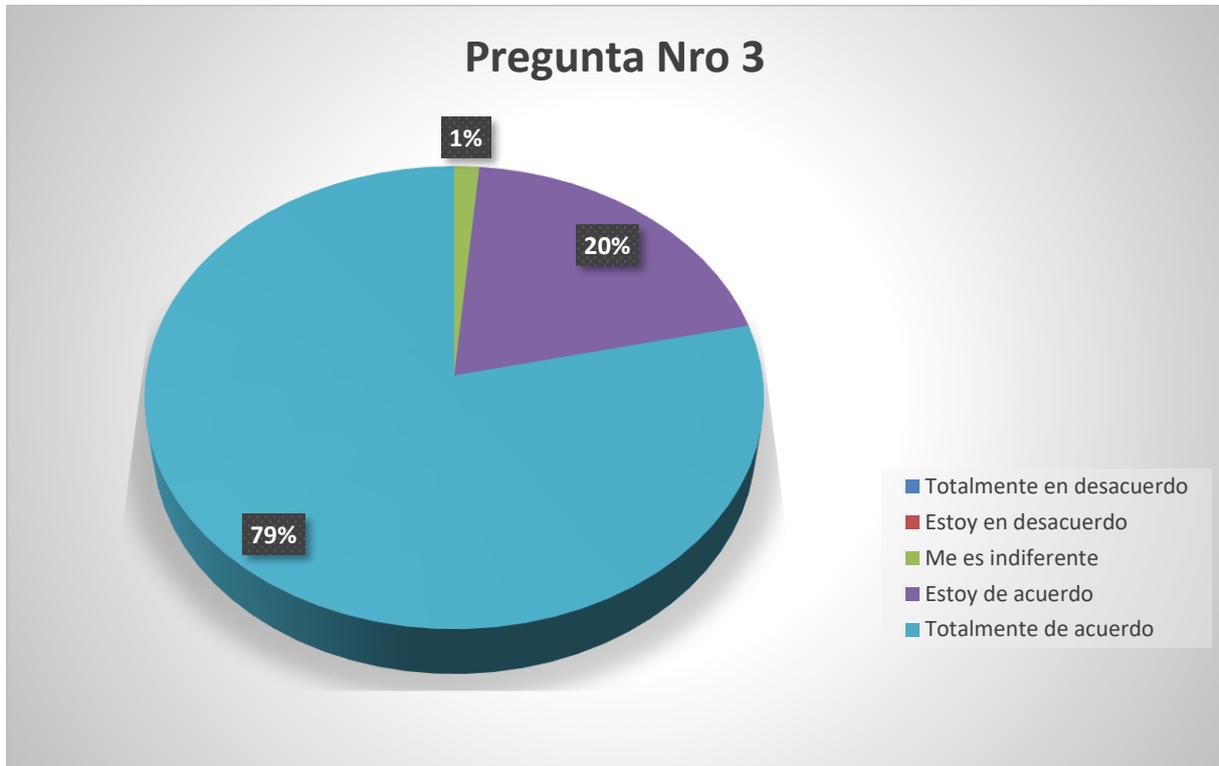


Fuente: Datos propios de la investigación, 2023.

En la figura 18, se logra ver que el 99% de los encuestados están totalmente de acuerdo y el 1% de los encuestado están de acuerdo, estos son los resultados para la pregunta Nro. 2.

Figura 19

Pregunta Nro. 3; “Dentro de su organización considera que contar con un alto nivel de innovación impactará positivamente en el proceso de obtención de concentrado de cobre.”

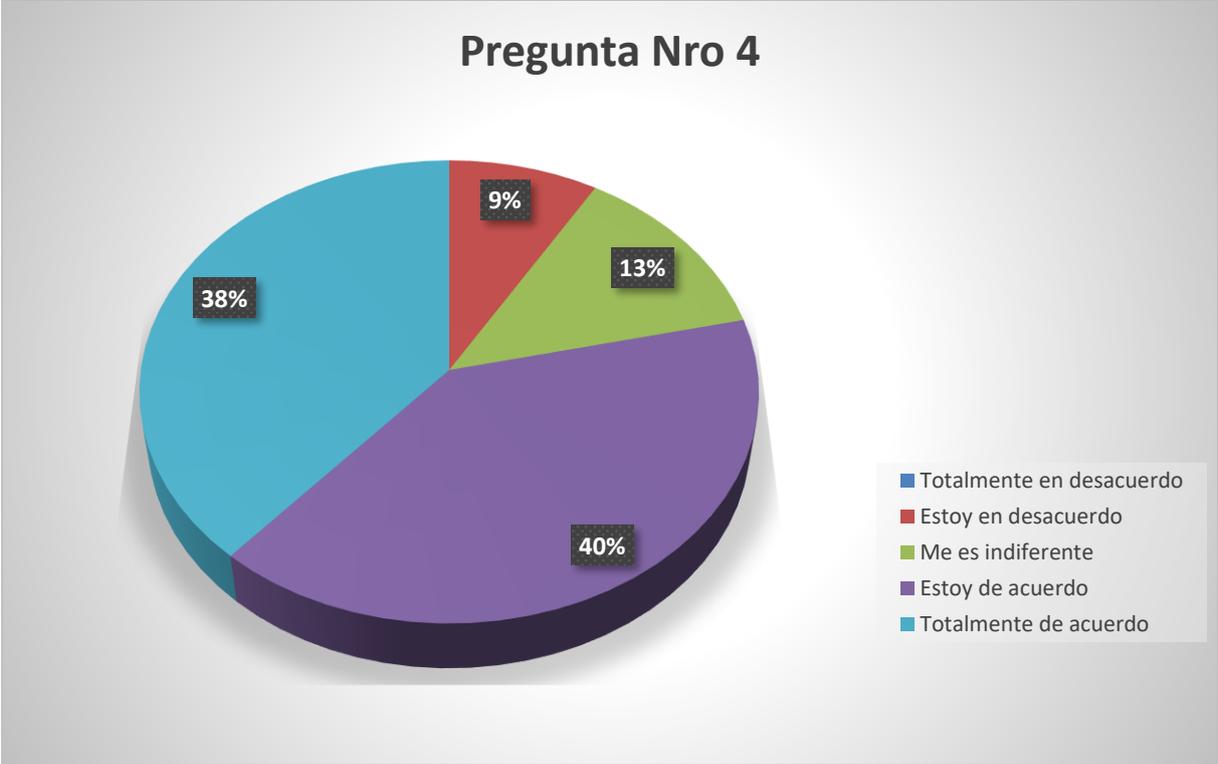


Fuente: Datos propios de la investigación, 2023.

En la figura 19, se logra ver que el 79% de los encuestados están totalmente de acuerdo, el 20% de los encuestado están de acuerdo y el 1% de los encuestados son indiferentes, estos son los resultados para la pregunta Nro. 3.

Figura 20

Pregunta Nro. 4; “Desarrollan actividades donde fomentan la participación con ideas innovadoras dentro de la organización”

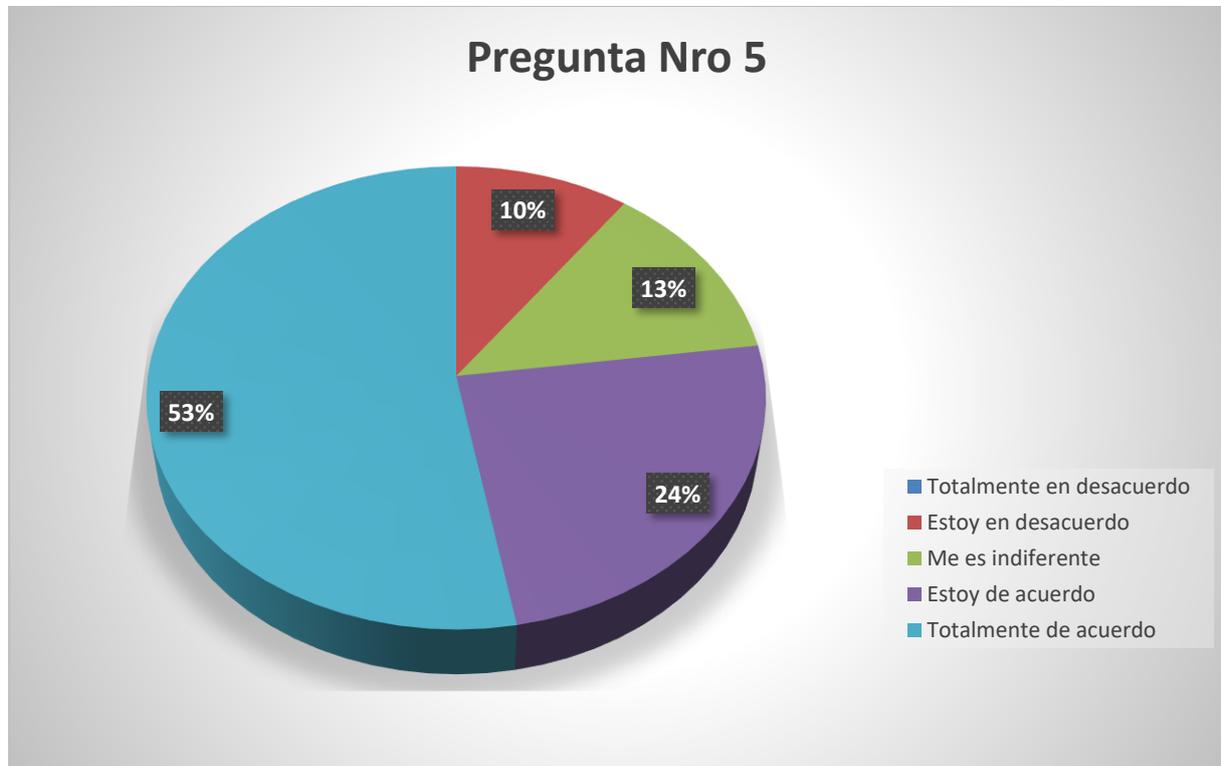


Fuente: Datos propios de la investigación, 2023.

En la figura 20, se logra ver que el 38% de los encuestados están totalmente de acuerdo, el 40% de los encuestado están de acuerdo, el 13% de los encuestados son indiferentes y el 9 % de los encuestados están en desacuerdo, estos son los resultados para la pregunta Nro. 4.

Figura 21

Pregunta Nro. 5; “Los integrantes de la organización están comprometidos con la innovación como parte de sus responsabilidades”

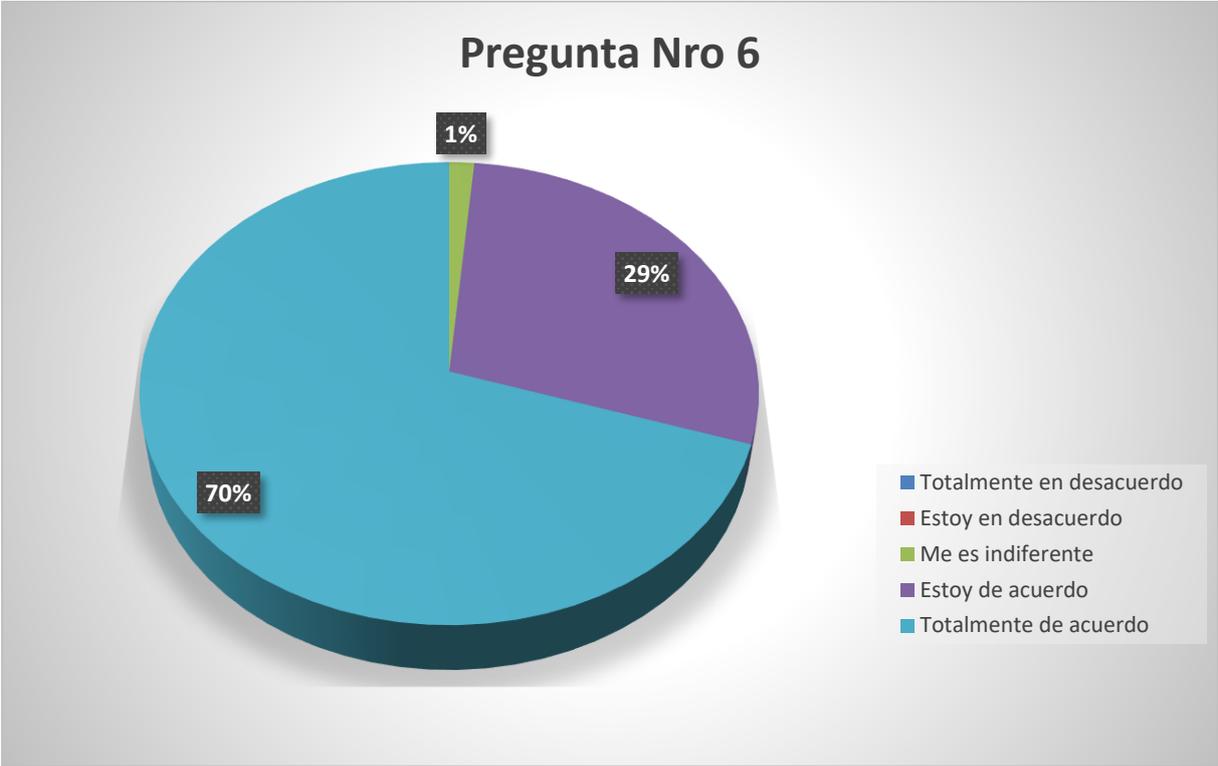


Fuente: Datos propios de la investigación, 2023.

En la figura 21, se logra ver que el 53% de los encuestados están totalmente de acuerdo, el 24% de los encuestado están de acuerdo, el 13% de los encuestados son indiferentes y el 10% de los encuestados están en desacuerdo, estos son los resultados para la pregunta Nro. 5.

Figura 22

Pregunta Nro. 6; “Dentro de su organización considera que contar con un alto nivel de digitalización impactará positivamente en el proceso de obtención de concentrado de cobre.”

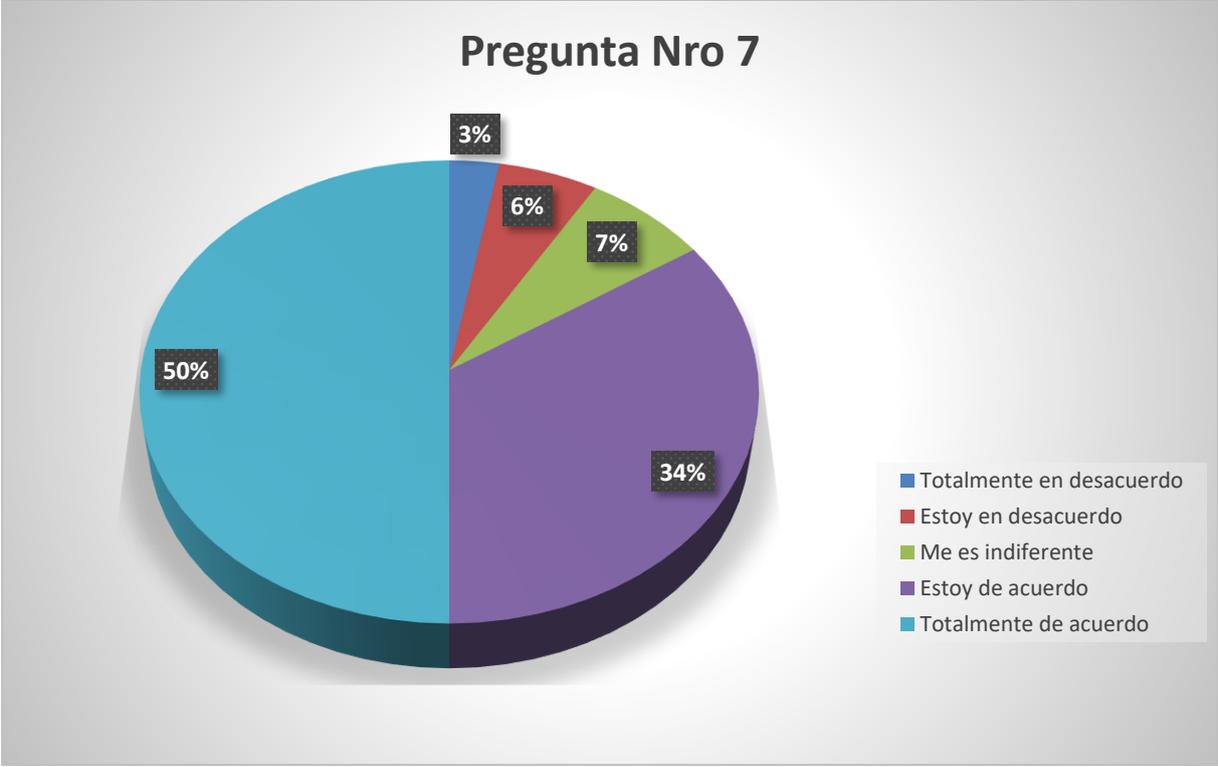


Fuente: Datos propios de la investigación, 2023.

En la figura 22, se logra ver que el 70% de los encuestados están totalmente de acuerdo, el 29% de los encuestado están de acuerdo y el 1% de los encuestados son indiferentes, estos son los resultados para la pregunta Nro. 6.

Figura 23

Pregunta Nro. 7; “La digitalización requiere personal con amplia experiencia y un entendimiento sólido.”

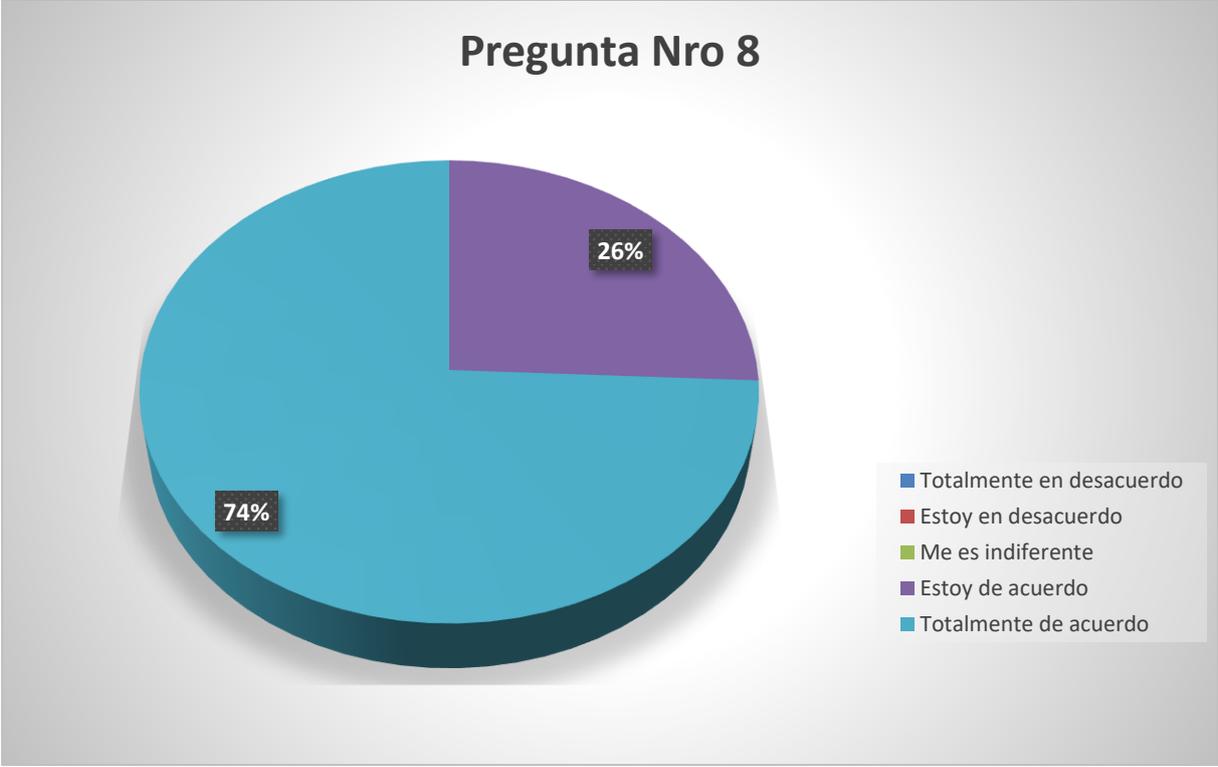


Fuente: Datos propios de la investigación, 2023.

En la figura 23, se logra ver que el 50% de los encuestados están totalmente de acuerdo, el 34% de los encuestado están de acuerdo, el 7% de los encuestados son indiferentes, el 6% de los encuestados están en desacuerdo y el 3% de los encuestados están totalmente en desacuerdo, estos son los resultados para la pregunta Nro. 7.

Figura 24

Pregunta Nro. 8; “Fomentar la preparación y capacitación del personal idóneo en el uso de tecnologías que brinda la digitalización agrega valor a la organización.”

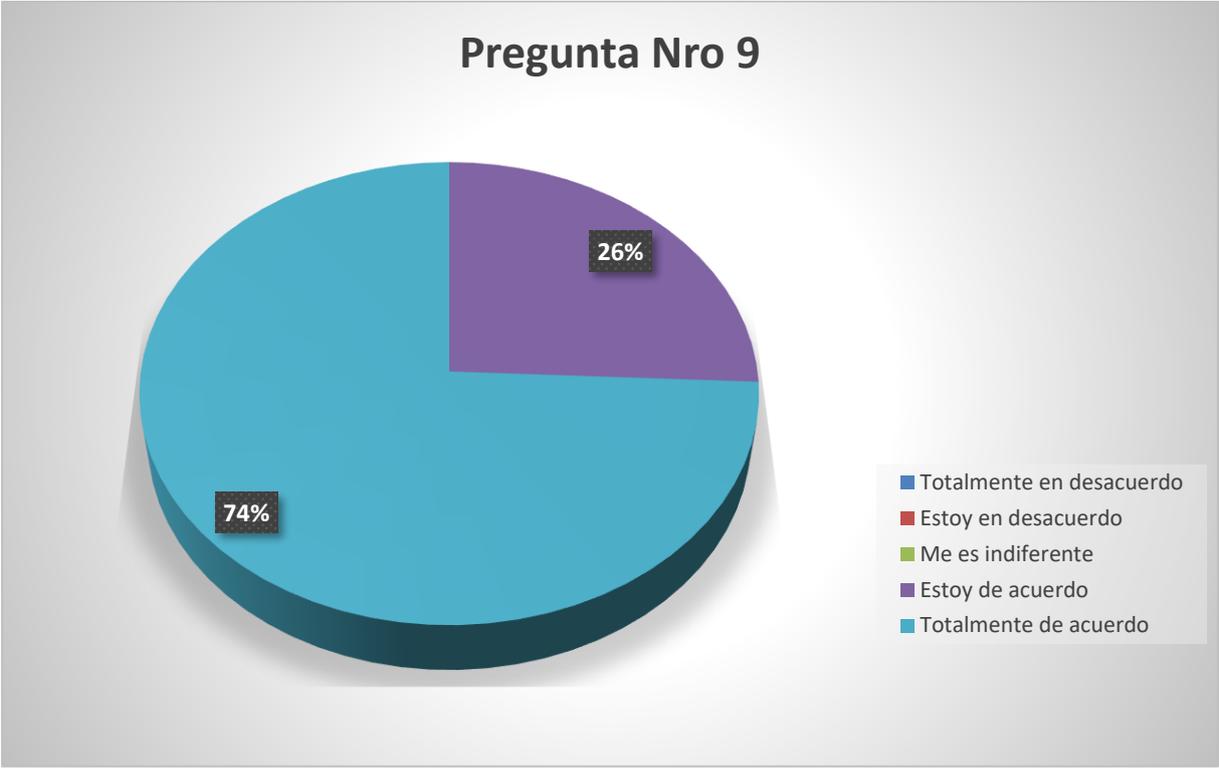


Fuente: Datos propios de la investigación, 2023.

En la figura 24, se logra ver que el 74% de los encuestados están totalmente de acuerdo y el 26% de los encuestado están de acuerdo, estos son los resultados para la pregunta Nro. 8.

Figura 25

Pregunta Nro. 9; “Dentro de su organización considera que contar con un alto nivel de interconectividad impactará positivamente en el proceso de obtención de concentrado de cobre.”

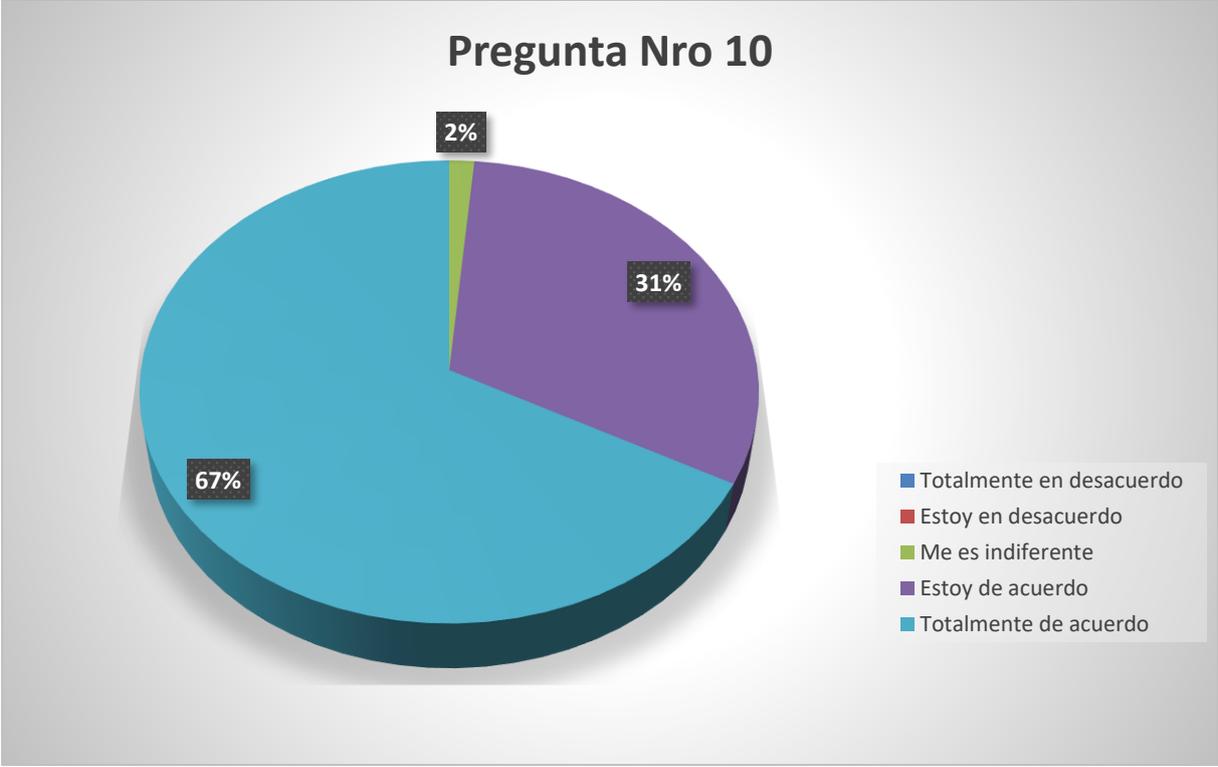


Fuente: Datos propios de la investigación, 2023.

En la figura 25, se logra ver que el 74% de los encuestados están totalmente de acuerdo y el 26% de los encuestado están de acuerdo, estos son los resultados para la pregunta Nro. 9.

Figura 26

Pregunta Nro. 10; “Garantizar la interconectividad de los periféricos permite un correcto funcionamiento de los sistemas industriales 4.0”

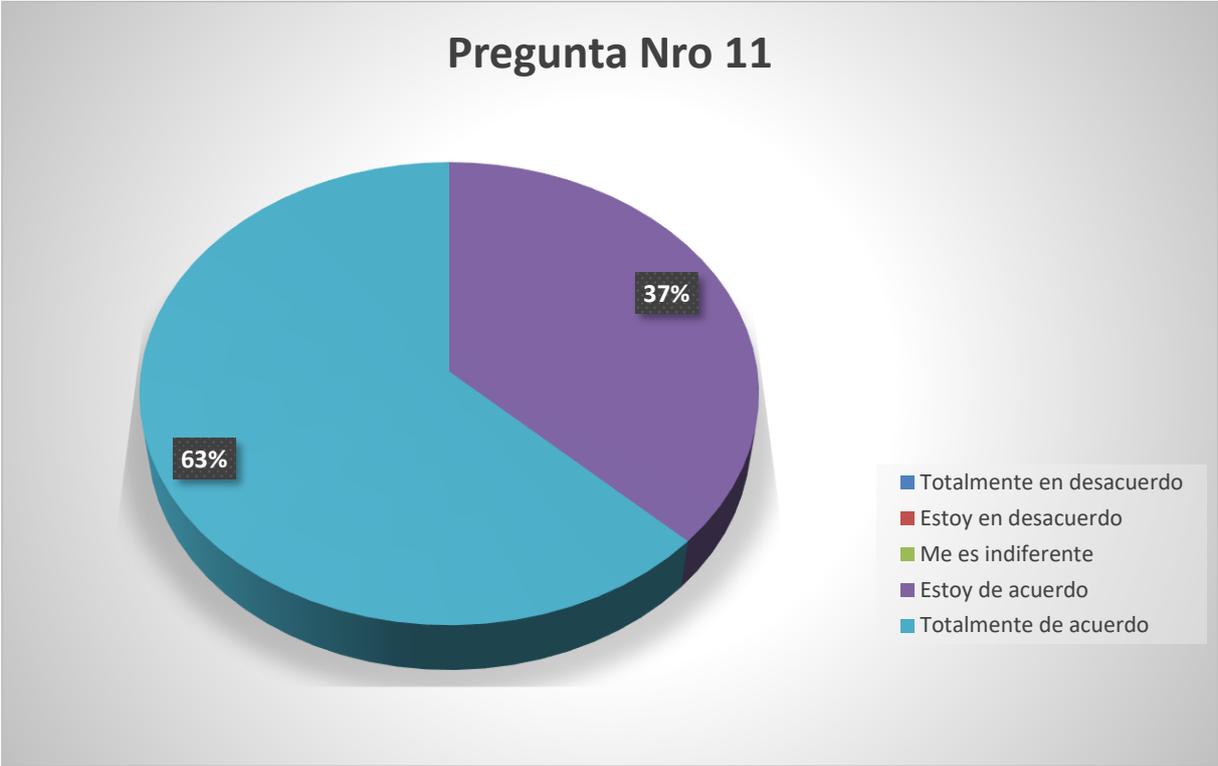


Fuente: Datos propios de la investigación, 2023.

En la figura 26, se logra ver que el 67% de los encuestados están totalmente de acuerdo, el 31% de los encuestado están de acuerdo y el 2% de los encuestados son indiferentes, estos son los resultados para la pregunta Nro. 10.

Figura 27

Pregunta Nro. 11; “La interconectividad permite mantener conectado a todos los periféricos que se encuentran instalados dentro y fuera de la unidad minera, siendo indiferente su ubicación geográfica”

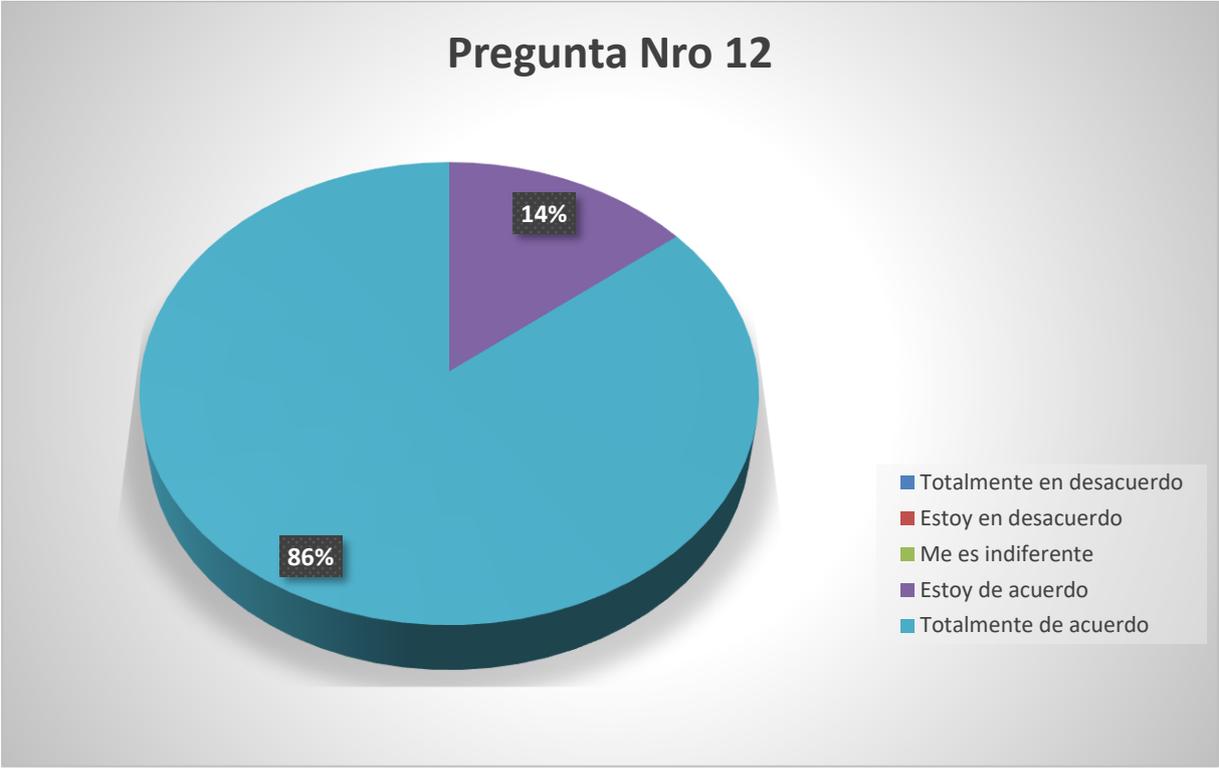


Fuente: Datos propios de la investigación, 2023.

En la figura 27, se logra ver que el 63% de los encuestados están totalmente de acuerdo y el 37% de los encuestado están de acuerdo, estos son los resultados para la pregunta Nro. 11.

Figura 28

Pregunta Nro. 12; “Las herramientas tecnológicas que proporciona la industria 4.0 suministran información valiosa de la flota de línea amarilla (Equipos de gran minería) para tomar acertadas decisiones.”

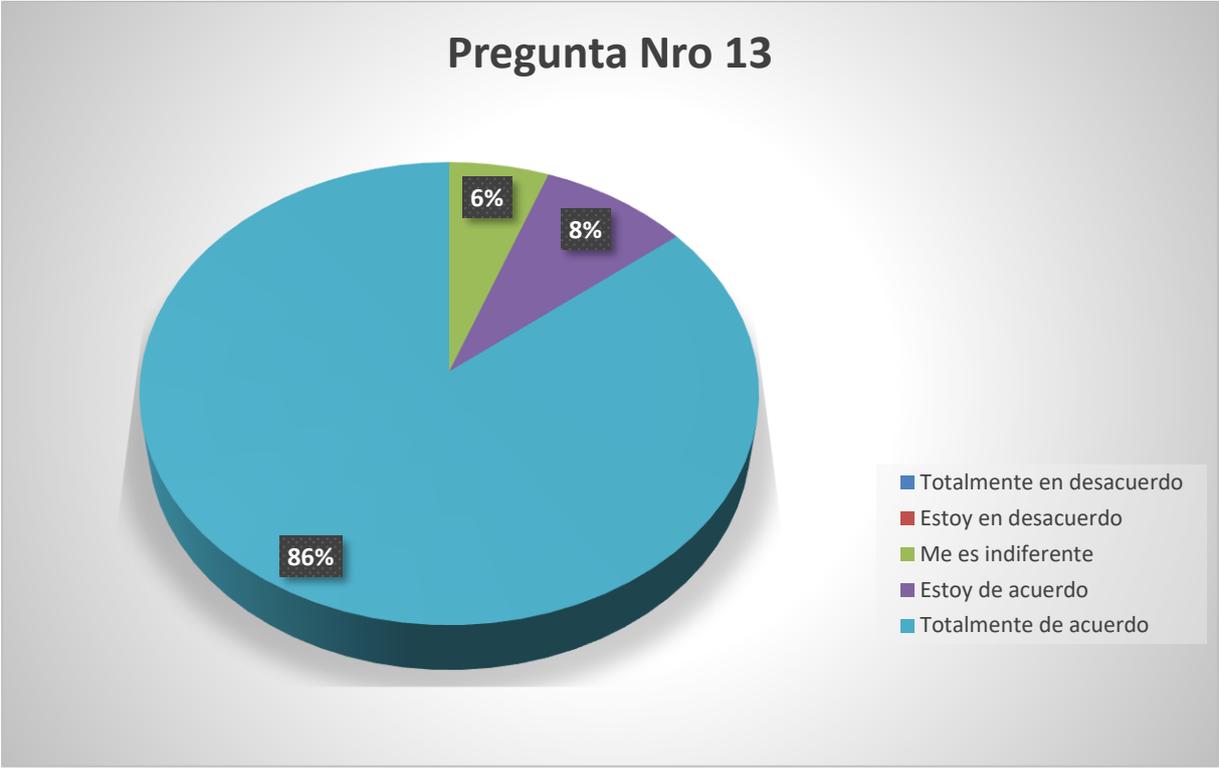


Fuente: Datos propios de la investigación, 2023.

En la figura 28, se logra ver que el 86% de los encuestados están totalmente de acuerdo y el 14 % de los encuestado están de acuerdo, estos son los resultados para la pregunta Nro. 12.

Figura 29

Pregunta Nro. 13; “Las tecnologías que brinda la industria 4.0 influyen significativamente en las actividades de perforación y voladura de bloques de material que realiza la flota de línea amarilla (Equipos de gran Minería)”

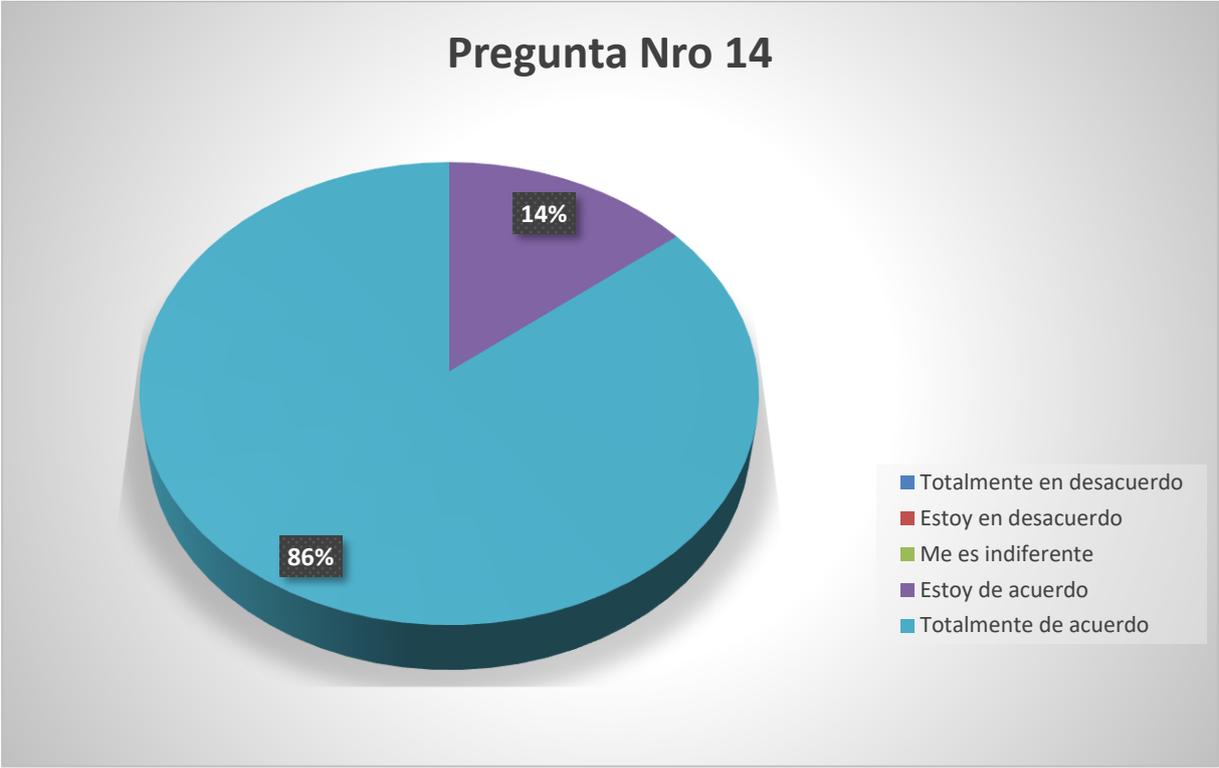


Fuente: Datos propios de la investigación, 2023.

En la figura 29, se logra ver que el 86% de los encuestados están totalmente de acuerdo, el 8 % de los encuestado están de acuerdo y el 6% de los encuestados son indiferentes, estos son los resultados para la pregunta Nro. 13.

Figura 30

Pregunta Nro. 14; “Las tecnologías que brinda la industria 4.0 influyen significativamente en las actividades de carguío y traslado de material que realiza la flota de línea amarilla (Equipos de gran Minería)”

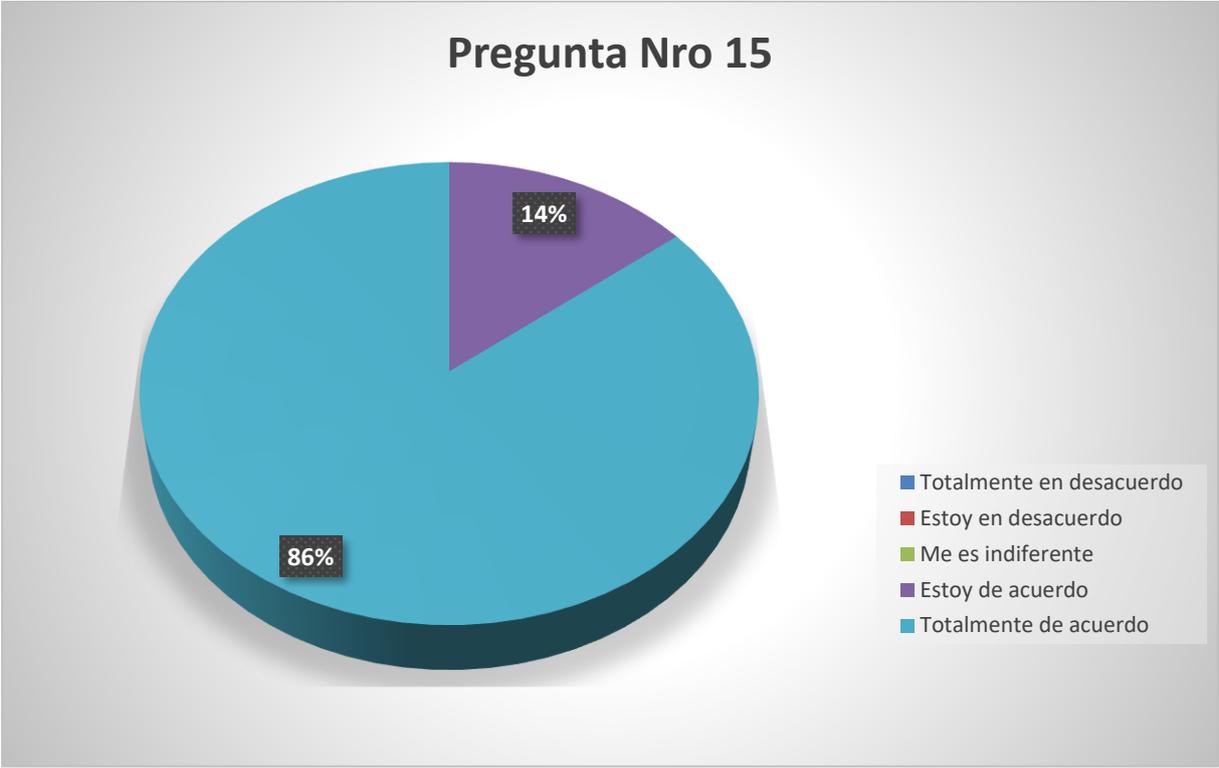


Fuente: Datos propios de la investigación, 2023.

En la figura 30, se logra ver que el 86% de los encuestados están totalmente de acuerdo y el 14 % de los encuestado están de acuerdo, estos son los resultados para la pregunta Nro. 14.

Figura 31

Pregunta Nro. 15; “Las herramientas tecnológicas que proporciona la industria 4.0 suministran información valiosa del procesamiento de material (actividades que realiza operaciones planta) para tomar acertadas decisiones.”

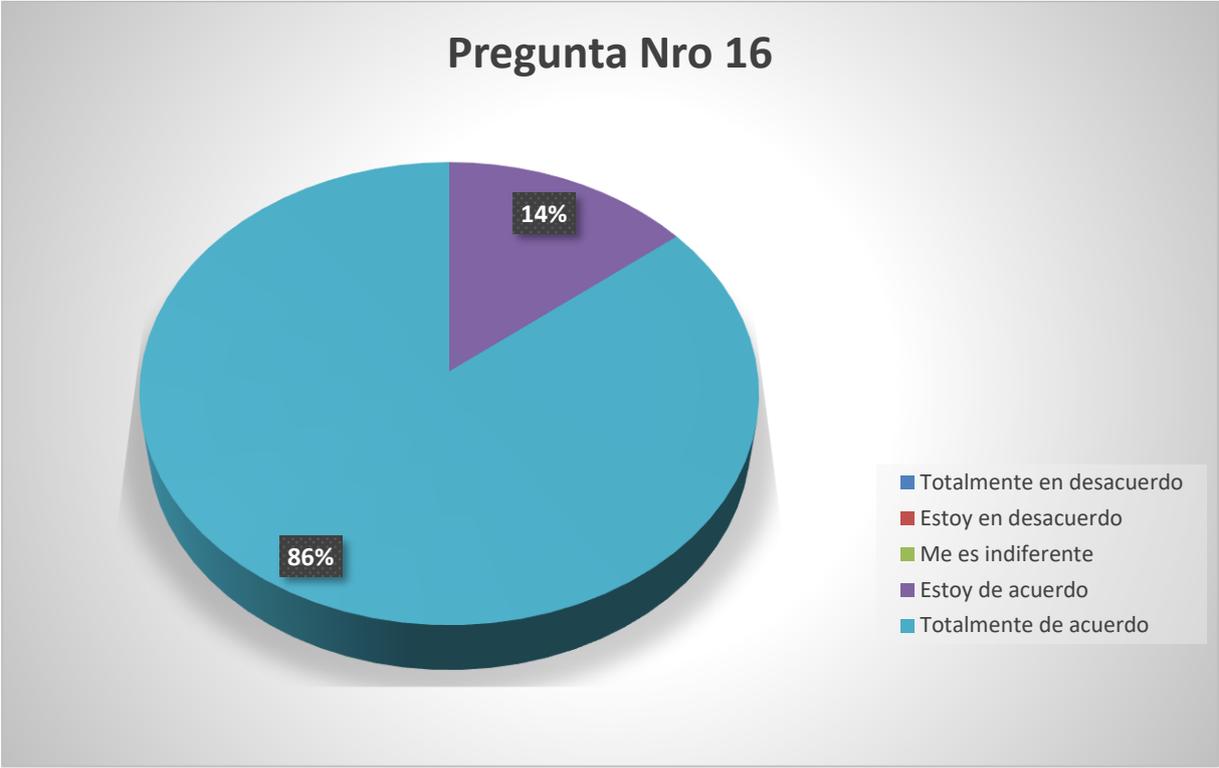


Fuente: Datos propios de la investigación, 2023.

En la figura 31, se logra ver que el 86% de los encuestados están totalmente de acuerdo y el 14 % de los encuestado están de acuerdo, estos son los resultados para la pregunta Nro. 15.

Figura 32

Pregunta Nro. 16; “Las tecnologías que brinda la industria 4.0 influyen significativamente en las actividades de chancado, tratamiento y procesamiento del material (actividades que realiza operaciones planta).”

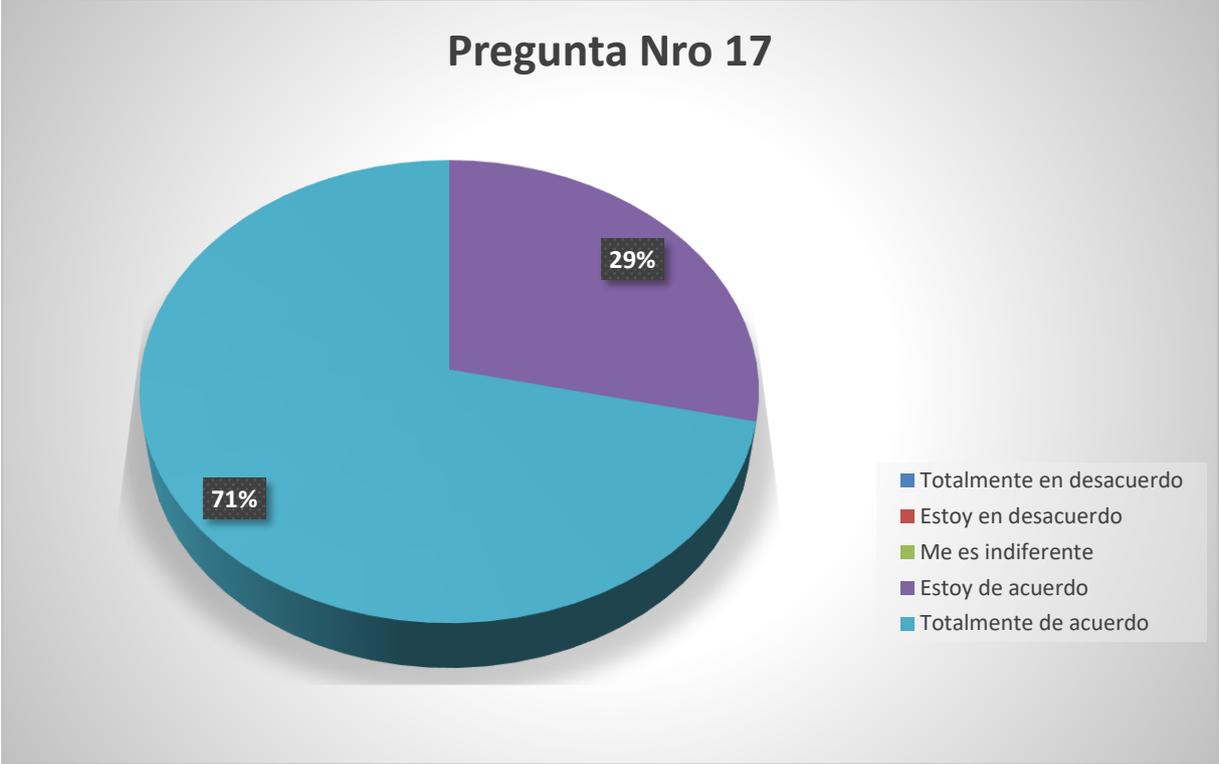


Fuente: Datos propios de la investigación, 2023.

En la figura 32, se logra ver que el 86% de los encuestados están totalmente de acuerdo y el 14% de los encuestado están de acuerdo, estos son los resultados para la pregunta Nro. 16.

Figura 33

Pregunta Nro. 17; “Las tecnologías y herramientas que brinda la industria 4.0 agregan valor a la cadena de producción y se tiene un monitoreo en tiempo real en el proceso de procesamiento del material (actividades que realiza operaciones planta)”

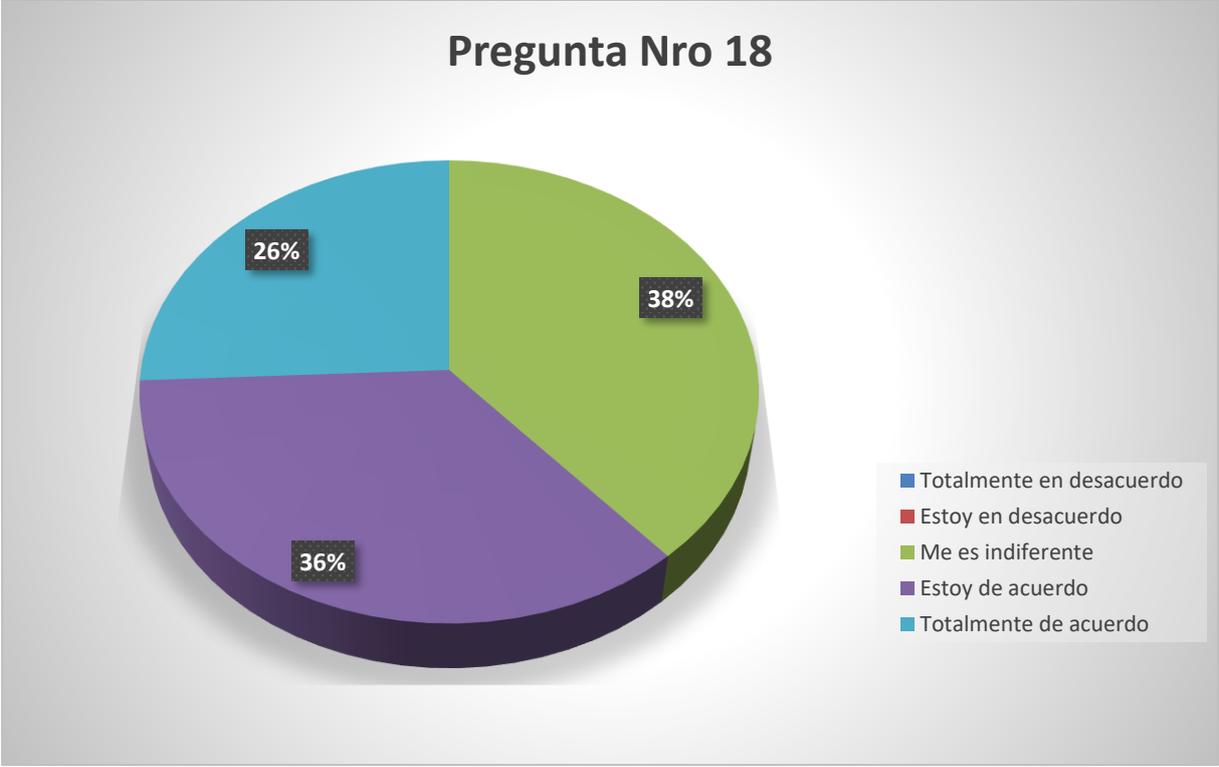


Fuente: Datos propios de la investigación, 2023.

En la figura 33, se logra ver que el 71% de los encuestados están totalmente de acuerdo y el 29% de los encuestado están de acuerdo, estos son los resultados para la pregunta Nro. 17.

Figura 34

Pregunta Nro. 18; “Considera que la información obtenida por las tecnologías de la industria 4.0 en el transporte del concentrado de cobre son 100% fiables y verídicas.”

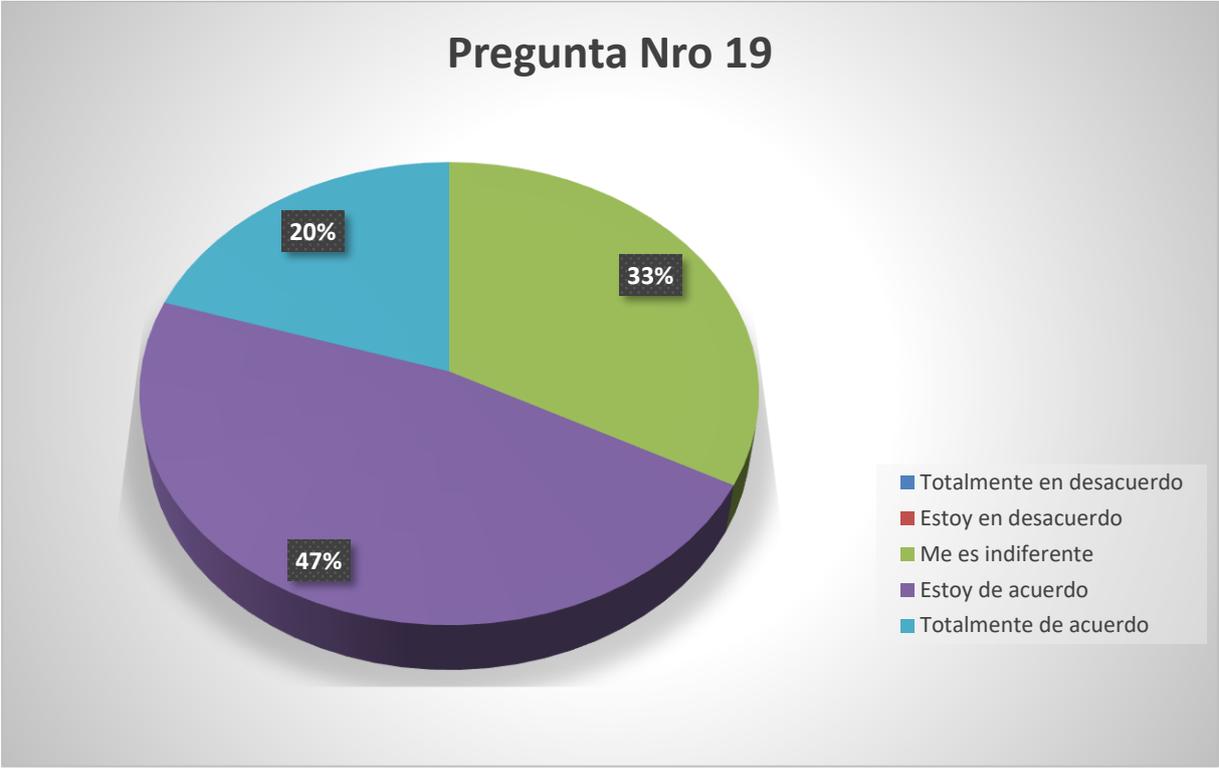


Fuente: Datos propios de la investigación, 2023.

En la figura 34, se logra ver que el 26% de los encuestados están totalmente de acuerdo, el 36% de los encuestado están de acuerdo y el 38% de los encuestados son indiferentes, estos son los resultados para la pregunta Nro. 18.

Figura 35

Pregunta Nro. 19; “Considera que la información obtenida por las tecnologías de la industria 4.0 en la comercialización del concentrado de cobre son 100% fiables y verídicas.”

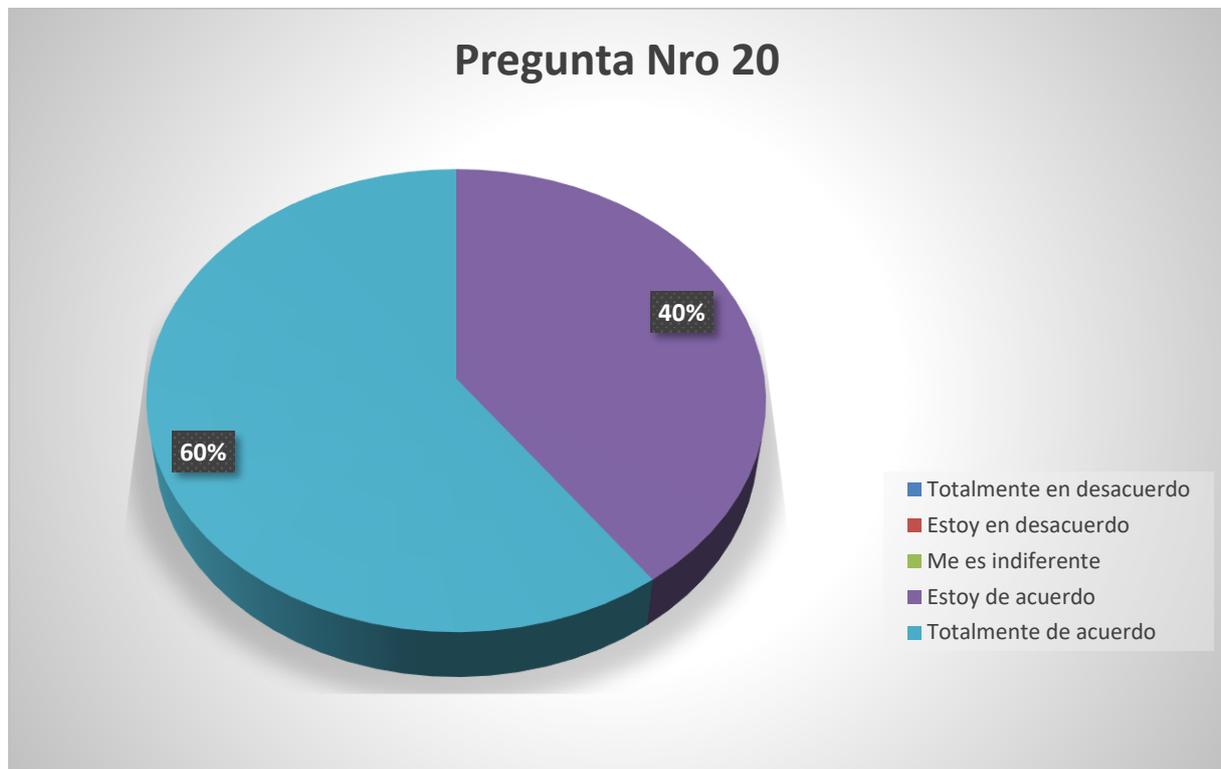


Fuente: Datos propios de la investigación, 2023.

En la figura 35, se logra ver que el 20% de los encuestados están totalmente de acuerdo, el 47% de los encuestado están de acuerdo y el 33% de los encuestados son indiferentes, estos son los resultados para la pregunta Nro. 19.

Figura 36

Pregunta Nro. 20; “Considera que la información obtenida por las tecnologías de la industria 4.0 brindan una mayor rentabilidad en la obtención del concentrado de cobre.”



Fuente: Datos propios de la investigación, 2023.

En la figura 36, se logra ver que el 60% de los encuestados están totalmente de acuerdo y el 40% de los encuestados están de acuerdo, estos son los resultados para la pregunta Nro. 20.

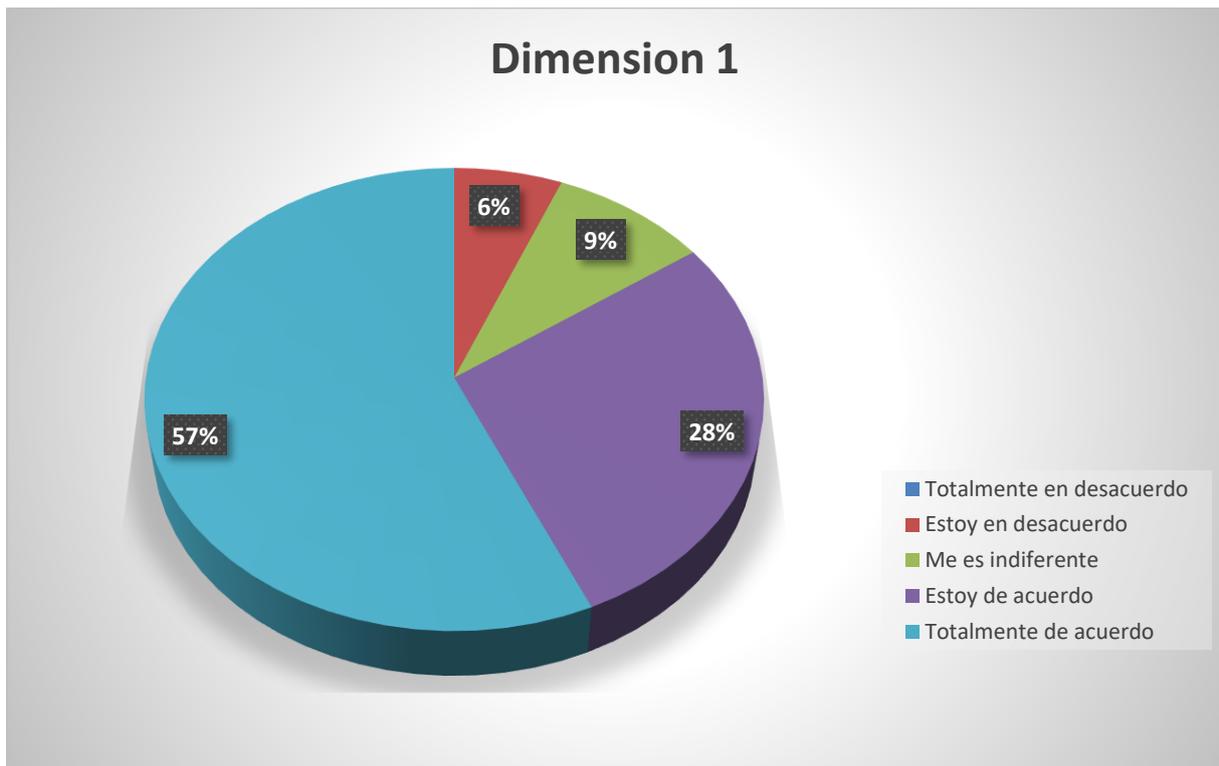
4.2.3. Resultado del cuestionario por dimensiones

Luego de realizar un análisis de las respuestas obtenidas se procede a agruparlos por dimensiones de la cual arroja una visión integral de la percepción de los encuestados en relación con los aspectos claves de la investigación, esto permite

identificar si las dimensiones tienen un alto impacto en el proceso.

Figura 37

Dimensión Nro. 1; Agrupamiento de respuestas del total que están relacionadas con la “Dimensión de Innovación.”

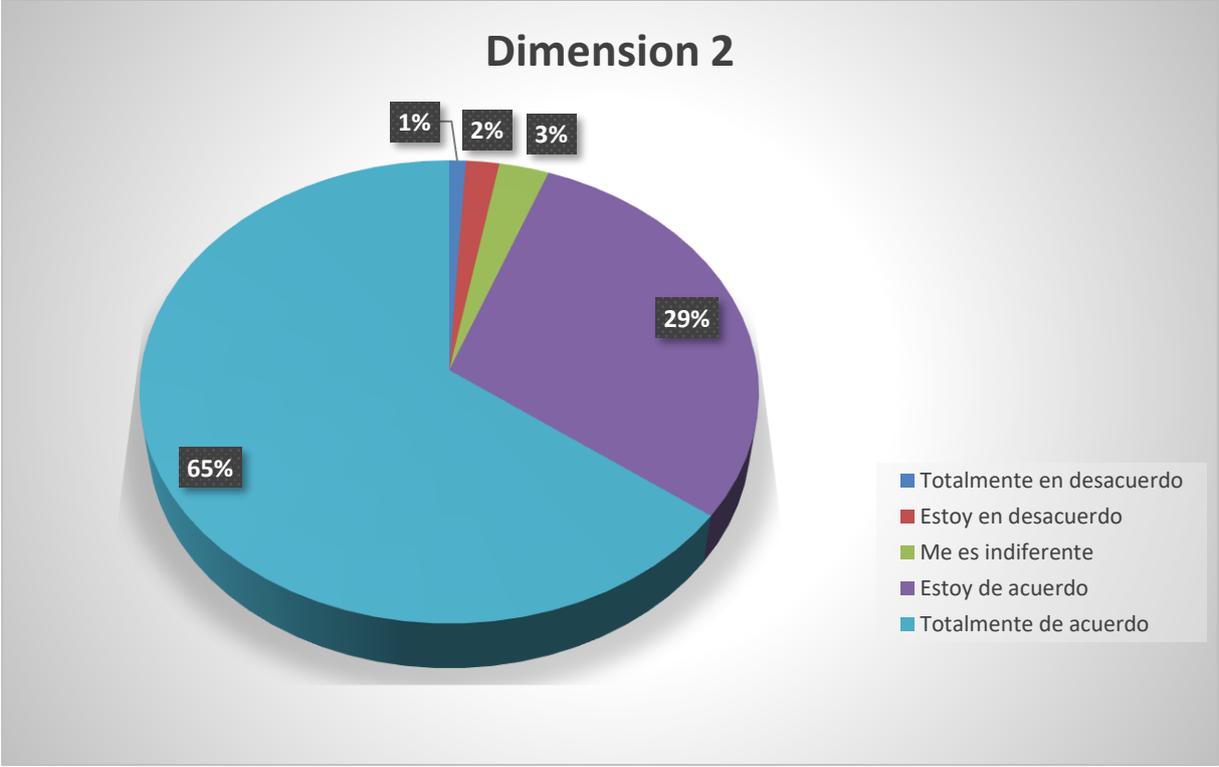


Fuente: Datos propios de la investigación, 2023.

En la figura 37, se logra ver que el 57% de los encuestados están totalmente de acuerdo, el 28% de los encuestado están de acuerdo, el 9% de los encuestados son indiferentes y el 6% de los encuestados están en desacuerdo, estos son los resultados para la dimensión Nro. 1.

Figura 38

Dimensión Nro. 2; Agrupamiento de respuestas del total que están relacionadas con la “Dimensión de la Digitalización.”

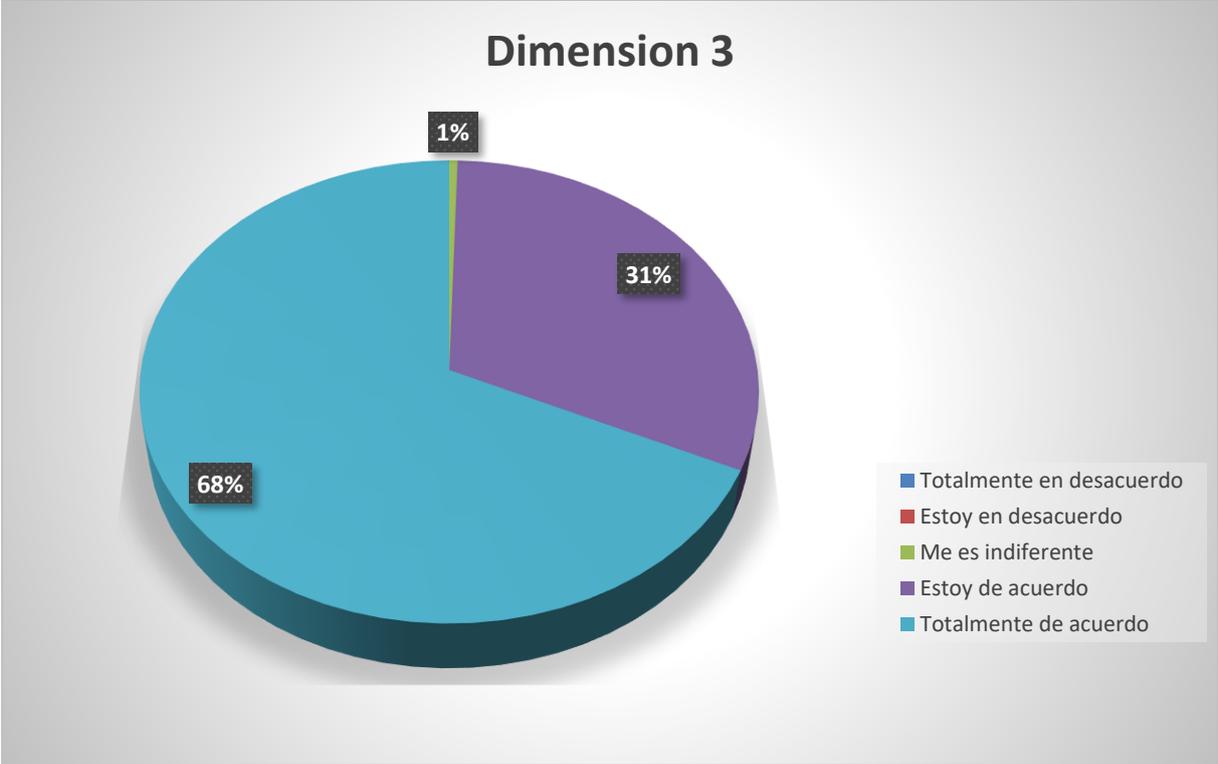


Fuente: Datos propios de la investigación, 2023.

En la figura 38, se logra ver que el 65% de los encuestados están totalmente de acuerdo, el 29% de los encuestado están de acuerdo, el 3% de los encuestados son indiferentes, el 2% de los encuestados están en desacuerdo y el 1% de los encuestados están totalmente en desacuerdo, estos son los resultados para la dimensión Nro. 2.

Figura 39

Dimensión Nro. 3; Agrupamiento de respuestas del total que están relacionadas con la “Dimensión de la Interconectividad.”

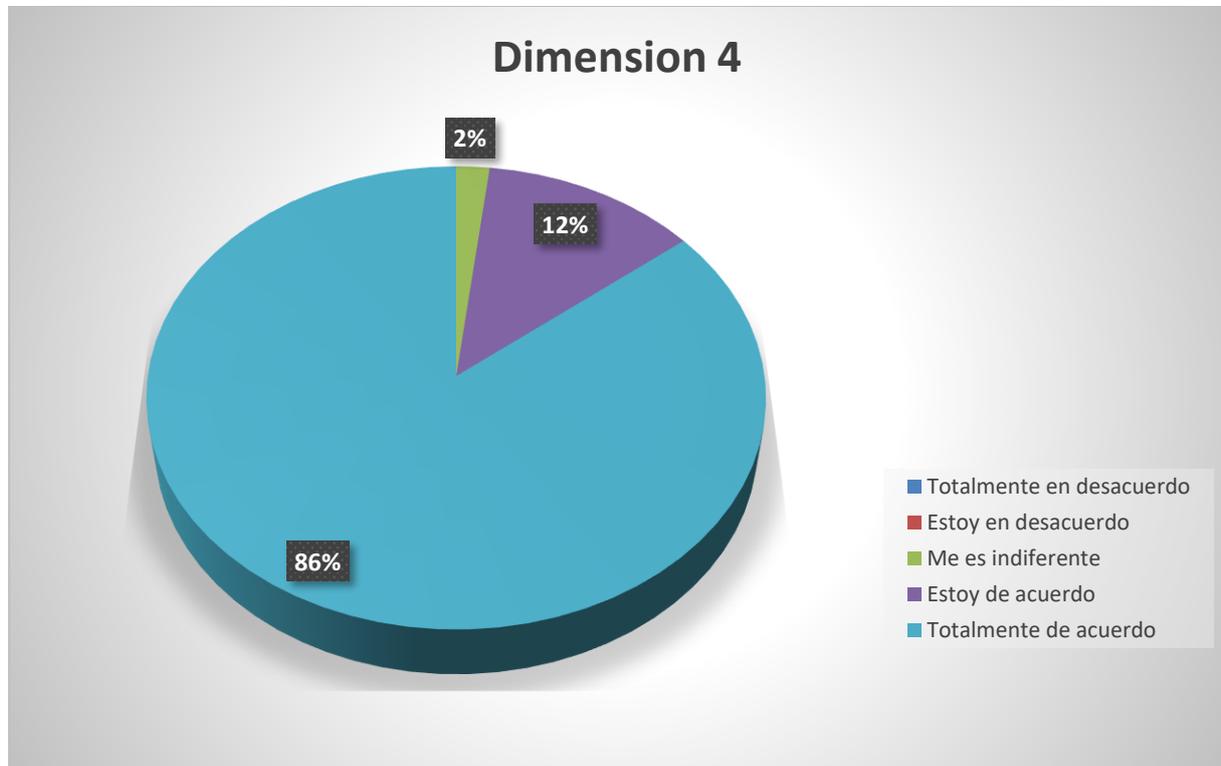


Fuente: Datos propios de la investigación, 2023.

En la figura 39, se logra ver que el 68% de los encuestados están totalmente de acuerdo, el 31% de los encuestado están de acuerdo y el 0.5% de los encuestados son indiferentes, estos son los resultados para la dimensión Nro. 3.

Figura 40

Dimensión Nro. 4; Agrupamiento de respuestas del total que están relacionadas con la “Dimensión de la perforación, carguío y traslado de material en operaciones mina.”

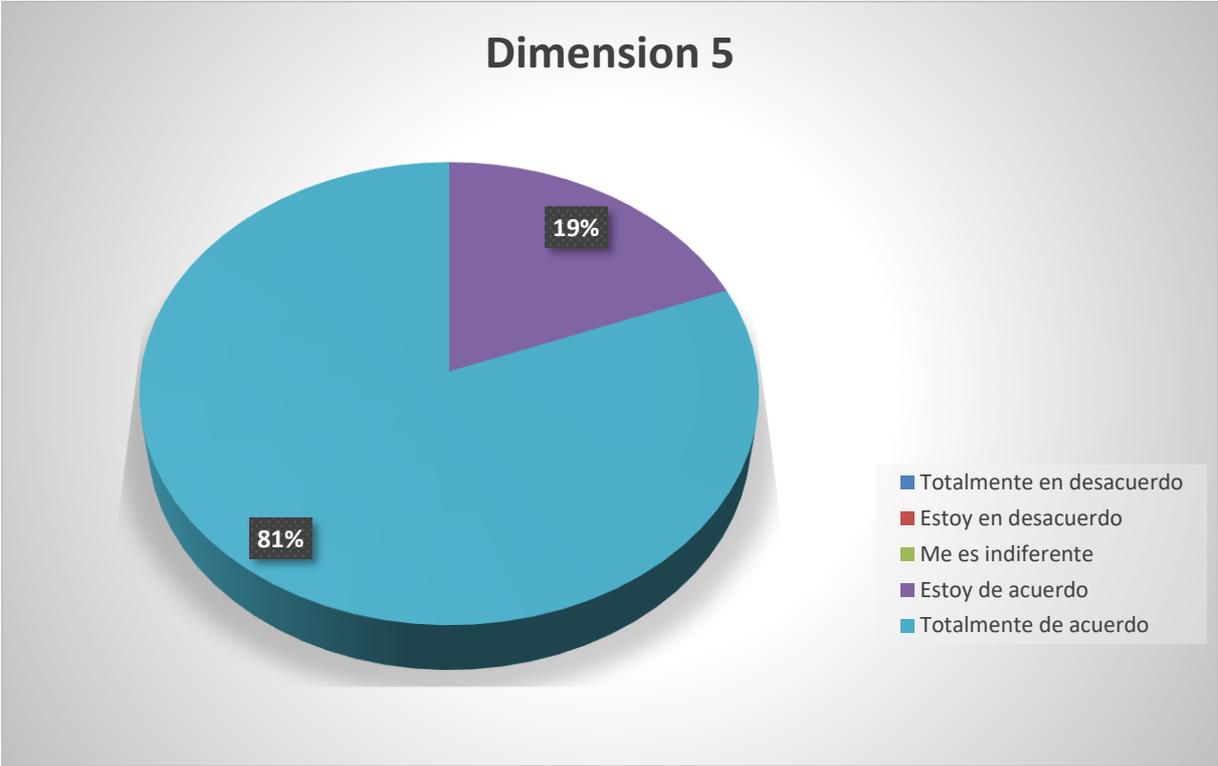


Fuente: Datos propios de la investigación, 2023.

En la figura 40, se logra ver que el 86% de los encuestados están totalmente de acuerdo, el 12% de los encuestado están de acuerdo y el 2% de los encuestados son indiferentes, estos son los resultados para la dimensión Nro. 4.

Figura 41

Dimensión Nro. 5; Agrupamiento de respuestas del total que están relacionadas con la “Dimensión del chancado, tratamiento y procesamiento de material en operaciones planta.”

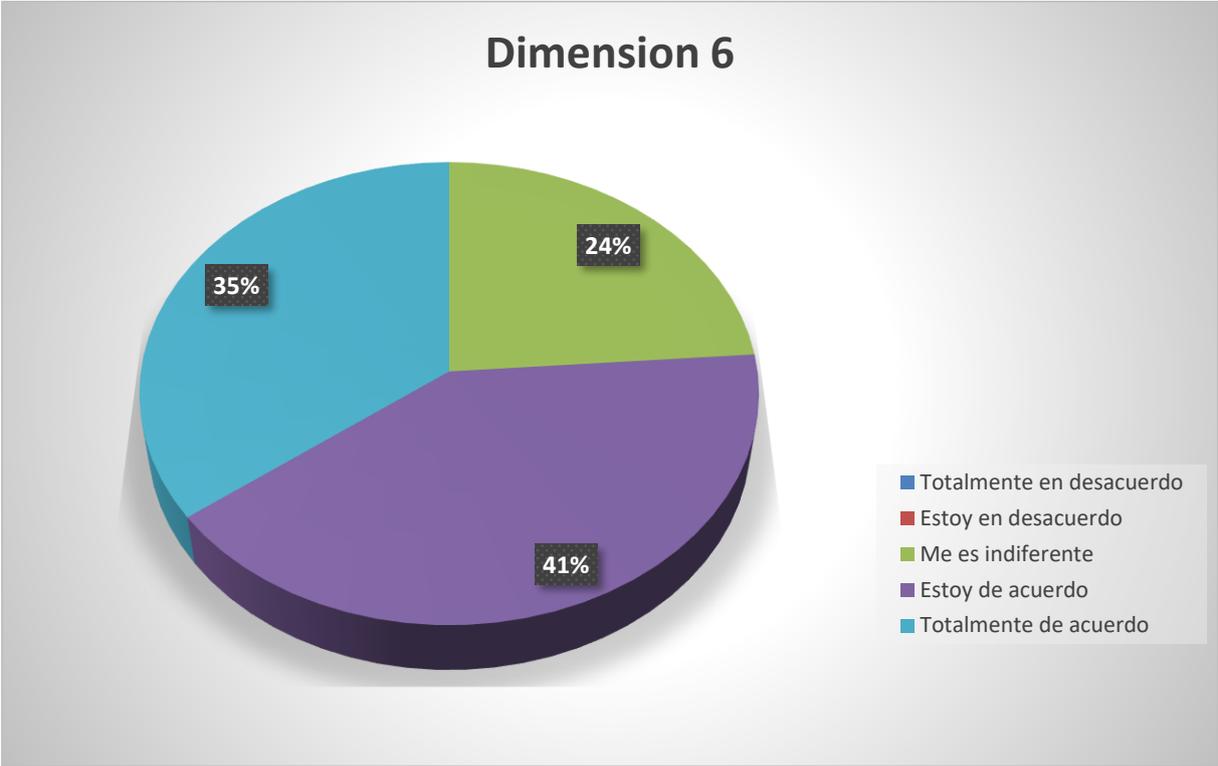


Fuente: Datos propios de la investigación, 2023.

En la figura 41, se logra ver que el 81% de los encuestados están totalmente de acuerdo y el 19% de los encuestado están de acuerdo, estos son los resultados para la dimensión Nro. 5.

Figura 42

Dimensión Nro. 6; Agrupamiento de respuestas del total que están relacionadas con la “Dimensión del transporte, comercialización y rentabilidad del concentrado de cobre.”



Fuente: Datos propios de la investigación, 2023.

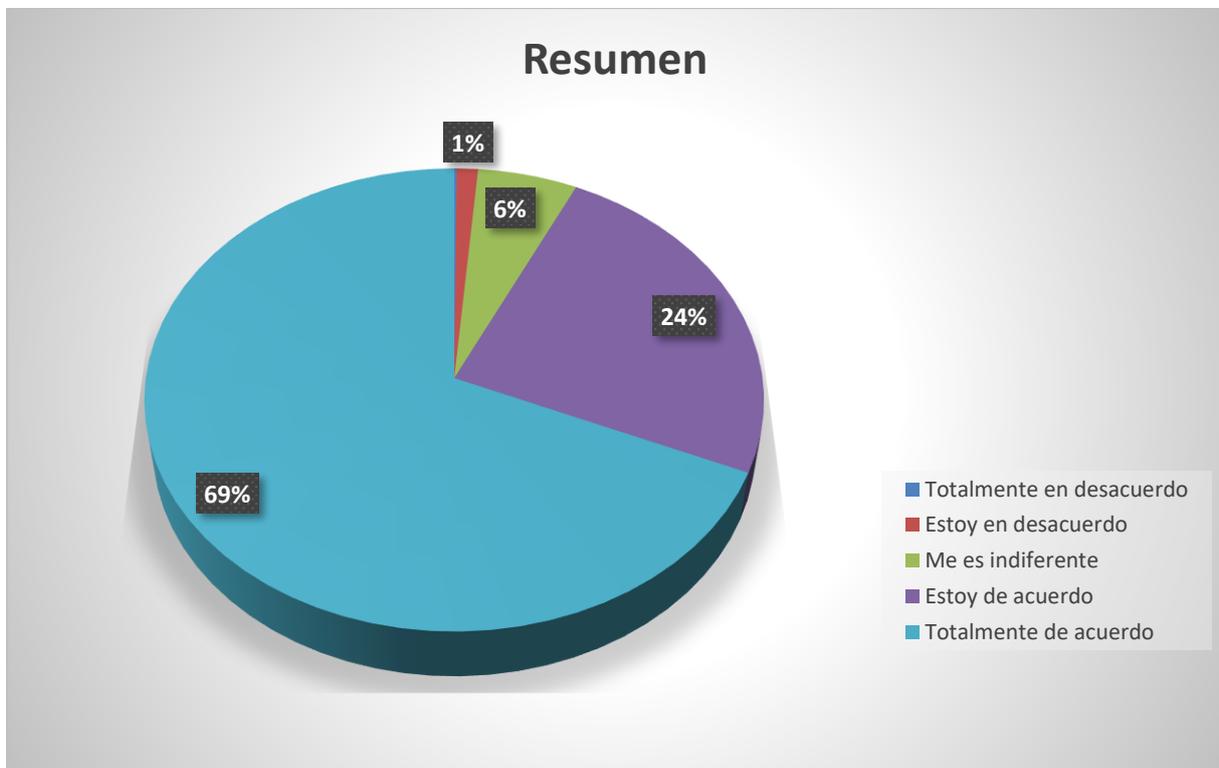
En la figura 42, se logra ver que el 35% de los encuestados están totalmente de acuerdo, el 41% de los encuestado están de acuerdo y el 24% de los encuestados son indiferentes, estos son los resultados para la dimensión Nro. 6.

4.2.4. Resumen de los resultados

Después de hacer un análisis de los resultados que se tuvo por cada pregunta formulada en el cuestionario y de realizar el agrupamiento de las preguntas por dimensiones se procede a presentar un resumen del total de respuestas, esto permite tener una visión panorámica de la encuesta que se realizó a los encuestados.

Figura 43

Resumen del total de las respuestas que se obtuvo.



Fuente: Datos propios de la investigación, 2023.

Al realizar la interpretación de los resultados en la figura 43, se logra ver que el 69% de los encuestados están totalmente de acuerdo, el 24% de los encuestado están de acuerdo, el 6% de los encuestados son indiferentes y el 1% de los encuestados están en desacuerdo.

4.2.5. Confiabilidad de los datos obtenidos

Puesto que deseamos conocer la validez o grado de fiabilidad de nuestros datos obtenidos en la ejecución de nuestro cuestionario, recurriremos a la determinación del Alfa de Cronbach y lo haremos utilizando el software estadístico SPSS y el programa Python que específicamente hallará el alfa(α) calculado mediante la matriz de correlación definida en la ecuación:

$$\alpha = \frac{np}{1 + p(n - 1)}$$

Donde:

α = Alfa de Cronbach

n = Número de Ítems

p = Promedio de las correlaciones lineales de cada uno de los Ítems

Figura 44

Rango del grado de confiabilidad

Intérvalo al que pertenece el coeficiente alfa de Cronbach	Valoración de la fiabilidad de los Items Analizados
De 0,81 a 1	Confiabilidad Alta
De 0,61 a 0,8	Confiabilidad buena
De 0,41 a 0,6	Confiabilidad moderada
De 0,21 a 0,4	Confiabilidad baja
De 0,01 a 0,2	Confiabilidad muy baja

Fuente: Coeficiente Alpha de Cronbach, 2023.

Figura 45

Resultado obtenido utilizando el software SPSS

Estadísticas de fiabilidad	
Alfa de Cronbach	N de elementos
.455	18

Fuente: Datos propios de la investigación, 2023.

Figura 46

Resultado obtenido utilizando el programa Python

```
import pandas as pd
from scipy import stats

# Carga el archivo Excel
excel_file_path = "/content/Encuesta de Impacto de la Industria 4.0 en el Sector Minero del Perú (Respuestas).xlsx" # Reemplaza con la ruta de tu archivo
nombre_hoja = 'Rps_finales'
n_filas_max = 70

df = pd.read_excel(excel_file_path, sheet_name=nombre_hoja, nrows=n_filas_max)

# Seleccionar la matriz de datos (puedes elegir las columnas que necesitas)
data_matrix = df[['P03', 'P04', 'P05', 'P06', 'P07', 'P08', 'P09', 'P10', 'P11', 'P12', 'P13', 'P14', 'P15', 'P16', 'P17', 'P18', 'P19', 'P20']] # Reemplaza con tus columnas

# Calcula el coeficiente Alfa de Cronbach
def calcular_alfa_cronbach(matriz):
    num_items = matriz.shape[1]
    suma_varianzas_items = matriz.var(axis=0, ddof=1).sum()
    varianza_total = matriz.sum(axis=1).var(ddof=1)

    alfa_cronbach = (num_items / (num_items - 1)) * (1 - suma_varianzas_items / varianza_total)

    return alfa_cronbach

alfa_cronbach = calcular_alfa_cronbach(data_matrix)
print("Coeficiente Alfa de Cronbach:", alfa_cronbach)

Coeficiente Alfa de Cronbach: 0.4546814878153056
```

Fuente: Datos propios de la investigación, 2023.

Interpretación de los resultados

El cálculo del coeficiente alfa de Cronbach para la presente investigación se reveló como un paso crucial en la evaluación de la fiabilidad y consistencia de las preguntas utilizadas en las dimensiones relacionadas con la industria 4.0 en la minería

del Perú, este coeficiente proporciona una medida confiable de la consistencia interna de las preguntas en cada dimensión lo que significa que nos permite evaluar si las preguntas planteadas en la encuesta miden de manera coherente los constructores subyacentes que representan.

Los resultados del coeficiente alfa de Cronbach en esta investigación ayudarán a determinar la robustez de nuestras mediciones y respaldarán la validez interna de los datos recopilados, lo que es esencial para generar hallazgos confiables y respaldar las conclusiones de este estudio en el capítulo de resultados. Se tiene el valor de 0.455 con el software SPSS, ver figura 45 y 0.454 con el programa Python, ver figura 46, al momento de contrastar este valor con el rango del grado de confiabilidad ver figura 44, se obtuvo como resultado un grado de confiabilidad moderada, esto quiere decir que es aceptable en cierta medida.

4.2.6. Validación de hipótesis de investigación

Hipótesis alterna

Mediante el análisis de la industria 4.0, se podrá conocer cómo influye significativamente en la minería del Perú.

Hipótesis nula

Mediante el análisis de la industria 4.0, no se podrá conocer cómo influye significativamente en la minería del Perú.

Según estadística se realizó la aplicación del coeficiente de Rho de Spearman

en la detección de correlación es apropiada en este contexto debido a que los datos recopilados y las dimensiones abordadas en la investigación con cualitativas. Dado que el coeficiente de Spearman se basa en las clasificaciones de los datos en lugar de sus valores numéricos, es una herramienta valiosa para evaluar las relaciones entre variables ordinales o cualitativas, este enfoque estadístico permite obtener posibles correlaciones entre las variables de interés de manera robusta, sin depender de la suposición de distribución normal de los datos, lo que respalda la solidez de los análisis y conclusiones de la investigación.

Para la determinación de correlación se tomó la variable dependiente “Minería en el Perú” que es el resultado de la variable independiente “Industria 4.0”, el resultado de este análisis se podrá indicar si hay una correlación positiva, negativa o nula entre la adopción de las tecnologías que brinda la Industria 4.0 y algún aspecto de la industria minera en el Perú, se utiliza el software SPSS y el programa Python para hallar el valor de este coeficiente.

Figura 47

Referencia de rango de valores para determinar el grado de correlación entre dos variables

RANGO	RELACIÓN
-0.91 a -1.00	Correlación negativa perfecta
-0.76 a -0.90	Correlación negativa muy fuerte
-0.51 a -0.75	Correlación negativa considerable
-0.11 a -0.50	Correlación negativa media
-0.01 a -0.100	Correlación negativa debil
0.00	No existe Correlación
+0.01 a +0.10	Correlación positiva debil
+0.11 a +0.50	Correlación positiva media
+0.51 a +0.75	Correlación positiva considerable
+0.76 a +0.90	Correlación positiva muy fuerte
+0.91 a +1.00	Correlación positiva perfecta

Fuente: Contreras y Ramirez, 2019.

Figura 48

Resultado obtenido utilizando el software SPSS

			Industria 4.0	Minería en el Perú
Rho de Spearman	Industria 4.0	Coefficiente de correlación	1.000	.599**
		Sig. (bilateral)	.	<.001
		N	70	70
	Minería en el Perú	Coefficiente de correlación	.599**	1.000
		Sig. (bilateral)	<.001	.
		N	70	70

** . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

Fuente: Datos propios de la investigación, 2023

Figura 49

Resultado obtenido utilizando el programa Python

```
import pandas as pd
from scipy import stats

# Carga el archivo Excel
excel_file_path = "/content/Encuesta de Impacto de la Industria 4.0 en el Sector Minero del Perú (Respuestas).xlsx" # Reemplaza con la ruta de tu archivo
nombre_hoja = 'Rps_finales'
n_filas_max = 70
df = pd.read_excel(excel_file_path, sheet_name=nombre_hoja, nrows=n_filas_max)

# Seleccionar la matriz de datos (puedes elegir diferentes columnas o filas)
data_matrix_2 = df[['Var1', 'Var2']] # Reemplaza con tus columnas

# Calcula el coeficiente de correlación de Spearman
rho_spearman, p_value = stats.spearmanr(data_matrix_2)
p_value_bilateral=p_value/2
print("Coeficiente Rho de Spearman:", rho_spearman)
```

Coeficiente Rho de Spearman: 0.5986987732093806

Fuente: Datos propios de la investigación, 2023

Interpretación de los resultados

La obtención del coeficiente de correlación de Rho de Spearman en la investigación tiene una gran importancia, mide la fuerza y dirección de la asociación entre las variables, es posible determinar si existe una correlación significativa entre estas variables y si esta relación es positiva o negativa, es fundamental para identificar patrones que puedan ayudar a respaldar la hipótesis de la investigación y comprender la dinámica entre la Industria 4.0 y la Minería en el Perú en donde proporcionará una base sólida para las conclusiones finales de la investigación.

Los resultados del coeficiente de correlación de Rho de Spearman en esta investigación ayudan a determinar la solidez de nuestras mediciones y respaldarán la validez interna de los datos recopilados. Se obtuvo el valor de 0.599 con el software SPSS, ver figura 48 y 0.598 con el programa Python, ver figura 49, al momento de contrastar este valor con el rango del grado de correlación, ver figura 47. Se obtuvo como resultado que se tiene un grado de correlación positiva considerable, esto quiere decir que las variables si tienen una correlación, finalmente se tiene que descartar la hipótesis nula y aceptar la hipótesis alterna.

CAPITULO V SUGERENCIAS

Estudiar las Barreras de Implementación de la Industria 4.0, al realizar una investigación de las barreras y desafíos que enfrentan las empresas mineras en la adopción de tecnologías de la Industria 4.0, como problemas de inversión, capacitación de personal y resistencia al cambio, para comprender mejor cómo superar estos obstáculos.

Explorar el Papel de la Sostenibilidad en el medio ambiente, dentro de una futura investigación podría centrarse en cómo la Industria 4.0 puede contribuir a la sostenibilidad ambiental y social en la minería peruana, evaluando su influencia en la reducción de impactos negativos y en la creación de empleo en comunidades locales.

Incorporar Estudios de Caso que permitan Complementar los datos cuantitativos con estudios de caso detallados de empresas mineras que han implementado tecnologías de la Industria 4.0, lo que proporcionaría ejemplos concretos de su impacto en el terreno. Realizar entrevistas en profundidad con encuestados seleccionados para comprender mejor sus percepciones y experiencias, lo que puede proporcionar información cualitativa valiosa.

Analizar el Costo-Beneficio de las Tecnologías 4.0 al momento de realizar un análisis de costo-beneficio más detallado para evaluar si las inversiones en tecnologías de la Industria 4.0 son justificables en términos económicos y si conducen a una mayor rentabilidad.

RECOMENDACIONES

Se recomienda promover la adopción de la industria 4.0 ya que este estudio ha demostrado un impacto significativo de la Industria 4.0 en la minería del Perú, se recomienda que las empresas mineras continúen y aceleren la adopción de estas tecnologías. Esto incluye la inversión en formación y capacitación del personal en las nuevas tecnologías y la actualización constante de sus sistemas.

Generar una investigación continua debido que el grado de confiabilidad de los datos obtenidos en la encuesta tiene un nivel moderado, se sugiere que futuras investigaciones realicen un esfuerzo adicional para mejorar la precisión de los resultados. Esto podría implicar la ampliación de la muestra, la aplicación de técnicas estadísticas más avanzadas y la validación de resultados a través de múltiples fuentes.

Fomentar y crear ambientes de trabajo en colaboración de la Industria minera, las diversas empresas mineras y los actores de la industria en el Perú y se debe de promover la colaboración y el intercambio de información relacionada con la Industria 4.0. De tal manera llegar a compartir las mejores prácticas y lecciones aprendidas encontradas y así poder acelerar la adopción de estas tecnologías en todo el sector.

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos respaldan la hipótesis principal que afirmaba que la adopción de tecnologías de la Industria 4.0 tiene un impacto significativo en la minería del Perú. El porcentaje del 69% de encuestados que estuvieron totalmente de acuerdo esto sugiere una correlación positiva entre la adopción de estas tecnologías y la percepción de los participantes sobre su impacto en la industria minera. Esta investigación ha logrado analizar de manera sólida y convincente el impacto de la industria 4.0 en la minería del Perú. Los resultados confirman que la Industria 4.0 tiene un papel sustancial en la industria minera del país, respaldando así el objetivo principal de la investigación.

Se realizó un estudio detallado de la Industria 4.0 en la Minería Peruana donde se logró validar que el estudio de la industria 4.0 influye significativamente en la industria minera en el Perú, a través de este trabajo se pudo alcanzar con uno de los objetivos específicos. Esto proporciona una visión detallada y valiosa de cómo estas tecnologías están siendo implementadas y percibidas por las personas involucradas y sector minero.

Con la presente investigación se ha identificado claramente que la influencia de la industria 4.0 en la minería del Perú tiene un nivel muy alto. Los datos y resultados de la encuesta revelan que estas tecnologías están afectando y mejorando diversos aspectos de las operaciones mineras, apoyando así el segundo objetivo específico, adicionalmente esta influencia establece una base sólida para la comprensión de la transformación digital en la industria minera peruana.

BIBLIOGRAFÍA

- Antunes, J., Pinto, A., Reis, P. y Henriques, C. (2018). Industry 4.0: a challenge of competition. *Industria 4.0: Un Desafío Competitivo. Millenium - Journal of Education, Technologies, and Health*, 2(6), 89–97.
- Anuario minero. (2022). Ministerio de Energía y Minas
- Boletín Estadístico Minero (2023). Inversiones mineras se posiciona como factor importante en la economía peruana. Ministerio de Energía y Minas.
- Canz, M., Espinoza, P. y Balboa, R. (2021). Innovaciones exitosas para una minería digital 4.0 en el bicentenario. Colegio de Ingenieros del Perú.
- Carro Suárez, J., Flores Salazar, F., Flores Nava, I. y Hernández Hernández, R. (2019). Industria 4.0 y manufactura digital: Un método de diseño aplicando ingeniería inversa. *Ingeniería*, 24(1), 6-28.
- Ernst & Young. (2022). Transformación con sentido digital 2022: Madurez digital de las organizaciones en Perú
- Ernst & Young. (2022). Transformación con sentido digital, Un nuevo ritmo en la madurez digital de Latinoamérica.
- Ferrer, A. (2022). Historia de la globalización II: La Revolución Industrial y el segundo orden mundial. Fondo de Cultura Económica Argentina.
- Gökalp, E., Şener, U. y Eren, P. (2017). Development of an Assessment Model for Industry 4.0: Industry 4.0-MM. *International Conference on Software Process Improvement and Capability Determination*. 128-142. Springer, Cham.
- González-Páramo, J. M. (2018). Cuarta revolución industrial, empleo y estado de bienestar. In *Anales de la Real Academia de Ciencias Morales y Políticas* (pp. 89-113). Ministerio de Justicia.

Hernández Sampieri, R. (2014). Metodología de la investigación. McGraw Hill Education, 6ta edición. ISBN 978-1-4562-2396-0

Huezo Casillas, J. y Mino Garnica, L. (2022). Retos en el diseño de operaciones metalúrgicas.

International Society of Automation ISA 95 (2023). Integración de Sistemas de Control

Schwab, K. (2020). La cuarta revolución industrial. Futuro Hoy, 1(1), 06-10.

Luna Cordova, H. (2022). Potencial minero del Perú y su impacto en la economía. Instituto Geológico Minero y Metalúrgico INGEMMET

Martínez Aguiló, J., y Juan, J. (2019). Industria 4.0: La transformación digital en la industria. Editorial UOC.

Ministerio de Energía y Minas. (2023). Ley general de Minería Texto Único Ordenado, Aprobado por decreto supremo N°014-92-EM-

Ministerio de Energía y Minas. (2023). Mapa de principales unidades mineras en producción.

Ortiz Clavijo, L., Fernández Ledesma, J., Cadavid Nieto, S. y Gallego Duque, C. (2019). Computación en la Nube, estudio de herramientas orientadas a la Industria 4.0. Lámpsakos, 1(20), 68–75.

Osinergmein (2017). La industria de la Minería en el Perú, 10 años de contribución al crecimiento y desarrollo económico del país.

Peralta Abarca, Jesús del Carmen, Enríquez Urbano, J., y Martínez Bahena, B. (2020). Industria 4.0. Inventio, La Génesis De La Cultura Universitaria En Morelos, (39)

Producción Nacional. (2023). Informe Técnico Nro 07 Julio 2023. INEI.

Programa de integración minera. (2020). Memoria anual PIM 2020. Ministerio de Energía a Minas.

- Robles, R., Foladori, G., y Záyago Lau, É. (2020). Industria 4.0 en la minería mexicana. *Revista De El Colegio De San Luis*, 10(21).
- Salomón, L., Ortiz, A., & Cordero, V. (2018). Productividad del proceso minero, más allá de la producción. *Universidad Ciencia y Tecnología*, 22(89).
- Schwab, K. (2020). La cuarta revolución industrial. *Futuro Hoy*, 1(1), 06-10.
- Silva Atencio, G., Valverde Porras, M. y Umaña Ramírez, M. (2022). Impulso de la industria 4.0 en épocas de COVID-19: Caso de las empresas tecnológicas costarricenses. *Tecnología En Marcha*, 35(1), 225-235.
- Sirinanda, K. (2022). Sustainable mining in an AI-driven world.
- Valdez Nolasco, F. (2022). La minería peruana retos y reflexiones. Colegio de Ingenieros del Perú. Concejo Departamental de Lima.
- Villa Santana, L., Hernández Huerta, H. y Hernández Calzada, M. (2019). La innovación en los modelos de estructura organizacional a través del tiempo. *TENDENCIAS*, 43.

ANEXOS

Anexo 1 envió de invitaciones para responder el cuestionario

 Junior Calsino Grovas

 iMBA, Ing. Juan Pari Barrera. • 18:10

Estimado Junior. Me encuentro realizando una investigación sobre el "Impacto de la industria 4.0 en el sector minería del Perú, 2023", que forma parte de mi tesis de postgrado, tu opinión en la presente encuesta me será de mucha ayuda para conocer el nivel de madurez digital de la industria minera peruana en la que se encuentra, de antemano muy agradecido por el tiempo dedicado, slds.

<https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSe8wk9OOM4hhFz7kpdPZ5-LQYn605AEnTyvm0PSID9sC9mdVg/viewform>



El Impacto de la Industria 4.0 del sector Minería en

 Luis Reynafarge
Activo ahora

 iMBA, Ing. Juan Pari Barrera. • 21:10

Estimado Luis. Me encuentro realizando una investigación sobre el "Impacto de la industria 4.0 en el sector minería del Perú, 2023", que forma parte de mi tesis de postgrado, y veo que tu perfil profesional se alinea a la muestra predefinida, tu opinión en la presente encuesta me será de mucha ayuda para conocer el nivel de madurez digital de la industria minera peruana en la que se encuentra, de antemano muy agradecido por el tiempo dedicado, slds.

<https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSe8wk9OOM4hhFz7kpdPZ5-LQYn605AEnTyvm0PSID9sC9mdVg/viewform>



El Impacto de la Industria 4.0 del sector Minería en

Alexander Chacón
Disponible en versión móvil

iMBA, Ing. Juan Pari Barrera. • 18:18

Estimado Alexander. Me encuentro realizando una investigación sobre el "Impacto de la industria 4.0 en el sector minería del Perú, 2023", que forma parte de mi tesis de postgrado, tu opinión en la presente encuesta me será de mucha ayuda para conocer el nivel de madurez digital de la industria minera peruana en la que se encuentra, de antemano muy agradecido por el tiempo dedicado, slds.

<https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSe8wk9OOM4hhFz7kpdPZ5-LQYn605AEnTyvm0PSID9sC9mdVg/viewform>



The screenshot shows a Google Form with a green header. The title is "El Impacto de la Industria 4.0 del sector Minería en el Perú, 2023". Below the title, it says "Estimado encuestado" and "Me encuentro realizando una investigación en cómo la industrialización 4.0 se encuentra introduciendo e impacta en el sector minería de nuestro Perú." It also mentions "Elabora el presente cuestionario, compuesto por 20 preguntas que permitirán recopilar información de los encuestados desde su punto de vista y experiencia." and "Tiempo estimado: 5 minutos." At the bottom, it says "Para dar respuestas a las preguntas se utilizará un método de escalas del tipo Likert, el cual consiste en dar un rango que va desde un valor menor hasta un valor mayor." and "Your email will be recorded when you submit this form."

Bryce Mancell
Disponible en versión móvil

iMBA, Ing. Juan Pari Barrera. • 21:13

Estimado Bryce. Me encuentro realizando una investigación sobre el "Impacto de la industria 4.0 en el sector minería del Perú, 2023", que forma parte de mi tesis de postgrado, y veo que tu perfil profesional se alinea a la muestra predefinida, tu opinión en la presente encuesta me será de mucha ayuda para conocer el nivel de madurez digital de la industria minera peruana en la que se encuentra, de antemano muy agradecido por el tiempo dedicado, slds.

<https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSe8wk9OOM4hhFz7kpdPZ5-LQYn605AEnTyvm0PSID9sC9mdVg/viewform>



The screenshot shows a Google Form with a green header. The title is "El Impacto de la Industria 4.0 del sector Minería en el Perú, 2023". Below the title, it says "Estimado encuestado" and "Me encuentro realizando una investigación en cómo la industrialización 4.0 se encuentra introduciendo e impacta en el sector minería de nuestro Perú." It also mentions "Elabora el presente cuestionario, compuesto por 20 preguntas que permitirán recopilar información de los encuestados desde su punto de vista y experiencia." and "Tiempo estimado: 5 minutos." At the bottom, it says "Para dar respuestas a las preguntas se utilizará un método de escalas del tipo Likert, el cual consiste en dar un rango que va desde un valor menor hasta un valor mayor." and "Your email will be recorded when you submit this form."



Milton Santos
Disponible en versión móvil



iMBA, Ing. Juan Pari Barrera. • 18:29

Estimado Nilton. Me encuentro realizando una investigación sobre el "Impacto de la industria 4.0 en el sector minería del Perú, 2023", que forma parte de mi tesis de postgrado, y veo que tu perfil profesional se alinea a la muestra predefinida, tu opinión en la presente encuesta me será de mucha ayuda para conocer el nivel de madurez digital de la industria minera peruana en la que se encuentra, de antemano muy agradecido por el tiempo dedicado, slds.

<https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSe8wk9OOM4hhFz7kpdPZ5-LQYn605AEnTyvm0PSID9sC9mdVg/viewform>



Jorge Alejandro Madrid Mena
Disponible en versión móvil



iMBA, Ing. Juan Pari Barrera. • 18:31

Estimado Jorge. Me encuentro realizando una investigación sobre el "Impacto de la industria 4.0 en el sector minería del Perú, 2023", que forma parte de mi tesis de postgrado, y veo que tu perfil profesional se alinea a la muestra predefinida, tu opinión en la presente encuesta me será de mucha ayuda para conocer el nivel de madurez digital de la industria minera peruana en la que se encuentra, de antemano muy agradecido por el tiempo dedicado, slds.

<https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSe8wk9OOM4hhFz7kpdPZ5-LQYn605AEnTyvm0PSID9sC9mdVg/viewform>





Pedro Castellares -Data Science Analytics - Me...

Disponible en versión móvil



iMBA, Ing. Juan Pari Barrera.



Estimado Pedro. Me encuentro realizando una investigación sobre el "Impacto de la industria 4.0 en el sector minería del Perú, 2023", que forma parte de mi tesis de postgrado, y veo que tu perfil profesional se alinea a la muestra predefinida, tu opinión en la presente encuesta me será de mucha ayuda para conocer el nivel de madurez digital de la industria minera peruana en la que se encuentra, de antemano muy agradecido por el tiempo dedicado, slds.

<https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSe8wk9OOM4hhFz7kpdPZ5-LQYn605AEnTyvm0PSID9sC9mdVg/viewform>



Anexo 2 Modelo de cuestionario en Forms



El Impacto de la Industria 4.0 del sector Minería en el Perú, 2023.

xxxjuanxxx@gmail.com [Cambiar cuenta](#) 

Se registrará tu correo electrónico cuando envíes este formulario

* Indica que la pregunta es obligatoria

Las preguntas tendrán un valor de mayor a menor influencia, el 5 tiene una mayor influencia y el 1 tiene una menor influencia.

Medición de escala

5 -> Totalmente de acuerdo
4 -> Estoy de acuerdo
3 -> Me he indiferentes
2 -> Estoy en desacuerdo
1 -> Totalmente en desacuerdo

1.- Te gustaría que la empresa donde labora haga uso de las herramientas que brinda la industria 4.0. *

1 2 3 4 5

Totalmente en desacuerdo Totalmente de acuerdo

2.- La industria 4.0 permite a la organización alcanzar objetivos estratégicos que son propuesto por la alta gerencia. *

1 2 3 4 5

Totalmente en desacuerdo Totalmente de acuerdo

Anexo 3 Matriz de consistencia

MATRIZ DE CONSISTENCIA

Título:	EL IMPACTO DE LA INDUSTRIA 4.0 DEL SECTOR MINERÍA EN EL PERÚ					
Autor:	Ing. Juan Modesto Pari Barrera					
PROBLEMA PRINCIPAL	OBJETIVO PRINCIPAL	HIPÓTESIS PRINCIPAL	VARIABLES	INDICADORES	METODOLOGÍA	POBLACIÓN Y MUESTRA
¿Cuál es el impacto que genera la industria 4.0 del sector Minería en el Perú?	Analizar el impacto de la industria 4.0 del sector minería en el Perú	Mediante el análisis de la industria 4.0, se podrá conocer cómo influye significativamente del sector minería en el Perú	Variable Independiente: Industria 4.0	Documentación de la Industria 4.0	Tipo de investigación: Se utilizará una investigación descriptiva y correlacional	Población: Unidades Mineras del Perú
PROBLEMAS ESPECÍFICOS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	HIPÓTESIS ESPECIFICAS	Variable Dependiente:	Producción de cobre		Muestra: Unidades mineras que obtienen concentrado de cobre

¿Cuál es el estudio de la industria 4.0 del sector minería en el Perú?	Efectuar un estudio de la industria 4.0 del sector minería en el Perú	Mediante el estudio de la industria 4.0, se podrá conocer cómo influye significativamente del sector minería en el Perú	Minería en el Perú	Diseño de investigación: Se utilizará un diseño no experimental del tipo descriptivo	Técnicas: se realizará encuesta
¿Cuál es el nivel de influencia de la industria 4.0 del sector minería en el Perú?	Identificar la influencia de la industria 4.0 del sector minería en el Perú	Mediante la identificación de la influencia de la industria 4.0, se mejorará significativamente del sector minería en el Perú		Alcance de investigación: El alcance será explicativo y exploratorio	Instrumentos: elaboración de cuestionario

Anexo 4