

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Industrial

Tesis

**Propuesta de redistribución de la planta
procesadora de cal pulverizada para incrementar la
productividad de la concesión minera no metálica
"El Aguila 2004" Huancavelica - 2023**

Mhelany Magda Inga Jaime
Shania Mabel Lizana Alanya

Para optar el Título Profesional de
Ingeniero Industrial

Huancayo, 2025

Repositorio Institucional Continental
Tesis digital



Esta obra está bajo una Licencia "Creative Commons Atribución 4.0 Internacional" .

INFORME DE CONFORMIDAD DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

A : Decano de la Facultad de Ingeniería
DE : Angela Margot Ccora Huaman
Asesor de trabajo de investigación
ASUNTO : Remito resultado de evaluación de originalidad de trabajo de investigación
FECHA : 10 de Julio de 2025

Con sumo agrado me dirijo a vuestro despacho para informar que, en mi condición de asesor del trabajo de investigación:

Título:

PROPUESTA DE REDISTRIBUCIÓN DE LA PLANTA PROCESADORA DE CAL PULVERIZADA PARA INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD DE LA CONCESIÓN MINERA NO METÁLICA "EL AGUILA 2004" HUANCAMELICA - 2023

Autores:

1. Mhelany Magda Inga Jaime – EAP. Ingeniería Industrial
2. Shania Mabel Lizana Alanya – EAP. Ingeniería Industrial

Se procedió con la carga del documento a la plataforma "Turnitin" y se realizó la verificación completa de las coincidencias resaltadas por el software dando por resultado 19 % de similitud sin encontrarse hallazgos relacionados a plagio. Se utilizaron los siguientes filtros:

- Filtro de exclusión de bibliografía SI ☐ NO ☒
- Filtro de exclusión de grupos de palabras menores
Nº de palabras excluidas (**en caso de elegir "SI"**): SI ☐ NO ☒
- Exclusión de fuente por trabajo anterior del mismo estudiante SI ☐ NO ☒

En consecuencia, se determina que el trabajo de investigación constituye un documento original al presentar similitud de otros autores (citas) por debajo del porcentaje establecido por la Universidad Continental.

Recae toda responsabilidad del contenido del trabajo de investigación sobre el autor y asesor, en concordancia a los principios expresados en el Reglamento del Registro Nacional de Trabajos conducentes a Grados y Títulos – RENATI y en la normativa de la Universidad Continental.

Atentamente,

La firma del asesor obra en el archivo original
(No se muestra en este documento por estar expuesto a publicación)

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE GENERAL	4
ÍNDICE DE TABLAS	7
ÍNDICE DE FIGURAS	9
RESUMEN	10
ABSTRACT	11
INTRODUCCIÓN	12
1. CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO	14
1.1. Planteamiento y formulación del problema	14
1.1.1. Problema General	15
1.1.2. Problemas Específico	15
1.2. Objetivos	15
1.2.1. Objetivo general	15
1.2.2. Objetivos específicos	15
1.3. Justificación e importancia	16
1.3.1. Justificación teórica	16
1.3.2. Justificación práctica	16
1.3.3. Justificación metodológica	16
1.3.4. Justificación económica	16
1.3.5. Justificación social	17
1.4. Delimitación del proyecto	17
1.5. Hipótesis y variables	17
1.5.1. Hipótesis general	17
1.5.2. Hipótesis específicas	18
1.5.3. Variables	18
2. CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	21
2.1. Antecedentes de la investigación	21
2.1.1. Internacionales	21
2.1.2. Nacionales	23
2.1.3. Regionales	26
2.2. Bases teóricas	28
2.2.1. Minería	28
2.2.2. Minería no Metálica	28
2.2.3. Redistribución de planta	29
2.2.4. Distribución de planta	29
2.2.5. Tipos de distribución de planta	29
2.2.6. Factores	31
2.2.6.1. Factor Material	31
2.2.6.2. Factor Movimiento	31

2.2.6.3. Factor Hombre	31
2.2.6.4. Factor Edificio	31
2.2.6.5. Factor maquinaria	31
2.2.6.6. Factor servicio	30
2.2.6.7. Factor espera	32
2.2.6.8. Factor cambio	32
2.2.7. Productividad	32
2.2.8. Eficacia	33
2.2.9. Eficiencia	33
2.2.10. Necesidad de Mano de Obra	34
2.2.11. Diagrama de pareto	34
2.2.12. Diagrama de Ishikawa	35
2.2.13. Registros	35
2.2.14. Diagrama de operaciones de proceso (DOP)	36
2.2.15. Diagrama de análisis de procesos (DAP)	36
2.2.16. Diagrama relacional de recorrido	36
2.2.17. Diagrama relacional de actividades	37
2.2.18. Método Guerchet	37
2.3. Definición de términos básicos	38
3. CAPÍTULO III: METODOLOGÍA	40
3.1. Método, tipo o alcance de la investigación	40
3.1.1. Método de investigación	40
3.1.2. Tipo de investigación	40
3.1.3. Nivel de investigación	40
3.1.4. Diseño de la investigación	40
3.1.5. Población	40
3.1.6. Muestra	41
3.1.7. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	41
3.1.8. Procedimiento de la recolección de datos	41
3.2. Materiales y Métodos (aplicación de la ingeniería)	42
4. CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN	43
4.1. Presentación de resultados	43
4.1.1. Diagnóstico situacional	43
4.1.1.1. Ubicación de la mina	43
4.1.1.2. Razón social	43
4.1.1.3. Rubro, actividad económica	43
4.1.1.4. Breve reseña histórica de la empresa	43
4.1.1.5. Visión	44
4.1.1.6. Misión	44
4.1.1.7. Responsabilidad Social	44
4.1.1.8. Proceso de elaboración de cal	44
4.1.1.9. Diagrama de Ishikawa	46
4.1.1.10. Gráfico de Pareto	47
4.1.2. Metodología Systematic Layout Planning	51

4.1.2.1. Diagrama de Operaciones del Proceso (DOP) - Actual	51
4.1.2.2. Estudio de tiempos	53
4.1.2.3. Diagrama Analítico del Proceso (DAP) - Actual	56
4.1.2.4. Análisis de recorrido de las actividades de producción - Actual	58
4.1.2.5. Diagrama relacional de actividades - Actual	59
4.1.2.6. Diagrama relacional de espacios- Actual	62
4.1.2.7. Diagrama de distribución de planta	63
4.1.2.8. Eficacia - Actual	64
4.1.2.9. Eficiencia - Actual	65
4.1.2.10. Productividad - Actual	66
4.1.2.11. Análisis del método Guerchet	67
4.1.2.12. Diagrama de distribución de planta - Propuesto	77
4.1.2.13. Diagrama de Operaciones del Proceso (DOP) - Propuesto	82
4.1.2.14. Estudio de Tiempos de la Situación Propuesta	83
4.1.2.15. Diagrama Analítico del Proceso (DAP) - Propuesto	86
4.1.2.16. Análisis de recorrido de las actividades de producción - Propuesto	89
4.1.2.17. Diagrama de distribución de planta - Propuesto	90
4.1.2.18. Eficacia - después	98
4.1.2.19. Eficiencia - después	99
4.1.2.20. Productividad - después	100
4.1.2.21. Análisis Económico-Financiero de la propuesta	102
4.2. Discusión de resultado	108
5. CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	110
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICA	113
ANEXO 01: MATRIZ DE CONSISTENCIA	117
ANEXO 02: OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	120
ANEXO 03: INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS- ENCUESTA	122
ANEXO 04: FORMATO DE INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS	124
Diagrama de Operaciones del Proceso (DOP)	124
Diagrama de Análisis de Procesos (DAP)	125
Diagrama relacional de actividades	126
Diagrama relacional de recorrido	127
Método Guerchet	128
Formato de eficacia	129
Formato de eficiencia	130
Formato de productividad	131
ANEXO 05: COTIZACIÓN	132
ANEXO 06: PLANO DE REDISTRIBUCIÓN DE PLANTA	135
ANEXO 07: VALIDACIÓN DE EXPERTOS-01	136
ANEXO 08: VALIDACIÓN DE EXPERTOS-02	140

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Matriz de operacionalización de variables	19
Tabla 2. Evaluación de causas del problema identificado	47
Tabla 3. Causas del problema identificado	47
Tabla 4. Relación de trabajadores actuales	53
Tabla 5. Programación de actividades	53
Tabla 6. Hoja de Observación de tiempos del proceso de elaboración de cal	54
Tabla 7. Suplementos	55
Tabla 8. Relación de proximidad	59
Tabla 9. Valores de proximidad	61
Tabla 10. Eficacia-Actual	64
Tabla 11. Eficiencia-Actual	65
Tabla 12. Productividad actual	66
Tabla 13. Medidas actuales	67
Tabla 14. Herramientas y maquinaria actual	68
Tabla 15. Área y elementos propuestos para planta	68
Tabla 16. Elementos estáticos	69
Tabla 17. Elementos móviles	69
Tabla 18. Almacén de provisiones	71
Tabla 19. Sala de capacitación	72
Tabla 20. Oficina gerencial	73
Tabla 21. Comedor	74
Tabla 22. SS. HH - Administrativa	75
Tabla 23. SS. HH - Operacional	76
Tabla 24. Lista de trabajadores propuesto	78
Tabla 25. Actividades programadas-REGULAR	79
Tabla 26. Producto final obtenido-REGULAR	80
Tabla 27. Hoja de Observación de tiempos del proceso de elaboración de cal situación propuesta	84
Tabla 28. Resumen de tiempos	85
Tabla 29. Estudio de tiempos del DAP actual y propuesto	87
Tabla 30. Resumen	88
Tabla 31. Eficacia después	98
Tabla 32. Eficiencia después	99
Tabla 33. Productividad después	100
Tabla 34. Resumen de indicadores operativos	101

Tabla 35. Costo proyectado de materiales	102
Tabla 36. Costo proyectado de recursos	103
Tabla 37. Costo proyectado de mano de obra	103
Tabla 38. Costos proyectados totales por la propuesta	103
Tabla 39. Ingresos por venta	104
Tabla 40. Flujo de caja	104
Tabla 41. VAN-TIR-B/C	106
Tabla 42. Ahorros generados	107

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Optimización multi-objetivo al problema de distribución de planta	30
Figura 2. Diagrama de Ishikawa	46
Figura 3. Gráfico de Pareto	48
Figura 4. Herramientas manuales usadas en planta	48
Figura 5. Cal viva después del proceso de calcinación	49
Figura 6. Verificación del material acumulado	49
Figura 7. Envasado de cal hidratada en sacos de polipropileno	50
Figura 8. Diagrama del proceso actual	51
Figura 9. Diagrama analítico del proceso actual	56
Figura 10. Análisis de recorrido de las actividades de producción actual	58
Figura 11. Leyenda del diagrama de recorrido de las actividades	59
Figura 12. Diagrama relacional de actividades actual	60
Figura 13. Diagrama relacional de espacios actual	62
Figura 14. Distribución de planta actual	63
Figura 15. Diagrama de operaciones del proceso propuesto	82
Figura 16. Diagrama Analítico del Proceso Propuesto	86
Figura 17. Análisis de recorrido de las actividades de producción propuesto	89
Figura 18. Diagrama de distribución de planta - Propuesto	90
Figura 19. Área administrativa	92
Figura 20. Patio de Maniobras	94
Figura 21. Área Operacional	95
Figura 22. Leyenda y nomenclatura de la nueva distribución de Planta	97

RESUMEN

El estudio en curso “Propuesta de redistribución de la planta procesadora de cal pulverizada para incrementar la productividad de la Concesión Minera No Metálica “EL AGUILA 2004” Huancavelica - 2023” sostiene como objetivo principal desarrollar la propuesta de la redistribución de la planta procesadora de cal pulverizada en la concesión minera no metálica “EL AGUILA 2004” para incrementar la productividad.

El problema de investigación se ha planteado como una interrogante ¿Cómo la redistribución de planta procesadora de cal pulverizada incrementará la productividad de la Concesión Minera No Metálica “EL AGUILA 2004”?

La parte metodológica corresponde a una investigación de tipo aplicado y nivel descriptivo correlacional ya que se relaciona las variables definidas que son: independiente (Redistribución de planta) y la variable dependiente (Productividad); y diseño no experimental.

Los efectos que se obtuvieron son: reducción de tiempos en el proceso de la elaboración de cal pulverizada de 67.7 h a 44.8 h; se tuvo un incremento de 81Tn a 177Tn mensuales; una disminución de distancias de recorrido de 90 m a 62.1 m en las áreas de extracción, trituración y calcinación donde las distancias eran mayores. mediante el Método Guerchet se optimizó el tamaño y diseño de cada área operativa y la disposición de recursos. Por último, la mano de obra se incrementó de 4 a 9 trabajadores según el estudio de requerimientos.

El análisis de la propuesta que se planteó muestra un incremento en la productividad del 20.39%, pasando de 79.40% a 95.59%. La inversión se hará en los materiales es S/ 5,857.49, para recursos es de S/ 270,745.09 y mano de obra de S/ 18,000.00; asimismo se invertirá en licencia de construcción y elaboración, trámite y otros permisos siendo un total de S/ 294,602.58; esta inversión es viable porque la producción de cal pulverizada se duplicará, lo que aumentará las utilidades y potenciará la posición competitiva de la empresa. Para culminar, el análisis económico-financiero de la propuesta de esta investigación origina un B/C de 1.21 y un valor económico de S/59,890.11.

Palabras clave: Distribución de planta, productividad, SLP

ABSTRACT

The ongoing study “Proposal for redistribution of the pulverized lime processing plant to increase the productivity of the Non-Metallic Mining Concession “EL AGUILA 2004” Huancavelica - 2023” maintains as its main objective the development of the proposal for the redistribution of the pulverized lime processing plant. in the “EL AGUILA 2004” Non-Metallic Mining Concession to increase productivity.

The research problem has been posed as a question: How will the redistribution of the pulverized lime processing plant increase the productivity of the “EL AGUILA 2004” non-metallic mining concession?

The methodological part corresponds to an applied research and correlational descriptive level since it relates the defined variables that are: independent (Plant Redistribution) and the dependent variable (Productivity); and non-experimental.

The results achieved were: a reduction in the time required to produce pulverized lime from 67.7 h to 44.8 h; an increase from 81 tonnes to 177 tonnes per month; and a reduction in travel distances from 90 m to 62.1 m in the extraction, crushing, and calcining areas, where the distances were greatest. The Guerchet method optimized the size and design of each operational area and the allocation of resources. Finally, the labor force increased from 4 to 9 workers, based on the requirements study.

An analysis of the proposed proposal shows a 20.39% increase in productivity, from 79.40% to 95.59%. The investment will be S/ 5,857.49 for materials, S/ 270,745.09 for resources, and S/ 18,000.00 for labor. An investment will also be made in construction and processing licenses, processing, and other permits, totaling S/ 294,602.58. This investment is viable because pulverized lime production will double, increasing profits and will enhance the company's competitive position. Finally, the economic and financial analysis of this research proposal results in a B/C of 1.21 and an economic value of S/ 59,890.11.

Keywords: Plant distribution, productivity, SLP

INTRODUCCIÓN

La redistribución de planta es un tema clave en la optimización de procesos y adquiere un rol trascendental al influir directamente en la productividad y la rapidez de solución de una empresa ante las demandas del mercado.

La redistribución de planta representa un área de estudio esencial que abarca desde la ordenamiento físico de equipos y maquinaria hasta la organización de espacios y flujos de trabajo. El diseño óptimo de la distribución no sólo impacta la productividad, sino que también puede influir en aspectos ergonómicos, seguridad laboral y la eficiencia en el uso de recursos, convirtiéndose en un factor determinante para el logro de objetivos empresariales.

La Concesión Minera No Metálica “EL AGUILA 2004” enfrenta diversos desafíos que impactan negativamente en su eficiencia operativa. Entre ellos, se destacan retrasos significativos en el proceso de producción, subutilización del espacio disponible, frecuentes desplazamientos innecesarios que generan fatiga en los operarios, desorden generalizado, ubicación inadecuada de materiales y acumulación de productos. Estos problemas repercuten directamente en la productividad de la operación minera.

El estudio presente de la investigación se centra en explorar y proponer una redistribución de la planta procesadora de cal pulverizada en la Concesión Minera No Metálica “EL AGUILA 2004”, localizada dentro de la región de Huancavelica, buscando aumentar la productividad.

El estudio actual se justifica en la importancia estratégica que posee la distribución de planta sobre las empresas, la imperiosa obligación de ajustarse a las fluctuaciones del mercado y optimizar la utilización de recursos físicos y humanos. A través de una redistribución de planta óptima, se hace una gestión correcta de los espacios, los materiales, la localización, entre otros y de ese modo se mejora el rendimiento de las operaciones, la seguridad laboral, asimismo, reducir tiempos de producción y minimizar desperdicios.

La estructura que se va a desarrollar corresponde a 5 capítulos donde se detallan la condición actual y la propuesta de mejora.

Capítulo I, se plantea y formula el problema de investigación, los objetivos, la justificación oportuna, importancia, limitaciones del estudio e hipótesis de investigación.

Capítulo II, se redacta el marco teórico para la comprensión del tema de investigación, los antecedentes de investigación tanto internacionales, nacionales y regionales para mayor discernimiento, se describió las generalidades referentes a la empresa, las bases teóricas de la actividad y rubro de la empresa, los indicadores de productividad y redistribución de planta.

Capítulo III, se aborda el marco metodológico, que abarca el método de investigación a emplear, tipo de investigación, nivel de investigación, el diseño de investigación, población y muestra, técnicas e instrumentos de recolección de datos que se utilizarán en su desarrollo.

Capítulo IV, se centra en el análisis e interpretación de los resultados. Tras la aplicación de todos los instrumentos y técnicas, se efectúa la realización de diagramas que representan los procesos, la ubicación de las áreas, máquinas y recorridos actuales de la empresa para obtener una visión clara y desarrollar una propuesta utilizando métodos que garanticen la óptima distribución de la planta y mayor productividad. Finalizamos con el diseño de una distribución que beneficie a la empresa.

Capítulo V, se redacta las conclusiones de acuerdo a los objetivos planteados inicialmente y las recomendaciones pertinentes a la empresa.

1. CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO

1.1. Planteamiento y formulación del problema

La cal o también llamado carbonato de calcio es un elemento blanquecino que se obtiene por medio de la piedra caliza. Es utilizada para diversos procesos industriales y químicos por las características que posee, en la metalurgia se relacionan a estándares de calidad dado que se usa para eliminar las impurezas de los minerales, como regulador de pH, entre otros, de esta manera se obtienen productos finos y de buena calidad; en la construcción se emplea como aglomerante, para todo tipo de revoques, mamposterías y contrapisos; su utilización también se da en la agricultura como regulador de pH y alcalinidad; asimismo sus propiedades abarcan a más sectores tanto medioambiental, petrolero, alimenticio e incluso para tratar aguas residuales o suelos contaminados.

El Perú es un país minero destacado por la abundancia de recursos minerales en el suelo y subsuelo territorial por lo que varias empresas se focalizan en el desarrollo de recursos. En la actualidad, la Concesión Minera No Metálica “EL AGUILA 2004”, ubicada en la región de Huancavelica es la única que se dedica a la extracción de cal y dado a la gran cantidad de usos y aplicaciones, se vislumbra la oportunidad de exportarlos y distribuirlos ya sea como el producto en sí la cal (materia prima) o también productos derivados.

La distribución actual de planta de la Concesión Minera No Metálica “EL AGUILA 2004” no tiene una buena organización en las áreas de trabajo provocando retrasos en la producción, una desacertada ocupación de los espacios, aglomeración de materiales que ocasionan tropiezos o accidentes del personal, demasiadas distancias de recorrido teniéndose cuellos de botella y un mal aprovechamiento de los tiempos en las áreas de trabajo. Estos factores impactan el desempeño de los empleados, impidiendo que cumplan con las horas de trabajo programadas. En promedio, cada operario trabaja 7.26 horas diarias en lugar de las 8 horas previstas. Además, la producción estimada es de 404 sacos de cal, frente a los 480 sacos programados, lo que refleja un bajo índice de eficacia. Este escenario resulta en clientes insatisfechos, ya que de cada 10 pedidos, 2 no se pueden atender debido a la falta de capacidad de la planta, lo que impide satisfacer la demanda y genera pérdidas económicas para la empresa. Actualmente, la productividad de la empresa es del 76.39%, y los ingresos se ven afectados debido a la capacidad limitada de la planta procesadora de cal, lo que obliga a rechazar contratos que superan las 200 toneladas.

Ante la problemática planteada, una alternativa de solución viable será analizar la distribución actual y proponer una redistribución para incrementar la productividad, surgiendo así la siguiente interrogante ¿Cómo será la redistribución de planta procesadora de cal pulverizada en la Concesión Minera No Metálica “EL AGUILA 2004”?

1.1.1. Problema General

- ¿Cómo la redistribución de planta procesadora de cal pulverizada incrementará la productividad de la Concesión Minera No Metálica “EL AGUILA 2004”?

1.1.2. Problemas Específico

- ¿De qué manera el diagnóstico situacional de la distribución de planta identificará el estado actual del problema en la Concesión Minera No Metálica “EL AGUILA 2004”?
- ¿De qué manera influye la redistribución de planta procesadora de cal pulverizada en la eficacia de la Concesión Minera No Metálica “EL AGUILA 2004”?
- ¿De qué manera influye la redistribución de planta procesadora de cal pulverizada en la eficiencia de la Concesión Minera No Metálica “EL AGUILA 2004”?
- ¿De qué manera la viabilidad económica de la propuesta determinará los beneficios en la Concesión Minera No Metálica “EL AGUILA 2004”?

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo general

- Desarrollar la propuesta de la redistribución de la planta procesadora de cal pulverizada en la Concesión Minera No Metálica “EL AGUILA 2004” para incrementar la productividad

1.2.2. Objetivos específicos

- Realizar el diagnóstico situacional de la planta procesadora de cal pulverizada en la Concesión Minera No Metálica “EL AGUILA 2004”
- Determinar el impacto de la redistribución de planta procesadora de cal pulverizada en la eficacia de la Concesión Minera No Metálica “EL AGUILA 2004”
- Determinar el impacto de la redistribución de planta procesadora de cal pulverizada en la eficiencia de la Concesión Minera No Metálica “EL AGUILA 2004”

- Analizar la viabilidad económica de la propuesta de la redistribución de la planta procesadora de cal pulverizada en la Concesión Minera No Metálica “EL AGUILA 2004”

1.3. Justificación e importancia

1.3.1. Justificación teórica

Busca incrementar la productividad, optimizando costos y espacios, para poder brindar un buen producto mediante la redistribución de planta; los percances en la distribución de planta se manifiestan cuando no se contempla el acrecentamiento de la empresa y se omiten objetivos y metas que plantea la organización. Por consiguiente, las distribuciones con un inicio deficiente conlleva a gastos y pérdidas futuras debido al costo de volver de reestructurar la distribución otra vez. En esta presente investigación, nos basaremos y apoyaremos en distintos autores para darle más veracidad a nuestro trabajo y explicar correctamente los logros alcanzados.

1.3.2. Justificación práctica

Se lleva a cabo con pleno conocimiento de los problemas actuales que enfrenta la planta, particularmente en la organización de las áreas de trabajo. Dado este contexto, el propósito de este trabajo de investigación es proponer una redistribución, para potenciar la productividad en la producción de la Concesión Minera No Metálica “EL AGUILA 2004”.

1.3.3. Justificación metodológica

Para efectivizar la redistribución de la planta destinada a la producción de cal pulverizada, se emplea una serie de procedimientos apropiados, entre ellos se dispondrá de métodos, técnicas, procedimientos y herramientas, así como para establecer instrumentos que faciliten la medición de los diversos estándares que se aplicarán en cada proceso. La intención es que estas técnicas sirvan como herramientas de control para los responsables de cada actividad productiva de la empresa.

1.3.4. Justificación económica

Esto busca incrementar la productividad, disminuir los gastos y el uso de recursos para asegurar el agrado de los clientes.

Dado que es un aspecto vital para la empresa, se reconoce la importancia del estudio sobre la propuesta de redistribución, la cual tiene como objetivo permitir una producción eficiente, lo cual resultará favorecida para la empresa, lo que implicaría la instauración de una estructura de costos más asequible, lo cual aumentará su capacidad

competitiva y la de producción. Por ende, nuestra meta es proporcionar a la empresa una evaluación exhaustiva y actualizada de su situación, así como sugerencias para mejorar mediante la propuesta presentada.

1.3.5. Justificación social

Se persigue aportar y garantizar seguridad al trabajador y operarios que desempeñan funciones en la empresa frente a riesgos y peligros potenciales, también, fomentar un entorno laboral favorable, en vista de que por el momento no tienen una zona óptima para el transporte, tomando en cuenta que hay que movilizarse por largas distancias de un proceso a otro, lo que causa fatiga y, como resultado, un decrecimiento en la productividad para la empresa.

Conforme a todo lo mencionado, es importante realizar una propuesta de redistribución, permitiendo una producción de manera eficiente viéndose beneficiada la empresa, impulsando su posición competitiva y capacidad de producción.

Para acrecentar la productividad, se utilizará un apropiado análisis de los distintos tipos de diagramas, para ello, se emplea una Planeación Sistemática de la Distribución de Planta (SLP) y se aplicará el Método Guerchet, mediante ello se aplicará la propuesta de la nueva distribución.

El desarrollo de esta investigación favorecerá la producción de la empresa, considerando que esto les posibilitará elevar la utilidad a costos más reducidos, lo que les llevará a ser más competitivos en relación con otras empresas.

1.4. Delimitación del proyecto

En síntesis, este estudio se va a realizar en las instalaciones de la Concesión Minera No Metálica “EL AGUILA 2004”, en el distrito de Pampachacra, región Huancavelica.

El presente trabajo se va a realizar exclusivamente en relación al área de producción en la Concesión Minera No Metálica “EL AGUILA 2004”, que desarrolla sus actividades en la región de Huancavelica.

1.5. Hipótesis y variables

1.5.1. Hipótesis general

La redistribución de planta procesadora de cal pulverizada en la Concesión Minera No Metálica “EL AGUILA 2004” influye positivamente en la productividad.

1.5.2. Hipótesis específicas

- El diagnóstico situacional de la distribución de planta identifica el estado actual del problema de la planta procesadora de cal.
- La redistribución de planta procesadora de cal pulverizada en la Concesión Minera No Metálica “EL AGUILA 2004” influye en la eficacia.
- La redistribución de planta procesadora de cal pulverizada en la Concesión Minera No Metálica “EL AGUILA 2004” influye en la eficiencia.
- El análisis de la viabilidad económica de la propuesta de la redistribución de la planta procesadora de cal pulverizada obtiene beneficio-costos.

1.5.3. Variables

1.5.3.1. Variable Independiente

Redistribución de planta.

1.5.3.2. Variable Dependiente

La productividad.

Matriz de Operacionalización de variables

Tabla 1. Matriz de operacionalización de variables

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIO NES	INDICADORES	TIPO DE VARIABLE
Variable independiente: Redistribución de planta	La distribución de planta “es la estructuración físico de los componentes de la producción, en el cual cada uno de ellos está ubicado de tal modo que las operaciones sean seguras, satisfactorias y asequibles.” (14)	La redistribución de planta se desarrolla mediante la utilización de diferentes métodos, y realiza el óptimo uso de los espacios para realizar el mínimo desplazamiento.	Diagnóstico situacional	Datos de producción Problemas identificados	Razón
			Metodología Sistemática Layout Planning	DOP	Razón
				DAP	
				Análisis de recorrido de las actividades de producción. Diagrama relacional de actividades. Diagrama relacional de espacios Diagrama de distribución de planta	
			Método de Guerchet	Superficie estática Superficie gravitacional Superficie de evolución	Razón

$$ST = Ss + Sg + Se$$

Variable dependiente: Productividad	Es la conexión entre la gama de productos generados por un proceso de producción y los recursos asignados en dicho proceso. (17) Esta variable es un elemento afectado por otros, y se requiere predecir y/o explicar.	La productividad, ya que es una particularidad del trabajo, permite medir el rendimiento respecto al índice de logro de las unidades producidas sobre las unidades programadas; o para medirlo se utiliza	Eficacia	Índice de logros $\frac{\text{Unidades producidas}}{\text{Unidades programadas}} * 100\%$	Razón
		Productividad = (Productos o Servicios Producidos) / (Recursos Utilizados).	Eficiencia	Tiempo de producción $\frac{\text{TIEMPO ESTIMADO DE PROCESO}}{\text{TIEMPO ACTUAL DE PROCESO}} * 100\%$	Razón

2. CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

2.1.1. Internacionales

La tesis titulada *Diseño De La Distribución De Planta Para Mejorar La Productividad De Una Empresa De Comercio Al Por Mayor Y Menor De Insumos Para Vehículos*, realizada en la Universidad Técnica de Ambato-Ecuador, 2021, aporta al análisis y diseño de instalaciones de planta (1). La investigación culmina:

De acuerdo al análisis de la productividad actual de la empresa, la evaluación de los indicadores de productividad se sitúan en 0.9052 neumáticos por hora por trabajador, se proporcionó una base inicial para identificar las medidas necesarias para aumentar esta cifra (1).

Tras simular la propuesta de diseño, se creó un nuevo modelo de distribución de planta que mejora el arreglo del espacio físico de la empresa y aumenta la productividad a 4.18 neumáticos por hora por trabajador. Este modelo, fundamentado en el análisis del tiempo y su vinculación con las ventas o la comercialización, ha sido identificado y desarrollado (1).

La distribución propuesta reduce las distancias de 49.58 metros a 31.87 metros, junto con una disminución en los tiempos de operación estándar de 20.44 minutos a 13.14 minutos en las instalaciones de la empresa. Esto implica una mejora en la gestión de materiales, especialmente en lo referente a los productos, al evitar desplazamientos excesivos o superfluos (1).

En la tesis titulada *Propuesta De Sistema De Gestión Para El Proceso De Perforación De Producción En Compañía Minera Cerro Colorado, Bhp.*, realizada en la UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN, 2021. El estudio contribuye a la mejora de las prácticas operativas y los resultados relacionados con la perforación de pozos de producción en CMCC (2). La investigación finaliza con lo siguiente:

En la fase de análisis de la situación de este proyecto, se detectaron varias discrepancias en el proceso de perforación en relación con la norma ISO 9001:2015 y los criterios del sistema operativo de BHP (2).

Aunque la empresa ha establecido procedimientos para la operación y gestión, no todos los participantes en los procesos los aplican, lo que ocasiona que las actividades no se concreten conforme a lo previsto. Esto puede resultar en desviaciones en los resultados y representar riesgos tanto para el personal como para los equipos (2).

Para el incremento de resultados de los procesos de perforación de pozos de producción en CMCC, es necesario aplicar la guía de mejoras propuesta, supervisar sus efectos y adaptar las actividades según las necesidades de la empresa. Además, es fundamental fortalecer el control operativo y proporcionar una formación continua a los operadores, facilitando así su desarrollo profesional y promoviendo la intercambio de conocimientos dentro del equipo laboral (2).

En la tesis titulada *Propuesta De Distribución De Planta Para La Empresa Procesadora De Quinoa Sumak Life Utilizando El Método Muther*, realizada en la Universidad Escuela Superior Politécnica de Chimborazo-Ecuador, 2021. El estudio aporta a incrementar la productividad mediante la aplicación de un nuevo método Muther consiste en 4 fases con sus instrumentos (3). La investigación finaliza:

Gracias al análisis detallado de los diagramas de flujo, recorrido y proceso, se ha logrado una identificación más clara y precisa del proceso requerido para obtener la quinoa y sus productos derivados. Estos diagramas ofrecen una visión integral de todas las etapas del proceso de producción, lo que ha facilitado la comprensión y optimización de cada fase (3).

Se llevaron a cabo ajustes en el diseño de la nueva planta industrial con el fin de eliminar la necesidad de transportar el producto fuera de las instalaciones, el cual constituye una parte fundamental de la materia prima para los productos finales. De esta manera, se previene la exposición a microorganismos externos que podrían comprometer la calidad del producto (3).

Utilizando el enfoque del método Muther junto con sus diversas herramientas, se consiguió desarrollar una propuesta altamente eficaz para el diseño de la nueva planta de procesamiento. En esta propuesta, se ubicaron las máquinas y equipos considerando su proximidad relativa entre las distintas actividades del proceso productivo, así como los requisitos específicos del proceso. Este enfoque meticuloso garantiza una distribución óptima que maximiza la eficiencia y la fluidez de las operaciones en la planta (3).

Tras analizar detenidamente los tiempos de proceso tanto en la planta actual como en el diseño propuesto para la nueva instalación, se identificó una reducción significativa de 26.7 min con la nueva propuesta de distribución en la planta. Este ajuste representa una mejora considerable en la productividad lo que resulta en un flujo de trabajo más ágil y productivo en las operaciones de la planta (3).

En la tesis titulada *Propuesta de redistribución en planta de maderatto ltda. encaminada a la mejora en la productividad del proceso productivo de superficies sólidas*, realizado en la Universidad Católica de Colombia, 2021. El estudio aporta parámetros fundamentales para estructurar la propuesta de mejoramiento mediante la metodología del SLP y el método de Guerchet para la nueva distribución en planta (4). La investigación finaliza:

La propuesta da a conocer una reducción de tiempos durante la producción de 622,24 minutos a 520,54 minutos, es decir un 16.35% únicamente en el proceso de producción de superficies sólidas; también, una reducción de recorridos durante la producción de 334.64 metros a 191.24 metros [...]. (4)

Este estudio de investigación, se propendió el tema del almacén para productos terminados de Corian y la proximidad del almacén de insumos básicos para Corian, con el fin de tener un orden dentro de la planta [...]lo cual con esta propuesta se refleja un ajuste favorable en tiempos de despacho de 3.98 minutos a 2.10 minutos, y a su vez una cercanía de 4,35 metros de la entrada de la fábrica, en donde se realiza la actividad de despacho. (4)

A partir de la metodología empleada del SLP y en sinergia con la implementación del método de evaluación a partir de la matriz de adyacencia relativa, se puede concluir que a mayor cercanía, y conectando el modelo de SLP que se implementó en este estudio de investigación, esto infiere en que a mayor cantidad de valores de cercanía A, E, I que se puedan materializar en una propuesta de redistribución al igual que en el momento que se necesite diseñar una planta, se podrá obtener un resultado óptimo de la distribución o diseño [...]. (4)

2.1.2. Nacionales

Tesis titulada *“Implementación De La Ingeniería De Procesos Para Mejorar El Desempeño De La Planta De Calcinación De Una Empresa Minera De La Región La Libertad”*, realizado en la Universidad Privada del Norte, 2021. La ejecución de esta medida conlleva una evolución sustancial en el desempeño, esto resulta una minimización de residuos en la planta de calcinación de una compañía minera ubicada en la región de La Libertad (5). Se concluye:

El análisis detalla que la emisión de partículas de PM2.5 está teniendo una afectación negativa en el rendimiento operativo de los equipos. Se observa que el tiempo de producción actual es de 16 horas, en contraste con las 20 horas previstas, lo que indica una disminución significativa en la producción. Además, la producción actual se sitúa por debajo de los estándares establecidos. A lo largo del mes, se estima que se generan aproximadamente 347 kg de PM2.5 (5).

No se han implementado medidas para reducir los tiempos en las operaciones de producción de cal, pero se han logrado disminuir las demoras, que son actividades que no añaden valor a la empresa. En este sentido, se han reducido las demoras en un total de 871 minutos (5).

Gracias al nuevo diseño, la productividad ha experimentado un notable aumento, pasando de 65 toneladas diarias a 83 toneladas. Esta iniciativa se muestra realizable, donde se identificó un ahorro significativo de 27,075 soles; *en el mantenimiento* de las instalaciones de chancado, y de 11,800 soles en la carga de caliza. Además, la emisión de partículas PM2.5 ha disminuido considerablemente, pasando de 347 kg a 124 kg. (5).

En la tesis que tiene por título *Propuesta De Distribución De Planta Y Estudio De Trabajo Para Incrementar La Productividad En La Línea Metalmecánica En Una Empresa De Fabricación De Muebles*, 2021, realizado en la Universidad Tecnológica del Perú, 2021. La propuesta busca fomentar una distribución de planta adecuada y un análisis de las iniciativas para potenciar la productividad. (6); termina:

Se explicó detalladamente cómo, mediante la implementación de actividades centradas en la distribución de planta y el análisis del trabajo, sería posible aumentar la productividad. Se consideraron dos escenarios de pronóstico, eficiencia y eficacia, ambos con un rendimiento superior al 85%. Estos resultados representan una mejora

significativa en comparación con el actual índice de rendimiento del 67%, lo que supondría un incremento del 27% en la productividad (6).

Mediante la propuesta para implementar el estudio de métodos de trabajo, se ha logrado detallar un plan para disminuir los costos de producción de S/349.33 a S/323.21 soles, generando así un incremento del 7.5% (6).

El estudio detalló cómo la ejecución de la propuesta de distribución de planta podría recortar considerablemente los lapsos de traslado, disminuyendo de 41.85 a 16.40 minutos. Esta mejora significaría un impresionante aumento del 60.81% en la eficiencia del proceso (6).

En la tesis titulada *Propuesta De Mejora En El Ciclo De Minado Para Incrementar La Productividad En Una Empresa Minera De La Región La Libertad, 2020*, realizado en la Universidad Privada del Norte, 2021. El objetivo del estudio será evaluar la repercusión que la propuesta de mejora tendrá en el ciclo de minado, específicamente en lo que respecta a la productividad (7). La investigación finalizó con lo siguiente:

Se llegó a la conclusión, la implementación de mejoras en el trabajo de perforación dentro del ciclo de minado tiene un cambio relevante. Esto se logra a través del uso de un estudio de tiempos, una distribución eficiente mediante el método de recorrido, el establecimiento de un sistema de indicadores de operación y la implementación del COLPA (7).

Durante la fase inicial del diagnóstico, se descubrió que en el 75% de los meses analizados, la cantidad de producción por trabajador fue menor o igual a *0.172 Onzas Au / Trabajador – día*. Asimismo, se observó que la productividad también se expresaba como *351.5 Onzas Au* por cada millón de soles invertidos en costos directos (7).

Basándonos en las razones detrás de las salidas de dinero en la perforación durante el ciclo de minado, se optó por implementar un análisis de tiempos, la distribución utilizando el método de recorrido, el establecimiento de *indicadores de operación* y el uso del COLPA (7).

La empresa no necesita solicitar préstamos ya que la relación b/c de la propuesta es de *136.54*. Esto se debe a que la inversión necesaria para implementarla asciende a

12 411.33 soles , mientras que el ahorro acumulado alcanza los 1 694 591 soles anuales. Además, el Titular Minero experimenta un aumento en sus ganancias de 493500 soles al año , sumado a los beneficios derivados de la contratación (7).

2.1.3. Regionales

En la tesis titulada *Mejora De Procesos Para Incrementar La Productividad En Una Empresa Minera*, realizado en la Universidad Peruana Los Andes, 2022. La meta es analizar cómo la implementación de mejoras en los procesos afecta el aumento de la productividad en una empresa minera. Se busca comprender en qué medida estas mejoras pueden optimizar las operaciones y generar un mayor rendimiento en el contexto minero (8). La investigación terminó en:

La incorporación del perfeccionamiento en los procesos de las empresas estudiadas fue altamente exitosa, pues la productividad experimentó un incremento del 9,50 %, ya que inicialmente se tuvo un 80,86 % de productividad y con la mejora realizada pasó a un 88,54 %. Estos hallazgos destacan la importancia de optimizar el proceso relacionado con la variable independiente, ya que genera una influencia sustancial en el aumento de la productividad en el ámbito minero (8).

Luego de implementar mejoras en los procesos en las empresas encuestadas, la eficiencia aumentó en un 2,39%, pasando de tener 95,83% inicialmente de eficiencia a 98,13% con la mejora. Estos resultados confirman que las mejoras en el proceso relacionado con la variable independiente tienen un impacto considerable en el crecimiento de la eficiencia de las empresas mineras (8).

Cuando se aplicaron mejoras en los procesos de las empresas estudiadas, la eficacia aumentó de tener inicialmente 84,38% a 90,23% después, representando un incremento del 6,93%. Este resultado evidencia que las mejoras en el proceso relacionado con la variable independiente teniendo una influencia destacada en el avance de la eficacia de las empresas mineras (8).

En la tesis titulada *La Redistribución de Planta para Mejorar la Productividad en una Empresa Agroindustrial*, realizado en la Universidad Peruana Los Andes, 2021, el estudio aporta una redistribución de plantas para perfeccionar la productividad (9). La investigación terminó en:

Mediante el empleo de los métodos SLP y Guerchet, se pudo determinar el impacto de la redistribución de planta en la productividad de una empresa agroindustrial. La implementación de estas estrategias permitió aumentar la cantidad de producción del producto principal, la harina de maca extruida. Se observó que la productividad, medida como el porcentaje de elaboración del producto, aumentó del 77% al 96% entre el *pre – test* y el *pos – test*, reflejando un incremento 19%. Además, se consiguió bajar distancias de recorrido y perfeccionar el espacio requerido para cada área de trabajo. Estos cambios contribuyeron a mejorar la productividad de producción y a alcanzar los objetivos generales del proyecto (9).

Después de aplicar la redistribución de planta, se logró determinar el impacto positivo en la eficiencia de una empresa agroindustrial. Como resultado, la eficiencia aumentó en un 11%, lo que se tradujo en una producción total de 8009 kg de harina de maca extruida. Este incremento en la eficiencia evidencia el impacto positivo de la redistribución de planta en operaciones de la empresa (9).

Después de aplicar la redistribución de planta, se pudo establecer la influencia positiva en la eficacia de la empresa. Se observó un incremento significativo, pasando del 89% *en el pre – test* al 100% *en el pos – test*. Este aumento del 11% aseguró que la empresa pudiera producir el volumen programado del producto principal, la harina de maca extruida, satisfaciendo así los propósitos de elaboración fijados (9).

En la tesis de posgrado titulada *Mejora De La Productividad En Equipos De Acarreo Y Transporte De Mineral Y Desmonte En La Veta Gavia – Nivel 100, Unidad Minera Huarón*, realizado en la Universidad Continental, 2020. Se examina los indicadores operativos de aprovechamiento y acceso con el fin de mejorar la eficiencia y reducir los costos asociados a la movilidad de mineral y desmonte (10). La investigación culmina:

En el transcurso de los meses, se observó una disponibilidad del 94% como resultado del análisis de los indicadores operativos, *como la utilización y la disponibilidad*, lo que tuvo un impacto positivo en la maximización de los costos relacionados con el transporte de mineral y desmonte. Sin embargo, en los meses de abril y mayo, esta cifra disminuyó ligeramente a un 92% y 93% respectivamente. Afortunadamente, en junio, se registró una mejora, alcanzando un nivel de disponibilidad del 95% (10).

Mediante la aplicación de gestión Pareto, se identificaron las principales determinantes que comprometen el rendimiento de transporte de mineral y desmonte. Entre ellas, el transporte de mineral y desmonte con carga y sin carga destacan con una *incidencia del 48.96%*, seguido por la etapa de carguío con un *15.7%*. Además, se detectaron otras áreas con menor incidencia, como la espera del equipo (6.33%) y el reparto de guardias (4.74%) (10).

El costo unitario de transporte de mineral y desmonte se fortaleció por el crecimiento de producción. Esto se manifestó en una mejora y un aumento en el número de viajes por material, así como en un mejor aprovechamiento. Como resultado, el costo de transporte por unidad de material disminuyó de *2.2 US \$/t a 1.99 US \$/t* (10).

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Minería

Es una actividad muy importante en nuestro país, genera beneficios tanto para la empresa, contratistas que le dan servicios, para la comunidad y los trabajadores que se desempeñan en este sector.

La minería es muy importante con relación al progreso económicamente de cualquier país y fuente de riqueza que ayuda a la ser sostenible a la comunidad (11).

La cualidad que lo caracteriza es principalmente la gran cantidad de materia y su movimiento, por lo que se necesita un equipo altamente preparado, en excelentes condiciones para intervenir y trabajar durante toda su vida útil.

2.2.2. Minería no Metálica

Se refiere a la extracción de materiales que no contienen metales o no son su componente principal tales como arena, la grava, la arcilla, el yeso, la sal, la piedra caliza y los materiales para la fabricación de vidrio. Se inicia con la operación a tajo abierto, lo que implica el retiro de la cubierta vegetal y otros materiales no deseados. Luego, se llevan a cabo perforaciones y voladuras para acceder a la cantera, seguido por el transporte del elemento valioso a la zona de almacenamiento. Posteriormente, el mineral extraído se transporta a la planta de procesamiento con volquetes o fajas transportadoras, dando inicio a la etapa de beneficio (12).

Asimismo, la minería no metálica se trata de la recuperación específica de minerales y materiales de la corteza terrestre, un proceso que puede implicar la extracción masiva de materiales para obtener cantidades limitadas del producto final (13).

2.2.3. Redistribución de planta

Implica en la reestructuración de un área determinada o de toda la empresa con el fin de optimizar su distribución. Este proceso implica la realización de un estudio previo detallado sobre la empresa, así como un análisis de los datos relacionados con los procesos y productos (14) .

Asimismo, se refiere a la identificación del sitio más conveniente para una nueva instalación de producción, con la intención de mejorar la ganancia del proyecto o reducir al mínimo el costo por unidad (15).

Esta distribución puede diferir de las estructuras existentes o, en todo caso, de un nuevo proyecto de diseño. En general, estas disposiciones siguen estando bien establecidas, sin embargo, una vez que la empresa continúa creciendo, sus condiciones de operación tendrán que adaptarse a los cambios según los requerimientos, puesto que es indispensable efectuar la modificación del sistema (16).

El diseño de la planta incluye un arreglo ordenado tanto de la disposición física y partes de infraestructura. La distribución se encuentra ejecutando o desarrollo, cubre enteramente el medio básico de transferencia de recursos, almacenamiento, personas directas, y también hay grupos de ocupación y colaboradores de taller.

2.2.4. Distribución de planta

El diseño de la planta es la disposición física de los elementos de una instalación, que engloba la organización de los espacios con el propósito de mejorar la movilidad, el almacenamiento, las tareas del personal y cualquier otra actividad llevada a cabo en dicha instalación (17).

2.2.5. Tipos de distribución de planta

2.2.5.1. **Posición fija:** Este primer modelo se caracteriza por las operaciones y acciones se focalizan en un solo punto, llevando a este punto los recursos tanto humanos como materiales (15).

Beneficios:

- Permitir cambios frecuentes de productos y sucesión de operaciones
- Se acomoda a múltiples productos y necesidades intermitentes
- Es manejable porque no solicita una distribución sistematizada

2.2.5.2. **Distribución por proceso:** Este segundo tipo los procesos de un mismo producto están agrupados en una misma área de acuerdo a las características o labores que realizan (15).

Es decir, todas las máquinas e instrumentos que realicen actividades semejantes se ubican en la misma área o departamento para realizar funciones similares.

Beneficios:

- Se hace una mejor utilización de máquinas y herramientas, reduciendo así la inversión en este campo.
- Acomoda una gran proporción de elementos y alteración reiterada en serie de intervenciones.
- La producción se realiza de manera más fácil.
- Permite mayor facilidad en la continuidad de los procesos en caso de una avería o escasez de materiales.

Esto se aplica cuando las máquinas sean difíciles de trasladar y tengan elevados precios, también, cuando haya tiempos variados en los procesos y la demanda sea interrumpida o discontinua.

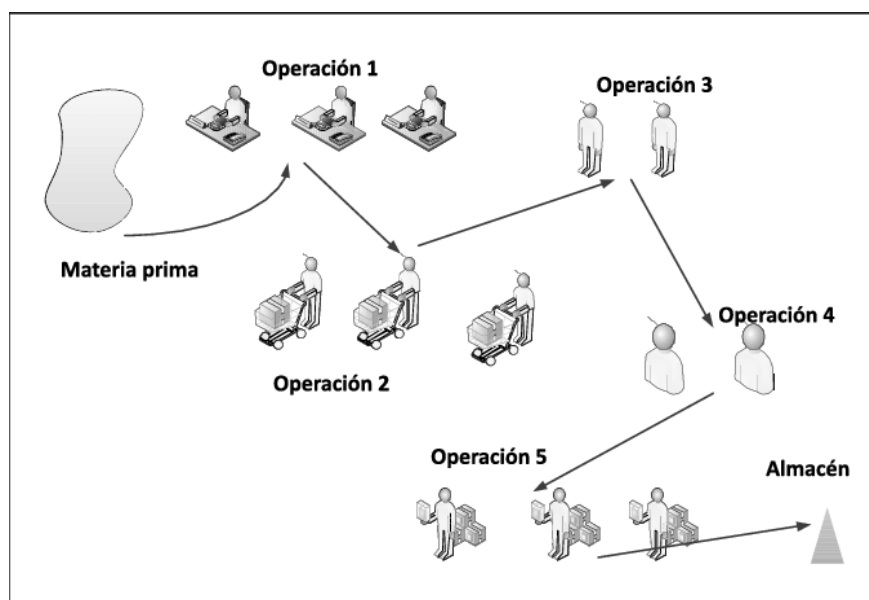


Figura 1. Optimización multi-objetivo al problema de distribución de planta

La concesión minera no metálica “El Aguila 2004” presenta una distribución por proceso, por lo que se requiere que cada operación se encuentre de manera consecutiva una tras otra, para tener una mejora en los procesos.

- 2.2.5.3. **Distribución por proceso: en cadena o por producto:** La tercera distribución corresponde a la elaboración de un producto, pero en este caso, es el producto quien está en movimiento y pasa por diferentes áreas para su elaboración necesitando una secuencia que se repite (15).

Beneficios:

- Mano de obra más eficiente debido a una mayor especialización y fácil de entrenar
- Congestión y superficie ocupada
- Reducir la cuantía de material en procesamiento, reduciendo así la duración de obtención y el financiamiento

2.2.6. Factores

2.2.6.1. Factor Material

Para mantener un nivel competitivo, las empresas deben perfeccionar el uso de los recursos. Esto significa implementar una buena gestión de materiales. Contar con información sobre la ubicación detallada de cada material utilizado en el transcurso de producción permite a la organización responder rápidamente a los requisitos de producción y obtener una ventaja competitiva. Por ello, la instalación debe planificarse teniendo en cuenta el factor material (15).

2.2.6.2. Factor Movimiento

El manejo de un material o producto incluye moverlo desde un punto de recepción hasta un punto de distribución. Por lo tanto, si esto no se hace de manera efectiva, los costos operativos aumentarán y los tiempos de entrega deberán acortarse, lo que reducirá la calidad del servicio (15).

2.2.6.3. Factor Hombre

Se describe mediante una relación entre los miembros de una organización disponen del espacio necesario para desarrollar sus actividades y respetan en todo momento el estado de seguridad y salud (15).

2.2.6.4. Factor Edificio

Este elemento es fundamental, ya que debe garantizar el bienestar físico y la seguridad para poder realizar la actividad de forma eficaz. Se deben considerar las circunstancias pequeñas de solidez del sitio y de la instalación (15).

2.2.6.5. Factor maquinaria

Es esencial calcular el total de máquinas necesarias para satisfacer la producción deseada al establecer la escala de la planta y considerar el segmento de mercado. Esto debe a que la cantidad de máquinas tendrá un impacto directo en los requisitos de espacio para la disposición de la planta (15).

2.2.6.6. Factor servicio

Un trabajo que implica factores físicos y humanos y debe asignarse razonablemente para satisfacer la necesidad de las operaciones comerciales. Cabe mencionar que en una planta hay diferentes funciones como: Relativos al hombre, material, maquinaria y edificio (15).

2.2.6.7. Factor espera

Crear espacios apropiados para esta actividad dentro y fuera de la instalación se vuelve fundamental, ya que figura el momento de espera donde se producen en el curso. Además de esperar a que se interrumpa el producto, se debe colocar una zona que no perjudique su calidad ni sus prestaciones (15).

2.2.6.8. Factor cambio

La distribución necesita ser capaz de ajustarse a programas venideros, creciendo, mejorando o aminorando conforme a la necesidad de la empresa, por ende, aun así, no debería demandar muchos recursos (15).

2.2.7. Productividad

La productividad, en esencia, se concibe como un indicador de eficiencia que relaciona la cifra de producción resultante por un sistema productivo y los recursos empleados para ello. Se entiende como la asociación entre los resultados obtenidos y la duración empleada en obtenerlos: en tanto que menos tiempo se requiera para alcanzar el fin previsto (18).

La productividad se podría precisar como la relación entre el recurso utilizado y la cantidad de producto generado. Por lo tanto, se busca una determinación de mejora en la productividad, donde se incrementa la producción, generando una reducción en los recursos utilizados, en un sistema productivo u originando ambos efectos conjuntamente (19).

También, se define que productividad guarda relación sobre los recursos empleados y bienes producidos.

Importancia:

El acrecentamiento de la productividad en las empresas se fue consiguiendo servicios que demuestran un mayor beneficio con relación a los clientes, y mejor retorno de los activos y un buen rendimiento (20).

Intensificar la productividad ayuda a que la empresa se destaque y compita a nivel local y global.

Según lo mencionado anteriormente, se calculará la productividad de la siguiente manera:

$$\text{Productividad} = \text{Eficiencia} \times \text{Eficacia}$$

Donde:

- $\text{Eficiencia} = \frac{H-H \text{ ACTUALES}}{H-H \text{ ESTIMADAS}} * 100\%$
- $\text{Eficacia} = \frac{\text{TIEMPO ESTIMADO DE PROCESO}}{\text{TIEMPO ACTUAL DE PROCESO}} * 100\%$

Incremento de la productividad:

Si se incrementa la productividad produciendo más cantidad al mismo usando los mismos recursos a un costo inferior se usa la siguiente fórmula:

$$\Delta p = \frac{P2 - P1}{P1} * 100\%$$

Donde:

- $\Delta p = \text{incremento de la productividad}$
- $p2 = \text{productividad final}$
- $p1 = \text{productividad inicial}$

2.2.8. Eficacia

Índice de logros

$$\frac{\text{Producción real}}{\text{Producción esperada}} * 100\%$$

La eficacia es el nivel de obtención de metas y objetivos, donde logremos lo que nos proponemos, por ende, se tiene en cuenta dichas variables que modifiquen el futuro. Por ello, se plantea una innovación, para exigir que la persona aumente su capacidad de raciocinio, para que alcance el éxito, sin tener en cuenta el fracaso.

2.2.9. Eficiencia

Tiempo de producción

$$\frac{\text{TIEMPO ESTIMADO DE PROCESO}}{\text{TIEMPO ACTUAL DE PROCESO}} * 100\%$$

La eficiencia, por definición, es culminar una labor usando lo menos posible de tiempo y esfuerzo en su aplicación. En el ambiente laboral, el término eficiencia generalmente se refiere al trabajo realizado por los empleados.

Este concepto es fundamental para cualquier actividad económica, ya que todas las empresas aspiran a obtener beneficios y rentabilidad. Por lo tanto, se evitan gastos o inversiones superfluas que no contribuyan directamente a las actividades.

Por otra parte, Tórrez afirma que se pueden observar de dos maneras la eficiencia y la eficacia, el primero hace alusión a ser eficiente sin ocasionar desperdicios y por otro lado no ser eficaz sin lograr las metas que se define la empresa (22).

La eficiencia es la suficiencia de adquirir un objetivo en específico, pero con el resultado de lograr la misma meta trazada por la organización o en el menor tiempo posible.

En definitiva, la eficiencia surge cuando hay participación de la mínima medida de recursos para lograr la misma meta. O, por el contrario, se consiguen más metas con el mismo o menos recurso.

2.2.10. Necesidad de Mano de Obra

La necesidad de mano de obra hace referencia a la cantidad de trabajadores o empleados necesarios para llevar a cabo tareas específicas en el marco de una empresa o proyecto. Este requisito se evalúa teniendo en cuenta diversos factores, tales como el volumen de producción, la complejidad de las funciones, los plazos establecidos y la disponibilidad de horas-hombre. La identificación precisa de la demanda de fuerza laboral resulta fundamental para planificar de manera efectiva la dotación de personal, asegurar la eficiencia operativa y lograr los objetivos de producción o servicio de una organización (15).

Para determinar la cantidad de empleados requeridos, se necesitan:

- El tiempo estándar expresado en horas-hombre por unidad de producción
- La cantidad de producción necesaria dentro de un periodo de tiempo específico
- El número de horas-hombre disponibles durante ese periodo

La fórmula empleada para este cálculo es la siguiente:

$$\text{Número de operarios (N)} = \frac{\text{Requerimientos de h-h por periodo}}{\text{h-h disponibles por periodo}}$$

Donde:

$$\text{Requerimiento de h-h por periodo} = \text{h-h por unidad} \cdot \text{Requerimiento de producción por periodo}$$

2.2.11. Diagrama de pareto

Basado en el principio de Pareto, es una herramienta de gestión que ayuda a detectar y organizar los problemas o sus causas de problemas en un conjunto de datos. Es un gráfico de barras donde las barras se ordenan de mayor a menor según la frecuencia o

el impacto de cada causa. También, muestra una línea que representa la acumulación porcentual del total, lo que agiliza la detección de causas prioritarias.

Las ventajas de usarlo de esta herramienta son las siguientes: Se indica el problema que debe de abordar primero, se enumeran en orden cronológico desde el más influyente hasta el menos influyente y simplifica el proceso en la toma de decisión al cuantificar la información para que pueda compararse en función de datos fácticos.

2.2.12. Diagrama de Ishikawa

El diagrama de Ishikawa, o diagrama de causa y efecto, es una herramienta de calidad empleada para analizar y representar las múltiples causas que podrían estar relacionadas con un problema particular. Su representación se asemeja a una espina dorsal de pez, donde la cabeza del pez representa el problema y las espinas representan las diferentes categorías de causas que podrían estar contribuyendo a ese problema.

El propósito de la herramienta es contribuir a los grupos de investigación a descubrir los distintos modelos de causalidad que afectan los problemas. Los principales son seleccionados y clasificados. Un buen detalle tiene forma de espiga, por eso tiene un nombre diferente. La principal característica que presenta es que los problemas se sitúan en el lado derecho del diagrama, con diferentes tipos de causas primarias para cada efecto, que se pueden resumir en las conocidas como 4Ms: máquinas, materiales y métodos. y medir

Para elaborar el diagrama de Ishikawa, se tiene que tener en cuenta lo siguiente:

- Definir el problema
- Determinar el conjunto de causas
- Colaboración de los participantes de grupo en una sesión de ideas
- Verificación de ideas

2.2.13. Registros

Son archivos destinados a documentar detalles significativos acerca de diferentes actividades y procesos vinculados a la fabricación de cal. Estos documentos pueden abarcar información sobre la materia prima empleada, los procedimientos de producción, la gestión del control de calidad, el mantenimiento de equipos, la seguridad en el trabajo, el monitoreo ambiental y otras áreas relevantes para asegurar el funcionamiento óptimo y seguro de la planta.

2.2.14. Diagrama de operaciones de proceso (DOP)

El diagrama DOP describe detalladamente las tareas y controles necesarios para la fabricación del producto, así como el orden preciso en el que se llevarán a cabo estas actividades. (15) usando símbolos de operación, operación combinada, inspección. Dentro de este gráfico se colocan las entradas y salidas.

Este diagrama muestra las operaciones para efectuar las operaciones sucesivas cronológicas y los materiales que son usados. No toma en cuidado quien hace ni dónde se realiza. Su importancia radica en que brinda una imagen clara de todo el proceso, asimismo facilita el estudio de las fases sistemáticamente y se puede optimizar materiales, así como reducción de tiempo improductivo (15).

En resumen, un Diagrama de Operaciones de Proceso (DOP), es una representación gráfica que involucra todos los procesos que conlleva su elaboración, esto con un orden y secuencia para su comprensión, así como estandarizar el proceso y obtener productos de calidad.

2.2.15. Diagrama de análisis de procesos (DAP)

Es una representación visual que ilustra el progreso del proceso productivo a lo largo del tiempo. Describe detalladamente las actividades involucradas en el proceso y proporciona información sobre la duración de cada una de estas actividades (15).

Ahí, se detallan la cantidad de material usado, las distancias recorridas, el tiempo de trabajo y el equipo que se utiliza, en este diagrama se muestra la manipulación del material.

Tipos:

- DAP para el producto: Aquí los procesos se relacionan por medio del producto o material.
- DAP para las personas: El proceso se realiza con las tareas que realiza una o más personas.
- DAP para equipos: En este punto las actividades están relacionadas a un equipo.

En este diagrama, se registran las ocupaciones íntegramente del proceso de producción incluyendo los tiempos que toma, así como los avances y retrasos que puedan ocurrir, para ello, considera símbolos de operación, demoras, transporte y almacén.

2.2.16. Diagrama relacional de recorrido

Es una valiosa técnica que implica la observación gráfica de las acciones llevadas a cabo en un entorno de trabajo, teniendo en cuenta su cercanía entre sí. Este método

aprovecha la proximidad y la intensidad del recorrido planificado para minimizar las distancias dentro del área laboral. Al basarse en la observación visual de las actividades y considerar su proximidad, esta técnica busca optimizar el recorrido y minimizar la distancia en el ámbito del trabajo (16).

Es una herramienta que muestra gráficamente el flujo de trabajo y, de acuerdo a ello, se identifica si en algunas áreas hay retrasos o embotellamientos que perjudiquen la producción, de esta forma se analiza y se propone mejoras de una acertada distribución de planta.

En resumen, representa una parte crucial de la distribución de planta, de cada tarea junto con el flujo que siguen los trabajadores, máquinas, equipos y materiales.

2.2.17. Diagrama relacional de actividades

Este diagrama, que presenta una disposición organizada en diagonal, ilustra las relaciones de cercanía entre cada actividad, función o sector con todas las demás actividades del proceso de manera estructurada y visualmente clara (15).

También, se le conoce como diagrama de análisis de afinidades donde tienen como objetivo conocer la ubicación del área en específico de acuerdo con un criterio de importancia de relación de cada una de las áreas.

En conclusión, se representa gráficamente las actividades mediante líneas o nodos expresando la relación que tiene un área con otra mediante un cierto criterio que siguen sin son necesarios, importantes, normales, sin importancia y no recomendable.

2.2.18. Método Guerchet

El método Guerchet ayuda a determinar el tamaño de la instalación, calculando áreas físicas que se requieren en la planta de acuerdo a cantidad de operarios, maquinarias, materiales y recursos, contando con 3 superficies que son: estático, gravitacional y de evolución (15).

Los autores mencionan que por cada elemento se realiza el cálculo de tres superficies representadas por la siguiente fórmula.

$$ST = n(Ss + Sg + Se)$$

Donde:

ST = superficie total

Ss = superficie estática

Sg = superficie estática

Se = superficie estática

Se = superficie de evolución

$n = \text{número de elementos móviles o estáticos de un tipo}$

Superficie Estática (Ss):

"Área asignada a maquinaria y equipos en un plano horizontal, se presenta con la siguiente fórmula:" (15)

$$Ss = \text{largo} \times \text{ancho}$$

Superficie gravitacional (Sg):

"Esta área corresponde al que será utilizado por el operario, para su movimiento y el flujo de materiales"

$$Sg = Ss \times N$$

Siendo:

$$N = \text{número de lados}$$

$$Ss = \text{superficie estática}$$

Superficie de evolución (Se):

En esta área, se realiza el desplazamiento del personal y la transferencia de materiales y recursos, utilizando el coeficiente K como indicador de la proporción de elevación tanto de elementos móviles como estáticos (15).

$$Se = (Ss + Sg)k$$

2.3. Definición de términos básicos

- 2.3.1. **Distribución de planta:** Colocación sistemática de componentes que integran la empresa.
- 2.3.2. **Eficacia:** Según la Norma Internacional ISO 9000 figura como "grado en el que ejercen acciones previstas y se cumplen los planes fijados" (21).
Hace referencia al nivel de cumplimiento de objetivos planificados y los recursos utilizados para su obtención.
- 2.3.3. **Eficiencia:** Según la Norma Internacional ISO 9000 figura como "Conexión entre los logros alcanzados y recursos empleados" (21).
- 2.3.4. **Proceso:** De acuerdo con la Norma Internacional ISO 9000 significa "Serie de acciones entrelazadas, recurriendo a los elementos de entrada para obtener un resultado anticipado" (21).

- 2.3.5. **Productividad:** Proporción de productos o servicios ocasionados por insumos de cada elemento empleado en una unidad de tiempo.
- 2.3.6. **Sistema de producción:** Es aquel proceso que transforma materiales y recursos en un producto listo para ser entregado a los clientes, con un control de calidad adecuado.
- 2.3.7. **SLP:** Ubica áreas con amplias relaciones y frecuencia, donde se utilizan métodos para ayudar a tener un mejor proceso.

3. CAPÍTULO III: METODOLOGÍA

3.1. Método, tipo o alcance de la investigación

3.1.1. Método de investigación

Es científico, es un repertorio de la situación en la vida real, estos son clasificados y luego agrupados para obtener información relevante de acuerdo al problema de investigación que se está estudiando (22).

En la RAE, se precisa como un procedimiento basado en la ciencia para averiguar y observar la verdad, de esta manera mostrarla.

El método se basa en observar, calcular y comprobar los resultados a través de las hipótesis para llegar a una conclusión.

3.1.2. Tipo de investigación

Es aplicada, se focaliza en el resultado de un problema de productividad en la empresa “EL AGUILA 2004”. Se plantea emplear herramientas que existen y verificadas para ejecutar los objetivos planteados. Mediante ello se llevará a cabo una comparación de lo propuesto y actual.

3.1.3. Nivel de investigación

Descriptivo pues se detallan características que influyen al problema identificado con la variable redistribución de planta para ello se utilizan criterios para estudiar el comportamiento de los fenómenos a tratar. En un estudio descriptivo se elige una gama de interrogaciones, donde se recoge detalles con respecto a cada uno de ellos, así pues, explicar lo indagado (23).

3.1.4. Diseño de la investigación

No experimental o de campo, como las 2 variables que son tanto independiente (redistribución de planta) y la dependiente(productividad), no serán manipuladas ni controladas. Por consiguiente, no se desarrolla un manejo inmediato de tales variables ni se alcanza predominar en ellas; se apoya en la observación de fenómenos en su contexto natural para luego examinarlos.

3.1.5. Población

Está constituido por todos los procesos de producción que forman parte de la elaboración de cal pulverizada de la Concesión Minera No Metálica “EL AGUILA 2004”.

3.1.6. Muestra

Constituido por todos los procesos de producción que forman parte de la elaboración de cal pulverizada de la Concesión Minera No Metálica “EL AGUILA 2004”.

3.1.7. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Observación: Estrategia para adquirir y recolectar datos o información que sea beneficiosa para la investigación. Se estableció un modelo para identificar las tareas que se efectivizan en los procedimientos tales como diagrama de operaciones, diagrama de recorrido, entre otros pertenecientes al método SLP y el método Guerchet, de esta forma, identificar fallas o situaciones que repercutan en toda la producción.

Encuestas: Necesario para recabar datos pertinentes al problema identificado, es una técnica que aplica estrategias normalizados de investigación a través de los cuales se recopila y examina datos de un grupo de casos que refleja una muestra significativa del conjunto poblacional o del universo más amplio, sobre el que se procura examinar y/o dilucidar características (24).

Instrumentos de recolección de datos:

- Fichas de observación donde se especifica la producción diaria, semanal y mensual de producción de cal
- Fichas de diagramas de procesos

3.1.8. Procedimiento de la recolección de datos

Para realizar esta investigación, se requirió solicitar aprobaciones correspondientes al gerente general de la empresa.

Posteriormente, se recabó y evaluó la información actual de la empresa bajo los indicadores de datos de producción: poder de procesar, pericia por la función de los recursos disponibles y potencial operativa.

Asimismo, se analizará los diagramas correspondientes a los procesos teniendo un (actual y propuesto):

- Diagrama de Ishikawa
- Gráfico de Pareto
- Diagrama de Operaciones del Proceso (DOP)
- Diagrama Analítico del Proceso (DAP)
- Análisis de recorrido de las actividades de producción
- Diagrama relacional de actividades
- Diagrama relacional de espacios
- Diagrama de distribución de planta

- Cálculo de las superficies a base del método Guerchet
- Elaborar la propuesta de redistribución de planta

3.2. Materiales y Métodos (aplicación de la ingeniería)

Los instrumentos que se utilizarán para realizar los cálculos y un análisis de los factores de distribución de planta serán:

- Diagrama de Ishikawa y Pareto para percibir las dificultades más pertinentes dentro de la fase de diagnósticos en la empresa EL AGUILA 2004
- Diagrama DOP que es una herramienta que muestra las operaciones de todo el proceso para efectuar las operaciones siguientes en orden y los materiales que son usados
- Diagrama DAP donde se anota las actividades de todo el proceso de producción incluyendo los tiempos que toma, así como los avances y retrasos que puedan ocurrir
- Diagrama relacional de recorrido es una ilustración de la distribución de planta y la relación de sus tareas, muestra la posición de todas las actividades de los procesos.
- Diagrama relacional de actividades se representa gráficamente las actividades mediante líneas o nodos expresando la relación que tiene un área con otra mediante un cierto criterio que siguen sin son necesarios, importantes, normales, sin importancia y no recomendable.
- Disposición ideal una ruta ideal que busca trazar una ruta exacta y une el área previamente delimitada y medida con el área designada
- Guerchet permite determinar las áreas y el cálculo de los espacios físicos de acuerdo a la cantidad de maquinaria, herramientas, operarios, recursos, flujo de trabajo entre otros para una óptima distribución.

4. CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Presentación de resultados

4.1.1. Diagnóstico situacional

4.1.1.1. Ubicación de la mina

La Concesión Minera No Metálica “EL AGUILA 2004” está establecida en el km 12, vía asfaltada Huancavelica-Lircay, CP Pampachacra, provincia y región de Huancavelica.



Latitud Sur: 12° 48' 24.1" S (-12.80670812000)

Longitud Oeste: 74° 55' 12.4" W (-74.92009745000)

Altitud: 3998 m s. n. m.

4.1.1.2. Razón social

Concesión minera no metálica “El Aguila 2004”.

4.1.1.3. Rubro, actividad económica

Rubro minero

4.1.1.4. Breve reseña histórica de la empresa

La Concesión Minera No Metálica “EL AGUILA 2004” está situada en la provincia y región de Huancavelica; en el año 2004, consiguió la aprobación del estado para iniciar sus operaciones en extracción de cal con una capacidad de 100 Tn mensual en promedio.

Desde que inició sus actividades, ha ido abasteciendo con sus productos a las entidades públicas y privadas del país, satisfaciendo las necesidades de la cartera de clientes que cuenta la concesión minera, esto demuestra que la

empresa representa un gran sector para la economía de la Región de Huancavelica y de igual manera para el país ya que hay un mayor movimiento económico.

4.1.1.5. Visión

La visión de la empresa minera no metálica “EL AGUILA 2004” es el de poder ser preferida en la nación por todos los clientes, empleados y grupos de interés, por las prácticas realizadas a nivel de gestión y operación.

4.1.1.6. Misión

Tiene como misión ofrecer productos de óptima calidad a sus clientes, utilizando innovación tecnológica, la cual genera valor a la productividad del proyecto, conjuntamente con una buena relación entre su funcionalidad de actividades, las autoridades, las comunidades y el medio ambiente.

4.1.1.7. Responsabilidad Social

La empresa contribuye con el desempeño de las actividades agrícolas locales del sector de Pampachacra, Huancavelica, Huancavelica es por ello que se destinan fondos o donaciones para el beneficio de la comunidad o también se les hace entrega de productos necesarios para la agricultura. Asimismo, genera empleo a la población.

4.1.1.8. Proceso de elaboración de cal

Acto seguido, se realiza la especificación del proceso de producción, las cuales son:

- **Exploración**

Lo primero que hizo fue revisar la zona geográfica para indagar si hay evidencia de probables yacimientos minerales. Todo ello, se llevó a cabo mediante mapas geológicos, imágenes satelitales entre otros instrumentos. Finalmente se identificó el área en específico, donde se registró la ubicación y características de la roca caliza, cabe mencionar que para su explotación se opta por el sistema de rajo abierto; las acumulaciones pueden ser de óxido de calcio (CaO de 41 a 45%).

- **Perforación**

Se realiza la perforación con el propósito de hacer huecos en la roca mediante el uso de taladros y barrenos.

- **Extracción**

El proceso de producción de cal comienza con extracción de materia prima (roca caliza) o también llamado carbonato de calcio (CaCO_3) extraído de una cantera previamente seleccionada usando el barreno y rotomartillo.

- Trituración

La materia prima pasa a una operación de trituración mediante picos, lampa y comba para obtener tamaños homogéneos y pequeños de aproximadamente 2 in, si los trozos superan el tamaño establecido pasan a una segunda etapa de trituración para posteriormente ser verificados y aprobados.

- Precalentado

Para realizar el precalentado se utiliza la leña, y se coloca en la parte inferior del horno por 30 min, la temperatura que alcanza es de 100°C .

- Calcinación

Después del precalentado se incorpora la roca caliza (CaCO_3) ya fragmentada en trozos homogéneos; la calcinación llega a una temperatura aproximada de 900°C . La reacción química que corresponde es $\text{CaCO}_3 + \text{Q} \Rightarrow \text{CaO} + \text{CO}_2$ donde se pierde el dióxido de carbono.

- Hidratación

La cal viva u óxido de calcio pasa a la operación de hidratación donde se agrega agua potable en un 20% del peso total, al estar en contacto con el agua se convierte en un polvo blanco que tiene por nombre cal hidratada, en este proceso se produce una reacción exotérmica con una reacción química $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} \Rightarrow \text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{Q}$.

- Tamizado

La cal pulverizada pasa a un tamizado para obtener un producto más fino con una medida inferior a $2,5\ \mu\text{m}$ y separar las impurezas que puedan encontrarse.

- Envase

Luego de ello, se procede a empaquetar la cal pulverizada en sacos de aproximadamente 50 kg para su comercialización.

4.1.1.9. Diagrama de Ishikawa

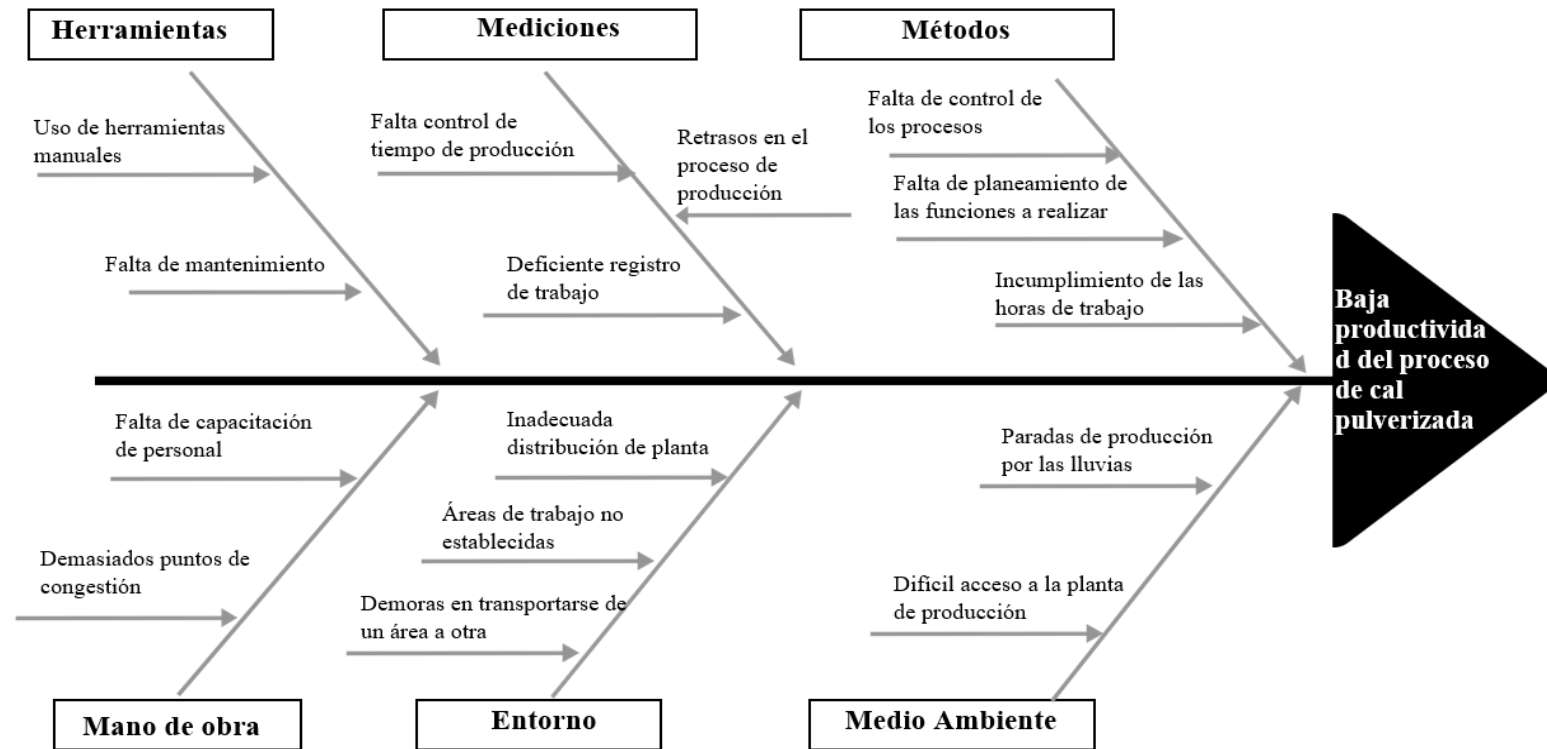


Figura 2. Diagrama de Ishikawa

De acuerdo con las técnicas de recolección de datos del área de operaciones de la empresa minera no metálica “EL AGUILA 2004”, se obtuvo lo siguiente:

4.1.1.10. Gráfico de Pareto

Luego de identificar el problema: Baja productividad del proceso de cal se enumeraron las razones que desencadenan la capacidad productiva del proceso de cal pulverizada, donde utilizando un cuadro de evaluación de causa en una escala de 1 a 5, 1 = *totalmente en desacuerdo*; 5 = *totalmente de acuerdo* según su impacto en distintos parámetros de evaluación, como económico y tiempo. Los resultados de esta calificación se presentan en la Tabla 2.

Ver [ANEXO 3: INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS- ENCUESTA](#)

Tabla 2. Evaluación de causas del problema identificado

Nº	CAUSAS DEL PROBLEMA	ECONOMICO	TIEMPO	TOTAL
1	Uso de herramientas artesanales	2	3	5
2	Falta de mantenimiento	1	2	3
3	Retrasos en el proceso de producción	4	5	9
4	Deficiente registro de trabajo	1	2	3
5	Falta de control de los procesos	3	3	6
6	Falta de planeamiento de las funciones a realizar	1	1	2
7	Incumplimiento de las horas de trabajo	1	1	2
8	Falta de capacitación de personal	2	2	4
9	Demasiados puntos de congestión	1	1	2
10	Tiempos oscios entre estaciones	4	4	8
11	Áreas de trabajo no establecidas	1	1	2
12	Demoras en transportarse de un área a otra	4	5	9
13	Paradas de producción por las lluvias	1	1	2
14	Tiempo improductivo	5	5	10
15	Inadecuada ubicación de las area de trabajo	5	5	10

De acuerdo al impacto de las causas, se graficó un Diagrama de Pareto para proponer una alternativa a los principales problemas a continuación.

Tabla 3. Causas del problema identificado

Nº	PROBLEMA	FRECUENCIA	%	ACUMULADO	%ACUMULADO
1	Tiempo improductivo	10	12.99%	10	12.99%
2	Inadecuada ubicación de las area de trabajo	10	12.99%	20	25.97%
3	Demoras en transportarse de un área a otra	9	11.69%	29	37.66%
4	Retrasos en el proceso de producción	9	11.69%	38	49.35%
5	Tiempos oscios entre estaciones	8	10.39%	46	59.74%
6	Falta de control de los procesos	6	7.79%	52	67.53%
7	Uso de herramientas artesanales	5	6.49%	57	74.03%
8	Falta de capacitación de personal	4	5.19%	61	79.22%
9	Falta de mantenimiento	3	3.90%	64	83.12%
10	Deficiente registro de trabajo	3	3.90%	67	87.01%
11	Falta de planeamiento de las funciones a realizar	2	2.60%	69	89.61%
12	Incumplimiento de las horas de trabajo	2	2.60%	71	92.21%
13	Áreas de trabajo no establecidas	2	2.60%	73	94.81%
14	Paradas de producción por las lluvias	2	2.60%	75	97.40%
15	Demasiados puntos de congestión	2	2.60%	77	100.00%
TOTAL		77	100.00%		

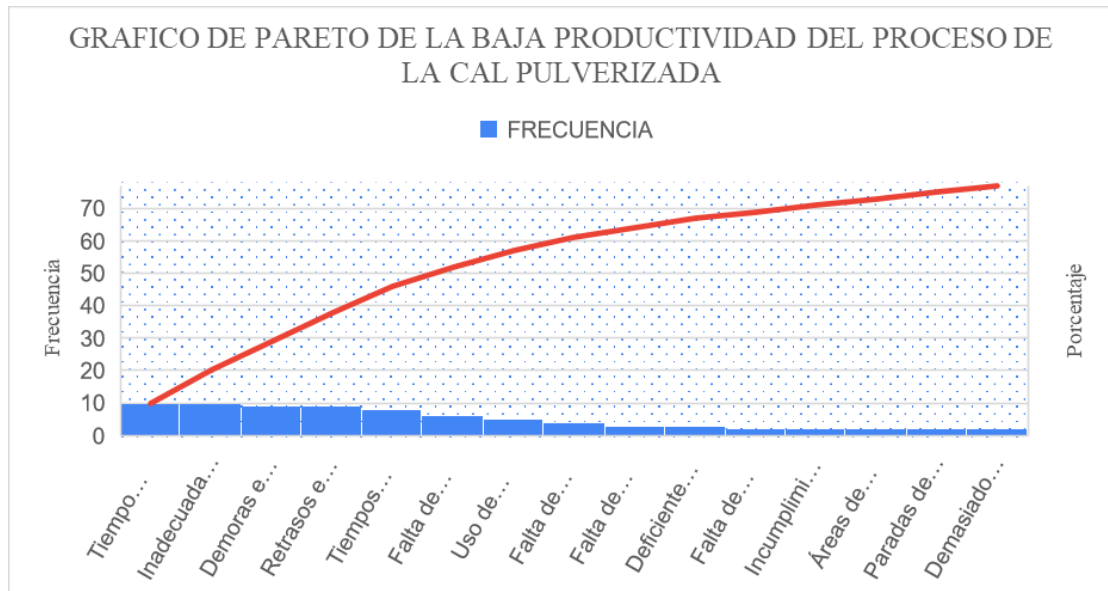


Figura 3. Gráfico de Pareto

De acuerdo a la **Figura 3**, se observa que las causas más incidentes del proceso de cal pulverizada de la empresa minera no metálica “EL AGUILA 2004” son el tiempo improductivo, Inadecuada ubicación de las áreas de trabajo, Demoras en transportaste de un área a otra, Retrasos en el proceso de producción, Tiempos ocios entre estaciones, Falta de control de los procesos y el uso de herramientas artesanales llegando a un porcentaje de 79.22% siendo las causas más frecuentes la inadecuada distribución de planta que se deben de solucionar y dar prioridad.

Ver validación de instrumentos de recolección de datos [ANEXO 07](#) Y [ANEXO 08](#)

Situación actual de planta:



Figura 4. Herramientas manuales usadas en planta

- En la **Figura 4**, se evidencia la utilización de herramientas manuales como: pico, lampa, carretilla industrial, donde no se tienen una ubicación establecida, interrumpiendo el paso a los operarios en planta.



Figura 5. Cal viva después del proceso de calcinación

- En la **Figura 5**, durante la operación de calcinación, se observa una limitación en la capacidad de las carretillas asignadas para el transporte del producto calcinado. La escasa cantidad de carretillas resulta en una dispersión no planificada del material en el suelo, generando así una pérdida significativa de tiempo operativo.



Figura 6. Verificación del material acumulado

- En la **Figura 6**, se evidencia que el producto terminado carece de un espacio asignado o marcado para su almacenamiento, provocando que los sacos de cal pulverizada queden extendidos por el suelo y muchas veces las bolsas se quiebran, lo cual incide directamente en demoras significativas en el flujo del proceso productivo.



Figura 7. Envasado de cal hidratada en sacos de polipropileno

- En la **Figura 7**, se observa que la cal pulverizada es envasada en sacos de polipropileno de 50 kg cada uno, lo cual no es recomendable por la Norma Básica de Ergonomía que afirma que el operario debe de cargar un peso máximo de 25kg (25).

4.1.2. Metodología Systematic Layout Planning

4.1.2.1. Diagrama de Operaciones del Proceso (DOP) - Actual

Se describen las actividades que se hacen para adquirir la cal pulverizada donde se ubican 7 operaciones, 2 inspecciones y 1 operación combinada. Todas las actividades las realizan 4 operarios de forma consecutiva.

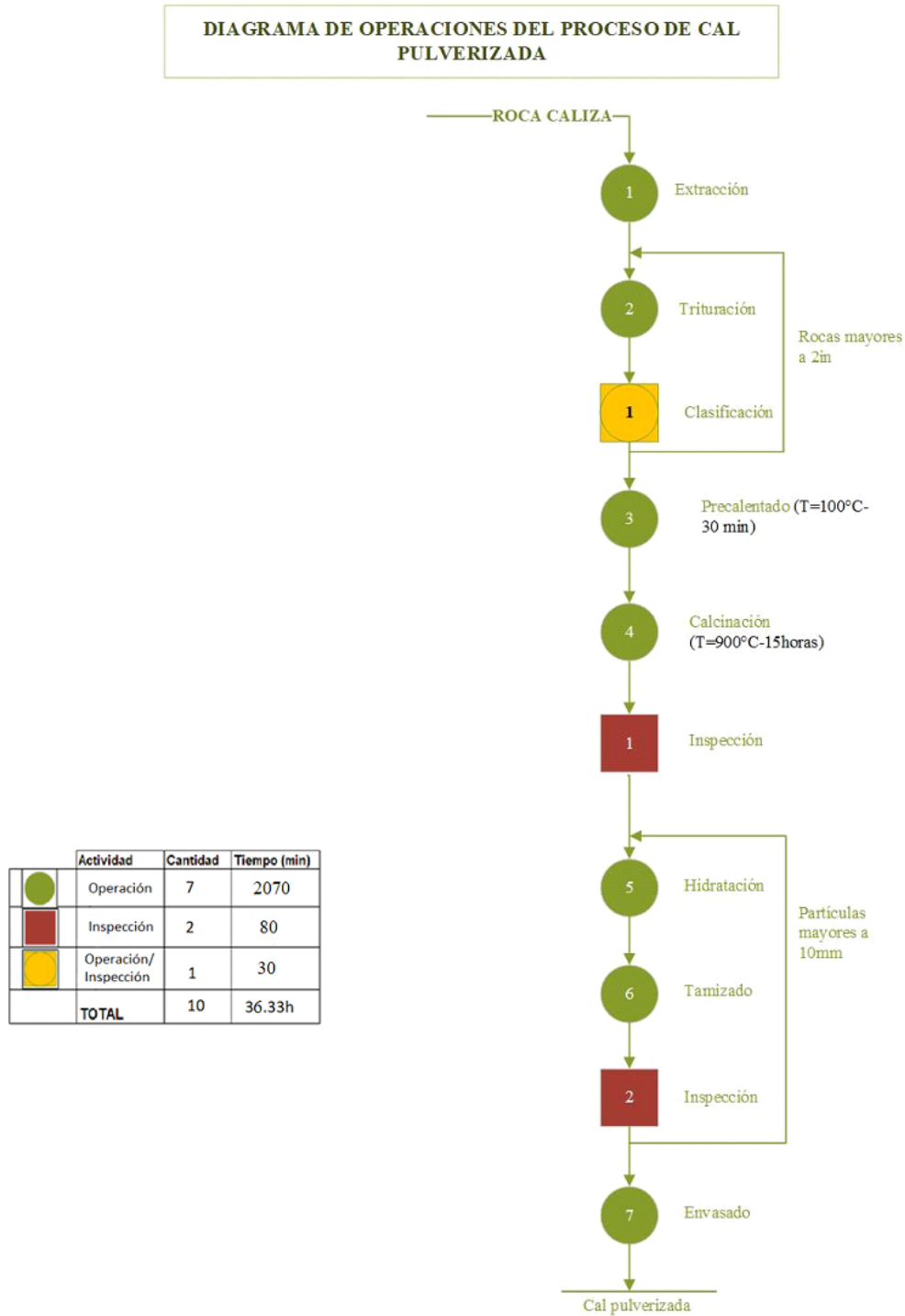


Figura 8. Diagrama del proceso actual

Proceso productivo de la cal pulverizada para la cantidad de 10 Tn correspondiente a la **Figura 8**.

- La producción de cal comienza con extracción de materia prima (roca caliza) o también llamado carbonato de calcio (CaCO_3), esta actividad se realiza en 240 min.
- La materia prima pasa a una operación de trituración mediante picos, lampa y comba para obtener tamaños homogéneos y pequeños de aproximadamente 2 in, esta actividad se realiza en 120 min.
- Luego, se realiza una clasificación a las rocas trituradas si los trozos superan el tamaño establecido pasan a una segunda etapa de trituración para posteriormente ser verificados y aprobados, se realiza en 30 min.
- Para realizar el precalentado, se utiliza la leña, y se coloca en la parte inferior del horno por 30 min, la temperatura que alcanza es de 100°C .
- Después del precalentado, se incorpora la roca caliza (CaCO_3) ya fragmentada en trozos homogéneos; la calcinación llega a una temperatura aproximada de 900°C ; esta actividad se realiza en 900 min; posterior a ello, se pasa a una inspección de 40 min.
- La cal viva u óxido de calcio pasa a la operación de hidratación donde se agrega agua potable de 300 litros, al interactuar con el agua, cambia su estado en un polvo blanco que tiene por nombre cal hidratada, en este proceso, se produce una reacción exotérmica con una reacción química; esta actividad se realiza en 270 min.
- La cal pulverizada pasa a un tamizado para obtener un producto más fino con una medida inferior a $2,5\ \mu\text{m}$ y separar las impurezas que puedan encontrarse, esta actividad se realiza en 150 min.
- Seguidamente, se lleva a cabo otra inspección, si las partículas son mayores a 10 mm, pasa nuevamente a la operación de hidratación, esta actividad se realiza en 40 min.
- Luego de ello, se procede a empaquetar la cal pulverizada en sacos de aproximadamente 50 kg para su comercialización, esta actividad se realiza en 360 min.

Cantidad de trabajadores actuales:

Tabla 4. *Relación de trabajadores actuales*

Nº	PERSONAL
1	A
2	B
3	C
4	D

Nota: Los trabajadores en planta actual son 4 asignados por: A,B,C,D

Programación de actividades actual

Tabla 5. *Programación de actividades*

	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SABADO
Extracción	A,B,C,D			A,B,C,D		
Trituración	A,B,C,D			A,B,C,D		
Clasificación	A,B			A,B		
Precalentado	C,D			C,D		
Calcinación	A,B,C,D			A,B,C,D		
Inspección		A,B			A,B	
Hidratación		A,B,C,D			A,B,C,D	
Tamizado		A,B,C,D			A,B,C,D	
Inspección			D			D
Envasado			A,B,C,D			A,B,C,D

Nota: A los trabajadores en planta se les asignan diferentes actividades por día para la obtención de la cal pulverizada.

4.1.2.2. Estudio de tiempos

Se realizó un análisis detallado de la elaboración de cal, abarcando todas las actividades implicadas en la producción. La recolección de datos de tiempo se produjo a lo largo de tres semanas, en las cuales se registraron dos ciclos de producción por semana, resultando en un total de seis tomas de tiempo en el transcurso de la evaluación en la planta de producción. Este estudio fue llevado a cabo con un operario calificado, con experiencia en el sector y habilidades adecuadas para desempeñar sus funciones de manera eficiente. Además, el ambiente de trabajo fue idóneo: amplio y bien ventilado, con una iluminación adecuada y sin interferencias de ruido. Estas condiciones ambientales fueron valoradas en un 100% óptimas, permitiendo que el desempeño del operario no estuviera afectado por factores externos.

Tabla 6. Hoja de Observación de tiempos del proceso de elaboración de cal

N	ACTIVIDADES	CICLOS TOMADOS EN MINUTOS						PROMEDIO	VALORACION	TIEMPO NORMAL	SUPLEMENTOS	TIEMPO ESTANDAR($tiempo\ normal \times (1 + \%suplemento)$)
	PROCESOS	1	2	3	4	5	6	To		Tn		Te
1	Almacenamiento											
2	Extracción	216	210	215	212	214	215	213.67	1	213.67	14%	243.58
3	Transporte	18	18	16	19	17	18	17.67	1	17.67	14%	20.14
4	Trituración	119	119	117	118	122	120	119.17	1	119.17	14%	135.85
5	Clasificación e inspección	25	28	28	27	30	29	27.83	1	27.83	14%	31.73
6	Espera de la clasificación e inspección de material	32	30	28	29	28	28	29.17	1	29.17	14%	33.25
7	Transporte	26	28	28	30	28	29	28.17	1	28.17	14%	32.11
8	Precalentado del horno	29	30	30	29	31	30	29.83	1	29.83	14%	34.01
9	Calcinación	900	900	900	900	900	900	900.00	1	900.00		900.00
10	Espera	720	720	720	720	720	720	720.00	1	720.00		720.00
11	Inspección	38	41	40	41	41	39	40.00	1	40.00	14%	45.60
12	Transporte	26	25	23	25	25	26	25.00	1	25.00	14%	28.50
13	Hidratación	268	270	268	271	272	271	270.00	1	270.00	14%	307.80
14	Tamizado	147.5	146	149	146	151	148.5	148.00	1	148.00	14%	168.72
15	Espera	840	840	840	840	840	840	840.00	1	840.00		840.00
16	Inspección	35	36	35.5	37.5	35.5	36.5	36.00	1	36.00	14%	41.04
17	Transporte	8.9	8.7	9	8.5	9	8.5	8.77	1	8.77	14%	9.99
18	Envasado y verificación del peso	324	326	320	318	320	316	320.67	1	320.67	14%	365.56
19	Transporte	88	92	87	91	90	88	89.33	1	89.33	14%	101.84
20	Almacenamiento											
								3863.27		3863.27	210%	4059.72

Tabla 7. *Suplementos*

SUPLEMENTOS	%
Necesidades personales	5%
Fatiga basica	4%
Por trabajar de pie	2%
Por levantamiento de peso y uso de fuerza	3%
TOTAL	14%

Los cálculos de los suplementos se presentan detalladamente en la **Tabla 7**, en la que se desglosan los porcentajes añadidos al cálculo del tiempo estándar. Estos porcentajes contemplan diversos factores relacionados con el entorno laboral en el que el operario lleva a cabo sus tareas, incluyendo tiempos adicionales por necesidades personales, un suplemento base para compensar la fatiga, y otros suplementos específicos por realizar el trabajo de pie, por el esfuerzo físico necesario para levantar peso, y por el uso de fuerza en determinadas actividades.

Tras haber determinado el tiempo normal del proceso y sumado los suplementos correspondientes, se multiplica el tiempo normal por el total de estos suplementos para obtener el tiempo estándar definitivo. Este cálculo arroja un tiempo estándar acumulado de 4059.72 minutos, que representa el tiempo estimado de la elaboración de cal.

4.1.2.3. Diagrama Analítico del Proceso (DAP) - Actual

El DAP se realiza a medidas del avance del periodo del proceso productivo. Ahí se detallan la cantidad de material usado, las distancias recorridas, el tiempo de trabajo y el equipo que se utiliza, en este diagrama se muestra la manipulación del material.

La toma de tiempos obtenidos se realizó durante las 3 semanas en la planta procesadora de cal, lo cual está plasmado en la siguiente figura.

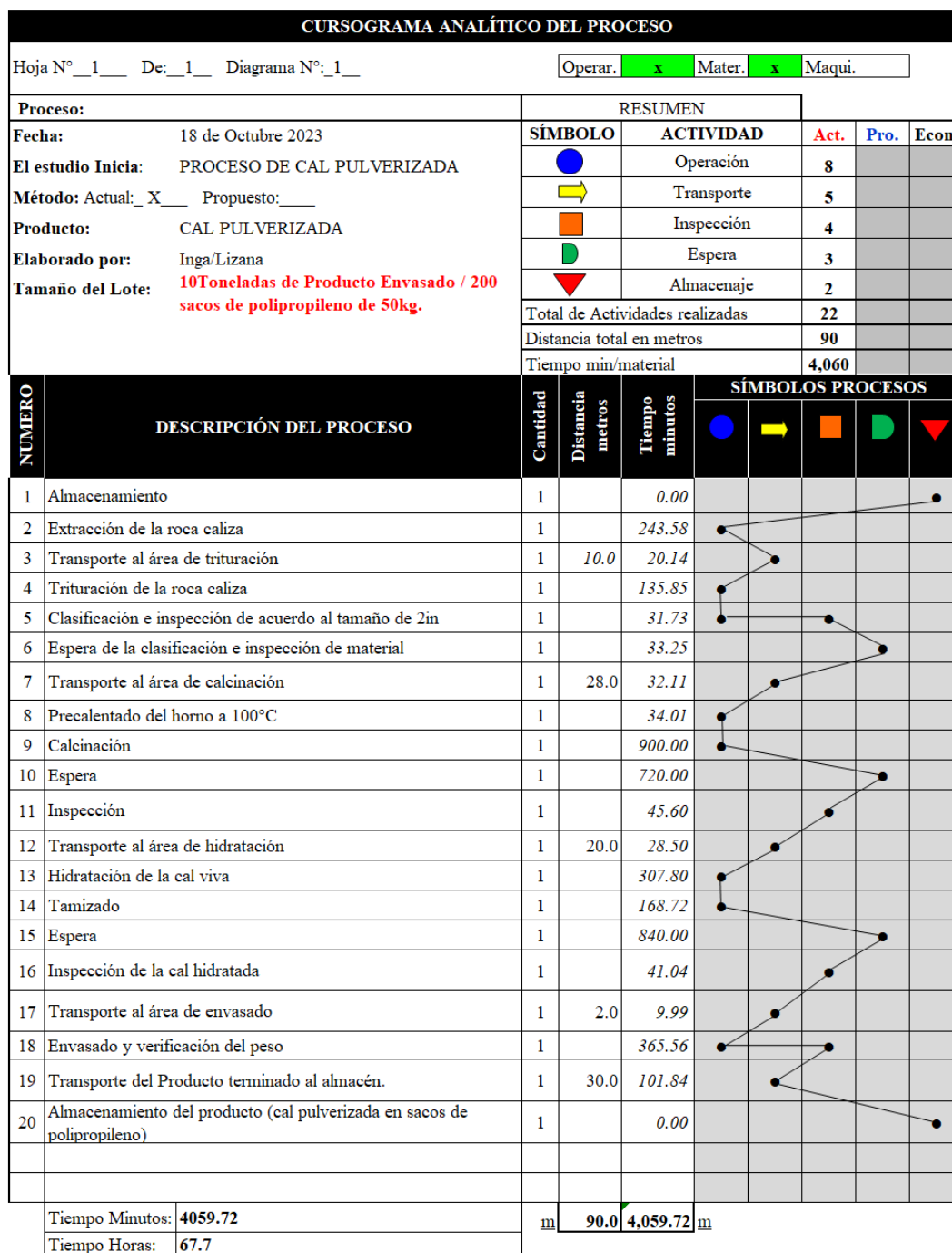


Figura 9. Diagrama analítico del proceso actual

En la **Figura 9**, se exhibe el diagrama del proceso de cal pulverizada o cal hidratada, teniendo así: 8 operaciones, 5 transportes, 4 inspecciones, 3 esperas y 2 almacenajes, siendo 22 el total de las actividades realizadas.

También, se observa que la distancia recorrida por los operarios es de 90 m y la operación que toma más tiempo en desarrollarse es la calcinación con 900 min.

Por ende, dando un tiempo total de las operaciones en 4059.72 minutos y un tiempo en horas de 67.7.

4.1.2.4. Análisis de recorrido de las actividades de producción - Actual

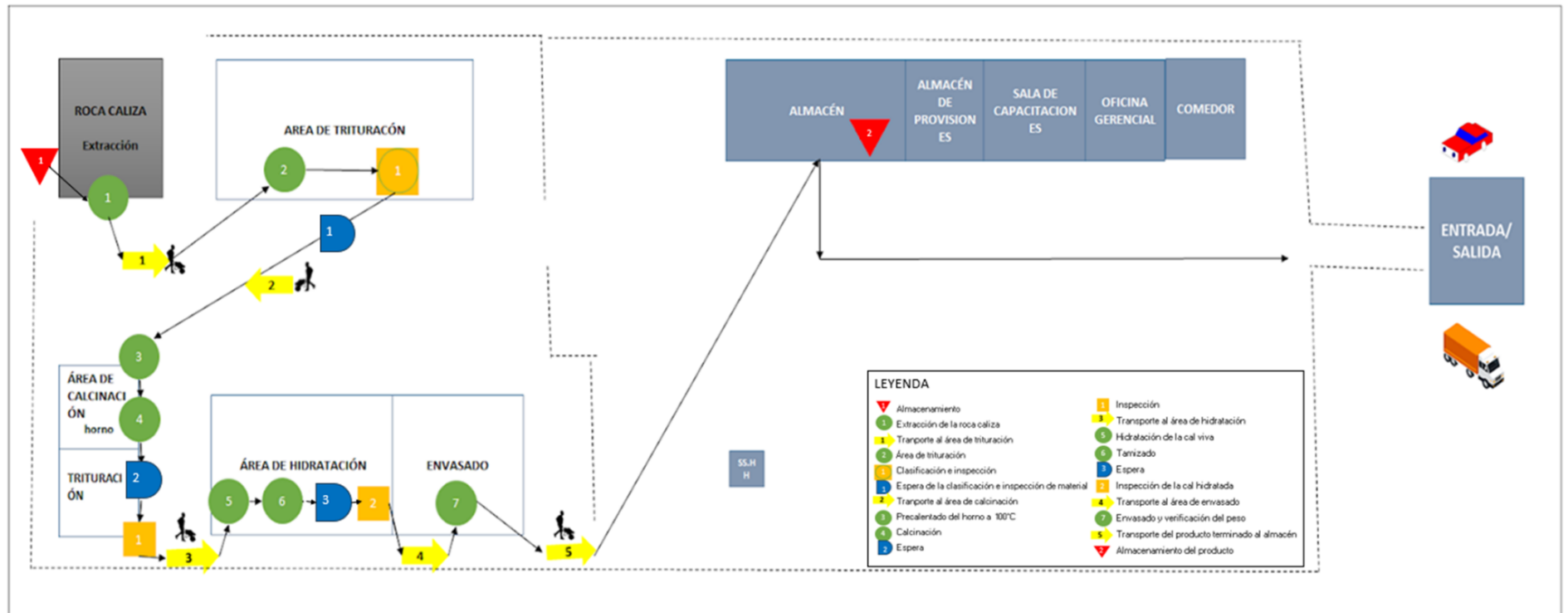


Figura 10. Análisis de recorrido de las actividades de producción actual



Figura 11. Leyenda del diagrama de recorrido de las actividades

En la **Figura 10**, se observa el recorrido del procedimiento de la materia prima (roca caliza) pasando por las siguientes áreas que son: extracción, trituración, calcinación, trituración, hidratación, envasado y finalmente son almacenados en sacos de polipropileno de 50 kg cada uno.

En el diagrama de la **Figura 10**, se evidencia que las distancias de recorrido son muy largas, siendo las más notorias del área de trituración al área de calcinación y del envasado al almacenamiento, dificultando el proceso de producción.

4.1.2.5. Diagrama relacional de actividades - Actual

Para elaborar el diagrama relacional de actividades, se utilizó la siguiente tabla:

Tabla 8. Relación de proximidad

Letra	Letra	Color	Número de líneas
A	Absolutamente necesaria	Rojo	4 rectas
E	Especialmente importante	Naranja	3 rectas
I	Importante	Verde	2 rectas
O	Ordinaria	Azul	1 recta
U	Sin importancia	----	----
X	No deseable	Pardo	1 zigzag

Se identificaron las áreas tanto operacionales como administrativas, y después se ejecutó la matriz colocando los códigos en base a la tabla de proximidad visto en la **Tabla 8** dando mayor importancia a la letra A (absolutamente necesaria) y la menor X

(no deseable), se analizaron la importancia de cada área con otra para asignar estos valores a continuación:

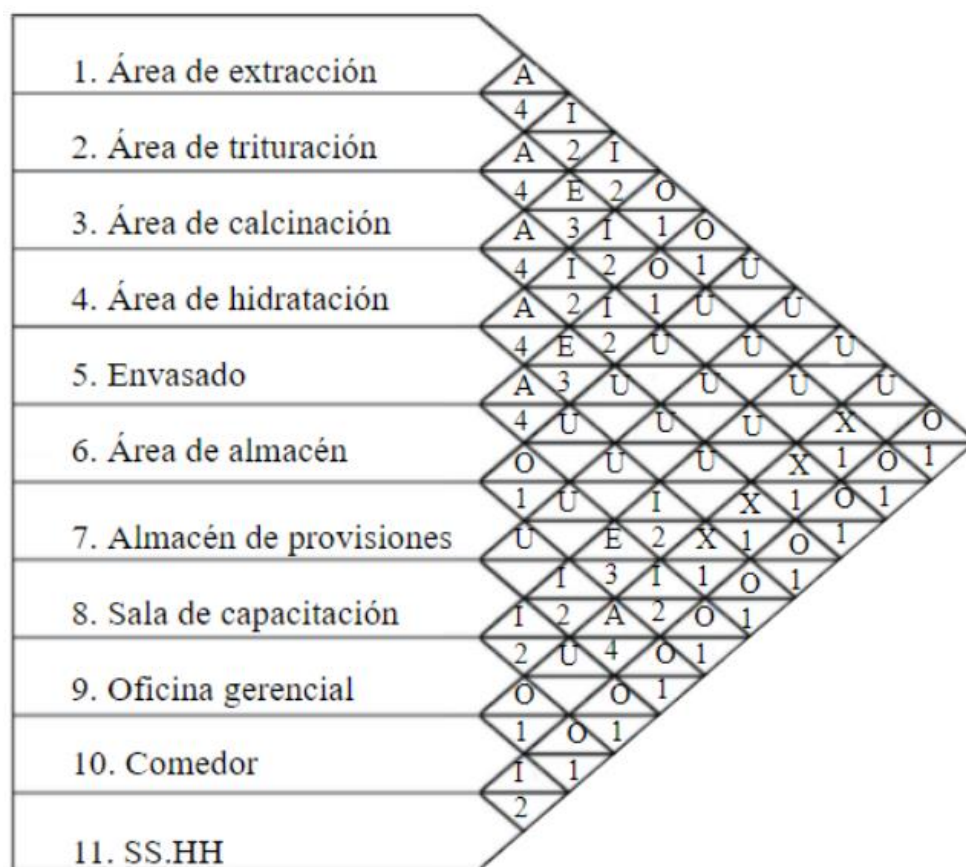


Figura 12. Diagrama relacional de actividades actual

Luego de realizar el diagrama de la **Figura 12**, se hizo la tabla de valores de proximidad:

Tabla 9. *Valores de proximidad*

A	E	I	O	U	X
(1;2)	(2;4)	(1;3)	(1;5)	(1;7)	(2;10)
(2;3)	(4;6)	(1;4)	(1;6)	(1;8)	(3;10)
(3;4)	(6;9)	(2;5)	(1;11)	(1;9)	(4;10)
(4;5)		(3;5)	(2;6)	(1;10)	(5;10)
(5;6)		(3;6)	(2;11)	(2;7)	
(7;10)		(5;9)	(3;11)	(2;8)	
		(6;10)	(4;11)	(2;9)	
		(7;9)	(5;11)	(3;7)	
		(8;9)	(6;7)	(3;8)	
		(10;11)	(6;11)	(3;9)	
			(7;11)	(4;7)	
			(8;11)	(4;8)	
			(9;10)	(4;9)	
			(9;11)	(5;7)	
				(5;8)	
				(6;8)	
				(7;8)	
				(8;10)	

Observaciones:

En la **Tabla 9**, se hizo un resumen del diagrama de actividades y los valores de proximidad, enfatizando las actividades absolutamente necesarias, especialmente importante, importante, ordinaria, sin importancia y no deseable, estas actividades deben ser ubicados estratégicamente y consecutiva en la parte operacional para evitar cruces o tropiezos entre ellos.

4.1.2.6. Diagrama relacional de espacios- Actual

Para elaborar el siguiente diagrama relacional de espacios, se tomó los valores de proximidad vistos en la **Tabla 6**.

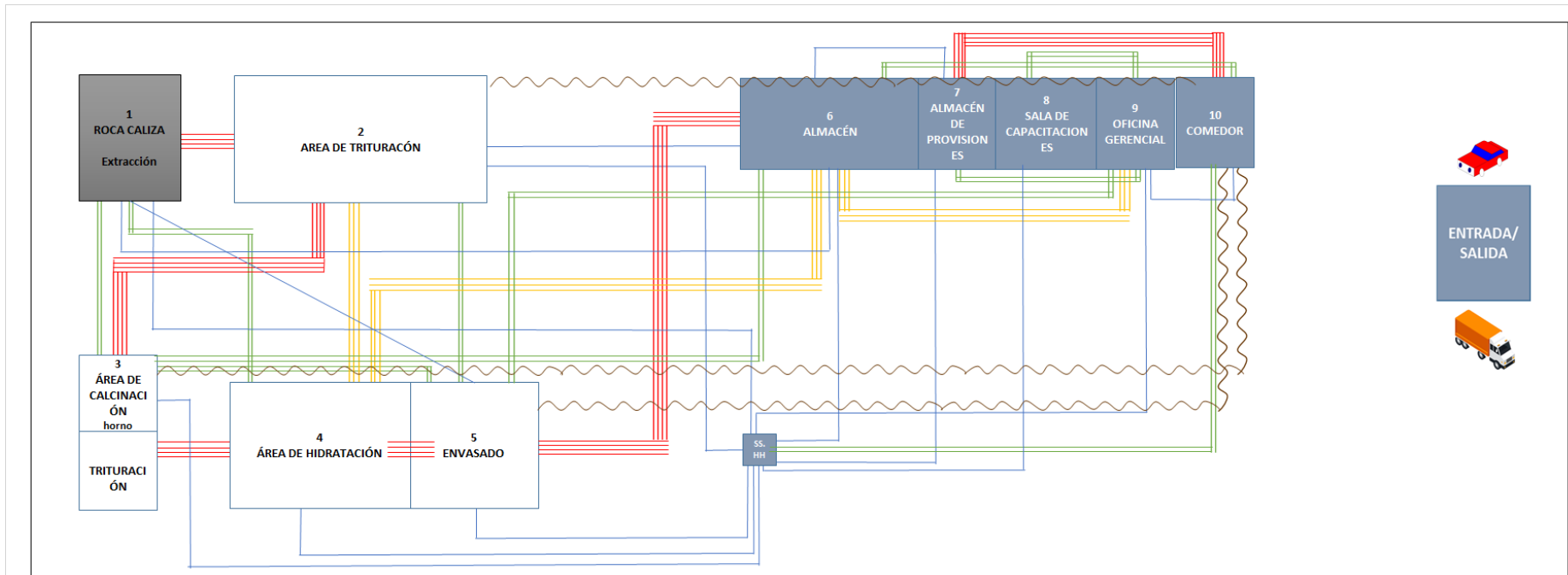


Figura 13. Diagrama relacional de espacios actual

OBSERVACIONES:

En la **Figura 13**, se nota gráficamente la distribución de cada área, en donde se ve que las actividades están intercaladas y dificulta el traslado de la materia y los operarios, así mismo el área de almacén de productos terminados se encuentra a una distancia mayor lo cual retrasaría el flujo de trabajo, por otra parte, todas las áreas guardan relación con el SS. HH y solo hay uno para toda la empresa, todo ello demuestra que debe de haber una mejor organización.

4.1.2.7. Diagrama de distribución de planta

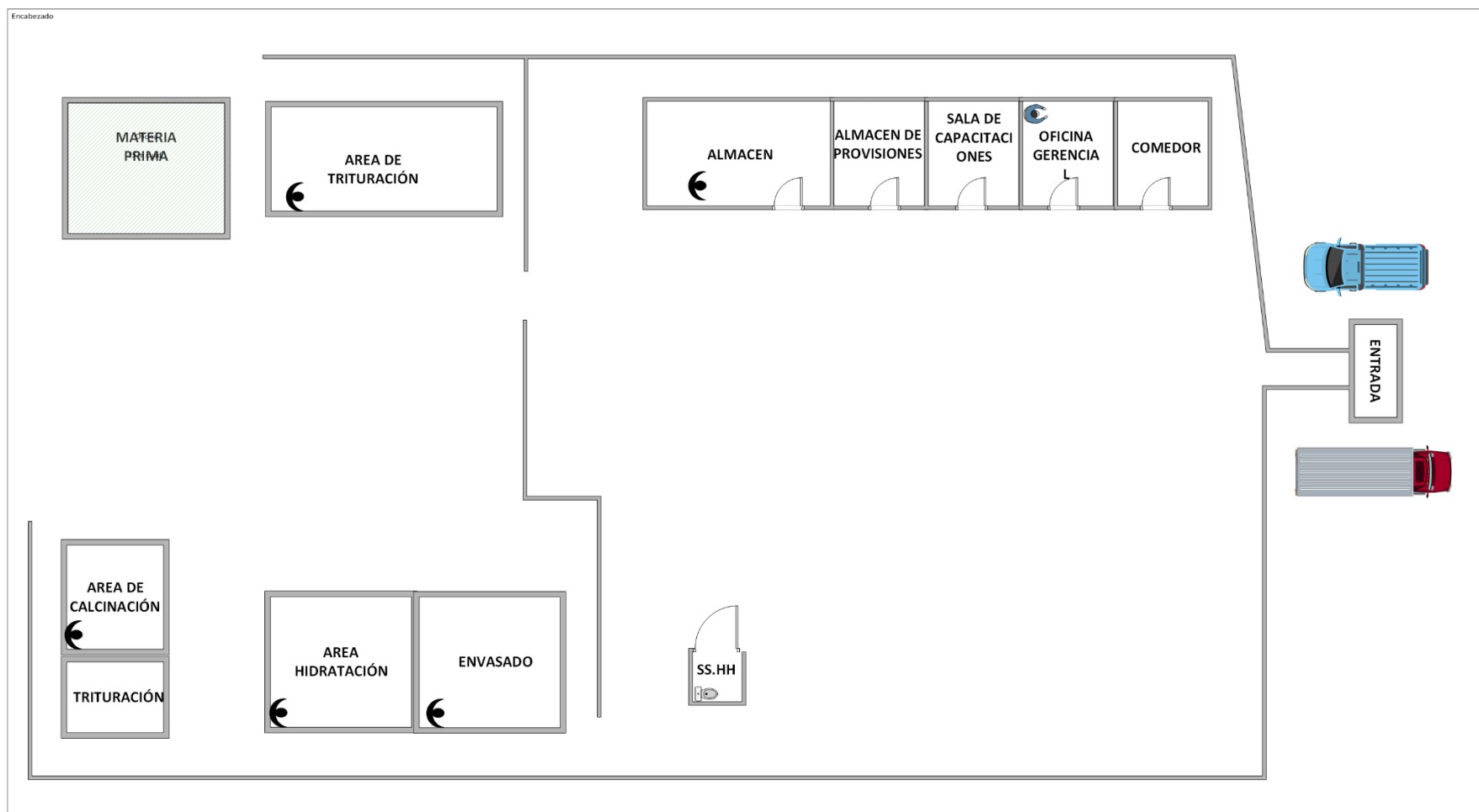


Figura 14. Distribución de planta actual

4.1.2.8. Eficacia - Actual

Tabla 10. *Eficacia-Actual*

EMPRESA	EL ÁGUILA 2004	PRODUCTO	CAL	CONCESIÓN MINERA NO METÁLICA EL "ÁGUILA 2004"
ÁREA	PRODUCCIÓN			
ELABORADO POR	INGA/LIZANA	METODO	ACTUAL	
Días	Unidades producidas (sacos/días)	Unidades programadas (sacos/días)	EFICACIA = Unidades producidas / Unidades programadas	
Lunes				
Martes				
Miércoles	200	240	83.33%	
Jueves				
Viernes				
Sábado	205	240	85.42%	
PROMEDIO SEMANAL	405	480	84.38%	
Lunes				
Martes				
Miércoles	200	240	83.33%	
Jueves				
Viernes				
Sábado	202	240		
PROMEDIO SEMANAL	402	480	83.75%	
Lunes				
Martes				
Miércoles	200	240	83.33%	
Jueves				
Viernes				
Sábado	205	240	85.42%	
PROMEDIO SEMANAL	405	480	84.38%	
Lunes				
Martes				
Miércoles	202	240	84.17%	
Jueves				
Viernes				
Sábado	205	240	85.42%	
PROMEDIO SEMANAL	407	480	84.79%	
PROMEDIO GENERAL	405	480	84.32%	

Observaciones:

En la presente **Tabla 10**, se muestran las unidades producidas (Sacos/Día) y unidades programadas (Sacos/Día), estos datos se obtuvieron en relación a la producción semanal dado que por cada ciclo se obtienen 200 sacos y a la semana se realizan 2 ciclos de producción. La capacidad de producción semanal es de 405 sacos aproximadamente con un peso de 50 kg cada uno, por tanto, manejan 20.25 Tn por semana. Por otro lado, la empresa programa 480 sacos por semana para satisfacer la demanda sin embargo no se llega a cumplir.

La eficacia de la empresa se encuentra en valores de 84% en promedio; sin embargo, esta cantidad de sacos manejados son por contratos que pueden aceptar por otra parte hay muchos contratados rechazados por la baja capacidad de producción.

4.1.2.9. Eficiencia - Actual

Tabla 11. *Eficiencia-Actual*

EMPRESA	EL ÁGUILA 2004	PRODUCTO	CAL	CONCESIÓN MINERA NO METÁLICA EL "ÁGUILA 2004"
ÁREA	PRODUCCIÓN			
ELABORADO POR	INGA/LIZANA	METODO	ACTUAL	
Semanas	Tiempo estimado de proceso de un lote10 TN (horas)	Tiempo actual de proceso de un lote de 10 TN (horas)	EFICIENCIA = Tiempo estimado de proceso/Tiempo actual de proceso	
I	67.70	72.70	93.12%	
II	67.70	71.45	94.75%	
SEMANA 1	135.40	144.15	93.93%	
I	67.70	72.70	93.12%	
II	67.70	71.30	94.95%	
SEMANA 2	135.40	144.00	94.03%	
I	67.70	71.20	95.08%	
II	67.70	72.20	93.77%	
SEMANA 3	135.40	143.40	94.42%	
I	67.70	72.20	93.77%	
II	67.70	71.45	94.75%	
SEMANA 4	135.40	143.65	94.26%	
PROMEDIO	135.40	143.80	94.16%	

Observaciones:

En la **Tabla 11**, en la eficiencia actual, se muestra el tiempo estimado de proceso de lote (horas) y el tiempo actual de proceso de un lote (horas), ambos de 10 Tn, asimismo, los datos se registraron durante el periodo de cuatro semanas, considerando así que en cada día hubo demoras; obteniendo, así como promedio general un 94.16%.

4.1.2.10. Productividad - Actual

Tabla 12. *Productividad actual*

EMPRESA	EL ÁGUILA 2004	PRODUCTO	CAL	CONCESIÓN MINERA NO METÁLICA EL "ÁGUILA 2004"
ÁREA	PRODUCCIÓN			
ELABORADO POR	INGA/LIZANA	METODO	ACTUAL	
SEMANAS	EFICACIA*EFICIENCIA ACTUAL			
SEMANA 1	79.26%			
SEMANA 2	78.75%			
SEMANA 3	79.67%			
SEMANA 4	79.92%			
PROMEDIO	79.40%			

OBSERVACIONES

Analizando los resultados de la **Tabla 10**, se observó que la eficacia se encuentra en valores normales, esto bajo pedidos que la empresa puede aceptar según su capacidad que son de 405 sacos semanales; sin embargo, hay muchos contratos rechazados que superan la capacidad de producción por pedidos de hasta más de 200 toneladas, generando una pérdida de clientes y disminuyendo los ingresos para la empresa.

Por otra parte, los operarios realizan las tareas encomendadas durante las 8 horas laborales reduciendo tiempos mínimos para actividades personales como ir a los servicios o demoras que suceden en las áreas de trabajo.

En la **Tabla 12**, se percibe que la productividad total se encuentra en valores normales con 79.40% en las 4 semanas observadas sin embargo hubo muchos pedidos insatisfechos por la capacidad de producción de la empresa lo cual se pretende mejorar.

Después de observar los diagramas anteriores, se evidencia que la planta procesadora de cal enfrenta varios fallos en sus procesos, lo que indica una falta de eficacia y eficiencia. Por ende, se propone llevar a cabo lo siguiente:

4.1.2.11. Análisis del método Guerchet

Las medidas actuales son:

Tabla 13. *Medidas actuales*

Nº	AREAS	LARGO (m)	ANCHO (m)	TOTAL	MEDIDA m^2
1	Extracción	6.0	6.0	36.0	m^2
2	Trituración	10.0	5.0	50.0	m^2
3	Calcinación	3.3	3.0	10.0	m^2
4	Hidratación	7.0	5.0	35.0	m^2
5	Envasado	5.0	5.0	25.0	m^2
6	Almacén	9.0	3.8	34.2	m^2
7	Almacén de	3.0	3.3	9.8	m^2
8	Sala de	4.0	3.3	13.1	m^2
9	Oficina	3.0	3.3	9.9	m^2
10	Comedor	3.2	3.3	10.3	m^2
11	SS.HH	0.8	0.8	0.6	m^2

Con este criterio, se medirán los ambientes en una planta. Se procederá a identificar dos tipos de elementos: los "estáticos", que incluyen maquinaria y equipo, y los "móviles", que comprenden operarios y equipos de acarreo (15).

Después, se realiza el cálculo de tres superficies representadas por la siguiente fórmula.

$$S_T = n(S_s + S_g + S_e)$$

Donde:

S_T = superficie total

S_s = superficie estática

S_g = superficie estática

S_e = superficie estática

S_e = superficie de evolución

n = número de elementos móviles o estáticos de un tipo

Herramientas actuales:

Tabla 14. *Herramientas y maquinaria actual*

Nº	HERRAMIENTAS Y MAQUINARIA ACTUAL
1	Barreno
2	Rotomartillo
3	Pico
4	Lampa
5	Comba
6	Carretillas
7	Zaranda artesanal
8	Máquina cosedora

De acuerdo a la **Tabla 14**, el área de Calcinación posee un espacio reducido de 10 m² y se propone incrementar un horno con capacidad de 10 Tn por día entonces se tendrán 2 hornos en total, de igual modo en el almacén se colocarán parihuelas para que el producto terminado en sacos de 50 kg no sufra desperfectos y se encuentren mejor ubicados donde serán transportados por un transpaleta, agilizando el traslado.

Se presentan los elementos que se agregarán por cada área: medidas, altura, diámetro, cantidad y número de lados:

Tabla 15. *Área y elementos propuestos para planta*

ÁREAS	ELEMENTOS	LARGO(m)	ANCHO(m)	ALTURA(m)	DIAMETRO(m)	N	n
Extracción	Barreno	0.08	0.02	0.01	$0.34 * 10^{-2}$		4
	Rotomartillo	0.10	0.39	0.26			4
	Carretilla	1.40	0.60	0.61	-		4
Trituración	Pico	0.91	0.06	0.91	-		5
	Lampa	0.04	0.26	1.08	-		5
	Comba	0.18	0.07	0.90	-		5
	Carretilla	1.40	0.60	0.61	-		4
Calcinación	Horno	2.30	2.30	8.00	2.30	4	2
	Carretilla	1.40	0.60	0.61			4
Hidratación	Zaranda	1.00	1.00	0.05	-		2
Envasado	Máquina cosedora	0.39	0.22	0.33	-		2
Almacén	Parihuelas	2.00	2.00	0.15	-	4	15

Se hizo el cálculo de los elementos estáticos y móviles proponiendo nuevas herramientas:

Tabla 16. Elementos estáticos

	ELEMENTOS ESTATICOS	Ss	Sg	Ss · n	Ss · n · h	Se	ST
Calcinación	Horno	5.29	21.16	10.58	84.64	8.92	70.75
Almacen	Parihuelas	4.00	16.00	60.00	9.00	6.75	401.22
Total				70.58	93.64		471.97

Tabla 17. Elementos móviles

	ELEMENTOS MOVILES	n	N	L(m)	a(m)	H(m)	Ss	Ss*n	Ss*n*h
Extracción	Barreno	4	-	0.08	0.02	0.01	0.00	0.01	0.00
	Rotomartillo	4	-	0.10	0.39	0.26	0.04	0.16	0.04
	Carretilla	4	-	1.40	0.60	0.61	0.84	3.36	2.05
Trituración	Pico	5	-	0.91	0.06	0.91	0.06	0.29	0.26
	Lampa	5	-	0.04	0.26	1.08	0.01	0.05	0.06
	Comba	5	-	0.18	0.07	0.90	0.01	0.06	0.05
	Carretilla	4	-	1.40	0.60	0.61	0.84	3.36	2.05
Calcinación	Carretilla	4	-	1.40	0.60	0.61	0.84	3.36	2.05
Hidratación	Zaranda	2	-	1.00	1.00	0.05	1.00	2.00	0.10
Envasado	Transpaleta	1	-	1.54	0.54	1.17	0.83	0.83	0.97
	Máquina cosedora	2	-	0.39	0.22	0.33	0.09	0.17	0.06
Operarios		12	-	-	-	1.65	0.50	6.00	9.90
Total								19.64	17.59

Donde:

L: largo

a: ancho

H: altura

La fórmula correspondiente para calcular el valor de K es la siguiente:

$$k = \frac{h_{em}}{2(h_{ee})}$$

Donde:

hem= promedio de alturas de los elementos móviles (equipos y personas)

hee= promedio de alturas de máquinas o equipos fijos

$$h_{ee} = \frac{\sum S_s * n * h}{\sum S_s * n}$$

$$h_{ee} = \frac{93.64}{70.58} = 1.33$$

$$h_{em} = \frac{\Sigma(S_s * n * h)}{\Sigma(S_s * n)}$$

$$h_{em} = \frac{17.585}{19.641} = 0.90$$

Entonces:

$$k = \frac{h_{em}}{2(h_{ee})}$$

$$k = \frac{0.8953}{2(1.3267)} = 0.34$$

De acuerdo a DÍAZ, B., JARUFE, B., & NORIEGA, tomaremos como valor referencial a 1.8 para el valor de K y calcular las áreas de:

En el **área de trituración** se va a adecuar el espacio para la capacidad de 200 toneladas de roca caliza.

Área de trituración: Largo: 6 m Ancho: 8 m

En el **área de hidratación** se adecuará el espacio para la capacidad de 200 toneladas de cal viva.

Área de hidratación: Largo: 8 m Ancho: 12 m

En el **área de envasado** se adecuará el espacio para la capacidad de 200 toneladas de cal apagada.

Área de envasado: Largo: 6 m Ancho: 4 m

Áreas administrativas:

1. Almacén de provisiones

Tabla 18. Almacén de provisiones

ELEMENTO	UNIDADES	LADOS	SUP ESTÁTICA		SUP GRAVITA		SUP EVO.	POR UNIDAD	EN TOTAL	
	N	n	Largo (L)	Ancho (A)	Se	Sg	Altura (h)	Sev	Su	St
Elementos móviles										
Operarios	2	x	x	x	0.5	x	1.7	x	x	x
Elementos fijos										
Rack	2	2	2.50	1.00	2.50	5.00	2.50	2.55	10.05	20.10
Armario	1	2	3.00	1.00	3.00	6.00	2.50	3.06	12.06	12.06
Superficie total del área de materia prima (m²)										32.16
hm	1.7									
hf	2.5									
K = hm/hf/2	0.34									
Ancho	5m									
Largo	6m									
Area	30m²									

2. Sala de capacitación

Tabla 19. *Sala de capacitación*

ELEMENTO	UNIDADES	LADOS	SUP ESTÁTICA		SUP GRAVITA		SUP EVO.	POR UNIDAD	EN TOTAL	
	N	n	Largo (L)	Ancho (A)	Se	Sg	Altura (h)	Sev	Su	St
Elementos móviles										
Operarios	5	x	x	x	0.50	x	1.70	x	x	x
Elementos fijos										
Mesa	2	2	0.80	0.80	0.64	1.28	1.00	1.65	3.57	7.15
Sillas	12	2	0.40	0.40	0.16	0.32	1.00	0.41	0.89	10.72
Pizarra	1	2	0.80	0.04	0.03	0.03	0.80	0.05	0.11	0.11
Superficie total del área (m²)										17.98
hm	1.7									
hf	0.99									
K = hm/hf/2	0.86									
Ancho	5m									
Largo	4m									
Area	20m²									

3. Oficina gerencial

Tabla 20. *Oficina gerencial*

ELEMENTO	UNIDADES	LADOS	SUP ESTÁTICA		SUP GRAVITA.		SUP EVO.	POR UNIDAD	EN TOTAL	
	N	n	Largo (L)	Ancho (A)	Se	Sg	Altura (h)	Sev	Su	St
Elementos móviles										
Operarios	2	x	x	x	0.50	x	1.70	x	x	x
Elementos fijos										
Escritorio	1	2	1.80	0.40	0.72	1.44	0.60	1.74	3.90	3.90
Sillas	9	2	0.40	0.40	0.16	0.32	1.00	0.39	0.87	7.80
Aramario	1	2	2.00	0.80	1.60	3.20	2.00	3.87	8.67	8.67
Superficie total del área (m²)										20.37
hm	1.7									
hf	1.05									
K = hm/hf/2	0.81									
Ancho	5m									
Largo	4m									
Area	20m²									

La oficina gerencial dedicada a actividades administrativas tiene una superficie de 20 m², por el reglamento nacional de edificaciones Decreto Supremo N.º 011-2006-VIVIENDA, esta oficina debe contar con un baño interior propio (26) por tanto el área sería de un tamaño de 30 m².

4. Comedor

Tabla 21. Comedor

ELEMENTO	UNIDADES	LADOS	SUP ESTÁTICA		SUP GRAVITA.		SUP EVO.	POR UNIDAD	EN TOTAL	
	N	n	Largo (L)	Ancho (A)	Se	Sg	Altura (h)	Sev	Su	St
Elementos móviles										
Operarios	7	x	x	x	0.5	x	1.7	x	x	x
Elementos fijos										
Cocina	1	1	0.80	0.70	0.56	0.56	1.00	1.08	2.20	2.20
Refrigeradora	1	1	0.58	0.56	0.32	0.32	1.55	0.62	1.26	1.26
Mesa de comedor	9	4	1.20	1.00	1.20	4.80	0.75	5.77	11.77	105.90
Silla	12	1	0.40	0.40	0.16	0.16	0.92	0.31	0.63	7.53
Superficie total del área (m²)										116.89
hm	1.7									
hf	0.88									
K = hm/hf/2	0.96									
Ancho	9m									
Largo	13m									
Area	117m²									

5. SS. HH - Administrativa

Tabla 22. SS. HH - Administrativa

ELEMENTO	UNIDADES	LADOS	SUP ESTÁTICA		SUP GRAVITA.		SUP EVO.		POR UNIDAD	EN TOTAL
	N	n	Largo (L)	Ancho (A)	Se	Sg	Altura (h)	Sev	Su	St
Elementos móviles										
Operarios	2	x	x	x	0.50	x	1.7	x	x	x
Elementos fijos										
Inodoro	7	4	0.80	0.80	0.90	0.72	0.80	1.20	1.71	3.23
Urinario	2	4	0.80	0.80	0.64	2.56	0.80	3.60	6.80	13.59
Lavamanos	7	2	0.70	0.60	0.42	0.84	0.70	1.42	2.68	18.73
Superficie total del área (m²)										35.56
hm	1.7									
hf	0.76									
K = hm/hf/2	1.12									
Ancho	5m									
Largo	7m									
Area	35m²									

6. SS. HH - Operacional

Tabla 23. SS. HH - Operacional

ELEMENTO	UNIDADES	LADOS	SUP ESTÁTICA		SUP GRAVITA.		SUP EVO.	POR UNIDAD	EN TOTAL	
	N	n	Largo (L)	Ancho (A)	Se	Sg	Altura (h)	Sev	Su	St
Elementos móviles										
Operarios	2	x	x	x	0.50	x	1.70	x	x	x
Elementos fijos										
Inodoro	4	1	0.70	0.90	0.63	0.63	1.20	2.14	3.40	13.60
Bancas	2	2	1.60	0.50	0.80	1.60	0.50	4.08	6.48	12.96
Urinario	2	2	0.80	0.80	0.64	1.28	1.50	3.26	5.18	10.36
Lavamanos	6	1	0.40	0.40	0.16	0.16	1.20	0.54	0.86	5.16
Duchas	4	1	0.90	0.90	0.81	0.81	2.10	2.75	4.37	17.48
Superficie total del área (m²)										59.56
hm	1.7									
hf	1.36									
K = hm/hf/2	0.63									
Ancho	15m									
Largo	4m									
Area	60m²									

Asimismo, la cantidad de operarios en planta es de 4 y se propone agregar 9 operarios para realizar las labores del proceso de producción.

4.1.2.12. Diagrama de distribución de planta - Propuesto

Para calcular la cantidad de trabajadores necesarios en el área de producción, se hizo el cálculo con la siguiente fórmula.

Necesidad de mano de obra:

$$\text{Número de operarios} = \frac{\text{Requerimientos de } h - h \text{ por periodo}}{h - h \text{ disponibles por periodo}}$$

Donde:

$$\text{Requerimientos de } h - h \text{ por periodo} = h - h \text{ por unidad} \times \text{Requerimiento de producción por producto}$$

Actual:

Actualmente, la cantidad de operarios son 4 en planta, la cantidad de producción por semana es de 411 aproximadamente, los días trabajados son 6 por 7.5 horas diarias, es por ello a fin de estimar el tiempo estándar en minuto-hombre se procederá el uso de la siguiente fórmula:

Número de operarios

$$= \frac{\frac{X \text{ min} - \text{hombre}}{1 \text{ saco}} * \frac{404 \text{ sacos}}{1 \text{ semana}}}{\frac{6 \text{ días}}{1 \text{ semana}} * \frac{7,5 \text{ horas}}{1 \text{ día}} * \frac{60 \text{ minutos}}{1 \text{ hora}}}$$

$$4 = \frac{X \text{ min} - \text{hombre} * \frac{404}{1 \text{ semana}}}{\frac{2700 \text{ min}}{1 \text{ semana}}}$$

$$2700 \text{ min} * 4 = 404 * X \text{ min} - \text{hombre}$$

$$26.73 \text{ min} - \text{hombre} = X$$

Propuesto:

Entonces, la cantidad de operarios para obtener 1033 sacos por semana será calculado mediante la fórmula anterior:

$$\text{Número de operarios (N)} = \frac{\frac{26.73 \text{ min} - \text{hombre}}{1 \text{ saco}} * \frac{900 \text{ sacos}}{1 \text{ semana}}}{\frac{6 \text{ días}}{1 \text{ semana}} * \frac{7,5 \text{ horas}}{1 \text{ día}} * \frac{60 \text{ minutos}}{1 \text{ hora}}}$$

$$\text{Número de operarios (N)} = \frac{24057}{2700}$$

$$\text{Número de operarios (N)} = 8.91 \approx 9$$

Agrupación de los operarios:

Tabla 24. *Lista de trabajadores propuesto*

Nº	PERSONAL
1	A
2	B
3	C
4	D
5	E
6	F
7	G
8	H
9	I

Según el cálculo realizado para la necesidad de mano de obra, se obtuvo una cantidad de 9 operarios, los cuales serán agrupados de acuerdo a la **Tabla 22**.

Los operarios realizarán las actividades según la siguiente programación

Las actividades semanales se realizarán de la siguiente forma:

Tabla 25. *Actividades programadas-REGULAR*

	LUNES	MARTES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES	SABADO
Extracción	A,B,C,D,E,F,G,H,I		A,B,C,D,E,F,G,H,I		A,B,C,D,E,F,G,H,I	
Trituración	A,B,C,D,E,F,G,H,I		A,B,C,D,E,F,G,H,I		A,B,C,D,E,F,G,H,I	
Clasificación	A,B,C,D,E,F		A,B,C,D,E,F		A,B,C,D,E,F	
Precalentado	G,H,I		G,H,I		G,H,I	
Calcinación	A,B,C,D,E,F,G,H,I		A,B,C,D,E,F,G,H,I		A,B,C,D,E,F,G,H,I	
Hidratación		A,B,C,D,E,F,G,H,I		A,B,C,D,E,F,G,H,I		A,B,C,D,E,F,G,H,I
Tamizado		A,B,C,D,E,F,G,H,I		A,B,C,D,E,F,G,H,I		A,B,C,D,E,F,G,H,I
Inspección		A,B,C		A,B,C		A,B,C
Envasado		D,E,F,G,H,I		D,E,F,G,H,I		D,E,F,G,H,I

- Para comenzar las actividades en la nueva distribución de planta, los días lunes se programarán a 9 operarios en el área de extracción, posteriormente 9 trabajadores quedan laborando en trituración mientras que 6 operarios clasifican las rocas que no deben superar el tamaño establecido de 2 in, si el tamaño fuera mayor se vuelve a realizar la trituración. Después, 3 operarios pasan a realizar la operación de precalentado mientras los 9 operarios van trasladando la roca caliza ya triturada al horno. Este primer día las actividades se realizarán hasta la operación de calcinación.
- El martes, la asignación de los operarios se organizará de manera diferente, ya que se llevarán a cabo las actividades consecutivas a las realizadas el día anterior. En primer lugar, 9 operarios se encargarán de la hidratación. A continuación, los mismos 9 operarios procederán con la operación de tamizado. Posteriormente, 3 operarios realizarán una inspección del proceso. Para finalizar, 6 operarios llevarán a cabo el envasado. Además, se optimizarán los tiempos entre cada actividad para mejorar la eficiencia de la jornada.

- Los días consecutivos los 9 operarios se encargan de la extracción, trituración, clasificación, precalentado, calcinación, hidratación, tamizado, inspección, de la misma forma estos operarios serán asignados a las áreas según la programación vista en la **Tabla 25** para optimizar los procesos.

Cantidad de cal pulverizada obtenida según la nueva programación a partir de la segunda semana:

Tabla 26. *Producto final obtenido-REGULAR*

	LUNES	MARTES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES	SABADO
Extracción	*		*		*	
Trituración	*		*		*	
Clasificación	*		*		*	
Precalentado	*		*		*	
Calcinacion	*		*		*	
Hidratación		*		*		*
Tamizado		*		*		*
Inspección		*		*		*
Envasado		*		*		*
Cantidad extraida en tn	15 tn		15 tn		15 tn	
Producto final		15 tn		15 tn		15 tn
Cant. de toneladas semanales			45 tn			

- Según la nueva programación, el volumen de roca caliza extraída será de 15 Tn el primer día, gracias a la asignación de 9 operarios. El martes, estos mismos 9 operarios continuarán con las actividades programadas, asegurando la continuidad del proceso. Durante los días siguientes, la extracción se mantendrá en niveles consistentes, completándose un total de tres ciclos de producción por semana. Así, se extraen 15 Tn el lunes, otras 15 Tn el miércoles y la misma cantidad el viernes. Además, se espera que esta regularidad en la producción permita optimizar los tiempos de operación y reducir posibles retrasos.
- El producto final envasado se empieza a obtener a partir del segundo martes, con aproximadamente 15 Tn. De igual manera, los días jueves y sábado, siguiendo la programación de actividades de la **Tabla 25**, se obtienen 15 Tn respectivamente.
- Cada semana, se obtiene una cantidad de 55 Tn.

4.1.2.13. Diagrama de Operaciones del Proceso (DOP) - Propuesto

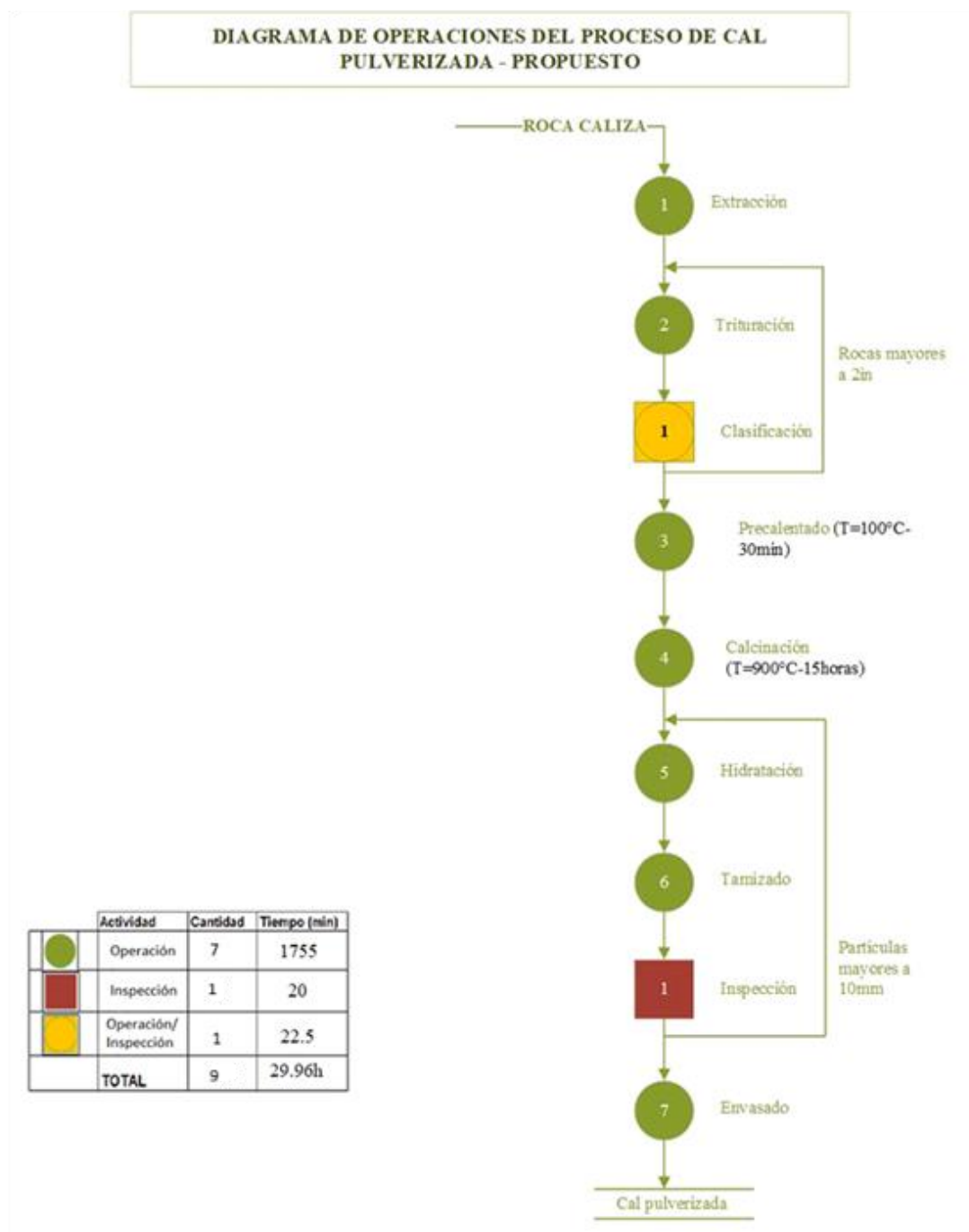


Figura 15. Diagrama de Operaciones del Proceso Propuesto

En la **Figura 15** del diagrama propuesto, la capacidad de producción va a aumentar a 15 Tn por día según el incremento de operarios y asignación de actividades ya mostradas anteriormente, en la primera operación de extracción el tiempo se mantiene en 240 min, en trituración tiene una duración de 135 min, clasificación tiene una duración de 22.5 min, el precalentado un tiempo de 30 min, calcinación con 900 min, hidratación con 150 min, tamizado con una

duración de 60 min, luego se realiza una inspección de 20 min y finalmente el envasado en 240 min para una cantidad de 15 Tn o 300 sacos diarios. De esta manera, se propone reducir una inspección que se realizaba después de la calcinación ya que no genera valor al proceso y no afectará al producto final, comparado con el método actual, asimismo hubo una reducción de tiempo llegando a 29.96 h.

4.1.2.14. Estudio de Tiempos de la Situación Propuesta

Tras analizar el proceso de elaboración de cal descrito en la **Tabla 6**, se presentó una propuesta, reflejada en la **Tabla 27**, que optimiza significativamente el tiempo empleado en las operaciones, el transporte, las inspecciones y las esperas. Esta mejora se logra gracias a las nuevas ubicaciones sugeridas, que favorecen un flujo de trabajo más eficiente y continuo.

Tabla 27. Hoja de Observación de tiempos del proceso de elaboración de cal situacion propuesta

N	ACTIVIDADES	CICLOS TOMADOS EN MINUTOS						PROMEDIO	VALORACION	TIEMPO NORMAL	SUPLEMENTOS	TIEMPO ESTANDAR(<i>tiempo normal</i> × (1 + % <i>suplemento</i>))
	PROCESOS	1	2	3	4	5	6	To		Tn		Te
1	Almacenamiento											
2	Extracción	216	210	215	212	214	215	213.67	1	213.67	14%	243.58
3	Transporte	11	13	10.5	12	12.5	11	11.67	1	11.67	14%	13.30
4	Trituración	110	112	110.5	111.5	114	113	111.83	1	111.83	14%	127.49
5	Clasificación e inspección	20.5	22	21	22.5	21.5	20	21.25	1	21.25	14%	24.23
6	Transporte	18	18	16.5	17	17	16.5	17.17	1	17.17	14%	19.57
7	Precalentado del horno	29	30	30	29	31	30	29.83	1	29.83	14%	34.01
8	Calcinación	900	900	900	900	900	900	900.00	1	900.00		900.00
9	Espera	720	720	720	720	720	720	720.00	1	720.00		720.00
10	Transporte	14	14.5	14	13.5	15	14.5	14.25	1	14.25	14%	16.25
11	Hidratación	145	143	143.5	145	145.5	142.5	144.08	1	144.08	14%	164.26
12	Tamizado	51	55	53.5	55	52	53.5	53.33	1	53.33	14%	60.80
13	Inspección	17.5	17	17.5	18	18	18.5	17.75	1	17.75	14%	20.24
14	Transporte	13	13.5	12.5	13	14	14	13.33	1	13.33	14%	15.20
15	Envasado y verificación del peso	230	235	233.5	233	234.3	233	233.13	1	233.13	14%	265.76
16	Transporte	45	48	87	47.5	46	46.5	53.33	1	53.33	14%	60.80
17	Almacenamiento											
								2554.63		2554.63	182%	2685.47

Resumen de tiempos actual y propuesto:

Tabla 28. *Resumen de tiempos*

RESUMEN	TIEMPO ACTUAL(min)	TIEMPO PROPUESTO(min)
Operación	2155.52	1795.90
Transporte	192.58	125.12
Inspeccion	118.37	44.46
Espera	1593.25	720.00
Almacenaje	0.00	0.00

Tras un análisis detallado de la toma de tiempo, valoración, tiempo normal y suplementos, se obtuvo el tiempo estándar del proceso y, de acuerdo con ello, se propuso una nueva distribución de planta orientada a optimizar la fluidez del flujo de trabajo teniendo áreas de trabajo más cerca y con un ambiente adecuado para el transporte de material. Como parte de esta propuesta, se incluyó la instalación de un nuevo horno, con la intención de ampliar la capacidad productiva y cumplir la creciente demanda del mercado. Además, se llevó a cabo un estudio de mano de obra que permitió la incorporación estratégica de nuevo personal, ajustando los recursos humanos a las necesidades operativas.

Se realizó una comparación entre los tiempos actuales y los tiempos proyectados con la nueva propuesta, evidenciando mejoras significativas en varios aspectos. En las operaciones, el tiempo se redujo de 2155.52 minutos a 1795.90 minutos; en el transporte, de 192.58 minutos a 125.12 minutos; en las inspecciones, de 118.37 minutos a 44.46 minutos; y en las esperas, de 1593.25 minutos a 720 minutos. Estas mejoras han permitido aumentar la eficiencia global, logrando pasar a tres ciclos de producción por semana, lo que representa un avance notable en la productividad del proceso.

4.1.2.15. Diagrama Analítico del Proceso (DAP) - Propuesto



Figura 16. Diagrama Analítico del Proceso Propuesto

En el presente **Figura 16** del diagrama del proceso de cal pulverizada, se tuvo una reducción en las inspecciones, se eliminaron las esperas, se redujo un almacenaje, siendo el total de 19 actividades realizadas.

También, se observa que la distancia recorrida por los operarios es de 62.1 m, por ende, dando un tiempo total de las operaciones en 2685.47 minutos y un tiempo en horas de 44.8h.

La comparación que se tiene el DAP actual y propuesto es:

Tabla 29. Estudio de tiempos del DAP actual y propuesto

RESUMEN				
SÍMBOLO	ACTIVIDAD	Act.	Pro.	Econ.
	Operación	8		
	Transporte	5		
	Inspección	4		
	Espera	3		
	Almacenaje	2		
Total de Actividades realizadas		22		
Distancia total en metros		90		
Tiempo min/material		4,060		

RESUMEN				
SÍMBOLO	ACTIVIDAD	Act.	Pro.	Econ.
	Operación	8	8	0%
	Transporte	5	5	0%
	Inspección	4	3	-25%
	Espera	3	1	-67%
	Almacenaje	2	2	0%
Total de Actividades realizadas		22	19	-14%
Distancia total en metros		90	62	-31%
Tiempo min/hombre		4,060	2,685	-34%

En la **Tabla 29** de acuerdo a la comparación actual y propuesto, se mantienen las 8 operaciones, lo cual quiere decir que no hubo economía con un 0%; de igual modo, se mantienen en ambos los 5 transportes conservando una economía del 0%; por otra parte se redujo una inspección, teniendo una economía del 25%; asimismo, se redujo las esperas con una economía del 67% y en almacenaje se mantuvo con una economía del 0%, en el total de las actividades realizadas pasamos de 22 a 19 actividades, lo cual genera una disminución global del 14%, en función a las distancias de 90 metros a 62 metros teniendo una reducción de distancias en un 31% y en función a tiempo también se tuvo una reducción de 4060 min o 67.7 h a 2685 min o de 44.8 h, esto lleva a una disminución total de 34%.

Este estudio evidencia que, aunque no se modificaron las operaciones ni transportes, la eliminación de inspecciones y esperas, junto con la reducción de recorridos, permitió una optimización significativa del tiempo total del proceso, lo que se traduce en mayor productividad y menores costos operativos.

Estudio de Tiempos:

Tabla 30. *Resumen*

ACTIVIDAD	ACTUAL	PROPUESTO
Inspección	4 actividades	3 actividades
Espera	3 actividades	1 actividad
Tiempo (minutos)	4060 min	2685 min
Distancia (metros)	90 m	62,1 m

La **Tabla 30** brinda una síntesis del análisis de tiempos realizado en el proceso actual, comparado con la propuesta de mejora. Seguidamente, se exponen los principales hallazgos:

1. Reducción de Actividades

Se redujo tareas que no agregan valor y son las siguientes:

Se eliminó una actividad de inspección que no aportaba valor al proceso, con el fin de acelerar el trabajo. Además, se acortaron dos actividades relacionadas con tiempos de espera, mejorando la continuidad del flujo operativo. Esto generó una reducción de tiempo, donde se detallará en el siguiente punto.

2. Reducción de Tiempo Total

El tiempo actual que se tenía era elevado por la presencia de tareas innecesarias y tiempos muertos. Con el tiempo propuesto, se logró una reducción total de 1,375 min, lo cual representa un avance notable en la eficiencia operativa.

3. Optimización de Recorridos

La distancia recorrida actualmente es de 90 metros, con la distancia propuesta se redujo a 62 metros; teniendo así una reducción total de 28 metros, lo cual contribuye a disminuir el tiempo de desplazamiento y la fatiga operativa del personal.

4.1.2.16. Análisis de recorrido de las actividades de producción - Propuesto

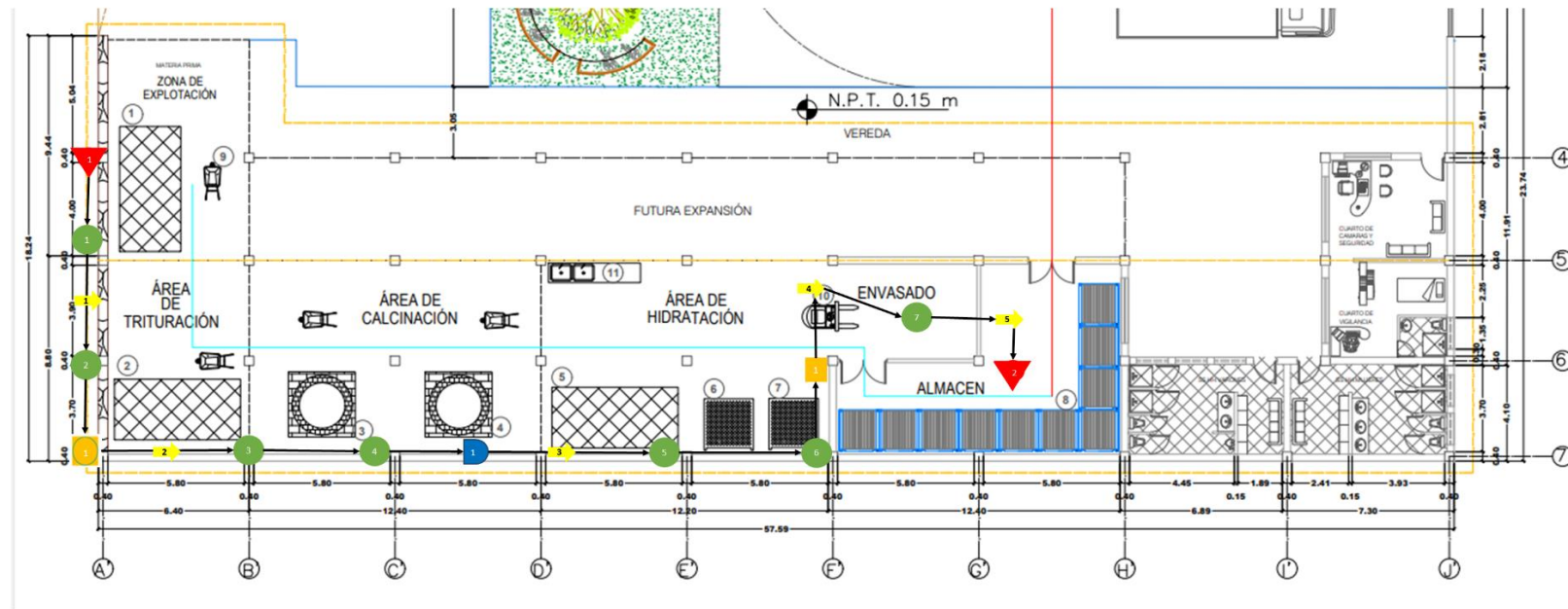


Figura 17. Análisis de recorrido de las actividades de producción propuesto

COMENTARIO:

- En la **Figura 17** del diagrama de recorrido propuesto, se puede observar que el flujo de actividades se realiza de manera continua y ordenada; de igual forma las distancias recorridas son inferiores a las actuales, evitando cruces y movimientos innecesarios.
- De igual manera, en el área de almacén, se colocaron dos puertas para agilizar el proceso de traslado del material.
- Realizando así todos los procesos en un tiempo de 43.9 h y teniendo un incremento en relación a la producción del material.

4.1.2.17. Diagrama de distribución de planta - Propuesto

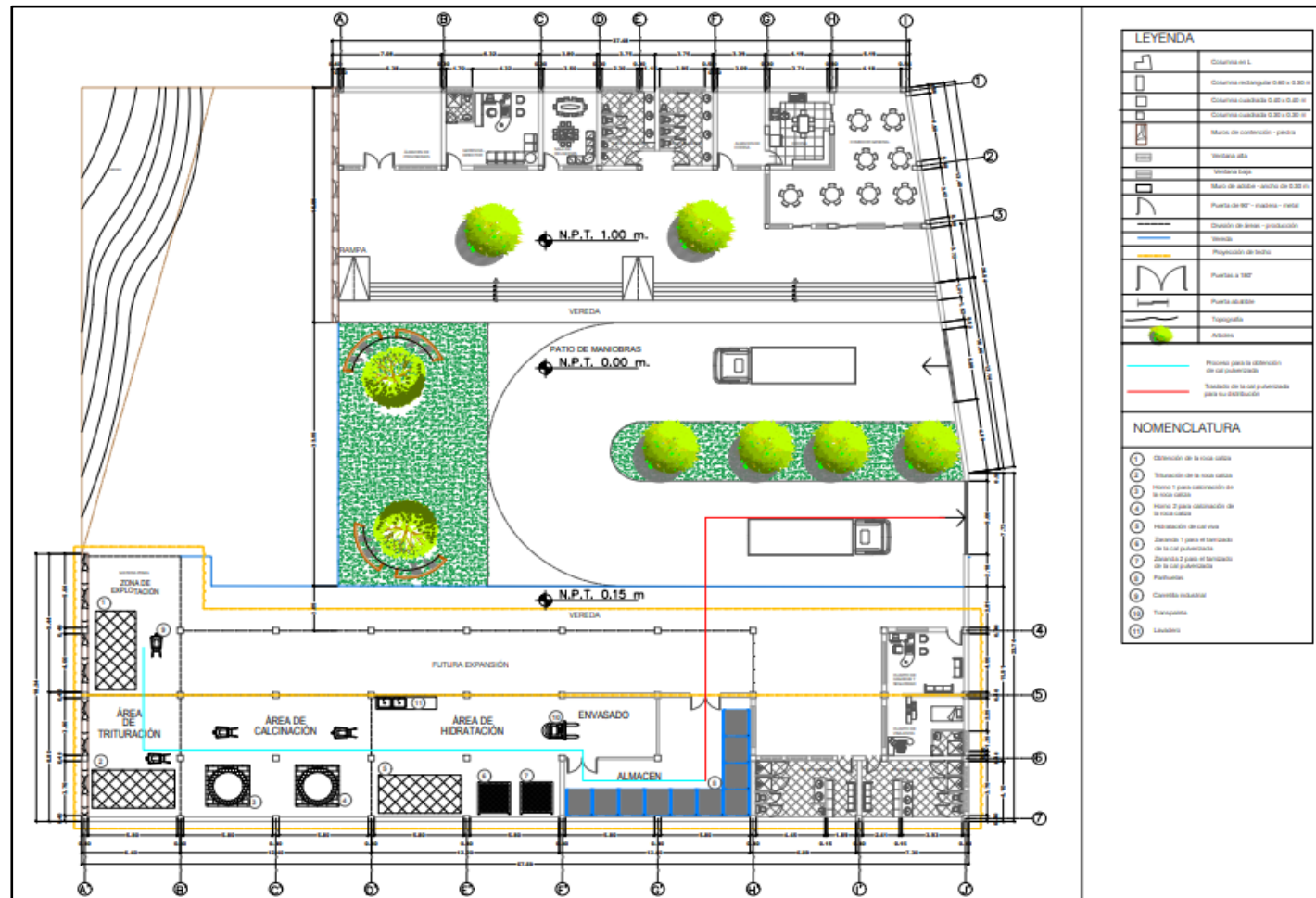


Figura 18. Diagrama de distribución de planta - Propuesto

Revisar [Anexo 6](#)

- En la **Figura 18** el plano de distribución de planta, se realizó de tal forma que las actividades operativas se encuentran concentradas en la parte inferior y sean consecutivas para evitar movimientos y traslados innecesarios, asimismo cuentan con un baño exclusivamente para los operarios y una zona de vigilancia que controla el ingreso y salida de trabajadores, visitantes y vehículos que ingresan a la empresa, en la parte media, se realizó un patio de maniobras para el ingreso y salida de vehículos aprovechando el espacio, también se colocaron veredas para evitar que los vehículos salgan de la pista y ocurra accidentes. En la parte superior, se encuentra la parte administrativa y el comedor, esta zona también cuenta con un baño exclusivo para trabajadores de las oficinas y visitantes.
- La planta cuenta con rampas y baños para discapacitados.
- Todas las medidas están basadas en la norma A.070 Comercio.

Área administrativa

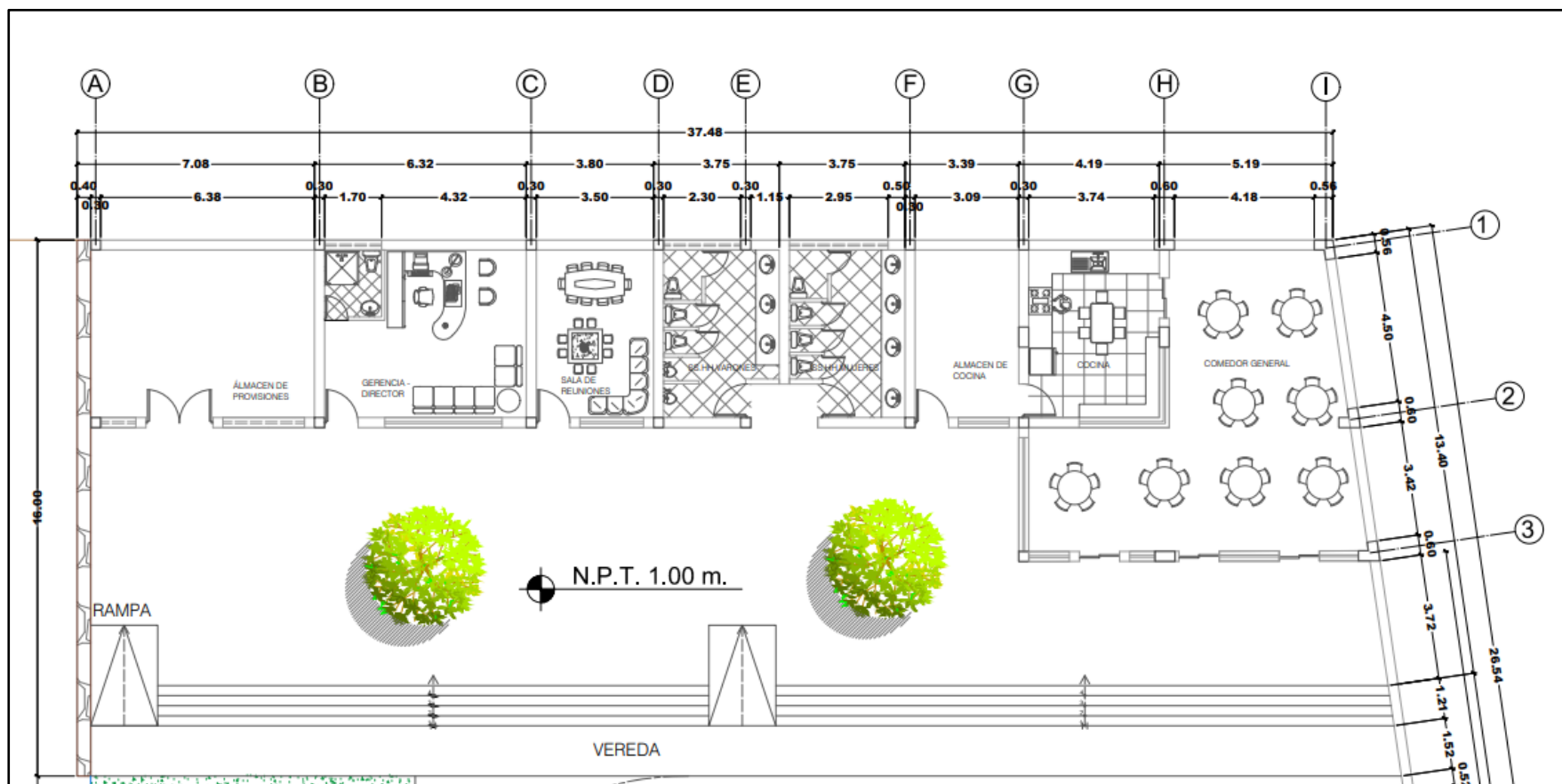


Figura 19. Área administrativa. Revisar [Anexo 6](#)

- En la **Figura 19** el área administrativa, se ubicará en la parte superior de la planta, el nivel de piso terminado es de 1 metro, al ingreso a planta ubicamos como primera área el comedor que cuenta con una cocina equipada al interior y ventanas que dan al patio de maniobras y la vereda interior y al lado de la cocina ubicamos al almacén de cocina para colocar los implementos, utensilios, alimentos entre otros.
- La siguiente zona es el servicio higiénico tanto para damas y varones; para las damas cuenta con 3 baños, 4 lavaderos y un baño de discapacitados, por otro lado, para los varones se agregó 2 urinarios y se redujo los baños a 2 y 1 baño para discapacitados, esta zona cuenta con ventanas posteriores altas.
- La siguiente zona es la sala de capacitaciones que cuenta con una mesa ejecutiva y otra para reuniones más informales, asimismo sillas de descanso para la firma de contratos, charlas a los operarios, capacitaciones, entre otras reuniones.
- La siguiente superficie es la oficina de gerencia, esta tiene sillas de descanso y un escritorio para realizar sus labores, también, cuenta con un baño al interior por normativa A.070 y ventanas para una visualización del interior de la planta.
- Por último, el almacén de provisiones, dentro de esta área, se ubican racks y armarios para colocar uniformes, implementos de seguridad, herramientas, accesorios entre otros.

Patio de maniobras

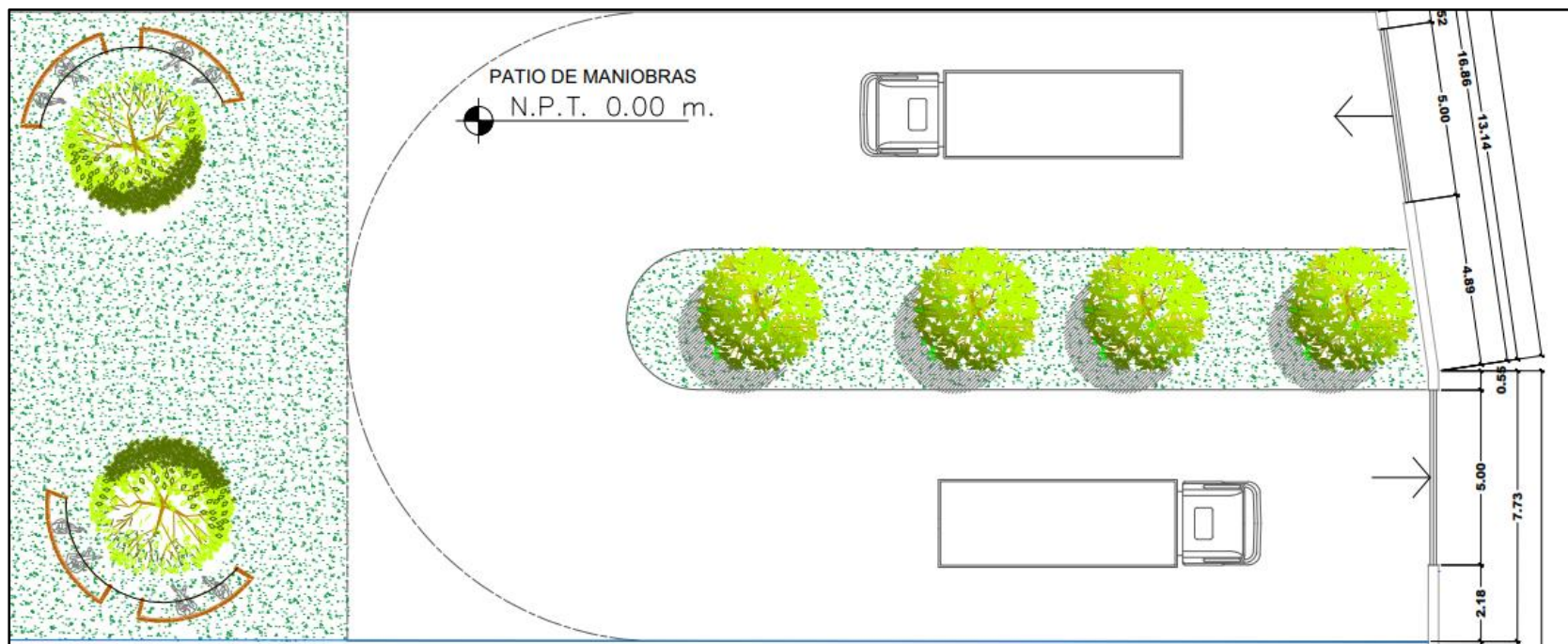


Figura 20. Patio de Maniobras. Revisar [Anexo 6](#)

- En la **Figura 20**, el patio de maniobras se hizo con la intención del ingreso y salida de vehículos grandes a planta, su desplazamiento se da en U, después de cargar o dejar material el vehículo sale por otra puerta. Todo ello es supervisado por el cuarto de vigilancia. Para no perder espacio las zonas vacías, serán usadas como áreas verdes donde se colocarán asientos y plantas para una mejor vista y descanso.

Área Operacional

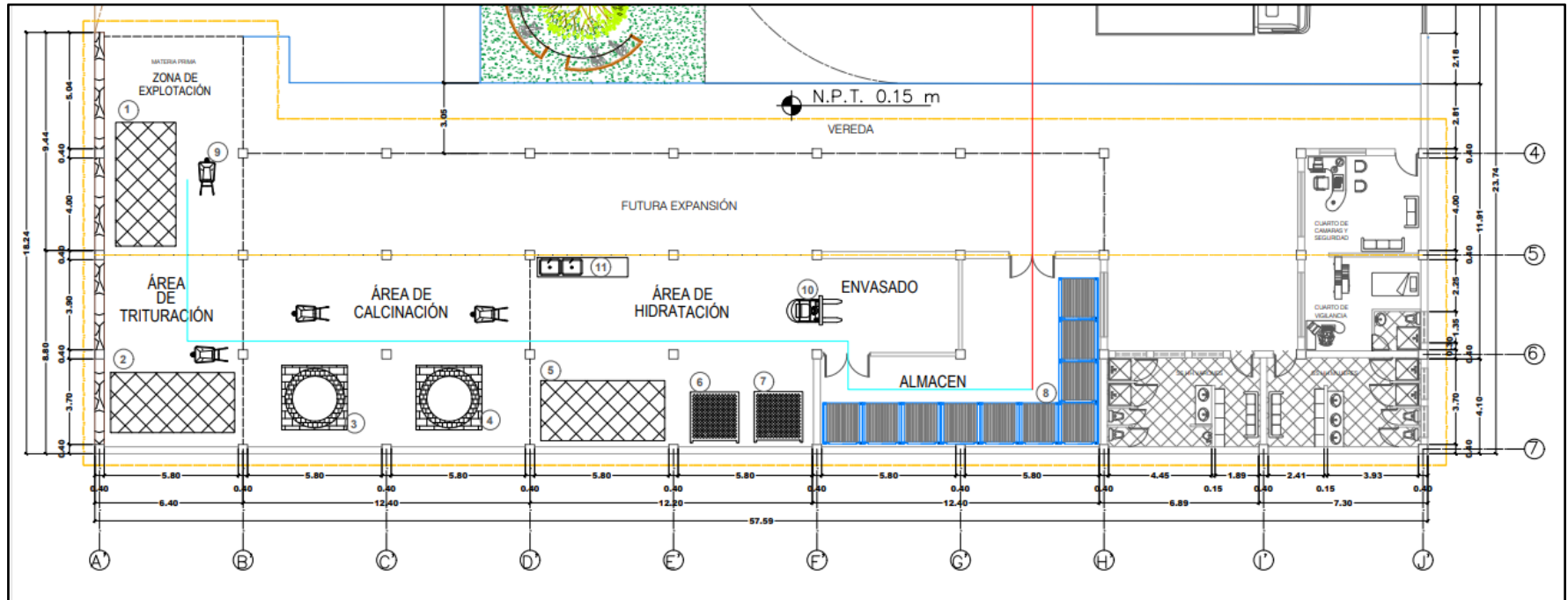


Figura 21. Área Operacional. Revisar [Anexo 6](#)

- En la **Figura 21**, la parte operativa se ubicó a las zonas de forma consecutiva para que el flujo de trabajo sea constante, después de extraer la materia prima se pasa al área de trituración, luego al área de calcinación, posteriormente al área de hidratación, seguido de ello se envasa el producto terminado en bolsas en la zona de envasado. El almacén cuenta con 2 puertas uno que da al área de envasado y otro al patio de maniobras para que cuando el vehículo cargue los pedidos, no dificulte el paso y las labores se realicen de forma normal.
- También, cuentan con un servicio higiénico para varones y mujeres, a diferencia del baño superior, este cuenta con vestidores y duchas para que los operarios después de realizar sus labores puedan lavarse y cambiarse sin necesidad de ir a la parte superior de planta, luego pasan a registrar su salida por la zona de vigilancia y proceden a salir de la planta.

Leyenda

LEYENDA	
	Columna en L
	Columna rectangular 0.60 x 0.30 m
	Columna cuadrada 0.40 x 0.40 m
	Columna cuadrada 0.30 x 0.30 m
	Muros de contención - piedra
	Ventana alta
	Ventana baja
	Muro de adobe - ancho de 0.30 m
	Puerta de 90° - madera - metal
	División de áreas - producción
	Vereda
	Proyección de techo
	Puertas a 180°
	Puerta abatible
	Topografía
	Arboles
	Proceso para la obtención de cal pulverizada
	Traslado de la cal pulverizada para su distribución
NOMENCLATURA	
①	Obtención de la roca caliza
②	Trituración de la roca caliza
③	Horno 1 para calcinación de la roca caliza
④	Horno 2 para calcinación de la roca caliza
⑤	Hidratación de cal viva
⑥	Zaranda 1 para el tamizado de la cal pulverizada
⑦	Zaranda 2 para el tamizado de la cal pulverizada
⑧	Parihuelas
⑨	Carretilla industrial
⑩	Transpaleta
⑪	Lavadero

Figura 22. Leyenda y nomenclatura de la nueva distribución de Planta Revisar [Anexo 6](#)

4.1.2.18. Eficacia - después

Tabla 31. Eficacia después

EMPRESA	EL ÁGUILA 2004	PRODUCTO	CAL	CONCESIÓN MINERA NO METÁLICA EL "ÁGUILA 2004"
ÁREA	PRODUCCIÓN			
ELABORADO POR	INGA/LIZANA	METODO	ACTUAL	
Días	Unidades producidas (sacos/días)	Unidades programadas (sacos/días)	EFICACIA = Unidades producidas / Unidades programadas	
Lunes				
Martes	290			
Miércoles				
Jueves	290			
Viernes				
Sábado	300			
PROMEDIO SEMANAL	880	900	97.78%	
Lunes				
Martes	300			
Miércoles				
Jueves	290			
Viernes				
Sábado	295			
PROMEDIO SEMANAL	885	900	98.33%	
Lunes				
Martes	300			
Miércoles				
Jueves	295			
Viernes				
Sábado	295			
PROMEDIO SEMANAL	890	900	98.89%	
Lunes				
Martes	300			
Miércoles				
Jueves	295			
Viernes				
Sábado	290			
PROMEDIO SEMANAL	885	900	98.33%	
PROMEDIO GENERAL	885	900	98.33%	

En la **Tabla 31**, de acuerdo con la propuesta planteada, la capacidad de producción, se duplicará, alcanzando aproximadamente 885 sacos o 44.25 Tn por semana. Esto sucede a que en cada ciclo de producción se logran 15 Tn, y se programaron tres ciclos por semana. En la actualidad, solo se producen 405 sacos por semana, por lo que con este nuevo esquema se superará ampliamente la producción actual, que en la tabla presentada es de unos 885 sacos por semana.

En promedio se obtiene una eficacia de 98.33% en las 4 semanas de producción, resultado que apoya Caceres (2021) en su tesis “La redistribución de planta para mejorar la productividad en una empresa agroindustrial” donde “después de la aplicación, se obtiene una eficacia en promedio del 100% lo cual indica que se logró producir (harina maca extruido)” (9), inicialmente, fue de 89% incrementando su eficacia en un 11%.

4.1.2.19. Eficiencia - después

Tabla 32. Eficiencia después (TIEMPO DE PROCESO DE UN LOTE DE 15 TN)

EMPRESA	EL ÁGUILA 2004	PRODUCTO	CAL	CONCESIÓN MINERA NO METÁLICA EL "ÁGUILA 2004"
ÁREA	PRODUCCIÓN			
ELABORADO POR	INGA/LIZANA	METODO	PROPUESTO	
Semanas	Tiempo estimado de proceso de un lote 15 TN (horas)	Tiempo actual de proceso de un lote de 15 TN (horas)	EFICIENCIA = Tiempo estimado de proceso/Ttiempo actual de proceso	
I	44.80	46.80	95.73%	
II	44.80	46.40	96.55%	
III	44.80	45.80	97.82%	
SEMANA 1	134.40	139.00	96.69%	
I	44.80	46.20	96.97%	
II	44.80	45.45	98.57%	
III	44.80	47.00	95.32%	
SEMANA 2	134.40	138.65	96.93%	
I	44.80	45.80	97.82%	
II	44.80	46.45	96.45%	
III	44.80	45.45	98.57%	
SEMANA 3	134.40	137.70	97.60%	
I	44.80	45.90	97.60%	
II	44.80	45.60	98.25%	
III	44.80	46.20	96.97%	
SEMANA 4	134.40	137.70	97.60%	
PROMEDIO	134.40	138.26	97.21%	

En la **Tabla 32**, la eficiencia va a aumentar a 97.21% que se tenía inicialmente 94.16% debido a la asignación y programación de actividades para los operarios de tal forma que realizarán sus labores de manera ordenada en las 4 semanas de producción, resultado que apoya Caceres (2021) en su tesis “La redistribución de planta para mejorar la productividad en una empresa agroindustrial” donde “la eficiencia después de la aplicación, se obtiene una eficiencia en promedio del 96%” (9) inicialmente fue de 86% incrementando su eficacia en un 10%.

4.1.2.20. Productividad - después

Tabla 33. *Productividad después*

EMPRESA	EL ÁGUILA 2004	PRODUCTO	CAL	CONCESIÓN MINERA NO METÁLICA EL "ÁGUILA 2004"
ÁREA	PRODUCCIÓN			
ELABORADO POR	INGA/LIZANA	METODO	ACTUAL	
Semanas	Eficacia*eficiencia actual	Eficacia*eficiencia propuesto		
SEMANA 1	79.26%	94.54%		
SEMANA 2	78.75%	95.31%		
SEMANA 3	79.67%	96.52%		
SEMANA 4	79.92%	95.97%		
PROMEDIO	79.40%	95.59%		

En la **Tabla 33**, se evidencia que la productividad en la semana 3 es más elevada, en la semana 3 se obtuvo un 79.67% de productividad anterior y con la propuesta se obtuvo un 96.52% teniendo un incremento favorable en el proceso de producción. Asimismo, en el promedio general, hubo un incremento de un 20.39% respecto a resultados anteriores, pasando de 79.40% a 95.59%.

Para hallar el incremento de la productividad, se usó la siguiente fórmula:

$$\Delta p = \frac{P2-P1}{P1} * 100\%$$

$$\Delta p = \frac{95.59 - 79.40}{79.40} \times 100\%$$

$$\Delta p = 20.39\%$$

RESUMEN DE INDICADORES OPERATIVOS

Tabla 34. Resumen de indicadores operativos

INDICADORES OPERATIVOS				
		ANTES		DESPUES
Cantidad de produccion al mes		81 Tn		177 Tn
Eficacia	Unidades producidas (Sacos)	405	Unidades programadas (Sacos)	480
		84.32%		98.33%
Eficiencia	Tiempo estimado de proceso de un lote	143.8	Tiempo actual de proceso de un lote	135.4
		94.16%		97.21%
Clientes insatisfechos	Cantidad de orden de compra atendidos Sacos/Mes	1620	Cantidad de orden de compra requeridos Sacos/Mes	1920
		8 solicitudes de cliente atendidos		10 solicitudes de cliente recepcionados
Productividad		2 clientes insatisfechos		No hay clientes insatisfechos y se pueden recibir mas contratos
		79.40%		95.59%

En la **Tabla 34**, se presentan los principales indicadores operativos que permiten evaluar el desempeño de la planta antes y después de la implementación de la propuesta de mejora.

1. Ciclos de Producción

Antes: Se realizaban 2 ciclos de producción por semana, con una duración de 3 días cada uno.

Después: Se incrementó a 3 ciclos por semana, reduciendo la duración a 2 días por ciclo.

Impacto: Este cambio permitió aumentar la producción mensual de 81 toneladas a 177 toneladas, lo que pone de manifiesto un avance notable en la capacidad operativa.

2. Eficacia

Valor actual: 84.32%

Valor proyectado: 98.33%

Actualmente, la producción real de sacos es inferior a la cantidad programada. Con la propuesta, se lograría una mayor precisión en el cumplimiento del plan de producción, reduciendo pérdidas y aumentando la eficacia.

3. Eficiencia

Cumplimiento del Tiempo de Proceso

Promedio actual: 94.16%

Valor proyectado: 97.21%

Actualmente, los tiempos reales de producción de cada lote son inferiores a lo programado, lo que puede generar desequilibrios en la planificación. Con la mejora, se lograría una ejecución más ajustada a los tiempos establecidos.

4. Nivel de Atención de Pedidos-clientes insatisfechos

Situación actual: Se atienden 8 de cada 10 pedidos; es decir, un 20% de la demanda no puede ser cubierta por la capacidad de la planta.

Con la propuesta: Se estima una cobertura del 100% de los pedidos, eliminando pérdidas por falta de capacidad y mejorando la satisfacción del cliente.

5. Productividad Global

Valor actual: 79.40%

Valor proyectado: 95.59%

La productividad actual refleja un uso limitado de los recursos. Con la propuesta, se lograría una utilización mucho más eficiente, impactando positivamente en los ingresos y la rentabilidad de la planta procesadora de cal.

4.1.2.21. Análisis Económico-Financiero de la propuesta

En esta parte, se evaluará el impacto económico de la propuesta de mejora, con el fin de determinar si la inversión resultará beneficiosa para la empresa. Para ello, la empresa cuenta con un capital de S/100,000.00 y para el financiamiento total del proyecto se indagarán posibilidades de financiamiento a través de varias entidades bancarias, buscando la más conveniente tasa de interés anual.

Tabla 35. Costo proyectado de materiales

MATERIALES	CANTIDAD		COSTO UNITARIO		COSTO TOTAL
Lavaderos	2	S/	118.00	S/	236.00
Carretillas	8	S/	259.00	S/	2,072.00
Zarandas	2	S/	100.00	S/	200.00
Parihuelas	15	S/	41.30	S/	619.50
Máquina cosedora	2	S/	590.00	S/	1,180.00
Transpaleta	1	S/	1,549.99	S/	1,549.99
TOTAL				S/	5,857.49

Tabla 36. Costo proyectado de recursos

RECURSOS	COSTO TOTAL
Obras provisionales, trabajos preliminares, seguridad y salud	S/.13,680.29
Estructuras	S/.158,477.90
Arquitectura	S/.70,314.99
Instalaciones sanitarias	S/.14,417.71
Fabricación de horno	S/.13,854.20
TOTAL	S/.270,745.09

Tabla 37. Costo proyectado de mano de obra

MANO DE OBRA	COSTO TOTAL
Mano de obra por total del proyecto	S/ 18,000.00
TOTAL	S/ 18,000.00

En la **Tabla 35**, se tiene el presupuesto del costo proyectado de materiales de la propuesta con un total de S/ 5,857.49; en la **Tabla 36**, se tiene el presupuesto del costo proyectado de recursos de la propuesta con un total de S/ 270,745.09; en la **Tabla 37**, se tiene el presupuesto del costo proyectado de mano de obra con un total de S/ 18,000.00.

Ver [Anexo 5](#) para visualizar la cotización del horno, transpaleta, máquina cosedora y parihuelas, obras provisionales, trabajos preliminares, seguridad y salud, estructuras, arquitectura e instalaciones sanitarias.

Tabla 38. Costos proyectados totales por la propuesta

RECURSOS	COSTO TOTAL
Costo proyectado de materiales	S/.5,857.49
Costo proyectado de recursos	S/.270,745.09
Costo total de mano de obra proyectada	S/.18,000.00
TOTAL	S/.294,602.58

Como se puede ver el total en la **Tabla 38**, la cantidad de inversión es de S/ 294,602.58. Ahora, se realizará un análisis de los ingresos por ventas tanto actuales como propuestos, considerando que el precio por saco 50 kg es de S/.100.00 soles ya que el kilo de cal está S/ 2.00.

Tabla 39. Ingresos por venta

	TOTAL DE UNIDADES (SACOS)	VALOR DE VENTA POR SACO (SIN IGV)	INGRESO POR MES	BENEFICIO MES 1	BENEFICIO MES 2	BENEFICIO MES 3	BENEFICIO MES 4	BENEFICIO TOTAL POR VENTAS
Mes-1	1620	S/	102 S/ 164,745.76					
Mes-2	1608	S/	102 S/ 163,525.42					
Mes-3	1620	S/	102 S/ 164,745.76					
Mes-4	1608	S/	102 S/ 163,525.42					
Mes-1 Propuesto	3600	S/	102 S/ 366,101.69	S/ 201,355.93	S/ 202,576.27	S/ 201,355.93	S/ 202,576.27	S/ 807,864.41
Mes-2 Propuesto	3600	S/	102 S/ 366,101.69					
Mes-3 Propuesto	3600	S/	102 S/ 366,101.69					
Mes-4 Propuesto	3600	S/	102 S/ 366,101.69					

En la **Tabla 39**, se observa que los ingresos por la venta de cal, con la nueva propuesta de distribución de planta, se incrementa obteniendo beneficios costos desde el primer mes.

Seguidamente, se ha realizado un flujo de caja Económico-Financiero

Tabla 40. Flujo de caja

CONCEPTO	MES-0	MES-1	MES-2	MES-3	MES-4
Ingresos					
Ingresos por ventas	-	S/ 201,355.93	S/ 202,576.27	S/ 202,576.27	S/ 202,576.27
INGRESOS TOTALES	-	S/ 201,355.93	S/ 202,576.27	S/ 202,576.27	S/ 202,576.27
INVERSION					
Inversión	S/ 294,602.58	-	-	-	-
INVERSIONES TOTALES	S/ 294,602.58	-	-	-	-
COSTOS FIJOS					
Gastos administrativos	-	S/ 15,000.00	S/ 15,000.00	S/ 15,000.00	S/ 15,000.00
Mano de obra	-	S/ 20,000.00	S/ 20,000.00	S/ 20,000.00	S/ 20,000.00
Licencia de construcción	S/ 1,200.00	-	-	-	-
Elaboración, trámite y otros permisos	S/ 1,700.00	-	-	-	-
Subtotal		S/ 35,000.00	S/ 35,000.00	S/ 35,000.00	S/ 35,000.00
COSTOS VARIABLES					
Compra de insumo/carbón	-	S/ 40,000.00	S/ 40,000.00	S/ 40,000.00	S/ 40,000.00
Compra de insumo/ hilos para cosedora	-	S/ 1,050.00	S/ 1,050.00	S/ 1,050.00	S/ 1,050.00
Compra de costales	-	S/ 3,200.00	S/ 3,200.00	S/ 3,200.00	S/ 3,200.00
Luz, Agua	-	S/ 300.00	S/ 300.00	S/ 300.00	S/ 300.00
Subtotal		S/ 44,550.00	S/ 44,550.00	S/ 44,550.00	S/ 44,550.00
Costos Totales		S/ 79,550.00	S/ 79,550.00	S/ 79,550.00	S/ 79,550.00
Flujo de Caja Económico - Financiero	-S/ 297,502.58	S/ 121,805.93	S/ 123,026.27	S/ 123,026.27	S/ 123,026.27

Vamos a evaluar el valor de costo de capital esperada por el inversionista mediante el Modelo CAP

$$K_e = r_f + \beta(E(r_m) - r_f) + rp$$

Donde:

K_e = rentabilidad esperada por el inversionista

r_f = tasa libre de riesgos

β = beta, riesgo sistemático del patrimonio

$E(r_m)$ = rentabilidad esperada del mercado

$E(r_m) - r_f$ = prima por riesgos de mercado

rp = prima por riesgo país

Procedemos a reemplazar en la fórmula:

$$K_e = r_f + \beta(E(r_m) - r_f) + rp$$

$$K_e = 4.7\% + 0.86(9.7\% - 4.7\%) + 1.78\%$$

$$K_e = 10.78\% \simeq 11\%$$

$$K_e = COK = 11\%$$

Así mismo, se procederá a realizar el WACC mediante la siguiente fórmula:

$$WACC = K_d(1 - t) \frac{D}{C + D} + K_e \frac{D}{C + D}$$

Donde:

C = Valor de mercado del capital propio

$C + D$ = Valor total de la empresa

K_e = Rentabilidad esperada por el inversionista

D = Valor de mercado de la deuda

t = Tipo impositiva corporativa, que grava los beneficios de la empresa.

$$WACC = K_d(1 - t) \frac{D}{C + D} + K_e \frac{D}{C + D}$$

$$WACC = 0.14(1 - 0.20) \frac{200000}{100000 + 200000} + 0.11 \frac{100000}{100000 + 200000}$$

$$WACC = 11.13\%$$

VAN-TIR

Con la finalidad de validar si el trabajo de investigación es sustentable, se efectuará a calcular el VAN, TIR y el B/C, lo cual son señales para determinar su viabilidad de invertir o no.

Tabla 41. VAN-TIR-B/C

INDICADORES	
VAN	S/59,890.11
TIR	23%
B/C	1.21

Valor Actual Neto

Para definir si el VAN es rentable se debe seguir lo siguiente:

$VAN > 0$ La propuesta es rentable

$VAN = 0$ La propuesta es postergada

$VAN < 0$ La propuesta no es rentable

*tasa referencial de Interbank de 14.00% consultado a la fecha de 26 de Febrero del 2025

*tasa referencial de la Caja Municipal De Ahorro y Crédito Piura de 18.50% consultado a la fecha de 26 de Febrero del 2025

*tasa referencial de la Caja Arequipa de 21.90% consultado a la fecha de 26 de Febrero del 2025

En la **Tabla 41**, se observa que el VAN es $S/59,890.11 > 0$, la propuesta de mejora de los procesos operativos se muestra como una inversión rentable

Tasa Interna de Retorno

El WACC de la empresa, que es 11.13%. Para calcular el TIR tiene que cumplir lo siguiente:

$TIR > WACC$ La propuesta es aceptable

$TIR = WACC$ La propuesta es postergada

$TIR < WACC$ La propuesta no es aceptable

En la **Tabla 41**, se constata que el TIR es $23\% > 11.13\%$, siendo así la propuesta aceptable.

Beneficio-Costo

El B/C es la sumatoria del flujo total de los beneficios entre la sumatoria del flujo de los costos:

$B/C > 1$ La propuesta es rentable

$B/C = 0$ La propuesta es postergada

$B/C < 1$ La propuesta no es rentable

En la **Tabla 41**, se verifica que el B/C es 1.21, dando como rentable la propuesta de mejora y puede ser ejecutada.

Por último, se hizo un cuadro de los ahorros generados con la nueva propuesta de distribución de planta.

Tabla 42. Ahorros generados

	PROCESO ACTUAL	PROCESO PROPUESTO	VARIACIÓN DEL PROCESO PROPUESTO - ACTUAL
Tiempo (horas)	67.7 h	44.8 h	-22.9 h
Cantidad procesada (Tn)	10 Tn	15 Tn	5 Tn
Salario	S/ 2,000.00	S/ 2,000.00	-
Número de trabajadores	4 trabajadores	9 trabajadores	5 trabajadores
Costo de mano de obra	S/ 1,057.55	S/ 466.38	S/ 591.17
Costo de producción por Tn	S/ 8.81	S/ 3.88	S/ 4.93

Si se trabaja 8 horas al día durante 24 días al mes, se acumulan 192 horas mensuales. Con un salario de S/ 2000.00, el costo por hora de trabajo es aproximadamente de **S/ 10.42**.

A continuación, se calcularon los minutos requeridos para producir 15 toneladas en ambos escenarios. En el primero, se necesitan 67.7 horas para producir 10 toneladas, mientras que, en el segundo, la producción de 15 toneladas requiere 44.8 horas. Por ello, se realizó una comparación equivalente basada en la producción de 15 toneladas para ambos casos, obteniéndose los siguientes resultados:

Proceso actual: 6,089.58 minutos

Proceso propuesto: 2,685.47 minutos

De acuerdo a los resultados obtenidos se calcula el costo de mano de obra:

$$\text{Proceso actual: } \frac{10.42}{60} * 6089.58 = 1057.55$$

$$\text{Proceso propuesto: } \frac{10.42}{60} * 2685.47 = 466.38$$

Costo de producción por Tn:

$$\text{Proceso actual: } \frac{1057.55}{120} = 8.81$$

$$\text{Proceso propuesto: } \frac{466.38}{60} = 3.88$$

Resultados:

- El proceso propuesto logra reducir el tiempo de producción en 22.9 horas, reflejando un descenso del 33.8% en comparación con el proceso actual. Al mismo tiempo, incrementa la producción de 10 a 15 toneladas, es decir, un aumento del 50% en el volumen producido. Esta combinación de menos tiempo y mayor producción indica una mejora notable en la eficiencia, ya que se produce más en menos tiempo y con un mejor aprovechamiento de los recursos.
- Aunque el número de trabajadores aumentó de 4 a 9 personas, el costo total de mano de obra asociado a la producción se redujo en S/ 591.17, lo que equivale a una disminución del 55.9%. Esta reducción se debe a que, gracias a la mayor eficiencia del nuevo proceso, el trabajo se realiza en menos tiempo, permitiendo que más personas trabajen de forma coordinada y eficiente. Es decir, el incremento en personal fue

compensado con una mejor organización y menor duración de la tarea, lo que resultó en un uso más eficiente de mano de obra.

4.2. Discusión de resultado

Según los resultados previos a la aplicación de la redistribución de planta en la Concesión Minera No Metálica, se identificó una productividad del 76.39% debido a una serie de áreas críticas, mal ubicadas y sin señalizaciones generando congestión en ciertas zonas, asimismo la inadecuada distribución de planta; uso de herramientas manuales; retrasos en el proceso de producción y demoras en el transporte de un área a otra que inciden directamente la productividad del proceso de la elaboración de cal pulverizada. Estas condiciones resultaron en la disposición de productos terminados en los pasillos, ocupando áreas no destinadas para ello y obteniendo productos dañados. Tras el estudio de la propuesta de implementación de la redistribución de planta, se ha logrado evidenciar un incremento significativo del 93.16% en la productividad de la empresa que inicialmente fue de 76.39% con un incremento de 21.95%. Resultado que apoya el autor Coronel (2021), donde alcanza una productividad de 85% (eficacia y eficiencia) incrementando su productividad en un 27%. También es respaldada por el autor Caceres (2021) en su tesis “La redistribución de planta para mejorar la productividad en una empresa agroindustrial” logrando incrementar la productividad en un 19%, pasando de 77% a 96% en el área de producción.

También, evidencia una reducción de tiempos y en las distancias de recorrido dando un tiempo total de las operaciones en 4059.72 minutos equivalente en horas a 67.7 actuales, con la propuesta se logra disminuir a 2685.47 minutos las cuales representan una variación de 33%, respecto a las distancias de recorrido pasaron a una distancia de 62.1 m de 90 m iniciales. Esta mejora es apoyada por el autor Verastegui (2021), obteniendo una reducción de 26.7 minutos con la distribución propuesta en la nueva instalación. Como también por el autor Mariño, C. y Reyes, J. (2021), la distribución logró reducir tanto los recorridos en distancia, de 49.58 metros a 31.87 metros, como los tiempos de operación estándar, de 20.44 minutos a 13.14 minutos.

Del mismo modo, Ramírez (2022), mediante esta propuesta, se alcanzó una reducción de tiempos durante la producción de 622,24 minutos a 520,54 minutos, siendo un 16.35%, incluso se tuvo una reducción de recorridos de 334.64 metros a 191.24 metros.

En términos de eficacia, la capacidad de producción se duplicará, pasando de 405 a 885 sacos semanales (equivalentes a 177 toneladas) teniendo como resultado 98.33% con la propuesta. Este resultado es consistente con lo reportado por Cáceres (2021), quien alcanzó una eficacia del 100% tras aplicar una redistribución de planta, mejorando desde un 89%, lo que representó un incremento del 11%.

Asimismo, se hizo el análisis económico financiero, detallando el flujo de caja propuesto por un periodo de cuatro meses, con los resultados obtenidos señala que la propuesta es rentable dado que el *VAN* es positivo con un *S/.59,890.11*, teniendo un *TIR* del 23% y un *B/C* del 1.21. Resultado que apoya el autor CORONEL, H. (2021), donde en esta propuesta hace mención que mediante la realización del flujo de caja determinó el *VAN con un S/ 22,877.06*, un *TIR del 49%* y un *B/C de 1.43*, evidenciando así una buena inversión en la propuesta realizada. CASTRO, R (2021) con su propuesta de mejora en el ciclo de minado para incrementar la productividad logró determinar su *B/C de 136.54 soles* obteniendo ganancias favorables.

Por lo tanto, con nuestra nueva propuesta de redistribución de la planta, se reorganizarán las áreas del proceso de producción, mejorando los espacios, acrecentando la facilidad de los procesos productivos, esto se verá evidenciado en los tiempos de producción y así incrementando la productividad.

5. CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

Al analizar detalladamente la disposición actual de la planta y proponer una nueva distribución de planta, así como estrategias de mejoramiento, se han obtenido hallazgos significativos que tienen implicaciones directas en la productividad y la optimización de procesos.

Se desarrolló la propuesta de la redistribución de la planta procesadora de cal pulverizada en la Concesión Minera No Metálica “EL AGUILA 2004” lográndose cuantificar los siguientes parámetros relacionados con el diseño y la disposición de la planta: distancia recorrida de 90 m a 62.1 m viéndose una reducción de 31.00% en el aprovechamiento del espacio, respecto al número de trabajadores se agregó a 5 operarios más en planta para poder cubrir la nueva demanda y aumentar la capacidad de planta, en relación a la eficiencia hubo un incremento de 3.23%, en cuanto a la eficacia hubo resultados más notorios, ya que, inicialmente, se tenía 84.32% y con la propuesta, se tuvo un 98.33% viéndose un incremento de 16.61% y, por último, la productividad; se logró un incremento de 20.39% pasando inicialmente de 79.40% a 95.59% de productividad.

Mediante el diagnóstico situacional realizado a la planta procesadora de cal pulverizada se identificó el estado actual y se demostró que la distribución no era la adecuada, siendo las causas más frecuentes la inadecuada distribución de planta, uso de herramientas manuales, retrasos en el proceso de producción y dilaciones en el transporte de un área a otra que conllevan a una baja productividad en planta.

Se determinó el impacto de la redistribución de planta procesadora de cal pulverizada en la eficacia de la Concesión Minera No Metálica “EL AGUILA 2004” obteniendo resultados positivos, ya que se tuvo un antes y un después del 84.32% a un 98.33%, teniendo un aumento del 16.61% en la eficacia. Esto demuestra que la propuesta de redistribución de planta resultó en un aumento de la eficacia operativa.

Se determinó el impacto de la redistribución de planta procesadora de cal pulverizada en la eficiencia de la Concesión Minera No Metálica “EL AGUILA 2004”, donde se tuvo un

antes y un después del 94.16% a un 97.21%, viéndose un aumento del 3.23%, teniendo así una programación de actividades más organizada.

Llegamos a la conclusión de que al analizar la viabilidad económica se confirmó los beneficios de la propuesta. Las proyecciones mostraron una relación Beneficio/Costo de 1.21. En otras palabras, por cada sol invertido se obtendrá un beneficio de S/ 1.21 nuevos soles, lo que confirma la viabilidad de la propuesta. Asimismo, en los indicadores financieros, se obtuvo un VAN de S/ 59,890.11, TIR de 23% y el WACC del 11.13%, demostrando que el desarrollo de la propuesta es factible e incrementa la productividad en la Concesión Minera No Metálica “EL AGUILA 2004”.

5.2. Recomendaciones

- La implementación de esta propuesta de distribución no solo requerirá una inversión en términos de recursos, sino también un compromiso y una planificación cuidadosa por parte de la dirección y el personal.
- Se recomienda un enfoque gradual y una evaluación continua para garantizar la efectividad de los cambios propuestos.
- Implementar programas e invertir en capacitaciones para el personal en función a los trabajos que realizan, con el fin de que aumente el grado de ingenio de la compañía. Las capacitaciones son de suma importancia, por lo que se acortará la incertidumbre de falta de mano de obra competente. Asimismo, permitirá economizar tiempo y dinero.
- Se podría mejorar el flujo de trabajo y reducir tiempos si se adquiere una cargadora frontal para la extracción del material y su rápido traslado.
- Se recomienda que usen el presente trabajo de investigación para realizar una nueva distribución de planta y en construcciones futuras abarcar las áreas administrativas para la construcción de oficinas adecuadas; asimismo las áreas verdes que son una zona de recreación y descanso, y se mejoraría el ambiente laboral para mitigar el estrés o cansancio para los operarios.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICA

1. MARÍÑO, C. & REYES, J. Diseño de la distribución de planta para mejorar la productividad de una empresa de comercio al por mayor y menor de insumos para vehículos. Tesis (Magister en Producción y Operaciones Industriales). Ambato: Universidad Técnica de Ambato, 2021. 112 pp. [fecha de consulta: 14 de septiembre de 2022]. Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/34005>
2. MARTÍNEZ, M. Propuesta de sistema de gestión para el proceso de perforación de producción en Compañía Minera Cerro Colorado, BHP. Tesis (Título en Ingeniería Civil de Minas). Chile: Universidad de Concepción, 2021. 103 pp. [fecha de consulta: 29 de septiembre de 2023]. Disponible en: <http://repositorio.udec.cl/jspui/handle/11594/6257>
3. VERASTEGUI, M. Propuesta de distribución de planta para la Empresa procesadora de quinua Sumak Life utilizando el Método MUTHER. Tesis (Título de Ingeniero Industrial). Riobamba: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, 2021. 120 pp. [fecha de consulta: 14 de septiembre de 2023]. Disponible en: <http://dspace.espoch.edu.ec/handle/123456789/15789>
4. RAMÍREZ, A. PROPUESTA DE REDISTRIBUCIÓN EN PLANTA DE MADERATTO LTDA. ENCAMINADA A LA MEJORA EN LA PRODUCTIVIDAD DEL PROCESO PRODUCTIVO DE SUPERFICIES SÓLIDAS. Tesis (Título de Ingeniero Industrial). Bogotá: Universidad Católica de Colombia, 2022. 149 pp. [fecha de consulta: 20 de septiembre de 2023]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/10983/27221>
5. CHAVEZ, J., & PEREGRINO, E. Implementación de la ingeniería de procesos para mejorar el desempeño de la planta de calcinación de una empresa minera de la región La Libertad, 2021. Tesis (Título de Ingeniero Industrial). Cajamarca: Universidad Privada del Norte, 2022. 70 pp. [fecha de consulta: 14 de septiembre de 2023]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/11537/30207>
6. CORONEL, H. Propuesta de distribución de planta y estudio de trabajo para incrementar la productividad en la línea metalmecánica en una empresa de fabricación de muebles, 2021. Tesis (Título de Ingeniero Industrial). Lima: Universidad Tecnológica del Perú, 2021. 169 pp. [fecha de consulta: 14 de septiembre de 2022]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12867/4684>
7. CASTRO, R. Propuesta de mejora en el ciclo de minado para incrementar la productividad en una empresa minera de la región La Libertad, 2020. Tesis (Título de

- Ingeniero Industrial). Trujillo: Universidad Privada del Norte, 2021. 98 pp. [fecha de consulta: 5 de octubre de 2023]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/11537/29184>
8. GILBERTI, Y. Mejora de procesos para incrementar la productividad en una empresa minera. Tesis (Título de Ingeniero Industrial). Huancayo: Universidad Peruana Los Andes, 2022. 94 pp. [fecha de consulta: 14 de septiembre de 2023]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12848/5983>
 9. CÁCERES, F. LA REDISTRIBUCIÓN DE PLANTA PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD EN UNA EMPRESA AGROINDUSTRIAL. Tesis (Título de Ingeniero Industrial). Huancayo: Universidad Peruana Los Andes, 2021. 112 pp. [fecha de consulta: 9 de septiembre de 2023]. Disponible en: <https://repositorio.upla.edu.pe/handle/20.500.12848/4050>
 10. SALGADO, C. Mejora de la productividad en equipos de acarreo y transporte de mineral y desmonte en la veta Gavia – Nivel 100, Unidad Minera Huarón. Tesis (Título de Ingeniero de Minas). Huancayo: Universidad Continental, 2020. 114 pp. [fecha de consulta: 27 de septiembre de 2023]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12394/8430>
 11. LÓPEZ, E. & D. A. Relación entre la productividad, el mantenimiento y el reemplazo del equipamiento minero en la gran minería. *Boletín de Ciencias de la Tierra* [en línea]. Agosto 2018 - Enero 2019, 45, 14-21 [fecha de consulta: 13 de Abril de 2022]. ISSN 0120-3630. Disponible en: DOI: <https://doi.org/10.15446/rbct.n45.68711>
 12. Ministerio de Energía y Minas. *Guía de Orientación del Uso Eficiente de la Energía y de Diagnóstico Energético*. [en línea]. [fecha de consulta: 29 de septiembre de 2023]. Disponible en: [chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.minem.gob.pe/minem/archivos/file/DGEE/eficiencia%20energetica/publicaciones/guias/2_%20guia%20mineria%20no%20metalica-DGEE-1.pdf](https://www.minem.gob.pe/minem/archivos/file/DGEE/eficiencia%20energetica/publicaciones/guias/2_%20guia%20mineria%20no%20metalica-DGEE-1.pdf)
 13. JULÓN, E. “La influencia de la minería en la producción agrícola y ganadera en la región Cajamarca 2007- 2017. Trabajo de investigación (Bachiller en Economía). Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca, 2019. 54 pp. [fecha de consulta: 29 de septiembre de 2023]. Disponible en: <http://hdl.handle.net/20.500.14074/3802>
 14. BENITEZ, N. Propuesta de redistribución de planta en una empresa de la industria del vestido. Tesis (Título de Ingeniero Industrial). Hidalgo: Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, 2019. 104 pp. [fecha de consulta: 9 de septiembre de 2023]. Disponible en: <http://dgsa.uaeh.edu.mx:8080/bibliotecadigital/handle/231104/2556>
 15. DÍAZ, B., JARUFE, B., & NORIEGA, M. (2014). *Disposición de planta*. Lima: Fondo Editorial, 2014. 410 pp. ISBN: 978-9972-45-197-3

16. MIRANDA, C. Distribución de planta para mejorar la productividad en el área de operaciones de la empresa de artesanías Decor Paitan S.A.C. Lima – 2018. Tesis (Título de Ingeniero Industrial). Lima: Universidad César Vallejo, 2018. 164 pp. [fecha de consulta: 14 de septiembre de 2022]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/38431>
17. CONTENÑO, O. HUALLPA R. Diseño de redistribución de planta para incrementar la productividad operacional en la empresa Humboldt Perú S.A. Callao Tesis (Título de Ingeniero Industrial). Callao: Universidad Antonio Ruiz de Montoya, 2019. 96 pp. [fecha de consulta: 14 de septiembre de 2022]. Disponible en: <http://hdl.handle.net/20.500.12833/1990>
18. MEDINA, C. Incremento de la productividad del haba paca verde para su comercialización en la provincia de acobamba-huancavelica. Tesis (Magíster en Ciencias de Ingeniería). Huancavelica: Universidad Nacional de Huancavelica, 2021. 80 pp. [fecha de consulta: 14 de septiembre de 2022]. Disponible en: <http://repositorio.unh.edu.pe/handle/UNH/3998>
19. DIDES, J. Productividad en la gran minería del cobre en Chile: Del diagnóstico a los planes de acción. Tesis (Magister en Gestión y Dirección de empresas). Santiago de Chile: Universidad de Chile - Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas , 2018, 48 pp. [fecha de consulta: 13 de Abril de 2022]. Disponible en: <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/167756>
20. ASLLA, Y. Incremento de la productividad con el método Kaizen de mejora continua en la mina San Carlos Lampa-Puno. Tesis (Título de Ingeniero de minas). Cuzco: Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, 2020. 200 pp. [fecha de consulta: 20 de Abril de 2022]. Disponible en: <http://hdl.handle.net/20.500.12918/5662>
21. ISO 9000, Sistemas de gestión de la calidad — Fundamentos y vocabulario
22. TÓRREZ, M. La gestión administrativa y su impacto en la mejora continua Hacia la calidad en la empresa Matagalpa Coffee Group, en el municipio de Matagalpa, departamento de Matagalpa, 2013-2014. Tesis (Maestría en Gerencia Empresarial). Managua: Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, 2016, 169 pp. [fecha de consulta: 1 de diciembre de 2023]. Disponible en: <http://repositorio.unan.edu.ni/id/eprint/1801>
23. SAMPIERI, R., COLLADO, C. & LUCIO, P. Metodología de la investigación. 6.ª ed México D.F: McGraw-Hill Interamericana Editores, S.A. de C.V., 2014. 600 pp. ISBN: 9781456223960

24. ANGUITA, J. Casas, et al. La encuesta como técnica de investigación. Elaboración de cuestionarios y tratamiento estadístico de los datos (I). Atención primaria. Mayo, 2003, vol. 31, no 8, 527-538.
25. R. M. N.º 375-2008-TR. Resolución Ministerial que Establece la Norma Básica de Ergonomía y de Procedimiento de Evaluación de Riesgo Disergonómico. Diario Oficial El Peruano, Lima, Perú, 28 de noviembre de 2008
26. D. S. N.º 011-2006-VIVIENDA. Decreto Supremo que Aprueba el Aprueban Reglamento Nacional de Edificaciones. Diario Oficial El Peruano, Lima, Perú, 23 de mayo de 2006.

ANEXOS

ANEXO 01: MATRIZ DE CONSISTENCIA

“PROPUESTA DE REDISTRIBUCIÓN DE LA PLANTA PROCESADORA DE CAL PULVERIZADA PARA INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD DE LA CONCESIÓN MINERA NO METÁLICA “EL AGUILA 2004” HUANCVELICA - 2023”

Problema general	Objetivo general	Hipótesis general	Variables	Metodología
¿Cómo la redistribución de planta procesadora de cal pulverizada incrementará la productividad de la concesión minera no metálica El Águila 2004?	Desarrollar la propuesta de la redistribución de la planta procesadora de cal pulverizada en la Concesión Minera No Metálica EL AGUILA 2004 para incrementar la productividad.	La redistribución de planta procesadora de cal pulverizada en la Concesión Minera No Metálica EL ÁGUILA 2004 influye en la Productividad hasta en un 20%.	<u>Independiente.</u> X =Redistribución de planta X1=Diagnóstico situacional X2= Metodología Systematic Layout Planning (SLP) X3= Método de Guerchet	Método de Investigación No experimental Tipo de investigación Aplicada. Nivel de investigación Descriptivo Diseño de investigación No experimental
Problemas específicos	Objetivos específicos	Hipótesis específicas		

PE1: ¿De qué manera el diagnóstico situacional de la distribución de planta identificará el estado actual del problema en la Concesión Minera No Metálica “EL AGUILA 2004”?	OE1: Realizar el diagnóstico situacional de la planta procesadora de cal pulverizada en la Concesión Minera No Metálica “EL AGUILA 2004”.	HE1: El diagnóstico situacional de la distribución de planta identifica el estado actual del problema de la planta procesadora de cal.	<u>Dependiente.</u>	Población:
PE2: ¿De qué manera influye la redistribución de planta procesadora de cal pulverizada en la eficacia de la Concesión Minera No Metálica “EL AGUILA 2004”?	OE2: Determinar el impacto de la redistribución de planta procesadora de cal pulverizada en la eficacia de la Concesión Minera No Metálica “EL AGUILA 2004”	HE2: La redistribución de planta procesadora de cal pulverizada en la Concesión Minera No Metálica EL ÁGUILA 2004 influye en la eficacia.	Y = Productividad	Está constituido por todos los procesos de producción que forman parte de la elaboración de cal pulverizada de la Concesión Minera No Metálica “EL AGUILA 2004”.
PE3: ¿De qué manera influye la redistribución de planta procesadora de cal pulverizada en la eficiencia de la Concesión Minera No Metálica “EL AGUILA 2004”?	OE3: Determinar el impacto de la redistribución de planta procesadora de cal pulverizada en la eficiencia de la Concesión Minera No Metálica “EL AGUILA 2004”.	HE3: La redistribución de planta procesadora de cal pulverizada en la Concesión Minera No Metálica “EL AGUILA 2004” influye en la eficiencia.	Y1 = Eficacia Y2 =Eficiencia	Muestra: Constituido por todos los procesos de producción que forman parte de la elaboración de cal pulverizada de la Concesión Minera No Metálica “EL AGUILA 2004”.

Metálica “EL AGUILA 2004”? PE4: ¿De qué manera la viabilidad económica de la propuesta determinará los beneficios en la Concesión Minera No Metálica “EL AGUILA 2004”.	OE4: Analizar la viabilidad económica de la propuesta de la redistribución de la planta procesadora de cal pulverizada en la Concesión Minera No Metálica “EL AGUILA 2004”.	HE4: El análisis de la viabilidad económica de la propuesta de la redistribución de la planta procesadora de cal pulverizada obtiene beneficios costos.	Técnicas de recolección de datos: Observación Directa: Se va a ejecutar la observación directa en campo, la aplicación de ésta permitirá ver algunos problemas en el sistema de producción de cal. Encuestas: Bajo este documento se obtendrá información pertinente y directa.
--	--	--	--

ANEXO 02: OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Tipo de Variable
Variable independiente: Redistribución de planta	La distribución de planta “es la estructuración físico de los componentes de la producción, en el cual cada uno de ellos está ubicado de tal modo que las operaciones sean seguras, satisfactorias y asequibles.” (14)	La redistribución de planta se desarrolla mediante la utilización de diferentes métodos, y realiza el óptimo uso de los espacios para realizar el mínimo desplazamiento.	Diagnóstico situacional	Datos de producción Problemas identificados	Razón
			Metodología Sistematic Layout Planning	DOP DAP Análisis de recorrido de las actividades de producción. Diagrama relacional de actividades. Diagrama relacional de espacios Diagrama de distribución de planta	Razón

		Método de Guerchet	Superficie estática Superficie gravitacional Superficie de evolución $ST = S_s + S_g + S_e$	Razón
		Eficacia	Índice de logros $\frac{\text{Unidades producidas}}{\text{Unidades alcanzadas}} * 100\%$	Razón
Variable dependiente: Productividad	Es la conexión entre la gama de productos generados por una particularidad del	La productividad, ya que es una particularidad del	Eficiencia	Tiempo de producción $\frac{\text{TIEMPO ESTIMADO DE PROCESO}}{\text{TIEMPO ACTUAL DE PROCESO}} * 100\%$ Razón

ANEXO 03: INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS- ENCUESTA

ENCUESTA

DIAGNÓSTICO SITUACIONAL DEL ÁREA DE PRODUCCIÓN EN LA EMPRESA “EL ÁGUILA 2004”

INSTRUCCIONES:

- Leer adecuadamente las preguntas antes de responder
- A cada pregunta le corresponde solo una alternativa de respuesta

Nombre: _____

Área del trabajo: _____

Tiempo que lleva trabajando en la empresa:

- Menos a 6 meses
- 6-12 meses
- 1-2 años
- Mayor a 2 años

ITEMS	Valores y Categorías (Escala de Likert)
¿Cree usted que el área de producción presenta dificultades en su proceso?	Totalmente de acuerdo De acuerdo Indeciso En desacuerdo Totalmente en desacuerdo
¿Usted considera que hay desperdicios de tiempo por recorridos innecesarios en su zona de trabajo?	Totalmente de acuerdo De acuerdo Indeciso En desacuerdo Totalmente en desacuerdo
¿Usted cree que la distribución actual de planta es la adecuada?	Totalmente de acuerdo De acuerdo Indeciso En desacuerdo Totalmente en desacuerdo
¿Cree usted que las instalaciones de planta son adecuadas para realizar sus labores de forma segura?	Totalmente de acuerdo De acuerdo Indeciso En desacuerdo Totalmente en desacuerdo
Si el espacio de planta se distribuye de mejor forma ¿Realizaría sus labores con más calidad?	Totalmente de acuerdo De acuerdo Indeciso En desacuerdo Totalmente en desacuerdo

¿Considera que los espacios para transporte de materia son los adecuados?	Totalmente de acuerdo De acuerdo Indeciso En desacuerdo Totalmente en desacuerdo
¿Considera que el espacio para el almacenaje de materiales es el adecuado?	Totalmente de acuerdo De acuerdo Indeciso En desacuerdo Totalmente en desacuerdo
¿Se sentiría más seguro si el ambiente de trabajo se encontrará libre de desperdicios, materiales o productos terminados acumulados?	Totalmente de acuerdo De acuerdo Indeciso En desacuerdo Totalmente en desacuerdo

A continuación encontrará una lista de problemas, de acuerdo a su criterio coloque una calificación de 1-5 (1=totalmente en desacuerdo;5=totalmente de acuerdo); para priorizar los problemas más relevantes y poder mejorar el proceso productivo.

Nº	CAUSAS DEL PROBLEMA	ECONÓMICO	TIEMPO	CALIFICACIÓN
1	Uso de herramientas artesanales			
2	Falta de mantenimiento			
3	Retrasos en el proceso de producción			
4	Deficiente registro de trabajo			
5	Falta de control de los procesos			
6	Falta de planeamiento de las funciones a realizar			
7	Incumplimiento de las horas de trabajo			
8	Falta de capacitación de personal			
9	Demasiados puntos de congestión			
10	Tiempos ociosos entre estaciones			
11	Áreas de trabajo no establecidas			
12	Demoras en transportarse de un área a otra			
13	Paradas de producción por las lluvias			
14	Tiempo improductivo			
15	Inadecuada ubicación de las área de trabajo			

ANEXO 04: FORMATO DE INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Diagrama de Operaciones del Proceso (DOP)

DIAGRAMA DE OPERACIONES DE PROCESO		
EMPRESA	EL AGUILA 2004	PAGINA 1/1
DEPARTAMENTO	PRODUCCIÓN	
PRODUCTO	CAL	METODO DE TRABAJO ACTUAL
ELABORADO POR	INGA/LIZANA	

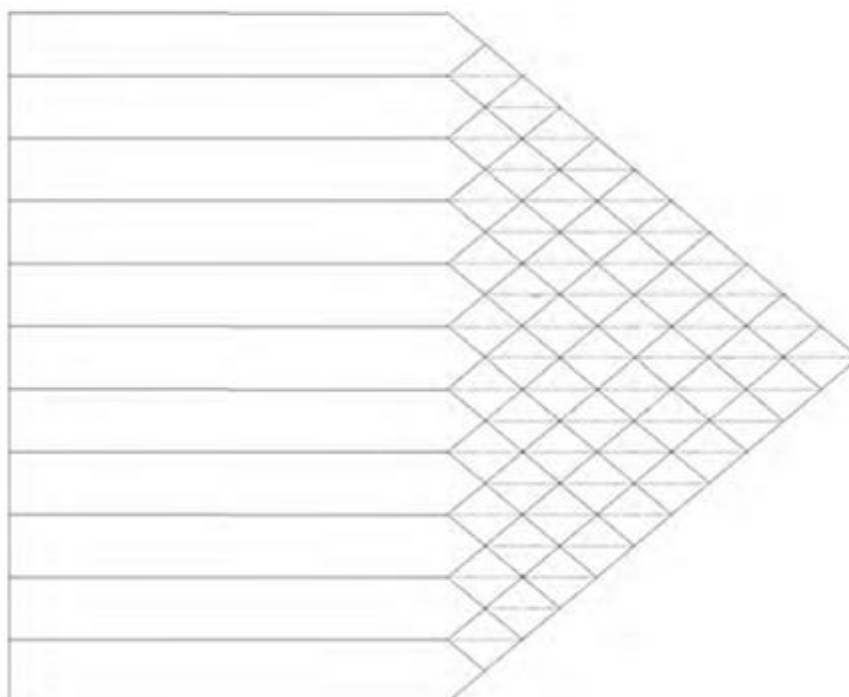
	Actividad	Cantidad	Tiempo (min)
	Operación		
	Inspección		
	Operación/ Inspección		
	TOTAL		

Diagrama de Análisis de Procesos (DAP)

[illegible]

Diagrama relacional de actividades

DIAGRAMA RELACIONAL DE ACTIVIDADES		
EMPRESA	EL AGUILA 2004	PAGINA
DEPARTAMENTO	PRODUCCIÓN	FECHA
PRODUCTO	CAL	METODO DE TRABAJO
ELABORADO POR	INGA/LIZANA	



Código	Valor de proximidad
A	Absolutamente necesario
E	Especialmente necesario
I	Importante
O	Normal u ordinario
U	Sin importancia
X	No recomendable

Diagrama relacional de recorrido

DIAGRAMA RELACIONAL DE RECORRIDO									
EMPRESA: EL ÁGUILA 2004		Método	ACTUAL		RESUMEN				
			PROPUESTO		ACTIVIDAD	ACTUAL	PROPUESTA	ECONOMIA	
ACTIVIDAD		EMPIEZA			OPERACIÓN	●			
		TERMINA			TRANSPORTE	➔			
OBJETO		OPERARIO	MATERIAL	EQUIPO	ESPERA	D			
LUGAR					INSPECCIÓN	■			
OPERARIO(s)					ALMACENAMIENTO	▼			
ELABORADO POR:		FECHA			DISTANCIA (m)				
APROBADO POR:					TIEMPO (min/hombre)				

PROCESO

Método Guerchet

Elemento	Unidades	Lados			Sup Estática	Sup Gravita.		Sup Evo.	Por Unidad	En total
	N	n	Largo (L)	Ancho (A)	Se	Sg	Altura (h)	Sev	Su	St
Elementos móviles										
Operarios		x	x	x	0.50	x	1.70	x	x	x

Elementos fijos

Superficie total del área de materia prima (m^2)										
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

hm

hf

$K = hm/hf/2$

Ancho
Largo
Area

Formato de eficacia

Empresa:	El Águila 2004	Producto:	Cal	CONCESIÓN
Area:		Producción		MINERA NO
Elaborado por	Inga/Lizana	Metodo:	Actual	METÁLICA EL
				"ÁGUILA 2004"
DÍAS	UNIDADES PRODUCIDAS (SACOS/DÍAS)	UNIDADES PROGRAMADAS (SACOS/DÍAS)	EFICACIA = (UNIDADES PRODUCIDAS / UNIDADES PROGRAMADAS)*100%	
Lunes				
Martes				
Miércoles				
Jueves				
Viernes				
Sábado				
PROMEDIO SEMANAL				
Lunes				
Martes				
Miércoles				
Jueves				
Viernes				
Sábado				
PROMEDIO SEMANAL				
Lunes				
Martes				
Miércoles				
Jueves				
Viernes				
Sábado				
PROMEDIO SEMANAL				
PROMEDIO				

Formato de eficiencia

Empresa:	El Águila 2004	Producto:	Cal	CONCESIÓN
Area:		Producción		MINERA NO
Elaborado por	Inga/Lizana	Metodo:	Actual	METÁLICA EL
				"ÁGUILA
DÍAS	H-H ACTUALES (horas)	H-H ESTIMADAS (horas)	EFICIENCIA = (H-H ESTIMADAS/H-H ACTUALES)*100%	
Lunes				
Martes				
Miércoles				
Jueves				
Viernes				
Sábado				
PROMEDIO				
SEMANAL				
Lunes				
Martes				
Miércoles				
Jueves				
Viernes				
Sábado				
PROMEDIO				
SEMANAL				
PROMEDIO				
GENERAL				

Formato de productividad

Empresa:	El Águila 2004	Producto:	Cal	CONCESIÓN
Area:	Producción			MINERA NO
Elaborado por	Inga/Lizana	Metodo:	Propuesto	METÁLICA
				EL "ÁGUILA"
DÍAS	EFICACIA*EFICIENCIA ANTES	EFICACIA*EFICIENCIA DESPUÉS		
SEMANA 1				
SEMANA 2				
SEMANA 3				
PROMEDIO				

ANEXO 05: COTIZACIÓN



LIMA, 05 DE ENERO DEL 2024

VENDEDOR: JULIANA SILVA
CLIENTE: EL AGUILA 2004

Mediante previo saludo, le hacemos llegar la cotización de acuerdo a su solicitud

FABRICACIÓN DE HORNO

Medidas: Largo: 2.30m Ancho: 2.30m Altura: 8m Diámetro: 2.30m
Capacidad: 10Tn
La fabricación del horno, será capaz de cubrir grandes demandas de producción. Para ello se utilizarán 1800 ladrillos refractarios 3/4", 5 fierros barra plana 25x5mm x6m y 8 carretillas BUGGY 65 LITROS 5 FT3 150 KG CYA, esto es para una capacidad de 10 toneladas.

COSTO TOTAL.....S/ 13,854.20

TRANSPALETA

Medidas: Largo: 1.54m Ancho: 0.54m Altura: 1.17m
Capacidad: 2000 Kg

COSTO TOTAL.....S/ 1,549.99

MAQUINA COSEDORA

Medidas: Largo: 0.39m Ancho: 0.22m Altura: 0.33m
Capacidad: 15

COSTO TOTAL.....S/ 590.00

PARIHUELA

Medidas: Largo: 2m Ancho: 2m Altura: 0.15m
Capacidad: 15

COSTO TOTAL.....S/ 619.50

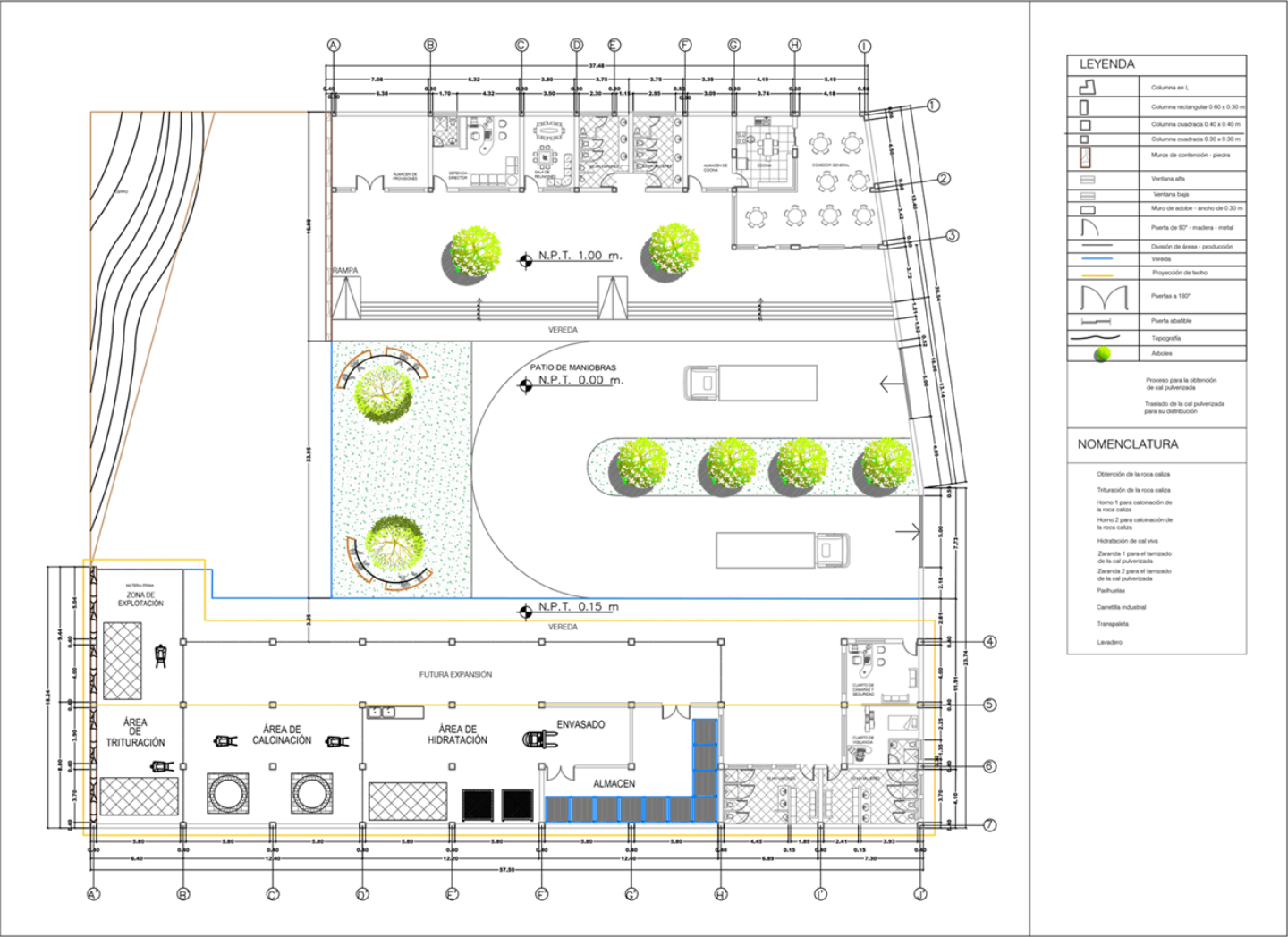
PART.	DESCRIPCIÓN	UND.	METRADO	COSTO UNITARIO (\$/)	PARCIAL (\$/)
01	OBRAS PROVISIONALES, TRABAJOS PRELIMINARES, SEGURIDAD Y SALUD.				13,680.29
01.01	OBRAS PROVISIONALES Y TRABAJOS PRELIMINARES				
01.01.01	CONSTRUCCIONES PROVISIONALES				
01.01.01.02	ALMACÉN PROYECTADO	gib	4.00	500.20	2,000.80
01.01.01.03	OFICINA	gib	4.00	500.24	2,000.96
01.01.01.04	SERVICIOS HIGIÉNICOS	gib	4.00	500.28	2,001.12
01.01.02	INSTALACIONES PROVISIONALES				
01.01.02.02	ENERGÍA ELÉCTRICA PROVISIONAL	mes	1.00	280.20	280.20
01.01.03	TRABAJOS PRELIMINARES				
01.01.03.01	LIMPIEZA DEL TERRENO	m2	590.36	10.12	5,974.44
01.01.04	TRAZOS, NIVELES Y REPLANTEO				
01.01.04.01	TRAZO, NIVELES Y REPLANTEO PRELIMINAR	m2	590.36	2.41	1,422.77

PART.	DESCRIPCIÓN	UND.	METRADO	COSTO UNITARIO (\$/)	PARCIAL (\$/)
02	ESTRUCTURAS				158,477.53
02.01	MOVIMIENTO DE TIERRAS				
02.01.01	NIVELACIÓN DEL TERRENO				
02.01.01.01	REFINE, NIVELACIÓN Y COMPACTACIÓN EN TERRENO NATURAL	m2	500.00	13.00	6,500.00
02.01.02	EXCAVACIONES				
02.01.02.01	EXCAVACIÓN SIMPLE DE ZANJAS PARA CIMIENTOS HASTA 0.80 m.	m3	40.21	40.50	1,628.51
02.01.02.02	EXCAVACIÓN SIMPLE DE ZANJAS PARA ZAPATAS HASTA 1.80 m.	m3	60.45	40.58	2,453.06
02.01.03	CORTES				
02.01.03.01	CORTE DE TERRENO HASTA 0.20 m. DE PROFUNDIDAD	m3	80.00	2.52	201.60
02.01.04	RELLENOS				
02.01.04.01	RELLENO COMPACTADO CIEQ. MAT / PROPIO	m3	58.00	22.10	1,281.80
02.01.05	NIVELACIÓN INTERIOR Y APISONADO				
02.01.05.01	NIVELACIÓN INTERIOR Y APISONADO	m3	200.00	2.90	580.00
02.01.06	ELIMINACIÓN MATERIAL EXCEDENTE ACARREADO HASTA UNA DISTANCIA PROMEDIO DE 30 m.				
02.01.06.01	ELIMINACIÓN MATERIAL EXCEDENTE ACARREADO HASTA UNA DISTANCIA PROMEDIO DE 30 m.	m3	100.00	24.10	2,410.00
02.02	OBRAS DE CONCRETO SIMPLE				
02.02.01	CIMIENTO CORRIDO - CONCRETO F'C =140 Kg/cm2 C.H 1:10+30% PG	m3	20.10	160.00	3,216.00
02.02.02	SOBRECIMIENTO DE 0,15 m. DE ANCHO - CONCRETO F'C =140 Kg/cm2 C.H 1:8+25% PM	m3	8.10	200.00	1,620.00
02.02.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE SOBRECIMIENTO HASTA 0.40m. DE ALTO	m2	40.00	25.00	1,000.00
02.02.04	FALSO PISO DE 2"	m2	110.00	22.20	2,442.00
02.02.05	SOLADO PARA ZAPATAS DE 3" DE ESPESOR	m2	50.10	33.55	1,680.86
02.03	OBRAS DE CONCRETO ARMADO				
02.03.01	ZAPATAS				
02.03.01.01	ZAPATAS - CONCRETO f'c=210 kg/cm2 - CEMENTO PORTLAND TIPO I	m3	30.13	340.12	10,247.82
02.03.01.02	ZAPATAS - ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	50.00	80.17	4,008.50
02.03.01.03	ZAPATAS - ACERO CORRUGADO f'y=4200 kg/cm2	kg	300.00	5.23	1,569.00
02.03.02	VIGAS DE CIMENTACIÓN				
02.03.02.01	VIGAS DE CIMENTACIÓN - CONCRETO f'c=210 kg/cm2 - CEMENTO PORTLAND TIPO I	m3	10.00	390.00	3,900.00
02.03.02.02	VIGAS DE CIMENTACIÓN - ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	40.10	95.06	3,811.91
02.03.02.03	VIGAS DE CIMENTACIÓN - ACERO CORRUGADO f'y=4200 kg/cm2	kg	180.00	5.23	941.40
02.03.03	COLUMNAS				
02.03.03.01	COLUMNAS - CONCRETO f'c=210 kg/cm2	m3	45.00	800.00	36,000.00
02.03.03.02	COLUMNAS - ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	200.26	98.00	19,625.48
02.03.03.03	COLUMNAS - ACERO CORRUGADO f'y=4200 kg/cm2	kg	250.20	6.05	1,513.71
02.03.04	VIGAS				
02.03.04.01	VIGAS - CONCRETO f'c=210 kg/cm2	m3	80.21	230.14	18,459.53
02.03.04.02	VIGAS - ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	320.00	100.50	32,160.00
02.03.04.03	VIGAS - ACERO CORRUGADO f'y=4200 kg/cm2	kg	200.06	6.13	1,226.37

PART.	DESCRIPCIÓN	UND.	METRADO	COSTO UNITARIO (\$/)	PARCIAL (\$/)
03	ARQUITECTURA				70,314.79
03.01	MUROS Y TABIQUES DE ALBAÑILERIA				
03.01.01	MUROS DE LADRILLO KING KONG 24X13X9CM DE ARCILLA	m2	-		
03.01.01.01	MUROS DE LADRILLO KING KONG 24X13X9CM DE ARCILLA, SOGA, MEZCLA C/A 1:4 JUNTA 1.5 CM	m2	245.00	86.24	21,128.80
03.01.01.02	MUROS DE LADRILLO KING KONG 24X13X9CM DE ARCILLA, CABEZA, MEZCLA C/A 1:4 JUNTA 1.5 CM	m2	160.00	100.00	16,000.00
03.07	CARPINTERIA METÁLICA Y HERRERÍA				
03.07.01	PUERTAS				
03.07.01.01	PUERTA CORTAFUEGO 100X220 IZQUIERDA PADILLA	u	20.00	700.00	14,000.00
03.07.02	VENTANAS DE ALUMINIO CON CRISTAL	m2	29.00	400.19	11,605.51
03.08	PINTURA				
03.08.01	PINTURA DE CIELOS RASOS, VIGAS, COLUMNAS Y PAREDES	m2			
03.08.01.02	PINTURA DE PAREDES	m2	300.00	5.36	1,607.57
03.08.01.03	PINTURA DE COLUMNAS	m2	150.00	10.31	1,547.00
03.08.01.04	PINTURA DE VIGAS	m2	310.00	9.43	2,922.45
03.11	SOSTENIBILIDAD				
03.11.01	SALIDA				
03.11.01.01	SALIDA PARA INTERRUPTOR				
03.11.01.01.01	SALIDA PARA ELECTRICIDAD BRAQUETE CON PVC	pto	5.00	30.00	150.00
03.11.01.01.02	SALIDA PARA INTERRUPTOR UNIPOLAR SIMPLE (10V-220V)	u	2.00	35.61	71.22
03.11.02	CANALIZACIONES, CONDUCTOS O TUBERÍAS				
03.11.02.01	TUBERÍA ELÉCTRICA PVC - P = 20 mm (3/4")				
03.11.02.01.01	MEDIDOR	m	22.00	16.05	353.10
03.11.02.01.02	ALUMBRADO E INTERRUPTOR	m	29.00	17.85	517.52
03.11.03	CONDUCTORES Y CABLES DE ENERGÍA EN TUBERÍAS				
03.11.03.01	CABLE 1 X 19 MM2 (POZO A TIERRA)	ml	5.00	9.00	45.00
03.11.03.02	CABLE #14 ATWH (ALUMBRADO)	ml	40.00	3.95	157.96

PART.	DESCRIPCIÓN	UND.	METRADO	COSTO UNITARIO (\$/)	PARCIAL (\$/)
04	INSTALACIONES SANITARIAS				14,417.52
04.01.03	INSTALACIÓN DE APARATOS SANITARIOS	u	30.00	130.00	3,900.00
04.01.04	INSTALACIÓN DE ACCESORIOS SANITARIOS	u	25.00	50.00	1,250.00
04.02	SISTEMA DE AGUA FRÍA				
04.02.01	SALIDA DE AGUA FRÍA				
04.02.01.01	SALIDA DE AGUA FRÍA TUB. PVC DE 1/2"	u	22.40	60.01	1,344.22
04.02.02	REDES DE DISTRIBUCIÓN				
04.02.02.01	TUBERÍA DE AGUA PVC DE 1/2"	m	29.00	11.00	319.00
04.02.03	REDES DE ALIMENTACIÓN				
04.02.03.01	TUBERÍA DE AGUA PVC DE 1"	m	40.00	10.00	400.00
04.02.04	ACCESORIOS DE REDES DE AGUA				
04.02.04.01	CODO DE 90° - PVC DE 1/2"	u	8.00	17.00	136.00
04.02.04.04	TEE - PVC DE 1/2"	u	7.00	13.00	91.00
04.02.05	VÁLVULAS				
04.02.05.01	VÁLVULA ESFÉRICA DE PRONCE DE 1/2"	u	1.00	63.05	63.05
04.03	SISTEMA DE DESAGUE Y VENTILACIÓN				
04.03.01	SALIDA DE DESAGUE				
04.03.01.01	SALIDA DE DESAGUE TUB. PVC DE 2"	u	25.00	120.00	3,000.00
04.03.01.02	SALIDA DE DESAGUE TUB. PVC DE 4"	u	11.00	134.88	1,483.66
04.03.02	REDES DE DERIVACIÓN				
04.03.02.01	TUBERÍA DE DESAGUE PVC DE 2"	m	28.36	19.17	543.58
04.03.02.02	TUBERÍA DE DESAGUE PVC DE 4"	m	40.18	25.80	1,036.55
04.04	SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL				
04.04.01	RED DE RECOLECCIÓN				
04.04.01.01	TUBERÍA DE DESAGUE PVC DE 3"	u	32.21	23.63	761.07
04.04.02	ACCESORIOS				
04.04.02.01	CODO DE 45° - PVC DE 3"	u	3.00	16.38	49.14
04.04.02.02	YEE DOBLE - PVC DE 3"	u	2.00	20.11	40.23

ANEXO 06: PLANO DE REDISTRIBUCIÓN DE PLANTA



ANEXO 07: VALIDACIÓN DE EXPERTOS-01

MATRIZ DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

TÍTULO DE LA TESIS: PROPUESTA DE REDISTRIBUCIÓN DE LA PLANTA PROCESADORA DE CAL PULVERIZADA PARA INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD DE LA CONCESIÓN MINERA NO METÁLICA “EL AGUILA 2004” HUANCVELICA - 2023

AUTOR (A): INGA JAIME MHELANY & LIZANA ALANYA SHANIA _ FECHA : Huancayo, 06 / 04 / 2024

DEL INSTRUMENTO

NOMBRE DEL INSTRUMENTO : ENCUESTA y FICHAS DE OBSERVACIÓN

OBJETIVO : Obtener el diagnóstico situacional de la empresa del área de producción de la Concesión Minera No Metálica “El Águila 2004” y la recolección de datos

DIRIGIDO A : Área de producción

DEL EVALUADOR

APELLIDOS Y NOMBRE DEL EVALUADOR : QUISPE SERPA ELIZABETH GABRIELA

TÍTULO Ó GRADO ACADÉMICO DEL EVALUADOR : INGENIERA CIVIL

TELÉFONO/CELULAR : 917543860

ESCALA PARA LA APRECIACIÓN CUALITATIVA			
Deficiente	Regular	Bueno	Muy Bueno
(1)	(2)	(3)	(4)

VARIABLE	DIMENSION	INDICADOR	CRITERIOS DE EVALUACION																M O D A	OBSERVACION Y/O RECOMENDACION
			RELACION ENTRE LA VARIABLE Y DIMENSION				RELACION ENTRE EL INDICADOR Y LA DIMENSION				RELACION ENTRE LA (VARIABLE, DIMENSIONINDICA ODR) Y LA TEORIA				RELACIÓN DE LOS INDICADORES CON LAS PREGUNTAS O ITEMS DEL INSTRUMENTO					
			1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4		
Variable independiente: Redistribución de planta	Diagnóstico situacional	Datos de producción																		
		Problemas identificados																		
	Metodología Sistemática Layout Planning	DOP																		
		DAP																		
		Análisis de recorrido de las actividades de producción.																		
		Diagrama relacional de actividades.																		
		Diagrama relacional de espacios																		
		Diagrama de distribución de planta																		
	Método de Guerchet	Superficie estática																		
		Superficie gravitacional																		
Superficie de evolución																				
$ST = Ss + Sg + Se$																				

Variable Dependiente: Productividad	Eficacia	Índice de logros $\frac{\text{Unidades producidas}}{\text{ResuUnidades programadas}} * 100\%$																		
	Eficiencia	Tiempo de producción $\frac{H - H \text{ ACTUALES}}{H - H \text{ ESTIMADAS}} * 100\%$																		

CRITERIOS	APRECIACIÓN CUALITATIVA			
	Muy Bueno (4)	Bueno (3)	Regular (2)	Deficiente (1)
Presentación del instrumento	X			
Claridad en la redacción de las preguntas/ Ítems	X			
Pertinencia de la pregunta/ Ítems con los objetivos	X			
Pertinencia de las preguntas/ Ítems con la posible comprobación de hipótesis o resultados esperados.	X			
Relevancia del contenido	X			
Factibilidad de Aplicación	X			

RESULTADO DE VALORACIÓN DEL INSTRUMENTO:

24

OBSERVACIONES O SUGERENCIA EN GENERAL.



Handwritten signature in blue ink. Below it is a circular professional stamp. The text in the stamp includes "INGENIERO CIVIL" and "Reg. CIP. N° 277438".

FIRMA DEL EVALUADOR

ANEXO 08: VALIDACIÓN DE EXPERTOS-02

MATRIZ DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

TÍTULO DE LA TESIS: PROPUESTA DE REDISTRIBUCIÓN DE LA PLANTA PROCESADORA DE CAL PULVERIZADA PARA INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD DE LA CONCESIÓN MINERA NO METÁLICA “EL AGUILA 2004” HUANCVELICA - 2023

AUTOR (A): INGA JAIME MHELANY & LIZANA ALANYA SHANIA _ FECHA : Huancayo, 06 / 04 / 2024

DEL INSTRUMENTO

NOMBRE DEL INSTRUMENTO : ENCUESTA y FICHAS DE OBSERVACIÓN

OBJETIVO : Obtener el diagnóstico situacional de la empresa del área de producción de la Concesión Minera No Metálica “El Águila 2004” y la recolección de datos

DIRIGIDO A : Área de producción

DEL EVALUADOR

APELLIDOS Y NOMBRE DEL EVALUADOR : INGA JAIME JHORCH ANTONY

TÍTULO ^Ó GRADO ACADÉMICO DEL EVALUADOR : INGENIERO CIVIL

TELÉFONO/CELULAR : 954687979

ESCALA PARA LA APRECIACIÓN CUALITATIVA			
Deficiente (1)	Regular (2)	Bueno (3)	Muy Bueno (4)

VARIABLE	DIMENSION	INDICADOR	CRITERIOS DE EVALUACION																M O D A	OBSERVACION Y/O RECOMENDACION
			RELACION ENTRE LA VARIABLE Y DIMENSION				RELACION ENTRE EL INDICADOR Y LA DIMENSION				RELACION ENTRE LA (VARIABLE, DIMENSIONINDICA ODR) Y LA TEORIA				RELACION DE LOS INDICADORES CON LAS PREGUNTAS O ITEMS DEL INSTRUMENTO					
			1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4		
Variable independiente: Redistribución de planta	Diagnóstico situacional	Datos de producción																		
		Problemas identificados																		
	Metodología Sistemática Layout Planning	DOP																		
		DAP																		
		Análisis de recorrido de las actividades de producción.																		
		Diagrama relacional de actividades.																		
		Diagrama relacional de espacios																		
		Diagrama de distribución de planta																		
	Método de Guerchet	Superficie estática																		
		Superficie gravitacional																		
Superficie de evolución																				
$ST = Ss + Sg + Se$																				

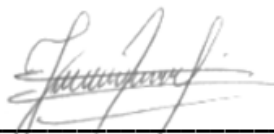
Variable Dependiente: Productividad	Eficacia	Índice de logros $\frac{\text{Unidades producidas}}{\text{ResuUnidades programadas}} * 100\%$																	
	Eficiencia	Tiempo de producción $\frac{H - H \text{ ACTUALES}}{H - H \text{ ESTIMADAS}} * 100\%$																	

CRITERIOS	APRECIACIÓN CUALITATIVA			
	Muy Bueno (4)	Bueno (3)	Regular (2)	Deficiente (1)
Presentación del instrumento	X			
Claridad en la redacción de las preguntas/ Ítems	X			
Pertinencia de la pregunta/ Ítems con los objetivos	X			
Pertinencia de las preguntas/ Ítems con la posible comprobación de hipótesis o resultados esperados.	X			
Relevancia del contenido	X			
Factibilidad de Aplicación	X			

RESULTADO DE VALORACIÓN DEL INSTRUMENTO:

24

OBSERVACIONES O SUGERENCIA EN GENERAL.



FIRMA DEL EVALUADOR