



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

“PROPUESTA DE AUTOMATIZACIÓN DEL SISTEMA DE IZAJE PARA EL PROCESO DE EXTRACCIÓN DE MATERIAL AURÍFERO EN LA EMPRESA MINERA LABOR MINERA MANUEL CASTILLO.”

Proyecto de investigación presentado previo a la obtención del Título de Ingenieros Industriales

Autores:

Blacio Matamoros Kevin Gabriel

Bravo Posos James Alexander.

Tutor:

Ing. MSc. Bladimiro Hernán Navas Olmedo

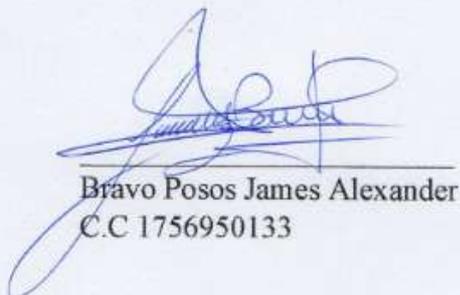
Latacunga – Ecuador

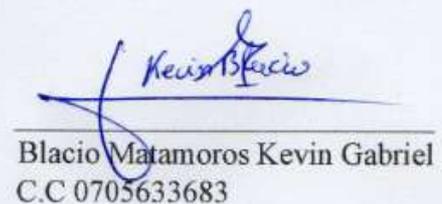
Marzo – 2021

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Yo, BRAVO POSOS JAMES ALEXANDER & BLACIO MATAMOROS KEVIN GABRIEL declaramos ser autores del presente proyecto de investigación: “PROPUESTA DE AUTOMATIZACIÓN DEL SISTEMA DE IZAJE PARA EL PROCESO DE EXTRACCIÓN DE MATERIAL AURÍFERO EN LA EMPRESA MINERA LABOR MINERA MANUEL CASTILLO”, siendo el Ingeniero MSc. BLADIMIRO HERNÁN NAVAS OLMEDO tutor del presente trabajo; y eximo expresamente a la UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de mi exclusiva responsabilidad.


Bravo Posos James Alexander
C.C 1756950133


Blacio Matamoros Kevin Gabriel
C.C 0705633683

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

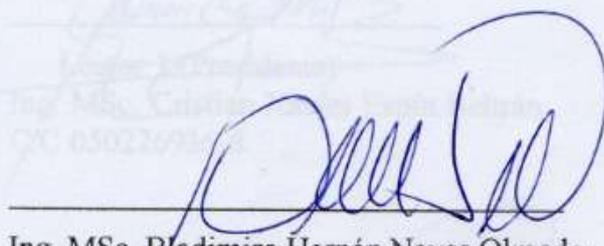
En calidad de Tribunal de Lectores, aprueban el presente informe de investigación de tesis de

En calidad de Tutor del Trabajo de Investigación sobre el título:

“PROPUESTA DE AUTOMATIZACIÓN DEL SISTEMA DE IZAJE PARA EL PROCESO DE EXTRACCIÓN DE MATERIAL AURÍFERO EN LA EMPRESA MINERA LABOR MINERA MANUEL CASTILLO”, de BRAVO POSOS JAMES ALEXANDER y BLACIO MATAMOROS KEVIN GABRIEL de la carrera de INGENIERÍA INDUSTRIAL, considero que dicho Informe Investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científico técnicos suficientes para ser sometidos a la evaluación del Tribunal de Validación de Proyecto que el Consejo Directivo de la FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe, para su correspondiente estudio y calificación.

Latacunga, Marzo 2021.

Atentamente.

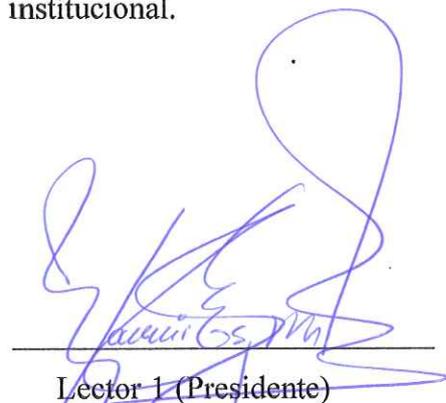

Ing. MSc. Bladimiro Hernán Navas Olmedo
C.C 050069554-9

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

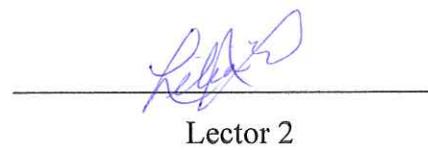
En calidad de Tribunal de Lectores, aprueban el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi, y por la FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS; por cuanto, los postulantes: BLACIO MATAMOROS KEVIN GABRIEL y BRAVO POSOS JAMES ALEXANDER con el título de Proyecto de Titulación: “PROPUESTA DE AUTOMATIZACIÓN DEL SISTEMA DE IZAJE PARA EL PROCESO DE EXTRACCIÓN DE MATERIAL AURÍFERO EN LA EMPRESA MINERA LABOR MINERA MANUEL CASTILLO”, ha considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de Sustentación de Proyecto.

Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

Latacunga, Marzo 2021.



Lector 1 (Presidente)
Ing. MSc. Cristian Xavier Espín Beltrán
C.C 050226936-8



Lector 2
Ing. MSc. Lilia Teonila Cervantes Rodríguez
C.C 175727437-6



Lector 3
Ing. MSc. Ángel Guillermo Hidalgo
Oñate C.C 0503257404

LABOR MINERA "MANUEL CASTILLO"

Dir. Sitio El Cajón, Parroquia Huertas, Cantón Zaruma, Prov. De El Oro

Zaruma, 05 de marzo de 2021.

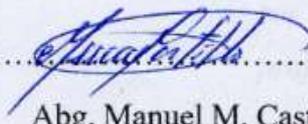
CERTIFICADO.

De mi consideración:

Yo, **Manuel M. Castillo Ochoa** con numero de ciudadanía N° **0701695298**, representante legal de la empresa minera LABOR MINERA "MANUEL CASTILLO", certifico que los Sres.: Blacio Matamoros Kevin Gabriel con número de cedula N° 0705633683, & Bravo Posos James Alexander con número de cedula N° 1756950133, realizaron en las instalaciones de la empresa el proyecto de investigación titulado: "PROPUESTA DE AUTOMATIZACIÓN DEL SISTEMA DE IZAJE PARA EL PROCESO DE EXTRACCIÓN DE MATERIAL AURÍFERO EN LA EMPRESA MINERA LABOR MINERA MANUEL CASTILLO"

El trabajo de investigación final fue entregado a mi persona.

Atentamente;



Abg. Manuel M. Castillo Ochoa
Representante legal LABOR MINERA "MANUEL CASTILLO".
C.C. 0701695298

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Técnica De Cotopaxi, a sus autoridades y profesores por brindarnos todas sus enseñanzas para nuestra realización profesional.

Gratitud especial al MSc. Bladimiro Hernán Navas Olmedo, en calidad de tutor de tesis nos orientó con inmensa capacidad en el desarrollo de la temática y la empresa Labor Minera “MANUEL CASTILLO” por la apertura, confianza y facilidades brindadas.

Los autores.

“La verdadera sabiduría está en reconocer la propia ignorancia”

DEDICATORIA.

Dedico este trabajo de manera especial a DIOS Todo Poderoso que me ha dado la salud y fuerzas necesarias para culminar el presente proyecto investigativo. A mis padres, hermanos y demás familiares; quienes en forma desinteresada me dieron los ánimos y alientos para superarme como persona y contribuyendo al mejoramiento del país.

Kevin Gabriel Blacio Matamoros .

ÍNDICE DE CONTENIDOS

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	i
DECLARACIÓN DE AUTORÍA	ii
AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	iii
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN.....	iv
AVAL EMPRESA LABOR MINERA MANUEL	v
AGRADECIMIENTO	vi
DEDICATORIA.....	vii
ÍNDICE DE TABLAS.....	xii
ÍNDICE DE FIGURAS	xiv
ÍNDICE DE ECUACIONES.....	xvi
RESUMEN.....	xvii
ABSTRACT	xviii
AVAL DE TRADUCCIÓN.....	xix
1. INFORMACIÓN GENERAL.....	1
2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.....	2
3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO.....	2
4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO.....	3
4.1 Beneficiarios directos.....	3
4.2 Beneficiarios indirectos.....	3
5. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	4
5.1 Formulación del problema.....	4
6. OBJETIVOS.....	4
6.1 General.....	4
6.2 Específicos:.....	5
7. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS.....	5
8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA.....	9
8.1 Antecedentes empresariales.....	9
8.2 Planta Labor Minera Manuel Castillo (Zaruma, Provincia del Oro).....	9
8.2.1 Minería subterránea.....	9
8.2.2 Pique o pozo en mina subterránea.....	10
8.2.3 Extracción de material aurífero.....	10
8.2.4 Proceso de polvorín.....	10

8.2.5	Proceso productivo.	10
8.2.6	Proceso de Izaje.	11
8.2.7	Proceso de almacenamiento.....	11
8.3	Automatización en procesos industriales.	11
8.3.1	Sistema de control de la automatización industrial.	12
8.3.2	Elementos de un sistema de control automatizado.	13
8.3.3	Importancia de la automatización industrial.....	14
8.3.4	Objetivos de la automatización industrial.	14
8.3.5	Factores de la automatización.....	14
8.4	Sistemas de Izaje y winches en minería subterránea.	16
8.4.1	Sistema de Izaje.	16
8.4.2	Elementos que componen a un sistema de Izaje.....	17
8.5	Programación con un PLC (controlador lógico programable)	19
8.5.1	Controlador Lógico Programable (PLC)	19
8.5.2	PLC Logo! 230 RCE	19
8.5.3	Lenguajes de programación.....	20
8.6	Simulación.	21
8.6.1	Simulación con SolidWorks.	21
8.6.2	Simulación con ProModel.	23
8.7	Medición del trabajo.....	26
8.7.1	Herramientas para la medición del trabajo.	26
8.8	Capacidad de producción.....	27
8.8.1	Planificación de la capacidad.	27
8.8.2	Cálculo de capacidad.....	28
8.9	Productividad.....	28
8.9.1	Medición de la productividad.	28
9.	PREGUNTAS CIENTÍFICAS.	29
10.	METODOLOGÍA Y DISEÑO EXPERIMENTAL.	30
10.1	Métodos de investigación.	30
10.1.1	Método analítico – sintético	30

10.1.2	Método inductivo – deductivo.....	30
10.1.3	Método de investigación cuantitativa.....	30
10.2	Tipos de investigación.....	31
10.2.1	Investigación de campo.....	31
10.2.2	Investigación Bibliográfica-Documental.....	31
10.2.3	Investigación descriptiva.....	31
10.2.4	Investigación explicativa.....	31
10.3	Técnicas de investigación.....	32
10.3.1	Observación.....	32
10.3.2	Recolección de información.....	32
10.3.3	Procesamiento y análisis de datos.....	32
10.4	Herramientas de proceso.....	32
10.4.1	Cursograma sinóptico.....	32
10.4.2	Cursograma Analítico.....	32
10.4.3	Layout.....	33
10.4.4	Diagramas de recorrido.....	33
10.4.5	Medición del trabajo.....	33
11.	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS.....	36
11.1	Actividades del primer objetivo.....	36
11.1.1	Visita in situ y recorrido por la empresa Labor Minera Manuel Castillo.....	36
11.1.2	Cursograma analítico de los Procesos de extracción de recursos minerales.....	38
11.1.3	Cursograma sinóptico de los Procesos de extracción de recursos minerales.....	39
11.1.4	Investigación de características en general del proceso de IZAJE de la empresa Labor Minera Manuel Castillo.....	40
11.1.5	Estudio de los métodos de trabajo del proceso de IZAJE en la empresa Labor Minera Manuel Castillo.....	46
11.1.6	Medición del trabajo del proceso de IZAJE en la empresa Labor Minera Manuel Castillo.....	50
11.1.7	Análisis de la capacidad de producción y productividad con los métodos de trabajo actuales.....	57

11.2	Actividades del segundo objetivo.....	63
11.2.1	Determinación de las características técnicas que componen al sistema de IZAJE automatizado.	63
11.2.2	Diseño del sistema de IZAJE.....	76
11.2.3	Programación de la lógica de control PLC Logo 230 RCE.....	84
11.3	Actividades Del Tercer Objetivo	89
11.3.1	Realización de la simulación del proceso de IZAJE actual y con la propuesta de automatización.....	89
11.3.2	Análisis de los resultados de las simulaciones en ProModel del sistema actual vs el propuesto.....	101
11.3.3	Realizar la simulación de la funcionalidad del sistema de IZAJE para la extracción de material aurífero.	102
11.4	Actividades del cuarto objetivo.	103
11.4.1	Estimación de costos que intervienen en la implementación del Sistema de IZAJE automatizado.	103
11.4.2	Identificación de costos fijos, costos variables y costos de venta dentro del proceso productivo	104
11.4.3	Medición de la productividad del proceso actual y con la propuesta de automatización.....	109
12.	IMPACTOS (TÉCNICOS, SOCIALES, AMBIENTALES, ECONÓMICOS).....	110
12.1	Impactos Económicos.....	110
12.2	Impactos Técnicos.	111
12.3	Impactos Ambientales.	111
12.4	Impactos Sociales.	111
13.	PRESUPUESTO PARA LA PROPUESTA DEL PROYECTO.	112
13.1	Presupuesto invertido por la ejecución del proyecto de investigación.	112
13.2	Presupuesto para el sistema de IZAJE automatizado.	112
14.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	114
14.1	Conclusiones:.....	114
14.2	Recomendaciones.	115
15.	BIBLIOGRAFÍA.....	116
16.	ANEXOS.....	117

ÍNDICE DE TABLAS.

Tabla 1: Beneficiarios Directos- Labor Minera Manuel Castillo.	3
Tabla 2: Beneficiarios Indirectos - Labor Minera Manuel Castillo.....	3
Tabla 3 Actividades a realizar, técnicas e instrumentos usados y resultados esperados.	6
Tabla 4 Elementos de un sistema de IZAJE.	17
Tabla 5: Especificaciones LOGO 230 RCE.	19
Tabla 6 Datos de la empresa Labor Minera Manuel Castillo.	37
Tabla 7 Organigrama Empresarial.....	38
Tabla 8 mecanismos y herramientas de Izaje	41
Tabla 9 Tabla para número de muestras.....	51
Tabla 10 Cuadro de procedimientos o actividades.....	52
Tabla 11 Hoja de datos del tiempo. Proceso de IZAJE	54
Tabla 12 Calculo de Suplementos por descanso	55
Tabla 13 Resumen general de tiempos del proceso de IZAJE	56
Tabla 14 Análisis de tiempos.....	60
Tabla 15 Salidas - Entradas para el cálculo de la productividad.	62
Tabla 16 Especificaciones PLC LOGO V8 230 RCE	70
Tabla 17 Especificación de Contactor Siemens 3RT2027-1AN20.	72
Tabla 18 Elementos del sistema de Izaje.....	77
Tabla 19 Elementos físicos del sistema de Izaje.	84
Tabla 20 Parametrización de Locaciones ProModel.	90
Tabla 21 Parametrización de Identidades.....	91
Tabla 22 Parametrización de Arribos de Entidades.....	92
Tabla 23 Parametrización de entidades en procesamiento.	93
Tabla 24 Análisis de resultados (Entidades).....	95
Tabla 25 Análisis de capacidad física de la locación (Área Izaje).	96
Tabla 26 Análisis de utilización Locación de Izaje con respecto al sistema actual.	96
Tabla 27 Cursograma analítico Proceso de Izaje.....	97
Tabla 28 Parametrización de arribos ProModel con el sistema propuesto.....	99
Tabla 29 Parametrización de operaciones ProModel con el sistema propuesto.....	100
Tabla 30 Análisis de capacidad física de la locación (Área Izaje).	100
Tabla 31 Análisis de utilización Locación de Izaje proceso automatizado.	101
Tabla 32 Análisis de los resultados del sistema actual Vs. Propuesto	101

Tabla 33 Costos de implementación del sistema de Izaje.	103
Tabla 34 Cursograma Analítico de Izaje Propuesto.	105
Tabla 35 Extracción, producción - Sistema actual vs propuesto.	107
Tabla 36 Costos de producción del sistema de Izaje Automatizado.	108
Tabla 37 Presupuesto para la elaboración.	112
Tabla 38 descripción de los costos de cada elemento	113

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Sistema de control.....	12
Figura 2: Sistema de control abierto.....	12
Figura 3 : Sistema de control cerrado.....	13
Figura 4: Sistema de IZAJE para minería	16
Figura 5: PLC Logo 230 RCE	20
Figura 6 Lenguaje Ladder (KOP).....	20
Figura 7: Lenguaje FUP	21
Figura 8 Modelado de la pieza.	22
Figura 9 Modelo subdividido en piezas pequeñas.....	22
Figura 10 Modelo CAD una sola pieza	22
Figura 11 Elemento Tetraédrico	23
Figura 12 Animación de elementos móviles.	23
Figura 13: Tabla de desempeño.....	34
Figura 14 Factores suplementarios.....	35
Figura 15 Cursograma sinóptico de la LABOR MINERA MANUEL C.....	40
Figura 16 Grafica de veta y caja.....	41
Figura 17 Veta Labor Minera M. C.....	41
Figura 18 Informe de laboratorio.....	43
Figura 19 Mapa De Procesos.....	44
Figura 20 Propiedades de líquidos.....	64
Figura 21 Balde de Izaje.....	64
Figura 22 Especificaciones de motores.	67
Figura 23 Motor Siemens 1LE0142-1DB46-4AA4-Z.....	67
Figura 24 Tambora o carrete.	68
Figura 25 Reductor de velocidad 25:1.....	69
Figura 26 Logo V.8 230 RCE.....	70
Figura 27 Especificaciones de contactores.....	71
Figura 28 Contactor Siemens	72
Figura 29 Especificaciones Relé Térmico.....	73
Figura 30 Relé Térmico 3RU2126.	73
Figura 31 Referencias de Disyuntores.....	74
Figura 32 Gabinete De Control.	74
Figura 33 Pulsadores	75
Figura 34 Referencia de luces piloto.	76
Figura 35 Dimensiones de balde de Izaje.....	77
Figura 36 Balde de Izaje con sus mecanismos.	77
Figura 37 Pin y Bocín de giro.....	77
Figura 38 Balde y sujetador, modelado 3D	77
Figura 39 Dimensionamiento de ruedas, chumaceras y rieles Ferroviales.....	78
Figura 40 Desplazamiento de balde de Izaje.....	78
Figura 41 Ensamble de Balde con ruedas y chumaceras.....	78
Figura 42 Elevador de Viga.....	79
Figura 43 Elevador.	79
Figura 44 Dimensionamiento de carrete. reductor y motor de Izaje.	80

Figura 45 Modelado de Carrete, reductor y motor.	80
Figura 46 Caja reductora, Reductor de velocidad	80
Figura 47 Dimensiones del soporte de Izaje.....	81
Figura 48 Carrete Auxiliar.....	81
Figura 49 Mando de control.	82
Figura 50 Mando de control.	82
Figura 51 Componentes del sistema de Izaje.	83
Figura 52 Balde en descenso.	83
Figura 53 Giro de balde para descargar cuarzo.	83
Figura 54 Diagrama de conexiones QElectroTech.....	86
Figura 55 Diagrama de fuerza	86
Figura 56 Graficet Lógica de control Ascenso.	88
Figura 57 Graficet Lógica de control Descenso.	89
Figura 58 Locación Recepción en ProModel	90
Figura 59 Locación Área Polvorín ProModel.	90
Figura 60 Área productiva ProModel.....	90
Figura 61 Área de Izaje ProModel	90
Figura 62 Área Almacenamiento ProModel.....	90
Figura 63 Transportadora ProModel.	90
Figura 64 Parametrización de Locaciones en ProModel.....	91
Figura 65 Pólvara ProModel	91
Figura 66 Cuarzo ProModel	91
Figura 67 Identidades ProModel	91
Figura 68 Arribo de entidad Pólvara ProModel.....	92
Figura 69 Arribo de entidad Cuarzo ProModel.....	92
Figura 70 Arribos ProModel.....	92
Figura 71 Tiempo de simulación	94
Figura 72 Layout de simulación Labor Minera Manuel Castillo.	95
Figura 73 Resultado de Entidades ProModel	95
Figura 74 Capacidad de locación (Área Izaje)	96
Figura 75 Locaciones ProModel.....	96
Figura 76 Angulo de Giro del balde.	102
Figura 77 Grafica Punto de equilibrio.	109

ÍNDICE DE ECUACIONES.

Ecuación 1 Ecuación de capacidad real.....	28
Ecuación 2 Capacidad efectiva.....	28
Ecuación 3 Capacidad real.	28
Ecuación 4 Ecuación general de productividad.....	28
Ecuación 5 Ecuación parcial de productividad.....	29
Ecuación 6 Ecuación de productividad multifactorial.....	29
Ecuación 7 Ecuación de medida total de productividad.....	29
Ecuación 8 Ecuación de numero de observaciones	34
Ecuación 9 Ecuación de tiempo básico,	35
Ecuación 10 Ecuación de tiempo estándar.	36
Ecuación 11 Tiempo básico.....	53
Ecuación 12 Calculo de los suplementos de descanso.	56
Ecuación 13 Tiempo Ciclo.	58
Ecuación 14 Capacidad disponible.....	58
Ecuación 15 Tiempo de Actividades Auxiliares	59
Ecuación 16 Tiempos improductivos	60
Ecuación 17 Ecuación de productividad.	62
Ecuación 18: Densidad, masa, volumen.	63
Ecuación 19 Volumen del balde.....	65
Ecuación 20 Calculo de Potencia	65
Ecuación 21 Calculo de fuerza.	66
Ecuación 22 Calculo de velocidad angular.....	68
Ecuación 23 Relación del reductor de velocidad.....	69
Ecuación 24 Ecuación de Punto De Equilibrio.	104

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS.

TÍTULO: “PROPUESTA DE AUTOMATIZACIÓN DEL SISTEMA DE IZAJE PARA EL PROCESO DE EXTRACCIÓN DE MATERIAL AURÍFERO EN LA EMPRESA MINERA LABOR MINERA MANUEL CASTILLO”.

Autores: Bravo Posos James Alexander.
Blacio Matamoros Kevin Gabriel.

RESUMEN.

La automatización es un referente de desarrollo y competitividad aumentando la productividad y capacidad de producción, con este enfoque se realizó la propuesta de automatización en la empresa Labor Minera Manuel Castillo para el aprovechamiento de la máxima capacidad de extracción de material aurífero en el proceso de Izaje actual que se lleva a cabo con un polipasto generando carga excesiva y monótona a los obreros con tiempos improductivos, costos innecesarios y elevados que en tal sentido se propone mejorar el proceso de IZAJE que representa el mayor obstáculo en la extracción de material aurífero esto se conoce con el estudio de las características del proceso actual con los métodos y medición del trabajo levantando los procesos con herramientas de evaluación y control con ello se procedió a realizar la propuesta de automatización que es un sistema de Izaje automático exponiendo sus aspectos técnicos e ingenieriles como diseño, funcionalidad, cálculos de potencia, velocidad de desplazamiento con todos estos aspectos consecuentemente se simula la funcionalidad del sistema de Izaje con el software SolidWorks y la simulación del proceso de Izaje automatizado en el software ProModel comparando los resultados con el sistema actual de polipasto en el Izaje. Finalmente se evalúa los costos de la propuesta automatizada de Izaje, su viabilidad para su implementación y denotando sus resultados positivos en todos los aspectos como capacidad extractiva que actualmente es de 96 toneladas y con la propuesta de automatización es de 123.8 toneladas semestrales produciendo para la mina un incremento de Big Bag de 20 toneladas a 25.78 toneladas semestrales que se puede vender aumentando su productividad adquisitiva de \$ 18,084.434 dólares anuales , reduciendo el tiempo de Izaje de 9 horas a 5.63 horas con menos recursos humanos minimizando los costos, esto se consigue con una inversión de \$28'024.68 que tienen un retorno en 11.48 meses siendo viable para la dirección y partes interesadas de la mina.

Palabras claves: automatización, Izaje, Big Bag, mina, proceso, productividad, capacidad.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS.

TITLE: "AUTOMATION PROPOSAL OF THE LIFTING SYSTEM FOR THE GOLD MATERIAL EXTRACTION PROCESS IN THE MANUEL CASTILLO MINING COMPANY MINING LABOR."

Authors: Bravo Posos James Alexander.
Blacio Matamoros Kevin Gabriel.

ABSTRACT

Automation is a benchmark for development and competitiveness, increasing productivity and production capacity, with this approach the automation proposal was made at the Labor Minera Manuel Castillo company to take advantage of the maximum capacity for extraction of gold material in the lifting process. This current situation is carried out with a hoist generating excessive and monotonous load for the workers with unproductive times, unnecessary and high costs. In this sense, it is proposed to improve the LIFTING process, which represents the greatest obstacle in the extraction of gold-bearing material. With the study of the characteristics of the current process with the methods and measurement of the work, raising the processes with evaluation and control tools, with this, the automation proposal was made, which is an automatic lifting system, exposing its technical and engineering aspects as design. , functionality, power calculations, speed of Positioning with all these aspects, consequently, the functionality of the lifting system is simulated with the SolidWorks software and the simulation of the automated lifting process in the ProModel software comparing the results with the current hoist system in the lifting. Finally, the costs of the automated proposal of Izaje, its viability for its implementation and denoting its positive results in all aspects are evaluated as extractive capacity that is currently 96 tons and with the automation proposal is 123.8 tons per semester producing for the mine an increase in Big Bag from 20 tons to 25.78 tons per semester that can be sold increasing its purchasing productivity of \$ 18,084,434 dollars per year, reducing lifting time from 9 hours to 5.63 hours with fewer human resources minimizing costs, this is achieved with an investment of \$ 28'024.68 that has a return in 11.48 months, being viable for the management and interested parties of the mine.

Keywords: Automation, lifting, Big Bag, mining, process, productivity, capacity.



Universidad
Técnica de
Cotopaxi

CENTRO DE IDIOMAS

AVAL DE TRADUCCIÓN

En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal **CERTIFICO** que: La traducción del resumen del proyecto de investigación al Idioma Inglés presentado por los Sres.: **BLACIO MATAMOROS KEVIN GABRIEL** con C.C. **070563368-3** & **BRAVO POSOS JAMES ALEXANDER** con C.C. **175695013-3** Egresados de la Carrera de **INGENIERÍA INDUSTRIAL** de la **FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS**, cuyo título versa “**PROPUESTA DE AUTOMATIZACIÓN DEL SISTEMA DE IZAJE PARA EL PROCESO DE EXTRACCIÓN DE MATERIAL AURÍFERO EN LA EMPRESA MINERA LABOR MINERA MANUEL CASTILLO**”, lo realizaron bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo a los peticionarios hacer uso del presente certificado de la manera ética que estimaren conveniente.

Latacunga, marzo de 2021

Atentamente,

MSc. Lidia Rebeca Yugla L.
DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS
050265234-0

1803027935 Firmado
digitalmente por
VICTOR 803027935
HUGO VICTOR HUGO
ROMERO ROMERO GARCIA
GARCIA Fecha: 2021.03.03
11:17:11 -05'00'

1. INFORMACIÓN GENERAL.

Título del proyecto.

Propuesta automatización del sistema de IZAJE para el proceso de extracción de material aurífero en la empresa minera “LABOR MINERA MANUEL CASTILLO”

Fecha de inicio

25 de mayo de 2020

Fecha de finalización

8 de Marzo de 2021

Lugar de ejecución.

Sector El Cajón – Huertas – Zaruma – El Oro – Zona 7 – Labor Minera Manuel Castillo.

Facultad que auspicia.

Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas.

Carrera que auspicia.

Ingeniería Industrial

Proyecto de investigación vinculado.

No aplica N/A

Equipo de trabajo

Kevin Gabriel Blacio Matamoros

James Alexander Bravo Posos

Tutor: Ing. Hernán Navas

Área de conocimiento.

07 ingeniería, industria y construcción

Línea de investigación

Procesos industriales

Sub líneas de investigación

Administración y gestión de la producción.

Investigación de operaciones y de tecnología.

2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.

El presente proyecto de investigación tiene como finalidad una propuesta de automatización en el proceso de IZAJE de extracción de material aurífero en la empresa LABOR MINERA MANUEL CASTILLO que corresponde a la consecución de los siguientes objetivos:

- Controlar y mejorar la producción.
- Alto y constante nivel de calidad con menos operarios y errores humanos.
- Mayor competitividad reduciendo los costos.

La propuesta de automatización surge a partir de las deficiencias en los procesos que conllevan la extracción de material aurífero (Oro, Plata, Cobre) generando problemas en la capacidad de procesamiento, carga excesiva y monótona para el trabajador, tiempos excesivos de procesamiento, costos elevados que resultan una baja eficiencia para la empresa minera.

Para la realización de proyecto de titulación se debe empezar estudiando los procesos de extracción del material aurífero y en especial identificando el proceso con mayor deficiencia, esta información se corrobora cuantificando el proceso en el área de IZAJE a partir de los antecedentes presentados por el administrador de la empresa minera, este diagnóstico es un apoyo primordial para la consecución del presente proyecto de titulación.

Dentro del proyecto de investigación con la recopilación de datos y levantamiento de procesos se presenta la propuesta de automatización con un sistema de IZAJE, la consecución de ello nos permite realizar la simulación de los dos eventos del actual y el propuesto con la herramienta del software ProModel. Al analizar la propuesta de automatización se lleva a cabo la animación de la funcionalidad del sistema de IZAJE con el software de modelado SolidWorks con el fin de presentar a la directiva de la empresa minera una solución y viabilidad de inversión con la propuesta de automatización ya que genera una relación de costo beneficio en el caso de existir la implementación.

3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO.

El proyecto de investigación se desarrolla consumo interés en el área de IZAJE de la empresa LABOR MINERA MANUEL CASTILLO ya que desde la creación de la empresa se ha realizado la extracción del material aurífero de manera rudimentaria, a través de la propuesta de automatización se busca realizar actividades de manera más tecnificada que contribuya a mejorar los métodos de trabajo, disminuir los costos de producción, aumentar la capacidad de

producción, reducir tiempos inactivos con el propósito de aumentar la eficiencia y competitividad de la empresa.

La importancia de la investigación permite asociar de manera óptima los conocimientos adquiridos e impartidos en el proceso de aprendizaje en la empresa minera con el manejo de información verídica, clara y enfocada en la propuesta de automatización esperando excelentes resultados.

La viabilidad del presente trabajo de investigación es involucrar los conocimientos adquiridos en las cátedras universitarias y con la disposición de información brindada por el personal laboral de la mina generar soluciones creativas e innovadoras con recursos tecnológicos como software de diseño y simulación. Además, se puede manifestar el apoyo incondicional del administrador de la empresa y el interés para adquirir un sistema automatizado a futuro en la mina ya que es inversión al alcance presupuestal de la mina.

4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO.

4.1 Beneficiarios directos.

Son considerados como beneficiarios directos a todos los trabajadores y dueños que pertenecen a la mina, se interpreta en la tabla 1.

Tabla 1: Beneficiarios Directos- Labor Minera Manuel Castillo.

Descripción	N° de trabajadores
Accionistas	3
Dueño del terreno	1
Dueño de la concesión	1
Trabajadores	6
Compradores de concentrado.	5
TOTAL	16

Fuente: Elaborado por los autores

4.2 Beneficiarios indirectos.

Tabla 2: Beneficiarios Indirectos - Labor Minera Manuel Castillo

Descripción	N° de trabajadores
Población del sector	200
Estudiantes	2
Docentes	5
TOTAL	207

Fuente: Elaborado por los autores

5. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.

La empresa LABOR MINERA MANUEL CASTILLO es una empresa dedicada a la extracción material aurífero (Oro, Plata, Cobre) que al estar relacionados todos sus procesos presentan deficiencias ya que el proceso de IZAJE retarda la extracción de material razón por la cual mantiene una baja productividad, de ahí la necesidad de recurrir a un estudio de los factores que afectan al proceso productivo.

En consideración de lo anteriormente expuesto los principales problemas que acontecen a la empresa se debe a aspectos de desconocimiento por la mejora continua e innovación tecnológica. Es decir, el IZAJE del material de la línea baja a la línea alta se lleva de manera tradicional por medio de polipasto generando una carga excesiva y monótona con tiempos improductivos, reduciendo la capacidad de producción, costos innecesarios y elevados. En tal sentido, no existe una eficiencia para producir el porcentaje de Oro, Plata y Cobre deseado, esto se puede ver reflejado en el tiempo excesivo de obtener el tonelaje adecuado para ser llevado al procesamiento y obtención de los minerales que actualmente se hace en un estimado de nueve meses con una cantidad de 96 toneladas y que de manera eficiente se puede reducir este tiempo minimizando costos.

La existencia de un IZAJE en la cantidad correcta de material aurífero extraído a partir de la automatización genera una mayor capacidad de extracción en un tiempo menor, generando mayor utilidad para la empresa con menos recursos humanos y errores en la producción.

5.1 Formulación del problema.

¿Cómo perfeccionar el proceso de IZAJE en la empresa LABOR MINERA MANUEL CASTILLO, a través de la automatización de los procesos para el aprovechamiento de la máxima capacidad de extracción del material aurífero?

6. OBJETIVOS.

6.1 General.

- Proponer un sistema de IZAJE automatizado en el proceso de extracción de material aurífero en la empresa minera LABOR MINERA MANUEL CASTILLO para el mejoramiento de la capacidad extractiva.

6.2 Específicos:

Para el alcance del Objetivo General se ha planteado los siguientes objetivos específicos:

- Analizar el desarrollo productivo del actual proceso de IZAJE para la extracción de material aurífero mediante herramientas de evaluación y control.
- Proponer el sistema automatizado de IZAJE mediante el uso de herramientas computacionales.
- Simular los procesos de extracción y el sistema de IZAJE automatizado con el uso de softwares ProModel & SolidWorks respectivamente.
- Evaluar los costos en la propuesta de IZAJE automatizado para la extracción de material aurífero.

7. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS.

En la tabla 3, se muestra la relación existente de los objetivos específicos con las actividades, los métodos y los resultados esperados para el logro del objetivo general de la investigación.

Tabla 3 Actividades a realizar, técnicas e instrumentos usados y resultados esperados.

Objetivos	Actividad	Resultado de la actividad	Descripción de la actividad	Técnicas e instrumentos
Analizar el desarrollo productivo del actual proceso de IZAJE para la extracción de material aurífero mediante herramientas de evaluación y control.	Visita in situ y recorrido por la empresa minera LABOR MINERA "MANUEL CASTILLO"	Conocimiento de los procesos de la organización.	Recorrido por la mina y anotación de procesos, procedimientos y actividades.	Observación y recopilación de datos en cursograma sinóptico y analítico.
	Investigación de características en general del proceso de IZAJE de la empresa .	Esclarecimiento del proceso actual con baja eficiencia.	Realizar preguntas a jefes de área de producción y operarios.	Formulario de preguntas. Ver anexo 14.
	Estudio de métodos de trabajo del proceso de IZAJE en la empresa minera Labor Minera "MANUEL CASTILLO"	Conocer los procedimientos y actividades del proceso de IZAJE, con su respectivo Layout de la empresa minera.	Describir detalladamente los procedimientos y actividades del proceso de IZAJE y realizar Layout de la mina.	Diagrama de flujos Cursograma sinóptico. Cursograma analítico. Layout. AutoCAD & Excel.
	Medición del trabajo del proceso de IZAJE en la empresa minera	Cronometraje y cálculo de tiempos	Cronometrar, cálculo de tiempo básico, número de observaciones, tiempos observados, tiempo real.	Formatos de tiempos
	Análisis de la capacidad de producción y productividad con los métodos de trabajo actuales	Conocer en una medida común la utilización de los recursos.	Cálculo de la productividad, producción diaria, semanal, mensual y anual de la empresa minera.	Cálculo de la productividad, capacidad de producción

Proponer el sistema automatizado de IZAJE mediante el uso de herramientas computacionales.	Determinación de las características técnicas que componen al sistema de IZAJE automatizado.	Conocer los elementos mecánicos y electromecánicos, cálculos correspondientes al sistema de IZAJE.	Describir la utilización de los elementos y cálculos de torque de motor y capacidad de almacenamiento de la tolva que se integran en el nuevo sistema de IZAJE	Tabla de los elementos físicos. Excel. AutoCAD. Formula de torques
	Diseño del sistema de IZAJE	Modelado del sistema de IZAJE	Con los criterios técnicos realizar la modelación en 2D y 3D	SolidWorks.
	Programación de la lógica de control PLC Logo 230 RCE.	Conocer la funcionalidad en campo de la propuesta de automatización.	Programación en lenguaje Ladder en el programa Logo Soft Comfort V8	Logo Soft Comfort V8
Simular los procesos de extracción y el sistema de IZAJE automatizado con el uso de softwares ProModel & SolidWorks respectivamente.	Realización de la simulación del proceso de IZAJE actual y con la propuesta de automatización.	Conocer los procesos en detalle y garantizar la eficiencia de la propuesta automatizada.	Simular el proceso actual en PROMODEL, y la propuesta de automatización del proceso de IZAJE.	ProModel.
	Análisis de los resultados de las simulaciones en ProModel del sistema actual vs el propuesto.	Resultados de los Escenarios de locaciones de la capacidad individual y múltiple.	Comparar y analizar resultados del sistema actual Vs. El sistema propuesto.	ProModel.
	Simulación de la funcionalidad del sistema de IZAJE para la extracción de material aurífero.	Propuesta del funcionamiento del sistema en campo.	Realizar la programación de la funcionalidad de sensores y actuadores, ensamble del sistema de IZAJE y animación con estudio de movimiento.	SolidWorks, Logo Soft comfort V8. Cade_Simu.

Evaluar los costos en la propuesta de IZAJE automatizado para la extracción de material aurífero	Estimación de costos que intervienen en la implementación del Sistema de IZAJE automatizado.	Costos de inversión al implementar la propuesta.	Realización de encuesta a los principales directivos de la empresa para detallar la aceptabilidad de la propuesta.	Encuesta o formulario de preguntas.
	Identificación de costos fijos, costos variables y costos de venta dentro del proceso productivo.	Periodo de recuperación por implementar la propuesta	Exposición a los directivos sobre costos y recuperación de la inversión en la propuesta del Sistema de IZAJE si se implementara.	Formula de punto de equilibrio.
	Medición de la productividad del proceso con la propuesta de automatización.	Aumento de la productividad con la automatización propuesta.	Calcular la productividad en el proceso con la propuesta de automatización.	Formula de la productividad.

Fuente: Elaborado por los autores.

8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA.

8.1 Antecedentes empresariales.

En el año 1995 se reunieron los hermanos Castillo Ochoa, con la finalidad de conformar una sociedad minera, se empieza a hacer los trámites para su conformación, y la sociedad lavaría el nombre de “Sociedad Civil Minera Hermanos Castillo” distribuido en seis acciones con un capital de 5 millones de sucres Ecuatorianos (ECS), se inició la apertura del túnel cuya longitud es de aproximadamente trecientos cincuenta metros para llegar al objetivo según estudios realizados para extraer el recurso mineral, al llegar al punto propuesto tuvieron que pasar 2 años obteniendo su primera producción en lo cual se recuperó la inversión para ese entonces.

Para el año 2001 se integró una máquina perforadora generando una inversión de 7 mil dólares, para ese entonces ya tenía más conocimiento en minería por lo cual se fueron abriendo varios frentes en vetas que aparecían en el túnel de trabajo, para el 2008 se realizó contratación de personal para mejorar la producción, para ese entonces se trabajaba solo en línea y pozos o piques menores a 6 metros, seguidamente para el para el año 2012 empiezan una nueva producción a 250 m de profundidad en línea deciden irse a pique hasta encontrar alguna veta con buen valor para extraer material aurífero, cabe recalcar que área perteneciente a la misma concepción “CEBRAL”, su producción se empieza a ser tardía por el pozo o pique con el pasar del tiempo se les fue haciendo una tarea cotidiana descender y ascender 60 metros ya sea realizando actividades de traslado de máquinas – herramientas o extrayendo recursos minerales.

En el año 2015, la sociedad por situaciones legales, ambientales y personales de sus integrantes, se vio en la necesidad de disolverse, y transferir todos los derechos al señor Abg. Manuel Castillo para conformar una empresa unipersonal, que esa vigente hasta la actualidad.

8.2 Planta Labor Minera Manuel Castillo (Zaruma, Provincia del Oro).

8.2.1 Minería subterránea.

La explotación de los recursos mineros se la realiza por debajo de la superficie del suelo, es aquella explotación que por algún motivo económico, social o ambiental no se llevó a cabo a cielo abierto y la ejerce el pequeño minero que va escarbando de manera horizontal o longitudinal con elementos móviles y fijos.

8.2.2 Pique o pozo en mina subterránea.

Los piques o pozos son túneles de manera vertical que comunican los niveles que se va dando según como valla caminando la organización en el volumen de producción, es decir, son aquellos que permiten extraer los materiales auríferos desde la línea baja hacia la línea alta.

8.2.3 Extracción de material aurífero.

La extracción de material aurífero es un conjunto de actividades secuenciales que se realizan en una mina o túnel con la ayuda de obreros, dinamita y maquinas – herramientas, la cual una vez se tenga en campo abierto este tipo de materia prima se lo transporta a plantas procesadoras la cual lo trituran hasta obtener un diámetro menor a 1 milímetro, es decir el producto tiene que terminar como arena zarandeada para luego darles un tratamiento químico permitiendo obtener como producto final los lingotes de Oro y mezcla concentrada que en ella contiene cobre, plata y oro.

8.2.4 Proceso de polvorín.

Este proceso se lo ejecuta por personal capacitado y calificado en lo que es preparación de explosivos, tal manera que siendo un proceso del alto riesgo y activación de explosión inmediata se lo realiza en un área separa al campamento de producción, su almacenamiento como lo es el fulminante, la mecha lenta, cartuchos se los guarda en gabinetes de almacenamiento de seguridad en donde cada componente tiene su lugar.

El área del polvorín además de permitir el almacenamiento de productos explosivos también se lleva a cabo lo que es la preparación del mismo, es decir se ejecuta el proceso de preparación del polvorín dando como resultado la unión de componentes lo cual permite dinamitar y/o tronadura de la peña, por ende, esta área es totalmente restringida a personal no autorizado ni capacitado, también cuenta con todas las señaléticas e información necesaria.

8.2.5 Proceso productivo.

Se hace el uso de máquinas – herramientas, de tal manera que no se usa tecnología avanzada para llevar a cabo este proceso, consiste en analizar el frontón por donde cruzan las vetas que nos permitan sustraer el material aurífero de la peña para su posterior obtención del producto final. Se determinan prioridades como la seguridad de los individuos, cantidad de material aurífero a dinamitar, muestreo del material para conocer si es viable y cantidad de recursos a utilizar, todo eso se toma en cuenta para empezar con la producción. En ocasiones se generan

imprevistos de alto riesgo que afecta en la utilidad económica como lo viene siendo que la peña se encuentra inestable por lo cual recurren a invertir en madera para estabilizar tramos y les permita continuar con la producción.

8.2.6 Proceso de Izaje.

La técnica de carga en suspenso es aplicada en este proceso, todo se da con la finalidad de transportar (elevar) el material aurífero desde la línea baja hacia el alta, es decir en un pique o pozo vertical lo cual suben en pequeñas porciones por medio de herramientas como; baldes, poleas, cabos, soportes, lampones el cual su objetivo es extraer el material aurífero que viene desde el área productiva, permitiendo un flujo de este material aurífero al área de almacenamiento

8.2.7 Proceso de almacenamiento.

toneladas de material aurífero en un área confinada es una tarea que se hace día a día en la empresa minera, para que el material se encuentre en el campo de almacén se suscitan varias actividades que consiste en transportar el material aurífero desde el interior de la mina con un distanciamiento de $\frac{1}{4}$ de Km. Por medio de carros mineros, herramientas y obreros se cumple con el objetivo de sacar material hasta acumular un tonelaje considerable y permisible para las plantas procesadoras

8.3 Automatización en procesos industriales.

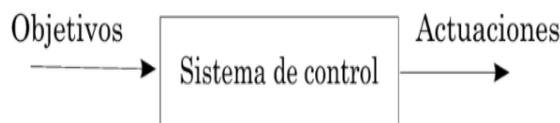
La automatización que se da en los procesos industriales engloba a la clasificación de la automatización, la cual permite mejorar el rendimiento en la producción, además es controlar de manera parcial por el individuo, ya que gracias a una serie de comunicación que se da en un sistema cerrado o ya sea a su vez en un sistema abierto, cuenta con elementos de control teniendo como prioridad los elementos computarizados los cuales sustituyen a los operarios de dicho proceso.

La automatización de procesos industriales se opera a distintos niveles con el fin de controlar y monitorear una serie de actuadores como motores, válvulas, bombas y todo lo que constituya a una máquina, aparato que cumpla funciones automáticas sin que intervenga un operario o trabajador.

8.3.1 Sistema de control de la automatización industrial.

En un sistema de control se debe reconocer el lazo de control que puede ser abierto o cerrado que en su funcionalidad es regular la respuesta del proceso o la planta en sí, sin que el operador intervenga sobre los elementos de salida como por ejemplo motores o bombas, lo que realiza el operador es operar magnitudes de baja potencia por medio de accionamientos, por otro lado el sistema de control se encarga de producir cambios de energía en la planta por medio de las salidas conectadas a un Controlador lógico programable.

Figura 1: Sistema de control.

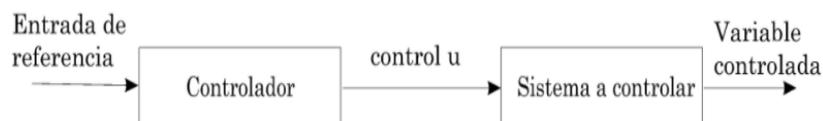


Fuente: Daneri, P. (2008). PLC Automatización y control industrial. Buenos Aires: Hasa

Sistema De Control En Bucle Abierto.

Es aquel en el que la señal de salida no influye sobre la acción de control, es decir el controlador o regulador no tiene en cuenta el valor de la señal de salida, ni se compara esta señal de referencia es la actuación en todo instante sobre el sistema. (*Ñeco, Oscar, Nicolás, & Rafael, 2003, pág. 5*)

Figura 2: Sistema de control abierto.



Fuente: Ñeco, R., Oscar, R., Nicolás, G., & Rafael, A. (2003). Apuntes de sistemas de control. San Vicente: Club Universitario

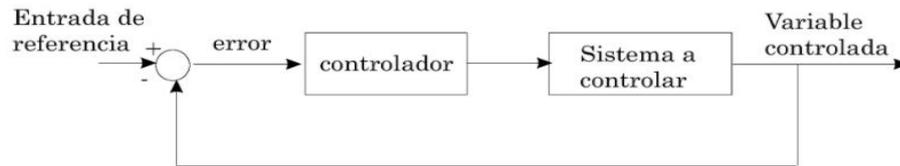
Es un sistema que se va modificando según las indicaciones del usuario, de esta forma el usuario decide lo que desea realizar y el controlador actúa sobre los diferentes mecanismos de forma que se realiza una serie de actuaciones sin tener en cuenta la señal de salida, en la ilustración dos la entrada de referencia que pasa por el sistema de control actúa sobre la variable controlada pero no existe una retroalimentación del sistema.

Sistema De Control En Bucle Cerrado.

En los sistemas de control en bucle cerrado existe una realimentación de la señal de salida o variable a controlar, este tipo de sistema se compara la variable a controlar con

la señal de referencia de forma que en función de esta diferencia entre una y otra, el controlador modifica la acción de control sobre los actuadores de la planta o sistema. (Ñeco, Oscar, Nicolás, & Rafael, 2003, pág. 6).

Figura 3 : Sistema de control cerrado.



Fuente: Ñeco, R., Oscar, R., Nicolás, G., & Rafael, A. (2003). Apuntes de sistemas de control. San Vicente: Club Universitario.

8.3.2 Elementos de un sistema de control automatizado.

Para la automatización en una planta industrial es indispensable pensar en estos elementos que intervienen en todo el proceso automático, todos estos elementos son necesarios para que la comunicación entre hombre maquina sea eficiente para todo el proceso.

Variable a controlar: Generalmente se le conoce como señal de salida, constituye la señal que deseamos que adquiera unos valores determinados; ejemplo temperatura, presión, caudal.

Planta o sistema: La planta o sistema constituye el conjunto de elementos que realizan una determinada función.

Sensor: Es aquel que me permite captar el valor de la variable a controlar en determinados instantes de tiempo.

Señal de referencia: Es la señal consigna o valor que deseamos que adquiera la señal de salida (objetivo de control)

Actuador: El actuador es el elemento que actúa sobre el sistema modificado de esta forma la señal de salida. Ej. Motor, bomba, luces piloto.

Controlador: El controlador o regulador es el elemento que comanda al actuador en función del objetivo de control. (Ñeco, Oscar, Nicolás, & Rafael, 2003, pág. 7)

Los elementos del sistema de control que se realiza en la automatización del proceso de IZAJE presenta elementos físicos como actuadores ya sea un motor con características técnicas que cumpla con las actividades que se desarrollan en la mina, sensores de peso, luces piloto , pulsadores para el control de mando en especial un controlador lógico programable como es LOGO 230 RCE que cumple con las características del proceso, todos los elementos hacen parte de un sistema de control automatizado y de los cuales se requerirá dependiendo de sus características que se darán a conocer en el desarrollo del proyecto investigativo.

8.3.3 Importancia de la automatización industrial.

La importancia de la automatización de los procesos radica en mejorar la producción, reducir los costos, y facilitar los procedimientos en una planta industrial, en fin, una empresa que no se enfoca en la mejora continua a partir de la automatización tiende a fracasar, la tecnología tiene un crecimiento exponencial en nuestra época todo esto se lo define en si la industria es lo suficientemente competitiva en su capacidad de producción y productividad.

La automatización genera cambios importantes en los procesos industriales como son menos operarios, operatividad interrumpida las 24 horas, máquinas que comenten menos errores que los humanos con un alto y constante nivel de calidad, los tiempos de proceso son menores, los operarios no tienen que hacer trabajos monótonos, pesados y peligrosos como es en el caso de una minería , las ventajas son muchas con la automatización de procesos por ello se propone esta propuesta de automatización en la empresa Labor Minera Manuel Castillo.

8.3.4 Objetivos de la automatización industrial.

Para algunos autores los objetivos de la automatización son muy parecidos, pero siempre se destaca un objetivo en común.

La automatización tiene como principal objetivo la sustitución del hombre por la maquina en tareas específicas. (*García, 2005, pág. 21*).

Como el autor manifiesta es recurrir a menos mano de obra, ese es el principal objetivo que persigue la automatización, pero esto se debe a otros objetivos que se unifican al principal que dan resultado a una mayor competitividad y productividad de la empresa.

- Producir una calidad constante.
- Proveer cantidades necesarias en el momento preciso.
- Incrementar la productividad y flexibilidad de la herramienta.
- Aumentar la seguridad laboral. (*García, 2005, pág. 21*).

8.3.5 Factores de la automatización.

Existen algunos factores para la automatización y es necesario considerar las diversas situaciones según lo que requiera la industria en este caso la minería según el autor se debe tener en cuenta los siguientes factores para la automatización de procesos.

Justificar la automatización: Es necesario verificar si efectivamente se percibirá una reducción en errores humanos, un aumento en producción y si los productos finales

tendrán una mejor calidad y precisión. (*Escaño, Juan Manuel; Garcia, Javier, 2019, pág. 26*)

Tecnología necesaria: En la actualidad es posible emplear sistemas cableados para conectar diversos componentes entre sí. La otra opción es utilizar sistemas programados, mucho más complejos que incluyen microprocesadores, computadoras industriales, CNC. (*Escaño, Juan Manuel; Garcia, Javier, 2019, pág. 26*)

Inversión: La automatización puede ser un proceso de amplia inversión económica, por lo que es necesario analizar los recursos disponibles. Es importante considerar el tamaño de la empresa y la proyección costo-beneficio que sería posible obtener. (*Escaño, Juan Manuel; Garcia, Javier, 2019, pág. 27*)

Equipo humano: Automatizar procesos conlleva capacitar a un equipo de trabajo para operar los sistemas. (*Escaño, Juan Manuel; Garcia, Javier, 2019, pág. 27*)

Grado de automatización: las tecnologías a emplearse dependen de la complejidad de los procesos, desde tareas semiautomatizadas hasta una programación automática completa, esto dependerá de cada proyecto. (*Escaño, Juan Manuel; Garcia, Javier, 2019, pág. 28*)

Alcance de automatización: El potencial real de una implementación puede observarse en el nivel que alcanza. Es posible establecer un nivel por proceso para determinar pasos en la elaboración de un producto final o, un nivel integrado, fusionando todos los elementos en una producción. (*Escaño, Juan Manuel; Garcia, Javier, 2019, pág. 28*)

De manera general se debe establecer los factores que intervienen en la automatización del sistema de IZAJE en la empresa, la justificación de la automatización la pudimos conocer al principio de este proyecto investigativo, la tecnología necesaria se debe plantear dependiendo de los recursos a controlar mediante las salidas del controlador lógico programable como también la capacidad de operación que este tiene a nivel industrial esto se lo dará a conocer con los equipos y herramientas que se necesita, la inversión económica hace parte del apartado trece del proyecto, el equipo humano se debe capacitar mediante la implementación del sistema de Izaje, el grado de automatización es lo suficientemente capaz de realizar el Izaje de material aurífero con la programación en el PLC logo 230 RCE capaz de cumplir con todas las características del proceso finalmente el alcance de la automatización se presentara en los resultados e impactos que se pretenden generar.

8.4 Sistemas de Izaje y winches en minería subterránea.

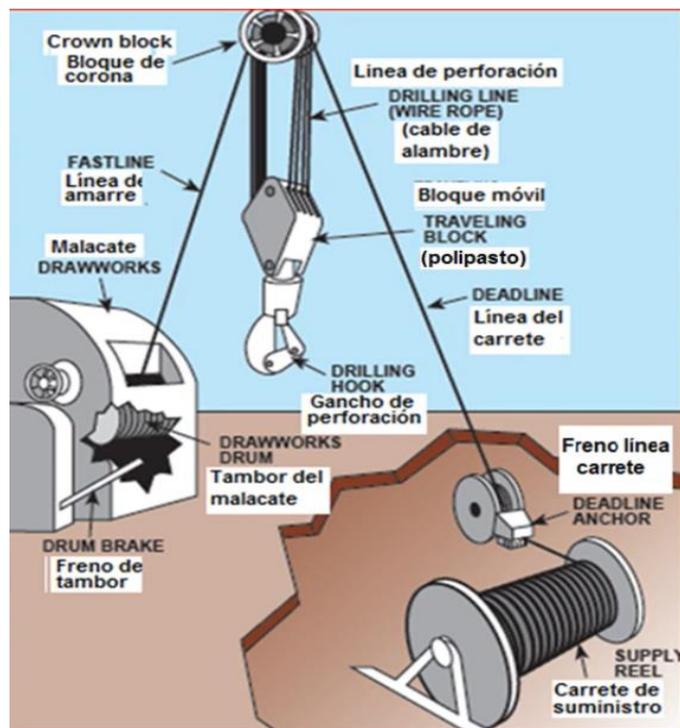
8.4.1 Sistema de Izaje.

El Winche e IZAJE, es una maquina utilizada para levantar, bajar, empujar o tirar una carga. En otras palabras, el sistema de IZAJE a través de los piques de una mina, tiene semejanza a los ascensores de los edificios, pero en la minería se utiliza como maquinaria principal de transporte vertical para el arrastre de mineral. (*Compañía Peruana de uso minero ecológico y técnico, 2016, pág. 5*)

En la minería se llevan a cabo diferentes actividades sin uso de la tecnología, en donde una de ellas es la extracción de material aurífero que requieren el uso de máquinas o elementos móviles que les ayudan a ejecutar la operación de forma horizontal como son las locomotoras, scoops, carros mineros y en forma de rebaje, pique o pozo se utilizan rampas, tolvas, baldes mineros.

Para la extracción de material aurífero de una mina subterránea en yacimientos, donde se tiene que hacer piques o pozos en los cuales por su longitud extensa es necesario el uso de algún método específico con una capacidad considerable para el lugar que se encuentre ubicada para extraer los materiales de forma rápida, segura y optima.

Figura 4: Sistema de IZAJE para minería



Fuente: Julio Cesar de J. Balanza (2016). Sistema de IZAJE utilizado en piques de minería

8.4.2 Elementos que componen a un sistema de Izaje.

Una vez detallado el sistema de control, la programación y la simulación a realizar se debe conocer los elementos mecánicos y electromecánicos que componen al sistema automatizado de Izaje. a continuación, se presenta una tabla de los elementos mecánicos y electromecánicos.

Tabla 4 Elementos de un sistema de IZAJE.

Elemento físico	Función	Ilustración
Motor Eléctrico	Propulsor de la acción mecánica que se elige de acuerdo a la capacidad de carga que se requiere izar.	
Reductor de fuerza	Es un mecanismo que reduce en gran cantidad la velocidad para el Izaje incrementando su fuerza.	
Tambora	Elemento mecánico tipo cilindro donde se desarrolla el cable que realiza la fuerza y extracción del material minero.	
Cable de IZAJE	Fabricado especialmente de alambre de acero que desempeña el trabajo de izar el valde.	
Balde	Cumple la función de transportar en su interior el material minero.	

Polea	Es una rueda acanalada que gira alrededor de un eje central por el que pasa el cable en cuyos extremos se encuentra la jaula y en la otra el winche o tambora.	
Castillo o estructura de desplazamiento.	Estructura inclinada por donde se desplaza el valde de la línea baja a la línea alta de la mina.	
Contactores	Permite la energización y desenergización del motor por medio de una bobina y contactos que dan apertura y cierre a la corriente en el circuito.	
Relé térmico	Dispositivo de protección utilizado para proteger los motores de una sobrecarga.	
Disyuntores	Aparato capaz de interrumpir o abrir un circuito eléctrico.	
Pulsadores	Es un operador eléctrico que permite el paso de corriente eléctrica cuando se oprime y cuando se deja oprimir lo interrumpe	
Luces piloto	Es una luz que indica la existencia de una serie de condiciones	

Gabinete de control	Tablero eléctrico donde se aloja todos los equipos de control, protección, conexión dentro de un proceso de automatización	
---------------------	--	---

Fuente: Grupo de trabajo.

8.5 Programación con un PLC (controlador lógico programable)

8.5.1 Controlador Lógico Programable (PLC)

Un controlador lógico programable es un dispositivo que controla una máquina o proceso y puede considerarse simplemente como una caja de control con dos filas de terminales: una para salida y otra para entrada, los terminales de salida proporcionan comandos para conectar a dispositivos como válvulas solenoides, motores, lámparas indicadoras, indicadores acústicos y otros dispositivos de salida. (*Hyde, Regué, & Cuspina, 2015, pág. 112*).

8.5.2 PLC Logo! 230 RCE

Este PLC es utilizado en aplicaciones industriales para ello comparten características, como los protocolos de comunicación es el Ethernet RJ45 por la facilidad de comunicación entre el PLC y una computadora, de igual manera el lenguaje de programación para él. LOGO!24 RCE es Ladder, pudiendo presentar módulos de expansión entre otras características detalladas en la siguiente tabla obtenida la información del manual del usuario.

Tabla 5: Especificaciones LOGO 230 RCE.

<i>Especificación</i>	<i>Descripción</i>	<i>Tensión de alimentación</i>	<i>Entradas</i>	<i>Salidas</i>	<i>Display</i>
LOGO! 230 RCE	R: Salida de relé. C: reloj integrado E: Interfaz Ethernet integrada	Establece una alimentación de 115 V AC/DC a 240 V AC/DC	Solamente 8 digitales	4 de relé (10 A)	si

Fuente: <https://assets.new.siemens.com/siemens/assets/api/uuid:128a5098-565c-4226-b4ee-56f814df322e/Manual-LOGO-2019.pdf>

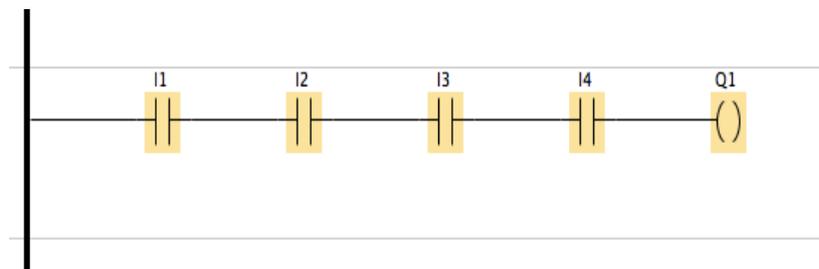
Figura 5: PLC Logo 230 RCE

Fuente: <https://assets.new.siemens.com/siemens/assets/api/uuid:128a5098-565c-4226-b4ee-56f814df322e/Manual-LOGO-2019.pdf>

8.5.3 Lenguajes de programación.

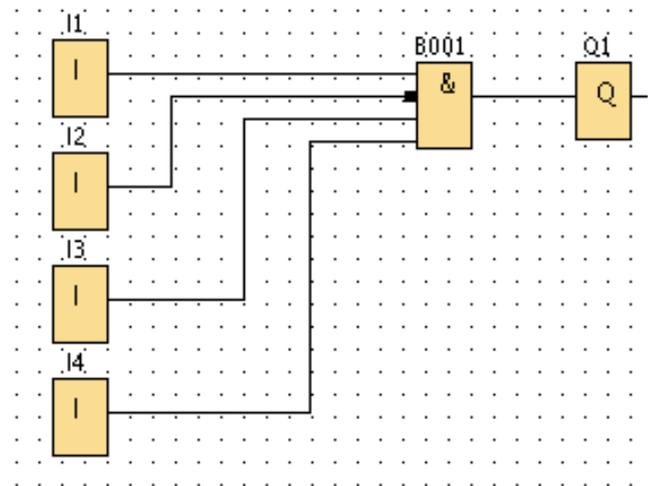
Es un lenguaje formal que, mediante una serie de instrucciones, le permite a un programador escribir un conjunto de órdenes, acciones consecutivas, datos y algoritmos para, de esa forma, crear programas que controlen el comportamiento físico y lógico de una máquina. (*Monzó, 2015, pág. 152*)

El lenguaje de programación más utilizado para los autómatas programables es el esquema de contactos o LADDER y también existe el lenguaje de programación FUP, el primer lenguaje de programación se trata de una programación de contactos basada en control industrial y proviene de una representación de contactos eléctricos.

Figura 6 Lenguaje Ladder (KOP)

Fuente: Software Logo Soft Comfort V8.2

Este lenguaje (KOP) es el que vamos a utilizar para la programación del PLC anteriormente escogido como es el. LOGO! 230RCE, este lenguaje es mayormente conocido y sobre todo el que se tiene mayor conocimiento por parte de los estudiantes, pero existe el lenguaje FUP basados en bloques lógicos del estilo “OR” “AND” etc.

Figura 7: Lenguaje FUP

Fuente: Software Logo Soft Comfort V8.2

En conjunto el diseño, modelado, simulación y programación del control de lógica del proceso industrial que se va automatizar por medio de un sistema de Izaje va en concordancia del modelado y simulado en SolidWorks para después realizar el control de la lógica que se va a programar por medio del lenguaje Ladder en el PLC escogido. Una vez dado estos requerimientos que se realiza en el software es imprescindible conocer que productividad y eficiencia se consigue con el proceso automatizado a continuación se presenta estos parámetros de medición de nuestro proceso de extracción en la minera.

8.6 Simulación.

8.6.1 Simulación con SolidWorks.

Para comprender este software como herramienta ingenieril se debe dar definición según lo aportado en la siguiente página web de SolidWorks:

Es un Software de diseño CAD 3D (diseño asistido por computadora para modelar piezas y ensamblajes en 3D y planos en 2D. El software que ofrece un abanico de soluciones para cubrir los aspectos implicados en el proceso de desarrollo del producto. Sus productos ofrecen la posibilidad de crear, diseñar, simular, fabricar, publicar y gestionar los datos del proceso de diseño. (SolidWorks, 2018, p.01)

Para la automatización en el proceso de extracción de material aurífero de la mina se diseña y simula un sistema de Izaje a partir de este software que ofrece moldear piezas en 3D con una escala en relación al tamaño real, como también la articulación de las piezas que componen en su mayoría el sistema de Izaje.

Figura 8 Modelado de la pieza.



Fuente: http://help.solidworks.com/2014/Spanish/SolidWorks/cworks/c_Simulation_Studies.htm

En el diseño del sistema de Izaje, para modelado de las piezas es importante conocer como utiliza el software métodos de cálculo, para el análisis de los esfuerzos que se puede presentar en las piezas al estar en animación es decir en movimiento el autor lo describe de la siguiente manera.

El software emplea el método de elemento finito (FEM), que es una técnica numérica utilizada para analizar diseños de ingeniería. el FEM es considerado como el método de análisis estándar. A través de la división del modelo en numerosas piezas pequeñas de formas simples —denominadas “elementos”—, este método permite reemplazar de manera eficaz un problema complejo por muchos problemas simples, los cuales serán resueltos de forma simultánea. (Verá, 2018, pág. 10).

A continuación, se presenta una imagen que aclara lo dicho por el autor y como ejemplifica la manera de modelar las piezas que componen el sistema de Izaje.

Figura 9 Modelo subdividido en piezas pequeñas.

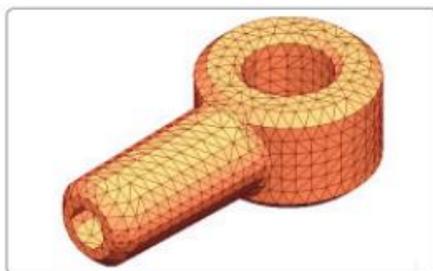
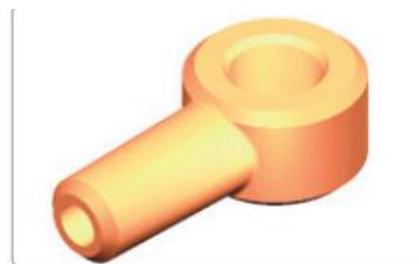


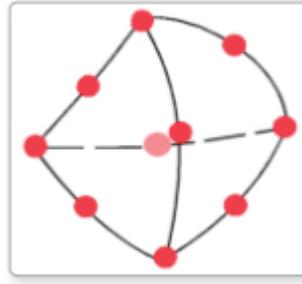
Figura 10 Modelo CAD una sola pieza



Fuente: http://help.solidworks.com/2014/Spanish/SolidWorks/cworks/c_Simulation_Studies.htm

El modelado de piezas y la unión de este conjunto de piezas se denomina ensamble, el modelado de estas pequeñas piezas se conoce como mallado, lo puntos que unen el mallado se conoce como nodos.

Figura 11 Elemento Tetraédrico

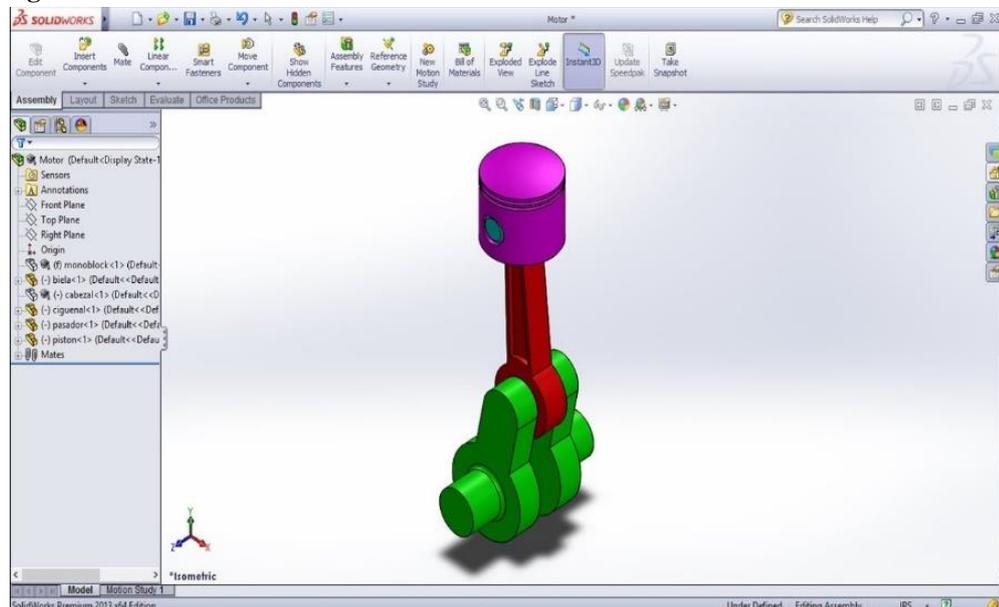


Fuente: http://help.solidworks.com/2014/Spanish/SolidWorks/cworks/c_Simulation_Studies.htm

“Los puntos rojos que figuran en el elemento tetraédrico el software establecen las ecuaciones que determinan el comportamiento de cada elemento, las cuales están relacionadas con la respuesta de cargas, restricciones y propiedades del material.” (Verá, 2018, pág. 11)

La animación permite ver en secuencia los movimientos de las piezas, en este caso los movimientos del sistema de Izaje se ejecuta con todos los componentes de ensamble que se realiza con el software SolidWorks con la ayuda del gestor Motion Manager.

Figura 12 Animación de elementos móviles.



Fuente: <https://www.youtube.com/watch?v=enWLXD0aZaE>

8.6.2 Simulación con ProModel.

ProModel es un simulador con animación y optimización para hacer modelos de simulación y optimizarlos, que permite simular cualquier tipo de sistemas de manufactura, logística, servicios, call centers, manejo de materiales, etc.

Los elementos básicos del software ProModel se distingue en una serie de módulos que permiten al analista hacer un estudio más completo sobre el modelo que quiere simular. Cada uno de estos módulos cuenta con herramientas de trabajo que hacen de ProModel uno de los mejores paquetes de simulación que existen en el mercado, estos elementos que se interrelacionan para funcionar como un todo son. (*García Dunna, García Reyes , & Cárdenas Barrón, 2013, pág. 175*)

Entidad: Por lo general es la representación de los flujos de entrada y salida en un sistema; al entrar a un sistema una entidad corresponde al elemento que puede cambiar las condiciones del proceso por ejemplo las entidades pueden ser; los clientes que llegan a la caja de un banco, las piezas que llegan a un proceso, o el embarque de piezas que llega a un inventario. (*García Dunna, García Reyes , & Cárdenas Barrón, 2013, pág. 177*)

Sistema: Es la condición que guarda el sistema bajo estudio en un momento de tiempo determinado; es como una fotografía de lo que está pasando en el sistema en cierto instante. El estado del sistema se compone de variables o características de operación puntuales y de variables o características de operación acumuladas, o promedio (como podría ser el tiempo promedio de permanencia de una entidad en el sistema, en una fila, almacén o equipo). (*García Dunna, García Reyes , & Cárdenas Barrón, 2013, pág. 182*)

Evento: Es un cambio en el estado actual del sistema; por ejemplo, la entrada o salida de una entidad, la finalización de un proceso en un equipo, la interrupción o reactivación de una operación, o la descompostura de una máquina. Por ejemplo, cierta pieza entra a una máquina para que ésta realice un proceso. El evento actual sería precisamente que la entidad llamada "pieza" se encuentra en la máquina. (*García Dunna, García Reyes , & Cárdenas Barrón, 2013*)

Localizaciones: Son todos aquellos lugares en los que la pieza puede detenerse para ser transformada o esperar a serlo. Dentro de estas localizaciones se pueden considerar almacenes, bandas transportadoras, máquinas, estaciones de inspección, etcétera. En términos de simulación algunos paquetes permiten la animación de lo que se programó. En estos paquetes la representación iconográfica es sólo para aspectos visuales y no le resta o agrega potencia al modelo. (*García Dunna, García Reyes , & Cárdenas Barrón, 2013, pág. 185*)

Recursos: Son aquellos dispositivos (diferentes a las localizaciones) necesarios para llevar a cabo una operación. Por ejemplo, un montacargas que transporta una pieza de un lugar a otro: una persona que realiza la inspección en una estación y toma turnos para descansar; una herramienta necesaria para realizar un proceso pero que no forma parte de una localización específica, sino que es trasladada de acuerdo con los requerimientos de aquel.

(García Dunna, García Reyes , & Cárdenas Barrón, 2013, pág. 188)

Atributos: Es una característica de una entidad. Por ejemplo, si la entidad es un motor, los atributos serían su color, peso, tamaño o cilindraje. Los atributos son muy útiles para diferenciar entidades sin necesidad de generar una nueva, y pueden adjudicarse al momento de la creación de la entidad, o asignarse y/o cambiarse durante el proceso.

(García Dunna, García Reyes , & Cárdenas Barrón, 2013, pág. 188)

Variables: Son condiciones cuyos valores se crean y modifican por medio de ecuaciones matemáticas y relaciones lógicas. Pueden ser continuas (por ejemplo, el costo promedio de operación de un sistema) o discretas (como el número de unidades que deberá envasarse en un contenedor). Las variables son muy útiles para realizar conteos de piezas y ciclos de operación, así como para determinar características de operación del sistema. *(García Dunna, García Reyes , & Cárdenas Barrón, 2013, pág. 190)*

Reloj de simulación: Es el contador de tiempo de la simulación, y su función consiste en responder preguntas tales como cuánto tiempo se ha utilizado el modelo en la simulación, y cuánto tiempo en total se quiere que dure esta última. Existen dos tipos de reloj de simulación: el reloj de simulación absoluto, que parte de cero y termina en un tiempo total de simulación definido, y el reloj de simulación relativo, que sólo considera el lapso que transcurre entre dos eventos. *(García Dunna, García Reyes , & Cárdenas Barrón, 2013, pág. 190)*

Resultados: ProModel cuenta con una interfaz de resultados que facilita la administración, el manejo y el análisis de la información. En este módulo se pueden ver los resultados de todas las variables del modelo. Algunas de ellas se reportan de manera automática, y otras se obtienen bajo solicitud expresa del analista. Además, el módulo permite la interacción con programas de hoja de cálculo, como Excel. *(García Dunna, García Reyes , & Cárdenas Barrón, 2013, pág. 192)*

8.7 Medición del trabajo.

La medición del trabajo es la aplicación de técnicas para determinar el tiempo que invierte un trabajador calificado en llevar a cabo una tarea definida efectuándola según una norma de ejecución preestablecida. Podemos decir que la “Medición del trabajo” es rama de la Ingeniería Industrial que ha sido definida como la aplicación de los procedimientos para determinar la mejor técnica de trabajo, reduciendo los tiempos que intervienen en la fabricación y distribución de los productos y servicios. (*Palacios, 2008, pág. 2*).

La medición del trabajo se la da a través de una serie de técnicas que nos permiten determinar el tiempo que un trabajador calificado utiliza para llevar a cabo alguna tarea que se le ha definido utilizando algún método de simplificación para establecer un tiempo estándar y les permita ser útiles de tal manera que representan reducción de costos innecesarios para una empresa.

8.7.1 Herramientas para la medición del trabajo.

En la actualidad la mayoría de organizaciones grandes, medianas y pequeñas realizan la medición del trabajo para llevar una secuencia de los tiempos de producción en la medición de trabajo se debe tener en cuenta los siguientes pasos.

- Estudio de tiempos con cronometro.
- Determinación de Tiempo básico
- Numero de observaciones.
- Medición y registro de tiempos observados
- Determinación del tiempo estándar.

(*Saldaña, 2011, pág. 2*).

Estas herramientas del estudio de tiempos, que tienen como finalidad aumentar la productividad conociendo el factor tiempo en los procesos productivos de la empresa minera en el apartado decimo metodología y diseño experimental en las herramientas de estudio se esclarecen de mejor manera.

8.8 Capacidad de producción.

Cantidad máxima de producto o servicio que puede ser obtenida en una determinada unidad productiva en condiciones normales de funcionamiento. (*American Production and Inventory Control Society, APICS*)

Capacidad real. El término capacidad implica el índice de producción que se puede alcanzar, se define como como la facultad para tener, recibir, almacenar o dar cabida, la capacidad debe considerar los insumos de recursos y los productos fabricados que se debe a efectos de planeación, la capacidad real o efectiva depende de lo que se piense producir.

Capacidad eficiente: Cantidad de producción al menor costo.

Capacidad efectiva: mayor tasa de producción razonable que puede lograrse en la práctica (tareas auxiliares, ajustes)

(*Chase & Jacobs, Administración De Operaciones Producción ., 2014, pág. 72*)

8.8.1 Planificación de la capacidad.

La planificación de la capacidad hace referencia al tiempo que generalmente se lo refiere a tres periodos:

Largo plazo: Más de un año. Cuando se requiere mucho tiempo para adquirir o deshacerse de los recursos para la producción (como edificios, equipamiento o instalaciones), la planeación de la capacidad de largo plazo implica la participación y autorización de la alta gerencia. Mediano plazo

Mediano plazo: Planes mensuales o trimestrales para los siguientes 6 a 18 meses. En este caso, la capacidad se altera con opciones como contratación, recortes de personal, nuevas herramientas, adquisición de equipamiento menor y subcontratación

Corto plazo: Menos de un mes. Está ligado al proceso de los programas diarios o semanales, e implica ajustes para que no haya variación entre la producción planeada y la real. Aquí entran opciones como horas extra, transferencias de personal y otras rutas de producción. (*Chase & Jacobs, Administración De Operaciones Producción ., 2014, pág. 72*)

8.8.2 Cálculo de capacidad.

La capacidad real de producto por periodo de tiempo de la puede calcular así.

Ecuación 1 Ecuación de capacidad real.

$$Capacidad\ eficiente = \frac{Capacidad\ Disponible}{Tiempo\ de\ fab\ por\ unidad}$$

Fuente: (Chase & Jacobs, Administración De Operaciones Producción ., 2014, pág. 72)

Ecuación 2 Capacidad efectiva

$$Capacidad\ efectiva = \frac{Capacidad\ Disponible - tiempos\ para\ actividades\ aux}{Tiempo\ de\ fab\ por\ unidad}$$

Fuente: (Chase & Jacobs, Administración De Operaciones Producción ., 2014, pág. 72)

Ecuación 3 Capacidad real.

$$Capacidad\ real = \frac{Capacidad\ Dispo - tiempos\ activid.\ aux - tiempos\ improductivos}{Tiempo\ de\ fab\ por\ unidad}$$

Fuente: (Chase & Jacobs, Administración De Operaciones Producción ., 2014, pág. 72)

8.9 Productividad.

La productividad es una medida común para saber si un país, industria o unidad de negocios utiliza bien sus recursos (o factores de producción). Como la administración de operaciones y suministro se concentra en hacer el mejor uso posible de los recursos de una empresa, resulta fundamental medir la productividad para conocer el desempeño de las operaciones. En esta sección se definen varias medidas de productividad. A lo largo de este libro se definirán muchas otras medidas del desempeño relacionadas con el material. (*Chase & Robert, Administración de operaciones producción y cadena de suministros, 2014, pág. 30.*)

La productividad es una medida que nos ayuda a mantener en referencia como esta nuestra industria, en este caso se busca medir la productividad en relación al material de extracción que la mina actualmente tiene con su capacidad y una vez dada la propuesta de automatización por medio del sistema de Izaje que productividad se tiene para ello es de utilidad las siguientes formulas expuestas.

8.9.1 Medición de la productividad.

Ecuación 4 Ecuación general de productividad.

$$Productividad : \frac{Salidas}{Entradas}$$

Fuente: (Chase & Robert, Administración de operaciones producción y cadena de suministros, 2014, pág. 30.)

En la medida parcial tenemos:

Ecuación 5 Ecuación parcial de productividad.

$$\frac{\text{Producto}}{\text{Entradas}} \text{ o } \frac{\text{Producto}}{\text{Capital}} \text{ o } \frac{\text{Producto}}{\text{Materiales}} \text{ o } \frac{\text{Producto}}{\text{Energía}}$$

Fuente: (Chase & Robert, Administración de operaciones producción y cadena de suministros, 2014, pág. 30.)

En la medida multifactorial tenemos:

Ecuación 6 Ecuación de productividad multifactorial

$$\frac{\text{Producto}}{\text{Trabajo} + \text{Capital} + \text{Energía}} \text{ o } \frac{\text{Producto}}{\text{Trabajo} + \text{Capital} + \text{Materiales}}$$

Fuente: (Chase & Robert, Administración de operaciones producción y cadena de suministros, 2014, pág. 30.)

En la medida total:

Ecuación 7 Ecuación de medida total de productividad

$$\frac{\text{Producto}}{\text{Insumo}} \text{ o } \frac{\text{Bienes y servicios producidos}}{\text{Todos los recursos utilizados}}$$

Fuente: (Chase & Robert, Administración de operaciones producción y cadena de suministros, 2014, pág. 30.)

La aplicación de las fórmulas nos dará a conocer la productividad en relación ya sea en la cantidad de extracción de material aurífero, o el rendimiento económico es decir los costos que se ejecutan en la empresa minera en conclusión busca medir los recursos que la empresa dispone para ejecutar sus labores es importante la realización de este cálculo para saber en qué medida somos eficientes con nuestra propuesta de automatización.

9. PREGUNTAS CIENTÍFICAS.

¿Como caracterizar la productividad actual del proceso de IZAJE en la extracción de material aurífero?

¿Como proponer el sistema automatizado de IZAJE bajo las condiciones técnicas de funcionamiento?

¿Qué proceso de simulación puede ser utilizado para representar la extracción y sistema de IZAJE en el proceso de extracción de material aurífero?

¿Cuáles son los costos que puede tener la propuesta del sistema Automatizado para la extracción de material aurífero?

10. METODOLOGÍA Y DISEÑO EXPERIMENTAL.

10.1 Métodos de investigación.

Para la realización del presente proyecto de investigación se presentan los siguientes métodos de estudio e investigación.

10.1.1 Método analítico – sintético

El método analítico – sintético es utilizado para el estudio del sistema de Izaje, es decir este método se centra en descomponer el objeto de estudio para conocer su naturaleza y efectos es por ellos que conociendo aspectos y requerimientos técnicos del sistema de Izaje para vincularlos en un todo y comprender la esencia del sistema de Izaje desde la creatividad y funcionalidad en el diseño para que el proceso automatizado se lleve de la mejor manera y cumpla las expectativas de todas las partes interesadas.

10.1.2 Método inductivo – deductivo.

Para analizar las partes del proceso productivo y después ver la generalidad del proceso, después ver la generalidad del proceso como sistema.

Este método tiene aplicabilidad para la caracterización en todos los procesos de la planta minera Labor Minera Manuel Castillo que comprende el proceso de Polvorín, Proceso Productivo, Proceso de IZAJE, Proceso de almacenamiento para después conocer los requerimientos del área de IZAJE con el fin de cumplir con la eficiencia del sistema productivo de la empresa.

10.1.3 Método de investigación cuantitativa.

Este método permite cuantificar las variables de estudio de los procesos, en este caso el uso de tiempos improductivos, capacidad baja de extracción del actual proceso, partiendo del marco conceptual adecuado para reducir estos tiempos aumentando la capacidad de extracción de material aurífero en el proceso de IZAJE del área de producción de la empresa minera Labor Minera Manuel Castillo, con el fin de mejorar la productividad.

10.2 Tipos de investigación.

10.2.1 Investigación de campo.

Para la investigación de campo se realiza visitas in situ, por lo cual nos permite realizar levantamiento de información y datos requeridos para documentar los procesos actuales que se llevan a cabo en la minería, la evaluación de las actividades del personal que ejecuta labores mineras con la ayuda de la medición de trabajo, conocimiento de los métodos de trabajo a partir de la observación directa para obtener información necesaria dando solución a problemas de producción de la organización.

10.2.2 Investigación Bibliográfica-Documental.

Para la investigación bibliográfica documental del proyecto de investigación se utiliza fuentes primarias como son entrevistas, formularios de preguntas, libros contables, bitácora de trabajo de la mina y secundarias como libros, artículos y páginas de internet, para fundamentar teórica y científicamente los procesos que se desarrollan en la mina.

10.2.3 Investigación descriptiva.

Este tipo de investigación es usada para definir todas las características de los procesos a estudiar, describir y graficar con herramientas de evaluación y control los procesos y actividades que conllevan a la resolución de los problemas que suscitan como es el bajo rendimiento extractivo de material aurífero , tiempos improductivos, métodos de trabajo monótonos y excesivos en los procesos de la planta Labor Minera Manuel Castillo , es así que se lleva a cabo la propuesta de automatización para dar solución a los problemas descritos anteriormente.

10.2.4 Investigación explicativa.

Esta investigación nos permite conocer las causas de los problemas del actual proceso que retarda la capacidad extractiva del material aurífero y las consecuencias en una baja productividad en relación al material aurífero explotado por parte de la mina, conociendo las causas y consecuencias se resuelve el problema a partir de la automatización.

10.3 Técnicas de investigación.

10.3.1 Observación.

En primera instancia se debe observar los procesos que se describen en actividades con los tiempos y distancias que ejecuta el personal que labora en la mina para identificar los actuales métodos de trabajo y así documentarlos por medio de cursogramas analíticos y sinópticos.

10.3.2 Recolección de información.

Para la recolección de información se la ejecuta de manera consecutiva siendo indispensable visitas a los puestos de trabajo, observar las actividades y describirlas en forma de manifiestos apoyándose de material bibliográfico para la realización de los cálculos de productividad, capacidad, tiempos y rentabilidad económica.

10.3.3 Procesamiento y análisis de datos.

Con las anteriores técnicas de observación y recolección de datos, se realiza una revisión analítica de la información obtenida y así establecer los datos que se van a estudiar y datos que no representan una información adecuada descártalos, una vez realizado esto se integrara la información relevante para enfocarnos en una solución al problema por medio de la propuesta de automatización y finalmente determinar la factibilidad del proyecto.

10.4 Herramientas de proceso.

10.4.1 Cursograma sinóptico.

Se presenta un cuadro del modo en que sucede las principales operaciones e inspecciones añadiendo tiempos en general de cada operación, usualmente se utilizan gráficos que representan operación, transporte, inspección, demora, almacenamiento y actividad combinada, en este cursograma se visualizan las actividades para a través de este realizar un análisis de las acciones innecesarias o bien combinarlas para obtener una mayor eficiencia.

10.4.2 Cursograma Analítico

Con una plantilla de Excel se procede a detallar los procedimientos registrando cada acción mediante un símbolo como lo es la operación, transporte, inspección, demora, almacenamiento y actividad combinada, anotando el empleo de equipos o maquinarias con tiempos y distancias que recurren cada trabajador

10.4.3 Layout.

Es un plano donde se realiza la diagramación de los espacios y los departamentos de la empresa, este se lo realiza por medio del software AutoCAD en plano 3D, con acotaciones y medidas a escala, que nos permite referenciar todas las áreas que están involucradas para llevarse a cabo la producción.

10.4.4 Diagramas de recorrido.

Considerando el Layout se ilustra el recorrido de los procesos que se realizan en la empresa minera, determinando la disposición de los equipos y maquinarias en las áreas de trabajo con cual se indican con símbolos previamente las operaciones realizadas y estudiando el recorrido de los materiales como la de los operarios, la finalidad es evaluar los caminos más adecuados para mejorar la productividad.

10.4.5 Medición del trabajo.

En este estudio permite determinar el tiempo necesario por cada operación, la duración de los procesos y la cantidad de actividades y procedimientos para comparar diseños alternativos de los procesos en cuanto a producción, evaluación de costos, precios y el control del desempeño productivo de la organización.

Para la realización de la medición del trabajo se debe cumplir con los siguientes pasos:

Cronometraje: Consiste en determinar el tiempo empleado por cada operario calificado para realizar una tarea, este método permite en primera instancia determinar el tiempo básico determinar una operación.

Determinación del tiempo básico: Una vez se tiene conocimiento pleno sobre el proceso de estudio se divide en actividades y procedimientos detallándose de manera minuciosa para el cálculo de los tiempos y detectar actividades con cuello de botella.

Determinación del número de observaciones: Se debe estimar el tamaño de la muestra o el número de observaciones con el fin de estudiar un resultado confiable en los tiempos básicos tomados esto se hace por medio de una formula estadística.

Medición y registro de tiempos observados: Para la realización y medición de los tiempos se utiliza el cronometro donde se hace la medición de tiempos con vuelta a cero, estos se deben registrar en una plantilla tomada de la Organización Internacional del

Trabajo (OIT). Se tiene en cuenta algunos aspectos como la valoración del ritmo (V) que es una variable juzgada por el analista de tiempos.

Durante el estudio de tiempos se debe tomar en cuenta factores directos e indirectos que afectan la velocidad de efectuar las operaciones por parte del trabajador, algunas de ellas son involuntarias y se denotan como tablas de descripción del desempeño pre – establecidas con una escala numérica.

Ecuación 8 Ecuación de numero de observaciones

$$n = \left[\frac{40 * \sqrt{n' \sum x^2 - (\sum x)^2}}{\sum x} \right]^2$$

Fuente: (Niebel, 2004)

n = Tamaño de la muestra a determinar.

n' = Numero de observaciones del estudio preliminar

x = Valor de las observaciones

Figura 13: Tabla de desempeño

Escala				Descripción del desempeño	Velocidad de marcha comparable ¹ (km/h)
60-80	75-100	100-133	0-100 (norma británica)		
	#				
0	0	0	0	Actividad nula	
40	50	67	50	Muy lento; movimientos torpes, inseguros; el operario parece medio dormido y sin interés en el trabajo	3,2
60	75	100	75	Constante, resuelto, sin prisa, como de obrero no pagado a destajo, pero bien dirigido y vigilado; parece lento, pero no pierde tiempo adrede mientras lo observan	4,8
80	100	133	100 (Ritmo tipo)	Activo, capaz, como de obrero calificado medio, pagado a destajo; logra con tranquilidad el nivel de calidad y precisión fijado	6,4
100	125	167	125	Muy rápido; el operario actúa con gran seguridad, destreza y coordinación de movimientos, muy por encima de las del obrero calificado medio	8
120	150	200	150	Excepcionalmente rápido; concentración y esfuerzo intenso sin probabilidad de durar por largos periodos; actuación de «virtuoso», sólo alcanzada por unos pocos trabajadores sobresalientes	9,6

Fuente: Oficina Internacional del trabajo, introducción al estudio de trabajo, (OIT) 4° Ed; Ginebra, 2014

En consecuencia, de ello se permite calcular el tiempo básico correspondiente a cada elemento registrado en una tabla de registro donde se realiza un resumen del estudio a partir de la siguiente formula.

Ecuación 9 Ecuación de tiempo básico,

$$T_b = T_o \times \left(\frac{\text{Valor atribuido}}{\text{Valor tipo}} \right)$$

T_b= tiempo básico

T_o= tiempo observado

Fuente: (Niebel, 2004)

Determinación del tiempo estándar: Es el tiempo real de cada actividad en donde se debe adicionar al tiempo básico otros tiempos denominados suplementarios en donde se tiene en cuenta descansos o contingencias estos se dan en valores porcentuales fijos y variables, a continuación, se presenta una tabla donde se especifican de manera detallada.

Figura 14 Factores suplementarios.

Factores de concesión, F					
Suplementos fijos	Hombre, %	Mujer, %	Suplementos Variables	Hombre, %	Mujer, %
A. Necesidades Personales	5	7	E. Calidad del Aire - Buena ventilación o aire libre - Mala Ventilación, pero sin emanaciones tóxicas ni nocivas - Proximidad de hornos, etc.	0	0
B. Básico por Fatiga	4 9	4 11		5	5
Suplementos Variables			F. Tensión Visual - Trabajos de cierta precisión - Trabajos de precisión - Trabajos de gran precisión	5 - 15	0 - 15
A. Por Trabajar de Pie	2	4		0 2 5	0 2 5
B. Por Postura Anormal - Ligeramente incomoda - Incomoda (inclinado) - Muy incomoda (hechado-Esturado)	0 2 7	1 3 7	G. Tensión Auditiva - Sonido Continuo - Intermitente y fuerte - Intermitente y muy fuerte - Estridente y fuerte	0 2 5 5	0 2 5 5
C. Levantamiento de pesos y uso de fuerza					
2.5 -----	0	1	H. Tensión Mental - Proceso bastante complejo - Proceso complejo o atención muy dividida - Muy Compleja	1	1
5.0 -----	1	2		4	4
7.5 -----	2	3	I. Monotonía mental - Trabajo algo monótono - Trabajo bastante monótono - Trabajo muy monótono	8	8
10 -----	3	4			
12.5 -----	4	6			
15 -----	6	9			
17.5 -----	8	12			
20 -----	10	15		0	0
22.5 -----	12	18		1	1
25 -----	14	-		4	4
30 -----	19	-			
40 -----	33	-			
50 -----	58	-			
D. Intensidad de la Luz - Ligeramente por debajo de lo recomendado - Bastante por debajo - Absolutamente insuficiente	0 2 5	0 2 5	J. Monotonía física - Trabajo algo aburrido - Trabajo aburrido - Trabajo muy aburrido	0 2 5	0 2 5

Fuente: (Niebel, 2004)

Con los datos de los tiempos anteriormente descritos como es el tiempo básico se debe esclarecer el tiempo de maquina (T.C.M) y el tiempo manual (T.A.M), esto se lo realiza para el cálculo del tiempo estándar con la siguiente ecuación.

Ecuación 10 Ecuación de tiempo estándar.

$$Ts = T.A.M + (T.A.M * Suplementos) + T.C.M$$

Ts = tiempo estándar

T.A.M= tiempo manual

T.C.M= Tiempo de máquina.

Fuente: (Niebel, 2004)

11. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS.

Se establece por cada uno de los objetivos planteados en el proyecto de investigación los resultados a las actividades, a continuación, se detalla:

11.1 Actividades del primer objetivo.

Estudiar las características de la productividad actual del proceso de IZAJE de extracción de material aurífero mediante herramientas de evaluación y control.

11.1.1 Visita in situ y recorrido por la empresa Labor Minera Manuel Castillo.

La visita in situ es un reconocimiento de cómo se encuentra la empresa a nivel organizativo, como también las operaciones que se llevan a cabo en los procesos productivos, esta se la realiza de manera presencial realizando un recorrido por todas las áreas, el fin de cubrir todas la áreas es estudiar los procesos con deficiencia que repercuten al problema de la baja productividad en la extracción de material aurífero y haciendo hincapié en el proceso de IZAJE de la empresa minera Labor Minera Manuel Castillo.

Para el reconocimiento la empresa Labor Minera Manuel Castillo se ha dado a conocer los principales datos como también el propósito de su creación enmarcado en su misión, visión, política de calidad, principios corporativos y su organigrama empresarial que a continuación se presenta.

Tabla 6 Datos de la empresa Labor Minera Manuel Castillo.

Datos De Identificación Institucional.	
Razón social	Labor Minera Manuel Castillo.
Actividad económica.	Extracción de material aurífero (oro, cobre, plata, cuarzo) para su venta.
Tamaño de la empresa.	Mediana (Pequeño minero)
Dirección.	Dir. Sitio El cajón, Parroquia Huertas, Cantón Zaruma, Prov. El Oro
Teléfono.	09886803483 - 0986650548
Mail institucional.	mm_castiloo@hotmail.com

Fuente: Grupo de trabajo

Misión.

La LABOR MINERA MANUEL CASTILLO tiene la misión de extraer material aurífero de diferentes frentes de trabajo generando así una fuente de trabajo y manteniendo unida a la familia.

Visión.

La LABOR MINERA MANUEL CASTILLO tiene como visión de extraer 100 ton de material aurífero cada 9 meses, para hacerlo procesar con la finalidad de obtener lingotes de oro y BIG BAGS de material concentrado (plata, cobre y oro)

Política de calidad.

Es una empresa minera dedicada a la extracción de concentrado y lingotes de oro, por lo cual establece como política de gestión las siguientes directrices.

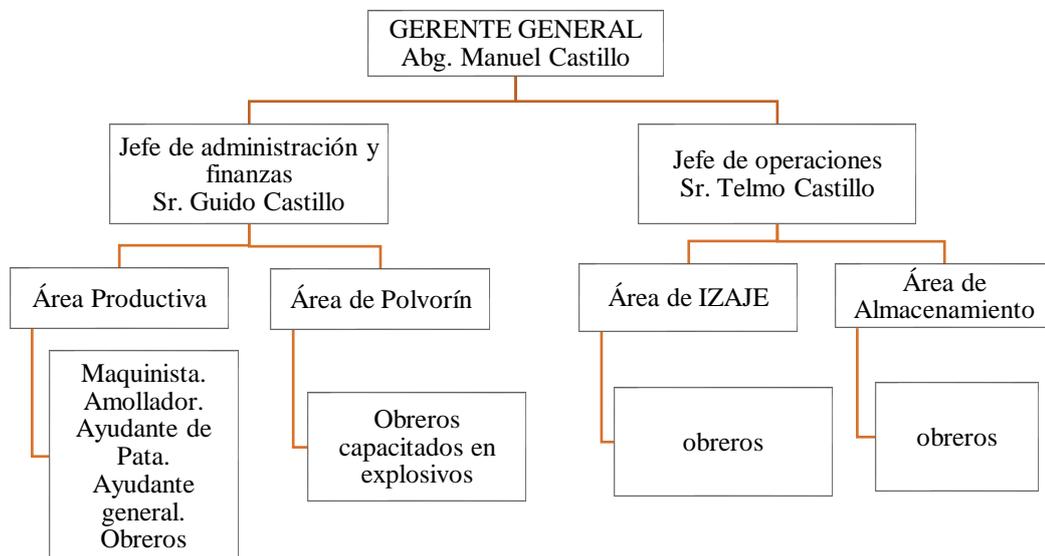
- **Cumplir con todos los requisitos.** Tanto como el personal que ejecutan labores en la mina y los que compran el concentrado cumplen con las normas que presenta ARCOM (Agencia de Regulación y Control Minero).
- **Mejorar continuamente.** El mejoramiento continuo se da ya que buscan un material de calidad, al vender el Oro, tiene que ser lo más amarillo posible, por lo cual esto sale donde la peña es totalmente dura hay se encuentran vetas con yacimientos de minerales de calidad.
- **Responsabilidad de la organización.** Disponer de responsabilidades definidas dentro de la organización para entregar el producto de calidad, esto se hace cuando se extrae las mejores vetas que se suscitan en las peñas de la mina.

Principios corporativos.

- **Trabajo en equipo.** La labor minera tiene personas motivados, lo cual genera confianza entre empleador y empleado permitiéndole al personal laboral de la mejor manera llevar un trabajo en equipo para un buen desarrollo. Está prohibido que en la mina trabaje una persona sola por los riesgos que se llevan, por eso tienen que estar unidos para cualquier actividad que se vaya a ejecutar.
- **Honestidad.** El propietario siempre va hacer honesto al momento de comercializar los lingotes de oro y los BIG BAGS de concentrado.
- **Discreción.** Tanto el personal operativo como el administrativo no puede dar a conocer información de lo que sucede en la mina, para evitar asaltos y desgracias humanas. A excepción que se den aperturas a proyectos tecnológicos para innovación en la mina.
- **Integridad.** El administrador cuenta con la capacidad de realizar acciones de manera responsable, honesta y austera, teniendo en cuenta el valor implícito que tienen los recursos financieros, humanos, físicos y ambientales que utilizamos.

Organigrama empresarial.

Tabla 7 Organigrama Empresarial.



Fuente: Grupo de trabajo

11.1.2 Cursograma analítico de los Procesos de extracción de recursos minerales.

Proceso de polvorín.

En el proceso de polvorín es uno de los más delicados para llevar a cabo la producción en donde se ejecutan actividades con personas capacitadas en manejo de explosivos, se encargan de

recibir la mercancía con las medidas de seguridad para luego dejarlas en los gabinetes de almacenamiento de seguridad brindado y posteriormente cuando sea necesario sacar lo que se necesite para la denotación por turno de trabajo, esta área del polvorón se encuentra aislada de las demás pero dentro del campamento, por el motivo que si se llegara a suscitar una explosión no afecte a las vidas de las personas y demás áreas que se encuentran en el exterior de la mina. (*Anexo 01*).

Proceso Productivo.

Se ejecutan actividades en la zona que conlleva mayor riesgo a accidentes, esta área es la más importante de la minería, ya que aquí se encuentran los yacimientos de materia prima de tal manera que se realizan varias operaciones con recursos utilizados como dinamita, maquinas - herramientas y la ayuda del hombre, en este proceso se encargan de realizar perforaciones en el frontón del túnel para después realizar la denotación y/o tronadura de la peña, permitiéndoles sacar el material para la producción, por turno de trabajo desprenden 2 ton de material, lo cual lleva un porcentaje de lo que es cobre, plata y oro. (*Anexo 02*)

Proceso de IZAJE

Es el proceso que más lleva tiempo en extraer una cantidad de 2 ton, ponen en riesgo la vida de las personas y se realizan actividades repetitivas, lo cual el único objetivo es transportar el material aurífero que se encuentra en el punto final del pozo o pique hasta la línea alta, para llevar a cabo estas operaciones se necesita de varios obreros ya que es una altura aproximada de 60 metros, se va realizando descansos en el pozo y con cargas pequeñas. (*Anexo 03*)

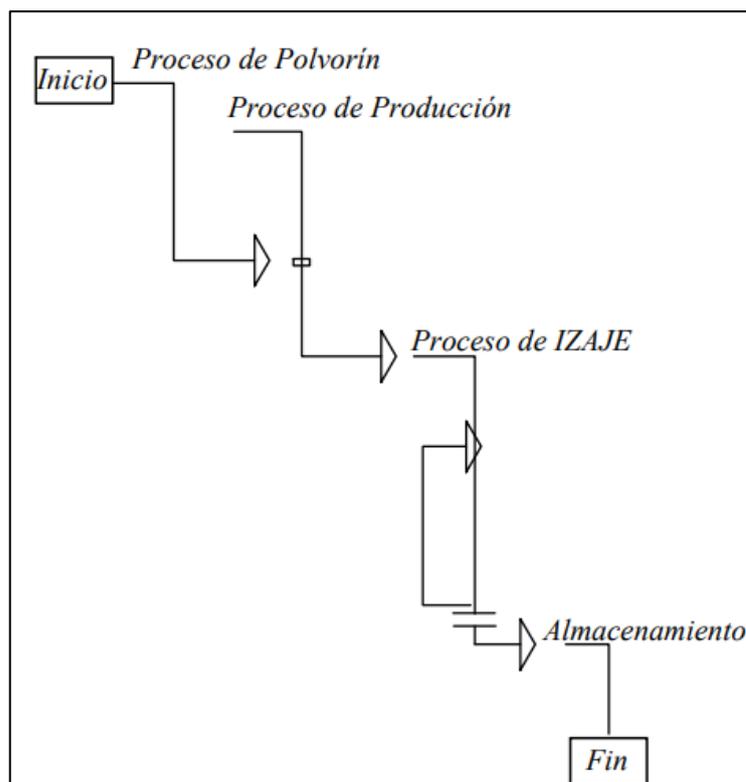
Proceso de almacenamiento.

Una vez que el material se encuentre en la línea alta proceden a cargar a los carros mineros que tienen capacidad de $\frac{1}{4}$ de ton. La finalidad es transportar cuarzo hacia el campamento en donde se encuentra un galpón de almacenamiento con una capacidad de 100 ton. Una vez que se llene más del 90% se lleva a las plantas de procesamiento para extraer el concentrado (Oro, Plata y cobre) y los lingotes de oro. (*Anexo 04*)

11.1.3 Cursograma sinóptico de los Procesos de extracción de recursos minerales.

En el cursograma sinóptico están reflejados todos los procesos que llevan a cabo en la empresa minera, el orden o secuencia que se debe dar para dar cumplimiento con el objetivo que es extraer más del 90% de las 100 Ton.

Figura 15 Cursograma sinóptico de la LABOR MINERA MANUEL C.



Fuente: Grupo de trabajo

En el gráfico se puede observar la secuencia que tiene cada proceso para llevar a cabo la extracción de material aurífero. Para dar cumplimiento los dos primeros procesos parten al mismo tiempo, el primero es de personas capacitadas en manejos de explosivos por lo cual se encarga de preparar la dinamita que va a ser utilizada para detonar y/o tronar la peña, el otro grupo son encargados de realizar las perforaciones en la peña y retirar el material tronado del frontón del túnel, una vez realizado ambos procesos proceden a extraer el material, pasando por el IZAJE, en donde es un pique o pozo de 60 metros, el cual se ejercen actividades repetitivas para transportar el material desde la línea baja a la alta. (*Anexos 05, 06, 07 y 08*)

11.1.4 Investigación de características en general del proceso de IZAJE de la empresa Labor Minera Manuel Castillo.

En el proceso de IZAJE encargado de extraer el material aurífero a partir de polipastos desde una línea baja a alta en el pique o pozo de la minería, siendo secuencial del proceso productivo ya obteniendo el material aurífero (cuarzo) y acopiándolo se debe contar con características de la materia prima, mecanismos y herramientas de IZAJE, materiales directos e indirectos que se utilizan en todo el proceso de IZAJE.

Materia prima (Recursos mineros)

- ✓ **Veta.** – Es una estructura planar con una potencia más o menos regular formada por la deposición de minerales, esta se la encuentra entre dos paredes de tierra (caja) se puede clasificar según su dimensionamiento como veta madre cuando su distancia en forma horizontal es mayor a 0.6 m y vetilla cuando el ancho es menor a 0.6 m.
- ✓ **Caja.** – Pared o costado de una excavación horizontal, inclinada o vertical, esta es la tierra que se desaloja para ampliar el túnel y proceder con la extracción de yacimientos de materiales.

Figura 17 Veta Labor Minera M. C.



Fuente: Grupo de trabajo

Figura 16 Grafica de veta y caja



Fuente: Grupo de trabajo

Mecanismos y herramientas de IZAJE

En el proceso de IZAJE se utilizan mecanismos y herramientas para cargar el material aurífero de la línea baja hasta la línea alta de la mina, el accionamiento se lo realiza de una manera rustica y poco convencional, el IZAJE se lo realiza de una forma manual con la fuerza que debe soportar el operario de 25 Kg cada vez que se realiza el cargue del material aurífero en el balde y que tiene un recorrido de 60 metros dividido en 3 descansos, la operación de las actividades en el proceso de IZAJE se las manifiesta en el estudio del método de trabajo en el desarrollo del proyecto investigativo.

Tabla 8 mecanismos y herramientas de Izaje

Mecanismos	Herramientas
<p>Polipasto: Esta herramienta es utilizada para elevar cargas con facilidad, este contiene un sistema de poleas unida con una o varias poleas fijas.</p>	<p>Cuerda o eslingas: Estas son de material flexible y resistente, son utilizadas para sujetar la carga y trasportarla levantándola.</p>

<p>Ganchos de Izaje: Elemento de unión de la cuerda con el balde de carga, este es elaborado por acero estando diseñado para realizar un rápido y seguro enganche de cargas.</p>	<p>Cuñas: Es una pieza de madera o metálica utilizada en la peña para apretar o dividir un cuerpo solido con otro.</p>
<p>Sujeción y giro radial de Balde: Es un mecanismo que permite realizar un giro al balde para descargar el material aurífero.</p>	<p>Lampón: Utilizado para llenar en el balde el material aurífero.</p>
<p>Anillos de carga: Son elementos de anclaje que conectan la carga suspendida con el polipasto de Izaje.</p>	<p>Pico: Herramienta utilizada para fraccionar el material aurífero.</p>
<p>Cáncamos: Es un accesorio útil que se usa para suspender la carga tirando directamente de este, es de gran utilidad en el Izaje de cargas.</p>	<p>Balde de carga metálico: La carga del material aurífero y el llenado se lo realiza en un balde metálico con capacidad de 25 kilogramos.</p>

Fuente: Grupo de trabajo

Materiales indirectos.

EPP: La implementación de equipos de seguridad es indispensable en una industria minera, el uso de casco, guantes y anteojos con resguardos laterales protege ante caída de rocas, el uso de protección para los oídos en ambientes ruidosos como es el uso de la barrenadora o tronadura de peña en el dinamitado, una de las partes de las labores en minería implica trabajos en altura y se debe prevenir con protecciones como arneses y cinturones.

Lubricantes: Es importante lubricar las herramientas y mecanismos del sistema de Izaje, porque no presenten corrosión por la alta humedad en el interior de la mina, y pueda cumplir sus funciones de la mejor manera.

Producto: En la minería Labor Minera Manuel Castillo, se realiza la explotación de material aurífero, los metales explotados son oro, plata y cobre estos metales tienen un sinnúmero de aplicabilidad como joyería, medicina, ingeniería. En caso particular a nivel industrial el oro es utilizado en computadoras y todo dispositivo electrónico.

Otro mineral que se explota en la mina es el cobre, su principal influencia es en la industria de la construcción, como el cableado para la electrificación, las tuberías para el gas, por último, la plata es un material codiciado por ser conductor es utilizado igualmente en la electrónica presente en los chips LED, fabricación de baterías, pantallas táctiles, el uso en la joyería y hasta en la medicina como uso tópico.

Control de calidad: El control de calidad del material aurífero (Cobre, Oro, Plata) de cumplir con un informe de laboratorio que debe estar certificado o acreditado bajo el Servicio de Acreditación Ecuatoriano SAE, en este informe se detalla la concentración de esos minerales por cada tonelada procesada, es decir la cantidad de gramos obtenidos de Oro, plata y cobre por una tonelada de cuarzo o concentrado extraído de la mina.

Figura 18 Informe de laboratorio.

SERVICIO DE ACREDITACIÓN ECUATORIANO
Acreditación N° SAE LEN 19-007
LABORATORIO DE ENSAYOS

Albexus
laboratorio metalúrgico Cia. Ltda.

INFORME DE ENSAYO N° 8057

Cliente : Guido Castillo Ochoa
Dirección : Piñas
Tipo de Muestra : Concentrado
Envase : Funda Plástica
Condición de las Muestras : En buenas condiciones para ser analizada
N° de Recepción de Muestras : 5671
Fecha de Recepción : 2020-03-02
Inicio Análisis : 2020-03-02
Término Análisis : 2020-03-02

RESULTADOS

IDENTIFICACION DE LA MUESTRA	COMP N°	Cod. Alb.	Au	Ag	Cu	%Hum
			g/t	g/t	%	
Muestra 1	1	67131	26.24	5483.32	5.59	16.11

Comp. N°: Número de muestras que conforman el compuesto./Cod. Alb.: Código Albexus
Au**, Ag**: Promedio Ponderado (Método Newmont)

MÉTODOS:
1. Au, Ag: ALB-MET-01. Determinación de Au y Ag por ensayo al fuego.
2. Cu, Pb, Zn, As, Fe: ALB-MET-02. Determinación de Metales por Digestión con HNO3 (cc) por Absorción Atómica.

COMENTARIOS:

Fuente: Labor Minera Manuel Castillo.

Para verificar estos parámetros se procede a sacar una muestra del cuarzo y llevarlo al laboratorio, la empresa Labor Minera Manuel Castillo trabaja con el laboratorio Albexus, dependiendo de los resultados arrojados en las muestras pueden estimar el gramaje de Oro, Cobre y Plata que la mina arrojara al final de toda la extracción es decir las 96 toneladas extraídas en 9 meses productivos, con ello cabe destacar que la calidad de cuarzo o concentrado es de calidad por el porcentaje de riqueza de los materiales auríferos obtenidos en el informe de laboratorio.

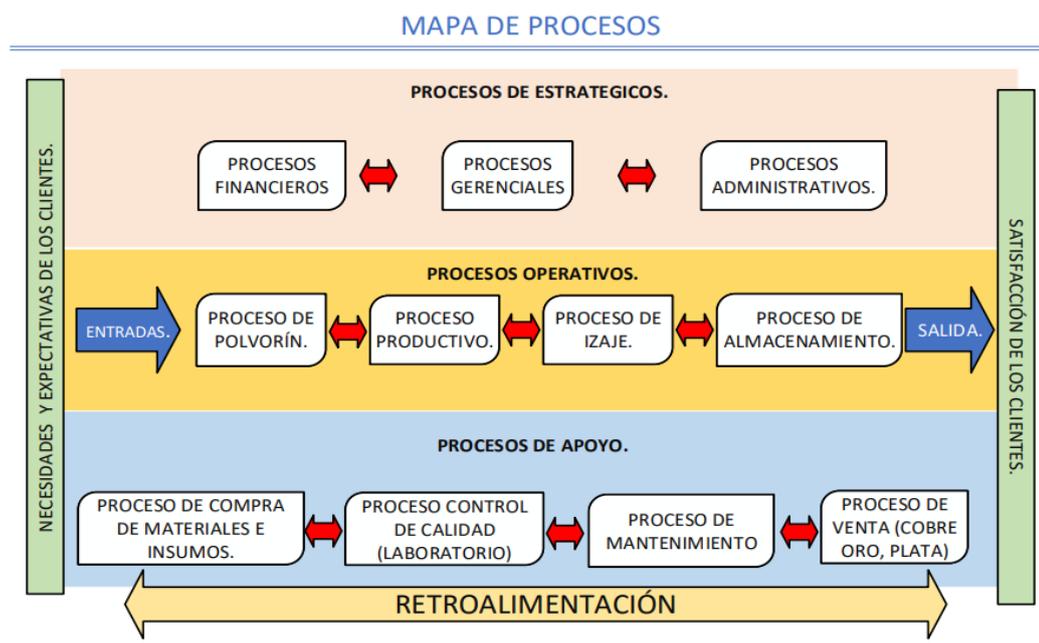
Mapa de procesos.

La empresa Labor Minera Manuel Castillo establece procesos que se intercomunican unos con otros para hacer una organización funcional y cumplir con expectativas para el cliente y favorecer la economía de la empresa, estos procesos son representados en un mapa de procesos con la ilustración 19, se da a conocer una visión general entre las tres categorías como son procesos estratégicos, procesos operativos y procesos de apoyo de la empresa minera.

Se representa los vínculos que existen entre procesos y subprocesos en relación con el cliente, los procesos estratégicos son aquellos que llevan el cumplimiento de metas y su principal responsabilidad recae sobre los altos directivos, los procesos operativos son la esencia de la empresa aquellos funcionales que desarrollan el trabajo y funcionalidad de la organización, en este caso la empresa minera es la labor física de todos los trabajadores y por últimos tenemos los procesos de apoyo constituyen el soporte con los que cuenta la empresa para cumplir con sus actividades, es decir aquellos relacionados con los recursos.

A continuación, se presenta la clasificación de los procesos y subprocesos para la extracción de oro, plata y cobre en la empresa Labor Minera Manuel Castillo, la información presentada en la ilustración es generalizada con fines de proporcionar el levantamiento de los procesos se realiza cursogramas analíticos y sinópticos de los procesos operativos que son aquellos que intervienen en la capacidad extractiva y productiva de la empresa.

Figura 19 Mapa De Procesos



Fuente: grupo de trabajo.

Procesos estratégicos.

- **Procesos financieros.** En este proceso se define planes con sentido económico que permite la utilización del dinero, convirtiendo a la misión y visión en operaciones con fines monetarios.
- **Procesos gerenciales.** Guía el cumplimiento y seguimiento de los objetivos se lo realiza mediante estos procesos, la ejecución de los planes y programas se asegura de la correcta función de la organización con la toma de decisiones correcta.
- **Procesos administrativos.** Define los planes que se alcanzan con los objetivos, se atribuye tareas y funciones con responsabilidades, manejo de recursos, adjudica cargos para dirigirlos de manera correcta en función del bienestar de la empresa.

Procesos operativos.

- **Proceso de entrada (cliente):** se establece las necesidades del cliente, se identifica la oferta para así obtener los requerimientos que la empresa debe satisfacer.
- **Proceso de polvorín:** En este proceso se realiza la recepción de pólvora, empaquetado y realización de cartuchos de pólvora para ser dispuestos a detonarlos en la peña.
- **Proceso productivo:** Este proceso una vez detonado y picado la veta de la superficie de la peña con la máquina de barrenar se debe cargar el cuarzo en el balde para proceder a Izar el material.
- **Proceso de Izaje:** El Izaje corresponde a extraer el cuarzo que se encuentra en la línea baja de la mina hasta la línea alta de la mina, este proceso se desarrolla por medio de polipastos.
- **Proceso de almacenamiento:** El material aurífero que se encuentra en la línea alta debe ser resguardado en un depósito para ser transportado a la planta de tratamiento esto último es fuera de la mina.
- **Proceso de salida (cliente):** cuando se almacena el material aurífero este es llevado a la planta de tratamiento para obtener el oro, cobre y plata, el cuarzo puede ser vendido a empresas chinas o a su vez acabado de procesar por la empresa labor minera Manuel castillo.

Procesos de apoyo.

- **Proceso de compra de materiales e insumos:** el proceso de compra como pólvora, cuñas, cianuro de sodio, periódico, mecha, lubricantes, entre otros se desarrolla por una persona y es depositado en un lugar seguro.
- **Proceso control de calidad.** Este proceso se encarga de realizar un estudio de laboratorio de una muestra de cuarzo para obtener un porcentaje de gramaje de Oro, Plata y cobre por tonelada.
- **Proceso de mantenimiento.** Se cataloga un mantenimiento preventivo- correctivo realizado posterior al cumplimiento de la producción mensualmente.
- **Proceso de venta.** El cuarzo extraído de la mina contiene cantidades de Oro, plata y cobre para ser vendido o llevado hacer procesado por parte de la mina Labor Minera Manuel Castillo.

11.1.5 Estudio de los métodos de trabajo del proceso de IZAJE en la empresa Labor Minera Manuel Castillo.

El área de IZAJE de la empresa minera LABOR MINERA MANUEL CASTILLO, posee un método de trabajo que se detalla en diagramas, que mostrarán las secuencias de todas las actividades que se ejecutan para la extracción de material aurífero de la línea baja a la línea alta.

Método actual.

En primera instancia para realizar una propuesta de un sistema de IZAJE automatizado en las instalaciones del área de IZAJE de la Labor Minera Manuel Castillo. Se realizará un análisis de los métodos que se emplean para transportar carga en suspenso de un punto bajo a un punto alto, para lo cual se utiliza diagramas donde se lleva un registro de todas las actividades y cada una de las operaciones, transporte y demora que intervienen en la producción.

Para que se den cumplimiento a estas actividades las realizan bajo las normas de seguridad y principios ambientales establecidas por la Agencia de Regulación y Control Minero que rige en nuestro país, lo cual se realizó el recorrido por las instalaciones se pudo observar que presenta una buena distribución de carga en las tareas del personal, no posee un respaldo técnico, además el espacio del trabajo no es lo suficientemente amplio, laboran de manera artesanal con polipastos para poner el material aurífero con baldes en suspenso. Los descansos de carga se encuentran ubicados de manera empírica, de tal manera que realizar estas actividades repetitivas además de haberse hecho costumbre se está haciendo cansoso porque la mayoría del tiempo se trajina por ese pique o a su vez se está extrayendo material.

De acuerdo a estas observaciones la disposición actual ocasiona que se obstaculice la extracción de material generando cuello de botella, ya que se tiene una capacidad limitada por la incapacidad del personal de levantar cargas pesadas y por la longitud del pique y/o pozo, se realizan de manera artesanal transportes de material muy extensos creando problemas en la producción, ya que algunas jornadas el área productiva tiene que parar para que extraigan el material que está en el la línea baja, el desplazamiento que se realiza se considera muy distante ya que se recorre 60 metros.

Diagramas de Flujo.

En primera instancia se requiere estudiar el método actual de trabajo del área de IZAJE de la empresa minera LABOR MINERA MANUEL CASTILLO, posee un método de trabajo que se detalla en diagramas de flujo, cursogramas analíticos y sinópticos que muestran las secuencias cronológicas de todas las operaciones, inspecciones y márgenes de tiempo en las actividades que se ejecutan para cumplir con el objetivo de extraer el material desde el punto B al A.

- **Análisis del Proceso de IZAJE. (Anexo 09).**
 - Acopio de los yacimientos de minerales
 - Colocación del material aurífero en carga suspenso.
 - Traslado del material aurífero desde la línea baja a la Alta.
 - Coloca el material en los carros mineros.
 - Se transfiere al área de almacenamiento.

Descripción del Layout actual de la empresa minera.

La empresa minera cuenta con varias áreas donde se realizan sus diferentes operaciones que se llevan a cabo para la extracción de material aurífero, se pueden clasificar en dos grupos. La primera es la parte externa de la mina, es decir donde se encuentran ubicados los galpones a cielo abierto, hay se realizan actividades de mantenimiento de los equipos, preparación de la pólvora, impulsores de aire y agua, y el galpón de almacenamiento de material aurífero que cuenta con una capacidad de 100 ton. La segunda es la mina, en la mina actualmente cuenta con 6 frentes de trabajo, en algunos tienen que realizar una inversión para llegar el objetivo que es encontrar la veta y en uno de ellos esta lo que es el pique y/o pozo de 60 metros el cual les permite al personal transportarse hacia la línea baja y extraer el material aurífero. en línea recta la mina mide más de 500 metros de profundidad, para los costados se van depende el valor de la veta. (Anexo 10).

Diagrama de recorrido de la empresa minera.

Con el Layout de la empresa se determina el recorrido de los materiales y de los trabajadores al interior de la mina, este diagrama se ejemplifica con símbolos (operación, transporte, espera, almacenamiento) las actividades y operaciones que se va realizando para la extracción del material aurífero observado en las visitas in situ por el grupo de trabajo. (*Anexo 11*)

Cursograma analítico.

Es el proceso que más lleva tiempo en extraer una cantidad de 2 ton, ponen en riesgo la vida de las personas y se realizan actividades repetitivas, lo cual el único objetivo es transportar el material aurífero que se encuentra en el punto final del pozo o pique hasta la línea alta, para llevar a cabo estas operaciones se necesita de varios obreros ya que es una altura aproximada de 60 metros, se va realizando descansos en el pozo y con cargas pequeñas (*Anexo 3*)

Análisis del proceso de IZAJE

Operación 1: Preparar herramientas (LAMPONES, VALDES, POLEAS, CUERDAS, ESCALERAS DE TUBO)

Operación 2: Fijar en las paredes del túnel la polea en la primera parte del recorrido.

Operación 3: Fijar en las paredes del túnel la polea en la segunda parte del recorrido.

Operación 4: Fijar en las paredes del túnel la polea en la tercera parte del recorrido.

Operación 5: Fijar en las paredes del túnel la polea en la cuarta parte del recorrido.

Operación 6: Amontonar en la línea baja (Zona de llenado Polipasto) el material aurífero.

Combinada 1: Sujetar y tensionar la cuerda en el balde.

Operación 7: Cargar el balde de material aurífero.

Operación 8: Atar balde lleno en la zona de llenado polipasto.

Transporte 1: Halar cuerda con balde lleno en la primera parte del recorrido.

Operación 9: Desatar balde para atarlo nuevamente a la segunda cuerda para el segundo recorrido.

Operación 10: Atar cuerda de balde lleno para comenzar la segunda parte del recorrido.

Transporte 2: Halar cuerda con balde lleno en la segunda parte del recorrido.

Operación 11: Desatar balde para atarlo nuevamente a la tercera cuerda para el tercer recorrido.

Operación 12: Atar cuerda de balde lleno para comenzar la tercera parte del recorrido.

Transporte 3: Halar cuerda con balde lleno hasta línea alta de la mina.

Operación 13: Descargar balde lleno en carro de mina.

Transporte 4: Descender balde hasta el comienzo de la tercera parte del recorrido.

Operación 14: Desatar el balde en la tercera parte del recorrido

Operación 15: Atar el balde en la tercera parte del recorrido.

Transporte 5: Descender balde hasta el comienzo de la segunda parte del recorrido.

Operación 16: Desatar el balde en la segunda parte del recorrido.

Operación 17: Atar el balde en la segunda parte del recorrido.

Transporte 6: Descender el balde hasta el comienzo de la primera parte del recorrido.

Operación 18: Desatar el balde en la primera parte del recorrido.

Operación 19: Atar el balde en la primera parte del recorrido

Transporte 7: Descender el balde hasta la zona de llenado.

Operación 20: Cargar el balde de material aurífero.

Operación 21: Atar balde lleno en la zona de llenado polipasto.

Transporte 8: Halar cuerda con balde lleno en la primera parte del recorrido.

Operación 22: Desatar balde para atarlo nuevamente a la segunda cuerda para el segundo recorrido.

Operación 23: Atar cuerda de balde lleno para comenzar la segunda parte del recorrido.

Transporte 9: Halar cuerda con balde lleno en la segunda parte del recorrido.

Operación 24: Desatar balde para atarlo nuevamente a la tercera cuerda para el tercer recorrido.

Operación 25: Atar cuerda de balde lleno para comenzar la tercera parte del recorrido.

Operación 26: Halar cuerda con balde lleno hasta línea alta de la mina.

Operación 27: Descargar balde lleno en carro de mina.

Desde el transporte 4 en adelante las operaciones que se efectúan son repetitivas, es decir que este conjunto de actividades describe que el balde sube 40 veces con material aurífero para cumplir con el objetivo de extraer las 2 Ton por acuñado, en este proceso es el que más tiempo lleva que los demás, por varios factores como, es realizado por la mano del hombre y la capacidad de carga no supera a los 0.05 Ton.

Diagrama Hombre – Maquina.

En este diagrama se registra las actividades que realiza el operario y máquinas, con el fin de establecer una correlación entre las mismas en una escala de tiempo en donde se ejecuta las actividades, este tipo de diagrama se visualiza los tiempos de operación como los tiempos improductivos que puede ser de utilidad en el cálculo de capacidad. (*Anexo 12*)

Diagrama Bimanual.

Este diagrama registra las actividades del proceso de Izaje en donde el operario utiliza las extremidades superiores como inferiores, se utiliza símbolos como (operación, transporte, espera, sostenimiento) para la ejecución de las actividades. (*Anexo 13*)

11.1.6 Medición del trabajo del proceso de IZAJE en la empresa Labor Minera Manuel Castillo.

El estudio de tiempos es necesario para establecer la duración de los procesos, equipo de trabajo y puestos de trabajo para llevar una labor, en este caso el objeto de estudio es el proceso de IZAJE, conociendo los procedimientos del proceso lo primero a desarrollar es seleccionar un trabajador calificado, es decir aquel que tenga la experiencia, los conocimientos y otras cualidades para efectuar el trabajo.

Para la medición del trabajo en el proceso de IZAJE, se debe establecer el método que se lleva a cabo para ello se determinó el método de cronometraje según la British Standards Institution aplicando técnicas para determinar el tiempo empleado por un operario calificado para realizar una tarea según una norma de ejecución, este método en primera instancia determina el tiempo básico el cual se define como aquel que resulta necesario para completar una operación según el método de trabajo y ritmo de trabajo.

Determinación del tiempo básico.

Con conocimiento pleno de la tarea de estudio se debe determinar los elementos que componen la operación, es decir los procedimientos según el método estos deben estar bien definidos, fáciles de identificar, y contener una acción bien definida.

Con pleno conocimiento y ya realizado los cursogramas analíticos y sinópticos en el estudio del método de trabajo en el área de IZAJE, es importante estimar el tamaño de la muestra o el número de observaciones para obtener un resultado confiable de tiempos básicos, dado un nivel de confianza y un margen de exactitud previamente determinado.

Para el estudio de tiempos se ha determinado el número de muestras con el método estadístico ya que brinda una confiabilidad para la toma de tiempos, lo primero es hacer una toma de tiempos de un procedimiento del proceso de IZAJE, siendo n' el número de observaciones preliminar y x los valores de los tiempos que ejecuta el operario en dicha operación, el nivel de confiabilidad esta dado por la constante **40** que representa el 94.45%.

Tabla 9 Tabla para número de muestras.

Procedimiento de halar cuerda con balde lleno de cuarzo.		
n' numero de observaciones preliminar	x valor de los tiempos por procedimiento (min)	Valor x^2
1	2.25	5.0625
2	2.30	5.29
3	2.32	5.3824
4	2.28	5.1984
5	2.76	7.6166
Suma total	11.91	28.55

Fuente: Grupo de trabajo

$$n = \left[\frac{40 * \sqrt{n' \sum x^2 - (\sum x)^2}}{\sum x} \right]^2$$

n = Tamaño de la muestra a determinar.

n' = Numero de observaciones del estudio preliminar

x = Valor de las observaciones

$$n = \left[\frac{40 * \sqrt{5 * 28.55 - (11.91)^2}}{11.91} \right]^2$$

$$n = 10.17$$

$$n = 10$$

Medición y registro de tiempos observados.

Para la medición de los tiempos se utiliza el cronometro, este se lo realiza mediante el ensayo con un numero de repeticiones, el cronometraje se lo puede realizar vuelta a cero o de forma acumulativa, para cada elemento (procedimiento) se lo registra en la planilla siguiente este formato es obtenido de la Oficina Internacional del Trabajo (OIT).

Para la toma de tiempos se realiza un cuadro con la descripción de las actividades.

Tabla 10 Cuadro de procedimientos o actividades.

DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES	
PRODUCTO: Concentrado (Au, Cu, Ag)	ESTUDIO N° 1
MATERIAL: Aurífero	
OPERACIÓN: Proceso de IZAJE	
MÁQUINA: Polipasto	
A	Preparar herramientas (Lampones, Baldes, Poleas, Cuerdas, Escaleras de tubo)
B	Fijar en las paredes del túnel la polea en la primera parte del recorrido.
C	Fijar en las paredes del túnel la polea en la segunda parte del recorrido
D	Fijar en las paredes del túnel la polea en la tercera parte del recorrido.
E	Fijar en las paredes del túnel la polea en la cuarta parte del recorrido.
F	Amontonar en la línea baja (Zona de llenado Polipasto) el material aurífero.
G	Sujetar y tensionar la cuerda en el balde
H	Cargar el balde de material aurífero.
I	Atar balde lleno en la zona de llenado polipasto.
J	Halar cuerda con balde lleno en la primera parte del recorrido.
K	Desatar balde para atarlo nuevamente a la segunda cuerda para el segundo recorrido.
L	Atar cuerda de balde lleno para comenzar la segunda parte del recorrido.
M	Halar cuerda con balde lleno en la segunda parte del recorrido.
N	Desatar balde para atarlo nuevamente a la tercera cuerda para el tercer recorrido
O	Atar cuerda de balde lleno para comenzar la tercera parte del recorrido.
P	Halar cuerda con balde lleno hasta línea alta de la mina.
Q	Descargar balde lleno en carro de mina
R	Descender balde hasta el comienzo de la tercera parte del recorrido.
S	Desatar el balde en la tercera parte del recorrido
T	Atar el balde en la tercera parte del recorrido
U	Descender balde hasta el comienzo de la segunda parte del recorrido.
V	Desatar el balde en la segunda parte del recorrido.
W	Atar el balde en la segunda parte del recorrido

X	Descender el balde hasta el comienzo de la primera parte del recorrido.
Y	Desatar el balde en la primera parte del recorrido.
Z	Atar el balde en la primera parte del recorrido
AA	Descender el balde hasta la zona de llenado.
AB	Cargar el balde de material aurífero.
AC	Atar balde lleno en la zona de llenado polipasto.
AD	Halar cuerda con balde lleno en la primera parte del recorrido.
AE	Desatar balde para atarlo nuevamente a la segunda cuerda para el segundo recorrido.
AF	Atar cuerda de balde lleno para comenzar la segunda parte del recorrido.
AG	Halar cuerda con balde lleno en la segunda parte del recorrido.
AH	Desatar balde para atarlo nuevamente a la tercera cuerda para el tercer recorrido.
AI	Atar cuerda de balde lleno para comenzar la tercera parte del recorrido.
AJ	Halar cuerda con balde lleno hasta línea alta de la mina.
AK	Descargar balde lleno en carro de mina.

Fuente: Grupo de trabajo

Con las actividades determinadas se elabora el estudio de tiempos, en la tabla N° 12, aquí por cada actividad o procedimiento se registra el tiempo observado 10 veces , cd operación que se lleva a cabo para el IZAJE del cuarzo desde la línea baja a la línea alta de la mina, estos tiempos son cronometrados y anotados en cada casillero del cuadro , posteriormente se realiza un acumulativo de los tiempos anotado en la casilla “T” , seguidamente se realiza un promedio de los tiempos anotados por cada procedimiento en la casilla “P” , la valoración V es de un trabajador calificado igual al 100 este dato se lo obtuvo de la ilustración N° 14 dando una descripción para el trabajador como activo, capaz , como obrero calificado medio, logrando una tranquilidad en su trabajo, nivel de calidad y precisión fijado.

Todos los datos anteriormente descritos se establecen en la casilla **TB** con la siguiente ecuación para determinar el tiempo básico de la operación.

Ecuación 11 Tiempo básico

$$Tb = To x \left(\frac{\text{Valor atribuido}}{\text{Valor tipo}} \right)$$

Fuente: (Niebel, 2004)

Tabla 11 Hoja de datos del tiempo. Proceso de IZAJE

ESTUDIO DE TIEMPOS														
ÁREA: IZAJE										ESTUDIO N°: 01				
										HOJA N°: 01				
OPERACIÓN: Proceso de IZAJE										COMIENZO: 06:00 am				
										TIEMPO. TRANS: 8 horas				
PRODUCTO: Concentrado (Au, Cu, Ag)										FECHA: 15/12/2020				
MATERIAL: Aurífero										OBSERVADO Por: Grupo de trabajo				
Descripción del elemento	CICLO (MIN)										RESUMEN			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	T	P	V	TB
A	4,69	4,29	4,58	5,13	5,35	5,22	4,66	5	5,15	5,59	49,66	5,0	100	4,966
B	2,45	2,68	2,51	2,35	2,42	2,35	2,42	2,38	2,26	2,39	24,21	2,42	100	2,421
C	2,39	2,45	2,68	2,51	2,26	2,38	2,42	2,35	2,51	2,26	24,21	2,42	100	2,421
D	2,21	2,51	2,46	2,42	2,51	2,21	2,37	2,45	2,61	2,42	24,17	2,42	100	2,417
E	2,15	2,42	2,48	2,41	2,32	2,6	2,45	2,42	2,55	2,41	24,21	2,42	100	2,421
F	5,56	6,15	6,09	6,25	5,62	6,2	6,12	5,92	6,25	5,72	59,88	6,0	100	5,988
G	5,62	5	4,48	4,98	5,01	5,19	4,65	4,98	4,68	5,55	50,14	5,0	100	5,014
H	1,97	1,93	2	2,08	1,87	2	2	2,15	1,96	2,05	20,01	2,0	100	2,001
I	0,05	0,06	0,05	0,05	0,04	0,05	0,04	0,05	0,05	0,05	0,49	0,05	100	0,049
J	2,29	2,33	2,45	2,45	2,3	2,3	2,32	2,25	2,3	2,28	23,27	2,33	100	2,327
K	0,06	0,04	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,5	0,05	100	0,05
L	0,04	0,05	0,05	0,05	0,05	0,03	0,05	0,05	0,05	0,04	0,46	0,05	100	0,046
M	2,25	2,3	2,3	2,42	2,39	2,37	2,3	2,51	2,3	2,2	23,34	2,33	100	2,334
N	0,05	0,06	0,07	0,05	0,05	0,05	0,04	0,05	0,05	0,05	0,52	0,05	100	0,052
O	0,04	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,06	0,05	0,05	0,05	0,5	0,05	100	0,05
P	2,38	2,3	2,4	2,33	2,35	2,3	2,33	2,33	2,25	2,29	23,26	2,33	100	2,326
Q	1,62	1,52	1,5	1,38	1,62	1,52	1,35	1,5	1,51	1,45	14,97	1,50	100	1,497
R	15,6	15,4	15	15,6	15	15,3	14,3	14,3	15	14,5	149,9	15,0	100	14,991
S	2,98	3	3	3,15	3,21	2,97	3	2,9	2,85	2,95	30,01	3,00	100	3,001
T	3,29	3,15	3	3	2,98	2,65	2,98	3	2,95	2,98	29,98	3,00	100	2,998
U	14,5	15	15	15,8	15	15	15,2	15,1	15	14,6	150,1	15,0	100	15,008
V	3,54	3,05	3,15	3	2,62	3	2,89	2,86	2,91	2,98	30	3,00	100	3
W	2,9	2,75	2,95	3,1	3,8	2,8	3,2	3,05	2,75	2,7	30	3	100	3
X	14,9	15,1	15,2	14,8	15,3	14,8	14,5	15	15,6	14,9	150	15	100	15
Y	3,54	3,05	3,15	3	2,62	3	2,89	2,86	2,91	2,98	30	3	100	3
Z	2,9	2,75	2,95	3,1	3,8	2,8	3,2	3,05	2,75	2,7	30	3	100	3
AA	14,9	15,1	15,2	14,8	15,3	14,8	14,5	15	15,6	14,9	150	15	100	15
AB	79,8	80,2	79,9	80,3	80	80,1	80	79,7	80,1	80,1	800	80	100	80,003
AC	1,9	2,1	1,91	2,08	1,93	2,07	1,94	2	2,06	2,01	20	2	100	2
AD	91,9	92,1	91,9	92	92,1	92	91,9	92,1	91,9	92,1	920	92	100	92

AE	2,06	2,01	1,9	2,1	1,91	2,08	1,93	2,07	1,94	2	20	2	100	2
AF	1,9	2,1	1,91	2,08	1,93	2,07	1,94	2,06	2,01	2	20	2	100	2
AG	91,9	92	92,1	92	91,9	92,1	91,9	92,1	92,1	91,9	920	92	100	92
AH	2,06	2,01	2	1,9	2,1	1,91	2,08	1,93	2,07	1,94	20	2	100	2
AI	2	1,9	2,1	1,91	2,08	1,93	2,07	1,94	2,06	2,01	20	2	100	2
AJ	91,9	92,1	91,9	92	92,1	92	91,9	92,1	91,9	92,1	920	92	100	92
AK	60,9	60	60,1	59	60	60,1	60	59,9	60,1	59,9	600	60	100	59,996
Tiempo Básico del Ciclo													540,377	
Nota: V= Valoración tipo, TB tiempo básico, T tiempo total, P= promedio														

Fuente: Grupo de trabajo

Para el cálculo de los valores de los suplementos que inciden sobre el trabajador se debe tener en cuenta la *ilustración 15*, representando en una tabla las holguras de un trabajador sea hombre o mujer con el medio en donde desarrolla su actividad laboral, necesidades personales, calidad del aire, intensidad de luz, levantamiento de peso y demás factores que esta tabla representa en un estudio de la organización internacional del trabajo (OIT).

Tabla 12 Calculo de Suplementos por descanso

CÁLCULO DE SUPLEMENTOS Y TIEMPO ESTÁNDAR		
OPERACIÓN: Proceso de IZAJE	PERSONA: hombre	
ESTUDIO N°: 01		
SUPLEMENTOS POR DESCANSO % Tiempo (min)		
CONSTANTES	Por Necesidades personales	5%
	Por fatiga	4%
VARIABLES	Por trabajar de pie	2%
	Por postura anormal	2%
	Levantamiento de pesos y uso de fuerza	6%
	Intensidad de la Luz	5%
	Calidad del aire	5%
	Tensión Visual	0%
	Tensión auditiva	2%
	Tensión mental	1%
	Monotonía mental	0%
	Monotonía física	0%
TOTAL (%)		32%
Tiempo Básico		540,377
SUPLEMENTO POR DESCANSO		172,911
TIEMPO TIPO O ESTÁNDAR		713,298

Fuente: Grupo de trabajo

En la tabla 13, se representan los cálculos correspondientes a los tiempos suplementarios que se efectúan en las actividades del proceso de IZAJE, en el cual en base a las condiciones que ejecuta las labores el individuo se determinó los suplementos de descanso en donde se encuentran involucrados todas las variables, se aplicó esto con el objetivo de compensar los retrasos, demoras y situaciones emergentes que se van presentando en la operación.

Ecuación 12 Calculo de los suplementos de descanso.

$$\text{Tiempo tipo} = \text{Tiempo Básico} \times (1 + F)$$

Fuente: (Niebel, 2004)

Para los procedimientos y/o actividades se representa en una tabla para dar a conocer los suplementos de descanso por cada una de las mismas que se efectúan en el proceso de IZAJE.

La tabla N° 14. Muestra un resumen del estudio de tiempos realizado en el que se puede observar el tiempo estándar de cada una de las actividades, basados en los factores de concesión (F) que dará evaluación por medio de la observación generando un análisis para dar puntuación de manera eficaz.

Tabla 13 Resumen general de tiempos del proceso de IZAJE

Operaciones		Tiempo Básico TB (min)	Suplementos	Tiempo Tipo Estándar (min)
A	Preparar herramientas (Lampones, Baldes, Poleas, Cuerdas, Escaleras de tubo)	4,966	20%	5,959
B	Fijar en las paredes del túnel la polea en la primera parte del recorrido.	2,421	20%	2,905
C	Fijar en las paredes del túnel la polea en la segunda parte del recorrido	2,421	20%	2,905
D	Fijar en las paredes del túnel la polea en la tercera parte del recorrido.	2,417	20%	2,9
E	Fijar en las paredes del túnel la polea en la cuarta parte del recorrido.	2,421	20%	2,905
F	Amontonar en la línea baja (Zona de llenado Polipasto) el material aurífero.	5,988	35%	8,084
G	Sujetar y tensionar la cuerda en el balde	5,014	20%	6,017
H	Cargar el balde de material aurífero.	2,001	30%	2,601
I	Atar balde lleno en la zona de llenado polipasto.	0,049	20%	0,059
J	Halar cuerda con balde lleno en la primera parte del recorrido.	2,327	35%	3,141
K	Desatar balde para atarlo nuevamente a la segunda cuerda para el segundo recorrido.	0,05	20%	0,06
L	Atar cuerda de balde lleno para comenzar la segunda parte del recorrido.	0,046	20%	0,055
M	Halar cuerda con balde lleno en la segunda parte del recorrido.	2,334	35%	3,151
N	Desatar balde para atarlo nuevamente a la tercera cuerda para el tercer recorrido	0,052	20%	0,062
O	Atar cuerda de balde lleno para comenzar la tercera parte del recorrido.	0,05	20%	0,06
P	Halar cuerda con balde lleno hasta línea alta de la mina.	2,326	35%	3,14
Q	Descargar balde lleno en carro de mina	1,497	20%	1,796

R	Descender balde hasta el comienzo de la tercera parte del recorrido.	14,991	25%	18,74
S	Desatar el balde en la tercera parte del recorrido	3,001	20%	3,601
T	Atar el balde en la tercera parte del recorrido	2,998	20%	3,598
U	Descender balde hasta el comienzo de la segunda parte del recorrido.	15,008	25%	18,76
V	Desatar el balde en la segunda parte del recorrido.	3	20%	3,6
W	Atar el balde en la segunda parte del recorrido	3	20%	3,6
X	Descender el balde hasta el comienzo de la primera parte del recorrido.	15	25%	18,75
Y	Desatar el balde en la primera parte del recorrido.	3	20%	3,6
Z	Atar el balde en la primera parte del recorrido	3	20%	3,6
AA	Descender el balde hasta la zona de llenado.	15	25%	18,75
AB	Cargar el balde de material aurífero.	80,003	20%	96
AC	Atar balde lleno en la zona de llenado polipasto.	2	20%	2,4
AD	Halar cuerda con balde lleno en la primera parte del recorrido.	92	35%	124,2
AE	Desatar balde para atarlo nuevamente a la segunda cuerda para el segundo recorrido.	2	20%	2,4
AF	Atar cuerda de balde lleno para comenzar la segunda parte del recorrido.	2	20%	2,4
AG	Halar cuerda con balde lleno en la segunda parte del recorrido.	92	35%	124,2
AH	Desatar balde para atarlo nuevamente a la tercera cuerda para el tercer recorrido.	2	20%	2,4
AI	Atar cuerda de balde lleno para comenzar la tercera parte del recorrido.	2	20%	2,4
AJ	Halar cuerda con balde lleno hasta línea alta de la mina.	92	35%	124,2
AK	Descargar balde lleno en carro de mina.	59,996	35%	80,99
Tiempo estándar para extraer el material aurífero de la línea baja a la línea alta.				704 min

Fuente: Grupo de trabajo

El tiempo estándar en el proceso de Izaje de extracción de material aurífero se establece en 704 minutos por 2 toneladas de cuarzo o 11.74 horas por cada dos toneladas de material aurífero extraído.

11.1.7 Análisis de la capacidad de producción y productividad con los métodos de trabajo actuales.

Capacidad de producción

Para el cálculo de la capacidad de producción es importante establecer los tiempos de actividades auxiliares como los tiempos improductivos que se desarrollan en el proceso productivo de la empresa Labor Minera Manuel Castillo, con el estudio de la medición del trabajo realizado anteriormente se detalló algunos de estos tiempos para aplicarlos a las fórmulas de capacidad.

El análisis de capacidad se lo realiza en tres enfoques con el cálculo de capacidad eficiente, efectiva y real para ellos se realiza un estudio de tiempos conociendo las actividades que se ejecuta en el proceso de Izaje para la extracción del material aurífero, a continuación, se

presenta en una tabla con los tiempos resumidos para proceder a remplazar en las ecuaciones 01, 02, 03 descritas en el proyecto de investigación.

Es importante calcular el tiempo de fabricación por unidad o el tiempo ciclo este se lo obtiene con el cálculo del tiempo estándar dado a conocer en la tabla N° 14, el tiempo ciclo se obtiene con la siguiente formula.

Ecuación 13 Tiempo Ciclo.

$$\text{Tiempo Ciclo} = \frac{\text{Tiempo Total (min)}}{\text{Producción (unidades)}}$$

Fuente: (Niebel, 2004)

En este caso la jornada laboral está dada por la cantidad de tiempo que los operarios extraen en material aurífero, es decir 2 toneladas en 11.73 horas este tiempo se lo determino con el tiempo estándar dado en la tabla N° 14.

El tiempo ciclo se lo considera como el tiempo de producción por unidad.

$$\text{Tiempo Ciclo} = \frac{11.74 \text{ horas}}{2 \text{ Toneladas}}$$

$$\text{Tiempo Ciclo} = 5.86 \text{ hora/ton}$$

Para el cálculo de la capacidad disponible se debe partir del número de trabajadores en el área de Izaje, como también el número de días que trabajan al mes y en correspondencia a ello el número de horas es 3.91 días / semana, se tiene que 6 trabajadores extraen 2 toneladas cada 9 horas.

Ecuación 14 Capacidad disponible

$$\text{Capacidad disponible} = \text{Horas de trabajo del personal minero} \times \text{días laborables semanales} \times \text{horas al mes}$$

Fuente: (Niebel, 2004)

$$\text{Capacidad disponible} = 1 \text{ trabajador} \times 3.91 \frac{\text{días}}{\text{semana}} \times 4 \frac{\text{semanas}}{\text{mes}} = 15.64 \frac{\text{días}}{\text{mes}}$$

$$\text{Capacidad disponible} = 15.64 \frac{\text{días}}{\text{mes}} \times 6 \frac{\text{horas}}{\text{día}}$$

$$\text{Capacidad disponible} = 93.84 \frac{\text{horas}}{\text{mes}}$$

La capacidad de tiempo disponible para obtener 16 toneladas al mes es de 93.84 horas, esto lo efectúan 6 trabajadores, a continuación, se presenta la tabla del resumen de tiempos obtenido del estudio de tiempos.

Para el análisis de los tiempos auxiliares se establecen con el anexo N° 3 con las actividades como preparación de máquinas herramientas, fijación de polipasto en el área de trabajo, en conclusión, de ello tenemos que el tiempo es de 14.68 min por 2 toneladas, cabe mencionar que al mes se extrae 16 toneladas.

$$14.68 \text{ X } \frac{1 \text{ hora}}{60 \text{ min}} = 0.2446 \text{ horas}$$

Se sabe que para extraer 2 toneladas se lleva 3.91 días.

$$\frac{0.2446 \text{ horas}}{3.91 \text{ días}} = 0.0625 \text{ horas/ días}$$

Para extraer 16 toneladas se lleva 15.64 días al mes.

Ecuación 15 Tiempo de Actividades Auxiliares

$$0.0625 \frac{\text{horas}}{\text{días}} \times 15.64 \frac{\text{días}}{\text{mes}} = 0.9786 \text{ horas/ mes}$$

Fuente: Grupo de trabajo

En el análisis de los tiempos improductivos se establece a partir de la tabla N° 14 que muestra el proceso con sus respectivos suplementos, teniendo un tiempo estándar de 704 min para el sistema de Izaje con los suplementos para el trabajador a este tiempo se le sustrae el tiempo básico dado en la tabla N° 12.

$$704 \text{ min X } \frac{1 \text{ hora}}{60 \text{ min}} = 11.73 \text{ horas (Tiempo estándar)}$$

$$540 \text{ min X } \frac{1 \text{ hora}}{60 \text{ min}} = 9 \text{ horas (Tiempo básico)}$$

$$\text{Tiempos improductivos} = 11.73 \text{ horas} - 9 \text{ horas}$$

$$\text{Tiempos improductivos} = 2.73 \text{ horas}$$

Este tiempo improductivo de 2.73 horas es por cada dos toneladas.

$$\frac{2.73 \text{ horas}}{3.91 \text{ días}} = 0.6982 \text{ horas/ días}$$

Se sabe que para extraer 16 toneladas conlleva 15.64 días al mes.

Ecuación 16 Tiempos improductivos

$$0.6982 \times \frac{\text{horas}}{\text{dias}} \times 15.64 \frac{\text{dias}}{\text{mes}} = 10.91 \text{ horas/mes}$$

Fuente: Grupo de trabajo

Tabla 14 Análisis de tiempos.

Resumen del estudio de tiempos.		
Capacidad disponible	93.84 horas/mes	Ecuación 14
Tiempo de producción por unidad.	5.86 hora/ton	Ver tabla 14 con Ecuación 13.
Tiempos para actividades auxiliares.	0.9786 horas/mes	Ver anexo 3 Ecuación 15.
Tiempos improductivos.	10.91 horas/mes	Ver tabla 14 con Ecuación

Fuente: grupo de trabajo.

Con el respectivo cálculo de los tiempos se puede calcular la capacidad eficiente, efectiva y real de la mina Labor Minera Manuel Castillo con las respectivas ecuaciones de capacidad dadas a conocer en el proyecto investigativo, el cálculo de capacidad es un indicador de la capacidad extractiva del material aurífero del sistema actual de Izaje con el propuesto por medio de la automatización del sistema de Izaje que se propone.

- Capacidad eficiente = $\frac{\text{Capacidad Disponible}}{\text{Tiempo de fab por unidad}}$

$$\text{Capacidad eficiente} = \frac{93.84 \text{ horas/mes}}{5.86 \text{ hora/ton}}$$

$$\text{Capacidad eficiente} = 16.01 \text{ ton/mes}$$

- Capacidad efectiva = $\frac{\text{Capacidad Disponible} - \text{tiempos para actividades aux}}{\text{Tiempo de fab por unidad}}$

$$\text{Capacidad efectiva} = \frac{93.84 \frac{\text{horas}}{\text{mes}} - 0.9786 \frac{\text{horas}}{\text{mes}}}{5.86 \text{ hora/ton}}$$

$$\text{Capacidad efectiva} = 15.84 \text{ ton/mes}$$

- Capacidad real =
$$\frac{\text{Capacidad Dispo} - \text{tiempos activid. aux} - \text{tiempos improductivos}}{\text{Tiempo de fab por unidad}}$$

$$\text{Capacidad real} = \frac{93.84 \frac{\text{horas}}{\text{mes}} - 0.9786 \frac{\text{horas}}{\text{mes}} - 6.92 \frac{\text{horas}}{\text{mes}}}{5.86 \text{ hora/ton}}$$

$$\text{Capacidad real} = 14.66 \text{ ton/mes}$$

Actualmente con el estudio realizado por medio de los tiempos de los procedimientos y actividades del proceso de Izaje se tiene en cuenta las respectivas capacidades de extracción del material aurífero en la mina.

Determinación de la productividad.

La productividad es una medida cuantificable para saber si estamos utilizando los recursos o factores de producción de manera correcta, para el cálculo de la productividad en la empresa Labor Minera Manuel Castillo se parte de los costos tanto en salida como en entrada, a continuación, se presenta una tabla con los ingresos y egresos de manera generalizada para calcular la productividad de la empresa.

Para establecer los costos de las estradas como salidas se debe tener en cuenta los siguientes aspectos económicos para la comprensión de la siguiente tabla.

Concentrado de Au, Cu, Ag = 1564.40 \$/ Ton, se obtiene 20 Ton en una producción que lleva a cabo 6 meses en extraer 96 toneladas de material aurífero, téngase en cuenta que el concentrado es el resultado de triturar en material aurífero para llevarlo a un proceso de flotación metalúrgico y obtener los minerales ricos en Au, Cu, Ag.

La mano de obra para obtener las 96 toneladas de material aurífero para posteriormente ser convertido en concentrado se demora 6 meses, actualmente se cuenta con 6 trabajadores que reciben un mensual de 485 \$/mes.

ANFO, es el explosivo que tiene un costo de 30\$/ saco con un peso de 25 kg, al final del Izaje se utiliza 24 sacos en el dinamitado de la peña, para el objetivo del dinamitado se utiliza cajas de cartuchos con un costo de 134.40\$/ caja, caja de fulminantes con un costo de 33.60\$/caja.

El costo de procesamiento del material aurífero en la planta de tratamiento es de 60 \$/ Ton, este proceso se lo realiza por fuera de la empresa con un total de 96 Ton al final de 6 meses, por ultimo los empaques de Big Bag cuesta 9.50 \$/unidad.

Tabla 15 Salidas - Entradas para el cálculo de la productividad.

	Cantidad	\$
SALIDA (Producto)		
Concentrado de Au, Cu, Ag.	20 ton	31.488 \$
Entrada (Insumos, R. Humanos, Energía)		
R. Humanos (mano de obra).	6	17.460 \$
ANFO.	24 sacos	720 \$
Cajas de cartucho.	7 cajas	896 \$
Caja de fulminantes.	12 cajas	483.84 \$
Rollo de Guía o Mecha.	6 rollos	580.60 \$
Energía eléctrica	540 KWh	180 \$
Agua Potable.	90 m ³	42 \$
Mantenimiento máquina de barrenar.	1 maquina	600 \$
Mantenimiento de compresor (aceite, filtros, Diesel)	1 compresor	720 \$
Planta de procesamiento	96 ton.	5.760 \$
Transporte de material aurífero (8 Ton)	12 viajes	960 \$
Big Bag (empaque 1 Ton)	20 paquetes	190 \$
TOTAL		28592.44 \$

Fuente: Grupo de Trabajo.

La fórmula de productividad escogida es la multifactorial, en nuestro caso el producto es el concentrado aurífero que ya se ha izado y se ha extraído en la mina, este concentrado se obtiene del cuarzo una vez llevado a chancar en la planta procesadora, este tiene un costo de venta por cada tonelada e igualmente para extraer este concentrado se necesita de personal minero, insumos, el procesamiento, entre otros factores que se establecen en costos para el respectivo calculo.

Ecuación 17 Ecuación de productividad.

$$Productividad : \frac{Producto}{Trabajo + Capital + Materiales}$$

$$Produ.: \frac{31.488 \$}{17.460 \$ + 720 \$ + 896 \$ + 580.60 \$ + 483.84 \$ + 180 \$ + 42 \$ + 600 \$ + 720 \$ + 5760 \$ + 960 \$ + 190 \$}$$

$$Productividad: 1.10 \$$$

La productividad es una medida parcial en este caso se referencia con unidades monetarias , la productividad es una referencia de cómo se está utilizando los recursos de una empresa pero se debe comparar en este caso esta productividad del sistema actual de la empresa con la propuesta de automatización que debe ser mucho mayor, otro punto importante de análisis es que por cada

dólar de inversión para producir el concentrado de Au, Cu, Ag se está ganado 0.10 \$ que es bueno en montos mayores como es el caso de la mina Manuel Castillo.

11.2 Actividades del segundo objetivo.

Proponer el sistema automatizado de IZAJE mediante el uso de herramientas computacionales.

11.2.1 Determinación de las características técnicas que componen al sistema de IZAJE automatizado.

En este apartado se determina las características técnicas del sistema de Izaje como son los componentes eléctricos, mecánicos, electromecánicos, la composición de los materiales, cálculos de torque, volumen de carga y centroide de tolva, presión de caudal requerida que conllevan la correcta funcionalidad del sistema de Izaje.

Cálculos de Capacidad volumétrica de Carga, Potencia para el sistema de Izaje, Velocidad de desplazamiento.

Cálculo de la capacidad volumétrica del balde.

El proceso de Izaje requiere una capacidad de carga volumétrica que esta se debe adecuar al proceso de extracción de material aurífero, se sabe que actualmente se extrae 4 toneladas semanalmente con la propuesta de automatización se pretende extraer en el proceso de Izaje 6 toneladas semanalmente esto quiere decir que diariamente se extrae del proceso productivo aproximadamente 1.2 toneladas diarias.

Para el cálculo de la capacidad volumétrica del balde es importante relacionar tres términos, volumen, masa y densidad en este caso la densidad se tiene en cuenta el agua ya que por medio de tablas se la puede determinar como un dato para así calcular el volumen , la masa está dada por la capacidad extractiva en este caso diariamente se debe Izar 1.2 Toneladas de cuarzo, es decir el balde para poder extraer de la línea baja a la línea alta debe realizar 3 viajes diarios cada uno de 0.4 Ton aproximadamente 500 kg , con esta capacidad de extracción requerid por el proceso se calcula con la siguiente formula el volumen del valde.

Ecuación 18: Densidad, masa, volumen.

$$\delta = \frac{m}{v}$$

Fuente: Cengel, México, 2011.

Figura 20 Propiedades de líquidos

TABLA A-7						
Propiedades de alimentos comunes (continuación)						
b) Otras propiedades						
Alimento	Contenido de agua, % (masa)	Temperatura, T °C	Densidad, ρ kg/m ³	Conductividad térmica, kW/m · °C	Difusividad térmica, α m ² /s	Calor específico, C_p kJ/kg · °C
Otros						
Mantequilla	16	4	—	0.197	—	2.08
Chocolate, pastel de	31.9	23	340	0.106	0.12×10^{-6}	2.48
Margarina	16	5	1 000	0.233	0.11×10^{-6}	2.08
Leche descremada	91	20	—	0.566	—	3.96
Leche entera	88	28	—	0.580	—	3.89
Olivo, aceite de	0	32	910	0.168	—	—
Cacahuete, aceite de	0	4	920	0.168	—	—
Agua	100	0	1 000	0.569	0.14×10^{-6}	4.217
	100	30	995	0.618	0.15×10^{-6}	4.178
Pastel blanco	32.3	23	450	0.082	0.10×10^{-6}	2.49

Fuente: Los datos se obtuvieron principalmente del *Handbook of Fundamentals* de la ASHRAE, versión en el SI (Atlanta, GA: American Society of Heating, Refrigerating, and Air-Conditioning Engineers, Inc., 1993), Cap. 30, tablas 7 y 9. Usado con autorización.

La mayor parte de los calores específicos se calculan a partir de $C_p = 1.68 + 2.51 \times (\text{contenido de agua})$, lo cual es una buena aproximación en el rango de temperatura de 3 hasta 32°C. La mayor parte de las difusividades térmicas se calculan a partir de $\alpha = k/\rho C_p$. Los valores patentados dados son válidos para el contenido específico de agua.

Fuente: Cengel, México, 2011.

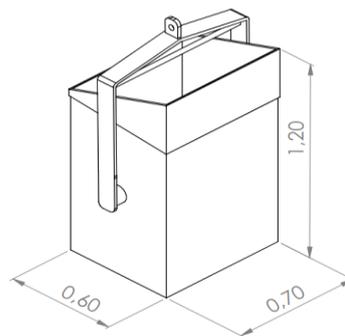
La densidad del agua es utilizada para determinar el espacio que ocupa por cada m³ en este caso el espacio es el balde donde se va a depositar el cuarzo que corresponde a 0.4 ton de masa o 500 kg, la densidad del agua es de 995 kg/m³

$$v = \frac{m}{\delta}$$

$$v = \frac{500 \text{ kg}}{995 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}}$$

$$v = 0.5025 \text{ m}^3$$

El volumen del balde debe ser de 0.5025 m³ esto quiere decir que los lados con respecto a este volumen se deben calcular siendo el resultado el volumen total, la forma y los lados del balde se diseñan en AutoCAD con el siguiente dimensionamiento.

Figura 21 Balde de Izaje

Fuente: Grupo de trabajo.

Ecuación 19 Volumen del balde

$$v = L * L * L$$

L= Lados

Fuente: Córdoba, 2000.

$$v = 0.60 \text{ m} * 0.70 \text{ m} * 1.20 \text{ m}$$

$$v = 0.504 \text{ m}^3$$

Cálculo de potencia requerida para el sistema de Izaje.

Para escoger la referencia del motor es necesario calcular la potencia de este, siendo importante conocer la fuerza de tiro, la velocidad lineal y el tiempo de trabajo, la velocidad de salida del reductor para poder extraer el material aurífero a una velocidad baja.

La fórmula de potencia teórica es la siguiente.

Ecuación 20 Calculo de Potencia

$$P = \frac{F * d}{t}$$

Fuente: Robert Moot, 2009.

P = Potencia.

F = Fuerza.

d = distancia.

t = tiempo.

Para la fuerza de tiro se calcula con la densidad del material aurífero la cual se conoce que es de 2.8 Ton/ m³, si el balde se diseña con un volumen de 0.504 m³ a partir de la densidad del agua de 995 kg/m³ (ver ecuación 17), para la fuerza de tensión de Izaje se debe calcular con la densidad del cuarzo en el volumen del balde para que exista un factor de seguridad alto, es decir el balde tendrá una capacidad de carga máxima de 1561.2 kg, pero es importante aumentar la carga con la masa del balde que es de 150 kg.

$$v = \frac{m}{\delta}$$

$$m = v * \delta$$

$$m = 0.504 \text{ m}^3 * 2.8 \frac{\text{ton}}{\text{m}^3}$$

$$m = 1.4112 \text{ ton} = 1411.2 \text{ kg}$$

El cuarzo tiene un peso de 1411.2 kg más el peso del balde que es de 150 kg, dándonos un resultado de 1561.2 kg que el motor debe izar, la potencia para el izaje de esta carga es necesario calcularla con la siguiente ecuación, esta masa de 1561.2 kg se toma de referencia en condiciones máximas de carga, siendo en condiciones normales de carga 500 kilogramos con respecto al volumen de almacenamiento que tiene el balde.

Ecuación 21 Calculo de fuerza.

$$F = m * a$$

Fuente: Robert Moot, 2009.

m = masa.

a = aceleración.

$$F = 1561.2 \text{ Kg} * 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$F = 15315.372 \text{ N}$$

Con la fuerza calculada se puede remplazar directamente en la ecuación de potencia para el cálculo respectivo, pero es importante conocer la distancia y tiempo que se desplazara el balde en el pique del pozo, a este desplazamiento en función del tiempo se lo conoce como velocidad lineal que es de 0.25 m/s.

$$P = 15315.372 \text{ N} * 0.76 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$P = 11639.68 \text{ Watts}$$

$$P = 11639.68 \text{ Watts} * \frac{1 \text{ Hp}}{746 \text{ Watts}}$$

$$P = 15.6 \text{ Hp}$$

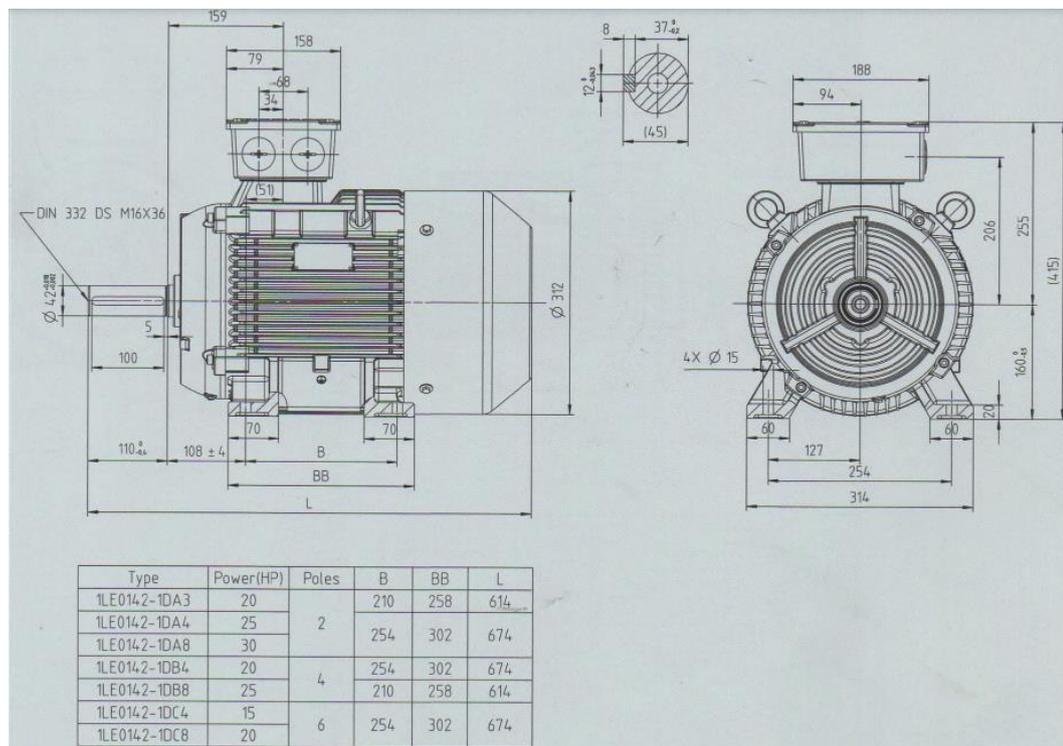
Con la potencia requerida y sabiendo que el factor de servicio de 1.5 es el indicado ya que se labora 6 horas y 1.5 está dado para 8 horas de trabajo se escoge en relación al catálogo el motor para izar la respectiva carga con la potencia en Hp acordada con las anteriores formulas, la confianza que brinda siemens en sus motores se demuestra en la calidad y durabilidad es por ello que la escogencia del motor se lo hace con la siguiente tabla de un catálogo brindado por la empresa Siemens.

Figura 22 Especificaciones de motores.

	Tipo	Tamaño Constructivo	Potencia HP	Potencia kW	F.Servicio FS	Corriente (A)		
						220 V	380 V	440 V
VELOCIDAD 1.800 rpm (4 polos)								
100422408	1LE0141-0DB26-4AA4-Z	80 M	0.75	0.55	1.15	2.55	1.46	1.26
100422410	1LE0141-0DB36-4AA4-Z	80 M	1.0	0.75	1.15	3.2	1.86	1.61
100422411	1LE0141-0EB06-4AA4-Z	90 S	1.5	1.12	1.15	4.4	2.55	2.2
100422412	1LE0141-0EB46-4AA4-Z	90 L	2.0	1.50	1.15	5.8	3.35	2.9
100422413	1LE0141-0EB86-4AA4-Z	90 L	3.0	2.20	1.15	8.5	4.9	4.25
100422414	1LE0141-1AB56-4AA4-Z	100 L	4.0	3.00	1.15	10.8	6.20	5.4
100422415	1LE0141-1AB86-4AA4-Z	100 L	5.0	3.73	1.15	13.5	7.80	6.7
100422416	1LE0141-1BB86-4AA4-Z	112 M	7.5	5.60	1.15	21.0	12.2	10.5
100422417	1LE0141-1CB26-4AA4-Z	132 M	10.0	7.5	1.15	26.5	15.4	13.3
100422418	1LE0141-1CB86-4AA4-Z	132 M	15.0	11.2	1.15	39.5	23.0	19.7
100422419	1LE0141-1DB46-4AA4-Z	160 L	20.0	14.9	1.15	51.0	29.5	25.5
100422420	1LE0141-1DB86-4AA4-Z	180 L	25.0	18.7	1.15	60.0	35.0	30.0
100422421	1LE0141-1EB46-4AA4-Z	180 L	30.0	22.4	1.15	76.0	44.0	38.0

Fuente: siemens.com

Figura 23 Motor Siemens 1LE0142-1DB46-4AA4-Z



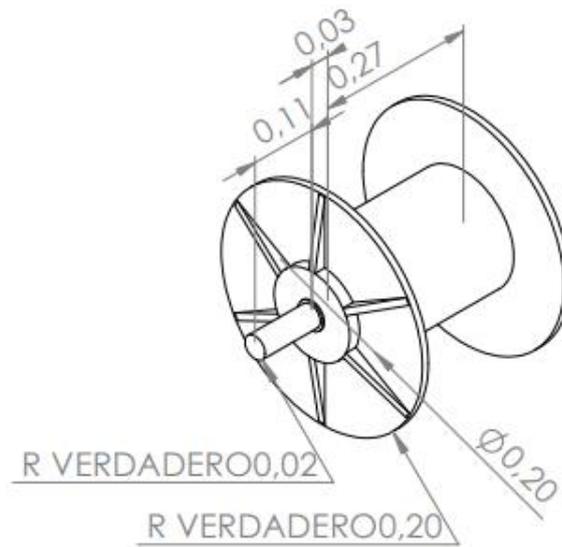
Fuente: Siemens.com

Cálculo de la velocidad de desplazamiento del balde.

Para cumplir con el requerimiento de la velocidad lineal de 0.76 m/s se debe utilizar un reductor de velocidad acoplado al eje del motor, este reductor de velocidad debe calcularse en una relación de las revoluciones de giro del motor con las revoluciones de salida del reductor para que realice la potencia de empuje para Izar el material aurífero de la manera correcta, para el cálculo de la velocidad angular de la tambora en donde se enrollara el cable de acero será de 20

cm de diámetro, a continuación se acota las medidas necesarias para el diseño y construcción de la tambora.

Figura 24 Tambora o carrete.



Fuente: Grupo de trabajo

Ecuación 22 Calculo de velocidad angular.

$$W = \frac{V_l}{R_t}$$

Fuente: Rubashkin, 2008.

$W =$ Velocidad angular

$V_l =$ Velocidad Lineal

$R_t =$ Radio de la tambora.

$$W = \frac{0.76 \text{ m/s}}{0.10 \text{ m}}$$

$$W = 7.6 \text{ rad/seg}$$

$$W = 7.6 \frac{\text{rad}}{\text{s}} * \frac{60\text{seg}}{1\text{min}} * \frac{1\text{rev}}{2\pi \text{ rad}} = 72.57 \text{ rev/min}$$

La velocidad angular de la tambora es de 72.57 Rev./min, pero para conocer la relación para la adquisición del reductor de velocidad es importante saber las revoluciones del motor en este caso como se puede apreciar en la ilustración 23 el motor tiene 1800 Rev. / min con este dato procedemos a calcular.

Ecuación 23 Relación del reductor de velocidad.

$$i = \frac{\text{Rev. Motor}}{\text{Rev. Tambora}}$$

Fuente: Rubashkin, 2008.

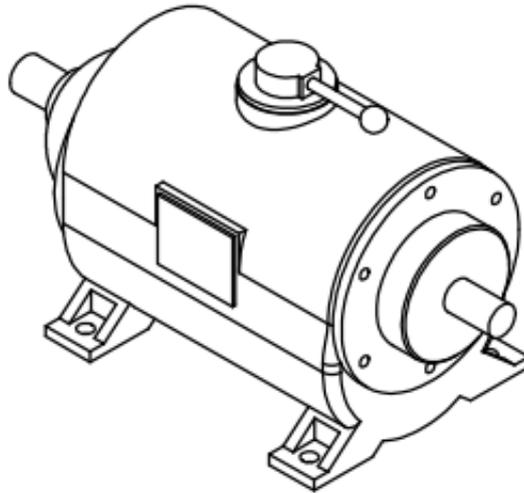
$$i = \text{Relación de giro}$$

$$i = \frac{1800 \text{ rev/min}}{72.57 \text{ rev/min}}$$

$$i = 24.80 \text{ rev/min} \approx 25 \text{ rev/min}$$

La relación de giro entre el eje del motor y el reductor de velocidad es de 25:1, es decir por cada 25 vueltas que gire el motor la salida es de 1 vuelta conectada a la tambora que enrollara el cable para Izar el material aurífero en el balde minero. El reductor que se debe escoger debe tener una relación mayor 25:1.

Figura 25 Reductor de velocidad 25:1



Fuente: Grupo de trabajo.

PLC Siemens Logo 230 RCE.

Con la investigación realizada y conociendo las especificaciones técnicas del PLC. LOGO! 230 RCE cumple con las características para implementar el proceso de Izaje de la empresa labora minera Manuel Castillo.

Tabla 16 Especificaciones PLC LOGO V8 230 RCE

Controlador Lógico Programable.	
Figura 26 Logo V.8 230 RCE	
 <p>The image shows a Siemens LOGO! V8 230 RCE PLC unit. It is a compact, grey, rack-mountable device. The front panel features a small green LCD screen on the left, a LAN port below it, and a control panel on the right with several buttons and a green emergency stop button. The top of the unit has a terminal block with 24 digital input terminals labeled I1 to I24. The bottom has four relay output terminals labeled Q1 to Q4. The unit is labeled 'SIEMENS LOGO!' and '230 RCE'.</p>	
Fuente: siemens.com	
Grado de protección	IP 20
Fuente de alimentación.	115 V AC/DC a 240 V AC/DC
Número de entradas digitales.	8 digitales con tensión negativa o positiva opcional.
Número de entradas analógicas	Ninguna.
Numero de salidas digitales tipo Relé.	4 salidas relé.
Protocolos de comunicación que soporta.	Comunicación SIMATIC S7, MODBUS a través de red Ethernet RJ45, Dispositivo compatible con Modbus vía TCP/IP, PC con cable de datos que tenga instalado LOGO! Soft Comfort V8.2.
Capacidad de memoria Trabajo (Word) /Carga (Load).	Memoria de trabajo: 8500 Bytes con Memoria de carga: 400 BLOQUES
Módulos de expansión disponibles	LOGO! Soporta máximo 24 entradas digitales y 20 salidas analógicas.
Lenguajes de programación que soporta	Lenguaje LOGO a partir del Software. LOGO! Soft Comfort V8, Diagramas de funciones (FUP) •Esquema de contactos (KOP), Diagrama UDF
Aplicación de computadora para la programación y simulación	Software LOGO! Soft Comfort V8.2.

Fuente: Siemens.com

Las consideraciones a tener en cuenta son el diseño y programación de este PLC que permite realizar la secuencia lógica adecuada a los requerimientos del proceso ya que no solo resulta complejo su control de lógica, otro punto a favor es que el PLC es uno de los más económicos del mercado, este PLC es capaz de incorporar 24 entradas digitales y 20 salidas analógicas con módulos de expansión pero por ahora requerimos sus 8 entradas digitales y sus 4 salidas tipo relé, las especificaciones técnicas de este controlador lógico programable se detallan a continuación.

Contadores Siemens SIRIUS innovations 3RT20

Para la elección de los contactores se parte de la potencia del motor y la intensidad (A), que requiere para la energización de este, a partir de ello por medio de las tablas que nos ofrece el catálogo de Siemens se escoge dicho contactor que tendrá funcionalidad de energizar y desenergizar el motor de 20 HP.

Figura 27 Especificaciones de contactores.

No. de Depósito	Descripción								
	Tipo	Bobina	Tamaño	Intensidad (A)		Potencia del Motor (HP)		Contactos Auxiliares Inteligentes	
				AC1	AC3	220 VAC	440 VAC		
100176180	3RT2015-1AF01	120 VAC	S00	18	7	2.0	4.0	1NA	
100176182	3RT2015-1AP01	220 VAC		18	7	2.0	4.0	1NA	
10176184	3RT2016-1AF01	120 VAC		22	9	3.0	6.0	1N	
100176186	3RT2016-1AP01	220 VAC	S0	22	9	3.0	6.0	1NA	
100208180	3RT2023-1AG20	120 VAC		22	9	3.0	6.0	1NA+1NC	
100208182	3RT2023-1AN20	220 VAC		22	9	3.0	6.0	1NA+1NC	
100208184	3RT2024-1AG20	120 VAC		40	12	4.0	9.0	1NA+1NC	
100208264	3RT2024-1AN20	220 VAC		40	12	4.0	9.0	1NA+1NC	
100208186	3RT2025-1AG20	120 VAC		40	16	6.0	12.0	1NA+1NC	
100208266	3RT2025-1AN20	220 VAC		40	16	6.0	12.0	1NA+1NC	
100208188	3RT2026-1AG20	120 VAC		50	25	9.0	18.0	1NA+1NC	
100208309	3RT2026-1AN20	220 VAC		50	25	9.0	18.0	1NA+1NC	
100208190	3RT2027-1AG20	120 VAC		50	32	12.0	20.0	1NA+1NC	
100208311	3RT2027-1AN20	220 VAC		50	32	12.0	20.0	1NA+1NC	
100208192	3RT2028-1AG20	120 VAC		50	38	15.0	30.0	1NA+1NC	
100208313	3RT2028-1AN20	220 VAC		50	38	15.0	30.0	1NA+1NC	

Fuente: Catalogo Siemens.com

Es adecuado escoger el contactor marca Siemens SIRIUS innovations 3rt20 3RT2027-1AN20 con un tamaño Nema S0 con una intensidad de 32 A de categoría AC3 utilizada en motores jaula de ardilla cuya corriente de arranque es 5 a 7 veces que la corriente nominal del motor, a continuación, se presenta este contactor con sus especificaciones técnicas más detalladas en la siguiente tabla.

Tabla 17 Especificación de Contactor Siemens 3RT2027-1AN20.

Siemens SIRIUS innovations 3RT20.	
<p>Figura 28 Contactor Siemens</p> 	
Fuente: catalogo Siemens.com.	
Tipo de Accionamiento:	
Voltaje nominal:	220 VCA
Categoría de uso:	Industrial
Numero de contactos principales	50/60 Hz
Clase de servicio.	AC-1; AC-3
Voltaje de Bobina.	440 VAC
Número de contactos auxiliares	2 NA- NC

Fuente: grupo de trabajo.

Relé térmico.

Es necesario la protección del motor con un Relé térmico acorde para ello es necesario conocer las tablas que nos brinda Siemens, con una intensidad de corriente entre 30 y 36 A. En la siguiente tabla del catálogo de Siemens se puede elegir el correcto Relé térmico en este caso con referencia de 3RU2126-4PB0 de la serie 3RT202.

Figura 29 Especificaciones Relé Térmico.

No. de Depósito	Descripción			
	Tipo	Tamaño	Regulación (A)	Para contactores serie SIRIUS
Relés de sobrecarga Bimetálicos SIRIUS Innovations				
100176277	3RU2116-0J80	S00	0.7 - 1.0	3RT201
100176279	3RU2116-1A80		1.1 - 1.6	3RT201
100176281	3RU2116-1B80		1.4 - 2.0	3RT201
100176283	3RU2116-1C80		1.8 - 2.5	3RT201
100176285	3RU2116-1D80		2.2 - 3.2	3RT201
100176287	3RU2116-1E80		2.8 - 4.0	3RT201
100176289	3RU2116-1F80		3.5 - 5.0	3RT201
100176291	3RU2116-1G80		4.5 - 6.3	3RT201
100176293	3RU2116-1H80		5.5 - 8.0	3RT201
100176295	3RU2116-1J80		7.0 - 10.0	3RT201
100176297	3RU2126-1C80	S0	1.8 - 2.5	3RT202
100176299	3RU2126-1D80		2.2 - 3.2	3RT202
100176301	3RU2126-1E80		2.8 - 4.0	3RT202
100176303	3RU2126-1F80		3.5 - 5.0	3RT202
100176305	3RU2126-1G80		4.5 - 6.3	3RT202
100176307	3RU2126-1H80		5.5 - 8.0	3RT202
100176309	3RU2126-1J80		7.0 - 10.0	3RT202
100176311	3RU2126-1K80		9.0 - 12.5	3RT202
100176313	3RU2126-4A80		11.0 - 16.0	3RT202
100176315	3RU2126-4B80		14.0 - 20.0	3RT202
100176317	3RU2126-4D80		20.0 - 25.0	3RT202
100176319	3RU2126-4N80		27.0 - 32.0	3RT202
100176321	3RU2126-4E80		30.0 - 35.0	3RT202
100176323	3RU2126-4F80		34.0 - 40.0	3RT202
100176325	3RU2126-4F80		34.0 - 40.0	3RT202

Fuente: Siemens.com

Figura 30 Relé Térmico 3RU2126.



Fuente: Siemens.com

Disyuntores.

Como elementos de protección eléctricos tenemos los disyuntores o también llamados Breakers, que para su selección se tomó las características técnicas establecidas en el motor trifásico utilizado en el sistema de Izaje, con una alimentación de 380 V en base a ello se determinó el siguiente disyuntor con el catálogo de siemens.

Figura 31 Referencias de Disyuntores.

Interruptores Automáticos de Caja Moldeada
Línea 3VT *Reemplazo en Línea 3VM/3VA

Descripción

Breakers 3VT hasta 1600A (Equipo Reemplazable por Familia 3VM/3)

- » Poder de Corte Estándar
- » Montaje Fijo y Extraíble
- » Aplicaciones a nivel Industrial y Residencial
- » Portafolio para Transferencias e Interbloqueos



Tipo	3VT1	3VT2
Intensidad Asignada	16...160A	40...250A
Tensión Asignada de empleo Ue	Hasta 690 VAC	Hasta 690 VAC
Corriente Nominal In	160A	250A
Frecuencia Asignada Fn	50/60 Hz	50/60 Hz

Fuente: Siemens.com

Con base al catálogo se determinó el disyuntor 3VT1 cumple con las características técnicas necesarias para su implementación en el sistema automatizado del proceso de Izaje. Cabe recalcar que para las conexiones del control de mando es decir al PLC se tendrá encuentra otro tipo de disyuntores con menor amperaje de 10 A con un voltaje de 110 V.

Gabinete.

Se requiere la utilización de un gabinete para la colocación de pulsadores, luces piloto, contactores, disyuntores y demás aparatos eléctricos, el gabinete escogido se adecua con dimensiones para la colocación en su interior de todos los elementos como también en el ambiente ha ser instalado, este protegerá de sustancias químicas o agresivas ya que esta reforzado con fibra de vidrio y poliéster, con una capa externa de acero, el grado de protección es IP 66 idóneo en el área minera de la empresa, a continuación se presenta una tabla del catálogo de Schneider Electric.

Figura 32 Gabinete De Control.

Referencia	Descripción
NSYCRN33150	Gabinete pared 300 X 300 x 150 IP66
NSYCRN43200	Gabinete pared 400 X 300 x 200 IP66
NSYCRN54200	Gabinete pared 500 x 400 x 200 IP66
NSYCRN64250	Gabinete pared 600 x 400 x 250 IP66
NSYCRN75250	Gabinete pared 700 x 500 x 250 IP66
NSYCRN86250	Gabinete pared 800 x 600 x 250 IP66
NSYCRN86300	Gabinete pared 800 x 600 x 300 IP66
NSYCRN108300	Gabinete pared 1000 x 800 x 300 IP66

Fuente: Schneider Electric.com

El gabinete debe estar diseñado en relación a las medidas dadas a conocer en la tabla anteriormente citada, para la colocación de todos los elementos eléctricos que corresponden al sistema de Izaje.

Pulsadores.

El control de los diferentes actuadores se los realiza mediante pulsadores e interruptores que cumplen las condiciones dadas por el operario, la escogencia de estos actuadores no representa un condicionamiento técnico si no la calidad de los pulsadores para ello se utiliza el catálogo de siemens.

Figura 33 Pulsadores

No. de Depósito	Tipo	Descripción
Pulsador		
100350560	3SU1130-0AB10-1BA0	Pulsador negro 1NA
100350561	3SU1130-0AB20-1CA0	Pulsador rojo 1NC
100358860	3SU1130-0AB30-1BA0	Pulsador amarillo 1NA
100347716	3SU1130-0AB40-1BA0	Pulsador verde 1NA
100358861	3SU1130-1BA20-1CA0	Pulsador tipo hongo, 40mm, sostenido, desenclavamiento por tracción, 1NC.

3SU1130-0AB30-1BA0
3SU1130-1BA20-1CA0

Fuente: Siemens.com

Este tipo de pulsadores tienen un anillo metálico con un diámetro de 22 mm, incluyendo un cuerpo de fijación posterior el color de elección será rojo (paro) y verde (marcha), al igual que un pulsador tipo hongo de 40 mm con desenclavamiento por tracción como paro de emergencia ante alguna eventualidad.

Luces piloto.

La señalización por medio de luces piloto es importante, estas se deben colocar en el tablero de control, para ello se utilizó el catálogo de Schneider Electric, las luces piloto son escogidas bajo el diámetro de 22 mm de diámetro en las siguientes referencias mostrada en la ilustración.

Figura 34 Referencia de luces piloto.

Pilotos de señalización - IP 66 / 67 / 69 / 69K - Nema 4X - Nema 13

Referencia	Descripción	Voltaje de alimentación	Color de LED	Cantidad indivisible
XB5AVB3	Piloto de señalización verde completo. Compuesto por bloque de contacto ZB5AVB3 y cabezal ZB5AV033	24 VAC/VDC	Verde	1
XB5AVB4	Piloto de señalización verde completo. Compuesto por bloque de contacto ZB5AVB4 y cabezal ZB5AV043		Rojo	1
XB5AVB5	Piloto de señalización verde completo. Compuesto por bloque de contacto ZB5AVB5 y cabezal ZB5AV053		Amarillo	1
XB5AVG3	Piloto de señalización verde completo. Compuesto por bloque de contacto ZB5AVG3 y cabezal ZB5AV033	110-120 VAC	Verde	1
XB5AVG4	Piloto de señalización verde completo. Compuesto por bloque de contacto ZB5AVG4 y cabezal ZB5AV043		Rojo	1
XB5AVG5	Piloto de señalización verde completo. Compuesto por bloque de contacto ZB5AVG5 y cabezal ZB5AV053		Amarillo	1
XB5AVM3	Piloto de señalización verde completo. Compuesto por bloque de contacto ZB5AVM3 y cabezal ZB5AV033	230-240 VAC	Verde	1
XB5AVM4	Piloto de señalización verde completo. Compuesto por bloque de contacto ZB5AVM4 y cabezal ZB5AV043		Rojo	1
XB5AVM5	Piloto de señalización verde completo. Compuesto por bloque de contacto ZB5AVM5 y cabezal ZB5AV53		Amarillo	1

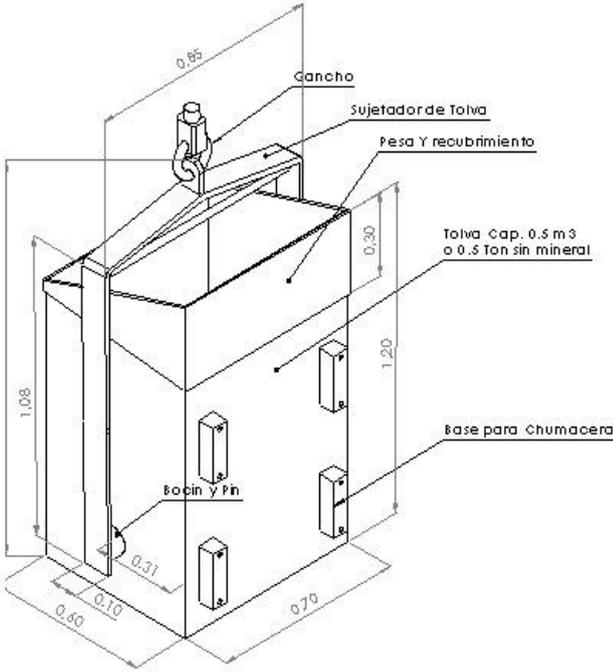
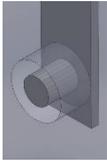
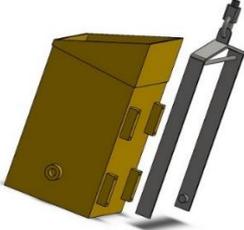
Fuente: Schneider Electric.com

La energización de las luces piloto se realiza con una alimentación de 110-120 VAC, con los respectivos colores necesarios para puesta en marcha y desenergización o apagado de los actuadores.

11.2.2 Diseño del sistema de IZAJE

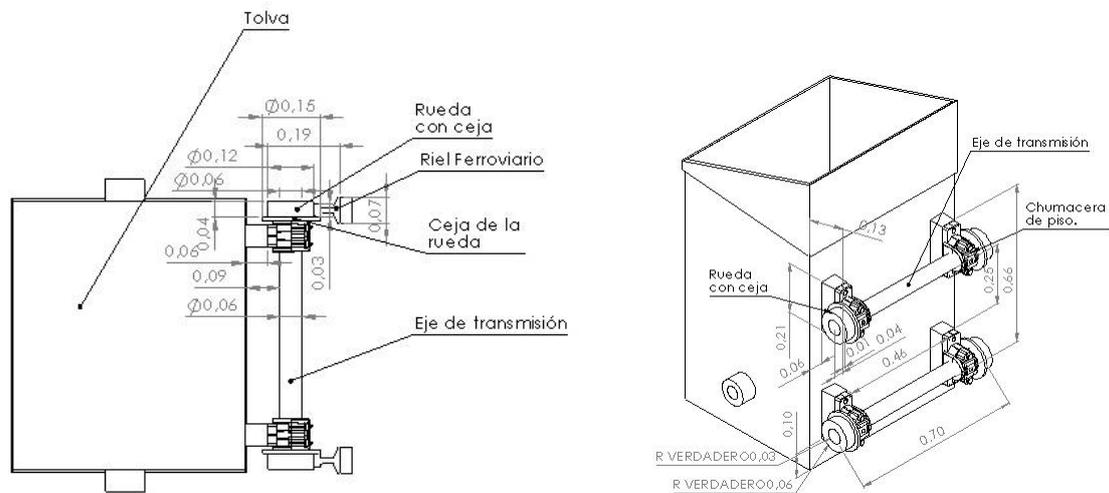
El diseño del sistema de Izaje automatizado se lo consigue por medio del software SolidWorks que nos permite modelar en 3D y de igual manera ensamblar todas las partes del sistema, para la construcción del sistema automatizado de Izaje se lo compone en diferentes partes que a continuación se presentara la funcionalidad, su dimensionamiento para su construcción a futuro en la empresa minera.

Tabla 18 Elementos del sistema de Izaje.

Mecanismos Del Sistema De Izaje	
Balde de Izaje.	
<p>Figura 35 Dimensiones de balde de Izaje.</p> 	
Fuente : grupo de trabajo	
Modelado.	Funcionalidad
<p>Figura 36 Balde de Izaje con sus mecanismos.</p> <p style="text-align: center;">Fuente: Grupo de trabajo.</p> <p>Figura 37 Pin y Bocín de giro.</p>  <p style="text-align: center;">Fuente: Grupo de trabajo.</p> <p>Figura 38 Balde y sujetador, modelado 3D</p>  <p style="text-align: center;">Fuente: Grupo de trabajo.</p>	<p>El balde tiene una capacidad de carga de 500 kilogramos, esta carga permitirá que el balde tenga un giro de 111° en la línea alta para descargar el cuarzo con la ayuda de los mecanismos como es el sujetador de la tolva, bocines y pines, este giro se lo realiza de manera horaria con la barra que se encuentra en el centro superior del sujetador se hace el tope en el mismo balde para un correcto giro y finalmente en las bases de las chumaceras se introduce los ejes de transmisión acoplados a las ruedas que desplazan el carro minero.</p>

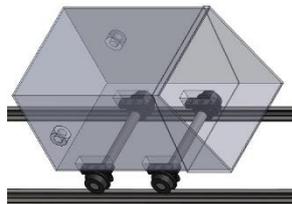
Ruedas, chumaceras y rieles ferroviarios.

Figura 39 Dimensionamiento de ruedas, chumaceras y rieles Ferroviales



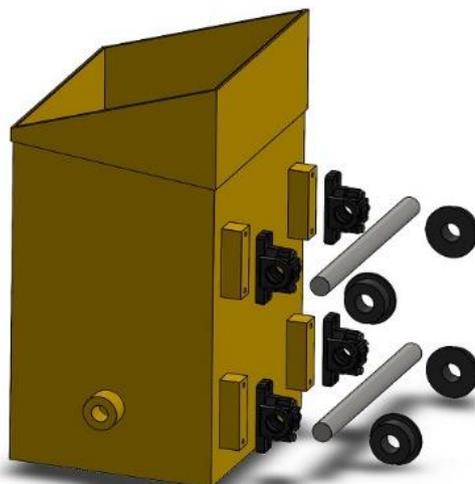
Fuente: Grupo de trabajo.

Figura 40 Desplazamiento de balde de Izaje.



Fuente: Grupo de trabajo

Figura 41 Ensamble de Balde con ruedas y chumaceras.



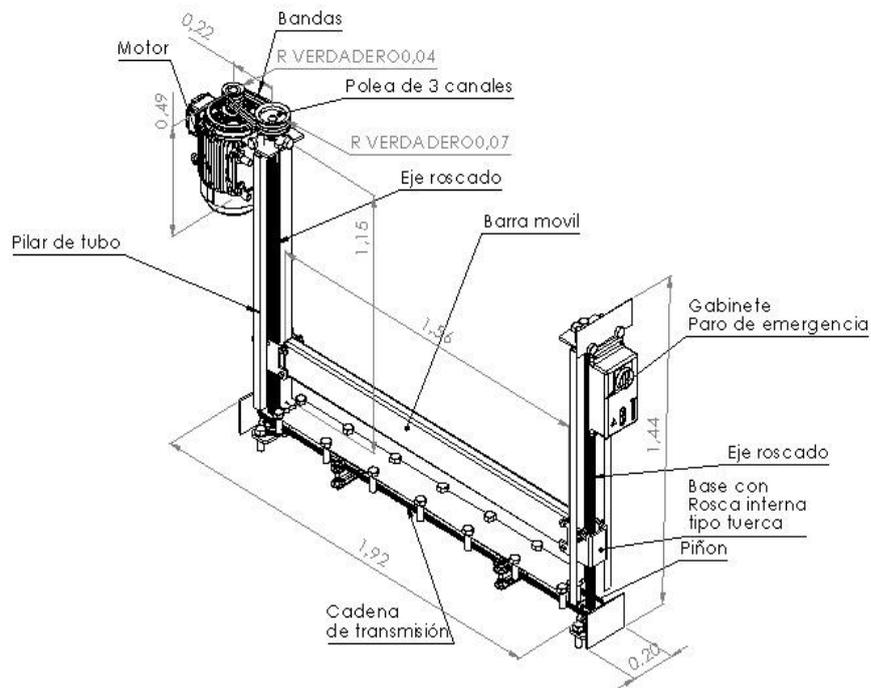
Fuente: Grupo de trabajo.

Para el desplazamiento del balde se lo realiza por medio de las ruedas cuyo diámetro es de 12 cm, el eje de transmisión es de 5.08 cm de diámetro es decir 2 pulgadas, el eje de transmisión se sostiene del balde con el acoplamiento de las chumaceras como las ruedas con ceja que impide el descarrilamiento.

Los rieles ferroviarios deben tener un largo de 60 metros desde la línea baja hasta la línea alta de la mina, véase con detenimiento la acotación para su respectiva construcción e implementación.

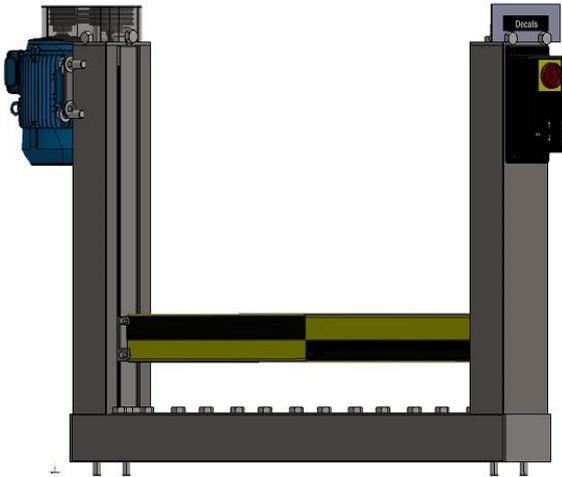
Elevador de viga.

Figura 42 Elevador de Viga.



Fuente: Grupo de trabajo.

Figura 43 Elevador.



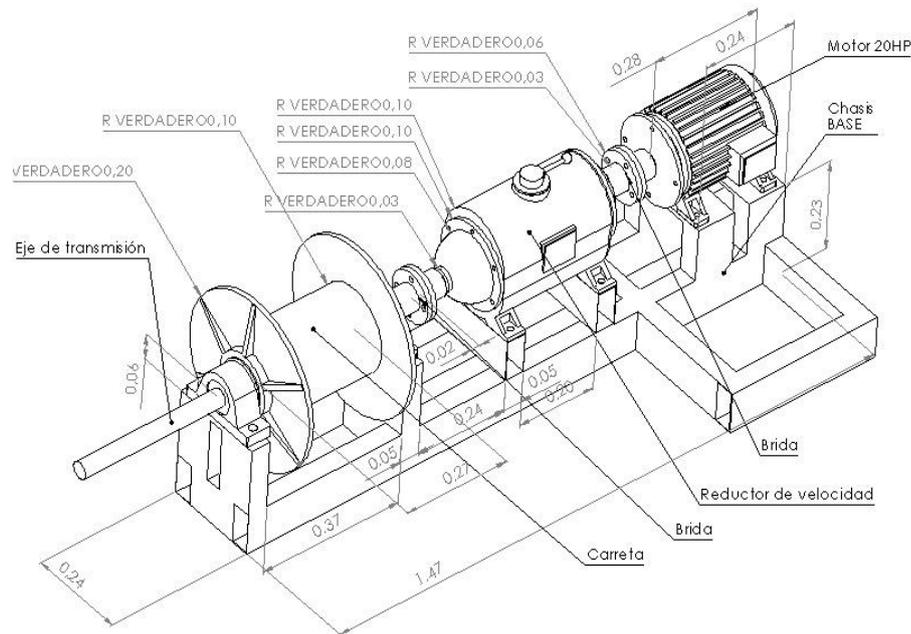
Fuente : Grupo de trabajo.

Este elevador cumple con la función de desplazar una viga horizontal de forma ascendente y descendente para que el balde pueda regresar a su posición original.

La viga horizontal encargada de poseionar el balde se desplaza por medio de dos ejes roscados que ascienden y descienden con una rosca interna tipo tuerca, para que el desplazamiento sea uniforme se transmite el movimiento del pilar de tubo con motor con una cadena de transmisión al tubo paralelo, también se cuenta con un paro de emergencia.

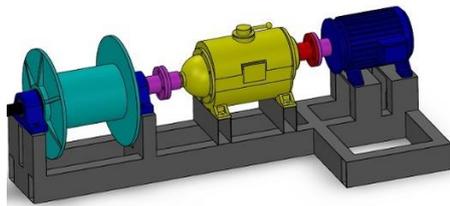
Carrete, reductor de velocidad, motor.

Figura 44 Dimensionamiento de carrete. reductor y motor de Izaje.



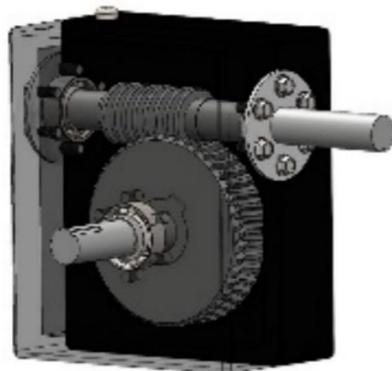
Fuente: Grupo de trabajo.

Figura 45 Modelado de Carrete, reductor y motor.



Fuente : Grupo de trabajo.

Figura 46 Caja reductora, Reductor de velocidad



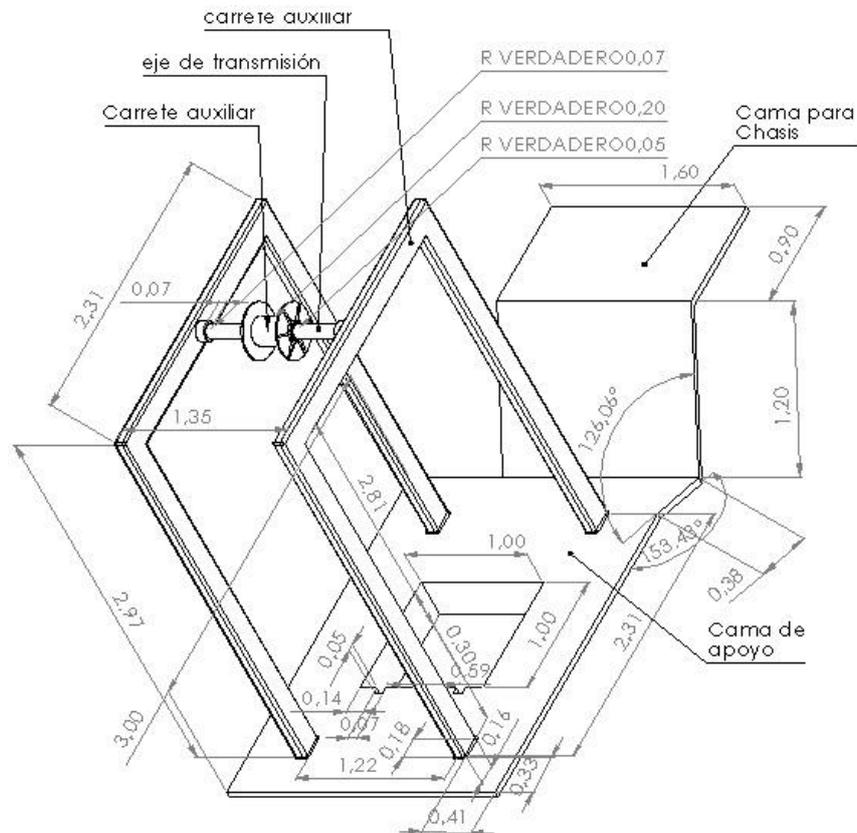
Fuente : Grupo de trabajo

El motor transmite el movimiento mecánico para que el reductor de velocidad pueda utilizar la fuerza necesaria para izar el balde de cuarzo y en conjunto enrollar el cable en el carrete con la velocidad requerida correctamente, este sistema se debe calcular bajo requerimientos técnicos como se lo realizó en el anterior apartado 11.2.1 del documento, las especificaciones de las dimensiones se tienen en la ilustración 44.

La caja reductora de velocidad se compone de dos mecanismos el tornillo sin fin y un engranaje que mientras no exista un movimiento mecánico del motor este no generará la rotación para el carrete e izar, es un sistema sencillo y seguro tipo traba.

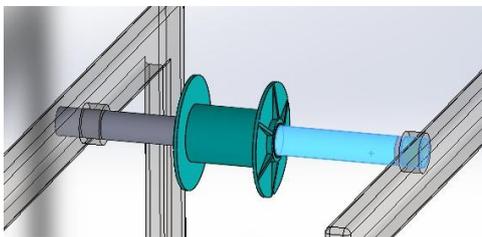
Soporte de Izaje.

Figura 47 Dimensiones del soporte de Izaje.



Fuente: Grupo de trabajo.

Figura 48 Carrete Auxiliar.

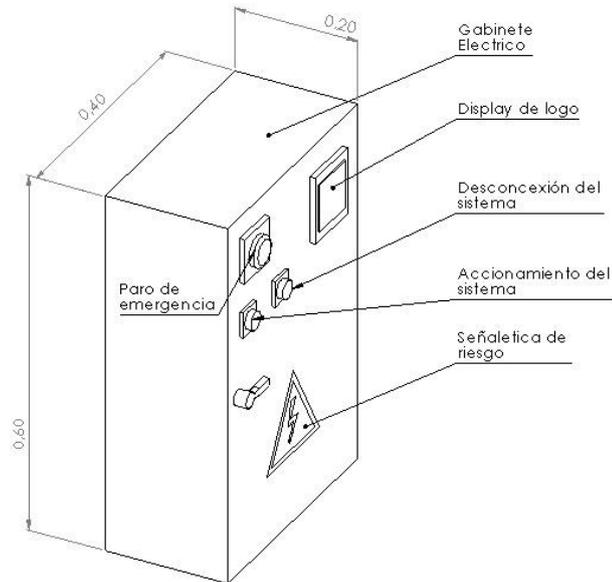


Fuente : Grupo de trabajo.

El soporte de Izaje se encarga de suspender la carga por medio de un carrete auxiliar, la función de soporte es direccionar de forma vertical el balde de Izaje para que se desplace por las vías ferroviarias, una vez llega a la línea alta el balde realiza un giro con la ayuda de la barra tope puesta en el elevador. donde se acentuará los soportes como el gabinete de control es una cama de apoyo o lamina de acero.

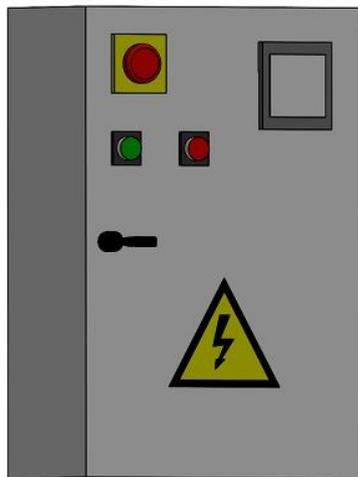
Mando de control (Gabinete).

Figura 49 Mando de control.



Fuente: Grupo de trabajo.

Figura 50 Mando de control.



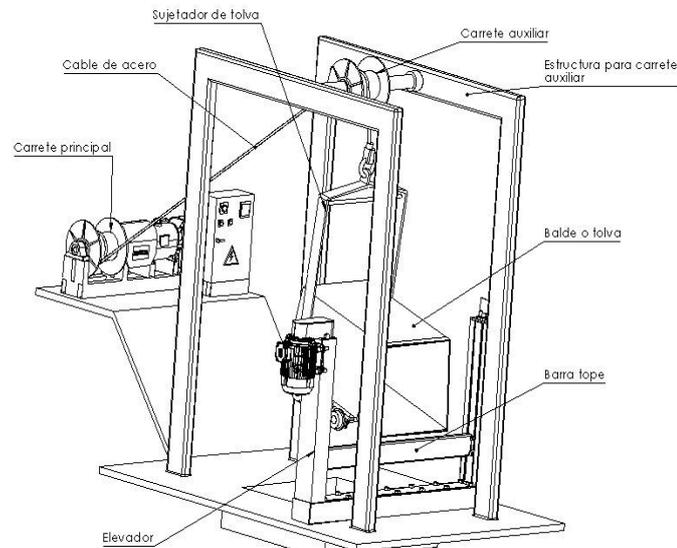
Fuente: Grupo de trabajo.

El gabinete escogido en la ilustración 33 con las medias de 600 x 400 x 250 mm con un IP 66 almacena en su interior los pulsadores, contactores, relés térmicos, PLC cumplen con la función de control de lógica del sistema de Izaje.

El gabinete cumple con las especificaciones de resguardo tipo NEMA con las condiciones ambientales de la mina, se denota el pulsador de arranque para dar secuencia al proceso lógico el paro de este con el pulsador rojo y el pulsador tipo hongo para el paro de emergencia con la pantalla de PLC.

Ensamble del sistema de Izaje.

Figura 51 Componentes del sistema de Izaje.



Fuente: grupo de trabajo.

Figura 52 Balde en descenso.

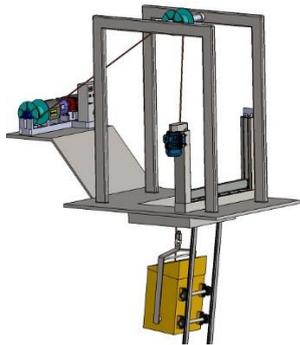
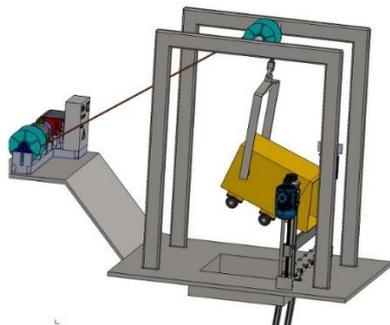


Figura 53 Giro de balde para descargar cuarzo.



Fuente: grupo de trabajo.

El sistema de Izaje se ensambla con cada uno de los componentes mecánicos y electromecánicos, el conjunto de estos componentes son el balde, ruedas, chumaceras, rieles ferroviarios, carretes, reductor de velocidad, motor, soportes, PLC, contactores, disyuntores, cableado, relés térmicos que hace que todo el sistema funcione para el Izaje del cuarzo.

El balde al ser Izado completamente como se muestra en la ilustración 51 para descargar el material aurífero debe volver en su posición original como se muestra en la ilustración 50 para descender el balde y ser cargado nuevamente.

11.2.3 Programación de la lógica de control PLC Logo 230 RCE.

Para la programación del PLC Logo 230 RCE se lo realiza conociendo los elementos físicos y su funcionalidad en campo, primero se construye la tabla con los elementos físicos por donde se realiza la conexión de pulsadores, actuadores, interruptores pensando en la funcionalidad que desarrollaran, al igual el número de salidas necesarias para los actuadores.

Tabla 19 Elementos físicos del sistema de Izaje.

Elemento Físico	Representación	Entrada / Salida	Tipo De Señal	Terminal PLC 230 RCE	Función
Pulsador No	P01	Entrada	Digital	I2	Energiza Km1 Para Ascenso De Balde.
Pulsador Nc	P02	Entrada	Digital	I3	Paro De Función
Pulsador Zeta Nc	P0	Entrada	Digital	I1	Paro De Emergencia
Pulsador Na	P03	Entrada	Digital	I8	Energiza Km2 Para Descenso De Balde
Final De Carrera Nc	S01	Entrada	Digital	I4	Desenergización De Motor Principal De Izaje En Sentido Horario (La)
Final De Carrera Nc	S02	Entrada	Digital	I5	Desenergización De Motor Principal En Sentido Antihorario. (Lb)
Relé Térmico	Rt01	Entrada	Digital	I6	Protección Motor Principal De Izaje.

Relé Térmico	Rt02	Entrada	Digital	I7	Protección Motor Auxiliar De Giro De Balde.
Bobina Del Contactor Km1	Km1	Salida	Digital	Q1	Energización Motor Principal Sentido Horario
Bobina Del Contactor Km2	Km2	Salida	Digital	Q2	Energización Motor Principal Sentido Antihorario
Bobina Del Contactor Km3	Km3	Salida	Digital	Q3	Energización Motor Auxiliar Sentido Horario
Bobina Del Contactor Km4	Km4	Salida	Digital	Q4	Energización Motor Auxiliar Sentido Antihorario
Luces Piloto	H1	Salida	Digital	Q1	Alerta De Energización De Km1
Luces Piloto	H2	Salida	Digital	Q2	Alerta De Energización De Km2
Luces Piloto	H3	Salida	Digital	Q3	Alerta De Energización De Km3
Luces Piloto	H4	Salida	Digita	Q4	Alerta De Energización De Km4

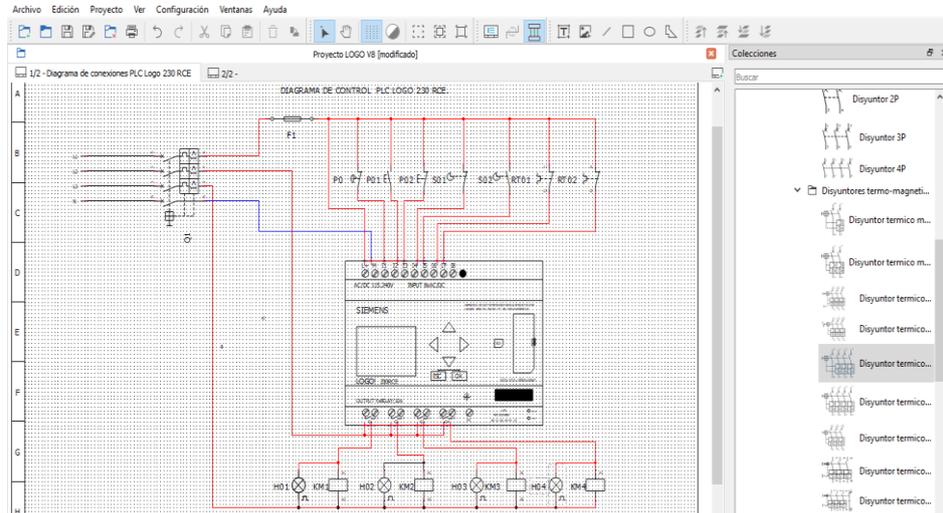
Fuente: Grupo de trabajo.

Con los elementos físicos reconocidos en la anterior tabla se realizará las conexiones de mando y potencia del sistema de Izaje automatizado, en tal sentido para realizar las conexiones se debe partir de diagramas de conexiones realizados en el software informático QElectroTech.

Para realizar el diagrama de conexiones de mando en el PLC Logo 230 RCE es necesario conocer características de funcionalidad y operación como son las entradas, salidas, la energización del PLC, estos parámetros de conexión se los realiza en los diagramas de conexión en este caso el de mando que opera con la lógica de control del PLC que se lo debe programar teniendo en cuenta las conexiones de entradas y salidas bajo los requerimientos que deseemos

como también la funcionalidad de los actuadores y la operación por medio de pulsadores , sensores , luces piloto que realiza el operario. A continuación, se presenta el diagrama de conexiones de mando que se realizara en el PLC para su operación y lógica de control.

Figura 54 Diagrama de conexiones QElectroTech.

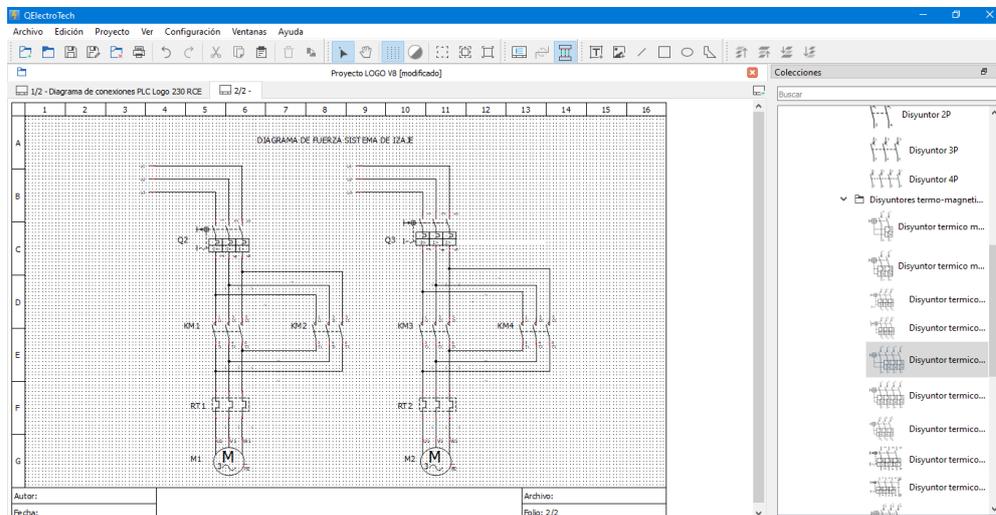


Fuente: Grupo de trabajo.

Ver **Anexo 15**. Diagrama de conexiones mando de control.

En el diagrama de potencia se realiza las conexiones de las bobinas para la energización de los motores tanto principal como auxiliar, la conexión para el ascenso y descenso se lo consigue con una inversión de giro a partir de los contactores para cambiar las fases de energización haciendo uso de los elementos de protección como los relés térmicos, disyuntores, a una línea trifásica.

Figura 55 Diagrama de fuerza



Fuente: Grupo de trabajo

Ver *Anexo 16*. Diagrama de potencia del sistema de Izaje.

Finalmente queda por concluir la programación del PLC que se realizara en lenguaje Ladder con el programa Logo Soft Comfort V8, con las respectivas conexiones se debe cargar la programación en el PLC LOGO 230 RCE, a continuación, se presenta la lógica de control que tiene el funcionamiento del sistema de Izaje.

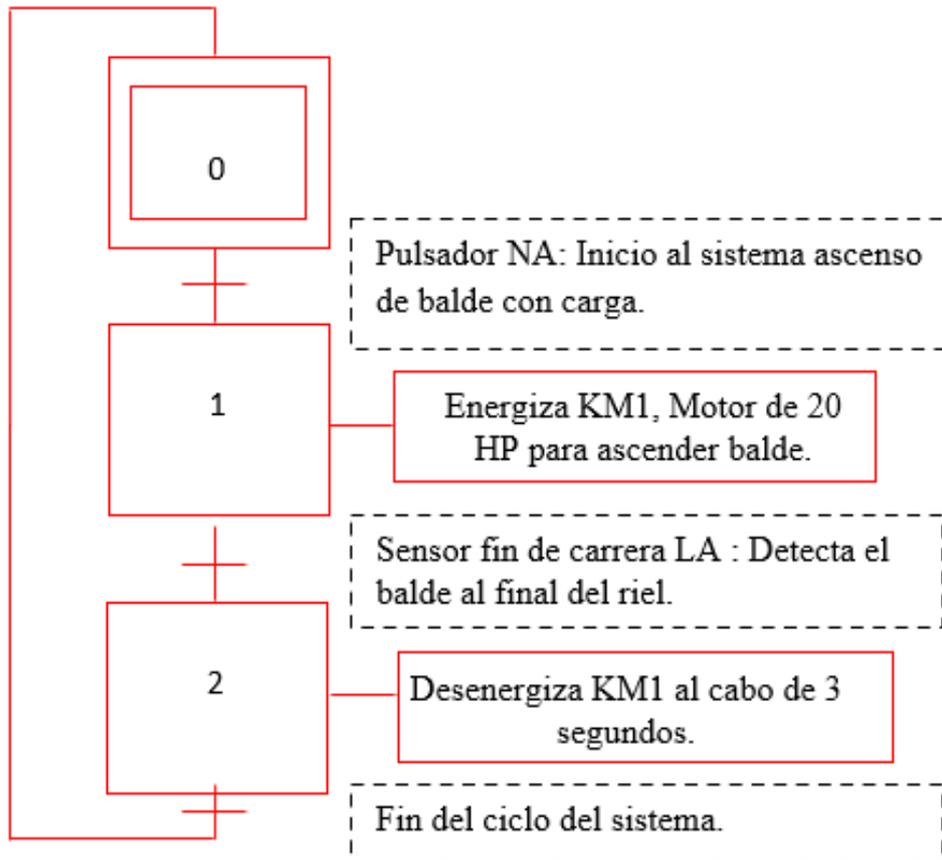
La lógica de control la realiza el PLC Logo 230 RCE, pero para ello es necesario realizar la programación en el software Logo Soft Comfort V8, para realizar la programación es necesario hacerla en lenguaje Ladder con diagramación de contactos o diagrama en escalera, es importante recalcar que dentro de los parámetros a establecer en el control de lógica programado se utilizó lo que es marcas que ayudan a generar lógica de control pero no afecta en las salidas del PLC exactamente en los actuadores del sistema de Izaje de la misma manera para enviar las señales de accionamiento de los sensores fin de carrera se lo realizo con la programación como interruptores en el programa.

Las entradas y salidas deben mantener concordancia con la tabla número 20 de elementos físicos del sistema de Izaje, como también con la diagramación de control de mando y potencia realizada en el software QElectroTech, esta lógica de control controla el proceso de Izaje que tiene la siguiente idea, en la planta baja donde se acumula el material aurífero se debe cargar el balde con 500 kg de capacidad , una vez cargado el operario presionara el pulsador NA para que el balde de Izaje tipo carro minero ascienda hasta la parte alta energizando el motor en sentido horario una vez se encuentre en la parte alta el motor debe des energizarse por el sensor fin de carrera ubicado al final de las vías ferroviarias, la inclinación para el descargue del material se produce por la carga del balde que mantiene suspendida y la fijación del gancho en el balde generando un ángulo de inclinación, una vez descargando el material este deberá ser nuevamente energizado con otro pulsador NA , el motor principal girara sentido antihorario para el descenso una vez se encuentre por llegar a la parte baja este se des energizará por el segundo sensor fin de carrera, finalmente para volver a comenzar el ciclo se debe presionar el pulsador NC que reiniciara los temporizadores de los sensores y marcas de la lógica de control para nuevamente cargar e izar el cuarzo, todo lo anteriormente dicho y la idea pertinente de la funcionalidad se la desarrolla con la programación en Ladder , es decir el texto o el lenguaje escrito se lo traduce a un lenguaje computacional que lo entenderá el PLC.

Para entender la lógica de control se utiliza la diagramación Grafcet, en la ilustración 57 se realiza la secuencia de ascenso del balde lleno con material aurífero desde la línea baja hasta la

línea alta con actuadores y sensores que realizan la lógica de control para proceder a realizar la programación en Logo Soft Comfort.

Figura 56 Graficet Lógica de control Ascenso.

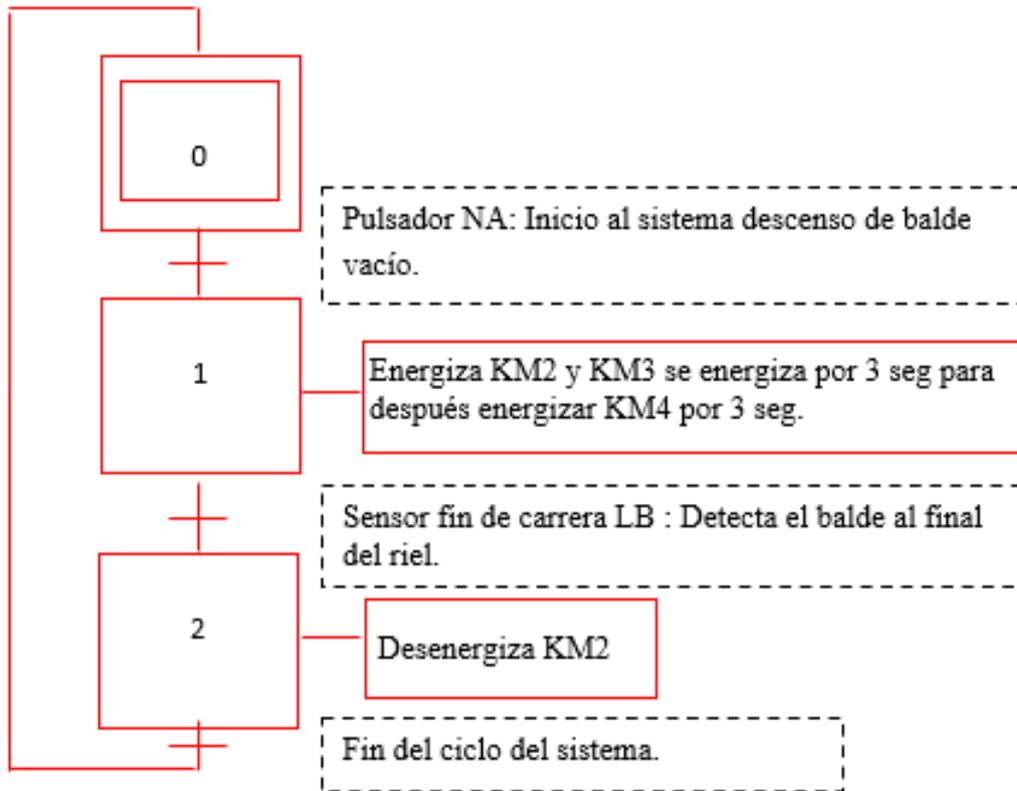


Fuente: Grupo de trabajo.

En la ilustración 58 se establece la lógica de control para proceder a realizar la programación en Logo Soft Comfort, se tiene dos gráficos de ascenso y descenso ya que no existe un ciclo de retroalimentación si no por el contrario es un lazo de control abierto en donde el operador ubicado en la parte de la línea alta debe presionar el pulsador para descender el balde y de igual manera el operario en la parte baja debe accionar el sistema para ascender el balde y cumplir con las tareas del proceso de Izaje.

La justificación de realizar un lazo de control abierto y no cerrado es decir con retroalimentación se debe a las condiciones de operación ya que el proceso de Izaje de material aurífero no tiene una exactitud de tiempo al momento de descargar el balde lleno de material aurífero, además si se llegara a presentar fallas en la línea se realizará un control manual evitando accidentes.

Figura 57 Graficet Lógica de control Descenso.



Fuente: Grupo de trabajo

11.3 Actividades Del Tercer Objetivo

Simular los procesos de extracción y el sistema de IZAJE automatizado con el uso de softwares ProModel & SolidWorks respectivamente.

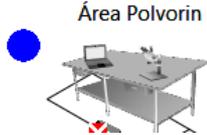
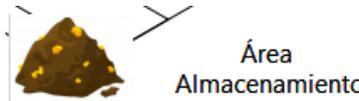
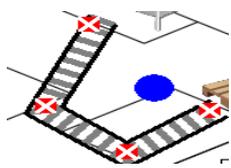
11.3.1 Realización de la simulación del proceso de IZAJE actual y con la propuesta de automatización.

Para la simulación de los procesos se utiliza el Software de ProModel, lo que se busca es analizar los resultados del estudio de tiempos realizado preliminarmente como también de las capacidades de extracción que tiene la mina, a continuación, se presenta la simulación de los procesos de Polvorín, Producción, Izaje y Almacenamiento en el Layout de la empresa Labor Minera Manuel Castillo.

Parametrización del modelo actual de extracción de material aurífero.

Para establecer los tiempos respectivos en los procesos de extracción se hace uso de los diagramas analíticos tomando los tiempos generales en conjunto de cada operación, en la siguiente tabla se parametriza estos datos con las locaciones, entidades, arribos y procesamiento.

Tabla 20 Parametrización de Locaciones ProModel.

Locaciones.	Descripción.	Parametrización.
<p>Figura 58 Locación Recepción en ProModel</p>  <p>Fuente: Grupo de trabajo.</p>	<p>Esta locación es la recepción, verificación y clasificación de la pólvora, papel periódico, ANFO, mecha o guía, cartucho.</p>	<p>Capacidad: 30 Cartuchos.</p> <p>Unidad: 1 (un espacio físico donde se recepciona estos materiales)</p> <p>Reglas: FIFO (las cajas de 30 cartuchos que se proveen son utilizadas conforme llegan)</p>
<p>Figura 59 Locación Área Polvorín ProModel.</p>  <p>Fuente: Grupo de trabajo.</p>	<p>En esta locación se prepara la dinamita, es decir se rellena los cartuchos con el gramaje adecuado de ANFO, se pone la mecha para llevarlo a ser dinamitado.</p>	<p>Capacidad: 30 Cartuchos.</p> <p>Unidad: 1 (un espacio físico donde se realiza los cartuchos)</p> <p>Reglas: FIFO se prepara los cartuchos conforme val llegando para ser utilizados.</p>
<p>Figura 60 Área productiva ProModel</p>  <p>Fuente: Grupo de trabajo</p>	<p>En esta área de la mina se realiza el dinamitado y barrenado de la peña para la extracción del cuarzo, se extrae 1 balde para llevarlo al Izaje.</p>	<p>Capacidad: 1 balde lleno de cuarzo se extrae para el Izaje.</p> <p>Unidad: 1 socavón dentro de la mina o área.</p> <p>Reglas: Mas tiempo, con prioridad, es decir la entrada se la realiza en condiciones normales.</p>
<p>Figura 61 Área de Izaje ProModel</p>  <p>Fuente: Grupo de trabajo</p>	<p>El Izaje se lo realiza por partes, una vez que el cuarzo se encuentre lleno en el balde de acero se procede a izar.</p>	<p>Capacidad: 1 balde lleno se realiza el Izaje.</p> <p>Unidad: 1 polipasto de Izaje.</p> <p>Reglas: Mas tiempo, con prioridad, es decir la entrada se la realiza en condiciones normales</p>
<p>Figura 62 Área Almacenamiento ProModel</p>  <p>Fuente: Grupo de trabajo</p>	<p>El almacenamiento en las afueras de la mina se acopia el cuarzo, para ser llevado a la planta de tratamiento.</p>	<p>Capacidad: Infinita, no se tiene en cuenta la capacidad</p> <p>Unidad: 1 acopio de material aurífero.</p> <p>Reglas: Mas tiempo, con prioridad, es decir la entrada se la realiza en condiciones normales</p>
<p>Figura 63 Transportadora ProModel.</p>  <p>Fuente: Grupo de trabajo</p>	<p>El transporte es la movilización del material aurífero de:</p> <ul style="list-style-type: none"> . -Producción al Izaje. . -Izaje al almacenamiento. . -Recepción de materiales al área de polvorín. 	<p>Capacidad: Infinita</p> <p>Unidad: 1 (un origen y un destino en cada área)</p> <p>Nota: se debe programar como una banda transportadora en total son 3.</p>

Fuente: Grupo de trabajo.

Con los datos dados a conocer se parametriza las Locaciones del sistema actual de extracción, a continuación, se presenta una ilustración de la manera para la simulación de los procesos.

Figura 64 Parametrización de Locaciones en ProModel.

Icono	Nombre	Cap.	Unidades	TMs...	Estadist	Reglas...
	Área_Polvorin	30	1	Ninguna	Series de tiempo	Más Tiempo, FIFO
	Rec_Ver_Clasif_Polvorin	30	1	Ninguna	Series de tiempo	Más Tiempo, FIFO
	Área_Productiva	1	1	Ninguna	Series de tiempo	Más Tiempo
	Área_Izaje	1	1	Ninguna	Series de tiempo	Más Tiempo
	Área_Almacenamiento	INFINITE	1	Ninguna	Series de tiempo	Más Tiempo
	Trans_Recep_Área_Polvorin	INFINITE	1	Ninguna	Series de tiempo	Más Tiempo, FIFO
	Trans_Área_Productiva_Área_Izaje	INFINITE	1	Ninguna	Series de tiempo	Más Tiempo, FIFO
	Trans_Área_Izaje_Área_Almacenamiento	INFINITE	1	Ninguna	Series de tiempo	Más Tiempo, FIFO

Fuente: Grupo de trabajo.

Una vez establecidos las locaciones se debe seguir programando las entidades del sistema que se va a simular en este caso las entidades son aquellas que se moverán por todos los procesos, la tabla siguiente muestra esta parametrización.

Tabla 21 Parametrización de Identidades.

Entidades.	Descripción	Parametrización.
<p>Figura 65 Pólvora ProModel</p> <p>Fuente: Grupo de trabajo.</p>	<p>Este recurso estará presente en el proceso de polvorín se establecerá el tiempo de recepción, procesamiento y transporte de manera general.</p>	<p>En esta parte se realiza la parametrización de la velocidad en la que la simulación recorrerá de manera didáctica la ilustración en este caso 150 Ppm</p>
<p>Figura 66 Cuarzo ProModel</p> <p>Fuente: Grupo de trabajo.</p>	<p>Este recurso estará presente en el proceso de producción, Izaje y almacenamiento, se denomina recurso minero o cuarzo comúnmente.</p>	<p>En esta parte se realiza la parametrización de la velocidad en la que la simulación recorrerá de manera didáctica la ilustración en este caso 150 Ppm</p>

Fuente: Grupo de Trabajo.

Figura 67 Identidades ProModel

Icono	Nombre	Velocidad (Ppm)	Estadist
	Polvora	150	Series de tiempo
	Cuarzo	150	Series de tiempo

Fuente: grupo de trabajo

Lo siguiente es definir los arribos es decir las entidades que entran al sistema durante la simulación, estas entidades serán la pólvora y cuarzo, en la siguiente tabla se realiza la parametrización de estos datos.

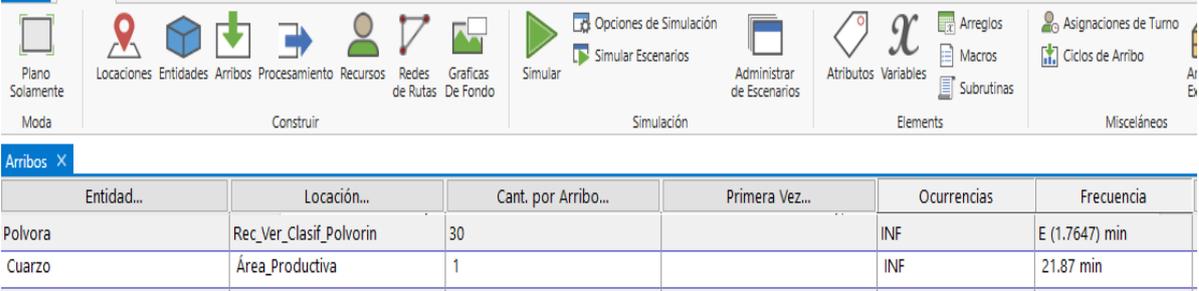
Tabla 22 Parametrización de Arribos de Entidades

Arribo de entidad (llegada)	Parametrización.
<p>Figura 68 Arribo de entidad Pólvora ProModel.</p>  <p>Fuente: Grupo de trabajo</p>	<p>Arribo: En la locación Rec. Ver. Clasif. Polvorín.</p> <p>Cant. Por arribo: 30 cartuchos (ANFO)</p> <p>Frecuencia: E (Exponencial) 1.7647 min</p> <p>Rec. Ver. Clasif. Polvorín. = 30 Cartuchos que llegan a la locación dividido para 17 minutos que se demora esta actividad = $30/17=1.7647$ min.</p> <p>La característica de exponencial se debe a que E (μ) es igual a la media de tiempo expresado en la actividad dada a conocer en el diagrama analítico del polvorín (Anexo 1).</p>
<p>Figura 69 Arribo de entidad Cuarzo ProModel</p>  <p>Fuente: Grupo de trabajo</p>	<p>Arribo: En la locación Área Productiva.</p> <p>Cant. Por arribo: 1 Balde.</p> <p>Frecuencia: 21.87 min</p> <p>La frecuencia de recepción del cuarzo se la obtiene de los tiempos acumulados de los procesos Polvorín, Productivo, Izaje y Almacenamiento en un total de 900 minutos, pero cabe destacar que se debe restar el tiempo de espera en la extracción de gases que equivale a 25 min.</p> <p>$900 \text{ min} - 25 \text{ min} = 875 \text{ min}$</p> <p>$875 \text{ min}/40 \text{ cargas} = 21.875 \text{ min}$ por cada carga en arribar en este caso en la extracción de cuarzo del frontón o peña.</p>

Fuente: Grupo de trabajo.

La parametrización en el Software ProModel se realiza de la siguiente manera con los datos obtenidos en la anterior tabla.

Figura 70 Arribos ProModel



Entidad...	Locación...	Cant. por Arribo...	Primera Vez...	Ocurrencias	Frecuencia
Polvora	Rec_Ver_Clasif_Polvorin	30		INF	E (1.7647) min
Cuarzo	Área_Productiva	1		INF	21.87 min

Fuente: Grupo de trabajo.

Por último, el procesamiento que se dará a las entidades, en el siguiente cuadro se parametriza con las siguientes condiciones.

Tabla 23 Parametrización de entidades en procesamiento.

Operación	Entidades.	Parametrización.
1	Pólvora.	Locación: Rec_Ver_Clasif_Polvorin
		Operación: Wait 17 min, esta operación tiene una espera de 17 minutos en recibir al proveedor (Ver Anexo 1)
		Destino: Trans_Recep_Área_Polvorin
2	Pólvora	Locación: Trans_Recep_Área_Polvorin
		Operación: Wait 26 min, se demora 26 minutos en total para transportar los cartuchos. (Ver Anexo 1)
		Destino: Área_Polvorin
3	Pólvora	Locación: Área_Polvorin
		Operación: Wait 95 min, En acumulación 95 min para realizar los cartuchos.
		Destino: Exit, una vez realizado los cartuchos salen del proceso ya que son dinamitados para obtener el cuarzo.
4	Cuarzo	Locación: Área_Productiva
		Operación: Wait (3.45) min; en esta parte como en arribos la cantidad es 1, ya que se extrae 1 balde de cuarzo de la peña la operación correcta es: 138 minutos en extracción de cuarzo. 40 baldes extraídos en los 138 minutos. 138 minutos/40 baldes = 3.45 min/balde
		Destino: Trans_Área_Productiva_Área_Izaje
		Locación: Trans_Área_Productiva_Área_Izaje
5	Cuarzo	Operación: Wait E (1.05) min, en este caso la distribución Exponencial E (μ) es igual a la media de tiempo expresado en la actividad de transporte. 42 minutos de transportar el cuarzo. 40 baldes transportados en 42 minutos. 42 min/40 baldes = 1.05 min/balde
		Destino: Área_Izaje
		Locación: Área_Izaje
		Operación: Wait U (13.50,17.6) min, se utiliza una distribución uniforme discreta contando con un mínimo y un máximo U (a, b). Los tiempos 540 min y 704 min son tiempos totales del área de Izaje, se debe utilizar por unidad extraída. 540 min/ 40 baldes = 13.50 min /balde 704 min/ 40 baldes =17.6 min/balde a = 13.50 min (valor mínimo de tiempo de Izaje obtenido del estudio de tiempos ver Anexo 3). b = 17.6 min (valor máximo de tiempo de Izaje obtenido de la tabla N° 14 teniendo en cuenta los suplementos)
6	Cuarzo	Destino: Trans_Área_Izaje_Área_Almacenamiento
		Locación: Trans_Área_Izaje_Área_Almacenamiento

7	Cuarzo	Operación: Wait E (3.775) min; este procedimiento se debe esperar 3.775 min con una distribución exponencial E (μ) es igual a la media de tiempo expresado en la actividad de transporte del cuarzo del área de Izaje hasta el almacenamiento. 151 min en transporte de almacenamiento. (Ver Anexo 4) 151 min /40 baldes=3.775 min
		Destino: Área_Almacenamiento
8	Cuarzo	Locación: Área_Almacenamiento
		Operación: Wait E (0.725) min; este procedimiento se debe esperar 0.725 min con una distribución exponencial E (μ) es igual a la media de tiempo expresado en la actividad de almacenaje. (Ver Anexo 4) 29 min / 40 baldes = 0.725 min
		Destino: Exit

Fuente: Grupo de trabajo.

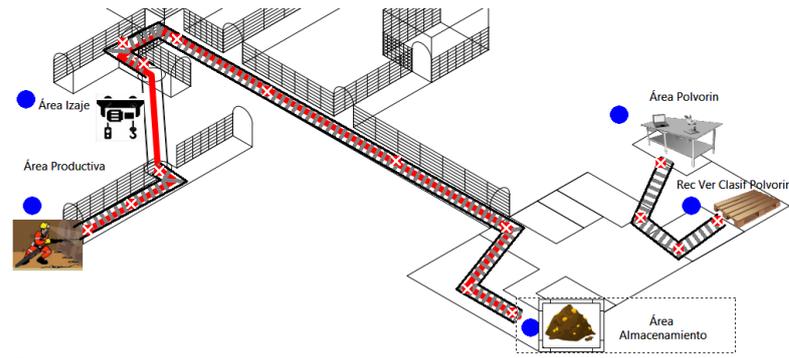
Por último, se parametriza el tiempo de simulación total, este es obtenido de los procesos es decir Productivo, Izaje y Almacenamiento con un total de 900 minutos correspondiente a 15 horas de trabajo, téngase cuidado que el proceso de polvorín no representa una suma ya que este se lo realiza como un proceso de apoyo, todo lo correspondiente al cuarzo esta dado en los tres procesos descritos.

Figura 71 Tiempo de simulación

Fuente: Grupo de trabajo.

ProModel es un software de simulación dinámico en donde se puede establecer por medio de gráficos los movimientos y tiempos en un plano, para el modelo de simulación actual se utiliza un Layout de la empresa Labor Minera Manuel Castillo.

Figura 72 Layout de simulación Labor Minera Manuel Castillo.



Fuente: Grupo de trabajo.

Análisis de resultados del modelo actual de extracción de material aurífero.

ProModel cuenta con una interfaz de observación de los resultados de manera gráfica, a continuación, se muestra los resultados y su análisis respecto al sistema actual.

Lo primero analizar son las entidades para ser concretos el cuarzo y pólvora en tal sentido estas dos entidades representan un tiempo en el sistema, este tiempo de simulación se efectúa en el tiempo de trabajo para extraer dos toneladas semanales desde la línea baja hasta la línea alta de la mina.

Tabla 24 Análisis de resultados (Entidades)

Figura 73 Resultado de Entidades ProModel

Nombre	Total Salidas	Cantidad actual En Sistema	Tiempo En Sistema Promedio (Hr)	T
Polvora	30,00	34,00	8,58	
Cuarzo	40,00	1,00	0,45	

Fuente: Grupo de trabajo.

Resultado.	Análisis.
Pólvora	<ul style="list-style-type: none"> El total de salidas de pólvora es de 30 cartuchos que han sido utilizados y dinamitados en la peña. El tiempo en sistema promedio de la pólvora, significa que los 30 cartuchos tuvieron un promedio de 8.58 horas en el sistema, es decir 17.16 minutos por cada cartucho.
Cuarzo	<ul style="list-style-type: none"> La salida del cuarzo es de 40 baldes desde que se extraen en la zona productiva hasta la salida en el área de almacenamiento. El tiempo en sistema promedio del cuarzo, significa que 0.45 horas pasa cada Balde en el sistema es decir 27,14 minutos cada balde.

Fuente: Grupo de Trabajo.

Tabla 25 Análisis de capacidad física de la locación (Área Izaje).

Figura 74 Capacidad de locación (Área Izaje)



Área: Grupo de trabajo.

Resultado.	Análisis.
<p>Área de Izaje.</p>	<p>En el diagrama de barras se analiza el área de Izaje que ocupa el 59.71 % de tiempo en operación con respecto a las demás locaciones (área polvorín, área productiva, área almacenamiento).</p> <p>El tiempo de inactividad es el tiempo que las demás áreas ejecutan sus procedimientos es decir en este proceso los recursos (obreros) ejecutan otras tareas en las demás áreas diferentes al Izaje representando un 37.77 % por el contrario hay un bloqueo del 2.52% representado como un cuello de botella donde una vez ya extraído el material aurífero en la zona de producción se debe esperar para Izar.</p>

Fuente: Grupo de trabajo.

Tabla 26 Análisis de utilización Locación de Izaje con respecto al sistema actual.

Figura 75 Locaciones ProModel.

Nombre	Total Entradas	% Utilización
Área Polvorin	33,00	11,11
Rec Ver Clasif Polvorin	64,00	99,64
Área Productiva	41,00	15,70
Área Izaje	40,00	62,23
Área Almacenamiento	40,00	0,00
Trans Recep. Área Polvorin	34,00	27,00
Trans Área Productiva Área Izaje	40,00	2,47
Trans Área Izaje Área Almacenamiento	40,00	0,72

Fuente: Grupo de trabajo.

Resultado.	Análisis.
<p>Área Izaje.</p>	<p>En este resultado tenemos el porcentaje de utilización de cada uno de las locaciones por donde interactúa las entidades, la simulación se realiza en correspondencia a todo el sistema y en el área de Izaje o proceso de Izaje tiene una utilización del 62.23 % este dato nos ayudara a comprender que tan bien se gestiona los recursos de la empresa es por ello que se debe realizar una comparativa con el sistema simulado de la propuesta automatizada.</p>

Fuente: Grupo de trabajo.

Parametrización de la propuesta automatizada de extracción de material aurífero.

Para la parametrización del modelo extractivo de material aurífero se debe partir de un estudio de los tiempos y distancias que el sistema de Izaje automático realiza para extraer el cuarzo, en este caso se partió de un análisis con el cursograma analítico del proceso de Izaje, ya que este proceso resulta cambiante por la propuesta de automatización en esta área de Izaje. A continuación, se presenta el cursograma analítico de este proceso que se debe reconfigurar en el Software ProModel.

Tabla 27 Cursograma analítico Proceso de Izaje.

LABOR MINERA MANUEL CASTILLO S.A											
CURSOGRAMA ANALÍTICO											
Diagrama N°1				Resumen							
Objeto: <i>Material aurifero (cobre, oro, plata)</i>	Actividad			Actual	Propuesta	Economía					
Actividad: <i>Izaje de material aurifero desde la linea baja hasta la linea alta.</i>	Operación		27								
	Transporte		9								
	Espera										
	Inspección										
	Almacenamiento										
Área: <i>Izaje</i>	Combinada		1								
Operarios: 6	Distancia (metros)			360							
Véase columna de observaciones .			Tiempo (min)			338					
Elaborado Por: <i>James B , Kevin B.</i>			Costo								
Fecha: <i>10/11/2020</i>			Mano de Obra			144					
Aprobado Por: <i>Abg. Manuel Castillo.</i>			Material								
Fecha: <i>22/11/2020</i>			TOTAL								
Descripción	Cantidad (Ton)	Distancia (m)	Tiempo (min)	Símbolo						Observaciones	
				○	→	D	□	▽	◻		
Preparar herramientas (LAMPONES, ESCALERAS DE TUBO)			10	●							5 obreros.
Amontonar en la linea baja (Zona de llenado Polipasto) el material aurifero.			20	●							2 obreros.
Cargar el balde de material aurifero.	0,5		20	●							2 obreros.
Supervisar pique o pozo que no se encuentre persona/ material el las vías ferroviarias.			5	●							1 obrero
Alertar a personal para puesta en funcion del sistema de Izaje.			5	●							1 obrero
Presionar pulsador para dar inicio al sistema automatizado.			0,5	●							1 obrero
Izaje del balde lleno de cuarzo hasta la linea alta.	0,5	60	2	●							
Retirar material aurifero que va descargando el balde en la linea alta.	0,5		20	●							2 obreros
Descenso del balde de Izaje a la linea baja.		60	2	●							
Preparar herramientas (LAMPONES, ESCALERAS DE TUBO)			10	●							5 obreros.
Amontonar en la linea baja (Zona de llenado Polipasto) el material aurifero.			20	●							2 obreros.
Cargar el balde de material aurifero.			20	●							2 obreros.
Supervisar pique o pozo que no se encuentre persona/ material el las vías ferroviarias.			5	●							1 obrero
Alertar a personal para puesta en funcion del sistema de Izaje.			5	●							1 obrero
Presionar pulsador para dar inicio al sistema automatizado.			0,5	●							1 obrero
Izaje del balde lleno de cuarzo hasta la linea alta.		60	2	●							
Retirar material aurifero que va descargando el balde en la linea alta.			20	●							2 obreros
Descenso del balde de Izaje a la linea baja.			2	●							

Preparar herramientas (LAMPONES, ESCALERAS DE TUBO)			10	●														5 obreros.
Amontonar en la línea baja (Zona de llenado Polipasto) el material aurífero.			20	●														2 obreros.
Cargar el balde de material aurífero.			20	●														2 obreros.
Supervisar pique o pozo que no se encuentre persona/ material el las vías ferroviarias.			5	●														1 obrero
Alertar a personal para puesta en funcion del sistema de izaje.			5	●														1 obrero
Presionar pulsador para dar inicio al sistema automatizado.			0,5	●														1 obrero
Izaje del balde lleno de cuarzo hasta la línea alta.			2	●														
Retirar material aurífero que va descargando el balde en la línea alta.			20	●														2 obreros
Descenso del balde de izaje a la línea baja.		60	2	●														
Preparar herramientas (LAMPONES, ESCALERAS DE TUBO)			10	●														5 obreros.
Amontonar en la línea baja (Zona de llenado Polipasto) el material aurífero.			20	●														2 obreros.
Cargar el balde de material aurífero.			20	●														2 obreros.
Supervisar pique o pozo que no se encuentre persona/ material el las vías ferroviarias.			5	●														1 obrero
Alertar a personal para puesta en funcion del sistema de izaje.			5	●														1 obrero
Presionar pulsador para dar inicio al sistema automatizado.			0,5	●														1 obrero
Izaje del balde lleno de cuarzo hasta la línea alta.		60	2	●														
Retirar material aurífero que va descargando el balde en la línea alta.			20	●														2 obreros
Descenso del balde de izaje a la línea baja.		60	2	●														
	2	60	338	27	9													1

Fuente: Grupo de trabajo.

Con el tiempo general que se demora en izar desde la línea baja hasta la línea alta de la mina se debe realizar la parametrización del software ProModel, las locaciones se mantienen de la misma manera , las entidades de igual manera el cambio importante es en arribos y procesamiento ya que se obtiene tiempos del proceso de Izaje distintos al proceso actual que es más demorado con el sistema polipasto que se realiza, a continuación se presenta la parametrización de estos dos factores para correr la simulación y realizar el análisis correspondiente con los resultados.

Tabla 28 Parametrización de arribos ProModel con el sistema propuesto.

Arribo de entidad (llegada)	Parametrización.
<p data-bbox="272 521 791 555">Figura 75 Arribo de entidad Pólvara ProModel.</p>  <p data-bbox="408 745 659 779">Fuente: Grupo de trabajo</p>	<p data-bbox="850 331 1374 405">Arribo: En la locación Rec. Ver. Clasif. Polvorín.</p> <p data-bbox="850 409 1382 450">Cant. Por arribo: 30 cartuchos (ANFO)</p> <p data-bbox="850 506 1390 546">Frecuencia: E (Exponencial) 1.7647 min</p> <p data-bbox="850 584 1430 734">Rec. Ver. Clasif. Polvorín. = 30 Cartuchos que llegan a la locación dividido para 17 minutos que se demora esta actividad = $30/17=1.7647$ min.</p> <p data-bbox="850 779 1430 929">La característica de exponencial se debe a que E (μ) es igual a la media de tiempo expresado en la actividad dada a conocer en el diagrama analítico del polvorín (Anexo 1).</p>
<p data-bbox="280 1223 783 1256">Figura 76 Arribo de entidad Cuarzo ProModel</p>  <p data-bbox="408 1473 659 1507">Fuente: Grupo de trabajo</p>	<p data-bbox="850 976 1374 1016">Arribo: En la locación Área Productiva.</p> <p data-bbox="850 1021 1206 1061">Cant. Por arribo: 1 Balde.</p> <p data-bbox="850 1066 1166 1106">Frecuencia: 16.825 min</p> <p data-bbox="850 1133 1430 1406">La frecuencia de recepción del cuarzo se la obtiene de los tiempos acumulados de los procesos Polvorín, Productivo, Izaje y Almacenamiento en un total de 698 minutos, pero cabe destacar que se debe restar el tiempo de espera en la extracción de gases que equivale a 25 min.</p> <p data-bbox="850 1451 1206 1491">$698 \text{ min} - 25 \text{ min} = 673 \text{ min}$</p> <p data-bbox="850 1536 1430 1641">$673 \text{ min} / 40 \text{ cargas} = 16.825 \text{ min}$ por cada carga en arribar en este caso en la extracción de cuarzo del frontón o peña.</p>

Fuente: Grupo de trabajo.

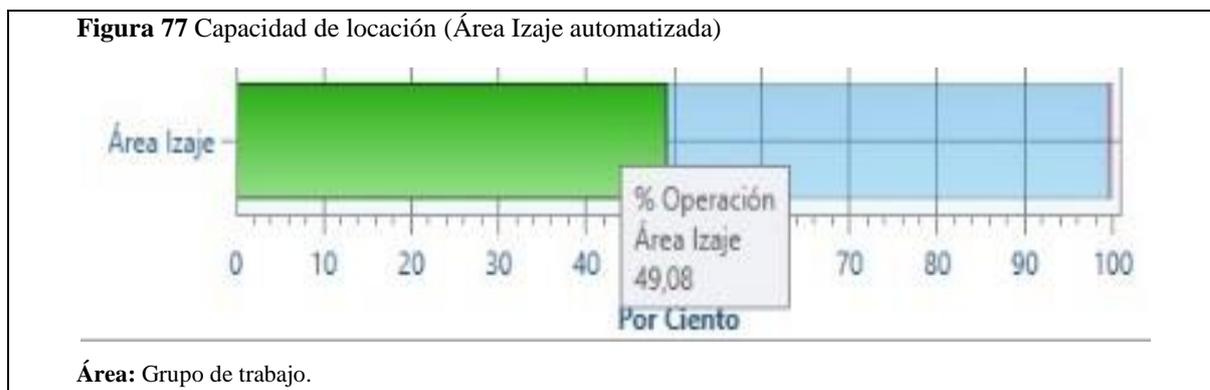
La disminución del tiempo de Izaje es de 202 minutos equivalente a 3.36 horas de trabajo, es decir con ese sistema actual conlleva un tiempo de 540 minutos y con el sistema automatizado de 338 minutos. Por último, se modifica las operaciones en la locación de “Área_Izaje” con el cursograma analítico con el proceso propuesto de Izaje automatizado.

Tabla 29 Parametrización de operaciones ProModel con el sistema propuesto.

Operación	Entidades.	Parametrización.
6	Cuarzo	Locación: Área_Izaje
		Operación: Wait (8.45) min. Esta operación se la establece con el diagrama analítico del proceso de Izaje dividido para las cargas que se deben realizar. $338 \text{ min} / 40 \text{ baldes} = 8.45 \text{ min} / \text{balde}$ (ver tabla 18)
		Destino: Trans_Area_Izaje_Area_Almacenamiento

Fuente: Grupo de trabajo.

Análisis de resultados del modelo de extracción de material aurífero propuesto con el sistema de automatización.

Tabla 30 Análisis de capacidad física de la locación (Área Izaje).

Resultado.	Análisis.
<p>Área de Izaje.</p>	<p>La nueva utilización va a ser menor ya que es directamente proporcional al tiempo, si el material aurífero para ser IZADO necesita menor tiempo con el sistema automatizado, la utilización será menor. Es decir, actualmente para IZAR 2 ton de material aurífero necesitan 540 min, en cambio con el sistema automatizado se pretende IZAR las mismas 2 ton en 338 min, dando como ventaja disminución de tiempo y aumento de la extracción de material en los cortes semestrales de producción</p>

Fuente: Grupo de trabajo.

Tabla 31 Análisis de utilización Locación de Izaje proceso automatizado.

Figura 78 utilización área de Izaje automatizado ProModel.		
Nombre	Total Entradas	% Utilización
Trans Recep. Área Polvorin	36,00	26,97
Trans Área Productiva Área Izaje	41,00	1,11
Trans Área Izaje Área Almacenamiento	40,00	0,90
Rec Ver Clasif Polvorin	66,00	99,49
Área Productiva	41,00	20,45
Área Polvorin	35,00	14,83
Área Izaje	41,00	49,50
Área Almacenamiento	40,00	0,00

Fuente: Grupo de trabajo.

Resultado.	Análisis.
Área Izaje.	<p>Para obtener las 2 ton material aurífero en campo a cielo abierto, se lleva a cabo procesos secuenciales, es decir, que uno predomina de otro, para empezar, tenemos la Área Polvorín en la cual su participación o utilización es de 14.83%, en el Área productiva de 20.45%, en el Área de Izaje tenemos que es de 49.5%, y el Área de almacenamiento de 0%, si se suma las áreas que participan en serie tenemos una utilización de los recursos del 84.78%.</p> <p>Se tiene en cuenta las áreas que participan en el proceso de extracción de material aurífero, ahora con el 84.78% de utilización de los recursos podemos extraer 2 ton de material aurífero, en menor tiempo y menor costos de producción, se debe tener en cuenta que el porcentaje de utilización de la productividad y polvorín aumenta ya que con el nuevo sistema automatizado en el corte semestral de producción se obtendrá más tonelaje de 123.81 Ton. Que el anterior o actual es que extraen en cada corte de producción de 96 Ton.</p>

Fuente: Grupo de trabajo.

11.3.2 Análisis de los resultados de las simulaciones en ProModel del sistema actual vs el propuesto.

Tabla 32 Análisis de los resultados del sistema actual Vs. Propuesto

Sistema de IZAJE actual	Sistema de Izaje Propuesto
En el corte de producción semestral se obtienen 96 Ton de material aurífero.	En el primer corte de producción semestral la empresa obtendrá 123.81 Ton.
El sistema de polipasto se toma en extraer el material aurífero de la línea baja al alta un tiempo de 540 min.	El sistema propuesto que es automatizado llevara un tiempo estimado de 338 min para extraer el material aurífero de la línea baja al alta.
La utilización del sistema de polipasto supera el 60% de la actividad que se realizan en todos los procesos, es decir, el mayor tiempo de la producción pasan en el área de IZAJE.	La participación o utilización con el nuevo sistema de Izaje está por debajo del 50%, y aumentando a las demás áreas, es decir, aquí se obtendrá mayor tonelaje, por lo tanto, se debe explotar/dinamitar más el frente de tal manera que ocupan más tiempo en el área productiva e IZAJE.
En caso de que incluyan un nuevo proyecto en la línea baja no podrán hacerlo ya que no les permite el sistema polipasto extraer material aurífero de otro frente.	En caso de que adicione otro proyecto en un frente de trabajo diferente del que están trabajando, el sistema propuesto les permite extraer el material, es decir le sobra el 50% de utilización, tienen la posibilidad de ocupar ese tiempo inactivo en el otro proyecto.

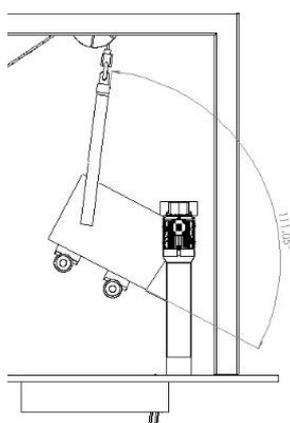
Fuente: Grupo de trabajo.

11.3.3 Realizar la simulación de la funcionalidad del sistema de IZAJE para la extracción de material aurífero.

La simulación de la funcionalidad del sistema de Izaje se la alcanza por medio programas de modelado mecánico como lo es SolidWorks, una vez realizado el diseño se debe realizar la animación de como ejecuta las operaciones dadas por el operario con el mando de control, estas operaciones se las debe programar en el PLC, y se deben ejecutar conforme se lo indica en la programación del sistema de Izaje.

SolidWorks cuenta con un estudio de animación en donde se realizará la simulación de todo el conjunto de las partes mecánicas del sistema de Izaje, en este punto es importante el acoplamiento y sujeción de las partes mecánicas en el programa para que no exista una funcionalidad errónea del sistema, para el desplazamiento ascendente y descendente del balde se agrega motores lineales y para movimientos de giro de 111° se agrega motores rotativos, con la finalidad de mostrar la animación del movimiento del sistema de Izaje se utiliza estos motores rotativos, lineales en el Software de SolidWorks , estos motores solo son para dinamizar el sistema de Izaje y no intervienen en la propuesta de automatización, ya que el desplazamiento lineal se lo consigue con el motor principal anclado a la cama de apoyo de 20 HP, el movimiento rotativo con el motor auxiliar anclado al elevador.

Figura 76 Angulo de Giro del balde.



Fuente: Grupo de trabajo

Una vez establecido los parámetros para realizar la simulación de la funcionalidad del sistema de Izaje se realiza la animación de todos los movimientos, seguidamente se adjunta un link de acceso para mostrar la animación en un formato de video.

(Bravo , Blacio , 2021) :

<https://www.youtube.com/watch?v=bBJVdkaa3Mg&feature=youtu.be>

11.4 Actividades del cuarto objetivo.

Determinar la factibilidad de la automatización del proceso de IZAJE en la extracción de material aurífero mediante una valoración técnica y económica

11.4.1 Estimación de costos que intervienen en la implementación del Sistema de IZAJE automatizado.

La estimación de los costos que interviene en una propuesta de automatización para el proceso de Izaje se realiza con proformas de todos los elementos mecánicos, electromecánicos y eléctricos, se realiza la investigación e indagación de los costos de instalación como es mano de obra, adecuaciones de los espacios donde se instalara el sistema de Izaje para la extracción del material aurífero, en la siguiente tabla se presenta los valores y acciones a realizar.

Tabla 33 Costos de implementación del sistema de Izaje.

Cambios propuestos	Costos para la implementación.
Costos Fijos	
Adquisición de motor principal 20 HP trifásico.	\$ 760.10
Adquisición de motor auxiliar 3 HP bifásico	\$726.65
Adquisición de caja reductora de velocidad.	\$ 3003.2982
Brida de acoplamiento entre motor y caja reductora.	\$ 116.9649
6 vigas UPN 100 x 06 mts	\$ 486.66
5 planchas negra 3/8 (10 mm) LISA (1.22 X 2.44)	\$ 740.95
Platina 1 X 3/16 para sujetador de balde,	\$ 9.7411
Gancho de sujeción, pines y bocines.	\$ 94.00
4 ruedas con ceja, 2 ejes de transmisión.	\$ 170.00
4 chumaceras UCF208-25_DJF para balde de Izaje.	\$ 286.00
4 chumaceras para carretes de Izaje.	\$ 526.72
1 plancha negra 3/16 (4 mm) LISA (1.22*2.44) para la construcción de las tamboras y laterales de los carretes.	\$ 75.11
Rieles ferroviarios (60 metros)	\$ 2000
Gabinete de 600 x 400 x 250.	\$ 69.862
Cable acerado Alma 3/8. 315 mts	\$ 318.42 9380.4742
2 vigas UPN 80 x 06 mts	\$ 142.14
2 ejes roscados P 0.5, Rosca Cuadrada.	\$ 126
1 cadena de transmisión 10B-2-5M	\$ 160.99
2 poleas doble canal x 3".	\$ 10.00
2 bandas de transmisión.	\$ 16.68
PLC Siemens Logo 230 RCE	\$ 223.00
4 contactores siemens SIRIUS innovations 3RT20	\$ 260.88
2 relés Térmicos SIRIUS Innovations 3RU2126-4PB0	\$ 102.64
Disyuntor para conexión de control 3VT1.	\$ 40.70
2 disyuntores para conexión de potencia 3 fásico.	\$150.60

4 pulsadores NA, 2 pulsador NC, 2 paro de emergencia NC	\$ 152.74
2 sensores fin de carrera SIRIUS 3SE5132	\$ 84.34
2 cajas vacías para 4 accionamientos	\$ 53.64
Adecuación del túnel por donde se desplazará el sistema de Izaje.	\$ 5820.00
Contrato de fabricación e instalación del sistema de Izaje.	\$ 8500.00
Horario por grupo de trabajo ingenieril.	\$ 2800.00
TOTAL	\$ 28'024.68

Fuente: grupo de trabajo.

Con todos los aspectos económicos dados a conocer para la implementación del sistema de Izaje el gasto total de la inversión es de \$ 28'024.68, los valores indicados se los puede detallar en la proforma del *anexo 17*, los valores de aspectos ingenieriles como mano de obra son estimados por profesionales que laboran en la empresa Labor Minera Manuel Castillo.

Con la implementación del sistema de Izaje se pretende aumentar la capacidad extractiva, reducir los tiempos de procesamiento, reducir la carga monótona del trabajador, todo se traduce a una mejora significativa, la cual para poder interpretar la mejora manera es necesario determinar si es viable y el tiempo que se toma en recuperar el gasto de inversión.

11.4.2 Identificación de costos fijos, costos variables y costos de venta dentro del proceso productivo

Para determinar los costos fijos y costos variables con la propuesta de automatización se debe percibir la viabilidad del proyecto con la recuperación de la inversión, este parámetro se lo obtienen por medio de herramientas financieras como es el punto de equilibrio, la ecuación muestra los parámetros a tener en cuenta.

Ecuación 24 Ecuación de Punto De Equilibrio.

$$\text{Punto de equilibrio} = \frac{\text{Costos Fijos}}{1 - \frac{\text{Costos variables}}{\text{Ventas}}}$$

Para el costo fijo es el costo de inversión de \$ \$ 28'024.68 (ver tabla 28), por el contrario, el costo variable con el sistema propuesto se van a reducir los costos de mano de obra, se maximizará la capacidad de la producción si actualmente se extraía 20 Ton de Big Bag semestralmente de las 96 toneladas de material aurífero, con el propuesto se obtendrá 123.6 toneladas de material aurífero equivalente a 25.75 toneladas de Big Bag. Los cálculos para obtener la capacidad extractiva y la obtención de los costos que se vende cada tonelada de Big Bag son los siguientes.

Se sabe que el lote de 2 toneladas se extrae en 15 horas con el sistema de Izaje actual, también es pertinente conocer que la jornada laboral en minería es de 6 horas diarias por 5 días a la semana es decir mensualmente se trabajan 120 horas.

Para conocer los tiempos de producción del sistema de Izaje propuesto se parte del diagrama analítico propuesto que es de 698 min equivalente a 11.63 horas es decir de las 15 horas que se determinaban para extraer las dos toneladas de cuarzo ahora se redujo con el sistema automatizado.

Tabla 34 Cursograma Analítico de Izaje Propuesto.

LABOR MINERA MANUEL CASTILLO S.A											
CURSOGRAMA ANALÍTICO											
Diagrama N°1				Resumen							
Objeto: Material aurífero (cobre, oro , plata)	Actividad			Actual	Propuesta	Economía					
Actividad: Izaje de material aurífero desde la línea baja hasta la línea alta.	Operación	○		27							
	Transporte	⇒		9							
Área: Izaje	Espera	□									
	Inspección	▽									
Operarios: 6	Almacenamiento	□									
	Combinada	◻		1							
Véase columna de observaciones .	Distancia (metros)			360							
	Tiempo (min)			338							
Elaborado Por: James B , Kevin B.	Costo										
Fecha: 10/11/2020	Mano de Obra			144							
Aprobado Por: Abg. Manuel Castillo.	Material										
Fecha: 22/11/2020	TOTAL										
Descripción	Cantidad (Ton)	Distancia (m)	Tiempo (min)	Símbolo						Observaciones	
				○	⇒	□	▽	◻	◻		
Preparar herramientas (LAMPONES, ESCALERAS DE TUBO)			10	●							5 obreros.
Amontonar en la línea baja (Zona de llenado Polipasto) el material aurífero.			20	●							2 obreros.
Cargar el balde de material aurífero.	0,5		20	●							2 obreros.
Supervisar pique o pozo que no se encuentre persona/ material el las vías ferroviarias.			5								1 obrero
Alertar a personal para puesta en funcion del sistema de izaje.			5								1 obrero
Presionar pulsador para dar inicio al sistema automatizado.			0,5	●							1 obrero
Izaje del balde lleno de cuarzo hasta la línea alta.	0,5	60	2	●							
Retirar material aurífero que va descargando el balde en la línea alta.	0,5		20	●							2 obreros
Descenso del balde de Izaje a la línea baja.		60	2								
Preparar herramientas (LAMPONES, ESCALERAS DE TUBO)			10	●							5 obreros.
Amontonar en la línea baja (Zona de llenado Polipasto) el material aurífero.			20	●							2 obreros.
Cargar el balde de material aurífero.			20	●							2 obreros.
Supervisar pique o pozo que no se encuentre persona/ material el las vías ferroviarias.			5	●							1 obrero
Alertar a personal para puesta en funcion del sistema de izaje.			5	●							1 obrero
Presionar pulsador para dar inicio al sistema automatizado.			0,5	●							1 obrero
Izaje del balde lleno de cuarzo hasta la línea alta.		60	2	●							
Retirar material aurífero que va descargando el balde en la línea alta.			20	●							2 obreros
Descenso del balde de Izaje a la línea baja.			2	●							

Preparar herramientas (LAMPONES, ESCALERAS DE TUBO)			10	●														5 obreros.
Amontonar en la línea baja (Zona de llenado Polipasto) el material aurífero.			20	●														2 obreros.
Cargar el balde de material aurífero.			20	●														2 obreros.
Supervisar pique o pozo que no se encuentre persona/ material en las vías ferroviarias.			5	●														1 obrero
Alertar a personal para puesta en función del sistema de Izaje.			5	●														1 obrero
Presionar pulsador para dar inicio al sistema automatizado.			0,5	●														1 obrero
Izaje del balde lleno de cuarzo hasta la línea alta.			2	●														
Retirar material aurífero que va descargando el balde en la línea alta.			20	●														2 obreros
Descenso del balde de izaje a la línea baja.		60	2	●														
Preparar herramientas (LAMPONES, ESCALERAS DE TUBO)			10	●														5 obreros.
Amontonar en la línea baja (Zona de llenado Polipasto) el material aurífero.			20	●														2 obreros.
Cargar el balde de material aurífero.			20	●														2 obreros.
Supervisar pique o pozo que no se encuentre persona/ material en las vías ferroviarias.			5	●														1 obrero
Alertar a personal para puesta en función del sistema de Izaje.			5	●														1 obrero
Presionar pulsador para dar inicio al sistema automatizado.			0,5	●														1 obrero
Izaje del balde lleno de cuarzo hasta la línea alta.		60	2	●														
Retirar material aurífero que va descargando el balde en la línea alta.			20	●														2 obreros
Descenso del balde de izaje a la línea baja.		60	2	●														
	2	60	338	27	9													1

Fuente: Grupo de trabajo.

Con él las actividades y tareas que se proponen en el cursograma analítico con el sistema de Izaje de la empresa minera Manuel Castillo, se reducirá el tiempo de extracción del cuarzo de la línea baja a la línea alta a 338 minutos este tiempo es 5.63 horas , reduciendo 3.37 horas al sistema de Izaje y a todo el proceso productivo a 11.63 horas aumentando la capacidad extractiva y consiguiente la utilidad monetaria de la empresa estos datos son importante para determinar los costos que cuesta producir la tonelada de Big Bag y la cantidad que se puede vender afectando a los costos variables como el precio de venta.

Tabla 35 Extracción, producción - Sistema actual vs propuesto.

Sistema actual de Izaje	Sistema Automatizado de Izaje (propuesto)
$\text{Producción} = \frac{\text{Tiempo Total (mes)}}{\text{Tiempo ciclo por lote}}$ $\text{Producción} = \frac{120 \frac{\text{horas}}{\text{mes}}}{15 \frac{\text{horas}}{\text{lote}}}$ $\text{Producción} = 8 \frac{\text{lotes}}{\text{mes}}$ $\text{Producción} = 8 \frac{\text{lotes}}{\text{mes}} * 2 \frac{\text{ton}}{\text{lote}}$ $\text{Producción} = 16 \frac{\text{ton}}{\text{mes}}$	$\text{Producción} = \frac{\text{Tiempo Total (mes)}}{\text{Tiempo ciclo por lote}}$ $\text{Producción} = \frac{120 \frac{\text{horas}}{\text{mes}}}{11.63 \frac{\text{horas}}{\text{lote}}}$ $\text{Producción} = 10.3181 \frac{\text{lotes}}{\text{mes}}$ $\text{Producción} = 10.3181 \frac{\text{lotes}}{\text{mes}} * 2 \frac{\text{ton}}{\text{lote}}$ $\text{Producción} = 20.63 \frac{\text{ton}}{\text{mes}}$
Una vez extraído el material aurífero para llevarlo a la planta de procesamiento y obtener los sacos de Big Bag al cabo de 6 meses es de: $\text{Producción} = 16 \frac{\text{ton}}{\text{mes}} * 6 \text{ meses}$ $\text{Producción} = 96 \text{ ton semestrales}$	Una vez extraído el material aurífero para llevarlo a la planta de procesamiento y obtener los sacos de Big Bag al cabo de 6 meses es de: $\text{Producción} = 16 \frac{\text{ton}}{\text{mes}} * 6 \text{ meses}$ $\text{Producción} = 123.78 \text{ ton semestrales}$
Se sabe que con 96 toneladas de cuarzo se obtiene 20 toneladas de Big Bag.	$\text{Producción Big Bag} = \frac{123.78 \text{ ton} * 20 \text{ sacos Big Bag}}{96 \text{ Ton}}$ $\text{Producción Big Bag} = 25.78 \text{ Ton Big Bag.}$

Fuente: Grupo de trabajo.

Con los cálculos realizados de producción se puede establecer que la nueva cantidad de salida de producto es de 25.78 toneladas y el precio de venta por cada tonelada que extrae la mina es de 1564.40 \$/ ton.

Con el sistema propuesto de automatización se pretende disminuir las personas que laboran en la mina a 4 mineros con un mensual de 485 dólares ya que la automatización es disminuir el personal ya que la maquina en este caso el sistema automatizado izara mayor cantidad de toneladas con un solo operario que operara la wincha automatizada.

Los costos de dinamitar la peña aumentarán ya que la extracción será mayor por consiguiente se deberá aumentar recursos como ANFO, cajas de cartuchos, fulminantes, energía eléctrica por los motores, costo de tonelaje en la planta procesadora, transporte que se detalla en la siguiente tabla.

Tabla 36 Costos de producción del sistema de Izaje Automatizado.

	Cantidad	\$
SALIDA (Ventas)		
Concentrado de Au, Cu, Ag.	25.78 ton	\$ 40'341.965
Entrada (Insumos, R. Humanos, Energía), (Costos variables)		
R. Humanos (mano de obra).	4	11.640 \$
ANFO.	31 sacos	930 \$
Cajas de cartucho.	9 cajas	1152 \$
Caja de fulminantes.	15 cajas	604.80 \$
Rollo de Guía o Mecha.	7 rollos	677.32 \$
Energía eléctrica	540 KWh	180 \$
Agua Potable.	90 m ³	42 \$
Mantenimiento máquina de barrenar.	1 maquina	700 \$
Mantenimiento de compresor (aceite, filtros, Diesel)	1 compresor	820 \$
Planta de procesamiento	123.78 Ton	7426.8 \$
Transporte de material aurífero (8 Ton)	16 viajes	1280 \$
Big Bag (empaque 1 Ton)	26 paquetes	247 \$
TOTAL		25'699.92 \$

Fuente: Grupo de trabajo.

El costo de producción semestral es un valor de 25'699.92 dólares, para conocer el costo por cada tonelada de Big Bag extraída se debe dividir para 25.7875 toneladas de Big Bag producidas en 6 meses que es de 996.60\$/ ton. A continuación, con estos costos se remplaza en la fórmula de punto de equilibrio para saber cuánto se debe vender para obtener utilidad y recobrar la inversión del sistema de Izaje Automatizado.

$$\text{Punto de equilibrio} = \frac{\$ 28'024.68}{1 - \frac{996.60 \$}{1564.40 \$}}$$

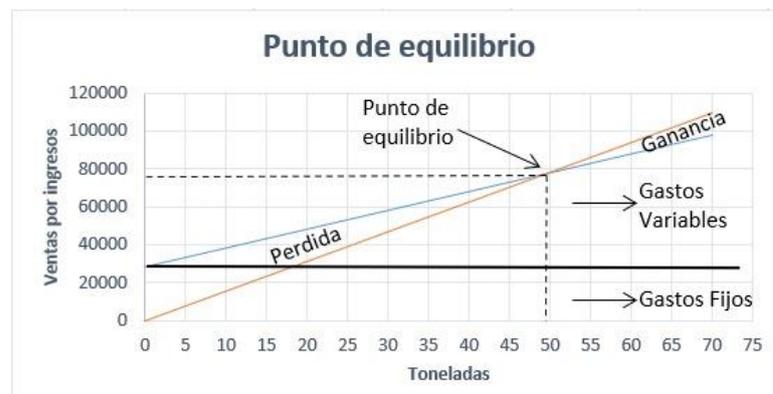
$$\text{Punto de equilibrio} = 77'213.47\$$$

Se obtiene que se debe vender 77'213.47\$ para poder percibir utilidad, para tener una visión más clara se define en unidades (Toneladas), realizando el cociente del valor obtenido entre el costo de venta por tonelada del Big Bag.

$$\text{Punto de equilibrio unidades} = \frac{77'213.47\$}{1564.40 \$}$$

$$\text{Punto de equilibrio unidades} = 49.35 \text{ toneladas de Big Bag}$$

Figura 77 Grafica Punto de equilibrio.



Fuente: Grupo de trabajo.

Es necesario vender 49.35 toneladas de Big Bag para cubrir la inversión inicial del sistema de Izaje, es importante conocer el tiempo en que se recuperara esta inversión con las ventas de Big Bag que obtiene la mina.

Se sabe que semestralmente se produce 25.78 toneladas de Big Bag, es decir al año 51.56 toneladas de Big Bag cumpliendo ya con el tonelaje que se necesita para recuperar la inversión que es de 49.35, es decir al cabo de 11.48 meses.

$$\text{T tiempo de retorno de la inversion} = \frac{49.35 \text{ toneladas} * 6 \text{ meses}}{25.78 \text{ toneladas}}$$

$$\text{T tiempo de retorno de la inversion} = 11.48 \text{ meses}$$

Es decir, el tiempo de retorno de la inversión y empezar a generar utilidad es de 1 año, lo cual es beneficioso para el proyecto de implementación del sistema de Izaje en la mina Labor Minera Manuel Castillo.

11.4.3 Medición de la productividad del proceso actual y con la propuesta de automatización.

La productividad del sistema actual es de 1.10 \$, este dato se lo obtuvo la tabla 16 en donde se realiza el respectivo calculo en el literal 11.1.7, para el sistema propuesto de Izaje automatizado se realiza el cálculo de productividad con los costos de producción como los ingresos de ventas que genera la utilidad.

La productividad del sistema de Izaje se la calcula con la fórmula 17, los datos para el remplazo de la fórmula se los conoce de la tabla número 31 que muestra las salidas que se puede obtener con la automatización como también los costos de producción por tonelada de las salidas que en este caso es el Big Bag.

$$\text{Productividad} : \frac{\text{Producto}}{\text{Trabajo} + \text{Capital} + \text{Materiales}}$$

$$\text{Productiv} : \frac{\$ 40'341.965}{11.640 \$ + 930 \$ + 1152 \$ + 604.80 \$ + 677.32 \$ + 180 \$ + 42 \$ + 700 \$ + 820 \$ + 7426.8 \$ + 1280 \$ + 247 \$}$$

$$\text{Productividad} : 1.56 \$$$

La productividad con el sistema propuesto de automatización es de 1.56\$, es decir por cada dólar invertido para producir el concentrado de Au, Cu, Ag se está ganado 0.56 \$ con un aumento en la productividad de 0.46 \$, generando una mayor utilidad monetaria para la empresa labor minera Manuel Castillo siendo rentable y justificable la inversión de este sistema automatizado.

12. IMPACTOS (TÉCNICOS, SOCIALES, AMBIENTALES, ECONÓMICOS)

12.1 Impactos Económicos.

El proyecto de investigación genera un impacto económico en la empresa Labor Minera Manuel Castillo, este impacto se refleja en el aumento de la productividad ya que el proceso productivo de toda la empresa se incrementa al existir una mayor capacidad de extracción del cuarzo o material aurífero para obtener el Big Bag en la planta de procesamiento. Los respectivos cálculos del aumento de la productividad y el impacto económico se reflejan a continuación.

Producción Actual: 20 ton de Big Bag (por cada corte de producción semestralmente)

$$\text{Producción Actual: } 40 \text{ ton de Big Bag (anualmente)} * 1564.40 \frac{\$}{\text{Ton}} = 62,576 \$$$

Producción Propuesta: 25.78 ton de Big Bag (por cada corte de producción semestralmente)

$$\text{Producción Propuesta: } 51.56 \text{ ton de Big Bag (anualmente)} * 1564.40 \frac{\$}{\text{Ton}} = 80,660.434 \$$$

Incremento de la productividad: \$80,660.434 – \$62,576.00

Incremento de la productividad: \$ 18,084.434

El aumento de la productividad anualmente es de \$ 18,084.434 dólares lo que permite incrementar el desarrollo de las actividades productivas del mismo modo si comparamos la tabla 16 con la tabla 31 los costos de producción para obtener las toneladas de Big Bag se minimizan. Con el proceso actual es de 28'592.44 dólares y con el proceso propuesto de automatización se empleará menos recursos humanos reduciendo este costo a 25'699.92

dólares, la diferencia es de 2'892.52 dólares semestralmente es decir anualmente se reducirá 5'785.04 dólares del costo de producir el Big Bag.

Analizando la productividad multifactorial tenemos que con el proceso actual la productividad es de 1.10 \$ y con la propuesta de 1.56 \$, es decir el aumento en 0.46 \$ lo que quiere decir que por cada dólar que se invierte en la empresa queda una utilidad monetaria de 0.56 \$ si se implementara la propuesta de automatización.

12.2 Impactos Técnicos.

La automatización de todo proceso representa un impacto técnico y tecnológico , generando una mayor productividad en la capacidad de extracción de material aurífero, sin la implementación de la automatización se extrae alrededor de 16 Ton y por el contrario automatizando el proceso de Izaje se tiene una extracción de 20.6362 Ton de material aurífero , si se extrae más cuarzo se producirá más contenido de Big Bag que es lo que se vende al final de todos los procesos de la empresa Labor Minera Manual Castillo.

Otro aspecto importante de la automatización industrial en la propuesta es generar conciencia laboral y el sobreesfuerzo físico de los trabajadores, reducir las holguras con tiempos improductivos ya que el sistema de Izaje realizara estas tareas con mayor agilidad reduciendo los tiempos por procesos.

12.3 Impactos Ambientales.

El impacto ambiental que se genera con la propuesta de automatización es el aprovechamiento de mejor manera de los recursos hídricos en la minería, reduciendo la contaminación del agua y del suelo ya que el tiempo de exposición del cuarzo o material aurífero es menor, la utilización del agua es menor ya que no se requiere hacer limpieza del balde de Izaje como el sistema de polipasto que para que la carga no sea muy pesada se debe limpiar el cuarzo sobrante del balde.

12.4 Impactos Sociales.

A nivel social con el incremento de la capacidad se podrá producir más concentrado de Big Bag, satisfaciendo la demanda de exportación e incrementando las ganancias de las personas que realizan actividad comercial con el Big Bag. El sector “el Cajón” parroquia Huertas, provincia del Oro se beneficiará ya que la automatización genera una expansión de esta la mina que abrirá más cupos de trabajo con la creación de nuevos empleos, para mejorar la calidad de vida de sus habitantes y aportar al desarrollo económico de la región y del país.

13. PRESUPUESTO PARA LA PROPUESTA DEL PROYECTO.

13.1 Presupuesto invertido por la ejecución del proyecto de investigación.

Los costos para realizar el proyecto de investigación resultan de la investigación, instrumentos y técnicas de estudio, movilidad, recursos humanos, técnicos, tecnológicos, materiales que se ayudan para realizar la propuesta de automatización.

Tabla 37 Presupuesto para la elaboración.

PRESUPUESTO PARA LA ELABORACIÓN					
Recursos	Descripción	Cantidad	Unidad	V. Unitario \$	Valor Total \$
Costos directos					
Humanos	Ing. Químico	1	h-h	\$ 36,50	\$ 36,50
	Ing. Mecánico	1	h-h	\$ 60,00	\$ 60,00
Materiales y suministros	Linternas LED	2	Unid.	\$ 10,50	\$ 21,00
	Cuadernos	1	Unid.	\$ 1,20	\$ 1,20
	Portablock	2	Unid.	\$ 3,00	\$ 6,00
	Guantes de tela Hynflex 11 - 840	2	Unid.	\$ 5,00	\$ 10,00
	Pendray 16Gb 3.0	1	Unid.	\$ 12,00	\$ 12,00
	Botas de caucho	2	Unid.	\$ 8,50	\$ 17,00
	Esfero	2	Unid.	\$ 0,45	\$ 0,90
	Formatos A3	2	Unid.	\$ 0,15	\$ 0,30
Tecnológicos	Internet	2	Unid.	\$ 25,00	\$ 50,00
	SolidWorks.	1	Unid.	\$ 350,00	\$ 350,00
Técnicos	Cronometro ADANAK 3000	1	Unid.	\$ 11,95	\$ 11,95
	Cinta métrica de 30 mts	1	Unid.	\$ 23,00	\$ 23,00
Material Bibliográfico y Copias	Impresiones A3	5	Unid.	0,15	0,75
	Impresiones A4	140	Unid.	\$ 0,05	\$ 7,00
	Empastado	2	Unid.	\$ 30,00	\$ 60,00
SUBTOTAL					\$ 667,60
Costos indirectos					
Transporte	Traslado de Huertas a la planta en el Cajón	14	Unid.	\$ 2,50	\$ 35,00
Gastos Varios	Alimentación (2 veces x SEM)	14	Unid.	\$ 2,30	\$ 32,20
					\$ 67,20
TOTAL					\$ 734,80

Fuente: Grupo de trabajo.

13.2 Presupuesto para el sistema de IZAJE automatizado.

Para el presupuesto se encuentra descrito todos los materiales y elementos físicos que se necesitan para formar el equipo de Izar, en donde se llega a estimar un valor de \$28'024.68, en donde después de haberse implementado tiene un retorno en 11.48 meses

Tabla 38 descripción de los costos de cada elemento

Cambios propuestos	Costos para la implementación.
Costos Fijos	
Adquisición de motor principal 20 HP trifásico.	\$ 760.10
Adquisición de motor auxiliar 3 HP bifásico	\$726.65
Adquisición de caja reductora de velocidad.	\$ 3003.2982
Brida de acoplamiento entre motor y caja reductora.	\$ 116.9649
6 vigas UPN 100 x 06 mts	\$ 486.66
5 planchas negra 3/8 (10 mm) LISA (1.22 X 2.44)	\$ 740.95
Platina 1 X 3/16 para sujetador de balde,	\$ 9.7411
Gancho de sujeción, pines y bocines.	\$ 94.00
4 ruedas con ceja, 2 ejes de transmisión.	\$ 170.00
4 chumaceras UCF208-25_DJF para balde de Izaje.	\$ 286.00
4 chumaceras para carretes de Izaje.	\$ 526.72
1 plancha negra 3/16 (4 mm) LISA (1.22*2.44) para la construcción de las tamboras y laterales de los carretes.	\$ 75.11
Rieles ferroviarios (60 metros)	\$ 2000
Gabinete de 600 x 400 x 250.	\$ 69.862
Cable acerado Alma 3/8. 315 mts	\$ 318.42 9380.4742
2 vigas UPN 80 x 06 mts	\$ 142.14
2 ejes roscados P 0.5, Rosca Cuadrada.	\$ 126
1 cadena de transmisión 10B-2-5M	\$ 160.99
2 poleas doble canal x 3".	\$ 10.00
2 bandas de transmisión.	\$ 16.68
PLC Siemens Logo 230 RCE	\$ 223.00
4 contactores siemens SIRIUS innovations 3RT20	\$ 260.88
2 relés Térmicos SIRIUS Innovations 3RU2126-4PB0	\$ 102.64
Disyuntor para conexión de control 3VT1.	\$ 40.70
2 disyuntores para conexión de potencia 3 fásico.	\$150.60
4 pulsadores NA, 2 pulsador NC, 2 paro de emergencia NC	\$ 152.74
2 sensores fin de carrera SIRIUS 3SE5132	\$ 84.34
2 cajas vacías para 4 accionamientos	\$ 53.64
Adecuación del túnel por donde se desplazará el sistema de Izaje.	\$ 5820.00
Contrato de fabricación e instalación del sistema de Izaje.	\$ 8500.00
Horario por grupo de trabajo ingenieril.	\$ 2800.00
TOTAL	\$ 28 024.68

Fuente: Elaborado por los autores

14. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

14.1 Conclusiones:

- Al analizar los procesos productivos de la empresa teniendo en cuenta los procedimientos que se realizan en los cuatro procesos para la extracción de cuarzo y tomando los respectivos tiempos el proceso de Izaje contenía la mayor ejecución de tiempo con 540 minutos con tareas monótonas de sobreesfuerzo por ello la automatización se debía realizar en esta área que se convertía en un cuello de botella para los procesos productivos, la solución es agilizar este proceso aumentando la capacidad de extracción y con menos recursos humanos a partir de la automatización con un sistema de Izaje.
- La propuesta de automatización debe ser dinamizada de la mejor manera a partir de ello se utilizó programas como SolidWorks en donde se modela todas sus partes, se conoce criterios ingenieriles como la potencia del motor, cálculo del reductor, velocidad del balde que para su implementación se deben contar con \$ 28'024.68 dólares que se puede tener un retorno en apenas 11.48 meses conveniente por las mejores que se propone y para la alta dirección que debe financiar el proyecto de automatización.
- La simulación es un precedente a realizar la propuesta de automatización en cuanto a la simulación del actual y propuesto fue evidente el aumento de la capacidad extractiva de 96 toneladas a 123.8 toneladas obteniendo mayor tonelaje de concentrado en el corte semestral y vender aumentando semestralmente 5.78 toneladas que representa \$ 18,084.434 dólares anuales en utilidades para la minería con menos recursos humanos y sin exponer la salud de los trabajadores.
- La propuesta de automatización es factible ya que la inversión no es alta en consideración a que la automatización es en toda un área de la mina, su productividad aumenta de igual manera su capacidad siendo una empresa minera más competitiva y generando utilidades que se pueden retribuir al desarrollo de la zona y población.

14.2 Recomendaciones.

- Implementar el sistema de Izaje automatizado puesto que hoy en día las empresas competitivas que se proyectan a futuro sin decaer son aquellas que recurren a la mejora continua con la automatización se podrá ampliar la capacidad extractiva y productiva con tecnología e innovación haciendo de procesos inteligentes y menos anticuados.
- Se sugiere desarrollar indicadores KPI's para conocer el rendimiento de los procesos productivos actuales y compararlos con los desempeños que arrojaría la implementación del sistema de Izaje automatizado orientando a la empresa Labor Minera Manuel Castillo a la mejora continua.
- Capacitar a los trabajadores de la mina sobre el uso y operación del sistema de Izaje automatizado, así como el mantenimiento respectivo de todas las partes mecánicas y electromecánicas para su buena operación brindando seguridad para los trabajadores.
- Se sugiere actualizar la documentación de la empresa minera que pueda ofrecer información veraz a los nuevos investigadores y facilitar la comprensión de los procesos productivos durante el estudio de los procesos.

15. BIBLIOGRAFÍA.

- A., F. (2015). *coursehero.com*. Obtenido de coursehero.com:
<https://www.coursehero.com/file/p26ev3j5/Se-dotar%C3%A1-al-pozo-de-la-escala-de-escape-y-de-la-plataforma-de-salida-La/>
- Andrés, G. H. (2005). *El Control Automático En La Industria*. Mancha: Universidad De Castilla.
- Autycom. (22 de octubre de 2019). *Integración de sistemas de automatización industrial*. Madrid: Label industria grafica (Madrid). Obtenido de
<https://www.autycom.com/automatizacion-7-factores-en-un-proyecto/>
- Bravo , Blacio . (25 de Enero de 2021). *YouTube*. Obtenido de Youtube:
https://www.youtube.com/watch?v=5Bf_xmhrVP8&feature=youtu.be
- Chase , R., & Jacobs, R. (2014). *Administración De Operaciones Producción* . México: McGraw Hill.
- Chase, R., & Robert, J. (2014). *Administración de operaciones producción y cadena de suministros*. México: McGRAW-HILL.
- Compañía Peruana de uso minero ecológico y técnico. (2016). Obtenido de Compañía Peruana de uso minero ecológico y técnico:
https://www.academia.edu/17718388/SISTEMAS_DE_IZAJE_EN_MINER%C3%8DA_SUBTERR%C3%81NEA_PIQUES_Y_WINCHES
- García Dunna, E., García Reyes , H., & Cárdenas Barrón, L. (2013). *Simulación y análisis de sistemas con Promodel*. México: Pearson Educación de México.
- Gerardo, L. M. (2013). *repositorio.uncp.edu.pe*. Obtenido de repositorio.uncp.edu.pe:
<http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/2175/Loyola%20Mallqui.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Hyde, J., Regué, J., & Cuspinera, A. (2015). *Control Electroneumático Y Electrónico*. Barcelona: Marcombo.
- Monzó, R. (2015). *Automatismos Industriales. Conceptos y procedimientos*. Valencia: Ulzama.
- Niebel, B. (2004). *Metodos, Estandares Y Diseño Del Trabajo*. Barcelona: Marcombo.
- Ñeco, R., Oscar, R., Nicolás, G., & Rafael, A. (2003). *Apuntes de sistemas de control*. San Vicente: Club Universitario.
- Palacios, J. L. (2008). *sites.google.com*. Obtenido de sites.google.com:
<https://sites.google.com/site/sjhfundamentos/medicion-del-trabajo>
- Saldaña, N. D. (24 de marzo de 2011). *gestiopolis.com*. Obtenido de gestiopolis.com:
<https://www.gestiopolis.com/metodos-y-tiempos-el-estudio-del-trabajo-para-la-productividad/>
- Verá, A. (2018). *Simulación con SolidWorks*. Lima: Macro EIRL.

16. ANEXOS

Transporte del nitrato a la mesa de trabajo.		3	1						Transporte en gaveta, 1 obrero.
Agarrar los tubos de periodico uno por uno de la caja donde se encuentran almacenados.	60		3						1 obrero.
Llenar los tubos de periodico con nitrato (56 gramos)	60		11						1 obrero.
Tapar el otro extremo de los tubos de periodico lleno de nitrato.	60		3						1 obrero.
Almacenar los tubos llenos de nitrato en un cubierta de seguridad.	60		4						1 obrero.
Retirar del gabinete de almacenamiento de seguridad 30 metros de guia (MECHA LENTA)			2						1 obrero.
Transportar guia a mesa de trabajo		3	1						Transporte en gaveta, 1 obrero.
Cortar guia por 1 metro cada una.	30		3						Flexometro y Navaja, 1 obrero
Retirar del gabinete de almacenamiento cartuchos	30		2						1 obrero.
Transportar cartuchos a la mesa de trabajo.	30	3	1						Transporte en gaveta, 1 obrero.
Retirar del gabinete de almacenamiento fulminantes.	30		2						1 obrero.
Transportar fulminantes a la mesa de trabajo.	30	3	1						Transporte en gaveta, 1 obrero
Introducir la guia en fulminante hasta el tope.	30		3						1 obrero.
Encasquillar los fulminantes a la guia.	30		9						1 obrero , encasquilladora
Realizar un orificio en el cartucho con un clavo de 4".	30		4						1 obrero.
Introducir el fulminante encasquillado en el cartucho.	30		4						1 obrero.
Alistar la polvora preparada para ser almacenada.	30		7						1 obrero.
Almacenar el polvorin en la cubierta de seguridad.	30		10						1 obrero.
Trasportar el polvorin y los tubos de nitrato al área a dinamitarse.	60	395	12						Transporte en gaveta, 2 obreros.
TOTAL		425	138	19	9			3	1

LABOR MINERA MANUEL CASTILLO S.A

CURSOGRAMA ANÁLITICO

Diagrama N°1

Resumen

Objeto: <i>Material aurifero (cobre, oro , plata)</i>	Actividad	Actual	Propuesta	Economía
Actividad: <i>Dinamitar y extraer material aurifero.</i>	Operación ○	29		
	Transporte →	2		
Área: <i>Productiva.</i>	Espera ∩	1		
	Inspección □	2		
Operarios: 6	Almacenamiento ▽			
	Combinada ⊗	1		
<i>Vease columna de observaciones .</i>	Distancia (metros)	880		
	Tiempo (min)	180		
Elaborado Por: James B , Kevin B. Fecha: 10/11/2020 Aprobado Por: Abg. Manuel Castillo. Fecha: 22/11/2020	Costo			
	Mano de Obra	\$ 150		
	Material			
TOTAL				

Descripción	Canti dad (Ton)	Dista ncia (m)	Tiem po (min)	Simbolo						Observaciones	
				○	→	∩	□	▽	⊗		
Preparar maquinas - herramientas (EQUIPO DE PERFORCIÓN, NIVEL DE ACEITE EN PATO LUBRICADOR, AGUA PARA OPERACIÓN)			2	●							3 Obreros (Maquinista, amollador, ayudante de pato)
Cargar equipo y herramienta en carro minero.			1	●							2 obreros (ayudante de pato, ayudante en general)
Transportar equipo y herramienta al frente de trabajo		395	12	●							2 obreros (ayudante de pato, ayudante en general)
Descargar equipo y herramienta en un lugar libre de humedad (Cerca al lugar a barrenar)		10	1	●							2 obreros (ayudante de pato, ayudante en general)
Verificar si existe la presion suficiente de agua para barrenar.			0,5					●			60 Kpa, 1 obrero (ayudante general)
Verificar si existe presión minima de aire.			0,5					●			100 Psi ,1 obrero (ayudante general)
Acoplar el pato de apoyo con la maquina de barrenar.			1	●							2 obreros (maquinista, ayudante de pato)
Insertar barreno en porta barreno en maquina de barrenar.			0,5	●							2 obreros (maquinista, amollador)
Conectar mangueras de aire y agua a maquina de barrenar.			0,5	●							2 obreros (maquinista, ayudante general)

Analizar y verificar la distribución de los tiros en el frente.			3						1 obrero (Maquinista)
Colocar la maquina en posición a barrenar.			4						Perpendicular a la Peña, 4 obreros (Maquinista, amollador, ayudante de pata, ayudante en general).
Alertar a trabajadores presionando pulsador para activar alarma de aviso y proseder a encendido de compresor.			0,25						Presionando 1 vez (encender compresor), 1 obrero.
Encendido de compresor (INGERSOLL RAND 160)			0,1						1 obrero
Abrir paso de agua y de aire.			1						1 obrero
Realizar 30 perforaciones con maquina de barrenar (PERFORACIONES DE 95 cm DE PROFUNDIDAD CON DIAMETRO 1" 1/4)			38						3 Obreros (Maquinista, amollador, ayudante de pato)
Alertar a trabajadores presionando pulsador para activar alarma de aviso y proceder a apagado de compresor.			0,5						Presionando dos veces (Apagar compresor), 1 obrero.
Cerrar pases de agua y aire.			0,5						1 obrero.
Desacoplar mangueras de agua y aire.			1						1 obrero.
Sacar barreno del porta barreno y desacoplar pata de apoyo.			1						4 obreros (Maquinista, amollador, ayudante de pato, ayudante general)
Retirar del lugar de trabajo equipo y herramienta en una zona libre de humedad.	10		2						4 obreros (Maquinista, amollador, ayudante de pato, ayudante general)
Limpiar las perforaciones con varrilla de 1/4 " x 1,20 m largo			5						2 obreros.
Almacenar Polvorin en una Zona Segura en cubierta de seguridad.			2						2 obreros (encargado de polvora, obrero)
Sujetar cuidadosamente cartucho preparado.			2						2 obreros
Introducir en las perforaciones cartucho preparado.			5						2 obreros
Introducir 2 tubos de nitrato por perforación.			4						2 obreros
Presionar cuidadosamente nitrato con eje de transmision 1" x 1m en la perforación.			2						2 obreros
Rasgar las puntas de la Mecha Lenta.			1						1 obrero
Alertar a trabajadores con alarma para dinamitar la			0,25						Todos los trabajadores deben salir de la mineria.

Encender la Mecha Lenta.			0,15	●						Encender con lampara de carburo, 1 obrero.
Dinamitado o tronadura de peña	2 Ton		0,15	●						2 veces por semana
Accionar Extractor de gases.			0,1	●						1 obrero.
Esperar la salida de gases.			25			●				
Ingresar nuevamente al frente de trabajo.		395	8	●						Todos los trabajadores deben ingresar al frente de trabajo.
Retirar y aflojar el material aurifero de la peña.	2 Ton		10	●						3 obreros
Cargar de material aurifero los carros de mina.	2 Ton		15	●						1 obrero
Transportar material aurifero del frente de trabajo hasta la zona de llenado del Polipasto de IZAJE.	2 Ton	70	30		●					2 obreros
TOTAL		880	180	29	2	1	2	1	1	

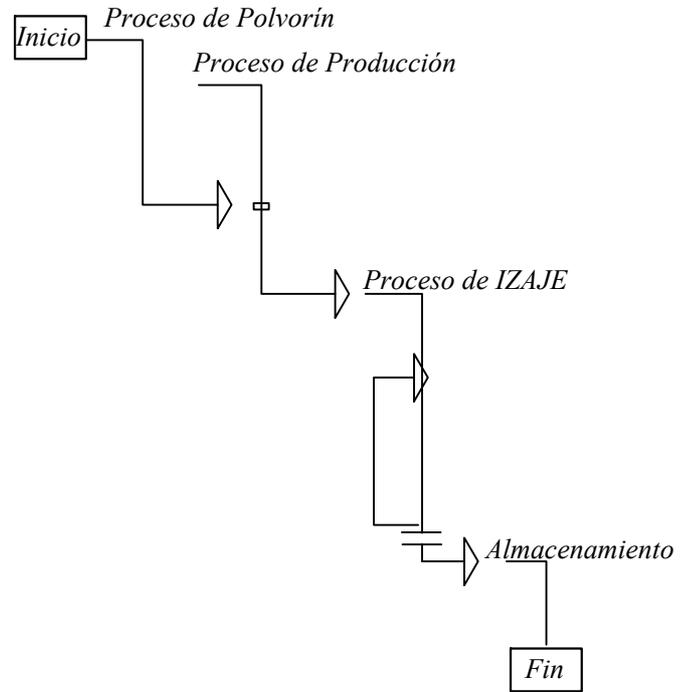
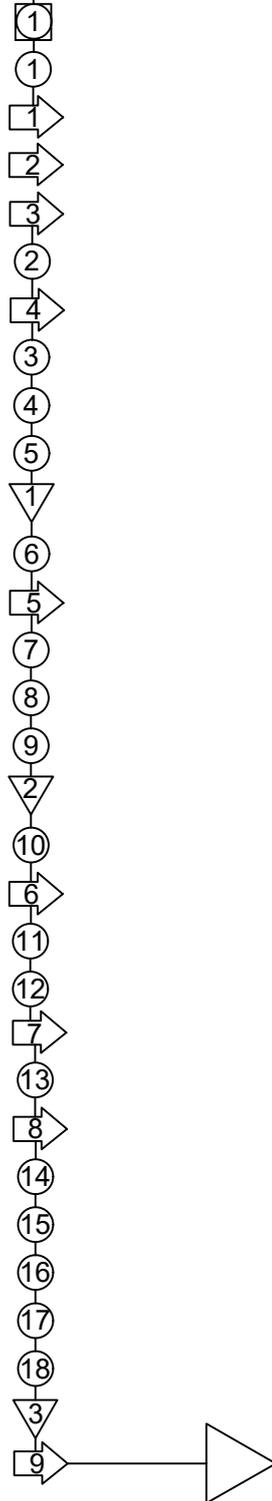
Halar cuerda con balde lleno hasta linea alta de la mina.	0,05 Ton	34,83	2,3							2 obreros.
Descargar balde lleno en carro de mina.		36,33	1,5							1 obrero.
Desender balde hasta el comienzo de la tercera parte del recorrido.		51,33	15							Repetir 40 veces esta actividad, 2 obreros.
Desatar el balde en la tercera parte del recorrido		54,33	3							Repetir 40 veces esta actividad, 1 obrero.
Atar el balde en la tercera parte del recorrido.		57,33	3							Repetir 40 veces esta actividad, 1 obrero.
Desender balde hasta el comienzo de la segunda parte del recorrido.		72,33	15							Repetir 40 veces esta actividad, 2 obreros.
Desatar el balde en la segunda parte del recorrido.		75,33	3							Repetir 40 veces esta actividad, 1 obrero.
Atar el balde en la segunda parte del recorrido.		78,33	3							Repetir 40 veces esta actividad, 1 obrero.
Desender el balde hasta el comienzo de la primera parte del recorrido.		93,33	15							Repetir 40 veces esta actividad, 2 obreros.
Desatar el balde en la primera parte del recorrido.		96,33	3							Repetir 40 veces esta actividad, 1 obrero.
Atar el balde en la primera parte del recorrido		99,33	3							Repetir 40 veces esta actividad, 1 obrero.
Desender el balde hasta la zona de llenado.		114,33	15							Repetir 40 veces esta actividad, 2 obreros.
Cargar el balde de material aurifero.	0,05 Ton	194,33	80							Repetir 40 veces esta actividad, 1 obrero.
Atar balde lleno en la zona de llenado polipasto.		196,33	2							Repetir 40 veces esta actividad, 1 obrero.
Halar cuerda con blade lleno en la primera parte del recorrido.	0,05 Ton	288,33	92							Repetir 40 veces esta actividad, 2 obreros.
Desatartar balde para atarlo nuevamente a la segunda cuerda para el segundo recorrido.		290,33	2							Repetir 40 veces esta actividad, 1 obrero.

Atar cuerda de balde lleno para comenzar la segunda parte del recorrido.		292,33	2	●						Repetir 40 veces esta actividad, 1 obrero.
Halar cuerda con balde lleno en la segunda parte del recorrido.	0,05 Ton	384,33	92		●					Repetir 40 veces esta actividad, 2 obreros.
Desatar balde para atarlo nuevamente a la tercera cuerda para el tercer recorrido.		386,33	2	●						Repetir 40 veces esta actividad, 1 obrero.
Atar cuerda de balde lleno para comenzar la tercera parte del recorrido.		388,33	2	●						Repetir 40 veces esta actividad, 1 obrero.
Halar cuerda con balde lleno hasta línea alta de la mina.	0,05 Ton	480,33	92		●					Repetir 40 veces esta actividad, 2 obreros.
Descargar balde lleno en carro de mina.	0,05 Ton	540,33	60	●						Repetir 40 veces esta actividad, 1 obrero.
TOTAL		4631	540,33	27	9				1	

CURSOGRAMA ANÁLITICO

Diagrama N°1				Resumen									
Objeto: <i>Material aurifero (cobre, oro , plata)</i>				Actividad			Actual	Propuesta	Economía				
				Operación	Transporte	Espera	6						
Actividad: <i>Movilizar material aurifero hasta almacenaje.</i>				Inspección			1						
				Almacenamiento	Combinada		1						
Área: <i>Boca de mina y almacenamiento.</i>				Distancia (<i>metros</i>)			250						
Operarios: 4				Tiempo (<i>min</i>)			180						
Elaborado Por: <i>James B , Kevin B.</i>				Costo									
Fecha: <i>10/11/2020</i>				Mano de Obra			\$ 96						
Aprobado Por: <i>Abg. Manuel Castillo.</i>				Material									
Fecha: <i>22/11/2020</i>				TOTAL									
Descripción				Canti dad (Ton)	Dista ncia (m)	Tiem po (min)	Simbolo						Observaciones
							○	⇒	□	▽	◻	◼	
Nivelar capacidad de carga del carro minero con material aurifero.				0,25		60	●						4 carros mineros con capacidad de 1/4 Ton, 4 obreros.
Empujar y dirigir el carro minero cargado con material aurifero hacia el campamento de descarga.				0,25		30					●		4 carros mineros con capacidad de 1/4 Ton, 4 obreros.
Trasportar el carro minero hasta el campamento de descarga.				0,25	250	30					●		4 carros mineros con capacidad de 1/4 Ton, 4 obreros.
Estacionar el carro minero en la zona de descarga.				0,25		15	●						4 carros mineros con capacidad de 1/4 Ton, 4 obreros.
Quitar seguro del balde del carro minero				0,25		8	●						4 carros mineros con capacidad de 1/4 Ton, 4 obreros.
Voltear el balde para descargar material aurifero.				0,25		8	●						4 carros mineros con capacidad de 1/4 Ton, 4 obreros.
Retirar el carro de mina a la zona de parqueo.				0,25		13	●						4 carros mineros con capacidad de 1/4 Ton, 4 obreros.
Palear el material hacia el monton.				0,25		16	●						4 carros mineros con capacidad de 1/4 Ton, 4 obreros.
Almacenar en cubierta cerrada el material aurifero.				1							●		4 carros mineros con capacidad de 1/4 Ton, 4 obreros.
TOTAL					250	180	6	1			1	1	

Proceso de Polvorín



DESCRIPCIÓN

	DESCRIPCIÓN
Operación 	1 Clasificación de pólvora.
	2 Retirar del gabinete 30 pliegos de periódico.
	3 Dividir los pliegos de forma horizontal.
	4 Doblar los pliegos con tubo PVC de 1/2".
	5 Tapar un extremo enrollando el periodico.
	6 Retirar del gabinete 7.5 lb de Nitrato
	7 Agarrar los tubos por unidad de su lugar.
	8 Llenar con 56 gr de nitrato los tubos.
	9 Tapar el otro extremo de los tubos ya llenos.
	10 Retirar del almacenamiento 30 m de mecha.
	11 Cortar guía o mecha de 1 m.
	12 Retirar del almacenamiento 30 cartuchos.
	13 Retirar del almacenamiento 30 fulminantes..
	14 Introducir guía en fulminantes completamente.
	15 Encasquillar los fulminantes a la guía.
	16 Realizar un orificio en cartucho con clavo 4".
	17 Introducir fulminante encasquillado en cartucho.
	18 Alistar pólvora preparada para ser almacenada.
Transporte. 	1 Transporte del fulminante a gabinete blindado.
	2 Transporte de cartuchos a gabinete blindado.
	3 Transporte de guía a gabinete blindado.
	4 Transporte de los pliegos de periódico a mesa.
	5 Transporte de nitrato a mesa de trabajo.
	6 Transporte de guía a mesa de trabajo.
	7 Transporte de cartuchos a mesa de trabajo.
	8 Transporte de fulminantes a mesa de trabajo.
	9 Transporte de polvorin y nitrato a dinamitación.
Almacenamiento. 	1 Almacenar tubos de periódico en caja en vertical
	2 Almacenar tubos de nitrato en cubierta segura.
	3 Almacenar tubos de polvorin en cubierta segura.
Combinada. 	1 Recepción y verificación de cajas de pólvora, nitrato y pacas de periódico.

OBSERVACIONES:

Nombre del Proyecto:
Cursograma Sinóptico

Título del dibujo:

Dibujo:
Kevin Blacio
James Bravo

Reviso:
Guido Castillo.

Aprobó:
Abg. Manuel C.

Fecha:

LABOR MINERA
"MANUEL CASTILLO"

Abg. Manuel M. Castillo
Representante Legal

Universidad Técnica de Cotopaxi
Ingeniería Industrial

Proyecto de investigación:

Propuesta de automatización del sistema de IZAJE para el proceso de extracción de material aurífero en la empresa minera LABOR MINERA "MANUEL CASTILLO"
Abg. Manuel C.

Nº. Proyecto: Escala: Form:

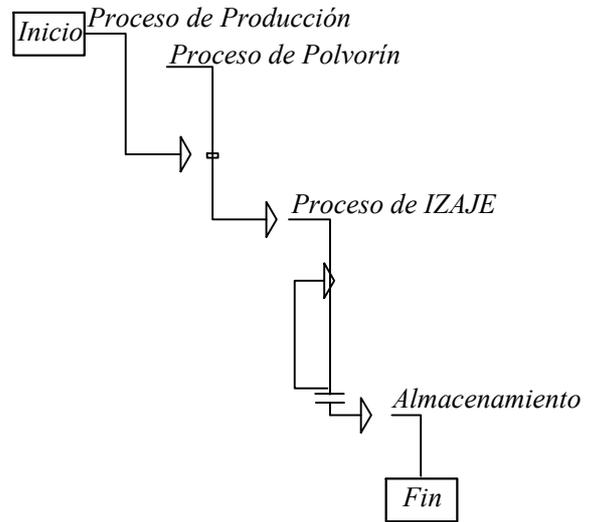
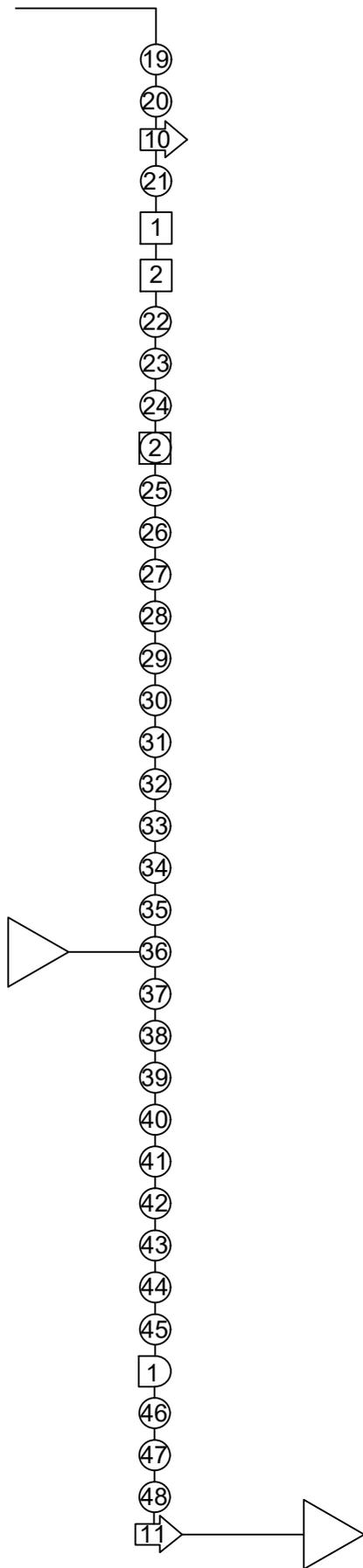
Nº. Dibujo: Nº. Lámina:

Revisión:

Unidad:



Proceso de Producción



DESCRIPCIÓN	
19	Preparar máquinas- herramientas para perforar
20	Cargar equipo y herramientas en carro minero.
21	Descargar máquinas y herramientas sin humedad.
22	Acoplar pata de apoyo con máquina de barrenar.
23	Insertar barreno en máquina de barrenar.
24	Conectar mangueras de agua y aire a máquina.
25	Colocar la máquina en posición de barrenar.
26	Alertar a trabajadores para encender compresor.
27	Encender compresor.
28	Abrir paso de agua y aire.
29	Realizar 30 perforaciones con máquina.
30	Alertar a trabajadores para apagar compresor.
31	Cerrar pases de agua y aire.
32	Desacoplar mangueras de agua y aire.
33	Sacar barreno y pata de apoyo.
34	Retirar del lugar máquina y herramientas.
35	Limpiar perforaciones con varilla de 1/4" x 1.20 m
36	Sujetar cuidadosamente cartucho preparado.
37	Realizar un orificio en cartucho con clavo 4".
38	Introducir en las perforaciones cartucho listo.
39	Introducir 2 tubos de nitrato por perforación.
40	Presionar cuidadosamente nitrato con eje 1" x 1m
41	Rasgar las puntas de la mecha lenta.
42	Alertar a trabajadores con alarma para dinamitar
43	Encender la mecha lenta.
44	Dinamitado o tronadura de peña.
45	Accionar extractor de gases.
46	Ingresa nuevamente al frente de trabajo.
47	Retirar - aflojar el material aurífero de la peña.
48	Cargar de material aurífero los carros de mina.
<i>Transporte.</i>	10 Transporte equipo y herramientas a frente trabajo
	11 Transporte de material del frente al polipasto.
<i>Inspección.</i>	1 Verificar presión suficiente de agua para barrenar
	2 Verificar presión suficiente de aire para barrenar
<i>Combinada.</i>	2 Analizar y distribuir los tiros en el frente de la peña.
<i>Espera.</i>	1 Esperar salida de gases de extractor.

OBSERVACIONES:

Nombre del Proyecto:
Cursograma Sinóptico

Título del dibujo:

Dibujo:
Kevin Blacio
James Bravo

Reviso:
Guido Castillo.

Aprobó:
Abg. Manuel C.

Fecha:

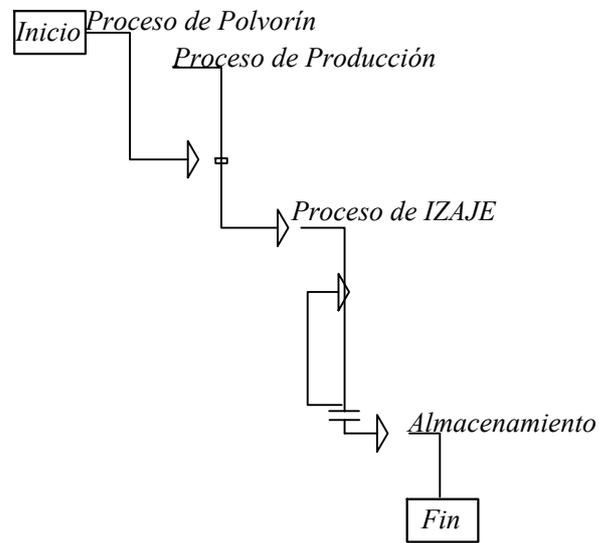
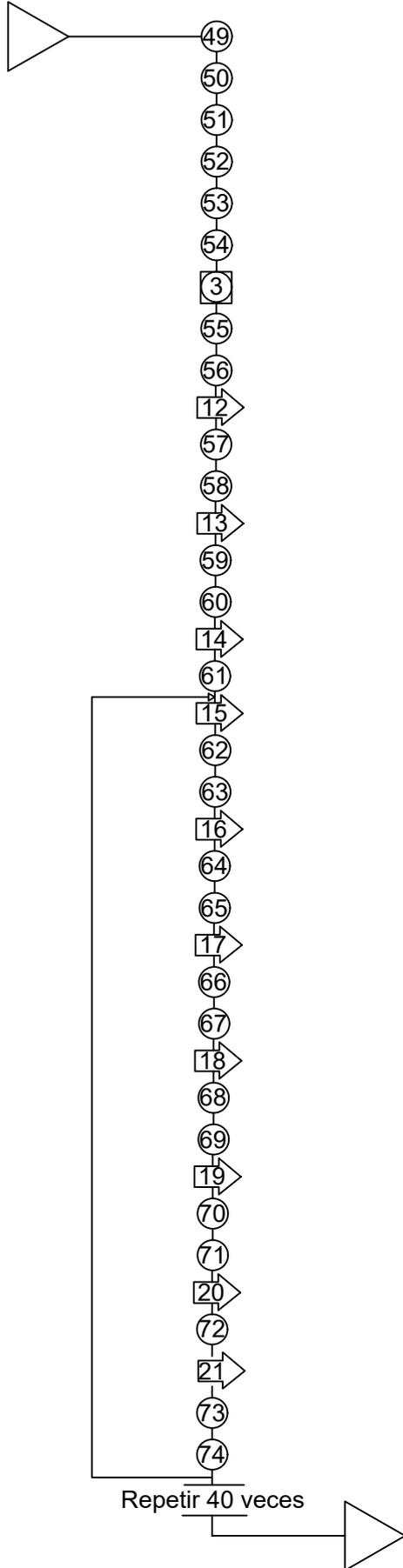
LABOR MINERA
"MANUEL CASTILLO"
Abg. Manuel M. Castillo
Representante Legal

Universidad Técnica de Cotopaxi
Ingeniería Industrial
Proyecto de investigación:
Propuesta de automatización del sistema de IZAJE para el proceso de extracción de material aurífero en la empresa minera LABOR MINERA "MANUEL CASTILLO"

Nº. Proyecto: Escala: Form:
Nº. Dibujo: Nº. Lámina:
Revisión:
Unidad:



Proceso de IZAJE



DESCRIPCIÓN	
Operación 	49 Preparar herramientas (Lampones, valdes ...)
	50 Fijar en túnel la polea de la 1ra parte del recorrido
	51 Fijar en túnel la polea de la 2da parte del recorrido
	52 Fijar en túnel la polea de la 3ra parte del recorrido
	53 Fijar en túnel la polea de la 4ta parte del recorrido
	54 Amontonar en la línea baja el material aurífero.
	55 Cargar el balde de material aurífero.
	56 Atar balde lleno en zona de polipasto
	57 Desatar balde para atarlo en la 2da parte recorrido.
	58 Atar cuerda de balde lleno para la 2do recorrido.
	59 Desatar cuerda para comenzar el 3er recorrido.
	60 Atar cuerda de balde lleno para el 3er recorrido.
	61 Descargar balde lleno en carro de mina.
	62 Desatar balde en la tercera parte del recorrido.
	63 Atar el balde en la tercera parte del recorrido.
	64 Desatar el balde en la segunda parte del recorrido.
	65 Atar el balde en la segunda parte del recorrido.
	66 Desatar balde en la primera parte del recorrido.
	67 Atar balde en la primera parte del recorrido.
	68 Cargar balde de material aurífero.
	69 Atar balde lleno a zona de polipasto.
70 Desatar balde para atarlo a la 2da parte del recorrido	
71 Atar cuerda para comenzar la 2da parte del recorrido	
72 Desatar balde para atarlo a 3ra parte del recorrido.	
73 Atar cuerda a balde para tercera parte del recorrido.	
74 Descargar balde lleno en carro de mina.	
Transporte. 	12 Halar cuerda en la 1ra parte del recorrido.
	13 Halar cuerda hasta la línea alta de la mina.
	14 Descender balde al comienzo al 3er recorrido.
	15 Descender balde al comienzo al 2do recorrido.
	16 Descender balde al comienzo al 1er recorrido.
	17 Descender balde hasta la zona de llenado.
	18 Halar cuerda con balde lleno en el 1er recorrido.
19 Halar cuerda con balde lleno en el 1er recorrido.	
20 Halar cuerda con balde lleno en el 2do recorrido.	
21 Halar cuerda con balde hasta la línea alta de línea.	
Combinada. 	3 Sujetar y tencionar cuerda en el balde.

OBSERVACIONES:

Nombre del Proyecto:
Cursograma Sinóptico

Título del dibujo:

Dibujo:
Kevin Blacio
James Bravo

Reviso:
Guido Castillo.

LABOR MINERA
"MANUEL CASTILLO"

Abg. Manuel M. Castillo
Representante Legal

Universidad Técnica de Cotopaxi
Ingeniería Industrial

Proyecto de investigación:
Propuesta de automatización del sistema de IZAJE para el proceso de extracción de material aurífero en la empresa minera LABOR MINERA "MANUEL CASTILLO"

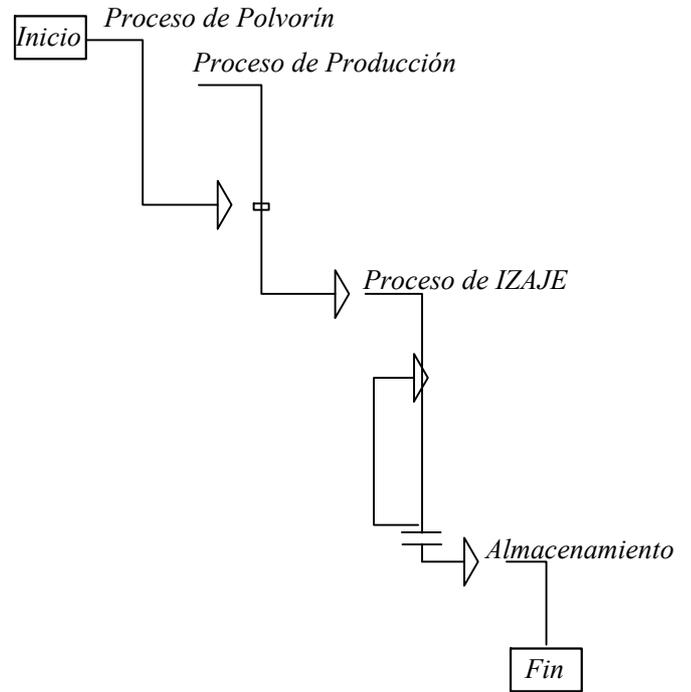
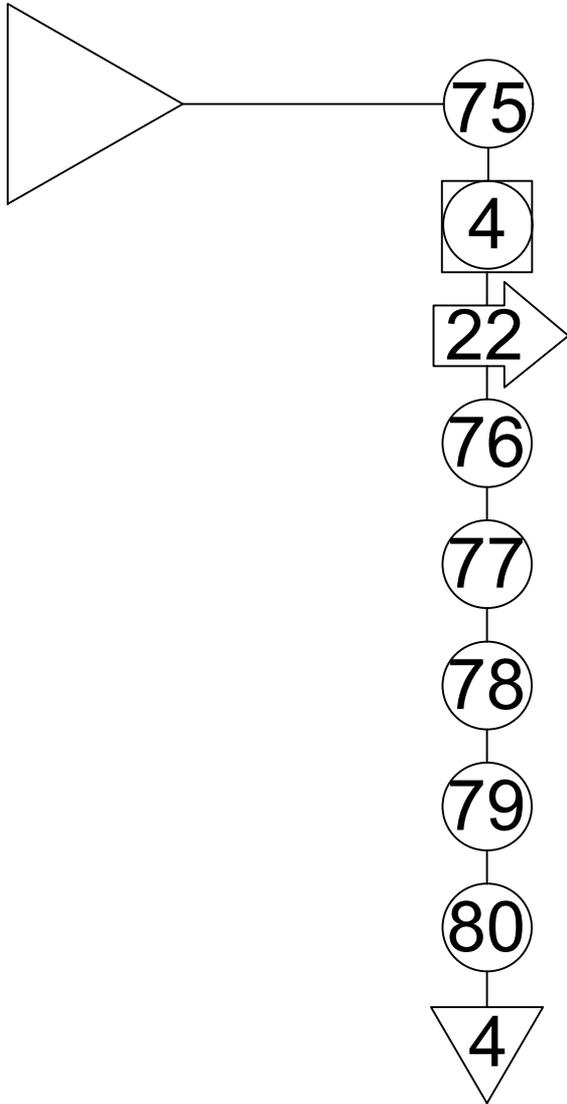
Nº. Proyecto: **Escala:** **Form:**

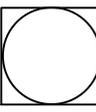
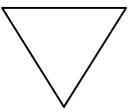
Nº. Dibujo: **Nº. Lámina:**

Revisión:

Unidad:

Proceso Para Almacenamiento



DESCRIPCIÓN	
Operación 	75 Nivelar capacidad de carga en carro minero.
	76 Estacionar el carro minero en zona de descarga.
	77 Quitar seguro de balde minero.
	78 Voltear el balde para descargar material aurífero.
	79 Retirar el carro de mina a zona de parqueo.
	80 Palear el material hacia el montón.
Transporte. 	22 Trasportar el carro minero hasta el campamento de descarga.
Combinada. 	4 Empujar y dirigir el carro minero cargado con material aurífero hacia el campamento de descarga.
Almacenamiento. 	4 Almacenar en cubierta cerrada el material aurífero.

OBSERVACIONES:

Nombre del Proyecto:
Cursograma Sinóptico

Título del dibujo:

Dibujo:
Kevin Blacio
James Bravo

Reviso:
Guido Castillo.

Aprobó:
Abg. Manuel C.

Fecha:

LABOR MINERA
"MANUEL CASTILLO"

Abg. Manuel M. Castillo
Representante Legal

Universidad Técnica de Cotopaxi
Ingeniería Industrial

Proyecto de investigación:

Propuesta de automatización del sistema de IZAJE para el proceso de extracción de material aurífero en la empresa minera LABOR MINERA "MANUEL CASTILLO"

Nº. Proyecto:

Escala:

Form:

Nº. Dibujo:

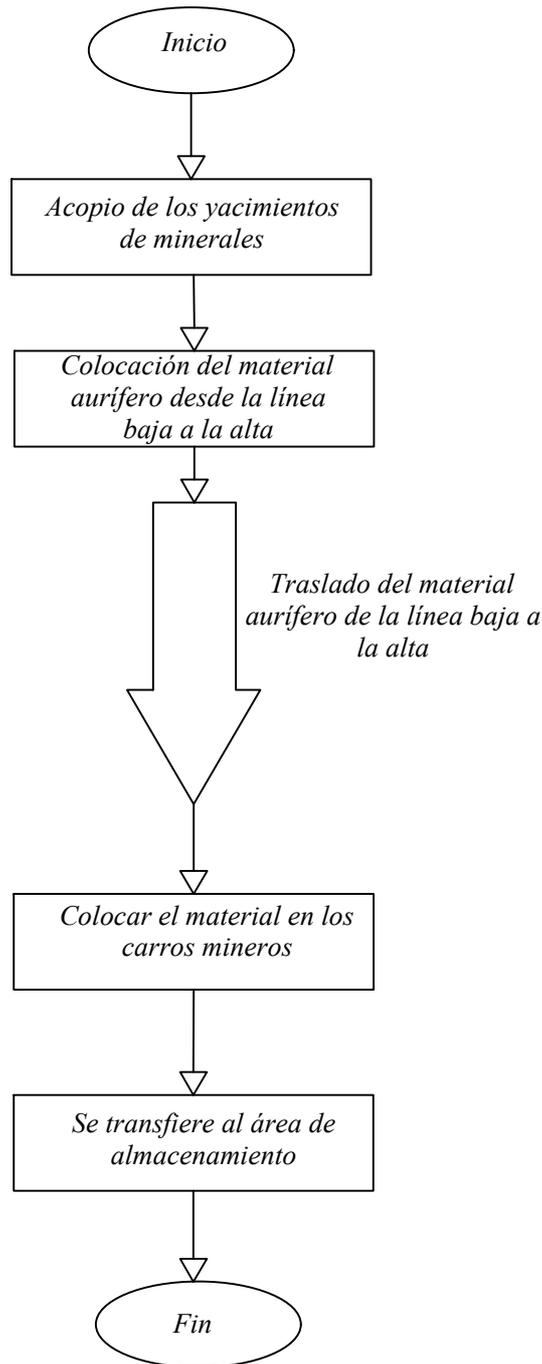
Nº. Lámina:

Revisión:

Unidad:



DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO DE IZAJE



OBSERVACIONES:

Nombre del Proyecto:
Procesos para la automatización de un sistema de IZAJE

Título del dibujo:
Diagrama de flujo del Área de IZAJE

Dibujo:
Kevin Blacio
James Bravo

Reviso:
Guido Castillo.

Aprobó:
Abg. Manuel C.

Fecha:
21/12/2020

LABOR MINERA "MANUEL CASTILLO"

Abg. Manuel M. Castillo
Representante Legal

Universidad Técnica de Cotopaxi
Ingeniería Industrial
Proyecto de investigación:
Propuesta de automatización del sistema de IZAJE para el proceso de extracción de material aurífero en la empresa minera LABOR MINERA "MANUEL CASTILLO"

Nº. Proyecto:
01

Escala:
A4

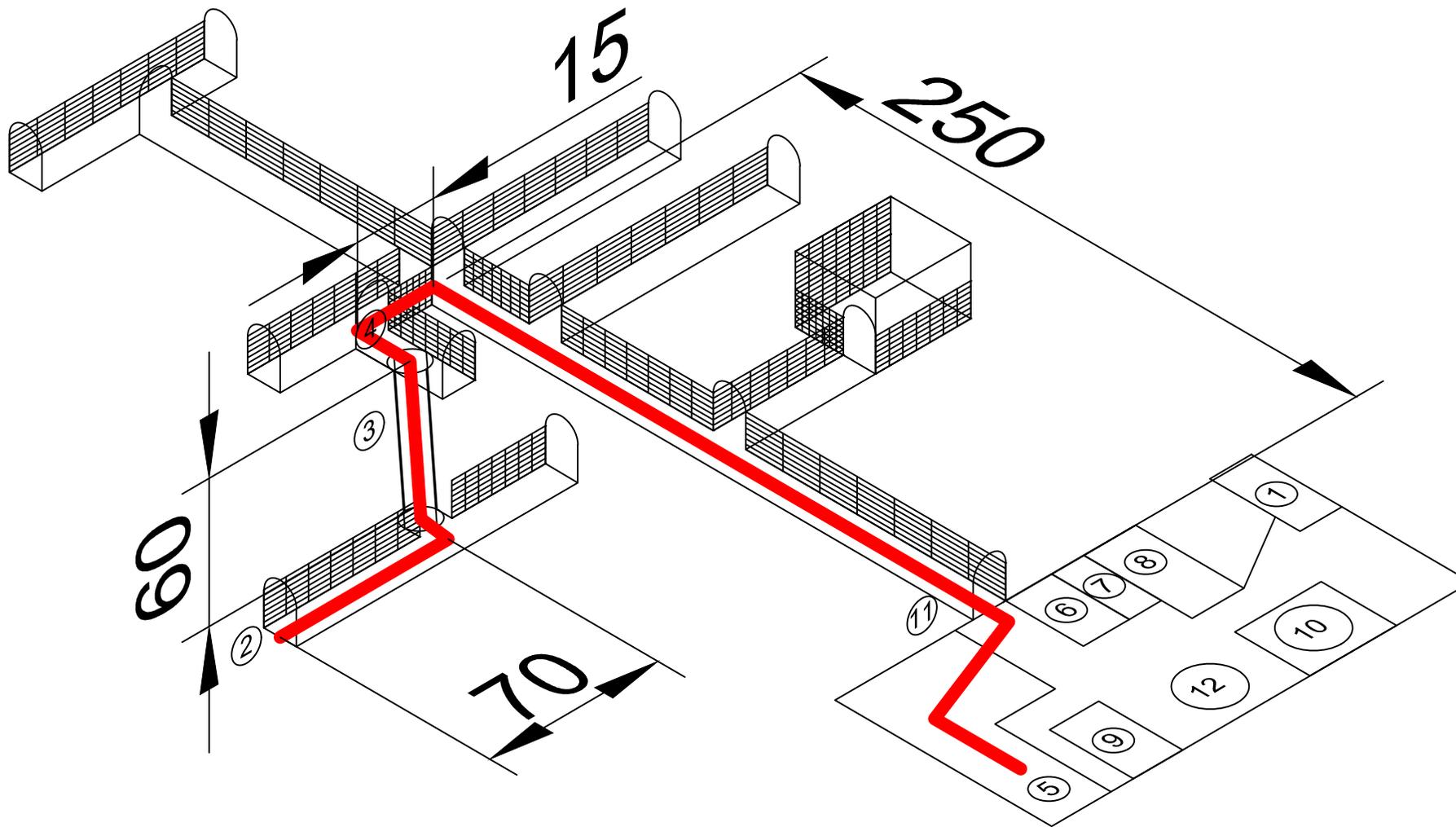
Nº. Dibujo:
01

Nº. Lámina:
05

Revisión:
Ing. Hernan N.

Unidad:





- OBSERVACIONES:**
Nombres de las Áreas de trabajo
 1: Polvorin
 2: Producción
 3: IZAJE
 4: Línea alta y/o frontón de ingreso y salida
 5: Almacenamiento
 6: Compresor
 7: Bodega
 8: Mecánica
 9: Departamento de seguridad
 10: Zarandeo
 11: Boca de mina
 12: Almacenamiento de caja

Nombre del Proyecto:

Título del dibujo:

Dibujo:
 Kevin Blacio
 James Bravo

Revisó:
 Guido Castillo.

Aprobó:
 Abg. Manuel C.

Fecha:

Universidad Técnica de Cotopaxi
 Ingeniería Industrial
Proyecto de investigación:
 Propuesta de automatización del sistema de IZAJE para el proceso de extracción de material aurífero en la empresa minera LABOR MINERA "MANUEL CASTILLO"

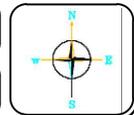
LABOR MINERA "MANUEL CASTILLO"
 Abg. Manuel M. Castillo
 Representante Legal

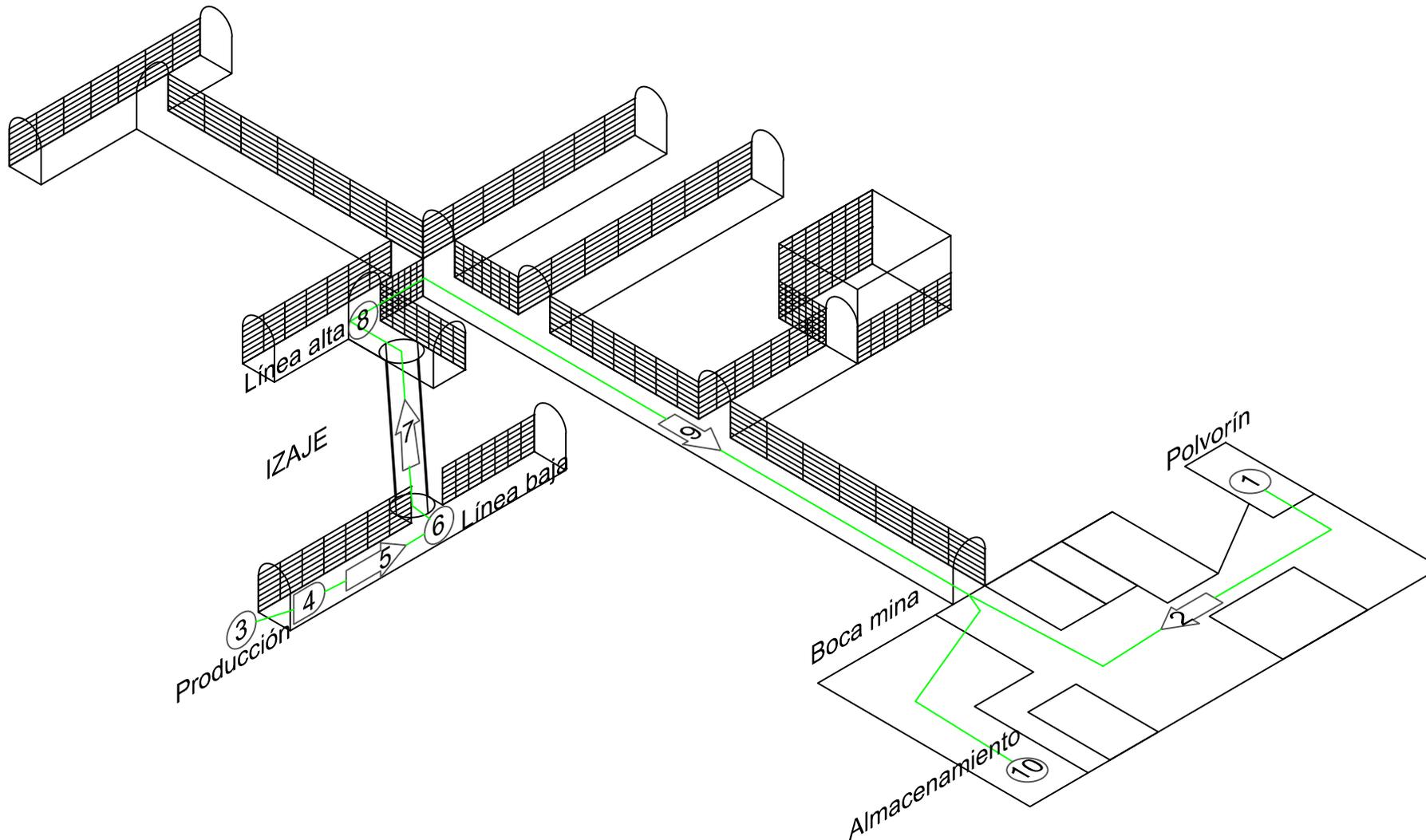
Nº. Proyecto: Escala: Form:

Nº. Dibujo: Nº. Lámina:

Revisión:

Unidad:





Título del dibujo:

- 1: Preparar los explosivos.
- 2: Transportar la dinamita.
- 3: Perforación y detonación de peña
- 4: Salida gases. (extractor)
- 5: Transporte de cuarzo.
- 6: Acopio de cuarzo.
- 7: Izaje de cuarzo.
- 8: Cargar carros de mina.
- 9: Transporte de cuarzo.
- 10: Almacenamiento de cuarzo.

Dibujo: Kevin Blacio James Bravo

Revisó: Guido Castillo.

Aprobó: Abg. Manuel C.

Fecha:

Universidad Técnica de Cotopaxi
 Ingeniería Industrial
 Proyecto de investigación:
 Propuesta de automatización del sistema de IZAJE para el proceso de extracción de material aurífero en la empresa minera LABOR MINERA "MANUEL CASTILLO"

LABOR MINERA "MANUEL CASTILLO"
 Abg. Manuel M. Castillo
 Representante Legal

Nº. Proyecto: Escala: Form:

Nº. Dibujo: Nº. Lámina:

Revisión:

Unidad:

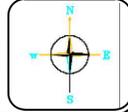


DIAGRAMA DE ACTIVIDADES MULTIPLES						
Diagrama N° 01		Hoja N° 01		RESUMEN		
Producto: Concentrado (Au, Cu, Ag) 2 Toneladas			Actual			
			Tiempo Ciclo			
			Hombre.	270,165	minutos / tonelada	
Proceso: IZAJE			Maquina.			
			Tiempo de trabajo			
			Hombre.	270,165	minutos / tonelada	
			Maquina.	199,2	minutos / tonelada	
Maquina: Polipasto			Tiempo inactivo			
			Hombre.			
			Maquina.	70,965	minutos / tonelada	
			Utilización			
Operario:		Fecha: 23/12/2020		Hombre.	100%	
Compuesto por:				Maquina.	73,733%	
min	OPERARIO			MAQUINA.		min
0	Preparar herramientas (Lampones, Baldes, Poleas,		5			0
5	Cuerdas, Escaleras de tubo)					5
5	Fijar en las paredes del túnel la polea en la primera		2,42			5
7,42	parte del recorrido.					7,42
7,42	Fijar en las paredes del túnel la polea en la segunda		2,42			7,42
9,84	parte del recorrido					9,84
9,84	Fijar en las paredes del túnel la polea en la tercera		2,42			9,84
12,26	parte del recorrido.					12,26
12,26	Fijar en las paredes del túnel la polea en la cuarta		2,42			12,26
14,68	parte del recorrido.					14,68
14,68	Amontonar en la línea baja (Zona de llenado		6			14,68
20,68	Polipasto) el material aurífero.					20,68
20,68	Sujetar y tensionar la cuerda en el balde		5			20,68
25,68						25,68
25,68	Cargar el balde de material aurífero.		2			25,68
27,68						27,68
27,68	Atar balde lleno en la zona de llenado polipasto.		0,05			27,68
27,73						27,73

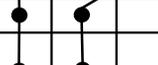
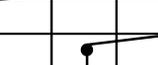
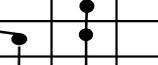
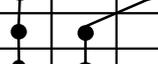
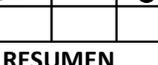
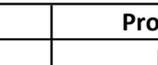
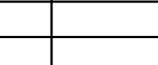
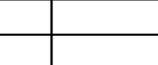
27,73 30,03	Halar cuerda con balde lleno en la primera parte del recorrido.	2,3	2,3	Tensionar carga en suspenso hasta la primera parte.	27,73 30,03
30,03 30,08	Desatar balde para atarlo nuevamente a la segunda cuerda para el segundo recorrido.	0,05			30,03 30,08
30,08 30,13	Atar cuerda de balde lleno para comenzar la segunda parte del recorrido.	0,05			30,08 30,13
30,13 32,43	Halar cuerda con balde lleno en la segunda parte del recorrido.	2,3	2,3	Tensionar carga en suspenso hasta la segunda parte	30,13 32,43
32,43 32,48	Desatar balde para atarlo nuevamente a la tercera cuerda para el tercer recorrido	0,05			32,43 32,48
32,48 32,53	Atar cuerda de balde lleno para comenzar la tercera parte del recorrido.	0,05			32,48 32,53
32,53 34,83	Halar cuerda con balde lleno hasta línea alta de la mina.	2,3	2,3	Tensionar carga en suspenso hasta la tercera parte.	32,53 34,83
34,83 36,33	Descargar balde lleno en carro de mina	1,5	1,5	Mantener la carga en suspenso hasta descargar el material	34,83 36,33
36,33 51,33	Descender balde hasta el comienzo de la tercera parte del recorrido.	15	15	Tensionar carga en suspenso hasta la tercera parte.	36,33 51,33
51,33 54,33	Desatar el balde en la tercera parte del recorrido	3			51,33 54,33
54,33 57,33	Atar el balde en la tercera parte del recorrido	3			54,33 57,33
57,33 72,33	Descender balde hasta el comienzo de la segunda parte del recorrido.	15	15	Tensionar carga en suspenso hasta la segunda parte	57,33 72,33
72,33 75,33	Desatar el balde en la segunda parte del recorrido.	3			72,33 75,33
75,33 78,33	Atar el balde en la segunda parte del recorrido	3			75,33 78,33
78,33 93,33	Descender el balde hasta el comienzo de la primera parte del recorrido.	15	15	Tensionar carga en suspenso hasta la primera parte.	78,33 93,33
93,33 96,33	Desatar el balde en la primera parte del recorrido.	3			93,33 96,33
96,33 99,33	Atar el balde en la primera parte del recorrido	3			96,33 99,33

99,33	Descender el balde hasta la zona de llenado.	15	15	Tensionar carga en suspenso hasta la zona de llenado	99,33
114,33					114,33
114,33	Cargar el balde de material aurífero.	80			114,33
194,33					194,33
194,33	Atar balde lleno en la zona de llenado polipasto.	2			194,33
196,33					196,33
196,33	Halar cuerda con balde lleno en la primera parte del recorrido.	86	86	Tensionar carga en suspenso hasta la primera parte.	196,33
282,33					282,33
282,33	Desatar balde para atarlo nuevamente a la segunda cuerda para el segundo recorrido.	8			282,33
290,33					290,33
290,33	Atar cuerda de balde lleno para comenzar la segunda parte del recorrido.	2			290,33
292,33					292,33
292,33	Halar cuerda con balde lleno en la segunda parte del recorrido.	92	92	Tensionar carga en suspenso hasta la segunda parte	292,33
384,33					384,33
384,33	Desatar balde para atarlo nuevamente a la tercera cuerda para el tercer recorrido.	2			384,33
386,33					386,33
386,33	Atar cuerda de balde lleno para comenzar la tercera parte del recorrido.	2			386,33
388,33					388,33
388,33	Halar cuerda con balde lleno hasta línea alta de la mina.	92	92	Tensionar carga en suspenso hasta la tercera parte	388,33
480,33					480,33
480,33	Descargar balde lleno en carro de mina.	60	60	Mantener la carga en suspenso hasta descargar el material	480,33
540,33					540,33

LABOR MINERA MANUEL CASTILLO.

DIAGRAMA BIMANUAL

DIAGRAMA N° 01		HOJA N° 01		Disposición del lugar de trabajo.					
Dibujo y pieza: <i>Polispasto de Izaje</i>									
Operación: <i>Izaje de material aurifero (cobre, oro, plata)</i>									
Área: <i>Tunel de Izaje.</i>									
Operario: <i>Carlos Blacio.</i>									
Elaborado por: <i>Grupo de trabajo.</i>		Fecha: <i>27/12/2020</i>							
Descripción Mano Izquierda.	○	⇒	D	▽	○	⇒	D	▽	Descripción Mano Derecha.
Abre bolso para introducir herramientas de trabajo.	●				●				Recoge herramientas de trabajo.
Mantener sostenido la abertura del bolso.				●	●				Introduce herramientas de trabajo en bolso.
Apretar la abertura del bolso para sujetar.	●				●				Sujetar la cuerda en la boca del bolso.
Sostener linterna para tener visibilidad en el tunel.				●	●				Carga herramientas hasta el frente de trabajo.
Enganchar polea en la primer base de la peña.	●				●				Asegurar gancho en la primer base de la peña.
Introduce cuerda en la rueda de la polea.	●				●				Tensiona la cuerda en la polea.
Enganchar polea en la segunda base de la peña.	●				●				Asegurar gancho en la segunda base de la peña.
Introduce cuerda en la rueda de la polea.	●				●				Tensiona la cuerda en la polea.
Enganchar polea en la tercer base de la peña.	●				●				Asegurar gancho en la tercer base de la peña.
Introduce cuerda en la rueda de la polea.	●				●				Tensiona la cuerda en la polea.
Enganchar polea en la cuarta base de la peña.	●				●				Asegurar gancho en la cuarta base de la peña.
Introduce cuerda en la rueda de la polea.	●				●				Tensiona la cuerda en la polea.
Sujetar mango de lampon por la parte inferior.				●				●	Sujetar mango de lampon por la parte superior.
Sujetar mango de lampon por la parte inferior.				●	●				Amontonar cuarzo con lampon.
Sostener Balde.				●	●				Cargar balde de cuarzo.
Sostener manibela y cuerda.				●	●				Atar cuerda a manibela para el primer recorrido.
Sostener carga para izar en el primer recorrido.				●	●				Izar cuerda para elevar cuarzo en el primer recorrido.
Sostener manibela y cuerda.				●	●				Desatar cuerda a manibela.
Sostener manibela y cuerda.				●	●				Atar cuerda a manibela para la segunda parte del recorrido

Sostener carga para izar en el segundo recorrido.									Izar cuerda para elevar cuarzo en la segunda recorrido.
Sostener manibela y cuerda.									Desatar cuerda a manibela.
Sostener manibela y cuerda.									Atar cuerda a manibela para la tercer parte del recorrido
Sostener carga para izar en el tercer recorrido.									Izar cuerda para elevar cuarzo en el tercer recorrido.
Girar balde lleno para descargar cuarzo.									Sostener balde lleno.
Colocar balde en posición para desender.									Desajustar empuñadura de cuerda para desender.
Sostener manibela y cuerda.									Desatar cuerda a manibela en el tercer recorrido.
Sostener manibela y cuerda.									Atar cuerda a manibela para el segundo recorrido.
Colocar balde en posición para desender.									Desajustar empuñadura de cuerda para desender.
Sostener manibela y cuerda.									Desatar cuerda a manibela en el segundo recorrido.
Sostener manibela y cuerda.									Atar cuerda a manibela para el primer recorrido.
Colocar balde en posición para desender.									Desajustar empuñadura de cuerda para desender.
Sostener Balde.									Cargar balde de cuarzo.
Sostener manibela y cuerda.									Atar cuerda a manibela para el primer recorrido.
Sostener carga para izar en el primer recorrido.									Izar cuerda para elevar cuarzo en el primer recorrido.
Sostener manibela y cuerda.									Desatar cuerda a manibela.
Sostener manibela y cuerda.									Atar cuerda a manibela para la segunda parte del
Sostener carga para izar en el segundo recorrido.									Izar cuerda para elevar cuarzo en la segunda recorrido.
Sostener manibela y cuerda.									Desatar cuerda a manibela.
Sostener manibela y cuerda.									Atar cuerda a manibela para la tercer parte del recorrido
Sostener carga para izar en el tercer recorrido.									Izar cuerda para elevar cuarzo en el tercer recorrido.
Girar balde lleno para descargar cuarzo.									Sostener balde lleno.

RESUMEN

METODO	Actual.	Propuesto.	Reviso.
	IZQ.	DER.	
Operaciones.	14	32	
Transportes.		6	
Esperas.			
Sostenimiento	27	3	

**ANEXO 14. Formula
rio de preguntas – Proceso de extracción actual**

Fecha:

Pregunta 1. Describa de manera general los procesos de extracción de material aurífero

R/ la empresa actualmente cuenta con diferentes departamentos que generan la funcionalidad de la empresa, entre ellos tenemos procesos operativos que generan la actividad económica de la empresa, como es el proceso de polvorin, proceso productivo, proceso de izaje y almacenamiento.

Existe otros procesos que llevan al control de la empresa minera, como es el proceso gerencial a cargo del Señor Abgo. Manuel María Costillo O. el proceso administrativo y finanzas a cargo del señor. Guido E. Castillo O. en apoyo con el señor. Telmo Costillo O. También tenemos procesos de apoyos como es la compra de materiales e insumos y procesos de control de calidad llevada a cabo por un laboratorio ALBEXXUS. procesos de acondicionamiento y venta del concentrado.

Pregunta 2. Describa de manera general el proceso de izaje que se llevan a cabo para extraer el material aurífero.

R/ El proceso de IZAJE - siendo un proceso rustico, se lleva por medio de un POLIPASTO anclado a un balde donde se carga el material aurífero para ser izado o suspendido por medio de cuatro trabajadores en cada una de las partes del recorrido, es decir de la parte baja de la línea a la parte alta de la línea, existen otros dos trabajadores que se encargan de llenar y vaciar el cuorro para posteriormente ser llevado a la planta de pesamiento y obtener el concentrado de oro-plata-cobre.

Pregunta 3. Describa la materia prima que se extrae, mecanismos y herramientas de izaje, materiales directos e indirectos.

R/ La materia prima que extrae en este caso es el cuorro o material aurífero pero se debe realizar una clasificación de lo que se va a izaje, ya que es el proceso productivo que se lleva a cabo el dinamitado de la pña, saben dos recursos mineros la VETA - y la CATA, la veta es la deposición de minerales, es decir lo importante de donde se obtiene el ORO, Plata-cobre lo coja es la tierra que desaloja de la pña al sacar la veta. los mecanismos y herramientas de izaje son el polipasto cuorros, ganchos - lamparas - anillos de carga, pica, la sujeción radial del balde.

Pregunta 4. Explique el control de calidad que se lleva para la extracción del material aurífero en la empresa Labor Minera Manuel Castillo.

R/ el control de calidad es un proceso que se le lleva en concordancia con el laboratorio metalúrgico ALBERXUS, la cual por medio de métodos de descomposición de metales ricos, se conoce el granaje por cada tonelada que se extrae de la mina, este proceso de calidad corrobora información de la obtención de oro cada seis meses mediante una muestra, se puede conocer la eficiencia y riqueza de la mina, estos datos son cuidadosamente aportados por el grupo de trabajo de los tasistas.

Pregunta 5. Cual es la cantidad de material aurífero izado al cabo de una semana/ mes de trabajo.

R/ a la semana se deben izan cuatro toneladas de cuarzo mensualmente serian 16 toneladas de cuarzo por el final de cada producción llevar 96 toneladas a la planta de tratamiento y obtener el concentrado Av. Ag. Cu.

Pregunta 6. Cuantas personas laboran por turno.

R/ Seis personas por turno, estas personas laboran en diferentes lugares al interior de la mina, siendo rotativos en su gran mayoría, menos el maquinista del bananador y del dinamitado cuando es necesario su intervención.

Pregunta 7. Costo de tonelada de concentrado.

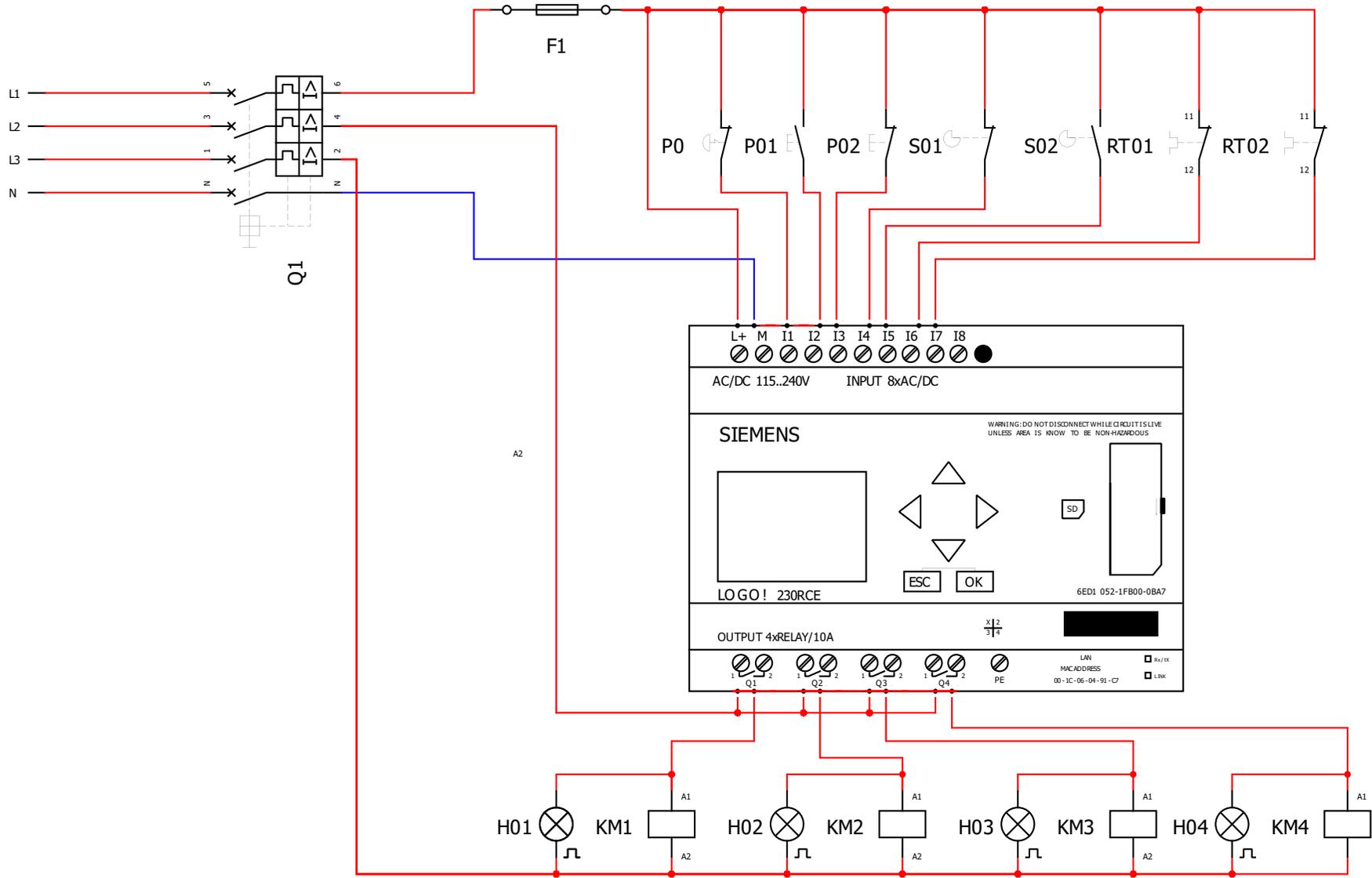
R/ la tonelada del concentrado de Av. Ag. Cu. tienen un costo 1574.40 dólares, este concentrado se lo obtiene por medio de la planta de procesamiento por otros procesos que se llevan a fuera de la mina, pero cabe mencionarlos como procesos de triturado, lavandeado y fricción para obtener el concentrado.

Pregunta 8. Costo de procesamiento por tonelada de cuarzo.

R/ el costo de procesamiento es de 60 \$/ton, esta parte se lo realizan en la planta de beneficio el cormelo que se encarga de realizar estos procesos para obtener el concentrado.

A
B
C
D
E
F
G
H

DIAGRAMA DE CONTROL SISTEMA DE IZAJE.



A

DIAGRAMA DE FUERZA SISTEMA DE IZAJE

B

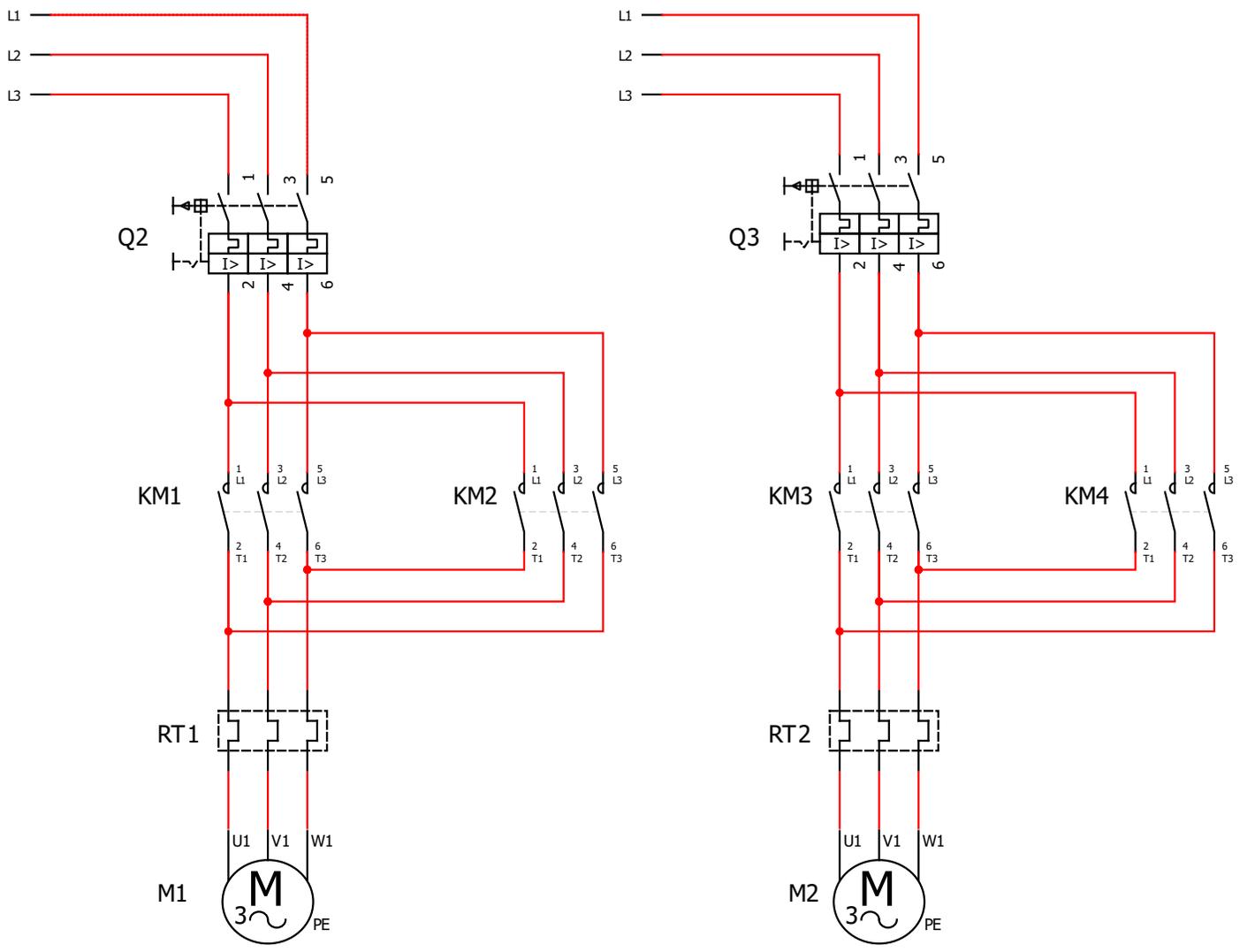
C

D

E

F

G



Autor: GRUPO DE TRABAJO

Fecha:

DIAGRAMA DE POTENCIA

Archivo:

Folio: 2/2

ANEXO 18.

SUMINISTROS INDUSTRIALES TORO SUMINTOR



GUIBSON ERALDO TORO ESPINOZA

RUC: 0702805698001

GUAYAS 14-42 E/ BOYACA Y GUABO - TELEFONO: 07 2923 798 / 0980444698

E-mail: anbotoes@hotmail.com

COTIZACION

Numero: 0002472 Codigo: 094321 Referencia: 000000 Fecha: 04-Ene-2021
 Cli/Prov: 008710 BLACIO MATANDROS KEVIN GABRIEL F. Venc: 19-Ene-2021
 Direccion: ZARUMA .NULL. Vendedor: B T E
 Ciudad: ZARUMA CI.RUC: 0705633683 Bodega: SUMINTOR Página 1

Items	Iva	Uni.	Cant.	P. Unit.	%	Desc.	Tota
1956 SIEMENS MOTOR 1DB46-4AA4-Z20HP 4P IE1 FR160L	S	UNI	1.00	760.0964	0	0.00	760.11
3241 SIEMENS BRIDA FRAME 160 LMH 101359045	S	UNI	1.00	116.9649	0	0.00	116.96
3467 SITI REDUCTOR LINEAL 130 27/1 25HP FRAME 160	S	UNI	1.00	3,003.2982	0	0.00	3,003.30

FORMA DE PAGO	VALOR	SUBTOTAL	DESCUENTOS (-)	IVA 14.0%	OTROS	MONTO TOTAL
		3,880.3	0.0	543.2	0.0	4,423.5

COELSA Cia. Ltda.

GUAYAS S/N E/ KLEDER FRANCO Y GUABO
 TELF.: 2961-101 / 2961-666 - MACHALA - EL ORO

RUC: 0791708184001

PROFORMA DE VENTA

686530

Numero: 0227674 Referencia: 000000 Num.fac.Pro: 000000 Fecha: 04-Ene-2021
 Cli/Prov: 058261 BLACIO MATANDROS KEVIN GABRIEL F. Venc: 04-Ene-2021
 Direccion: ZARUMA .NULL. Vendedor: I D K E
 Ciudad: ZARUMA CI.RUC: 0705633683 Página 1

Codico	Items	Ubic.	Iva	Uni.	Cant.	Promoc	P. Unit.	%	Desc.	Total
10069	BOMBA PEDROLLO 3 HP AGRI SUM T/L 220V M = 4SR45B/30	01	N	UNI	1	0	726.6300	0	0.00	726.63
6973	MOTOR WEG MONOFAS 10 HP CERRADO BAJA = 4 POLOS	01	S	UNI	1	0	805.8000	0	0.00	805.80 +
13043	CABLE ACERO ALMA ACERO 3/8" 305MTRS = 4C10111	02	S	ROL	1	0	318.4200	0	0.00	318.42 +

FORMA DE PAGO	VALOR	SUBTOTAL	DESCUENTOS (-)	IVA 12.0%	OTROS	MONTO TOTAL
		1,850.87	0.00	134.91	0.00	1,985.78

Ingresado Por:

Bodeguero

Aprobado por: