



UNIVERSIDAD
PRIVADA
DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

PROPUESTA DE UN SISTEMA DE PLANEAMIENTO Y CONTROL EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA MINERA P'HUYU YURAQ II E.I.R.L. PARA INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD DE CAL VIVA

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniera Industrial

Autoras:

Bach. Sthefanny Jara Díaz

Bach. Denise Viviana Sánchez Ramírez

Asesora:

Mg. Karla Rossemary Sisniegas Noriega

Cajamarca – Perú

2016

COPYRIGHT © 2016
JARA DÍAZ STHEFANNY
SÁNCHEZ RÁMIREZ DENISE VIVIANA
Todos los Derechos Reservados

APROBACIÓN DE LA TESIS

La asesora y los miembros del jurado evaluador asignados, **APRUEBAN** la tesis desarrollada por las Bachilleres **Sthefanny Jara Díaz** y **Denise Viviana Sánchez Ramírez**, denominada:

PROPUESTA DE UN SISTEMA DE PLANEAMIENTO Y CONTROL EN EL ÁREA
DE PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA MINERA P'HUYU YURAC II E.I.R.L. PARA
INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD DE CAL VIVA

Mg. Karla Rossemary Sisniegas Noriega
ASESORA

Ing. Ricardo Fernando Ortega Mestanza
JURADO
PRESIDENTE

Ing. Ana Rosa Mendoza Azañero
JURADO

Ing. Katty Vanesa Vigo Alva
JURADO

DEDICATORIA

*A nuestro Padre Celestial por darnos la vida y la
oportunidad de realizar nuestros objetivos y metas*

A nuestros padres:

*Porque nos han dado apoyo en todo momento creyendo
en nosotras y sacándonos adelante, dándonos ejemplos
dignos de superación y entrega, porque en gran parte
gracias a ellos, hoy podemos ver alcanzada nuestras
metas, ya que siempre estuvieron impulsándonos en los
momentos más difíciles de nuestra carrera, y por el
orgullo que sienten por nosotras. Va por ellos, por lo que
valen, porque admiramos la fortaleza que tienen.*

STHEFANNY JARA DÍAZ

DENISE VIVIANA SÁNCHEZ RAMÍREZ

AGRADECIMIENTO

*A Dios por mostrarnos día a día que con humildad,
paciencia y sabiduría todo es posible.*

*A nuestros padres por habernos forjado como las
personas que somos en la actualidad, nuestros logros
se los debemos a ustedes. Gracias por estar con
nosotras, por su confianza y cariño.*

Agradecimientos especiales:

*A la empresa que nos ayudó a realizar el trabajo
investigativo, a la Ing. Karla Sisniegas por su dedicación,
tiempo y ayuda constante en la culminación de la tesis.*

STHEFANNY JARA DÍAZ

DENISE VIVIANA SÁNCHEZ RAMÍREZ

ÍNDICE DE CONTENIDOS

APROBACIÓN DE LA TESIS.....	iii
DEDICATORIA.....	iv
ÍNDICE DE CONTENIDOS	vi
ÍNDICE DE TABLAS.....	viii
ÍNDICE DE FIGURAS	xi
ÍNDICE DE ANEXOS	xiii
RESUMEN.....	xv
ABSTRACT	xvi
CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN.....	17
1.1. Realidad problemática	17
1.2. Formulación del problema.....	20
1.3. Justificación.....	20
1.4. Limitaciones	20
1.5. Objetivos	21
1.5.1. <i>Objetivo general</i>	21
1.5.2. <i>Objetivos específicos</i>	21
CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO.....	22
a) Antecedentes	22
b) Bases teóricas.....	27
2.1. Productividad	27
2.1.1. <i>Mano de obra</i>	28
2.1.2. <i>Materia Prima</i>	28
2.1.3. <i>Maquinaria</i>	29
2.1.4. <i>Rendimiento Físico</i>	29
2.1.5. <i>Rendimiento Económico</i>	29
2.2. Planificación y Control de la Producción (PCP).....	30
2.2.1. <i>Pronósticos</i>	31
2.2.2. <i>Planeación Agregada</i>	35
2.2.3. <i>Planeación de Producción</i>	36
2.2.4. <i>Maestro de Producción (MPS)</i>	38
2.2.5. <i>Planificación de Requerimiento de Materiales (MRP)</i>	38
2.2.6. <i>Utilización de la Capacidad</i>	40
2.2.7. <i>Cantidad Óptima de Pedido</i>	40
2.2.8. <i>Lead Time</i>	40
2.2.9. <i>ROP (Punto de Reorden)</i>	41
2.2.10. <i>Producción</i>	41
2.3. Roca caliza.....	41
2.4. Diagrama de Ishikawa.....	47

c)	Hipótesis	48
1.	<i>Formulación de la hipótesis</i>	48
2.	<i>Variables</i>	48
CAPÍTULO 3. METODOLOGÍA.....		49
3.1.	Operacionalización de variables	49
3.2.	Diseño de investigación	50
3.3.	Unidad de estudio	51
3.4.	Población	51
3.5.	Muestra (muestreo o selección).....	51
3.6.	Técnicas, instrumentos y procedimientos de recolección de datos	51
3.7.	Métodos, instrumentos y procedimientos de análisis de datos	55
CAPÍTULO 4. RESULTADOS		56
4.1.	Diagnóstico Situacional de la Empresa	56
4.1.1.	<i>Aspectos Generales</i>	56
4.1.2.	<i>Datos de la empresa</i>	56
4.1.3.	<i>Organigrama</i>	57
4.1.4.	<i>Personal</i>	58
4.1.5.	<i>Infraestructura. Máquina y Equipos</i>	59
4.1.6.	<i>Proveedores y Clientes</i>	64
4.1.7.	<i>Diagnóstico del área de estudio</i>	65
4.1.8.	<i>Descripción del área objeto de análisis</i>	68
4.1.9.	<i>Diagramas propuestos</i>	68
4.2.	Propuesta de mejora.....	76
4.2.1.	<i>Mejora de Diagramas Propuestos</i>	76
4.2.2.	<i>Resultados del Diagnóstico</i>	82
4.2.3.	<i>Diseño de Propuesta de Mejora</i>	89
4.2.4.	<i>Propuesta de Planeamiento de la Producción</i>	95
4.2.5.	<i>Propuesta: Eliminar Planta Puyucana para incrementar la productividad</i>	123
4.2.6.	<i>Resultados Obtenidos</i>	128
4.2.7.	<i>Comparación de Resultados de Indicadores</i>	134
4.3.	Análisis Económico – Financiero	135
CAPÍTULO 5. DISCUSIÓN.....		146
CONCLUSIONES.....		149
RECOMENDACIONES		150
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....		151
ANEXOS		154

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla n. ° 1. 2010-2015: Producción Minera No - Metálica - Principales Productos (tm)	17
Tabla n. ° 2. Ubicación y estado de las plantas de la empresa Minera P'Huyu Yuraq II E.I.R.L....	18
Tabla n. ° 3. Capacidad total de hornos por planta	18
Tabla n. ° 4. Proporcionalidad de Tiempo Ocioso de los trabajadores de la planta de Puylucana y Cumbemayo. (Mes Junio, 2016)	19
Tabla n. ° 5. Operacionalización de la Variable de Productividad.....	49
Tabla n. ° 6. Operacionalización de la Variable Planeamiento y Control	50
Tabla n. ° 7. Método de recolección de datos	51
Tabla n. ° 8. Técnica e instrumentos de recolección de información.	52
Tabla n. ° 9. Datos Generales de Empresa.....	56
Tabla n. ° 10. Descripción de los puestos de trabajo.	58
Tabla n. ° 11. Maquinaria de la empresa Minera P'Huyu Yuraq II E.I.R.L.	62
Tabla n. ° 12. Equipo de la empresa Minera P'Huyu Yuraq II E.I.R.L.	63
Tabla n. ° 13. Principal cliente de la Empresa Minera P'Huyu Yuraq II E.I.R.L.	64
Tabla n. ° 14. Listado de Problemas	65
Tabla n. ° 15. Priorización de Problemas	65
Tabla n. ° 16. Problemas Priorizados	65
Tabla n. ° 17. Descripción de tareas.	73
Tabla n. ° 18. Simbología utilizada para el diagrama SLP	74
Tabla n. ° 19. Descripción de Tareas.	79
Tabla n. ° 20. Determinación del factor de calificación para el área de chancado de carbón	90
Tabla n. ° 21. Determinación del factor de calificación para el área de chancado de piedra.	91
Tabla n. ° 22. Determinación del factor de calificación para el área de calcinado.....	91
Tabla n. ° 23. Determinación del factor de calificación para el área de recepción de materia prima.	91
Tabla n. ° 24. Resumen de los factores de calificación.....	92
Tabla n. ° 25. Determinación del factor de tolerancia para cada área de trabajo	92
Tabla n. ° 26. Resumen de factores de tolerancia por área.....	93
Tabla n. ° 27. Fórmulas y consideraciones para el cálculo de estándares.	94
Tabla n. ° 28. Determinación de los estándares de trabajo.	94
Tabla n. ° 29. Histórico de ventas de producción de cal viva - Agosto 2015 hasta julio del 2016 ..	95
Tabla n. ° 30. Producción mensual de cal viva Planta Puylucana y Planta Cumbemayo.....	96
Tabla n. ° 31. Pronóstico de Ventas - Planta Puylucana.....	99
Tabla n. ° 32. Validación de Pronóstico de Ventas - Modelo Lineal - Planta Puylucana	99
Tabla n. ° 33. Validación de Pronóstico de Ventas - Modelo Polinómico 2do grado - Planta Puylucana	100

Tabla n. ° 34. Validación de Pronósticos de Ventas - Modelo Polinómico 3er grado - Planta PuyLucana.....	101
Tabla n. ° 35. Resumen Pronóstico de Ventas - Planta PuyLucana	102
Tabla n. ° 36. Mejor Modelo de Pronóstico - Planta PuyLucana	102
Tabla n. ° 37. Pronóstico de Ventas - Planta Cumbemayo	103
Tabla n. ° 38. Validación de Pronóstico de Ventas - Modelo Lineal - Planta Cumbemayo	103
Tabla n. ° 39. Validación de Pronósticos de Ventas - Modelo Polinómico 2do grado - Planta Cumbemayo	104
Tabla n. ° 40. Validación de Pronósticos de Ventas - Modelo Polinómico de 3er grado - Plata Cumbemayo	105
Tabla n. ° 41. Resumen Pronóstico de Ventas - Planta Cumbemayo	106
Tabla n. ° 42. Mejor Modelo de pronóstico - Planta Cumbemayo.....	107
Tabla n. ° 43. Pronóstico de Cal Viva - Agosto 2016 hasta Junio 2017	107
Tabla n. ° 44. Pronóstico Planta PuyLucana Y Cumbemayo	107
Tabla n. ° 45. Días laborables mes - Ambas Plantas	108
Tabla n. ° 46. Costos Asociados - Planta PuyLucana	108
Tabla n. ° 47. Inventario - Planta PuyLucana	108
Tabla n. ° 48. Costos Asociados - Planta Cumbemayo	109
Tabla n. ° 49. Inventario - Planta Cumbemayo.....	109
Tabla n. ° 50. Requerimientos para la producción - Planta PuyLucana	109
Tabla n. ° 51. Requerimientos para la producción - Planta Cumbemayo	110
Tabla n. ° 52. Producción exacta - Fuerza Laboral Variable - Planta PuyLucana	110
Tabla n. ° 53. Producción exacta - Fuerza Laboral Variable - Planta Cumbemayo.....	111
Tabla n. ° 54. Fuerza Laboral Constante - Inventario Variable - Planta PuyLucana.....	112
Tabla n. ° 55. Fuerza Laboral Constante - Inventario Variable - Planta Cumbemayo	112
Tabla n. ° 56. Fuerza Laboral Constante - Subcontratación - Planta PuyLucana	114
Tabla n. ° 57. Fuerza Laboral Constante - Subcontratación - Planta Cumbemayo	115
Tabla n. ° 58. Fuerza Laboral Constante - Tiempo Extra - Planta PuyLucana	116
Tabla n. ° 59. Fuerza Laboral Constante - Tiempo Extra - Planta Cumbemayo.....	117
Tabla n. ° 60. Resumen de Planes Agregados - Planta PuyLucana y Cumbemayo.....	118
Tabla n. ° 61. Producto y Presentación	118
Tabla n. ° 62. Prospecto Plan Maestro de Producción.....	119
Tabla n. ° 63. Reporte de Estados de Inventarios.....	119
Tabla n. ° 64. Lista de Materiales de Producción del Cal Viva.....	120
Tabla n. ° 65. Plan Maestro de Producción - MPS	120
Tabla n. ° 66. Datos Cal Viva.....	120
Tabla n. ° 67. Datos Piedra Caliza	121
Tabla n. ° 68. Datos Carbón	122
Tabla n. ° 69. Tabla de Lanzamientos de Órdenes	123
Tabla n. ° 70. Pronóstico de Producción de Cal Viva - P. Cumbemayo.	123

Tabla n. ° 71. Requerimiento para la Producción - Planta Cumbemayo.....	124
Tabla n. ° 72. Resúmenes de las Estrategias del Plan Agregado aplicado a la Planta de Cumbemayo	124
Tabla n. ° 73. Nuevo Plan Maestro de Producción para la Planta de Cumbemayo.....	125
Tabla n. ° 74. Lista de Materiales Cal viva	125
Tabla n. ° 75. Comparación de Resultados de Indicadores	134
Tabla n. ° 76. Inversión de Activos Intangibles.....	135
Tabla n. ° 77. Costos por Infraestructura.....	135
Tabla n. ° 78. Costos por Procedimientos	136
Tabla n. ° 79. Costos de Implementos de EPP	136
Tabla n. ° 80. Costos de Inversión de Plan de Manejo Ambiental	137
Tabla n. ° 81. Gastos de Personal.....	137
Tabla n. ° 82. Gastos de Capacitación	138
Tabla n. ° 83. Resumen de Costos Totales.....	138
Tabla n. ° 84. Análisis de los Indicadores.....	140
Tabla n. ° 85. Ingresos Proyectados	140
Tabla n. ° 86. Flujo de Caja	141
Tabla n. ° 87. Indicadores Económicos	141
Tabla n. ° 88. Análisis de los Indicadores: Escenario Pesimista.....	142
Tabla n. ° 89. Ingresos Proyectados: Escenario Pesimista.....	142
Tabla n. ° 90. Flujo de Caja Neto Proyectado: Escenario Pesimista	142
Tabla n. ° 91. Indicadores Económicos: Escenario Pesimista	143
Tabla n. ° 92. Análisis de Indicadores: Escenario Optimista.....	144
Tabla n. ° 93. Ingresos Proyectados: Escenario Optimista	145
Tabla n. ° 94. Flujo de Caja Neto Proyectado: Escenario Optimista.....	145
Tabla n. ° 95. Indicadores Económicos: Escenario Optimista.....	145
Tabla n. ° 96. Discusión de Resultados - Control de Producción.....	146
Tabla n. ° 97. Resultados Planeamiento	146
Tabla n. ° 98. Discusión de Resultados - Planeamiento	147

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura n. ° 1. Patrón aleatorio de demanda	34
Figura n. ° 2. Ejemplos de tendencias	34
Figura n. ° 3. Patrón estacional de demanda.....	35
Figura n. ° 4. Proceso de planeación de la producción	37
Figura n. ° 5. Organigrama de la empresa Minera P'Huyu Yuraq II E.I.R.L.	57
Figura n. ° 6. Horno de 15 Tn. de la Planta de Puylucana.....	59
Figura n. ° 7. Hornos de la Planta de Cumbemayo	60
Figura n. ° 8. Bases de los Hornos de la Planta de Puylucana	60
Figura n. ° 9. Vista panorámica de las bases de los hornos de la Planta de Cumbemayo	61
Figura n. ° 10. Vista Panorámica del Área de Producción de la Planta Puylucana	61
Figura n. ° 11. Diagrama de Ishikawa	66
Figura n. ° 12. Mapa de Planta de la Calera ubicada en Puylucana	69
Figura n. ° 13. Mapa de Planta de la Calera ubicada en Cumbemayo.....	70
Figura n. ° 14. Diagrama de Operaciones de Cal Viva.	71
Figura n. ° 15. Diagrama Hombre-máquina.	72
Figura n. ° 16. Diagrama de Pert.	73
Figura n. ° 17. Ruta Crítica - Diagrama Pert	74
Figura n. ° 18. Diagrama obtenido de acuerdo a la simbología SLPÁG.....	75
Figura n. ° 19. Diagrama Relacional de Áreas Funcionales.	75
Figura n. ° 20. Mapa de Planta Mejorado de la Calera ubicada en Puylucana.	76
Figura n. ° 21. Mapa de Planta Mejorado de la Calera ubicada en Puylucana.	77
Figura n. ° 22. Diagrama de Operaciones Mejorado de Producción de Cal Viva.....	78
Figura n. ° 23. Diagrama de PERT Mejorado.	79
Figura n. ° 24. Ruta Crítica - Diagrama Pert Mejorado	80
Figura n. ° 25. Diagrama obtenido de acuerdo a la simbología SLPÁG.....	81
Figura n. ° 26. Diagrama Relacional de Áreas Funcionales.	81
Figura n. ° 27. Diseño de la propuesta de mejora.....	89
Figura n. ° 28. Modelo lineal producción cal viva - Planta Puylucana	96
Figura n. ° 29. Modelo lineal producción cal viva - Planta Cumbemayo.....	96
Figura n. ° 30. Modelo polinómico 2do grado producción cal viva - Planta Puylucana	97
Figura n. ° 31. Modelo polinómico 2do grado producción cal viva - Planta Cumbemayo	97
Figura n. ° 32. Modelo polinómico 3er grado producción cal viva - Planta Puylucana	98
Figura n. ° 33. Modelo polinómico 3er grado producción cal viva - Planta Cumbemayo	98
Figura n. ° 34. Señal de Rastro Modelo Lineal - Planta Puylucana.....	100
Figura n. ° 35. Señal de Rastro Modelo Polinómico 2do grado - Planta Puylucana.....	101
Figura n. ° 36. Señal de Rastreo Modelo Polinómico 3er grado - Planta Puylucana	102
Figura n. ° 37. Señal de Rastreo Modelo Lineal Planta Cumbemayo	104

Figura n. ° 38. Señal de Rastreo Modelo Polinómico 2do grado - Planta Cumbemayo	105
Figura n. ° 39. Señal de Rastreo Modelo Polinómico 3er grado - Planta Cumbemayo.....	106
Figura n. ° 40. Cálculos y Obtención de Lanzamientos - Cal Viva	121
Figura n. ° 41. Cálculos y Obtención de Lanzamientos - Piedra Caliza	121
Figura n. ° 42. Cálculos y Obtención de Lanzamientos - Carbón	122
Figura n. ° 43. Plan de Requerimientos de Materiales de Cal Viva de la Planta Cumbemayo	125
Figura n. ° 44. Plan de Requerimientos de Materiales de Roca Caliza de la Planta Cumbemayo	126
Figura n. ° 45. Plan de Requerimientos de Materiales de Carbón Antracita de la Planta Cumbemayo	126
Figura n. ° 46. Tabla de lanzamientos de órdenes para la Planta de Cumbemayo	127

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo n.º 1. Datos Indicadores Mano de Obra antes de la mejora.....	154
Anexo n.º 2. Datos Indicadores Maquinaria antes de la mejora	154
Anexo n.º 3. Datos Indicadores Materia Prima antes de la mejora	155
Anexo n.º 4. Datos Indicadores Rendimiento Físico antes de la mejora	156
Anexo n.º 5. Datos Indicadores Rendimiento Económico antes de la mejora.....	156
Anexo n.º 6. Datos Indicadores Utilización de la Capacidad antes de la mejora	157
Anexo n.º 7. Datos Indicadores Cantidad Óptima a Pedir antes de la mejora	158
Anexo n.º 8. Datos Indicadores Lead Time antes de la mejora.....	159
Anexo n.º 9. Datos Indicadores Punto de Reorden antes de la mejora	160
Anexo n.º 10. Datos Indicador Producción antes de la mejora.....	161
Anexo n.º 11. Datos para hallar el nuevo valor del Indicador Mano de obra.....	162
Anexo n.º 12. Datos para hallar el nuevo valor del Indicador Maquinaria	162
Anexo n.º 13. Datos para hallar el nuevo valor del Indicador Materia Prima.	163
Anexo n.º 14. Datos para hallar el nuevo valor del Indicador Rendimiento Físico.....	163
Anexo n.º 15. Datos para hallar el nuevo valor del Indicador Rendimiento Económico.....	164
Anexo n.º 16. Datos para hallar el nuevo valor del Indicador Utilización de la Capacidad	165
Anexo n.º 17. Datos para hallar el nuevo valor del Indicador Cantidad Óptima a Pedir	166
Anexo n.º 18. Datos para hallar el nuevo valor del Indicador Lead Time.....	167
Anexo n.º 19. Datos para hallar el nuevo valor del Indicador Punto de Reorden.....	167
Anexo n.º 20. Datos para hallar el nuevo valor del Indicador Producción.....	168
Anexo n.º 21. Pronóstico hallado para la Planta de Cumbemayo	169
Anexo n.º 22. Datos de Días laborables Mes, Inventario y Costos Asociados para elaboración el requerimiento de la producción de Planta Cumbemayo	173
Anexo n.º 23. Estrategia Producción Exacta. Fuerza Laboral Variable.....	174
Anexo n.º 24. Estrategia Fuerza Laboral Constante. Inventario Variable	175
Anexo n.º 25. Estrategia Fuerza Laboral Constante. Subcontratación	176
Anexo n.º 26. Estrategia Fuerza Laboral Constante. Tiempo Extra	177
Anexo n.º 27. Encuesta dirigida a los trabajadores de la empresa minera P'Huyu Yuraq II E.I.R.L.....	178
Anexo n.º 28. Resultado de la pregunta 1 de la encuesta realizada a los trabajadores.	180
Anexo n.º 29. Resultado de la pregunta 2 de la encuesta realizada a los trabajadores.	180
Anexo n.º 30. Resultado de la pregunta 3 de la encuesta realizada a los trabajadores.	181
Anexo n.º 31. Resultado de la pregunta 4 de la encuesta realizada a los trabajadores.	181
Anexo n.º 32. Resultado de la pregunta 5 de la encuesta realizada a los trabajadores.	182
Anexo n.º 33. Resultado de la pregunta 6 de la encuesta realizada a los trabajadores.	182
Anexo n.º 34. Resultado de la pregunta 7 de la encuesta realizada a los trabajadores.	183
Anexo n.º 35. Resultado de la pregunta 8 de la encuesta realizada a los trabajadores.	183

Anexo n.° 36. Guía de Observación realizada en el Área de Producción de la Empresa Minera P'huyu Yuraq II E.I.R.L.....	184
Anexo n.° 37. Entrevista: Preguntas hechas a los Capataces de la Planta de Puyucana y Cumbemayo.	186
Anexo n.° 38. Plano de Ubicación.....	188
Anexo n.° 39. Plano Zona Influencia.....	189
Anexo n.° 40. Plano de Distribución.....	190
Anexo n.° 41. Plano Geológico	191
Anexo n.° 42. Plano Ecológico	192
Anexo n.° 43. Plano Sismológico	193
Anexo n.° 44. Plano Modelo Horno	194
Anexo n.° 45. Plano de Ubicación.....	195
Anexo n.° 46. Plano Zona Influencia.....	196
Anexo n.° 47. Plano de Distribución.....	197
Anexo n.° 48. Plano Geológico	198
Anexo n.° 49. Plano Ecológico	199
Anexo n.° 50. Plano Sismológico	200
Anexo n.° 51. Plano Modelo Horno	201

RESUMEN

El presente estudio tuvo como objetivo general el desarrollo de una Propuesta de Planeamiento y Control de la Producción en el área de producción de la empresa P'Huyu Yuraq II E.I.R.L. para incrementar la productividad de cal viva, los problemas encontrados en el área de producción es que no existe un sistema de gestión en los procesos, generando de esta manera una mala planificación de su producción y una inadecuada manipulación de sus materiales ocasionando inventarios y costos innecesarios.

Se realizó un diagnóstico situacional del proceso productivo de cal viva mediante análisis del trabajo, materia prima, mano de obra, sobrecostos, utilización de capacidad y rendimientos tanto físico como económico.

Así mismo se realizó una propuesta de Planeamiento y Control de la Producción, que se dividió en dos partes: la Propuesta de Control de la Producción, en donde se determinó los respectivos estándares de trabajo; y también la propuesta de Planeamiento de la Producción donde se pudo plantear y desarrollar la utilización de un Sistema MRP, permitiéndonos saber con exactitud cuántas unidades producir de acuerdo a la necesidad del mercado y planificar capacidades en la mano de obra y máquinas.

Después de la metodología empleada se pudo hacer un análisis de costo – beneficio para poder saber si el proyecto es viable o no, obteniéndose los siguientes resultados: tener utilidades de hasta 368, 873.17 soles, una tasa interna de retorno de 93% mayor a la tasa COK de 26%.

ABSTRACT

Overall objective of this study was the development of a proposal for a planning and production Control in the area of production of the company P'Huyu Yuraq II E.I.R.L. to increase the productivity of quicklime, the problems encountered in the area of production is that a management system there is processes, thereby generating a poor planning of its production and improper handling of materials causing inventories and unnecessary costs.

He was a situational diagnosis of the production process of quicklime through analysis of work, raw materials, labor, cost overruns, utilization of capacity and performance, both physical and economic.

Likewise was a proposal of planning and Control of production, which was divided into two parts: the proposal of production Control, where it was determined the respective standards of work; and also the proposal of production planning where you could raise and develop the use of an MRP system, allowing us to know exactly how many units produced according to the need of the market and planning skills in the workforce and machines.

After the methodology could be done an analysis of cost - benefit to know if the project is viable or not, obtained the following results: have utilities up to 368, 873.17 Suns, an internal rate of return of 93% greater than the coke rate of 26%.

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

En la actualidad, a nivel mundial los minerales no metálicos o también llamados industriales son de bajo valor y de gran volumen, a comparación de minerales metálicos, por lo cual su explotación se realiza siempre cerca o en la fuente de producción. Sólo en casos especiales adquieren gran desarrollo, ya que dependen de las necesidades de la región geográfica y, económicamente, no soportan gran transporte. La producción de minerales no metálicos en el país registró un incremento de 79% en los últimos cinco años, según estadísticas del Anuario Minero 2015, elaborado por el Ministerio de Energía y Minas (**MEM**), como se muestra en la Tabla n. ° 1.

Tabla n. ° 1. 2010-2015: Producción Minera No - Metálica - Principales Productos (tm)

PRODUCTO / PRODUCT	2011	2012	2013	2014	2015 /1
CALIZA / DOLOMITA	11,593,903	16,305,797	16,650,488	21,985,639	24,661,948

Fuente: (Ministerio de Energía y Minas, 2015)

En Cajamarca la situación de los minerales no metálicos como fuente de desarrollo económico determina un gran valor en el presente y futuro, pues la demanda va en aumento, considerando que la empresa Minera Yanacocha S.R.L. es uno de los principales clientes que hace uso de estos minerales no metálicos, para ser exactos tiene gran demanda de cal viva (CaO), pese a tener la cantera de caliza China Linda desde el año 1999, que se encuentra ubicada en el distrito La Encañada, de la provincia y región Cajamarca, con una capacidad de 70 000 toneladas al día, produciendo sólo 240 toneladas diarias de óxido de calcio, lo que no satisface toda su demanda, ya que es utilizada en el área de operaciones de Cerro Yanacocha, durante el proceso de lixiviación para controlar los niveles de pH de la solución en el circuito de lixiviación; sólo en ese proceso, se estima que se requieren 200 toneladas de óxido de calcio diariamente. Además, se utiliza para las plantas de tratamiento de aguas ácidas, permitiendo neutralizarlas.

En ese contexto, el presente trabajo de investigación está desarrollado en la empresa Minera P'Huyu Yuraq II E. I. R L., dedicada a la explotación y comercialización de recursos mineros no metálicos derivados de la caliza. La empresa inicia sus actividades el 21 de julio de 1994, dedicándose a la venta de cal viva. En la actualidad cuenta con tres plantas de producción, como se muestra en la Tabla n. ° 2., donde también se indica la ubicación y estado de cada una de ellas.

Tabla n. ° 2. Ubicación y estado de las plantas de la empresa Minera P'Huyu Yuraq II E.I.R.L.

PLANTA	UBICACIÓN			ESTADO
	DISTRITO	PROVINCIA	DEPARTAMENTO	
PUYLUCANA	Baños del inca	Cajamarca	Cajamarca	Activa
CUMBEMAYO	Magdalena	Cajamarca	Cajamarca	Activa
CARBOJHOLAY	Bambamarca	Hualgayoc	Cajamarca	Inactiva

Fuente: Elaboración Propia.

En la presente investigación encontramos que la empresa no gestiona, ni planifica, ni controla sus operaciones dentro del área de producción, para los dos productos que genera: cal viva (CaO) y cal hidrata [Ca(OH)₂], para esta investigación hemos decidido enfocarnos a la cal viva puesto que esta genera demasiados inventarios innecesarios, ya que la cal hidratada cumple principalmente el requerimiento de su cliente Cartavio S.A.A. En la producción de cal viva los encargados de cada planta elaboran los requerimientos de una manera empírica, por lo que la planeación de la producción se convierte en uno de los principales problemas y esto se da, por no contar con pronósticos futuros, control de los demás recursos de manufactura, como mano de obra, maquinaria y materia prima, las consecuencias que genera a la empresa si no se soluciona este problema, son los altos costos de producción.

A la problemática mencionada anteriormente, se le suma los vacíos diarios en la utilización de toda la capacidad de las plantas de PuyLucana y Cumbemayo, al no existir un eficiente sistema de gestión de requerimientos de materiales. Siendo las capacidades totales de los hornos por planta las que se muestra en la Tabla n. ° 3.

Tabla n. ° 3. Capacidad total de hornos por planta

PLANTA	HORNO	CAPACIDAD (Tn)
CUMBEMAYO	HORNO 1	25
	HORNO 2	25
	HORNO 3	15
	HORNO 4	15
PUYLUCANA	HORNO 1	15
	HORNO 2	10

Fuente: Elaboración Propia

En la empresa también hay problemas con la mano de obra que no está capacitada, y que no sabe bien la función que debe realizar. Los trabajadores comparten tareas, creando desorden dentro del área de producción, también se ven problemas en cuanto a la jornada laboral que debería ser 9 horas de lunes a viernes y 4 horas los días sábados, pues a veces es menor y a veces mayor de la establecida, lo que origina que los trabajadores tengan tiempos ociosos en su jornada laboral, por lo que decidimos realizar un muestreo para determinar exactamente las horas que realmente se labora. El mes que se realizó dicho muestreo fue en Junio del año 2016 para ambas plantas, donde obtuvimos los porcentajes de Tiempo Ocioso mostrados en la Tabla n. ° 4.

Tabla n. ° 4. Proporcionalidad de Tiempo Ocioso de los trabajadores de la planta de PuyLucana y Cumbemayo. (Mes Junio, 2016)

PLANTA	PROMEDIO		TIEMPO OCIOSO
	HRS. LABORADAS SEGÚN MUESTREO	HRS. LABORABLES SEGÚN JORNADA	
PUYLUCANA	148	214	30.84%
CUMBEMAYO	169	214	21.03%

Fuente: Elaboración Propia.

Por lo mencionado anteriormente vimos la necesidad de que este estudio tenga como objetivo principal presentar una propuesta de un sistema de planeamiento y control en el área de producción de la empresa Minera P'huyu Yuraq II E.I.R.L. con la finalidad de incrementar la productividad de cal viva. sirviendo de soporte para la realización de una organización eficiente.

1.2. Formulación del problema

¿En qué medida la propuesta de un sistema de planeamiento y control en el área de producción de la empresa Minera P'Huyu Yuraq II E.I.R.L. incrementará la productividad de cal viva?

1.3. Justificación

La presente investigación servirá para solucionar problemas de planeamiento y control en el área de producción de cal viva que presenta la empresa Minera P'Huyu Yuraq II E.I.R.L., ya que actualmente carece de un sistema que solucione dichos problemas, con el fin de mejorar la productividad, haciendo efectiva la aplicación de métodos y técnicas de ingeniería, tales como: pronósticos, planeación de producción, planificación agregada, planificación de requerimiento de materiales (MRP), sistema justo a tiempo, programación, estudio de métodos de trabajo, medición del trabajo y muestreo de trabajo.

Así mismo buscamos contribuir de manera óptima con la propuesta del sistema de planeamiento y control, impactando positivamente en el rendimiento de las actividades relacionadas con la producción de la cal viva, optimizando procesos y recursos, logrando así incrementar la productividad de la empresa.

Con este trabajo de investigación no sólo pretendemos obtener un título si no poder ayudar con el desarrollo sostenible de nuestra localidad, comprendiendo los problemas reales que se dan en las empresas, buscando soluciones, reflexionando y contando con la capacidad de aplicar adecuadamente lo aprendido durante el periodo en nuestra casa de estudios.

De igual manera ésta investigación posibilitará materializar los conocimientos académicos obtenidos en la carrera de Ingeniería industrial, quedando como un antecedente para los próximos trabajos que se encuentren relacionados con este tema, permitiendo tener una base mucho más sólida.

1.4. Limitaciones

Reducido acceso a la información de la empresa, debido a que la persona encargada de proporcionarla se encontraba muy ocupada en sus funciones y tenía desconfianza al proporcionar datos de carácter privado, lo que tratamos de solucionar ajustándonos a su disponibilidad de tiempo y compromiso de no hacer mal uso de la información brindada.

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo general

Proponer un sistema de planeamiento y control en el área de producción de la empresa Minera P'Huyu Yuraq II E.I.R.L. para incrementar la productividad de cal viva.

1.5.2. Objetivos específicos

- Desarrollar la propuesta de un sistema de planeamiento y control en el área de producción de cal viva de la empresa Minera P'Huyu Yuraq II E.I.R.L.
- Analizar y discutir los resultados obtenidos después de la propuesta del sistema de planeamiento y control para incrementar la productividad de cal viva en la empresa Minera P'Huyu Yuraq II E.I.R.L.
- Realizar una evaluación económica de la propuesta de mejora a través de la metodología Costo – Beneficio.

CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO

a) Antecedentes

Internacionales

- Según Lloret (2014) en su tesis "*Propuesta para implementar un modelo de planificación y control de la producción en la empresa ISOLLANTA CÍA. LTDA*"; realizó en primera instancia el análisis de la empresa y la situación actual, siguiendo con la propuesta para el departamento de compras, y producción, mediante nuevos métodos de trabajos ya que para la empresa Isollanta Cía. Ltda., la sección de producción es vital para el desarrollo y crecimiento de la misma y una de sus principales actividades y responsabilidades es la planificación de la producción. Pero el sistema de planificación y control actual que aplica la empresa es relativamente antiguo, no aprovecha los sistemas informáticos con los que cuenta la empresa, y sobre todo, no se realiza con la debida antelación como debería ser elaborado.

La propuesta de planificación de producción ayudó a la empresa a establecer que el tiempo de entrega para un neumático reencauchado es de cuatro días laborales, y que asegura la programación de las órdenes de compra, cuando se solicitan mayores volúmenes de reencauche, una alta confiabilidad en los tiempos de entrega, con una tolerancia de +/- 1 día laboral.

Por consiguiente, se realiza una propuesta de control de producción, la cual, mediante formatos de control de operaciones, permitió supervisar la planta de reencauche, en orden de asegurar el cumplimiento de la norma técnica que se encuentre vigente.

Con la aplicación de la propuesta planteada, la empresa ha conseguido determinar los lineamientos de planificación y control de producción, en orden de establecer tiempos de entrega confiables, que ayudaron a la empresa a mejorar las relaciones internas en las distintas áreas de trabajo, y sus labores comerciales para con los distintos tipos de clientes externos.

Análisis de relación

La tesis presentada como antecedente aplica temas relacionados al planeamiento y control de producción ayudando así que se logre ser más efectivo y eficiente para la generación del producto.

- Según Revollo & Suarez (2011) en su tesis *"Propuesta para el mejoramiento de la producción en alimentos SAS S.A. a través de la estructuración de un modelo de planeación, programación y control de la producción"*; realizó un diagnóstico situacional en la línea de producción SAS por medio de las herramientas aplicadas como: estudio de tiempos y movimientos, diagrama de causa efecto, diagrama de operaciones y recorrido. Con la realización del diagnóstico, se encontraron las falencias en los procesos internos de alimentos SAS, siendo objeto de estudio y de esta manera establecer la planeación y programación de la producción, permitiendo tener un control más exacto sobre todas las variables que inciden en el proceso, facilitando la determinación de las variables que afectan al sistema, siendo éstas los tiempos de aislamiento y lavado de planta, el cuello de botella del proceso y la organización de qué, cuándo y cuánto producir.

Con la aplicación de la propuesta de manejo y control de inventarios la compañía estará en capacidad de reducir hasta en un 100% sus inventarios, lo cual llegó a representar un ahorro hasta de \$ 14000.000 mensuales por este concepto le permitió a la empresa incrementar sus esfuerzos en ventas ya que se contaría con la capacidad de planta para abastecer una demanda extra.

La aplicación de propuesta para el plan agregado de producción permitió identificar un superávit de 16 colaboradores, de esta manera y para poder abastecer la demanda pronosticada la empresa necesitará solo 34 empleados, siendo esto un ahorro mensual en sus costos por \$9000.000 aproximadamente,

Después de realizar el respectivo análisis, se propuso a la empresa manejar solo dos tipos de frutas por día de manera que sus tiempos de aislamiento de máquina se reduzcan en 90 minutos por turno aumentando su capacidad de planta en 18%.

Finalmente debe mencionarse para cada uno de los escenarios propuestos en la evaluación financiera la tasa interna de retorno superior es al 50%, lo cual demuestra claramente la viabilidad del estudio realizado.

Análisis de relación

La tesis presentada como antecedente desarrolla y propone el mismo objetivo general aplicando los temas de planeación, programación y control de la producción a través de seguimiento de las variables que inciden en los costos, en la calidad y en la atención oportuna de los clientes de manera que se pueda reflejar una disminución en los costos de producción y almacenamiento.

Nacionales

- Según Benites (2013) en su tesis *“Propuesta de planeamiento y control de la producción para el proceso productivo de pimiento california en conserva en la empresa agroindustrial DANPER TRUJILLO S.A.C”*; realizó un diagnóstico situacional del proceso productivo de pimiento california en conserva mediante análisis del trabajo, análisis de materia prima, análisis de sobrecostos primos y análisis de capacidades. Realizando una propuesta de Planeamiento y Control de la Producción, dividiéndola en dos partes: la propuesta de Control de la Producción en la cual se determinaron estándares de trabajo; y también la propuesta de Planeamiento de la Producción donde se planteó la utilización de un Sistema MRPÁG. Los resultados obtenidos fueron la estandarización del trabajo y balance de líneas que ayudaron en el Control de la Producción, teniendo un impacto directo en la reducción de costos primos. También de obtuvo una simulación de un sistema MRP aplicado a la Planificación de la Producción, que complementa al primer resultado y permitirá tener una mejor gestión administrativa.

Con la aplicación de la propuesta de mejora se aumenta de manera teórica la eficiencia del uso de recurso, logrando reducir la cantidad de mano de obra en 25,7% obteniendo un ahorro de S/. 311 040 anuales; también se lograría reducir en 90% el sobrecosto de mano de obra, obteniendo un ahorro directo de S/. 266 978 anuales; así mismo se lograría aumentar el rendimiento físico de materia prima en 9,16%, siendo un ahorro directo de 976090 Kg de materia prima anuales que se traduce en un ahorro de S/. 810 154,4; finalmente debe mencionarse también que la totalidad de indicadores de gestión se incrementan y que las mejoras cualitativas de la aplicación de estándares y el sistema MRP se traducen en una administración más organizada y ordenada, en mejores condiciones y productividad del trabajador, entre otros beneficios.

Análisis de relación

La tesis presentada como antecedente desarrolla el mismo objetivo de la tesis de estudio, relacionando los temas de planeamiento y control como medios para dar solución a su problema, teniendo un impacto en el aumento de la productividad.

- Según Cano (2013) en su tesis *“Diseño e implementación de un sistema de planeamiento y control de operaciones en la empresa embotelladora Chávez S.A.C. para mejorar su productividad”*; realizó un diagnóstico situacional del proceso productivo de bebidas no alcohólicas, los problemas encontrados en el área de producción es que no existe un sistema de gestión de operaciones, generando una mala planificación de su producción y una inadecua manipulación de sus materiales ocasionando inventarios innecesarios, esto se da por no contar con pronósticos futuros.

Realizando proponer una metodología para una mejor planificación del sistema productivo, se logrará reducir los inventarios, para ello emplean métodos como el pronóstico, plan maestro de operaciones, programa maestro de operaciones, MRP (*Material Requirements Planning*) y MRP II (*Manufacturing Resource Planning*), los métodos consisten en producir unidades de acuerdo a las necesidades del mercado y planificar capacidades de fábrica en mano de obra y máquinas. Después de la metodología empleada se hizo un análisis financiero para poder saber si era viable o no el proyecto y se obtuvo los siguientes resultados, obteniendo utilidades de hasta 7,000 soles, una tasa interna de retorno de 88% mayor a la tasa COK de 6.55%.

De igual manera con la elaboración de requerimiento de materiales se llegó a detallar lo que se va a producir, cuanto se va a producir y cuando se va a producir por cada presentación. Por cada semana del mes de Enero: para la primera semana 500 bidones de agua de mesa y 530 paquetes de botellas de 500ml; agua tratada se requiere 3.18 batch, bidones limpios 500 y botellas limpias 7,950; agua sin tratar 15,000 litros, 450 bidones, 6,800 botellas y plástico 500.

Se elaboró Plan de los Recursos de Manufactura para determinar el requerimiento de capacidad de Mano de Obra, se requiere de 4 trabajadores para cumplir con la demanda pronosticada y la capacidad de planta solo se utiliza en 41%.

Análisis de relación

La tesis presentada como antecedente desarrolla el mismo objetivo de la tesis de estudio, buscando relacionar los temas de planeamiento y control como medios para dar solución a su problema, coordinando las decisiones sobre compras y producción que resultan de gran utilidad para evitar demoras en la producción y así tener un impacto en el aumento de la productividad.

- Según Herrera (2010) en su tesis *“Diseño de una planeación agregada para la mejorar de las operaciones de la división de planeamiento y control de la producción de la empresa metalmecánica de servicios industriales de la marina – SIMA – Chimbote”*; se presenta el diseño del plan agregado el cual está comprendido por un trabajo de diagnóstico estratégico, de ventas y operaciones de la empresa identificando así la categoría de proyectos de mayor facturación y el servicio de las operaciones de la división de programación y control de la producción. Como problemas la empresa no podía determinar que decisiones tomar con respecto al manejo de su capacidad productiva (mano de obra), de igual manera cuando diseñaba un presupuesto de un proyecto, no podía evaluar el impacto en su actual capacidad productiva y proyectos en ejecución. Con la aplicación de la propuesta de mejora se determinó que era necesario para cumplir con la demanda estimada en el año 2011, recurrir al plan 3 de fuerza de trabajo estable alta; baja contratación con un 30% y subcontratación 25% de la fuerza laboral total, como consecuencia de la estrategia de persecución propuesta por la empresa de incrementar la rentabilidad y mejorar la calidad de servicio al cliente. Desarrollando un Pronóstico de la demanda utilizando la ecuación de regresión línea múltiple, se obtuvo como resultado para el año 2011 un monto de ventas para proyectos de tipo reticulado de S/12, 639,084.93 nuevos soles, y para proyectos de tipo alma llena de S/14, 624,816.07 nuevos soles. También con la ecuación de regresión lineal múltiple nos da como resultado para el año 2011 un monto de peso en kilogramos de proyectos tipo reticulado de 919,611.88 kilogramos y para proyectos de tipo alma llena de 1' 226,033.11 kilogramos. Por ultimo para diseñar los planes agregados se utilizó el ratio de horas hombre por TN producidas con un 191.47 HH x TN en proyectos de Reticulado y 133.79 HH x TN en proyectos de Alma llena.

Análisis de relación

La tesis presentada como antecedente desarrolla el mismo objetivo de elaborar un plan agregado, relacionando temas como diagnósticos, pronósticos, comparación de capacidad con los requerimientos de la demanda, entre otros temas.

b) Bases teóricas

2.1. Productividad

Según (Pulido, 2010) nos menciona que:

La productividad tiene que ver con los resultados que se obtienen en un proceso o un sistema, por lo que incrementar la productividad es lograr mejores resultados considerando los recursos empleados para generarlos. En general, la productividad se mide por el cociente formado por los resultados logrados y recursos empleados. Los resultados logrados pueden medirse en unidades producidas, en piezas vendidas o en utilidades, mientras que los recursos empleados pueden cuantificarse por número de trabajadores, tiempo total empleados, horas máquina, etc. En otras palabras, la medición de la productividad resulta de valorar adecuadamente los recursos empleados para producir o generar ciertos resultados.

Es usual ver la productividad a través de dos componentes: **eficiencia y eficacia**. La primera es simplemente la relación entre los resultados alcanzados y los recursos utilizados, mientras que la eficacia es el grado en que se realizan las actividades planeadas y se alcanzan los resultados esperados. (pág. 21)

Se considera que la **productividad** es el cociente entre la producción (bienes y servicios) y los factores productivos (recursos como el trabajo o el capital). El trabajo de un director de operaciones es potenciar (mejorar) este cociente entre producción y factores productivos. Mejorar la productividad significa mejorar la eficiencia.

Esta mejora se puede conseguir de dos formas: reduciendo los factores productivos mientras la producción permanece constante, o aumentando la producción mientras los factores productivos permanecen iguales. Las dos suponen un aumento de productividad. (Heizer & Render , 2007, pág. 16) .

2.1.1. Mano de obra

(Colín, 2008) Considera que el esfuerzo humano que interviene en el proceso de transformar las materias primas en productos terminados, se divide en:

a) *Mano de obra directa* (MOD)

Son los salarios, prestaciones y obligaciones a que den lugar, de todos los trabajadores de la fábrica, cuya actividad se puede identificar o cuantificar plenamente con los productos terminados.

b) *Mano de obra indirecta* (MOI)

Son los salarios, prestaciones y obligaciones a que den lugar, de todos los trabajadores y empleados de la fábrica, cuya actividad no se puede identificar o cuantificar plenamente con los productos terminados. (pág. 16).

$$\text{Mano de Obra} = \frac{\text{Unidades producidas mensual}}{\text{N}^\circ \text{ de Horas} - \text{Hombre trabajadas en el mes}}$$

2.1.2. Materia Prima

(Colín, 2008) Sostiene que la materia prima son los materiales que serán sometidos a operaciones de transformación o manufactura para su cambio físico y/o químico, antes de que puedan venderse como productos terminados, se divide en:

a) *Materia prima directa* (MPD)

Son todos los materiales sujetos a transformación, que se pueden identificar o cuantificar plenamente con los productos terminados, como, por ejemplo, la madera en la industria mueblera.

b) *Materia prima indirecta* (MPI)

Son todos los materiales sujetos a transformación, que no se pueden identificar o cuantificar plenamente con los productos terminados, como, por ejemplo, el barniz en la industria mueblera. (pág. 16).

$$\text{Materia Prima} = \frac{\text{Producción real mensual}}{Cv * \text{Producción real mensual}}$$

2.1.3. Maquinaria

Una máquina es el conjunto de elementos fijos y/o móviles, utilizados por el hombre, y que permiten reducir el esfuerzo para realizar el trabajo (o hacerlo más cómodo o reducir el tiempo necesario). (Landín, s.f.)

$$\text{Maquinaria} = \frac{\text{Producción real mensual}}{H - \text{Máquina}} * 100$$

2.1.4. Rendimiento Físico

Es la materia prima de salida empleada (producto terminado) entre la materia prima de entrada. Por lo tanto, la eficiencia física es menor o igual que uno ($E_f \leq 1$). (Gervasi, s.f., pág. 31)

$$\text{Eficiencia Física} = \frac{Mp \text{ utilizada} * 100}{MP \text{ que ingresa al proceso}}$$

2.1.5. Rendimiento Económico

Es la relación aritmética entre el total de ingresos o ventas y el total de egresos o inversiones de dicha venta. La eficiencia económica debe ser mayor que la unidad para que se pueda obtener beneficios ($E_s > 1$). (Gervasi, s.f., pág. 33)

$$\text{Eficiencia Económica} = \frac{\text{Ventas (Ingresos)} * 100}{\text{costos (Inversiones)}}$$

2.2. Planificación y Control de la Producción (PCP)

El planeamiento y control de la producción, es la actividad que permite coordinar y conducir todas las operaciones de un proceso productivo, con el objetivo de cumplir con los compromisos asumidos, con los clientes de la empresa.

Un Sistema PCP permite administrar eficientemente el abastecimiento de materiales u la coordinación con los proveedores la programación y lanzamiento de la fabricación, el manejo del personal y la utilización de la capacidad instalada, el manejo y control de los inventarios de materias primas y productos terminados, y suministra además la información necesaria para poder coordinar las necesidades de los clientes de la empresa.

El Sistema de Planificación y Control de la producción importa la realización de las siguientes tareas básicas:

- Planificar las necesidades de capacidad y prever la disponibilidad para seguir los cambios del mercado.
- Planificar que los materiales se reciban a tiempo y en la cantidad correcta que se necesita para la producción.
- Asegurar la utilización apropiada de los equipos y las instalaciones.
- Mantener inventarios apropiados de materia prima, productos en procesos y productos terminados.
- Controlar que la producción se realice dentro de los estándares de tiempo previsto y con la mejor eficiencia posible.
- Realizar el seguimiento al material, personal, pedidos de clientes, equipos y otros recursos de fábrica.
- Comunicarse con los clientes y proveedores para tratar sobre los aspectos específicos y las relaciones a largo plazo.
- Proporcionar información a otras áreas de la empresa sobre los aspectos económicos y financieros de las actividades de la fabricación.

(Bruno, s.f.)

2.2.1. Pronósticos

Según (Chapman, 2006)sostiene que:

La formulación de pronósticos (o proyección) es una técnica para utilizar experiencias pasadas con la finalidad de predecir expectativas del futuro.

Observe que en esta definición el pronóstico no es realmente una predicción, sino una proyección estructurada del conocimiento pasado. Existen varios tipos de pronósticos, utilizado para distintos propósitos y sistemas. Algunos son modelos agregados de largo plazo que se emplean, precisamente, en la planificación de largo plazo, como la determinación de necesidades de capacidad general, el desarrollo de planes estratégicos, y la toma de decisiones estratégicas de compra de largo plazo. Otros son pronósticos de corto plazo para demanda de productos particulares, utilizados para la programación y el lanzamiento de la producción, antes de conocer las órdenes reales del cliente. (pág. 17).

2.2.1.1. Principales categorías del pronóstico

Según Chapman (2006, pág. 18) indica que: Existen dos tipos fundamentales de pronósticos: **cualitativos** y **cuantitativos**. Debajo de los tipos cuantitativos hay dos subcategorías: de series de tiempo y causales.

a) Pronósticos Cualitativos

Como indica su nombre, los **pronósticos cualitativos** son aquellos que se generan a partir de información que no tiene una estructura analítica viene definida. Este tipo de pronósticos resulta especialmente útil cuando no se tiene disponibilidad de información histórica, como en el caso de un producto nuevo que no cuenta con una historia de ventas. Para ser más específicos, a continuación, se listan algunas características clave de los datos que proviene de pronósticos cualitativos:

- Por lo general el pronóstico se basa en un juicio personal o en alguna información cualitativa externa.
- El pronóstico tiende a ser subjetivo; toda vez que suele desarrollarse a partir de la experiencia de las personas involucradas, con frecuencia estará sesgado con base en la posición potencialmente optimista o pesimista de dichas personas.
- Una ventaja de este método radica en que casi siempre permite obtener algunos resultados con bastante rapidez.
- En ciertos casos, la proyección cualitativa es especialmente importante, ya que puede constituir el único método disponible.
- Estos métodos suelen utilizarse para productos individuales o familias de productos, y rara vez para mercados completos.

(págs. 18-19)

b) Pronósticos Cuantitativos: Método Causal

El primero de los dos métodos de pronóstico cuantitativo que se analiza se denomina causal. Algunas de las características de este método son:

- Se basa en el concepto de relación entre variables; es decir, en la suposición de que una variable medida "ocasiona" que la otra cambie de una forma predecible.
- Parte de un supuesto importante de causalidad, y de que la variable causal puede ser medida de manera precisa. La variable medida que ocasiona que la otra variable cambie con frecuencia se denomina "indicador líder". Por ejemplo, el inicio de la construcción de nuevas viviendas suele utilizarse como indicador líder para desarrollar pronósticos en muchos otros sectores de la economía.
- Si se desarrollan indicadores líderes apropiados, este método con frecuencia ofrece excelentes resultados en cuanto a pronósticos.

- Este método rara vez se utiliza para un producto; es más común emplearlo para mercado o industrias completas.
- Muchas veces su puesta en práctica consume demasiado tiempo y resulta muy cara, principalmente debido a la necesidad de desarrollar relaciones y obtener información causal.

(pág. 22).

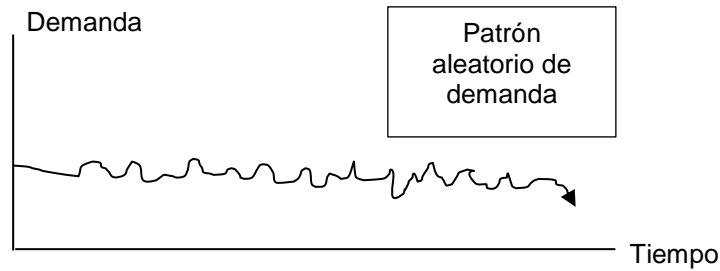
c) Pronósticos Cualitativos: Series de Tiempo

Los pronósticos de series tiempo se encuentran entre los más utilizados por los paquetes de pronóstico vinculados con la proyección de demanda de productos. Todos ellos parte, básicamente de un supuesto común: que la demanda pasado sigue cierto patrón, y que si este patrón puede ser analizado podrá utilizarse para desarrollar proyecciones para la demanda futura, suponiendo que el patrón continúa aproximadamente de la misma forma. Por último, esto implica el supuesto de que la única variable real independiente en el pronóstico de series de tiempo es, precisamente, el tiempo. Dado que se basan en información interna (ventas), en ocasiones se les denomina **pronósticos intrínsecos**.

Los pronósticos de series de tiempo también son los más utilizados por los responsables de operaciones cuando se encuentran con la necesidad de hacer proyecciones para realizar planes de producción razonable. El motivo es simple: las otras dos principales categorías de pronósticos (cualitativos y causales) requieren cierto conocimiento del mercado y/o ambiente externo. Tal conocimiento rara vez está a la mano de un responsable de operaciones, quien típicamente tiene puesta su atención sólo en los procesos internos. Sin embargo, la demanda previa casi siempre tiene franca disponibilidad para este responsable de operaciones. Casi todos los modelos de pronósticos de series de tiempo intentan capturar de manera matemática los patrones subyacentes de la demanda pasada.

En la Figura n. ° 1. se observa el **patrón aleatorio**, que parte del supuesto de que la demanda siempre posee un elemento aleatorio. Esto significa lo que la mayoría de la gente sabe de forma completamente uniforme y predecible.

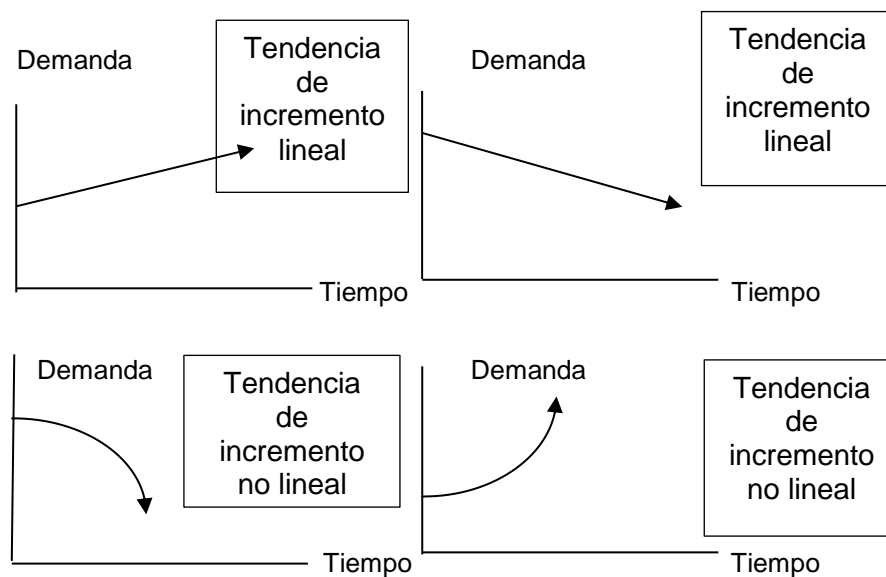
Figura n. ° 1. Patrón aleatorio de demanda



Fuente: Chapman (2006).

En la Figura n. ° 2. se parecía el segundo patrón que es un **patrón de tendencia**. Las tendencias pueden ser crecientes o decrecientes, y tener naturaleza lineal o no lineal.

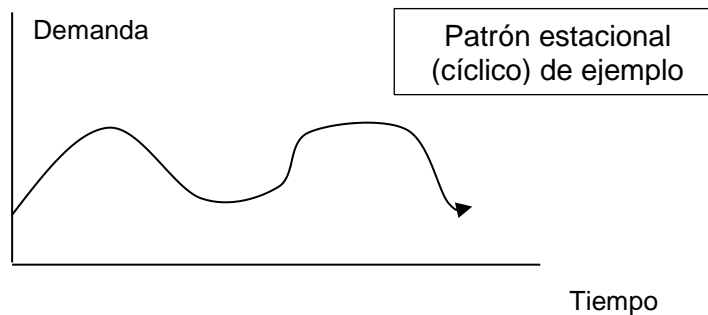
Figura n. ° 2. Ejemplos de tendencias



Fuente: Chapman (2006).

En la Figura n. ° 3. se puede observar el tercer patrón siendo el cíclico, del cual un caso especial – pero muy común – es el **patrón estacional**. Aunque se les denomina estacional (ya que para muchas compañías el patrón más común de este tipo sigue las estaciones del año), estos patrones en realidad son patrones cíclicos, ya que pueden estar ligados o no las estaciones del año. En consecuencia, los patrones cíclicos son aquellos que siguen cierto ciclo de demanda, creciente o decreciente. (pág.17)

Figura n. ° 3. Patrón estacional de demanda



Fuente: Chapman (2006).

2.2.2. Planeación Agregada

Según (Nahmias, 2007) considera que:

La **planeación agregada**, que también podría llamarse planeación macro de la producción, aborda el problema de decidir cuantos empleados debe ocupar una empresa; y, para una compañía manufacturera la cantidad y mezcla de productos que debe producir. La planeación macro no se limita a las compañías manufactureras. Las organizaciones de servicios también deben determinar necesidades de personal. Por ejemplo, las aerolíneas deben planear los niveles de personal para sobrecargos y pilotos, y los hospitales los de enfermeras. Las estrategias de planeación macro son una parte fundamental en la estrategia general de negocios de la empresa. Algunas empresas trabajan con la filosofía de que los costos sólo pueden controlar cambios frecuentes de tamaño y/o composición de la fuerza de trabajo. (pág. 109).

La **planeación agregada** (también llamada **programación agregada**) busca determinar los volúmenes y los tiempos oportunos de producción para un tiempo intermedio, a menudo con una anticipación de 3 a 18 meses. Los administradores de operaciones buscan determinar la mejor forma de satisfacer la demanda pronosticada ajustando los índices de producción, los niveles de mano de obra, los niveles de inventario, el trabajo en tiempo extra, las tasas de subcontratación y otras variables controlables. En general, *el objetivo de la planeación agregada es minimizar los costos para el periodo de planeación*, Sin embargo, existen otros aspectos estratégicos más importantes que el costo bajo. Estas estrategias son suavizar los cambios en los niveles de empleo, reducir los niveles de inventarios o satisfacer un nivel de servicio alto.

En el caso de los fabricantes, el programa agregado asocia las metas estratégicas de la empresa con los planes de producción, pero en las organizaciones de servicio el programa agregado relaciona las metas estratégicas con los programas de la fuerza de trabajo.

(Haizer & Render, 2004, pág. 490)

Según (Groover, 2007) nos menciona que:

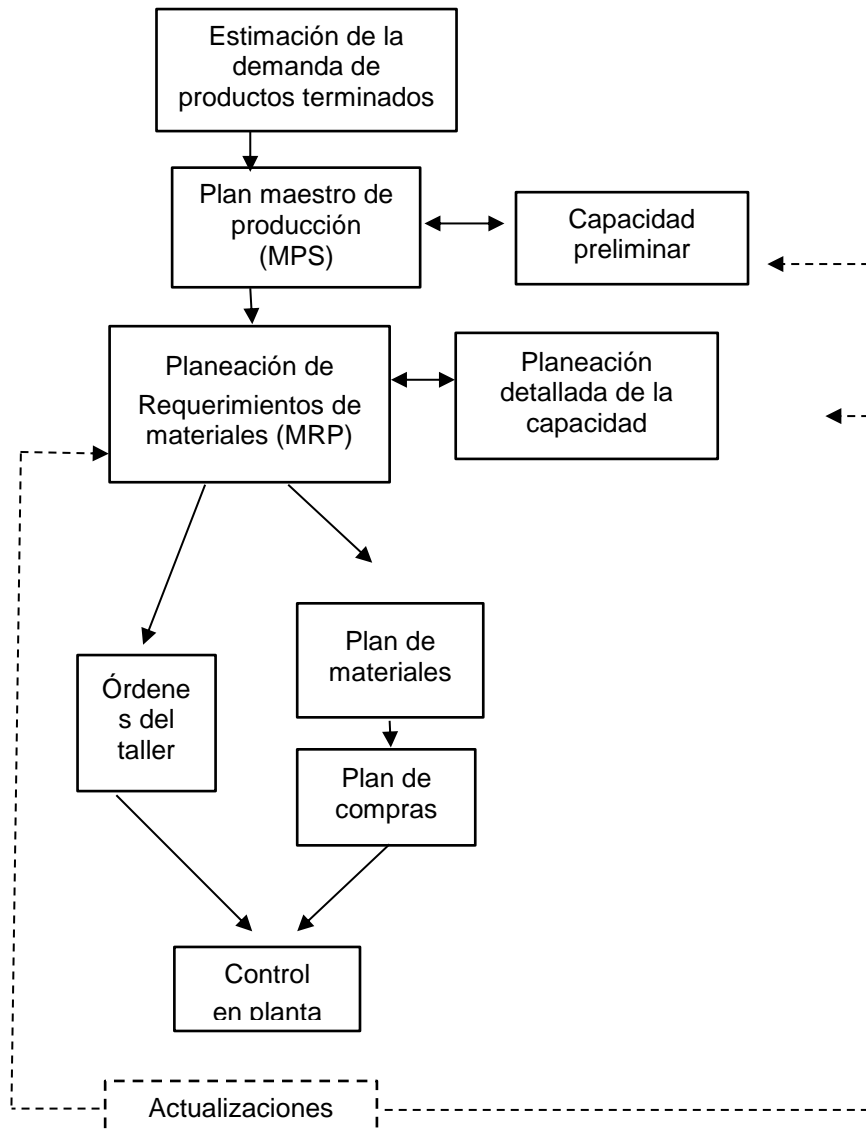
En el **plan agregado de producción** se indica los niveles de resultados de producción para las principales líneas de productos y no para productos específicos. Deben coordinarse con los planes de ventas y mercadotecnia de la compañía y considerar los niveles actuales de inventarios. Por lo tanto, la planeación agregada es una actividad de planificación corporativa de alto nivel, aunque los detalles del proceso de planeación se delegan al personal. El plan agregado debe integrar los planes de mercadotecnia de los productos actuales y nuevos y los recursos disponibles para esos productos. (pág. 955).

2.2.3. Planeación de Producción

Según (Sipper & Bulfin, Jr., 1998) consideraron que:

Que un plan de producción especifica las cantidades de cada producto final (artículo terminal), sub finales y partes que se necesitan en distintos puntos del tiempo.

Figura n. ° 4. Proceso de planeación de la producción



Fuente: Sipper & Bulfin, Jr. (1998)

Dos requerimientos para generar un plan de producción son la estimación de demanda de producto final y el plan maestro de producción (MPS) que se usa para crear un plan de producción detallado. Las estimaciones para la demanda del producto final se obtienen usando los métodos de pronósticos. Dado un pronóstico, se obtiene la cantidad requerida de cada componente para hacer el producto final. Aquí se hace la distinción entre **demandas dependiente** y **demandas independientes**.

La demanda depende diente significa que no existe relación entre la necesidad de un artículo y cualquier otro artículo.

Por lo general, los artículos con demanda independiente son productos finales, donde la demanda depende de las condiciones del mercado. Por otro lado, la demanda independiente implica que la necesidad de un artículo se crea por la necesidad de oro. (pág. 336).

2.2.4. Maestro de Producción (MPS)

Según (Haizer & Render, 2004) informaron que:

El **programa maestro de producción (MPS, *master production Schedule*)** especifica qué debe hacerse (es decir, el número de productos o artículos terminados) y cuándo. El programa debe ser acorde con el plan de producción. El plan de producción establece el nivel global de producción en términos generales (por ejemplo, familias de productos, horas estándar o volumen en dólares). El plan también incluye una variedad de insumos, incluidos planes financieros, demanda del cliente, capacidades de ingeniería, mano de obra disponible, fluctuaciones de inventario y desempeño del proveedor, entre otros aspectos. (pág. 522).

2.2.5. Planificación de Requerimiento de Materiales (MRP)

Según (Krajewski & Ritzman, 2008) nos demuestra que:

La **planificación de requerimientos de materiales (MRP)** es un sistema computarizado de información que se desarrolló específicamente para ayudar a los fabricantes a administrar el inventario de demanda de pendiente y programar los pedidos de reabastecimiento. Los datos de entrada de producción y una base de datos con registro de inventario.

Con esta información, el sistema MRP identifica las medidas que deben adoptar los planificadores para que el programa no se retrase; por ejemplo, expedir nuevas órdenes de producción, ajustar cantidades de pedido y agilizar los pedidos atrasados.

Un sistema MRP traduce el programa maestro de producción y otras fuentes de demanda, como la demanda independiente de partes de repuesto y artículos de mantenimiento, en los requerimientos de todas las subunidades, componentes y materias primas que se necesitaran para producir los elementos padres requeridos. Este proceso se conoce como **explosión MRP** porque convierte los requisitos de varios productos finales en un *plan de requerimiento de materiales* en el cual se especifican los programas de reabastecimiento de todas las subunidades, componentes y materias primas que se necesitaran para la elaboración de los productos finales. (pág. 629).

2.2.5.1. Lista de materiales

“Una lista de materiales (LDM) es una lista de las cantidades de componentes, ingredientes y materiales necesarios para hacer un producto”. (Heizer & Render , 2007, pág. 525)

Según (Chase , Jacobs , & Aquilano, 2009) informaron que:

El archivo con la **lista de materiales (BOM)** contiene la descripción completa de los productos y anota materiales, piezas y componentes, además de la secuencia que se elaboran los productos. Este **BOM** es uno de los principales elementos del programa MRP (los otros dos son el programa maestro y el archivo con los registros de inventarios). El archivo con la BOM se llama también *archivo de estructura del producto o árbol del producto*, porque muestra cómo se arma un producto. Contiene la información para identificar cada artículo y la cantidad usada por unidad de la pieza de la que es parte. (págs. 593-595).

2.2.6. Utilización de la Capacidad

Según (Chapman, 2006) nos menciona que la planificación de la capacidad es el proceso que consiste en reconciliar la diferencia entre la capacidad disponible del proceso y la capacidad requerida para administrar de manera apropiada una carga, con el objetivo de satisfacer los tiempos de producción para el cliente específico cuyos pedidos representan la carga. (pág. 165).

En general la utilización muestra las horas máximas que podemos esperar estará activo el centro de trabajo. Muchos factores pueden afectar el número de horas que el equipo es susceptible de utilizarse, incluyendo problemas con las máquinas, ausentismo laboral, problemas con materiales y otros tipos de recursos. Por lo tanto, la utilización se define como: (pág. 173).

$$Utilización = \frac{(Capacidad Utilizada)}{(Capacidad Disponible) X 100 \%}$$

2.2.7. Cantidad Óptima de Pedido

Según (Chapman, 2006) afirma que “El modelo conocido como cantidad económica de pedido (CEP) intenta encontrar un equilibrio entre los costos de tener inventario y los costos de no tenerlo, ya que su objetivo general es **minimizar el COSTO TOTAL**”. (págs. 104 - 107).

$$CTM = \sqrt{\frac{2DS}{H}}$$

2.2.8. Lead Time

(Chapman, 2006) menciona que el lead time “es el tiempo que una tarea debe esperar hasta ser desplazada, una vez que se ha procesado en una operación determinada” (pág. 128).

$$Lead\ time = \frac{Días\ trabajados\ anuales}{Número\ de\ pedidos}$$

2.2.9. ROP (Punto de Reorden)

Según (Chapman, 2006) considera que “el punto de reorden está determinada por el nivel de inventario necesario para cubrir la demanda mientras se da el reabastecimiento” (pág.108).

$$R = dL$$

Donde R es el punto de reorden, d es la demanda diaria promedio, y L es el tiempo de espera, en días. Es posible utilizar la misma fórmula sin importar el tipo de unidad de tiempo de espera que se emplee, siempre y cuando la unidad de tiempo para la demanda promedio sea igual. (pág. 109).

2.2.10. Producción

Según (De la Fuente, Fernández, & García, 2006) nos afirma que la “Producción: Se ocupa específicamente de la actividad de producción de artículos, es decir, de su diseño, su fabricación y del control del personal, los materiales, los equipos, el capital y la información para el logro de esos objetivos.” (pág. 42).

$$\text{Producción} = \frac{\text{Número de unidades vendidas mensual}}{\text{Producción real mensual}} \times 100$$

2.3. Roca caliza

Según (Hassibi, 2002) menciona que la roca caliza es un mineral que se encuentra en forma natural en la naturaleza y que existe prácticamente en todo el mundo.

Su composición química varía grandemente entre los yacimientos de diferentes regiones y también entre yacimientos de este mineral en una misma región.

Por lo tanto, el producto final para cada depósito de un yacimiento natural será diferente. Para que una caliza sea calificada como conveniente para un proceso de calcinación, debe contener como mínimo un 50 % de carbonato de calcio.

En general, toda roca caliza contiene una mezcla de minerales, tales como CaCO_3 , MgCO_3 , CaO , Hierro, Sílice, Alúmina y rastros de otros componentes.

Revisar el efecto de todos estos componentes en la transformación de Roca caliza en Cal Viva, está más allá del alcance de este "paper", sin embargo, nos concentraremos en el mineral principal, - el CaCO_3 -. (pág. 1).

- **ROCA CALIZA NATURAL**

A) Impurezas:

Cómo dijimos más arriba, las impurezas en la caliza, afectan la calidad de la Cal Viva final.

Típicamente la Cal Viva está compuesta por los siguientes minerales

- Carbonato de Calcio
- Carbonato de Magnesio
- Sílice
- Alúmina
- Hierro
- Azufre y trazas de otros minerales

De los minerales enumerados más arriba, sólo el Carbonato de Calcio y el Carbonato de Magnesio son de interés. Estos dos minerales constituyen el 85 al 90 % del total de la composición de la roca caliza. Dos tipos de cal se han producido de estas piedras calizas, Cal Cálcica y Cal Magnésica. (pág. 1).

La Roca caliza Cálcica, con alto contenido de Calcio, cuando se calcina, tiene entre un 90 y 95% de CaO y un 1 y 2% de MgO .

La Roca caliza Magnésica, cuando se calcina tiene entre un 60 y 65 % de CaO y un 35 a 40% de MgO . Este tipo de caliza es llamada roca caliza dolomítica. Nosotros limitaremos nuestra discusión en este "paper" a la Roca caliza Cálcica. (pág. 2)

B) Estructura Cristalina de la Roca

La estructura del cristal afecta el grado de la calcinación y la resistencia interna de la Roca caliza también determinan el tamaño del cristal de CaO.

Los cristales pequeños aglomerados durante la calcinación, formando cristales mas grandes, esto causa un encogimiento y reducción del volumen.

A mayor temperatura del horno, mayor aglomeración, por lo tanto, un mayor encogimiento del volumen del producto final. (pág. 2)

C) Densidad de la Roca caliza y Estructura del Cristal

La densidad de la Roca caliza y la Estructura Cristalina están en alguna forma correlacionada. La forma del cristal determina los espacios entre cristales, y esto la densidad de la roca caliza. Los grandes espacios, permiten un paso fácil de los gases de CO₂ durante la calcinación, pero esto también dará como resultado una reducción del volumen durante la calcinación.

Algunas piedras calizas, debido a su estructura cristalina, quedarán separadas en el proceso de calcinación. Este tipo de roca caliza no tiene ningún valor para el proceso de calcinación. Otras piedras calizas actuarán al contrario y llegarán a ser tan densas durante la calcinación que ellos impedirán el escape de CO₂ y llegarán a ser no porosas. También, este tipo de roca caliza no es conveniente para el proceso de calcinación. (pág. 2)

- **PROCESO DE CALCINACIÓN**

A) Temperatura del Horno Calcinador

La temperatura teórica requerida para calcinación es de aproximadamente 900 °C, sin embargo, en la práctica encontramos que la temperatura es mucho mayor, alrededor de los 1350 °C. La determinación de la temperatura correcta en el horno calcinador, es hoy más un arte que una ciencia, y esta dependerá del tamaño de la roca caliza, del tipo de horno y el tipo de combustible usado.

El Operador del horno calcinador debe experimentar para determinar la temperatura exacta necesaria, para el tamaño de la roca caliza que se utiliza. En general, es mucho mejor usar una temperatura baja con el menor tiempo de residencia posible, para lograr la calcinación completa. Una temperatura alta de calcinación causara un alto encogimiento y una reducción del volumen de la cal. Una alta temperatura, causará también una re carbonatación de la superficie de los guijarros de cal debido a la presencia de CO₂ proveniente de la caliza y también producto de la combustión del horno calcinador, lo que hará que la cal no sea porosa, cal que no es conveniente para la hidratación. (pág. 2).

B) Relación de Incremento de la Temperatura

El aumento de la temperatura debe ser gradual y uniforme. Esto es particularmente importante cuando se usan guijarros de roca caliza de un tamaño grande - 4" a 6" (10 a 15 cm). Cuando se calcina roca caliza de este tamaño, la roca caliza quedará porosa durante el proceso.

A medida que la temperatura se incrementa, la capa exterior de la roca caliza es calentada a la temperatura de disociación, donde el CO₂ escapa desde el interior de la roca caliza, formando a su salida pasajes capilares, lo que hace que la cal quede porosa porosa. Cuando el gas escapa, la roca caliza disminuye su volumen hasta un 40 %. Esta disminución en volumen restringe el paso de gas desde el centro de la roca caliza, impidiendo que escapen cantidades adicionales de CO₂. También un largo tiempo de residencia, combinará el CaO con el CO₂ que escapa de la roca caliza y que permanece en el ambiente del horno, formando nuevamente CaCO₃ (re-carbonatación) a temperaturas sobre 1350 °C. Una buena práctica, es usar roca caliza que tengan un tamaño entre 1 ½" y 2" (4 a 5 cm), en los hornos rotatorios. Este tamaño de roca caliza, tendrá un calentamiento rápido, un corto tiempo de residencia y una mínima cantidad de centros los cuales crean arenillas. (pág. 3)

C) Retención en el Horno

El tiempo de retención en un horno, depende del tamaño de la roca caliza y de la temperatura de calcinación. El tamaño de la roca caliza, es el elemento más crítico en el proceso de calcinación.

Cuando la roca caliza entra a los hornos, esta es expuesta a los gases caliente dentro del horno. La relación de penetración del calor a la roca caliza está basada en el ΔT (Temperatura de la Piedra v/s la Temperatura de los Gases). Además del ΔT , hay que considerar el tiempo que toma el calor para penetrar la roca caliza. Mientras menor sea el tamaño de la piedra, más corto será el tiempo de penetración del calor. En el caso de roca caliza pulverizada o en polvo, este tiempo puede ser reducido a menos de un minuto. (pág.

3)

Si el tiempo de retención es muy corto, el centro de la roca caliza se mantendrá como Carbonato de Calcio (CaCO_3), mientras las capas exteriores se convertirán en óxido de calcio (CaO). Si el tiempo de retención es muy largo, las superficies de las piedras se encogerán y los poros creados por el escape del CO_2 se cerrarán, causando una superficie impermeable, este tipo de roca caliza es llamada Cal "Hard Burned" (Cal Quemada) ó "Dead Burneo Lime" (Cal muerta). Esta cal no se transforma en lechada de cal en los slaker Standard. Además, que un largo tiempo de retención produce una disminución de la producción y altos costo de manufactura. (pág. 4).

D) Concentración de CO_2 en el Horno

A medida que el CO_2 escapa del interior de la roca caliza durante el proceso de calcinación, la concentración de CO_2 se incrementa en la atmósfera interior del horno. Para un proceso apropiado de calcinación, es necesario ventear o extraer el CO_2 en forma continua. Si el CO_2 no es venteado ó extraído, la combinación de una alta concentración de CO_2 con una alta temperatura de calcinación producirá una re carbonatación del CaO (En la superficie de las piedras) y se convertirá nuevamente en CaCO_3 . Además, el CO_2 y el CO reaccionarán con las impurezas de la roca caliza, impurezas que son parte de los componentes inertes de la roca caliza. (pág. 4)

E) Tamaño físico de la Roca caliza por tipo de horno

Dependiendo del tipo de horno que se utilizará para la calcinación de la roca caliza, el tamaño de la piedra que se cargará será diferente.

Horno Vertical.

En este tipo de horno la roca caliza se mueve hacia abajo, y los gases calientes hacia arriba a través de la roca caliza, por esto la roca caliza debe tener un tamaño grande para proporcionar las cavidades suficientes para que los gases de la combustión suban a través de la roca caliza en el horno. Este tipo de horno usa roca caliza con un tamaño usualmente entre 5" y 8" (13 – 20 cm). En los hornos verticales el incremento de temperatura debe ser lento y por lo tanto el tiempo de residencia alto.

Típicamente, los Hornos Verticales son operados a temperaturas entre los 900 y 1000 °C. Los Hornos verticales son eficientes en el uso del combustible, pero están limitados por su capacidad. (pág. 4).

Horno Horizontal.

En los hornos de tipo vertical, el cuerpo del horno gira (rota), permitiendo que la roca caliza, ruede y exponga toda su superficie a los gases calientes. El tamaño típico de roca caliza a usar en este tipo de horno está entre 1 ½" y 2" (4 a 5 cm). Siendo el tamaño ideal para este tipo de horno, una roca caliza entre ½" y ¾" (1,25 a 2.0 cm). La uniformidad del tamaño de la roca caliza para cargar el Horno Horizontal Rotatorio es lo más importante para el proceso de calcinación uniforme, pero desde un punto de vista práctico, el tamaño pequeño es caro, debido a los múltiples harneados requeridos. (pág. 4).

Los tamaños pequeños de roca caliza tales como ¼" (0,6 cm) y menores con un cierto porcentaje de finos en un horno horizontal, estos por su peso tenderían a depositarse sobre la masa, reduciendo la exposición de las partículas a los gases calientes.

Este proceso dará como resultado una exposición desigual a los gases calientes, reduciendo la calidad de la cal viva. En los Hornos verticales la presencia de roca caliza en polvo, bloqueará los espacios entre las piedras, esto interfiere con el paso de los gases calientes y por lo tanto la transferencia de calor, causando una calcinación desigual. Además, las partículas pequeñas de roca caliza, menos de 1/8" (0,3 cm) tienden a desintegrarse, generando polvo el que debe ser removido por un colector de polvo. (pág. 5).

2.4. Diagrama de Ishikawa

Según (Arbós, 2012) no menciona que el diagrama de Ishikawa también conocido como diagrama de causa – efecto o diagrama de espina de pez, analiza de forma organizada y sistemática los factores, las causas y las causas de las causas, que inciden en la generación de un problema detectado a partir de sus efectos.

En este diagrama se dibujan flechas inclinadas (espinas principales) que inciden sobre una línea central que dirige el conjunto hacia el efecto a alcanzar. Las flechas inclinadas que están dirigidas a la línea central pueden representar los elementos que intervienen en el proceso analizado; uno de los diagramas más conocidos, en este sentido, es el de las denominadas 6M, en el que los elementos del sistema productivo comienzan por una M y son: mano de obra, materiales, métodos, medio ambiente, mantenimiento y maquinaria.

Esta herramienta es aconsejable que sea elaborada por un grupo de trabajo que facilite la aportación de ideas y datos de forma abundante y contrastada; de hecho, comenzó a utilizarse en los grupos denominados "círculos de calidad", desarrollados por el mismo Kaoru Ishikawa. Se pueden establecer una serie de fases para su realización: definir y determinar de forma clara el problema a resolver, identificar los factores más relevantes que incluyen en dicho problema, determinar y analizar de una forma ordenada y estructurada las causas y las subcausas, evaluar si se han identificado todas las causas y, por último, realizar una toma de datos acerca de las diversas causas del problema.

Por tanto, el diagrama de Ishikawa ayuda a la identificación de las causas de un problema, lo que permite determinar su origen y llevar a cabo las acciones adecuadas para resolverlo de raíz. El hecho de ser una herramienta normalmente realizada por un grupo de trabajo fomenta e pensamiento creativo, prolífico y divergente, con un nivel común de comprensión de problema y una visión más contrastada de las causas.

Las flechas principales del diagrama (espinas principales), pueden representar en otras ocasiones, los elementos de que se compone el producto y también los puestos de trabajo del proceso. (pág. 592).

c) Hipótesis

1. Formulación de la hipótesis

Con la propuesta de un Sistema de Planeamiento y Control en el área de producción en la empresa Minera P'Huyu Yuraq II E. I. R L. se incrementará la productividad de cal viva.

2. Variables

- **Dependiente**

Productividad.

- **Independiente**

Sistema de Planeamiento y Control.

CAPÍTULO 3. METODOLOGÍA

3.1. Operacionalización de variables

Las variables utilizadas en la Operacionalización son: Productividad y Planeamiento y Control, las cuales se muestran a continuación:

Tabla n. ° 5. Operacionalización de la Variable de Productividad

VARIABLE DEPENDIENTE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIONES	INDICADORES
PRODUCTIVIDAD	Según (Criollo, 2005) menciona que el mayor motivo para estudiar la productividad en la empresa es encontrar las causas que la deterioran, y una vez conocidas, establecer las bases para incrementarla. La productividad es el grado de rendimiento con que se emplean los recursos disponibles para alcanzar objetivos predeterminados. (pág. 9).	Mano de obra	<ul style="list-style-type: none"> Número de unidades por hora hombre.
		Maquinaria	<ul style="list-style-type: none"> Número de unidades por hora máquina.
		Materia prima	<ul style="list-style-type: none"> Soles.
		Rendimiento físico	<ul style="list-style-type: none"> Porcentaje de MP utilizada entre la materia prima que ingresa al proceso.
		Rendimiento económico	<ul style="list-style-type: none"> Porcentaje de ventas promedio entre los costos.

Fuente: Elaboración Propia

Tabla n. ° 6. Operacionalización de la Variable Planeamiento y Control

VARIABLE INDEPENDIENTE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIONES	INDICADORES
PLANEAMIENTO Y CONTROL	El planeamiento y control de la producción, es la actividad que permite coordinar y conducir todas las operaciones de un proceso productivo, con el objetivo de cumplir con los compromisos asumidos, con los clientes de la empresa. (Bruno, s.f.)	MRP	<ul style="list-style-type: none"> Unidades requeridas.
		Utilización de la Capacidad	<ul style="list-style-type: none"> Porcentaje de la capacidad utilizada entre la capacidad disponible.
		EOQ (Cantidad óptima a pedir)	<ul style="list-style-type: none"> Unidades óptimas a pedir.
		Lead Time	<ul style="list-style-type: none"> Días por dedido.
		ROP (Punto de Reorden)	<ul style="list-style-type: none"> Unidades que determinan el momento en que se debe colocar una orden.
		Producción	<ul style="list-style-type: none"> Porcentaje de efectividad del proceso.

Fuente: Elaboración Propia

3.2. Diseño de investigación

Es una Investigación de diseño Experimental, porque al comprobar las medidas de observaciones antes y después se podrá constatar la presencia de algún cambio, que en el mejor de los casos se atribuirá a la acción de la variable independiente.

- **Es Experimental de tipo Cuasi Experimental.**

3.3. Unidad de estudio

Empresa Minera P'Huyu Yuraq II E.I.R.L, en el periodo comprendido entre enero del 2014 hasta la actualidad.

3.4. Población

Todas las áreas de la empresa Minera P'Huyu Yuraq II E.I.R.L.

3.5. Muestra (muestreo o selección)

El área de producción de cal viva de la empresa Minera P'Huyu Yuraq II E.I.R.L.

3.6. Técnicas, instrumentos y procedimientos de recolección de datos

En la tabla n.º 7. se observa que se cuenta con varias técnicas e instrumentos para la recolección de información tales como el método cualitativo en el cual se encuentra el tema de entrevistas, análisis de contenido, entre otros; como otro método tenemos el cuantitativo que consta de encuestas y análisis estadísticos y por último hemos considerado también el método de la observación como fuente primaria.

Tabla n. ° 7. Método de recolección de datos

Método	Fuente	Técnicas
Cualitativo	Primaria	Entrevistas
	Secundaria	Análisis de Contenido
Cuantitativo	Primaria	Encuesta
	Secundaria	Análisis estadístico
Observación	Primaria	Guía de observación

Fuente: Elaboración Propia.

En la tabla n. ° 8, detallamos las técnicas e instrumentos a utilizar en el presente estudio:

Tabla n. ° 8. Técnica e instrumentos de recolección de información.

TÉCNICA	JUSTIFICACIÓN	INSTRUMENTOS	APLICADO EN
Entrevista	Permitirá identificar el proceso de producción de cal.	Guía de entrevista. Cámara. Lapicero.	Encargados del área de producción
Encuesta	Permitirá identificar los procesos y actividades actuales en el área producción.	Cuestionario. Lapicero. Cámara.	Trabajadores del área de producción.
Observación directa	Podemos observar el grado de participación de cada uno de los integrantes del proceso productivo de cal.	Guía de observación.	Todo el personal involucrado en el proceso productivo.
Análisis de documentos	Para obtener la información histórica de la empresa	Registros. Balance general.	Historial de la empresa.

Fuente: Elaboración Propia.

a) Entrevista

Objetivo

Conocer la situación actual de los trabajadores que tienen relación directa con el proceso productivo de la empresa.

Procedimiento:

Preparación de la Entrevista:

Se determinó una entrevista a tres trabajadores de la empresa, considerando la importancia de los conocimientos y datos que podrían proporcionarnos a través de su trabajo y experiencia para el desarrollo de la investigación. Por lo que se realizará una Guía de entrevista con preguntas específicas del proceso de producción de cal viva y todo lo relacionado al tema. Los trabajadores entrevistados fueron:

1. Administradora.
2. Jefe de Abastecimiento.
3. Trabajador con más tiempo en la empresa. (Capataz).

- La entrevista tuvo una duración aproximada de 30 minutos con c/u de ellos.
- El lugar donde se realizó la entrevista con la Administradora y Jefe de Abastecimiento fue la oficina de la Administradora, y la del Capataz se realizó en la Planta de Puylucana.

Secuela de la entrevista:

- Elaboración. - Diseño de preguntas bases.
- Documentación. - Escribir los resultados.
- Profesionalismo. - Entregar una copia al entrevistado, solicitando su confirmación, correcciones o adiciones.
- Documentación. - Archivar los resultados de la entrevista para referencia y análisis posteriores.

Instrumentos:

- Cámara fotográfica.
- Papel – Guía de la entrevista.
- Lapiceros.

b) Encuesta

Objetivo:

Obtener información sobre los trabajadores y la jornada laboral que ellos realizan, así como el nivel de capacitación que tienen.

Procedimiento:

Preparación de la encuesta:

- Se decidió encuestar a los operarios de la planta de Puyucana y Cumbemayo de la empresa.
- La encuesta tuvo una duración de 15 minutos, con cada trabajador.
- El lugar donde se realizó la encuesta fue el comedor de cada planta de la empresa.

Secuela de la encuesta:

- Documentación. - Escribir los resultados.
- Documentación. - Archivar los resultados de la encuesta para referencia y análisis posteriores.

Instrumentos:

- Cuestionario.
- Lapiceros.
- Cámara fotográfica.

c) Observación

Objetivo:

Recoger información sobre el proceso productivo de cal viva en el área de producción.

Procedimiento:

- Definir el punto de vista del marco conceptual desde el que se realizará la observación.
- Elaborar una guía de observación lo más detenida y detallada posible.
- Registrar lo observado.
- Interpretar lo observado a la luz de otras observaciones.

d) Análisis de Documentos

Objetivo:

Recopilar información de modo que puedan ser útiles para los propósitos del estudio.

Procedimiento:

- Analizar los documentos otorgados de acuerdo a su contenido.
- Interpretar dicha información
- Sintetizar información para el desarrollo de la tesis.

3.7. Métodos, instrumentos y procedimientos de análisis de datos

- **Métodos**

Tablas y gráficos.

Representan resúmenes del agrupamiento adecuado de los datos para presentarlos y poder analizarlos mejor y tomar determinadas decisiones.

Síntesis de opinión.

Es un resumen de la interpretación del análisis.

- **Procedimientos**

Toda la información recopilada se almacenará en la computadora personal de cada investigador, y se analizará y procesará para obtener resultados propios del trabajo, es decir, los datos obtenidos mediante las técnicas utilizadas, serán procesados mediante herramientas como: Word 2013, Visio 2013 y programas estadísticos como Microsoft Excel 2013 para ordenarlos, tabularlos y presentarlos en cuadros, gráficos y sus respectivas interpretaciones.

CAPÍTULO 4. RESULTADOS

4.1. Diagnóstico Situacional de la Empresa

4.1.1. Aspectos Generales

La empresa Minera P`HUYU YURAQ II E.I.R.L. Dedicada al procesamiento industrial de cales vivas y cales hidratadas establece como política organizacional:

- Implementar un sistema de gestión integral que conlleve a la satisfacción de los requisitos de los clientes, al personal de la empresa y demás partes interesadas y a la conservación del medio ambiente.
- Prevenir la contaminación mediante el control de impacto ambiental generado por la calcinación de la roca caliza, la molienda e hidratación de la cal viva, dando cumplimiento a los requisitos legales y al uso racional de los recursos.

4.1.2. Datos de la empresa

En la Tabla n. ° 9. se muestran datos generales de la empresa.

Tabla n. ° 9. Datos Generales de Empresa.

Número de RUC	20224983043
Tipo Contribuyente	Empresa individual de resp. Ltda
Nombre Comercial	-
Fecha de Inscripción	01/08/1994
Estado del Contribuyente	Activo
Dirección del Domicilio Fiscal	jr. sor manuela gil mza. k lote. 2 bar. la alameda (2do piso- - costado g. regional) cajamarca - cajamarca - Cajamarca
Actividad Económica	0729- Extracción de otros minerales metalíferos no ferrosos

Fuente: Elaboración Propia

- **Misión**

Producir cal viva de mejor calidad para satisfacer las exigencias del mercado y desarrollará sólidos programas de prevención en seguridad e higiene y medio ambiente.

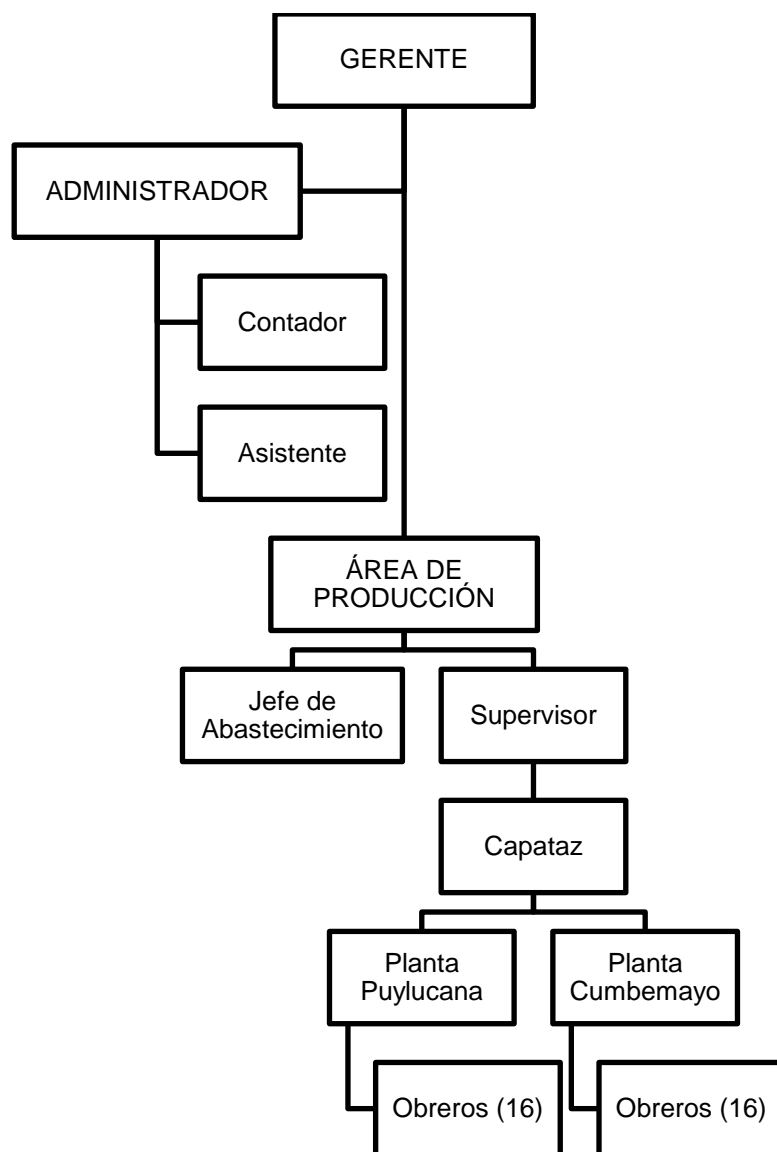
- **Visión**

Convertirse en la empresa líder del sector en Cajamarca, cuidando los estándares de calidad del producto, seguridad y medio ambiente normados por la legislación vigente.

4.1.3. Organigrama

- En la Figura n.º 5. Se muestra el organigrama general de la empresa Minera P'Huyu Yuraq II E.I.R.L, teniéndose en la parte superior al Gerente General, seguido del administrador, este a su vez consta del contador y el personal asistente, la empresa consta con el área de producción donde se derivan el Jefe de Abastecimiento y Supervisor, este último se encarga de ver a los respectivos capataces tanto para la planta de Puylucana y Cumbemayo, con los cuales se cuenta con 16 y 39 trabajadores respectivamente.

Figura n.º 5. Organigrama de la empresa Minera P'Huyu Yuraq II E.I.R.L.



Fuente: Elaboración Propia.

4.1.4. Personal

En la Tabla n. ° 10. se encuentra la descripción de los puestos de cada trabajador, empezando desde el Gerente, responsable de la empresa, seguido del administrador que se encarga del control y administración, luego pasamos al supervisor quien es la persona encargada de supervisar a los operarios y por últimos tenemos a los operarios que son también parte fundamental de la empresa, ya que estos se encargan de todo el proceso de producción de la empresa Phuyu Yuraq II.

Tabla n. ° 10. Descripción de los puestos de trabajo.

TIPO	DESCRIPCIÓN
Gerente	El Gerente General es el responsable de la empresa, siendo el responsable legal de la misma, jefe superior de las áreas de Desarrollo y Producción, Administración y Finanzas; Responsable de todos los pasos y procedimientos de la empresa y asume problemas mayores que se presenta.
Contabilidad	Se encarga de la administración y control de los recursos financieros con los que cuenta la empresa.
Administrador	Administrar los recursos con un control interno administrativo y operativo, asegurando que los costos no sobrepasen los ingresos que se obtienen.
Supervisor	Se encarga de la supervisión de los operarios en las diferentes áreas en las que se encuentra.
Operarios	Son 15 operarios fijos, los que se encargan del sistema de producción, en el proceso de cal desde el chancado de roca caliza hasta que cal esté lista para ser distribuida.

Fuente: Elaboración Propia.

4.1.5. Infraestructura. Máquina y Equipos

- **Infraestructura**

La dirección general del centro de producción de cal está a cargo de las actividades a la cual está sujeta la infraestructura de la empresa.

En la Figura n. ° 6. Y n. ° 7. se aprecia los hornos de la planta tanto de Puylucana y de Cumbemayo, se cuenta con dos hornos y 4 hornos respectivamente, que por medio de estos son alimentados con calizas seleccionadas, el cual tiene una producción diaria de 30 TN por planta. El área de producción se encarga de gestionar las operaciones de los procesos productivos, así como también al personal operario que labora en el proceso.

Figura n. ° 6. Horno de 15 Tn. de la Planta de Puylucana.



Fuente: Elaboración Propia

Figura n. ° 7. Hornos de la Planta de Cumbemayo



Fuente: Elaboración Propia

En la Figura n. ° 8. se observa la cal en las bases de los hornos una vez procesadas. Y en la figura n. ° 9. Se puede apreciar de manera panorámica las bases de los cuatro hornos que se encuentran en la planta de Cumbemayo.

Figura n. ° 8. Bases de los Hornos de la Planta de Puylucana



Fuente: Elaboración Propia

Figura n. ° 9. Vista panorámica de las bases de los hornos de la Planta de Cumbemayo.



Fuente: Elaboración Propia

Figura n. ° 10. Vista Panorámica del Área de Producción de la Planta Puyucana



Fuente: Elaboración Propia

- **Maquinaria**

Tabla n. ° 11. Maquinaria de la empresa Minera P'Huyu Yuraq II E.I.R.L.

Imagen	Nombre	Descripción
	<p>Excavadora Komatsu PC300LC</p>	<p>Equipo de Trabajo con Gran Rigidez</p> <p>Gracias a las estructuras de perfil transversal grandes, acero grueso de gran resistencia a la tensión, y paredes divisorias, el aguilón y el brazo muestran una excelente durabilidad y son altamente resistentes a la torsión y flexión.</p>
	<p>Volquete F12</p>	<p>Está dotado de una caja abierta basculante que descarga por vuelco. Transporta cargas de hasta 20Tn. La carrocería de un camión volquete se considera flexible torsionalmente.</p>
	<p>Volquete FORLAND Inkapower FD-20</p>	<p>Camión volquete de 3 Tn de carga útil.</p>
	<p>Minicargador JCB</p>	<p>La JCB 1CX, con una capacidad de 600 kg, es el modelo más pequeño de retroexcavadoras de la marca.</p> <p>Puede girar sobre su propio eje para trabajar en espacios reducidos y cuenta con un enganche rápido universal de dirección de deslizamiento que le permite usar una amplia variedad de aditamentos de dirección de deslizamiento fácilmente.</p>

Fuente: Elaboración Propia.

- **Equipos**

En la Tabla n. ° 12. se tiene información del equipo utilizado por la empresa Minera, se tiene el horno de calcinación de la planta de Puylucana y Cumbemayo; en dichos hornos es donde se realiza todo el proceso de la cal viva la cual es llenada con roca caliza y carbón y obteniéndose de esta manera el producto terminado.

Tabla n. ° 12. Equipo de la empresa Minera P'Huyu Yuraq II E.I.R.L.

Imagen	Nombre	Descripción
	<p>Hornos de Calcinación de la Planta de Puylucana</p>	<p>Hornos en donde se realiza el proceso de la cal viva, se llena el interior con roca caliza triturada y carbón, donde la fuerte corriente que entra por un conducto situado en la parte baja del horno hace subir las llamas a través de la roca caliza, y la caliente hasta que se convierte en cal.</p> <p>La planta cuenta con dos hornos, con capacidad total de 15 y 10 TN respectivamente.</p>
	<p>Horno de Calcinación de la Planta de Cumbemayo</p>	<p>Hornos en donde se realiza el proceso de la cal viva, se llena el interior con roca caliza triturada y carbón, donde la fuerte corriente que entra por un conducto situado en la parte baja del horno hace subir las llamas a través de la roca caliza, y la caliente hasta que se convierte en cal.</p> <p>La planta cuenta con cuatro hornos, dos de ellas con capacidad total de 30 TN y los otros dos con capacidad total de 15 TN.</p>

Fuente: Elaboración Propia.

4.1.6. Proveedores y Clientes

- **Proveedores**

La Empresa Minera P'Huyu Yuraq II E.I.R.L. provee sus materias primas de sus propias concesiones.

- **Clientes**

Tabla n. ° 13. Principal cliente de la Empresa Minera P'Huyu Yuraq II E.I.R.L.

PRINCIPAL CLIENTE
Minera Yanacocha S.R.L.

Fuente: Elaboración Propia

- **Competencia**

Sus principales competidores son:

- Calera China Linda S.A.C.
- Calera Piedra Azul E.I.R.L.
- Calera Bendición de Dios E.I.R.L.
- Minera Layzon S.R.L.
- Calera El Pedregal S.R.L.
- Calera El Zasal E.I.R.L
- Calera Las Grutas E.i.R.L

4.1.7. Diagnóstico del área de estudio

En la Tabla n. ° 14. se aprecia el listado de problemas encontrados en la empresa para que de esta manera podamos elaborar el diagrama de Ishikawa, cada uno de estos problemas dispone de un código que ya en la Tabla n. ° 15 y n. ° 16. como se observa se tiene la priorización de dichos problemas, obteniendo de esta manera el problema principal que es el bajo nivel de productividad que tiene la empresa minera.

Tabla n. ° 14. Listado de Problemas

Código	Listado de Problemas
A	Baja eficiencia en el uso de los recursos
B	Bajo nivel de productividad
C	Alto costo de producción
D	Alto gasto de producción
E	Bajo nivel de capacitación al personal

Fuente: Elaboración Propia

Tabla n. ° 15. Priorización de Problemas

Código	A	B	C	D	E	Total	Prioridad
A		B	C	A	A	2	2
B			B	B	B	3	1
C				D	C	0	3
D					D	0	4
E						0	5

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla n. ° 16. Problemas Priorizados

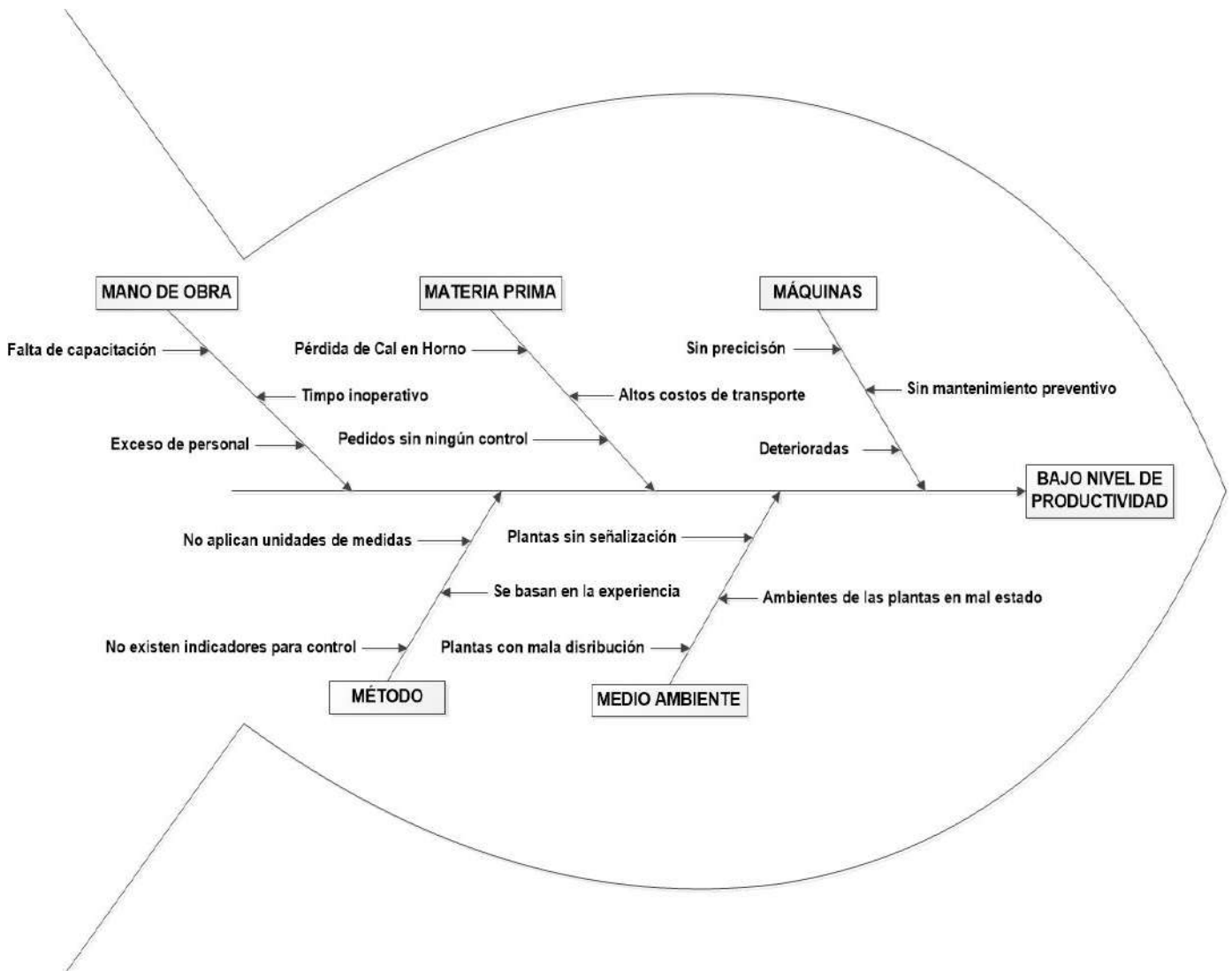
Código	Listado de Problemas
B	Bajo nivel de productividad
A	Baja eficiencia en el uso de los recursos
C	Alto costo de producción
D	Alto gasto de producción
E	Bajo nivel de capacitación al personal

Fuente: Elaboración Propia.

4.1.7.1. Diagrama de Ishikawa

En la Figura 16 se observan las posibles causas del bajo nivel de productividad en la Empresa Minera Phuyu Yuraq II, representadas por los factores causales como mano de obra, materiales, métodos, máquinas, medida y entorno. Se observa también que por cada factor se encontraron las ideas identificadas por las causas del problema.

Figura n. ° 11. Diagrama de Ishikawa



Fuente: Elaboración Propia.

- **Materiales:**

Los materiales que se requieren para la producción no siempre son los más adecuados, muchas veces el carbón que llega no es el de mayor calidad, pues no mantiene una temperatura uniforme en el horno ocasionando problemas en el producto terminado que muchas veces sólo logra ser una roca caliza con restos de óxido de calcio.

- **Métodos:**

La falta de métodos en el proceso productivo genera que la producción sea impredecible, sólo empírica, sin saber con certeza los posibles pronósticos de producción, generando también tiempos muertos, además de contar con una mala distribución de personal y áreas de trabajo.

- **Máquinas:**

Las máquinas no son precisas, ni en capacidad, ni temperatura ni en falla, pues no hacen uso de mantenimiento preventivo, sólo correctivo cuando es necesario.

- **Mano de obra:**

El que los trabajadores no tengan una función específica dentro del proceso productivo genera mucho tiempo ocioso y también confusión en la labor, haciéndola ineficiente; además, la empresa no ofrece ningún tipo de seguridad a sus trabajadores.

- **Entorno:**

Al momento de la entrega del producto terminado ocurren inconvenientes con el transporte lo que ocasiona demora en la entrega, además algunas carreteras de acceso a las plantas no se encuentran en condiciones óptimas.

4.1.8. Descripción del área objeto de análisis

El área donde se realiza el estudio, es el área de producción de cal viva de la planta de Puylucana y Cumbemayo. Esta área es la encargada de gestionar las operaciones del proceso productivo, como también encargarse del personal operario que labora en este proceso.

El área de cada planta dispone de 4 zonas las cuales consta de recepción de materia prima, chancado, horneado y recepción de cal, de las cuales el estudio se centra en la zona de horneado donde se realiza el procesamiento de cal viva.

4.1.9. Diagramas propuestos

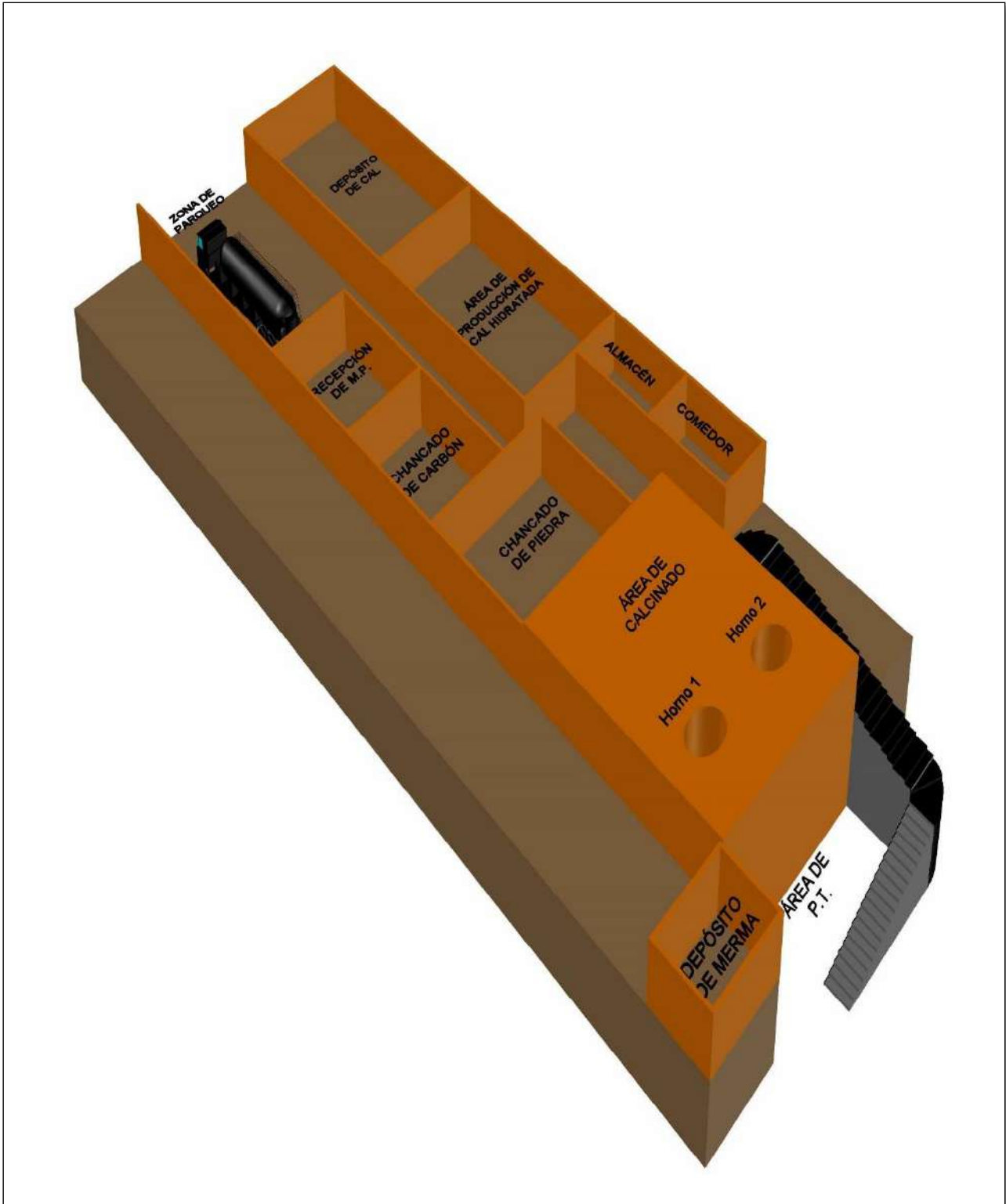
a) Mapa de Planta

En la Figura n. ° 12. se muestra un gráfico con el mapa de la planta de Puylucana, donde se puede apreciar que, dentro de las instalaciones, la planta dispone de 2 pisos donde se produce la cal, el primero donde se encuentra el área de producto terminado (donde sale la cal viva de los hornos) y un depósito de merma, en el 2 piso encontramos un almacén, comedor, el área de calcinado que es el área donde se encuentran los dos hornos, contándose con dos áreas de chancado, una de carbón y una de piedra. Se cuenta también con un área de recepción de materia prima y un área de parqueo.

Anteriormente la empresa producía cal hidratada para un requerimiento que tenía con empresas que realizan actividades agrícolas por lo que se puede observar un área de producción de cal hidratada y otra de depósito de cal, que actualmente son áreas deshabilitadas.

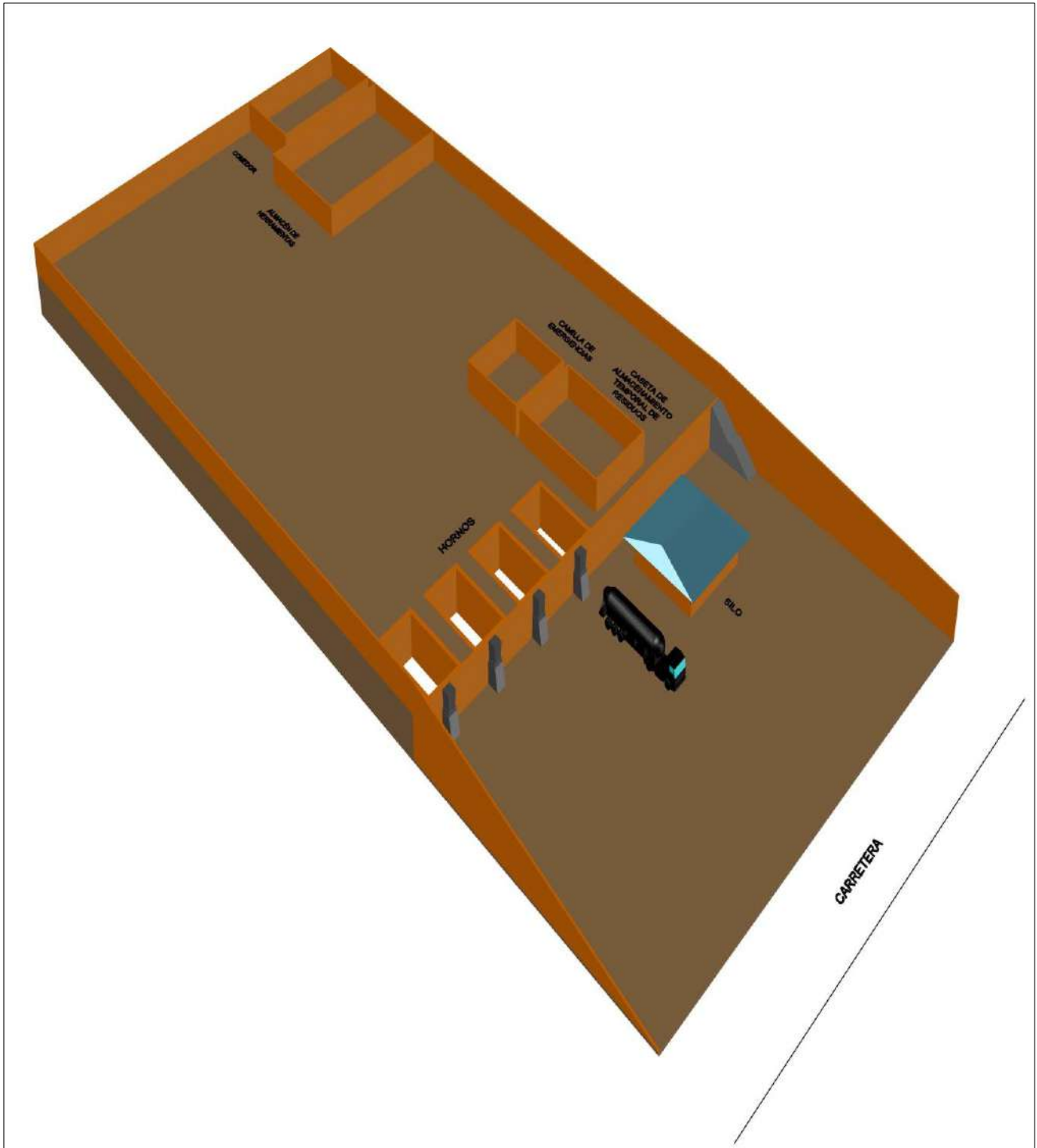
El detalle de cada operación en orden correlativo, se detalla en el siguiente punto.

Figura n. ° 12. Mapa de Planta de la Calera ubicada en Puylucana



Fuente: Elaboración propia.

Figura n. ° 13. Mapa de Planta de la Calera ubicada en Cumbemayo



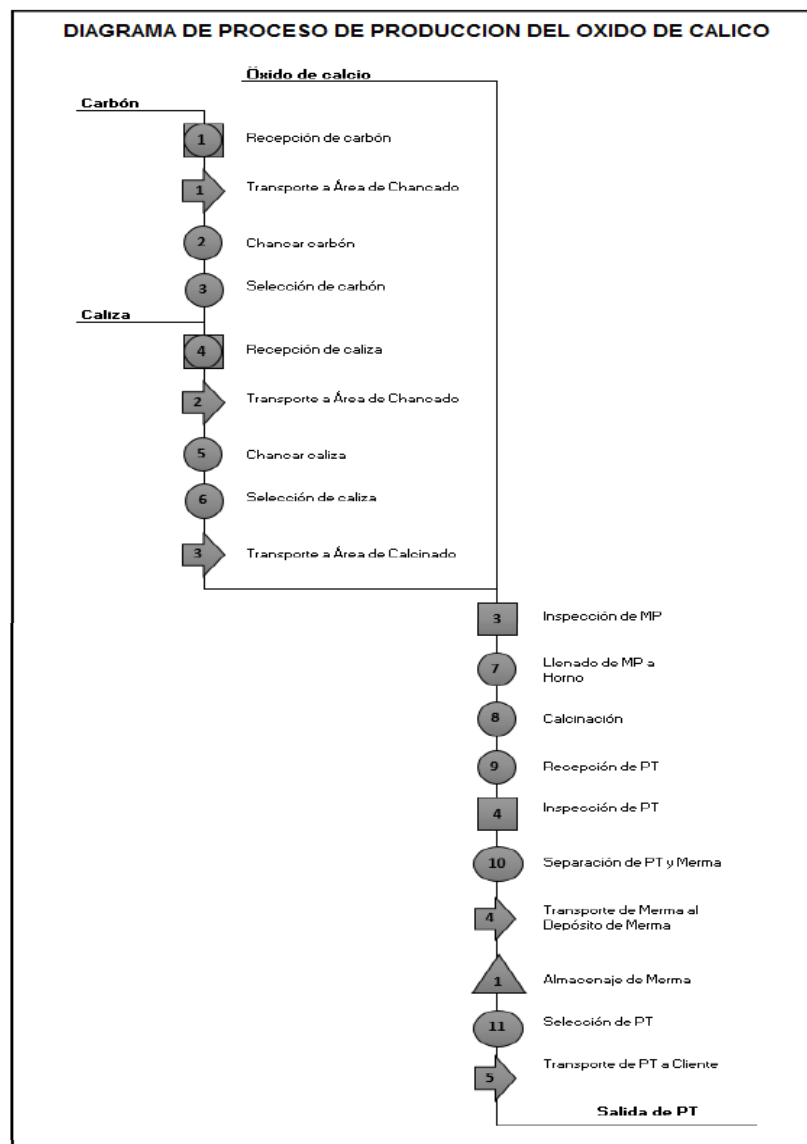
Fuente: Elaboración propia.

b) Diagrama de operaciones

En la Figura n. ° 14. se muestra el diagrama actual de operaciones, donde puede apreciarse Todo el proceso productivo de la cal, desde la entrada de carbón como materia prima, para luego pasar a la recepción de la roca caliza hasta el producto terminado.

Es importante señalar que no se han tomado en cuenta los tiempos debido a que son irrelevantes en el presente trabajo porque los tiempos son variables en este tipo de procesos; y lo que realmente sirve y se toma en cuenta es la velocidad de trabajo o desempeño que será calculada y analizada posteriormente.

Figura n. ° 14. Diagrama de Operaciones de Cal Viva.



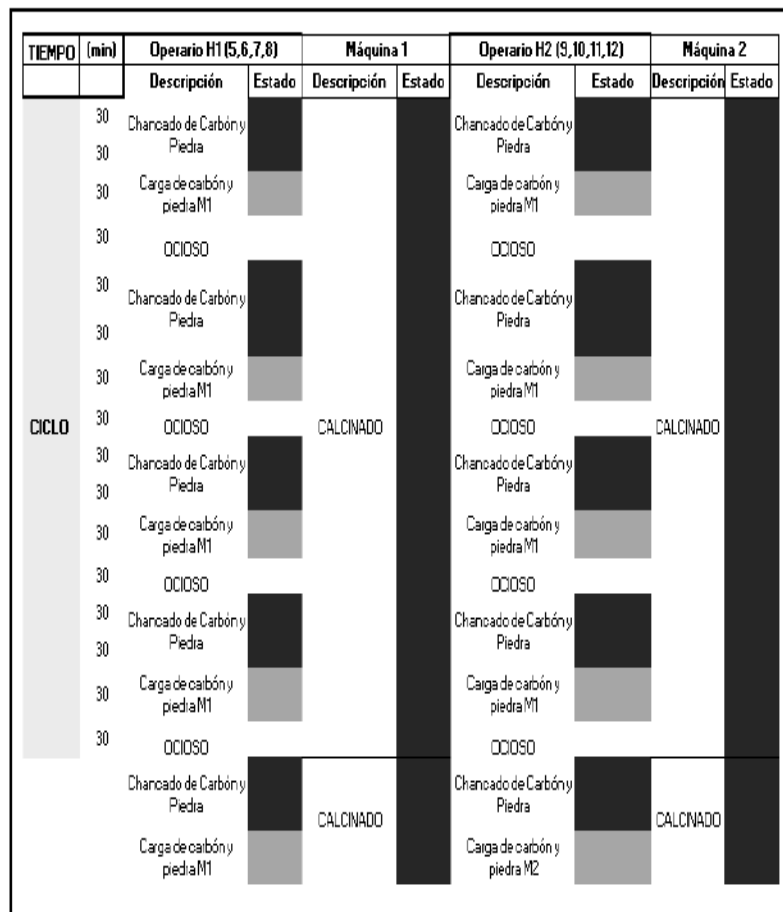
Fuente: Elaboración propia.

c) Diagrama hombre-máquina

En la calera P'Huyu Yuraq II, son 8 operarios los que trabajan en el área de horneado, siendo 4 los que están asignados al horno 1 y los 4 restantes al horno 2, para realizar el calcinado se realizan las siguientes operaciones, chancado de carbón y piedra con un tiempo de 60min para todos los operarios; y carga de carbón y piedra con un tiempo de 30 min, el tiempo del calcinado para ambas máquinas es de 480 min considerando un turno de 8 horas.

Obteniéndose como datos que el tiempo de saturación para los operarios del horno 1 es 75%, para los operarios del horno 2, 75% ; para las máquinas 1 y máquina 2 la saturación es del 100%. (ver Figura n. ° 15).

Figura n. ° 15. Diagrama Hombre-máquina.



Elemento	Tiempo(min)	Saturación
Operario H1	360	75,00%
Operario H2	360	75,00%
Máquina 1	480	100,00%
Máquina 2	480	100,00%

CICLO	480 min
-------	---------

Fuente: Elaboración Propia.

d) Diagrama de Pert

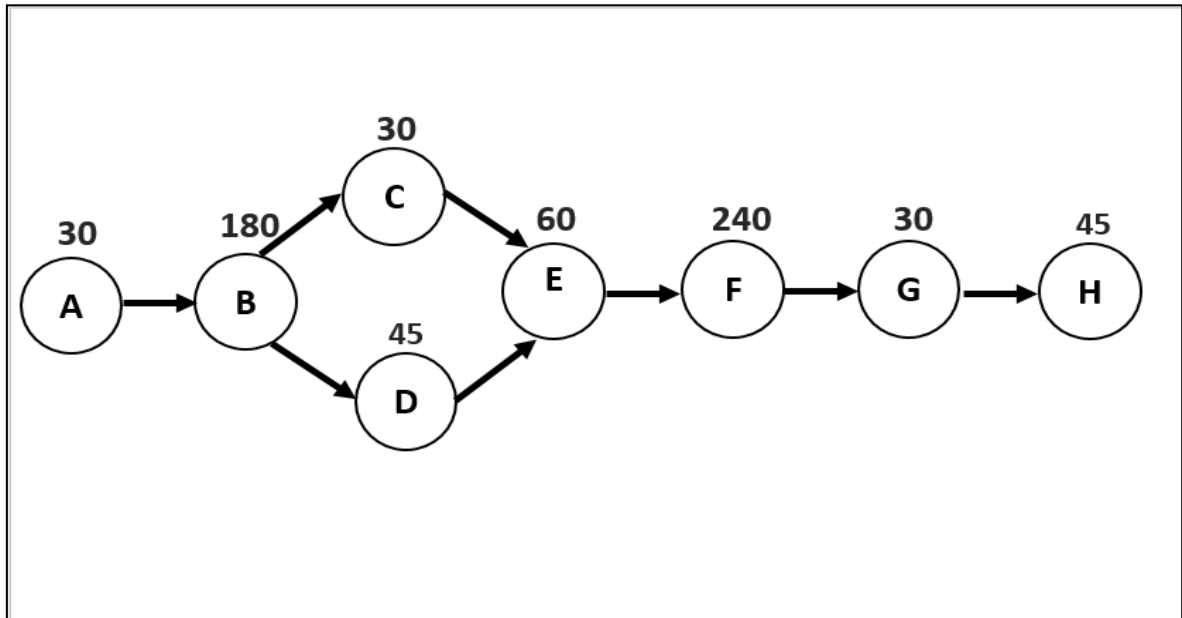
En la Figura n. ° 16. se muestra el comienzo y término del proceso de producción, cada operación de definen como una actividad representado por sus respectivas duraciones, relacionadas unas con otras.

Tabla n. ° 17. Descripción de tareas.

Letra	Tarea	Pred.	Nodos	Duración (min)
A	Recepción de MP	-	1-2	30
B	Chancado de MP	A	2-3	180
C	Selección de Carbón	B	3-4	30
D	Selección de Caliza	B	3-5	45
E	Llenado de MP al horno	C, D	4-5-6	60
F	Calcinación	E		240
G	Recepción de PT	F		30
H	Selección de PT	G		45

Fuente: Elaboración Propia.

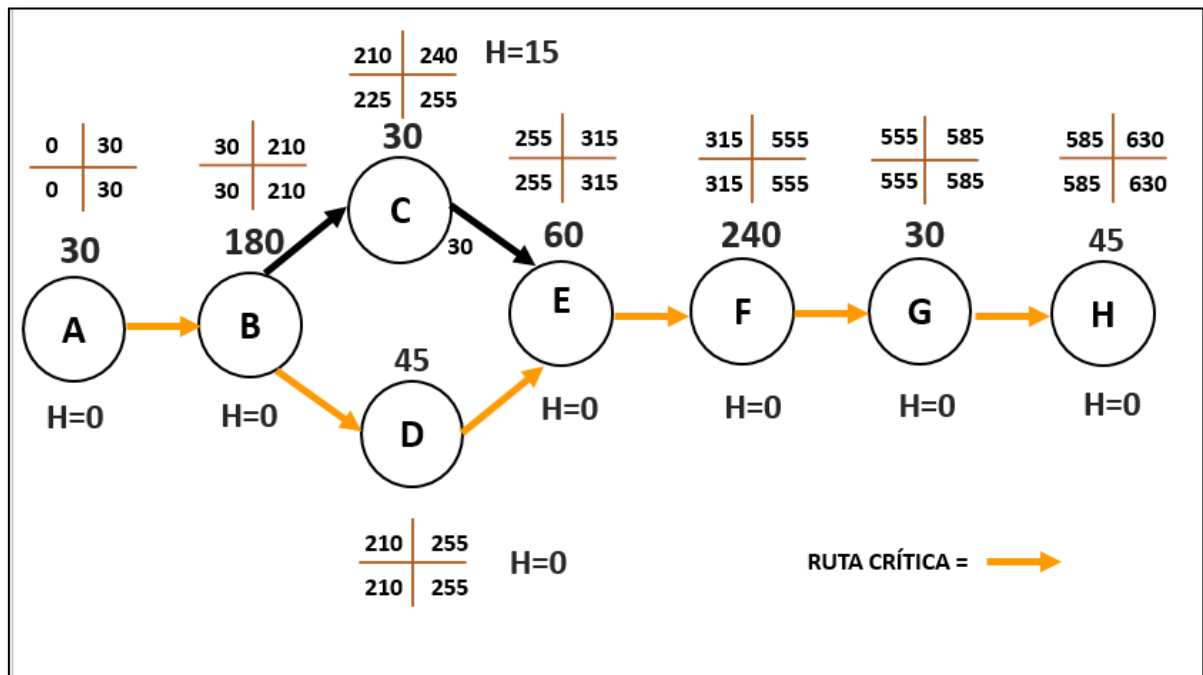
Figura n. ° 16. Diagrama de Pert.



Fuente: Elaboración Propia.

En la Figura n. ° 17 se muestra la ruta crítica que se encuentra conformada por las actividades A-B-D-E-F-G-H.

Figura n. ° 17. Ruta Crítica - Diagrama Pert



Fuente: Elaboración Propia.

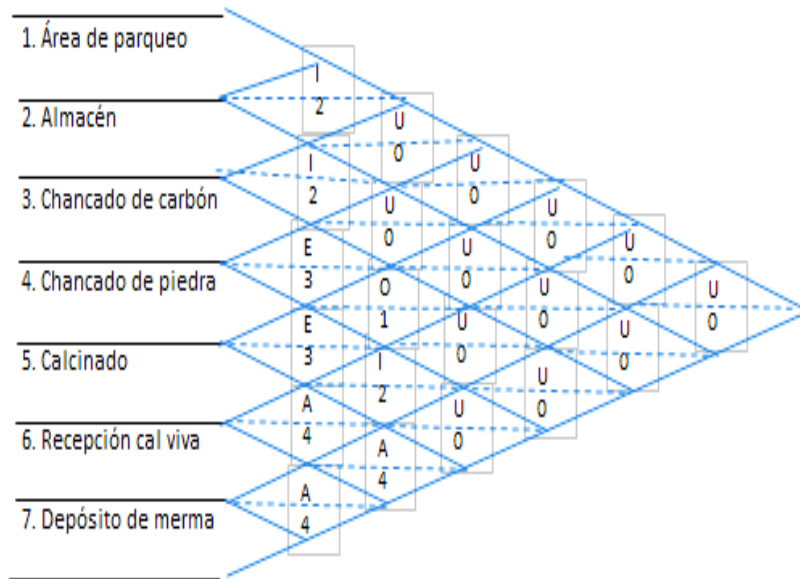
e) Diagrama de SLP (Planeación Sistemática de la Distribución en Planta)

Tabla n. ° 18. Simbología utilizada para el diagrama SLP

Tipo de Relación	Definición	Valor
A	Absolutamente necesaria	4
E	Especialmente importante	3
I	Importante	2
O	Ordinaria	1
U	Sin importancia	0
X	No deseable	-1

Fuente: Elaboración Propia.

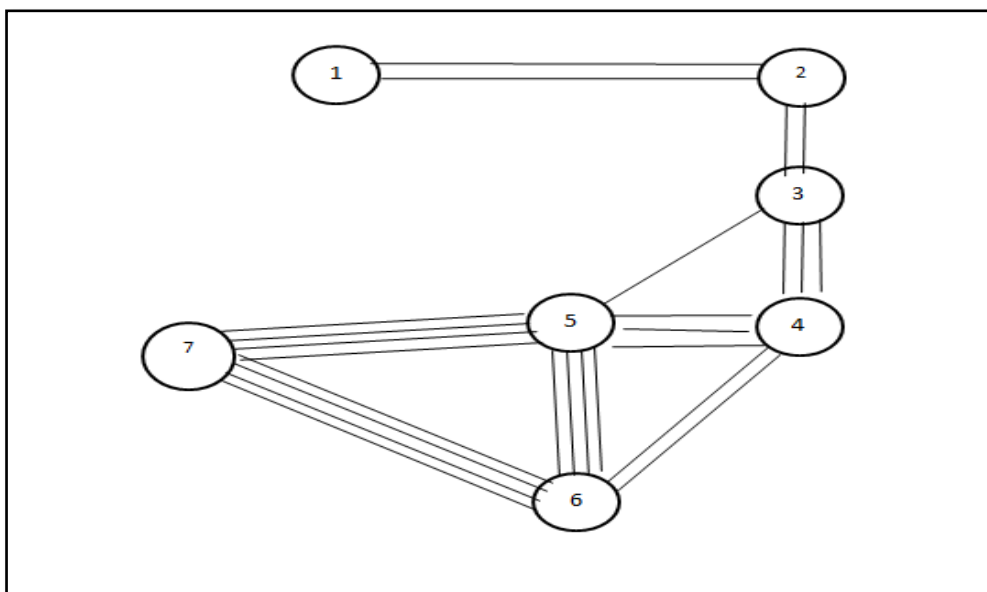
Figura n. ° 18. Diagrama obtenido de acuerdo a la simbología SLPÁG.



Fuente: Elaboración Propia.

En la Figura n. ° 19. se observa la relación de actividades, organizado en diagonal en el que se indican las necesidades de proximidad de cada actividad y las restantes desde diversos puntos de vista. Estas se encuentran expresadas mediante el código de 6 letras mostrada en la tabla de relaciones n. ° 18.

Figura n. ° 19. Diagrama Relacional de Áreas Funcionales.



Fuente: Elaboración Propia.

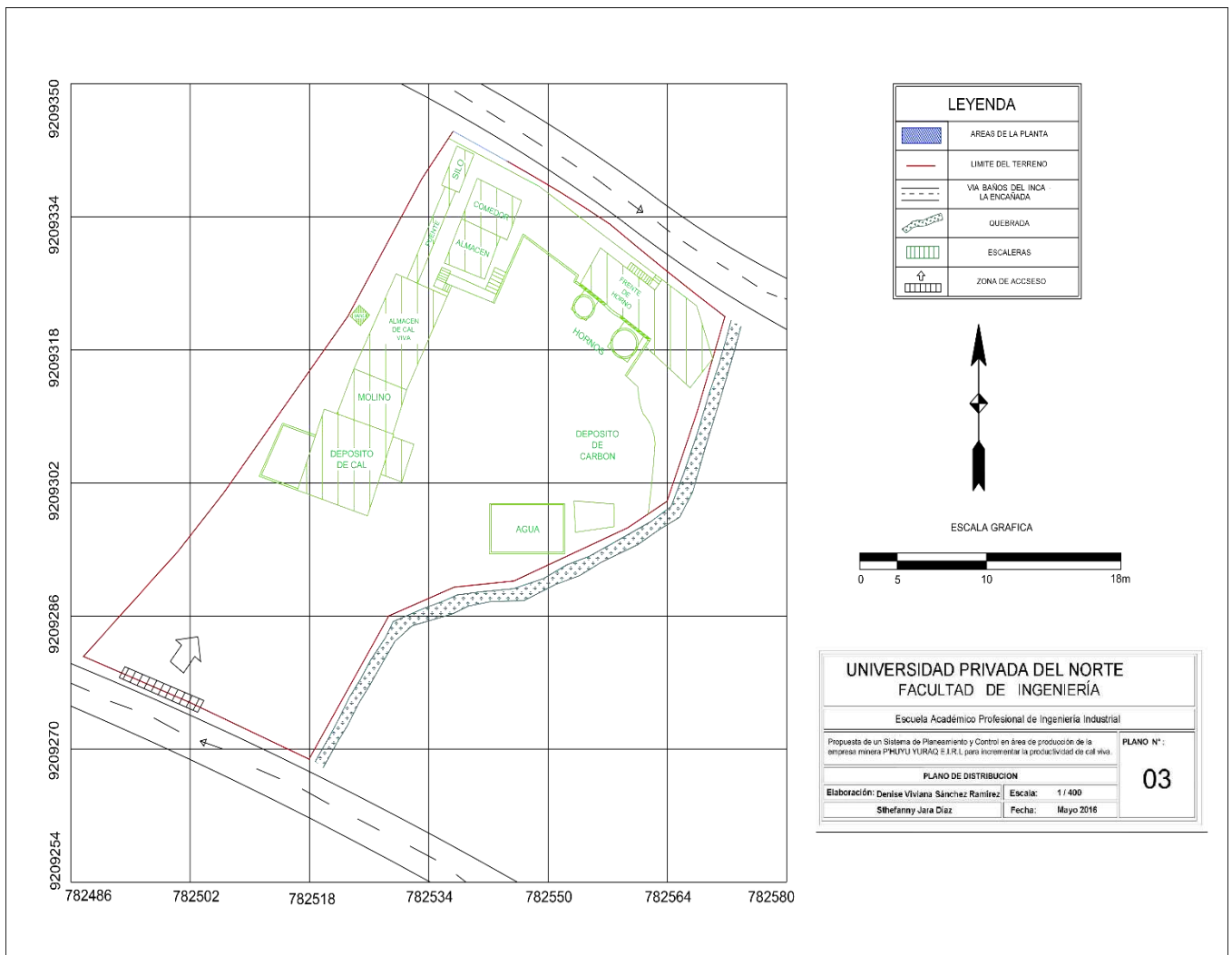
4.2. Propuesta de mejora

4.2.1. Mejora de Diagramas Propuestos

a) Mapa de Planta Mejorado

En la Figura n. ° 20. tenemos el Plano de la Planta Puyucana que cuenta con un área de 2 954 metros, en donde se distribuyen 8 áreas, las cuales son: Área de depósito de cal, molino, almacén de cal viva, almacén, comedor, horneado y depósito de carbón. El plano mejorado fue realizado con el aporte del Ingeniero Geólogo Franco Guevara Alvarado.

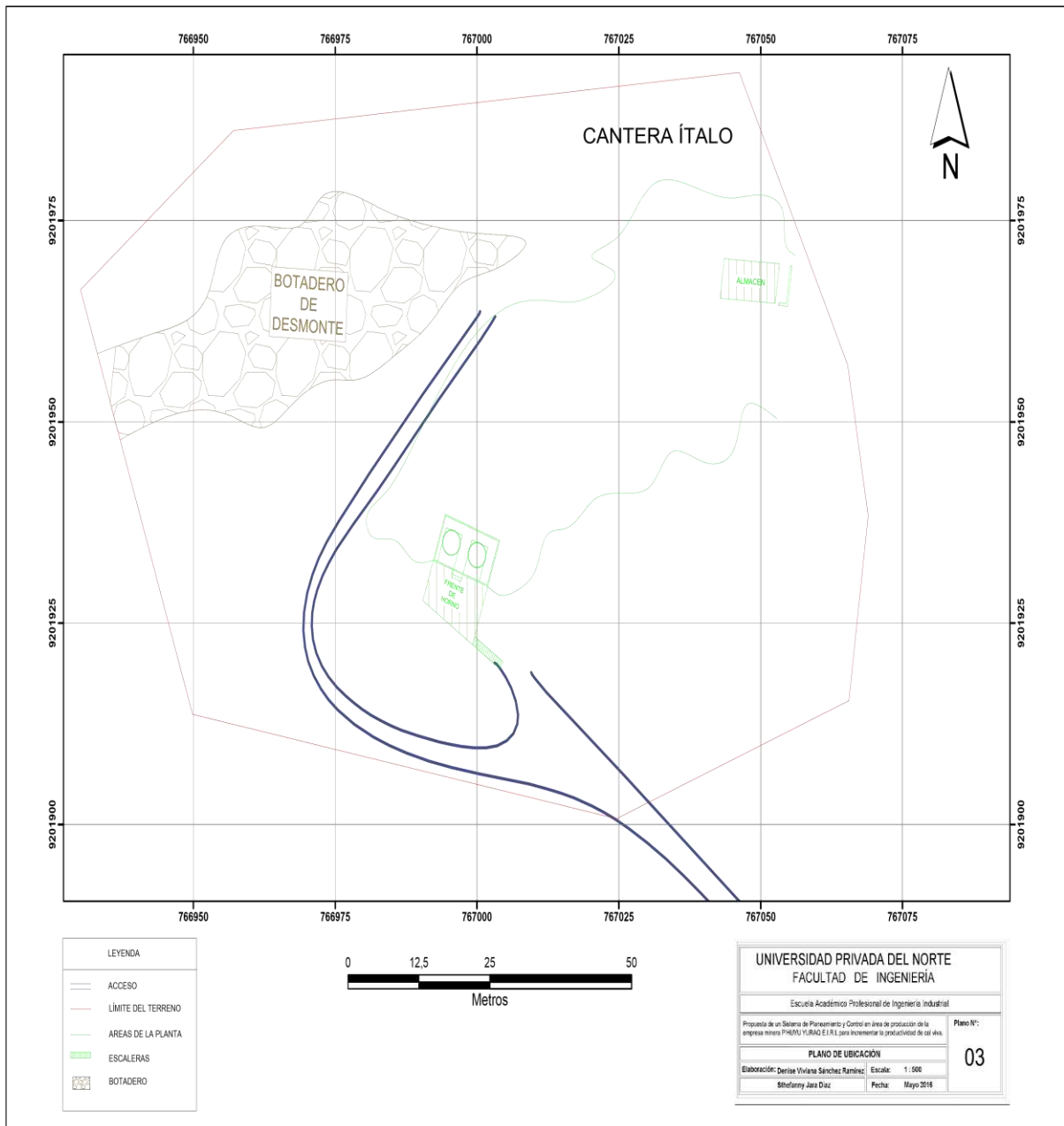
Figura n. ° 20. Mapa de Planta Mejorado de la Calera ubicada en Puyucana.



Fuente: Elaboración Propia

En la Figura n. ° 21. tenemos el Plano de la Planta de Cumbemayo que cuenta con un área de 2 954 metros, en donde se distribuyen 8 áreas, las cuales son: Área de depósito de cal, molino, almacén de cal viva, almacén, comedor, horneado y depósito de carbón. El plano mejorado fue realizado con el aporte del Ingeniero Geólogo Franco Guevara Alvarado

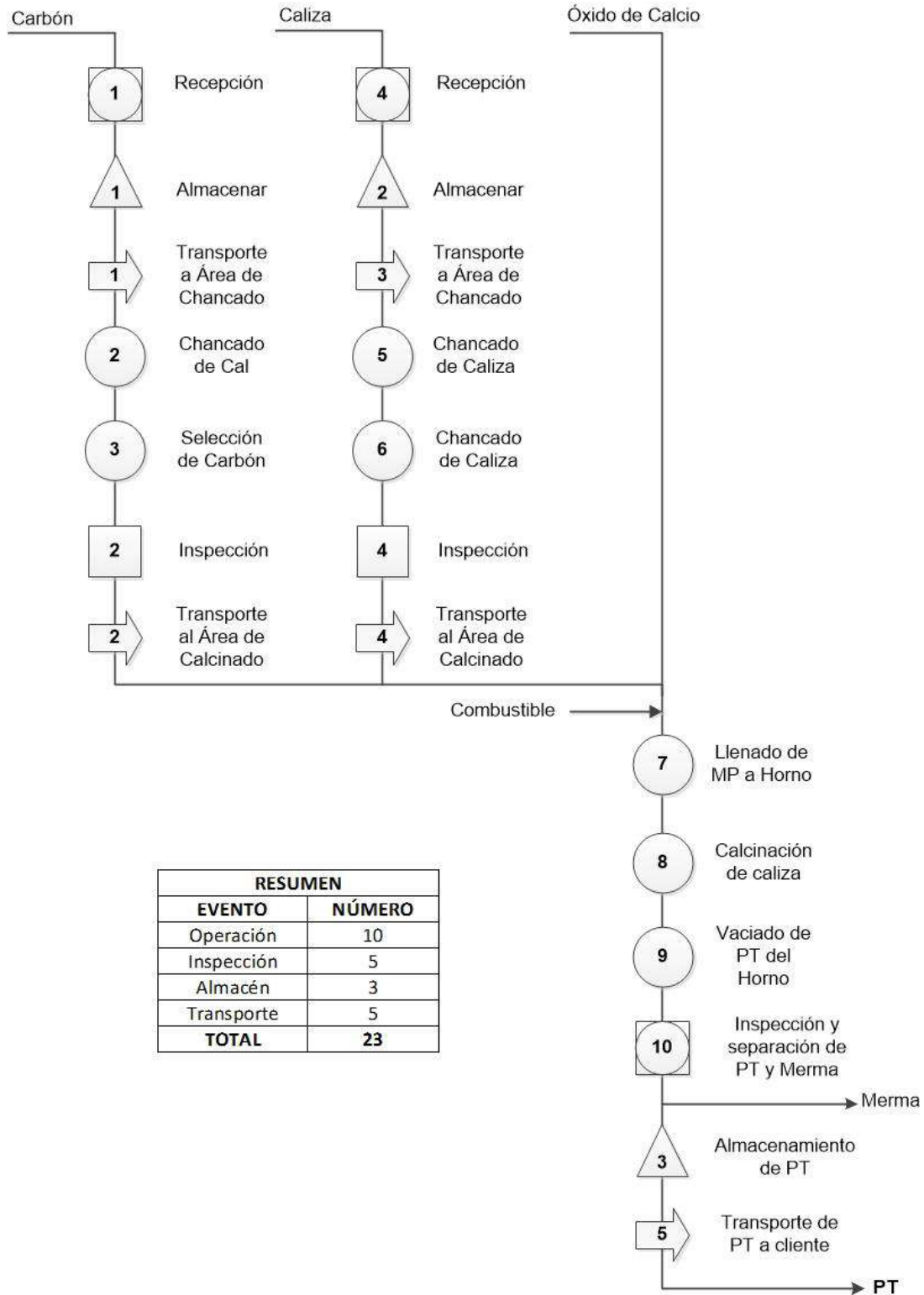
Figura n. ° 21. Mapa de Planta Mejorado de la Calera ubicada en Cumbemayo.



Fuente: Elaboración Propia

b) Diagrama de Operaciones Mejorado

Figura n. ° 22. Diagrama de Operaciones Mejorado de Producción de Cal Viva



RESUMEN	
EVENTO	NÚMERO
Operación	10
Inspección	5
Almacén	3
Transporte	5
TOTAL	23

Fuente: Elaboración Propia

c) Diagrama de PERT Mejorado

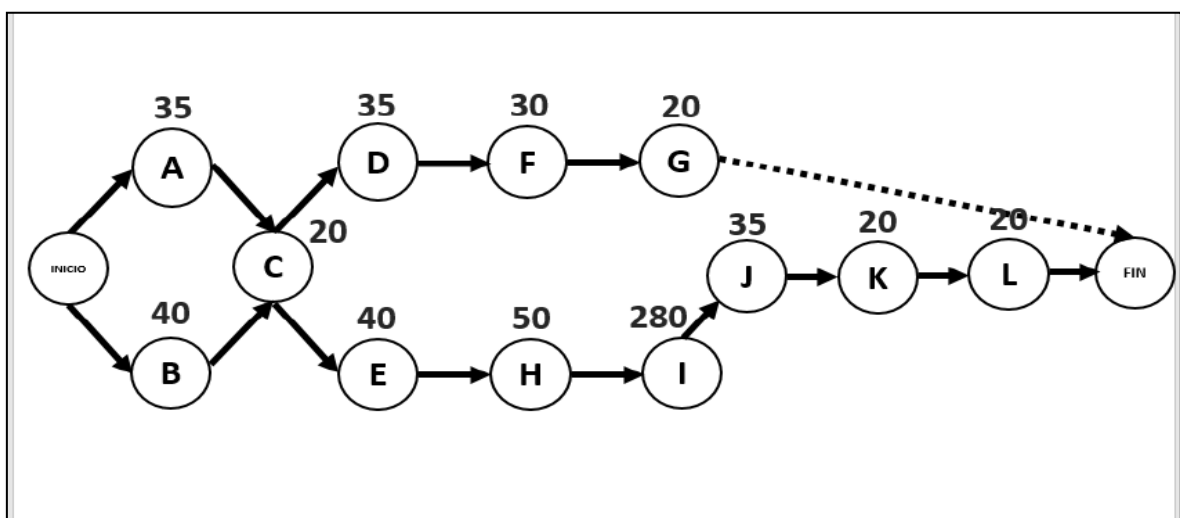
En la figura n. ° 23. se muestra el nuevo diagrama PERT con las mejoras correspondientes, en donde apreciamos el comienzo y término del proceso de producción, en donde cada operación se define como una actividad incluyendo las duraciones de cada una con tiempos tomados tras un análisis previo. Así también en la Tabla n. ° 19. vemos la descripción de tareas donde vemos las que preceden a otras.

Tabla n. ° 19. Descripción de Tareas.

Letra	Tarea	Pred.	Nodos	Duración (min)
A	Recepción de Carbón	-	1-2	30
B	Recepción Caliza	-	2-3	30
C	Transporte al Área de Chancado	A,B	3-4	20
D	Selección de Carbón	C		35
E	Selección de Caliza	C		40
F	Transporte al Área de calcinado	D,E		30
G	Inspección de MP	F		20
H	Llenado de MP al Horno	D,E		50
I	Calcinación	H		280
J	Recepción de PT	I		35
K	Inspección de PT	J		20
L	Separación de PT y Merma	K		20

Fuente: Elaboración Propia.

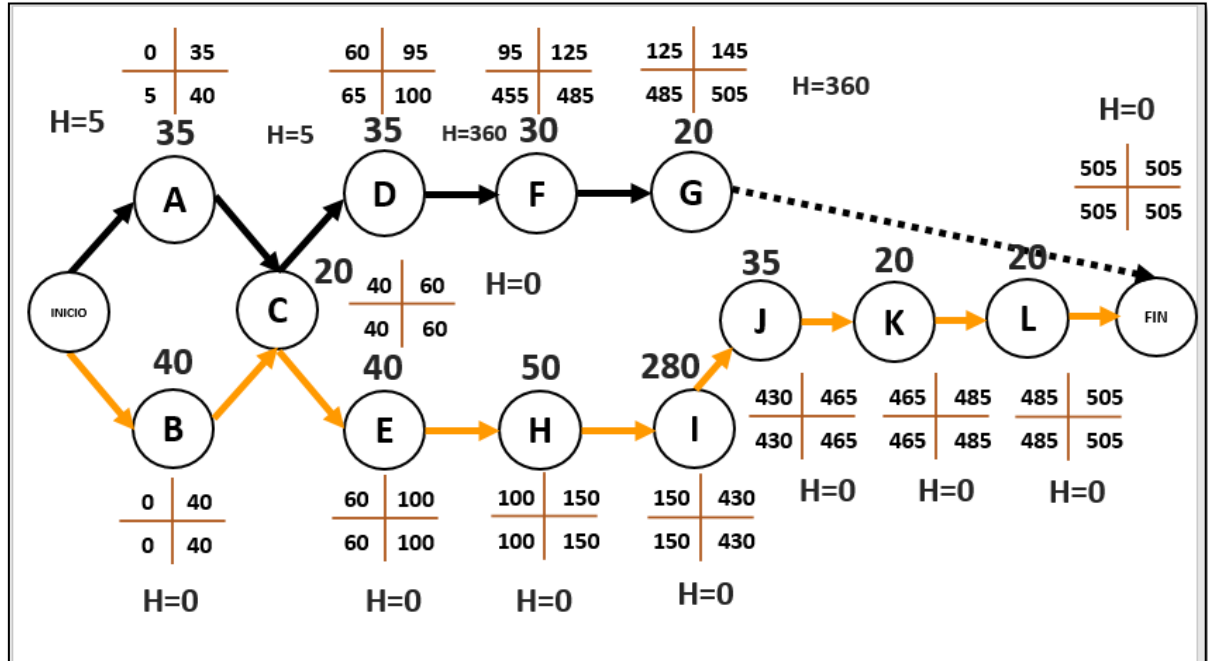
Figura n. ° 23. Diagrama de PERT Mejorado.



Fuente: Elaboración Propia.

En la Figura n. ° 24 se muestra la ruta crítica que dio como resultado considerar las actividades de B-C-E-H-I-J-K-L.

Figura n. ° 24. Ruta Crítica - Diagrama Pert Mejorado

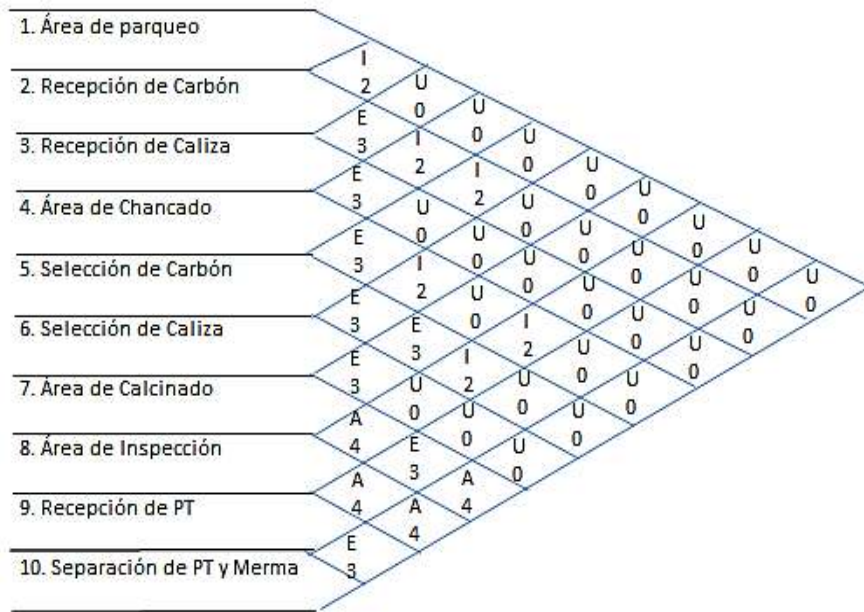


Fuente: Elaboración Propia.

d) Diagrama Mejorado de SLP (Planeación Sistemática de la Distribución en Planta)

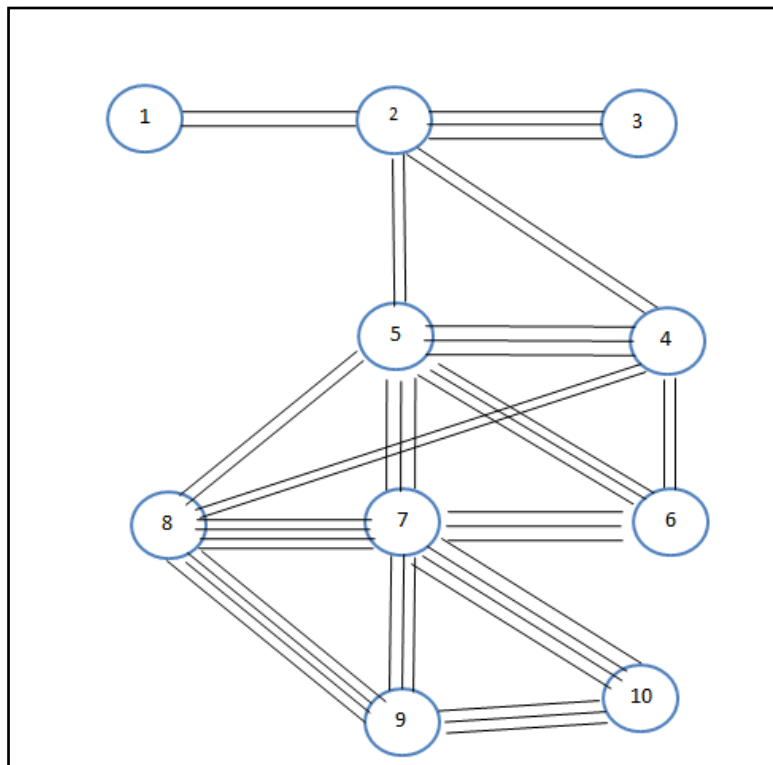
Según nuestro gráfico mejorado de la Planeación Sistemática de la Distribución de Planta mostrado en la Figura n. ° 25, podemos observar que las áreas aumentaron ya que en el diagrama de operaciones mejorado hemos creído conveniente aumentarlas para un mejor entendimiento de las actividades realizadas, por ellos en el Figura n. ° 26. vemos la secuencia, es así que en nuestro nuevo diagrama de SLP ahora cuenta con más grado de importancia entre las correcciones de las áreas.

Figura n. ° 25. Diagrama obtenido de acuerdo a la simbología SLPÁG.



Fuente: Elaboración Propia.

Figura n. ° 26. Diagrama Relacional de Áreas Funcionales.



Fuente: Elaboración Propia.

4.2.2. Resultados del Diagnóstico

En el área de producción de acuerdo al diagnóstico hecho se determinó que la empresa produce lo que espera vender, de acuerdo a sus ventas anteriores, por lo cual no ha implementado ningún sistema que pueda medir los indicadores adecuados para poder realizar un buen planeamiento y control de su producción.

De esta manera y tomando como base este estudio se ha tenido en cuenta los siguientes indicadores:

4.2.2.1. Variable Productividad

a) Indicador Mano de Obra

$$\text{Mano de Obra} = \frac{\text{Unidades producidas mensual}}{\text{N}^\circ \text{ de Horas} - \text{Hombre trabajadas en el mes}}$$

- **Planta Puylucana**

$$\begin{aligned} \text{N}^\circ \text{ de Trabajadores} &= 16 & \frac{575 \text{ (tn)} \times 1000 \text{ (kg)}}{16 \times 9 \times 26} &= \frac{575000 \text{ (kg)}}{3744} = 153.60 \text{ kg/H} - H \\ \text{Horas Trabajadas} &= 9 \\ \text{Días Laborables} &= 26 \end{aligned}$$

- **Planta Cumbemayo**

$$\begin{aligned} \text{N}^\circ \text{ de Trabajadores} &= 21 & \frac{927 \text{ (tn)} \times 1000 \text{ (kg)}}{21 \times 9 \times 26} &= \frac{927000 \text{ (kg)}}{4914} = 189.60 \text{ kg/H} - H \\ \text{Horas Trabajadas} &= 9 \\ \text{Días Laborables} &= 26 \end{aligned}$$

Interpretación:

- **Planta Puylucana:** Un trabajador en una hora produce 153.60 kg de cal viva en promedio.
- **Planta Cumbemayo:** Un trabajador en una hora produce 189.60 Kg de cal viva en promedio.

Los datos para resolver el indicador de Mano de Obra se muestran en el Anexo n. ° 1.

b) Indicador Maquinaria

$$\text{Maquinaria} = \frac{\text{Producción real mensual}}{H - \text{Máquina}} * 100$$

- **Planta Puylucana**

$$\frac{575 \text{ (Tn)}}{2 \text{ hornos} \times 24 \text{ hrs}} = 11.98 \text{ Tn. / Hrs. - Máquina}$$

- **Planta Cumbemayo**

$$\frac{927 \text{ (Tn)}}{4 \text{ hornos} \times 24 \text{ hrs}} = 9.70 \text{ Tn. / Hrs. - Máquina}$$

Interpretación:

- **Planta Puylucana:** Se producen 11.98 toneladas por cada hora máquina.
- **Planta Cumbemayo:** Se producen 9.70 toneladas por cada hora máquina.

Los datos para resolver el indicador de Maquinaria se muestran en el Anexo n. ° 2.

c) Indicador Materia Prima

$$\text{Materia Prima} = \frac{\text{Producción real mensual}}{Cv * \text{Producción real mensual}}$$

- **Planta Puylucana**

$$\frac{575333 \text{ (kg)}}{0.21 * 575333} = 4.76 \text{ Soles.}$$

- **Planta Cumbemayo**

$$\frac{927000 \text{ (kg)}}{0.21 * 927000} = 4.76 \text{ Soles.}$$

Interpretación:

- **Planta Puylucana y Cumbemayo:** Por cada sol invertido en producir cal viva obtengo 4.76 soles.

Los datos aplicados para hallar el indicador de Materia Prima se muestran en el Anexo n. ° 3.

d) Indicador Rendimiento Físico

$$Eficiencia\ Física = \frac{Mp\ utilizada\ x\ 100}{MP\ que\ ingresa\ al\ proceso}$$

- **Planta Puylucana y Cumbemayo – Roca Caliza**

$$\frac{1\ Tn\ x\ 100}{1.1\ Tn} = 90.90\ \%$$

- **Planta Puylucana y Cumbemayo - Carbón Antracita**

$$\frac{1\ Tn\ x\ 100}{1.05\ Tn} = 95.23\ \%$$

Interpretación:

- **Roca Caliza:** De cada tonelada de materia prima de Roca Caliza que ingresa al proceso, 90.90% se convierte en producto terminado.
- **Carbón Antracita:** De cada tonelada de materia prima de Carbón Antracita que ingresa al proceso, 95.23% se convierte en producto terminado.

Los datos para resolver el indicador Rendimiento Físico se muestran en el Anexo n. ° 4.

e) Indicador Rendimiento Económico

$$Eficiencia\ Económica = \frac{Ventas\ (Ingresos) * 100}{costos\ (Inversiones)}$$

- **Planta Puylucana y Cumbemayo**

$$\frac{3\ 805\ 199 \times 100}{2\ 697\ 140} = 141.08\%$$

Interpretación:

- De cada nuevo sol invertido en costo primo, 141.08% se convierte en ingresos por ventas.

Los datos aplicados para hallar el indicador Rendimiento Económico se muestran en el Anexo n. ° 5.

4.2.2.2. Variable Planeamiento y Control

a) Indicador Utilización de la Capacidad

$$Utilización = \frac{(Capacidad\ Utilizada) \times 100\%}{(Capacidad\ Disponible)}$$

- **Planta Puylucana Horno - 10 Tn.**

$$\frac{237\ Tn \times 100}{300\ Tn} = 79\%$$

Interpretación:

- Se usa 79% de la capacidad por turno diario.

- **Planta Puylucana Horno - 15 Tn.**

$$\frac{338\ Tn \times 100}{450\ Tn} = 75\%$$

Interpretación:

- Se usa 75% de la capacidad por turno diario.
- **Planta Cumbemayo Horno 1 - 25 Tn.**

$$\frac{512 \text{ Tn} \times 100}{750 \text{ Tn}} = 68\%$$

Interpretación:

- Se usa 68% de la capacidad por turno diario.
- **Planta Cumbemayo Horno 2 - 25 Tn.**

$$\frac{415 \times 100}{750} = 55\%$$

Interpretación:

- Se usa 55% de la capacidad por turno diario.

Los datos para resolver el indicador de Utilización de la Capacidad se muestran en el Anexo n. ° 6.

b) Indicador Cantidad Óptima a Pedir

$$EOQ = \sqrt{\frac{2DS}{H}}$$

D = Tasa de la Demanda

S = Costo de Preparación (\$/Orden)

H = Costo de mantener Inventario (\$/und - año)

$$EOQ = \sqrt{\frac{2(15323 * 11.97) \text{ Tn}}{97.25}} = 61 \text{ Toneladas.}$$

Interpretación:

- Cada vez que se genere una orden de compra, ésta debe contemplar 61 toneladas para minimizar el costo total.

Los datos para resolver el indicador de EQQ se muestran en el Anexo n. ° 7.

c) Indicador Lead Time

$$\text{Lead Time} = \frac{\text{Días trabajados anuales}}{\text{Número de pedidos}}$$

$$\text{Número de pedidos} = \text{Demanda total} / \text{EOQ}$$

Número de pedidos = 15323 Tn / 61 Tn = 250 pedidos anuales.

$$\text{Lead Time} = \frac{303}{250} = 1 \text{ día por pedido}$$

Interpretación:

- El tiempo de espera en llegar el pedido es de 1 día aproximadamente.

Los datos aplicados para hallar el indicador de Lead Time se muestran en el Anexo n. ° 8.

d) Indicador ROP (Punto de Reorden)

$$R = dL$$

D: Demanda promedio por unidad de tiempo

L: demora del pedido o tiempo de espera

$$d = \frac{D}{\text{Número de días trabajados en un año}}$$

$$d = \frac{15324 \text{ Tn}}{303} = 51 \text{ toneladas}$$

$$\text{ROP} = 51 \text{ toneladas por día} * 1$$

- Cuando mi inventario llega a 51 toneladas se debe realizar una nueva orden de pedido.

Los datos para poder hallar el indicador de Punto de Reorden se muestran en el Anexo n. ° 9.

e) Indicador Producción

$$\text{Producción} = \frac{\text{Número de unidades vendidas mensual}}{\text{Producción real mensual}} \times 100$$

- **Planta Puylucana**

$$\frac{489.03 \text{ Tn} \times 100}{575 \text{ Tn}} = 85\%$$

- **Planta Cumbemayo**

$$\frac{787.95 \text{ Tn} \times 100}{927 \text{ Tn}} = 85\%$$

Interpretación:

- **Planta Puylucana y Cumbemayo:** La efectividad del proceso de cal viva es 85%.

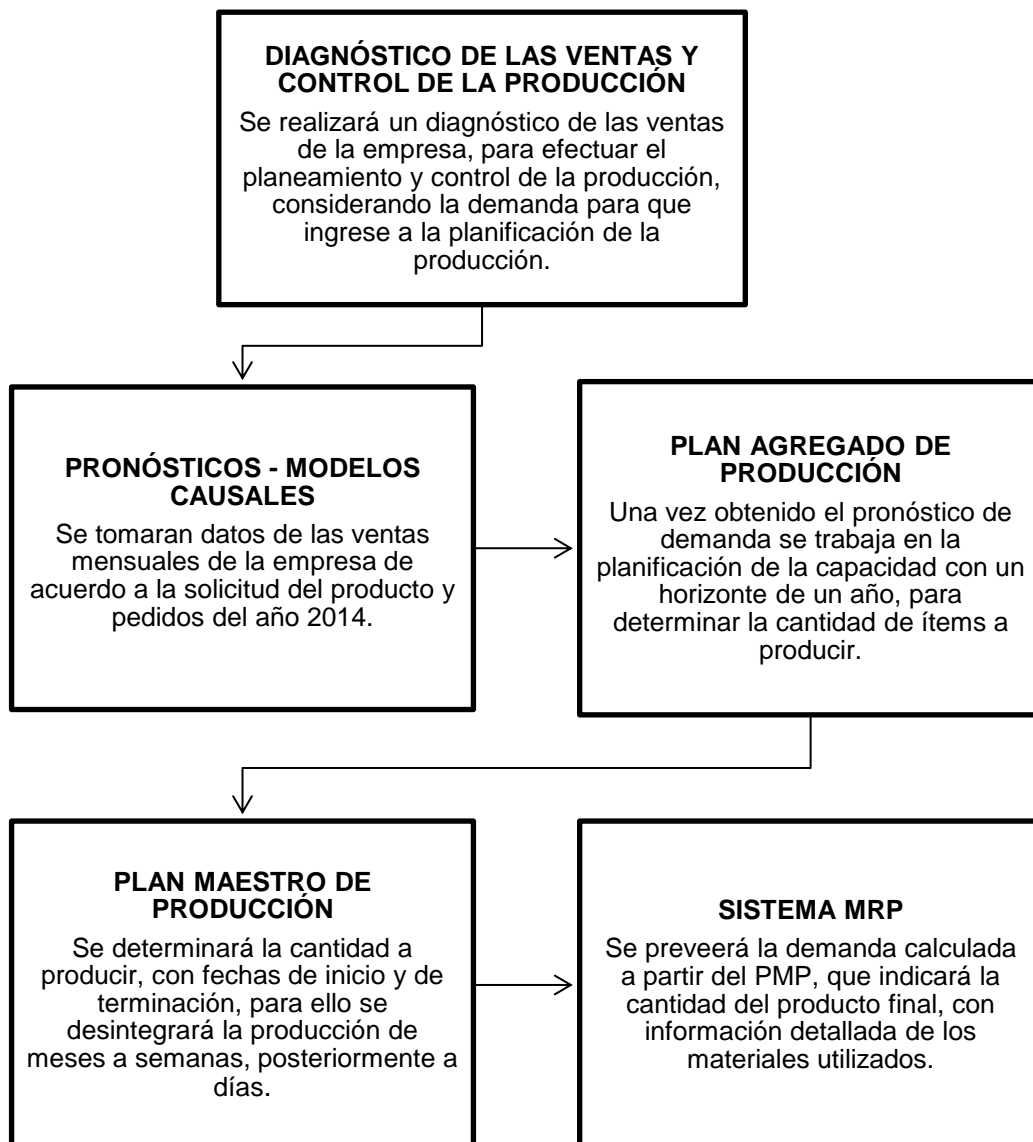
Para poder hallar el indicador de Producción se han aplicado datos específicos que me muestran en el Anexo n. ° 10.

Luego de aplicar los indicadores, se llegará a la mejora de la productividad implementando este sistema de planeamiento y control, donde debemos elaborar la medición de la productividad teniendo en cuenta los indicadores ya mencionados.

4.2.3. Diseño de Propuesta de Mejora

En la Figura n. ° 27. se muestra el diseño de la propuesta de mejora para que de esta manera se mejore la productividad, empezando por primero con el control de la producción, para luego pasar al tema de planeamiento teniendo como primera actividad realizar el pronóstico de las ventas, luego realizar un plan agregado de la producción, seguidamente elaborar el plan maestro de producción y para finalizar elaborar el plan de requerimientos de materiales (MRP), todas estas actividades van interrelacionadas entre sí, resultando clave para saber cómo funciona el área de producción.

Figura n. ° 27. Diseño de la propuesta de mejora



Fuente: Elaboración Propia.

4.2.3.1. Propuesta de Control de Producción

Para el control de la producción tomaremos la estandarización de trabajo que nos servirá como datos de entrada para nuestro sistema MRPÁG.

a) Determinación de los factores de calificación

Se debe determinar el desempeño de cada trabajador para poder realizar un promedio general por cada área de trabajo, haciéndose la calificación a cada trabajador junto al estudio de tiempos, en el estudio de tiempos, también esta calificación varía con el tiempo, debido a las mejoras que pueden presentar algunos trabajadores.

Para determinar los valores de calificación, se han tomado como referencia los cuadros de calificación del Sistema Westinghouse.

En las siguientes tablas (Tabla n. ° 20, 21, 22 y 23) se muestran los factores de calificación por trabajador y el total por cada área de trabajo. En dichas tablas se puede apreciar que la “consistencia” es igual para todos los trabajadores debido a que no se ha considerado el tiempo improductivo ni alguna otra interrupción al trabajo. De igual manera las condiciones de trabajo son iguales debido a que todos pertenecen a la misma área y están bajo las mismas condiciones de trabajo.

Tabla n. ° 20. Determinación del factor de calificación para el área de chancado de carbón

Área	Código	Destreza		Esfuerzo		Condiciones		Consistencia		Factor de calificación	
		Calificación	Valor acción	Calificación	Valor acción	Calificación	Valor acción	Calificación	Valor acción	Individual	Por área
Chancado de carbón	58893	C1	0,06	A2	0,12	D	0	D	0	1,18	1,16
	22709	C2	0,03	B1	0,1	D	0	D	0	1,13	
	11192	B1	0,11	B1	0,1	D	0	D	0	1,21	
	44407	B2	0,08	C2	0,02	D	0	D	0	1,1	

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla n. ° 21. Determinación del factor de calificación para el área de chancado de piedra.

Área	Código	Destreza		Esfuerzo		Condiciones		Consistencia		Factor de calificación	
		Calificación	Valoración	Calificación	Valoración	Calificación	Valoración	Calificación	Valoración	Individual	Por área
Chancado de Piedra	48977	B1	0,11	A2	0,12	D	0	D	0	1,23	1,08
	43763	B2	0,08	B2	0,08	D	0	D	0	1,16	
	37454	D	0	C2	0,02	D	0	D	0	1,02	
	12468	E1	-0,05	C2	0,02	D	0	D	0	0,97	
	10302	D	0	C2	0,02	D	0	D	0	1,02	
	40261	C1	0,06	D	0	D	0	D	0	1,06	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla n. ° 22. Determinación del factor de calificación para el área de calcinado.

Área	Código	Destreza		Esfuerzo		Condiciones		Consistencia		Factor de calificación	
		Calificación	Valoración	Calificación	Valoración	Calificación	Valoración	Calificación	Valoración	Individual	Por formato
Calcinado	24686	A2	0,13	A2	0,12	D	0	D	0	1,25	1,22
	39451	B1	0,11	B2	0,08	D	0	D	0	1,19	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla n. ° 23. Determinación del factor de calificación para el área de recepción de materia prima.

Área	Código	Destreza		Esfuerzo		Condiciones		Consistencia		Factor de calificación	
		Calificación	Valoración	Calificación	Valoración	Calificación	Valoración	Calificación	Valoración	Individual	Por formato
Recepción Cal viva	26099	A2	0,13	A2	0,12	D	0	D	0	1,25	1,24
	53241	B1	0,11	A2	0,12	D	0	D	0	1,23	
	19555	A2	0,13	B1	0,1	D	0	D	0	1,23	
	20482	B1	0,11	A2	0,12	D	0	D	0	1,23	

Fuente: Elaboración propia.

Resumen

Los factores de calificación del área de chancado de carbón y el área de chancado de piedra son generales por área, debido a que el trabajo está bajo las mismas condiciones. Los factores de calificación para las áreas de calcinado y recepción de cal viva son factores más específicos.

Se muestra en detalle los cálculos matemáticos de la determinación de los factores de calificación.

Tabla n. ° 24. Resumen de los factores de calificación

Resumen de factores de calificación	
Área	F.Cal.
Chancado Carbón	1.16
Chancado Caliza	1.08
Calcinado	1.22
Recepción de Cal Viva	1.24

Fuente: Elaboración propia.

b) Determinación de los factores de tolerancia

Los suplementos se dividen en constantes y variables, tanto para hombre como mujeres. Es por ello que los factores de tolerancia son resultado de sumar cada suplemento constante y variable determinado por el análisis para cada área de trabajo.

Tabla n. ° 25. Determinación del factor de tolerancia para cada área de trabajo

Área	Suplementos	Factor
Chancado de carbón	A. Necesidades personales(constante).....	5
	B. Básico por fatiga(constante).....	4
	A. <i>Por trabajar de pié(variable)</i>	2
	C. <i>Levantamiento de pesos y uso de fuerza</i>	0
	I. <i>Monotonía Mental</i>	1
	Total =	0.12
Chancado de piedra	A. Necesidades personales(constante).....	5
	B. Básico por fatiga(constante).....	4
	A. <i>Por trabajar de pié(variable)</i>	2
	B. <i>Postura anormal(variable)</i>	2

	C.Levantamiento de pesos y uso de fuerza..... I. Monotonía Mental	0 1 Total =	0.14
Calcinado	A. Necesidades personales(constante)..... B. Básico por fatiga(constante)..... A. Por trabajar de pié(variable)..... C.Levantamiento de pesos y uso de fuerza..... I. Monotonía Mental	5 4 2 0 1 Total =	0.12
Recepción cal viva	A. Necesidades personales(constante)..... B. Básico por fatiga(constante)..... A. Por trabajar de pié(variable)..... C.Levantamiento de pesos y uso de fuerza..... I. Monotonía Mental.....	54 4 2 0 1 Total =	0.61

Fuente: Elaboración propia.

Resumen

Tabla n. ° 26. Resumen de factores de tolerancia por área

Resumen de factores de tolerancia	
Área	Factor
Chancado Carbón	0.12
Chancado Caliza	0.14
Calcinado	0.12
Recepción de Cal Viva	0.61

Fuente: Elaboración propia.

Los datos de los factores de calificación servirán de entrada para las fórmulas de cálculo de estándares.

c) Cálculo de estándares

Tabla n. ° 27. Fórmulas y consideraciones para el cálculo de estándares.

Fórmulas y consideraciones	
Tiempo normal	Tiempo estándar
TN = Tb x Fcal / P	Ts = TN x (1+Tol)
Tb = tiempo base trabajado	TN = tiempo normal
480 minuto (de acuerdo al estudio de tiempos)	Tol = Factor de tolerancia
Fcal = factor de calificación	
P = unidades producidas	

Fuente: Elaboración propia.

Los estándares serán determinados de manera general para las áreas de chancado de carbón, chancado de piedra, calcinado y recepción de cal viva, utilizando el factor de calificación y tolerancia general de cada área.

El valor del tiempo base (Tb) se tomó como referencia 480 *minuto* para todo el ciclo operativo.

El valor de unidades producidas (P) será tomado como la cantidad de unidades producidas en el intervalo de tiempo base de cada área de trabajo o de cada formato de envase. Se elegirá el mayor valor de velocidad de desempeño realizado en el estudio de tiempos para cada área. De esta manera se obtendrán estándares con más exigencia.

Tabla n. ° 28. Determinación de los estándares de trabajo.

Estándares de trabajo					
Área	Factor de calificación (Fcal)	TN Producidas (día)	Tiempo normal	Factor de tolerancia (Tol)	Tiempo estándar (min/pim)
Chancado Carbón	1,16	17	32,61	0,12	36,53
Chancado Caliza	1,08	35	14,77	0,14	16,83
Calcinado	1,22	34	17,22	0,12	19,29
Recepción cal viva	1,24	30	19,76	0,61	31,81

Fuente: Elaboración propia.

Con la determinación de estándares se sabe que estas mejoran junto al desempeño del trabajador, es por ello que se recomienda llevar un control estadístico de supervisión para que de esta manera se pueda llegar a cumplir con los estándares.

4.2.4. Propuesta de Planeamiento de la Producción

El sistema MRP, nos servirá para una mejor gestión del planeamiento de la producción que tendrá sustanciales mejoras cuantitativas y cualitativas de acuerdo a lo descrito en el marco teórico, teniendo como unión el plan de requerimientos de materiales y plan de recursos de manufactura.

4.2.4.1. Pronóstico de la demanda

Para empezar el sistema MRP, se necesita el pronóstico de la demanda para el año 2017, el cuál será hallado mediante el modelo lineal, modelo de grado 2 y 3.

Para poder realizar los pronósticos de ventas, tomaremos como datos las ventas mensuales de la empresa de acuerdo a la solicitud del producto y pedido del mes de agosto del 2015 hasta el mes de julio del año 2016.

Tabla n. ° 29. Histórico de ventas de producción de cal viva - Agosto 2015 hasta julio del 2016

PRODUCCIÓN DE CAL VIVA													
(Agosto 2015 a Julio 2016)													
Planta	Total (TN)	2015							2016				
		Ago sto	Setie mbr e	Oct ubr e	Nov iem bre	Dicie mbre	Ene ro	Feb rero	Mar zo	Abri l	May o	Juni o	Julio
PUYLUCAN A	6,904	630	520	493	466	569	642	560	638	672	634	660	420
Horno 1 (15Tn)	4,056	390	280	319	270	279	372	378	390	420	364	360	234
Horno 2 (10 Tn)	2,848	240	240	174	196	290	270	182	248	252	270	300	186
CUMBEMA YO	11,124	780	1,178	756	690	1,316	990	1,036	1,140	868	1,140	930	300
Horno 1 (25 Tn)	6,148	480	558	420	390	700	450	616	480	504	600	650	300
Horno 2 (25 Tn)	4,976	300	620	336	300	616	540	420	660	364	540	280	0
Horno 3 (15 Tn)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Horno 4 (15 Tn)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL GENERAL	18,028	1,410	1,698	1,249	1,156	1,885	1,632	1,596	1,778	1,540	1,774	1,590	720

Fuente: Elaboración propia.

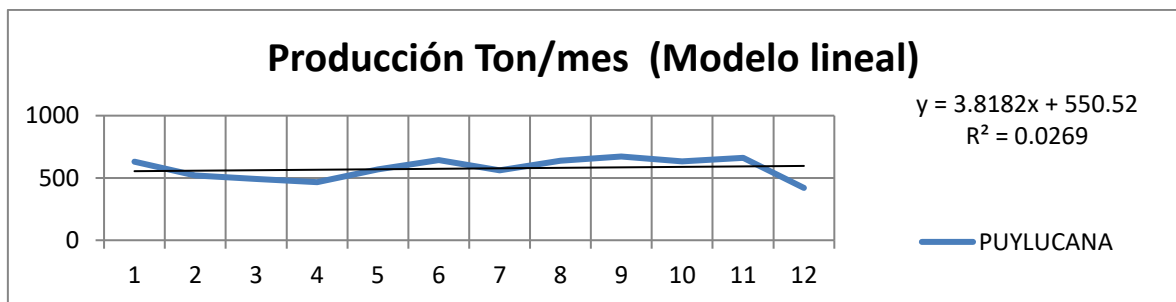
Tabla n. ° 30. Producción mensual de cal viva Planta Puylucana y Planta Cumbemayo

Producción mensual de Cal Viva (Tons/mes)													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
MES	Ago sto	Setie mbre	Octu bre	Novie mbre	Dicie mbre	Ener o	Febr ero	Marz o	Abr il	May o	Ju nio	Juli o	Total Producid o
PUYLUC ANA	630	520	493	466	569	642	560	638	672	634	66 0	420	6,904
CUMBE MAYO	780	1178	756	690	1316	990	1036	1140	868	1140	93 0	300	11,124
Total	1410	1698	1249	1156	1885	1632	1596	1778	154 0	1774	15 90	720	18,028

Fuente: Elaboración propia.

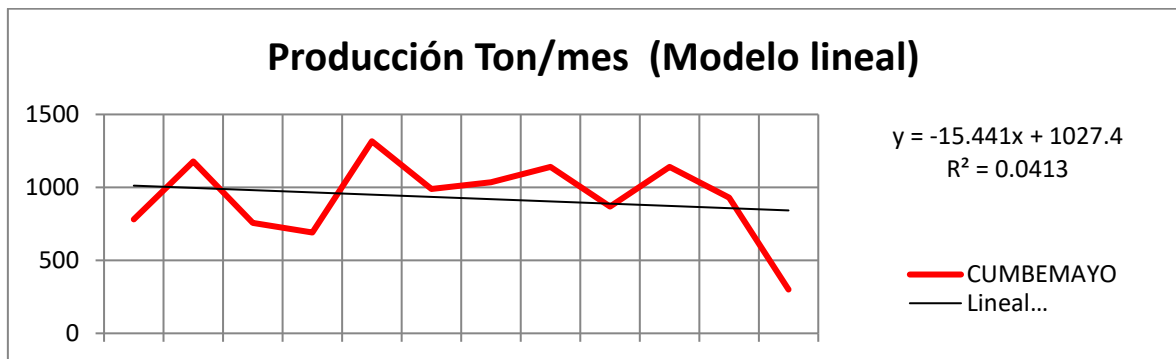
- Modelo Lineal para la producción de cal viva

Figura n. ° 28. Modelo lineal producción cal viva - Planta Puylucana



Fuente: Elaboración propia.

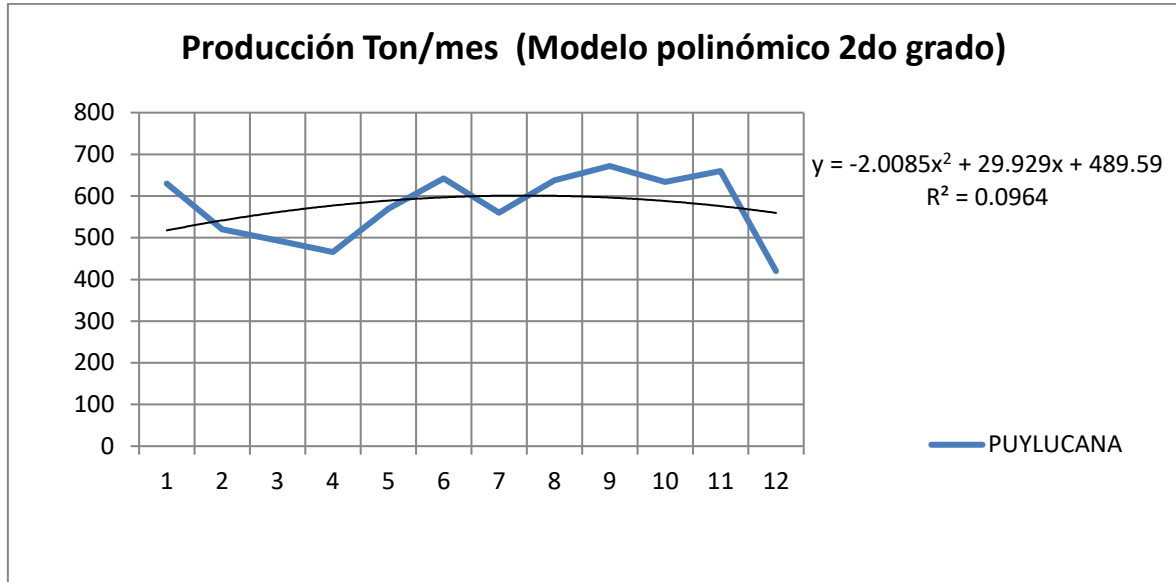
Figura n. ° 29. Modelo lineal producción cal viva - Planta Cumbemayo



Fuente: Elaboración propia.

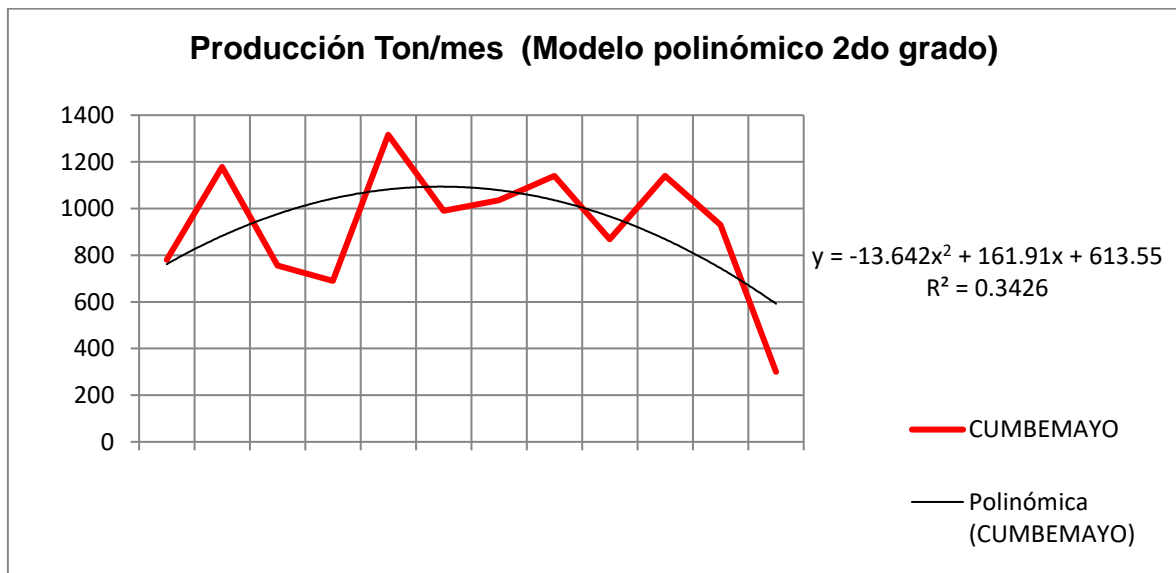
- **Modelo polinómico grado 2, para la producción de cal viva**

Figura n. ° 30. Modelo polinómico 2do grado producción cal viva - Planta PuyLucana



Fuente: Elaboración propia.

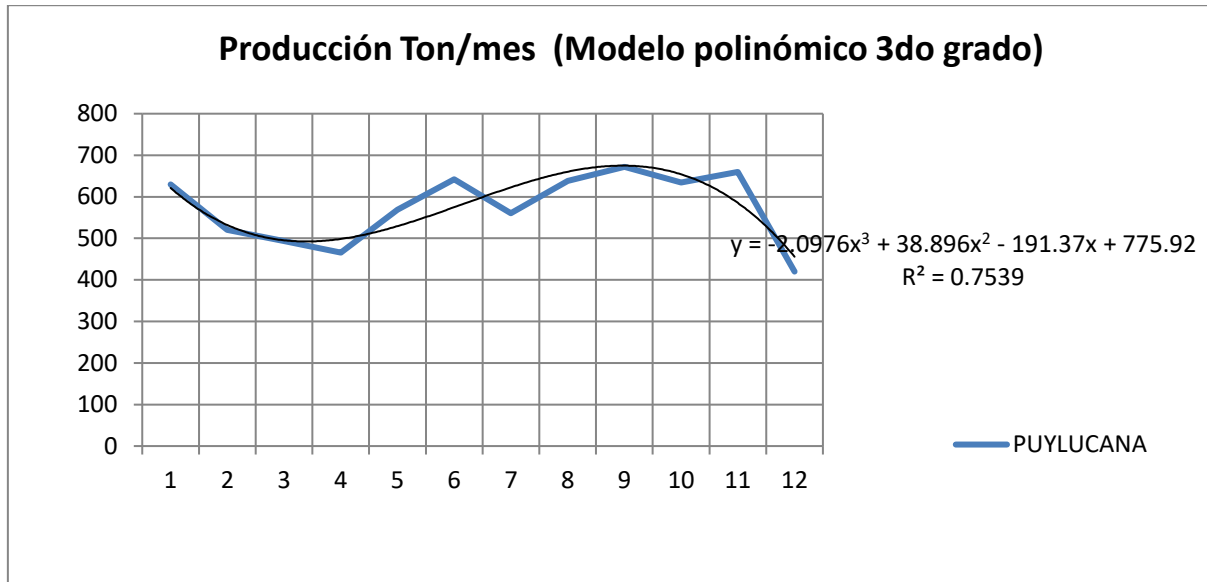
Figura n. ° 31. Modelo polinómico 2do grado producción cal viva - Planta Cumbemayo



Fuente: Elaboración propia.

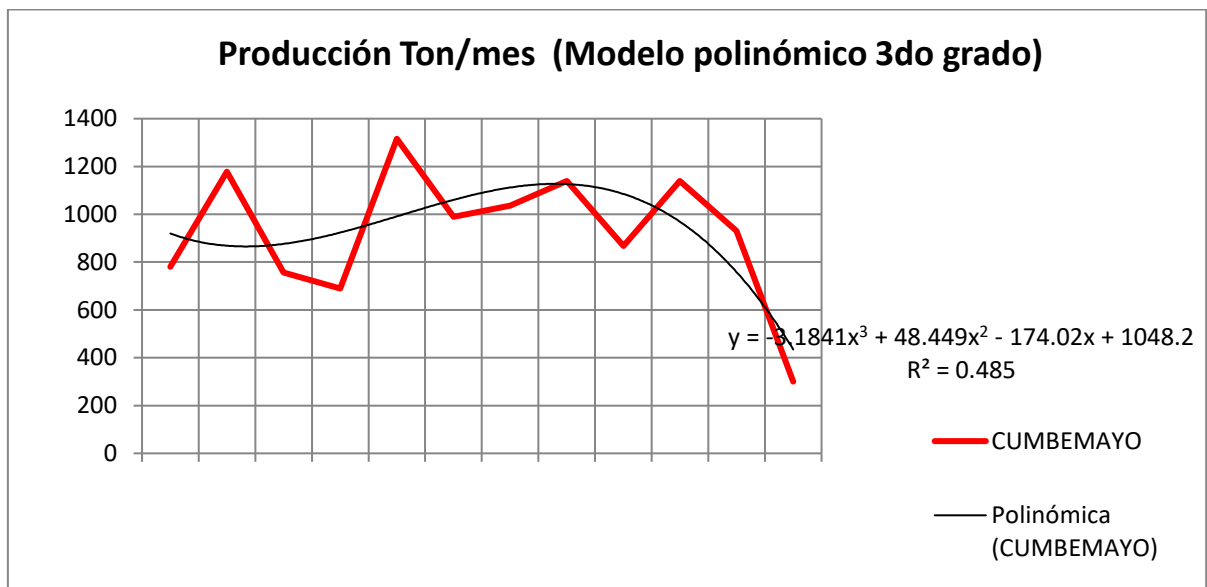
- **Modelo polinómico grado 3, para la producción de cal viva**

Figura n. ° 32. Modelo polinómico 3er grado producción cal viva - Planta Puylucana



Fuente: Elaboración propia.

Figura n. ° 33. Modelo polinómico 3er grado producción cal viva - Planta Cumbemayo



Fuente: Elaboración propia.

Tabla n. ° 31. Pronóstico de Ventas - Planta Puylucana

Constan tes	X^3	X^2	X^1	X^0	R^2	Ecuación
Modelo Lineal	0	0	3,81 82	550.5 2	R ² = 0.026 9	y = 3.8182x + 550.52
Modelo grado 2	0	2.008 5	29.9 29	489.5 9	R ² = 0.096 4	y = -2.0085x ² + 29.929x + 489.59
Modelo grado 3	- 2.0 976	38.89 6	- 191. 37	- 775.9 2	R ² = 0.753 9	y = -2.0976x ³ + 38.896x ² - 191.37x + 775.92

(UNIDADES)													Total
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
Mes	Ago sto	Setie mbre	Oct ubr e	Novie mbre	Dicie mbre	Enero	Feb rero	Mar zo	Abril	Mayo	Ju nio	Juli o	
Tons producid as	630 .00	520.0 0	493. 00	466.0 0	569.0 0	642.0 0	560. 00	638. 00	672.0 0	634.0 0	0.0 0	420 .00	6,904
Pronóst lineal	387 33	7691 5	115 097	1532 79	1914 61	22964 3	267 825	306 007	3441 89	3823 71	42 05 53	458 735	2,984,802
Pronóst grado 2	518	541	561	577	589	597	601	600	596	588	57 6	560	6,904
Pronóst grado 3	621	532	495	499	529	575	623	660	675	654	58 5	456	6,905

Fuente: Elaboración propia.

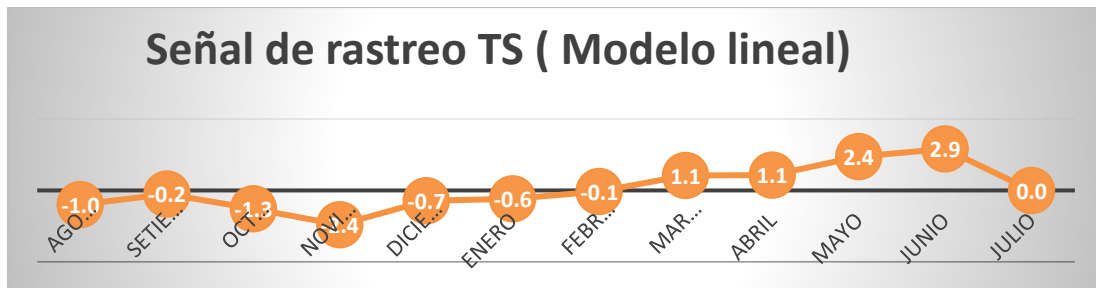
Tabla n. ° 32. Validación de Pronóstico de Ventas - Modelo Lineal - Planta Puylucana

Mod elo linea l	Mes	Ago sto	Seti embre	Octu bre	Novi embre	Dici embre	Ene ro	Febr ero	Marz o	Abril	May o	Juni o	Julio	Suma toria
	Nro de mes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Produc ción Históric a	prod Pronost . Lineal	630	520	493	466	569	642	560	638	672	634	660	420	
		38,7 33	76,9 15	115, 097	153, 279	191, 461	229, 643	267, 825	306, 007	344,1 89	382,3 71	420,5 53	458,7 35	
Erro r	(Prod(i) -Prod estim (i))	- 38,1 03	- 76,3 95	- 114, 604	- 152, 813	- 190, 892	- 229, 001	- 267, 265	- 305, 369	- 343,5 17	- 381,7 37	- 419,8 93	- 458,3 15	
Erro r Acu mul	RSFE	- 38,1 03	- 114, 497	- 229, 101	- 381, 913	- 572, 805	- 801, 805	- 1,06 9,07 0	- 1,37 4,43 8	- 1,717 ,955	- 2,099 ,691	- 2,519 ,584	- 2,977 ,898	
Erro r abs ol.	abs{(Pr od(i)- prod estim (i))}	38,1 03	76,3 95	114, 604	152, 813	190, 892	229, 001	267, 265	305, 369	343,5 17	381,7 37	419,8 93	458,3 15	

Suma errores Absolut/n	Absolutos	38,103	114,497	229,101	381,913	572,805	801,805	1,069,070	1,374,438	1,717,955	2,099,691	2,519,584	2,977,898	
	MAD	38,103	57,249	76,367	95,478	114,561	133,634	152,724	171,805	190,884	209,969	229,053	248,158	
RSF/E/MAD	TS	-1.0	-2.0	-3.0	-4.0	-5.0	-6.0	-7.0	-8.0	-9.0	-10.0	-11.0	-12.0	
Error cuadrático	(Error ²)	1,451,802,030.4	5,836,122,686.0	13,133,966,796.4	23,351,666,268.8	36,439,572,407.9	52,441,238,160.3	71,430,323,650.8	93,249,933,007.0	118,003,599,512.9	145,722,770,701.7	176,309,728,352.0	210,052,199,242.8	947,422,922,817

Fuente: Elaboración propia.

Figura n. ° 34. Señal de Rastro Modelo Lineal - Planta Puylucana



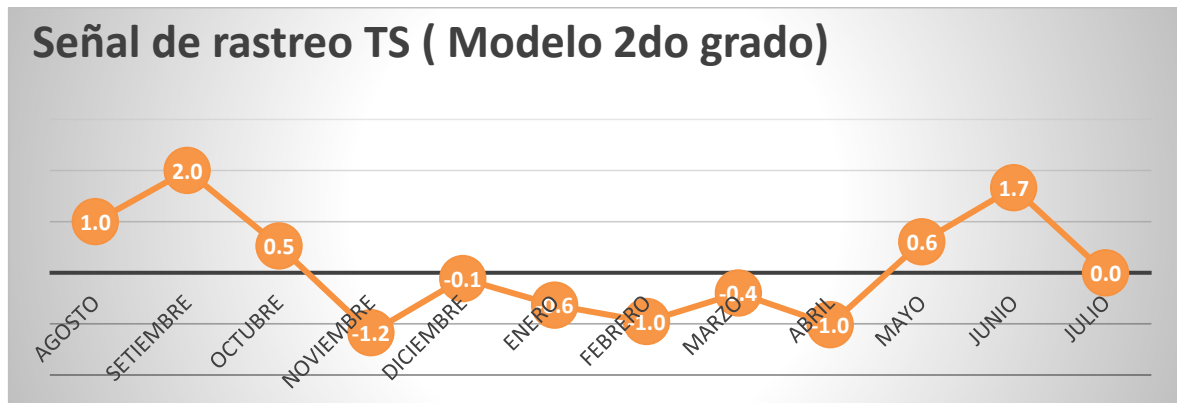
Fuente: Elaboración propia.

Tabla n. ° 33. Validación de Pronóstico de Ventas - Modelo Polinómico 2do grado - Planta Puylucana

	Mes	Ago	Setie	Oct	Novie	Dicie	Ene	Feb	Mar	Abr	Ma	Jun	Juli	Sumatoria
Modelo polinómico 2do grado	Nro de mes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
	Producción Histórica	630	520	493	466	569	642	560	638	672	634	660	420	
	Prod Pronost. Lineal	518	541	561	577	589	597	601	600	596	588	576	560	
	(Prod(i)-Prod estim (i))	112	-21	-68	-111	-20	45	-41	38	76	46	84	-140	
Error Acumul	RSFE	112	91	23	-88	-108	-63	-104	-66	9	55	139	0	
	abs{(Prod(i)-prod estim (i))}	112	21	68	111	20	45	41	38	76	46	84	140	
Suma errores Absolut/n	Absolutos	112	134	202	313	333	379	419	457	532	578	663	802	
	MAD	112	67	67	78	67	63	60	57	59	58	60	67	
RSF/E/MAD	TS	1.0	1.4	0.3	-1.1	-1.6	-1.0	-1.7	-1.2	0.2	1.0	2.3	0.0	
	Error cuadrático (Error ²)	12,653.9	458.6	4,665.0	12,358.8	400.9	2,037.8	1,654.6	1,407.9	5,736.2	2,113.2	7,092.9	19,464.2	70,044

Fuente: Elaboración propia.

Figura n. ° 35. Señal de Rastro Modelo Polinómico 2do grado - Planta PuyLucana



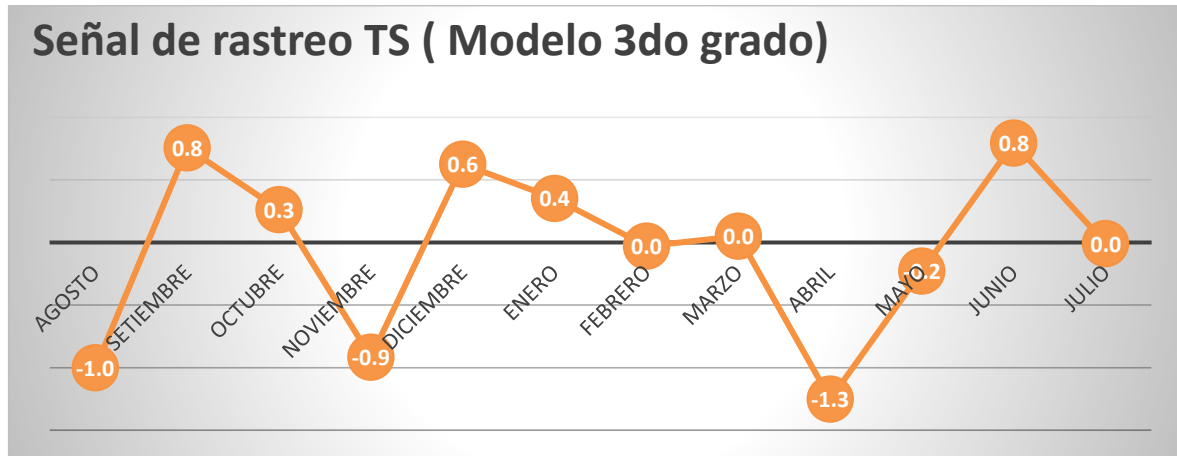
Fuente: Elaboración propia.

Tabla n. ° 34. Validación de Pronósticos de Ventas - Modelo Polinómico 3er grado - Planta PuyLucana

	Mes	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Sumatoria
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Modelo polinómico 3do grado	Producción Histórica	630	520	493	466	569	642	560	638	672	634	660	420	
	Prod Pronost. Lineal	621	532	495	499	529	575	623	660	675	654	585	456	
Error Error Acumul	(Prod(i)-Prod estim (i))	9	-12	-2	-33	40	67	-63	-22	-3	-20	75	-36	
	RSFE	9	-3	-6	-38	2	69	6	-16	-19	-40	35	-1	
Error absol. Suma err Absolut /n	abs{(Prod(i)-prod estim (i))}	9	12	2	33	40	67	63	22	3	20	75	36	
	Absolutos	9	21	23	55	95	162	225	247	250	271	345	381	
RSFE/MAD Error cuadrático	MAD	9	10	8	14	19	27	32	31	28	27	31	32	
	TS	1.0	-0.3	-0.7	-2.8	0.1	2.5	0.2	0.5	0.7	1.5	1.1	0.0	
	(Error ²)	74.9	143.6	5.0	1,058.2	1,578.5	4,505.8	3,938.5	498.8	9.1	408.8	5,571.1	1,285.3	19,077

Fuente: Elaboración propia.

Figura n. ° 36. Señal de Rastreo Modelo Polinómico 3er grado - Planta PuyLucana



Fuente: Elaboración propia.

Tabla n. ° 35. Resumen Pronóstico de Ventas - Planta PuyLucana

Resumen:				
		Desviación Media Absoluta	Error cuad med	Raíz error cuad med
Modelo	R ²	MAD	MSE	RSME
Líneal	R ² = 0.0269	248,158	78,951,910,235	280,984
Polinómico Grado 2	R ² = 0.0964	67	5,837	76
Polinómico Grado 3	R ² = 0.7539	32	1,590	40

Fuente: Elaboración propia.

El mejor modelo de pronósticos es: El modelo polinómico de 3er grado ya que se determinó que su coeficiente de determinación es mucho mayor a los otros dos modelos, y adicionalmente los valores del TS está dentro de las tolerancias y su valor es menor.

Tabla n. ° 36. Mejor Modelo de Pronóstico - Planta PuyLucana

Mes	(UNIDADES)												Total
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
	Ago sto	Setiem bre	Octu bre	Novie mbre	Diciem bre	Ene ro	Febr ero	Mar zo	Ab ril	Ma yo	Jun io	Jul io	
Pronóst grado 3	621	532	495	499	529	575	623	660	675	654	585	456	6,905

Fuente: Elaboración propia.

Tabla n. ° 37. Pronóstico de Ventas - Planta Cumbemayo

Constantes	X^3	X^2	X^1	X^0	R^2	Ecuación
Modelo Lineal	0	0	15.441	1027.4	R ² = 0.0413	y = -15.441x + 1027.4
Modelo grado 2	0	13.642	161.91	613.5	R ² = 0.3426	y = -13.642x ² + 161.91x + 613.55
Modelo grado 3	3.184	48.449	174.02	1048.2	R ² = 0.485	y = -3.1841x ³ + 48.449x ² - 174.02x + 1048.2

(UNIDADES)													Total
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
Mes	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	
Tons producidas	780	1178	756	690	1316	990	1036	1140	868	1140	930	300	11,124
Pronóst lineal	1012	997	981	966	950	935	919	904	888	873	858	842	11,124
Pronóst grado 2	762	883	977	1043	1082	1094	1078	1036	966	868	744	592	11,124
Pronóst grado 3	919	868	876	924	991	1061	1112	1127	1085	969	758	435	11,125

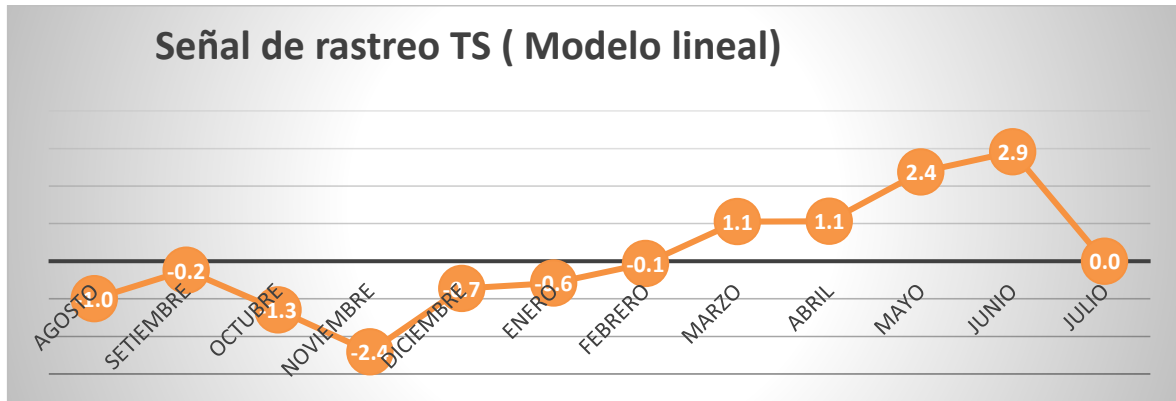
Fuente: Elaboración propia.

Tabla n. ° 38. Validación de Pronóstico de Ventas - Modelo Lineal - Planta Cumbemayo

	Mes	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Sumatoria
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Modelo lineal	Nro de mes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
	Producción Histórica	780	1,178	756	690	1,316	990	1,036	1,140	868	1,140	930	300	
	prod Pronost. Lineal	1,012	997	981	966	950	935	919	904	888	873	858	842	
	(Prod(i)-Prod estim (i))	-232	181	-225	-276	366	55	117	236	-20	267	72	-542	
Error Error Acumul	RSFE	-232	-50	-276	-551	-185	130	-13	223	202	469	542	0	
	abs{(Prod(i)-prod estim (i))}	232	181	225	276	366	55	117	236	20	267	72	542	
Suma err Absoluto/n	Absolutos	232	413	639	914	1,280	1,335	1,452	1,688	1,708	1,975	2,048	2,590	
	MAD	232	207	213	229	256	223	207	211	190	198	186	216	
RSFE/MAD	TS	-1.0	-0.2	-1.3	-2.4	-0.7	-0.6	-0.1	1.1	1.1	2.4	2.9	0.0	
Error cuadrático	(Error^2)	53,805.0	32,935.7	50,659.7	75,975.2	133,813.3	3,052.1	13,615.9	55,756.4	417.4	71,294.3	5,249.1	293,881.1	790,455

Fuente: Elaboración propia.

Figura n. ° 37. Señal de Rastreo Modelo Lineal Planta Cumbemayo



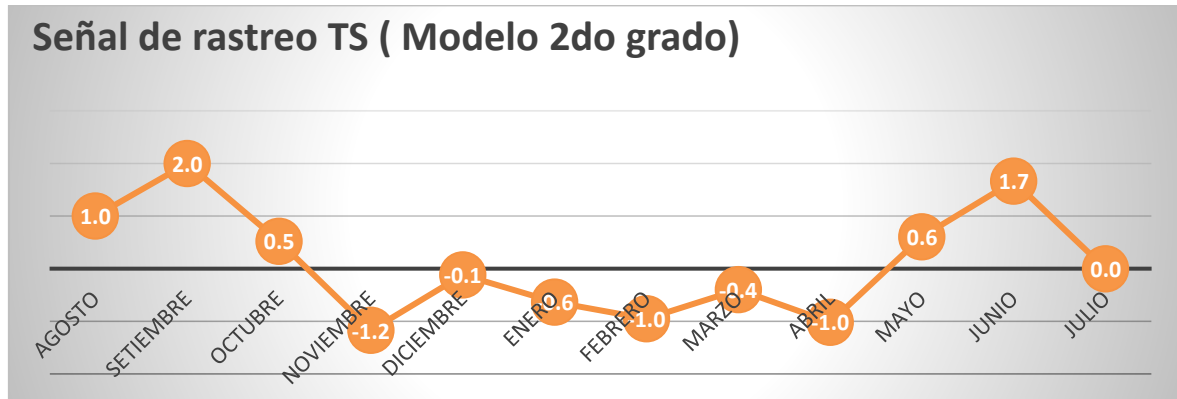
Fuente: Elaboración propia.

Tabla n. ° 39. Validación de Pronósticos de Ventas - Modelo Polinómico 2do grado - Planta Cumbemayo

	Mes	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Sumatoria
	Nro de mes		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Modelo polinómico 2do grado	Producción Histórica	780	1,178	756	690	1,316	990	1,036	1,140	868	1,140	930	300	
	prod Pronost. Lineal	762	883	977	1,043	1,082	1,094	1,078	1,036	966	868	744	592	
Error Error Acumulado	(Prod(i)-Prod estim (i))	18	295	221	-353	234	104	-42	104	-98	272	186	-292	
	RSFE	18	313	93	-260	-26	130	172	-68	166	106	292	0	
Error absol. Suma err Absolut/n	abs{(Prod(i)-prod estim (i))}	18	295	221	353	234	104	42	104	98	272	186	292	
	Absolutos	18	313	534	887	1,121	1,225	1,267	1,371	1,469	1,741	1,927	2,219	
RSFE/MAD	MAD	18	157	178	222	224	204	181	171	163	174	175	185	
	TS	1.0	2.0	0.5	-1.2	-0.1	-0.6	-1.0	-0.4	1.0	0.6	1.7	0.0	
Error cuadrático	(Error ²)	330.6	87,141.9	48,621.1	124,551.1	54,732.6	10,794.8	1,803.0	10,869.7	9,552.7	73,739.4	34,641.4	85,276.8	542,055

Fuente: Elaboración propia.

Figura n. ° 38. Señal de Rastreo Modelo Polinómico 2do grado - Planta Cumbemayo



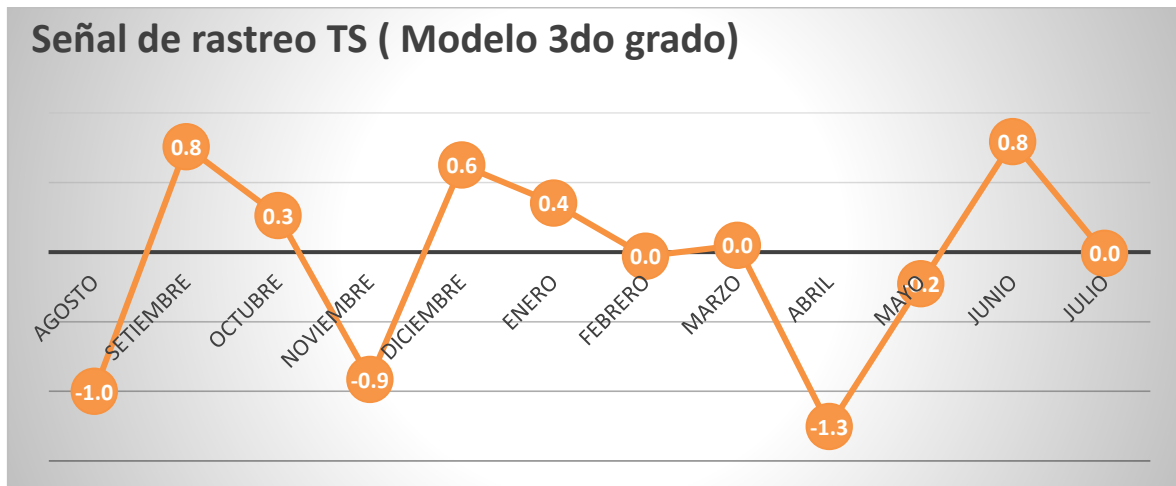
Fuente: Elaboración propia.

Tabla n. ° 40. Validación de Pronósticos de Ventas - Modelo Polinómico de 3er grado - Plata Cumbemayo

	Mes	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Sumatoria
	Nro de mes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Modelo polinómico 3do grado	Producción Histórica	780	1,178	756	690	1,316	990	1,036	1,140	868	1,140	930	300	
	prod Pronost. Lineal	919	868	876	924	991	1,061	1,112	1,127	1,085	969	758	435	
Error Acumul	(Prod(i)-Prod estim (i))	-139	310	-120	-234	325	-71	-76	13	-217	171	172	-135	
	RSFE	-139	170	50	-184	141	71	-5	8	209	-38	133	-1	
Error absol.	abs{(Prod(i)-prod estim (i))}	139	310	120	234	325	71	76	13	217	171	172	135	
	Suma err Absolut/n	139	449	569	803	1,127	1,198	1,274	1,287	1,505	1,676	1,847	1,982	
RSFE/MAD	MAD	139	224	190	201	225	200	182	161	167	168	168	165	
	TS	-1.0	0.8	0.3	-0.9	0.6	0.4	0.0	0.0	-1.3	-0.2	0.8	0.0	
Error cuadrático	(Error ²)	19,444.9	95,800.2	14,451.2	54,535.3	105,413.9	4,970.3	5,768.3	180.4	47,198.9	29,275.2	29,444.8	18,134.4	424,618

Fuente: Elaboración propia.

Figura n. ° 39. Señal de Rastreo Modelo Polinómico 3er grado - Planta Cumbemayo



Fuente: Elaboración propia.

Tabla n. ° 41. Resumen Pronóstico de Ventas - Planta Cumbemayo

Resumen:					
		Desviación Media Absoluta	Error cuad med	Raíz error cuad med	
Modelo	R ²	MAD	MSE	RSME	
Líneal	R ² = 0.0413		216	65,871	257
Polinómico Grado 2	R ² = 0.3426		185	45,171	213
Polinómico Grado 3	R ² = 0.485		165	35,385	188

Fuente: Elaboración propia.

Al igual que el pronóstico obtenido para la planta de PuyLucana, el mejor modelo de pronósticos es: El modelo polinómico de 3er grado ya que se determinó que su coeficiente de determinación es mucho mayor a los otros dos modelos, y adicionalmente los valores del TS está dentro de las tolerancias y su valor es menor.

Tabla n. ° 42. Mejor Modelo de pronóstico - Planta Cumbemayo

(UNIDADES)													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Mes	Ago sto	Setiem bre	Octu bre	Novie mbre	Diciem bre	Ene ro	Febr ero	Mar zo	Ab ril	Ma yo	Jun io	Jul io	Total
Pronóst grado 3	919	868	876	924	991	106 1	1112	112 7	10 85	969	75 8	43 5	11,125

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo a los modelos desarrollados, se pudo determinar el pronóstico de ventas para la planta de PuyLucana y Cumbemayo (ver Tabla n. ° 43), estos datos servirán para poder elaborar los planes agregados de las respectivas plantas.

Tabla n. ° 43. Pronóstico de Cal Viva - Agosto 2016 hasta Junio 2017

Mes	2016							2017				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	Agos to	Setiem bre	Octubr e	Noviem bre	Diciem bre	Ener o	Febrer o	Marz o	Abr il	May o	Juni o	Juli o
PUYLUCANA	621	532	495	499	529	575	623	660	675	654	585	456
CUMBEMAYO	919	868	876	924	991	1061	1112	1127	108 5	969	758	435
TOTAL	1541	1400	1371	1422	1521	1635	1735	1787	176 0	162 3	134 4	891

Fuente: Elaboración propia.

4.2.4.2. Plan Agregado de Producción

Tabla n. ° 44. Pronóstico Planta PuyLucana Y Cumbemayo

PRONÓSTICO DE PRODUCCIÓN DE CAL VIVA												
(Agosto 2016 a Julio 2017)												
Mes	2016							2017				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	Agost o	Setiembr e	Octubr e	Noviembr e	Diciembr e	Ener o	Febrer o	Marz o	Abri l	May o	Juni o	Juli o
PUYLUCANA	621	532	495	499	529	575	623	660	675	654	585	456
CUMBEMAYO	919	868	876	924	991	1061	1112	1127	108 5	969	758	435
TOTAL	1541	1400	1371	1422	1521	1635	1735	1787	176 0	1623	134 4	891

Fuente: Elaboración propia.

Tabla n. ° 45. Días laborables mes - Ambas Plantas

Días laborables por mes													
MES	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Total
Días de trabajo	26	26	26	25	25	25	25	25	26	26	24	24	303

Fuente: Elaboración propia

Tabla n. ° 46. Costos Asociados - Planta Puylucana

Materiales por unidad	S/. 100.00	/ Unidad
Costo de Mantenimiento Inv.	S/. 100.00	/ Unidad / mes
Costo Marginal Agotamiento de reservas	S/. 1,000.00	/ Unidad / mes
Costo Marginal de la Subcontratación	S/. 15.00	/ Unidad
Costo de Contratación y Capacidad	S/. 850.00	/ Trabajador
Costo de Despido	S/. 170.00	/ Trabajador
Horas de trabajo requeridas por unidad	4.57	/ Unidad
Costo horas normales	S/. 4.09	/ hora
Costo del tiempo extra	S/. 8.17	/ hora

Fuente: Elaboración propia.

Tabla n. ° 47. Inventario - Planta Puylucana

Inventario Inicial	125	/ TN
Reserva de Seguridad Requerida	5%	de la demanda mensual
Número de inicial de trabajadores	16	Trabajadores (Plan 1)
Horas laboradas sin recargo	9	Horas / Día

Fuente: Elaboración propia.

Tabla n. ° 48. Costos Asociados - Planta Cumbemayo

Materiales por unidad	S/. 500.00	/ Unidad
Costo de Mantenimiento Inv.	S/. 100.00	/ Unidad / mes
Costo Marginal Agotamiento de reservas	S/. 1,000.00	/ Unidad / mes
Costo Marginal de la Subcontratación	S/. 15.00	/ Unidad
Costo de Contratación y Capacidad	S/. 850.00	/ Trabajador
Costo de Despido	S/. 170.00	/ Trabajador
Horas de trabajo requeridas por unidad	4.57	/ Unidad
Costo horas normales	S/. 4.09	/ hora
Costo del tiempo extra	S/. 8.17	/ hora

Fuente: Elaboración propia

Tabla n. ° 49. Inventario - Planta Cumbemayo

Inventario Inicial	477	/ TN
Reserva de Seguridad Requerida	5%	de la demanda mensual
Número de inicial de trabajadores	21	Trabajadores (Plan 1)
Horas laboradas sin recargo	9	Horas / Día

Fuente: Elaboración propia.

SOLUCIÓN

Tabla n. ° 50. Requerimientos para la producción - Planta PuyLucana

Requerimientos para la Producción (kg)													
	Agos to	Setiem bre	Octu bre	Noviem bre	Diciem bre	Ene ro	Febr ero	Mar zo	Ab ril	Ma yo	Jun io	Jul io	Tot al
Inventario inicial	125	31	27	25	25	26	29	31	33	34	33	29	448
Pronóstico de la demanda (agregada)	621	532	495	499	529	575	623	660	675	654	585	456	6905
Reserva de seguridad (8% pronóstico)	31	27	25	25	26	29	31	33	34	33	29	23	345
Requerimiento para la producción	527	528	493	499	531	577	625	662	676	653	582	449	6802
Inventario Final	31	27	25	25	26	29	31	33	34	33	29	23	345

Fuente: Elaboración propia.

Tabla n. ° 51. Requerimientos para la producción - Planta Cumbemayo

Requerimientos para la Producción (kg)													Tot al
	Ago sto	Setiem bre	Octu bre	Novie mbre	Diciem bre	Ene ro	Febr ero	Mar zo	Abr il	Ma yo	Jun io	Jul io	
Inventario inicial	477	46	43	44	46	50	53	56	56	54	48	38	101 2
Pronóstico de la demanda (agregada)	919	868	876	924	991	1,0 61	1,11 2	1,12 7	1,0 85	969	75 8	43 5	111 25
Reserva de seguridad (8% pronóstico)	46	43	44	46	50	53	56	56	54	48	38	22	556
Requerimiento para la producción	488	866	877	926	995	1,0 64	1,11 5	1,12 7	1,0 83	963	74 8	41 8	106 70
Inventario Final	46	43	44	46	50	53	56	56	54	48	38	22	556

Fuente: Elaboración propia.

Tabla n. ° 52. Producción exacta - Fuerza Laboral Variable - Planta PuyLucana

Considere el nro de
trabajadores iniciales = 16

Item	Ago sto	Seti embre	Oct ubre	Novi embre	Dicie mbre	Ener o	Febr ero	Marz o	Abril	May o	Junio	Julio	TOT AL
Proyección de la demanda	621	532	495	499	529	575	623	660	675	654	585	456	6905
Inventario Inicial	125	31	27	25	25	26	29	31	33	34	33	29	448
Reserva de seguridad	31	27	25	25	26	29	31	33	34	33	29	23	345
Requerimiento Producción	527	528	493	499	531	577	625	662	676	653	582	449	6802
Inventario Final	31	27	25	25	26	29	31	33	34	33	29	23	345
Horas de Producción Req.	240 7	240 9	225 4	2278	2424	2636	2855	3025	3086	2983	2658	2052	3106 8
Días de Trabajo por mes	26	26	26	25	25	25	25	25	26	26	24	24	303
Hora por mes por trabajador	234	234	234	225	225	225	225	225	234	234	216	216	2727
Trabajadores requeridos	10	10	10	10	11	12	13	13	13	13	12	10	137
Nro trabajadores al inicio del mes	16	10	10	10	10	11	12	13	13	13	13	12	143
Nuevos trabajadores contra.	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	3
Trabajadores despedidos	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	9
Nro trabajadores al final del mes	10	10	10	10	11	12	13	13	13	13	12	10	137
Costo de Contratación	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 850	\$ 850	\$ 850	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 2,55 0

Costo de los despidos	\$ 1,020	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 170	\$ 340	\$ 1,530
Costo horas laboradas	\$ 19,125	\$ 19,125	\$ 19,125	\$ 18,389	\$ 20,228	\$ 22,067	\$ 23,906	\$ 23,906	\$ 24,863	\$ 24,863	\$ 21,185	\$ 17,654	\$ 254,436
Costo Total Mes	\$ 20,145	\$ 19,125	\$ 19,125	\$ 18,389	\$ 21,078	\$ 22,917	\$ 24,756	\$ 23,906	\$ 24,863	\$ 24,863	\$ 21,355	\$ 17,994	\$ 258,516

Fuente: Elaboración propia

Tabla n. ° 53. Producción exacta - Fuerza Laboral Variable - Planta Cumbemayo

Considere el nro de
trabajadores iniciales = 21

Item	Ago sto	Seti emb re	Oct ubr e	Novi embr e	Dicie mbre	Ener o	Febr ero	Marz o	Abril	May o	Juni o	Julio	TOT AL
Proyección de la demanda	919	868	876	924	991	1061	1112	1127	1085	969	758	435	11125
Inventario Inicial	477	46	43	44	46	50	53	56	56	54	48	38	1012
Reserva de seguridad	46	43	44	46	50	53	56	56	54	48	38	22	556
Requerimiento Producción	488	866	877	926	995	1064	1115	1127	1083	963	748	418	10670
Inventario Final	46	43	44	46	50	53	56	56	54	48	38	22	556
Horas de Producción Req.	2230	3955	4004	4229	4543	4859	5090	5149	4947	4399	3416	1911	48733
Días de Trabajo por mes	26	26	26	25	25	25	25	25	26	26	24	24	303
Hora por mes por trabajador	234	234	234	225	225	225	225	225	234	234	216	216	2727
Trabajadores requeridos	10	17	17	19	20	22	23	23	21	19	16	9	216
Nro trabajadores al inicio del mes	21	10	17	17	19	20	22	23	23	21	19	16	228
Nuevos trabajadores contra.	0	7	0	2	1	2	1	0	0	0	0	0	13
Trabajadores despedidos	11	0	0	0	0	0	0	0	2	2	3	7	25
Nro trabajadores al final del mes	10	17	17	19	20	22	23	23	21	19	16	9	216
Costo de Contratación	\$ -	\$ 5,950	\$ -	\$ 1,700	\$ 850	\$ 1,700	\$ 850	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 11,050
Costo de los despidos	\$ 1,870	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 340	\$ 340	\$ 510	\$ 1,190	\$ 4,250
Costo horas laboradas	\$ 9,563	\$ 16,256	\$ 16,256	\$ 17,470	\$ 18,389	\$ 20,228	\$ 21,148	\$ 21,148	\$ 20,081	\$ 18,169	\$ 14,123	\$ 7,944	\$ 200,776
Costo Total Mes	\$ 11,433	\$ 22,206	\$ 16,256	\$ 19,170	\$ 19,239	\$ 21,928	\$ 21,998	\$ 21,148	\$ 20,421	\$ 18,509	\$ 14,633	\$ 9,134	\$ 216,076

Fuente: Elaboración propia.

Tabla n. ° 54. Fuerza Laboral Constante - Inventario Variable - Planta PuyLucana

Item	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Total
Proyección de la demanda	621	532	495	499	529	575	623	660	675	654	585	456	6905
Inventario Inicial	125	119	202	321	414	476	492	460	391	331	292	274	3897
Reserva de seguridad	31	27	25	25	26	29	31	33	34	33	29	23	345
Requerimiento de producción	527	440	318	202	142	128	162	233	318	356	323	205	3353
Producción Real esperada	615	615	615	591	591	591	591	591	615	615	568	568	7165
Inventario Final	119	202	321	414	476	492	460	391	331	292	274	385	4157
Horas de Producción Disp.	2808	2808	2808	2700	2700	2700	2700	2700	2808	2808	2592	2592	32724
Días de Trabajo por mes	26	26	26	25	25	25	25	25	26	26	24	24	303
Hora por mes por trabajador	234	234	234	225	225	225	225	225	234	234	216	216	2727
Número de Trabajadores	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	144
Unidades Faltantes	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Unidades Sobrantes	119	202	321	414	476	492	460	391	331	292	274	385	4157
Costo de los Faltantes	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Costo del inventario	\$ 11,885	\$ 20,168	\$ 32,124	\$ 41,387	\$ 47,576	\$ 49,204	\$ 46,044	\$ 39,127	\$ 33,105	\$ 29,164	\$ 27,379	\$ 38,545	\$ 415,708
Costo horas laboradas	\$ 11,475	\$ 11,475	\$ 11,475	\$ 11,034	\$ 11,034	\$ 11,034	\$ 11,034	\$ 11,034	\$ 11,475	\$ 11,475	\$ 10,592	\$ 10,592	\$ 133,728
Costo Total Mes	\$ 23,360	\$ 31,643	\$ 43,599	\$ 52,421	\$ 58,609	\$ 60,238	\$ 57,078	\$ 50,160	\$ 44,580	\$ 40,639	\$ 37,971	\$ 49,137	\$ 549,436

Fuente: Elaboración propia.

Tabla n. ° 55. Fuerza Laboral Constante - Inventario Variable - Planta Cumbemayo

Item	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Total
Proyección de la demanda	919	868	876	924	991	1061	1112	1127	1085	969	758	435	11125

Inventario Inicial	477	531	636	733	746	690	566	390	199	88	92	232	5381
Reserva de seguridad	46	43	44	46	50	53	56	56	54	48	38	22	556
Requerimiento de producci	488	381	284	236	295	423	602	793	940	930	704	224	6300
Producción Real esperada	973	973	973	936	936	936	936	936	973	973	899	899	11344
Inventario Final	531	636	733	746	690	566	390	199	88	92	232	696	5600
Horas de Producción Disp.	4446	4446	4446	4275	4275	4275	4275	4275	4446	4446	4104	4104	51813
Días de Trabajo por mes	26	26	26	25	25	25	25	25	26	26	24	24	303
Hora por mes por trabajador	234	234	234	225	225	225	225	225	234	234	216	216	2727
Número de Trabajadores	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	228
Unidades Faltantes	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Unidades Sobrantes	531	636	733	746	690	566	390	199	88	92	232	696	5600
Costo de los Faltantes	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Costo del inventario	\$ 53,10	\$ 63,605	\$ 73,328	\$ 74,575	\$ 69,043	\$ 56,593	\$ 38,998	\$ 19,941	\$ 8,760	\$ 9,214	\$ 23,229	\$ 69,619	\$ 560,015
Costo horas laboradas	\$ 18,169	\$ 18,169	\$ 18,169	\$ 17,470	\$ 17,470	\$ 17,470	\$ 17,470	\$ 17,470	\$ 18,169	\$ 18,169	\$ 16,771	\$ 16,771	\$ 211,736
Costo Total Mes	\$ 71,279	\$ 81,774	\$ 91,497	\$ 92,045	\$ 86,513	\$ 74,063	\$ 56,468	\$ 37,411	\$ 26,929	\$ 27,383	\$ 40,000	\$ 86,390	\$ 771,751

Fuente: Elaboración propia.

Para el plan agregado de subcontratación se considera el promedio de demanda + reserva de seguridad y trabajadores promedio, inventario en función de la producción real estimada y subcontratación. (ver Tabla n. ° 56 y 57)

Tabla n. ° 56. Fuerza Laboral Constante - Subcontratación - Planta PuyLucana

	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Total
Proyección de la demanda	621	532	495	499	529	575	623	660	675	654	585	456	6904.7816
Inventario Inicial	125	119	202	321	414	476	492	460	391	331	292	274	3897.026189
Reserva de seguridad	31	27	25	25	26	29	31	33	34	33	29	23	345.23908
Requerimiento o Producción	527	440	318	202	142	128	162	233	318	356	323	205	3352.994491
Inventario Final	119	202	321	414	476	492	460	391	331	292	274	385	4157.078274
Horas de Producción Disp.	2808	2808	2808	2700	2700	2700	2700	2700	2808	2808	2592	2592	32724
Días de Trabajo por mes	26	26	26	25	25	25	25	25	26	26	24	24	303
Hora por mes por trabajador	234	234	234	225	225	225	225	225	234	234	216	216	2727
Número Trabajadores prom	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	144
Producción Real estimada	615	615	615	591	591	591	591	591	615	615	568	568	7164.833684
Unidades Subcontratadas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Costo de Subcontratación	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	0
Costo del inventario	\$ 11,885	\$ 20,168	\$ 32,124	\$ 41,387	\$ 47,576	\$ 49,204	\$ 46,044	\$ 39,127	\$ 33,105	\$ 29,164	\$ 27,379	\$ 38,545	41570.7.8274
Costo horas laboradas	\$ 11,475	\$ 11,475	\$ 11,475	\$ 11,034	\$ 11,034	\$ 11,034	\$ 11,034	\$ 11,034	\$ 11,475	\$ 11,475	\$ 10,592	\$ 10,592	13372.7.8846
Costo Total Mes	\$ 23,360	\$ 31,643	\$ 43,599	\$ 52,421	\$ 58,609	\$ 60,238	\$ 57,078	\$ 50,160	\$ 44,580	\$ 40,639	\$ 37,971	\$ 49,137	\$ 549,436

Fuente: Elaboración propia.

Tabla n. ° 57. Fuerza Laboral Constante - Subcontratación - Planta Cumbemayo

	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Total
Proyección de la demanda	919	868	876	924	991	1061	1112	1127	1085	969	758	435	11125.234
Inventario Inicial	477	531	636	733	746	690	566	390	199	88	92	232	5381.062
Reserva de seguridad	46	43	44	46	50	53	56	56	54	48	38	22	556.2617
Requerimiento Producción	488	381	284	236	295	423	602	793	940	930	704	224	6300.4337
Inventario Final	531	636	733	746	690	566	390	199	88	92	232	696	5600.148
Horas de Producción Disp.	4446	4446	4446	4275	4275	4275	4275	4275	4446	4446	4104	4104	51813
Días de Trabajo por mes	26	26	26	25	25	25	25	25	26	26	24	24	303
Hora por mes por trabajador	234	234	234	225	225	225	225	225	234	234	216	216	2727
Número Trabajadores prom	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	228
Producción Real estimada	973	973	973	936	936	936	936	936	973	973	899	899	11344.32
Unidades Subcontratadas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Costo de Subcontratación	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	0
Costo del inventario	\$ 53,110	\$ 63,605	\$ 73,328	\$ 74,575	\$ 69,043	\$ 56,593	\$ 38,998	\$ 19,941	\$ 8,760	\$ 9,214	\$ 23,229	\$ 69,619	56001.48
Costo horas laboradas	\$ 18,169	\$ 18,169	\$ 18,169	\$ 17,470	\$ 17,470	\$ 17,470	\$ 17,470	\$ 17,470	\$ 18,169	\$ 18,169	\$ 16,771	\$ 16,771	21173.58173
Costo Total Mes	\$ 71,279	\$ 81,774	\$ 91,497	\$ 92,045	\$ 86,513	\$ 74,063	\$ 56,468	\$ 37,411	\$ 26,929	\$ 27,383	\$ 40,000	\$ 86,390	\$ 771,751

Fuente: Elaboración propia.

Tabla n. ° 58. Fuerza Laboral Constante - Tiempo Extra - Planta PuyLucana

	Ago sto	Seti em bre	Oct ubr e	Novi emb re	Dicie mbre	Ener o	Febr ero	Marz o	Abril	May o	Juni o	Julio	Total
Proyección de la demanda	621	532	495	499	529	575	623	660	675	654	585	456	6904. 7816
Inventario Inicial	125	119	202	321	414	476	492	460	391	331	292	274	3897. 02618 9
Reserva de seguridad	31	27	25	25	26	29	31	33	34	33	29	23	345.2 3908
Requerimiento de la producción	527	440	318	202	142	128	162	233	318	356	323	205	3352. 99449 1
Prod. Real estimada	615	615	615	591	591	591	591	591	615	615	568	568	7164. 83368 4
Horas de Producción Disp.	280 8	280 8	280 8	2700	2700	2700	2700	2700	2808	2808	2592	2592	32724
Días de Trabajo por mes	26	26	26	25	25	25	25	25	26	26	24	24	303
Trabajadores Requeridos	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	144
Unid. Disp. Sin Tiempo Extra	615	615	615	591	591	591	591	591	615	615	568	568	7164. 83368 4
Unidades del Tiempo Extra	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Unidades Sobrantes	119	202	321	414	476	492	460	391	331	292	274	385	4157. 07827 4
Costo Tiempo Extra	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Costo del inventario	\$ 11,8 85	\$ 20,1 68	\$ 32,1 24	\$ 41,3 87	\$ 47,5 76	\$ 49,2 04	\$ 46,0 44	\$ 39,1 27	\$ 33,1 05	\$ 29,1 64	\$ 27,3 79	\$ 38,5 45	\$ 415,7 08
Costo horas laboradas T normal	\$ 11,4 75	\$ 11,4 75	\$ 11,4 75	\$ 11,0 34	\$ 11,0 34	\$ 11,0 34	\$ 11,0 34	\$ 11,0 34	\$ 11,4 75	\$ 11,4 75	\$ 10,5 92	\$ 10,5 92	\$ 133,7 28
Costo Total Mes	\$ 23,3 60	\$ 31,6 43	\$ 43,5 99	\$ 52,4 21	\$ 58,6 09	\$ 60,2 38	\$ 57,0 78	\$ 50,1 60	\$ 44,5 80	\$ 40,6 39	\$ 37,9 71	\$ 49,1 37	\$ 549,4 36

Fuente: Elaboración propia.

Tabla n. ° 59. Fuerza Laboral Constante - Tiempo Extra - Planta Cumbemayo

	Ago sto	Seti em bre	Oct ubr e	Novi emb re	Dicie mbre	Ener o	Febr ero	Marz o	Abril	May o	Juni o	Julio	Total
Proyección de la demanda	919	868	876	924	991	1061	1112	1127	1085	969	758	435	11125 .234
Inventario Inicial	477	531	636	733	746	690	566	390	199	88	92	232	5381. 062
Reserva de seguridad	46	43	44	46	50	53	56	56	54	48	38	22	556.2 617
Requerimiento de la producción	488	381	284	236	295	423	602	793	940	930	704	224	6300. 4337
Prod. Real estimada	973	973	973	936	936	936	936	936	973	973	899	899	11344 .32
Horas de Producción Disp.	444 6	444 6	444 6	4275	4275	4275	4275	4275	4446	4446	4104	4104	51813
Días de Trabajo por mes	26	26	26	25	25	25	25	25	26	26	24	24	303
Trabajadores Requeridos	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	228
Unid. Disp. Sin Tiempo Extra	973	973	973	936	936	936	936	936	973	973	899	899	11344 .32
Unidades del Tiempo Extra	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Unidades Sobrantes	531	636	733	746	690	566	390	199	88	92	232	696	5600. 148
Costo Tiempo Extra	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Costo del inventario	\$ 53,1 10	\$ 63,6 05	\$ 73,3 28	\$ 74,5 75	\$ 69,0 43	\$ 56,5 93	\$ 38,9 98	\$ 19,9 41	\$ 8,76 0	\$ 9,21 4	\$ 23,2 29	\$ 69,6 19	\$ 560,0 15
Costo horas laboradas T normal	\$ 18,1 69	\$ 18,1 69	\$ 18,1 69	\$ 17,4 70	\$ 17,4 70	\$ 17,4 70	\$ 17,4 70	\$ 17,4 70	\$ 18,1 69	\$ 18,1 69	\$ 16,7 71	\$ 16,7 71	\$ 211,7 36
Costo Total Mes	\$ 71,2 79	\$ 81,7 74	\$ 91,4 97	\$ 92,0 45	\$ 86,5 13	\$ 74,0 63	\$ 56,4 68	\$ 37,4 11	\$ 26,9 29	\$ 27,3 83	\$ 40,0 00	\$ 86,3 90	\$ 771,7 51

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo a los planes aplicados para cada planta, se puede observar y llegamos a la conclusión que la mejor opción para ambas plantas es la de elegir la estrategia de producción exacta, fuerza laboral variable ya que son las de menor costo.

Tabla n. ° 60. Resumen de Planes Agregados - Planta PuyLucana y Cumbemayo

PLANTA PUYLUCANA	
	COSTO TOTAL
PRODUCCIÓN EXACTA. FUERZA LABORAL VARIABLE	S/. 258,516.06
PRODUCCIÓN LABORAL CONSTANTE. INVENTARIO VARIABLE	S/. 549,435.71
PRODUCCIÓN LABORAL CONSTANTE. SUBCONTRATACIÓN	S/. 549,435.71
PRODUCCIÓN LABORAL CONSTANTE. TIEMPO EXTRA	S/. 549,435.71

PLANTA CUMBEMAYO	
	COSTO TOTAL
PRODUCCIÓN EXACTA. FUERZA LABORAL VARIABLE	S/. 216,075.72
PRODUCCIÓN LABORAL CONSTANTE. INVENTARIO VARIABLE	S/. 771,750.62
PRODUCCIÓN LABORAL CONSTANTE. SUBCONTRATACIÓN	S/. 771,750.62
PRODUCCIÓN LABORAL CONSTANTE. TIEMPO EXTRA	S/. 771,750.62

Fuente: Elaboración propia.

4.2.4.3. Plan Maestro de Producción

Tomando como referencia el Plan Agregado de Producción, elaboraremos el Plan Maestro de Producción para las 48 semanas del periodo de producción de cal viva. Con el PMP podemos partir del pronóstico de ventas o del Plan Agregado.

Se consideramos el pronóstico tomaremos como datos el inventario inicial, inventario de seguridad y el inventario final, tomándose en cuenta el MRP I. Las cantidades que obtendremos serán el resultado de la división de las ventas pronosticadas para cada mes entre el número de semanas por mes. Teniendo así un mejor orden con lo que respecta fuerza laboral y una producción más controlable.

Tabla n. ° 61. Producto y Presentación

Productos

Código	Descripción	N° TN
C1	Cal Viva	1

Presentación

	Descripción	Und	Peso(Kg)
1010	Cal Viva	Volquetada	32,750.00

Fuente: Elaboración propia.

Tabla n. ° 62. Prospecto Plan Maestro de Producción

D e s c r i p c i ó n	Periodo																																				T o t a l																																																																						
	A g o s t o			S e t i e m b r e			O c t u b r e			N o v i e m b r e			D i c i e m b r e			E n e r o			F e b r e r o			M a r z o			A b r i l			M a y o			J u n i o			J u l i o																																																																									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Cal Viva	385	385	385	385	350	350	350	343	343	343	343	356	356	356	380	380	380	409	409	409	434	434	434	447	447	447	440	440	440	406	406	406	406	336	336	336	336	223	223	223	223	8891																																																																	
Total (Ton)	126152	126152	126152	126152	114663	114663	114663	112288	112288	112288	112288	116643	116643	116643	124499	124499	124499	133899	133899	133899	142029	142029	142029	144630	144630	144630	141222	141222	141222	132899	132899	132899	132899	110021	110021	110021	110021	772911	772911	772911	772911	2911717																																																																	

Fuente: Elaboración propia.

4.2.4.3.1 Maestro de Materiales

El maestro de materiales comprende la lista de materiales que se utilizarán en el proceso productivo. Además, se muestran los códigos, inventarios o stocks iniciales, stocks de seguridad, el lead time o tiempo de entrega (tiempo en semanas que demora en llegar el material, el tamaño del lote y el proveedor.

El "Lead Time" o tiempo de entrega, es el tiempo en que tarde en llegar el pedido hecho a un proveedor externo o interno. Si el valor del Lead Time es 1, quiere decir que tardará una semana. El lead time cuenta el número de semanas para este caso. (ver Tabla n. ° 63.)

Tabla n. ° 63. Reporte de Estados de Inventarios

Artículo	Código	Existencias iniciales	Stock de seguridad	Tiempo de Entrega	Lote compra/producción	Factor
CAL VIVA	CV	83	10	0	LFL	900
Piedra Caliza	Pc	130	5	0	LFL	2700
Carbón	C	50	5	0	LFL	900

Fuente: Elaboración propia.

Figura n. ° 40. Cálculos y Obtención de Lanzamientos - Cal Viva

Período	Inicial	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Necesidades Brutas	385	385	385	385	350	350	350	350	343	343	343	343	356	356
Entradas Previstas														
Stock Final	83	39	39	39	35	35	35	35	34	34	34	34	36	36
Stock de seguridad	10%	39	39	39	35	35	35	35	34	34	34	34	36	36
Necesidades Netas		341	385	385	347	350	350	350	342	343	343	343	357	356
Pedidos Planeados		341	385	385	347	350	350	350	342	343	343	343	357	356
Lanzamiento de órdenes		341	385	385	347	350	350	350	342	343	343	343	357	356

14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
356	356	380	380	380	380	409	409	409	409	434	434	434	434	447	447	447	447
36	36	38	38	38	38	41	41	41	41	43	43	43	43	45	45	45	45
36	36	38	38	38	38	41	41	41	41	43	43	43	43	45	45	45	45
356	356	383	380	380	380	412	409	409	409	436	434	434	434	448	447	447	447
356	356	383	380	380	380	412	409	409	409	436	434	434	434	448	447	447	447
356	356	383	380	380	380	412	409	409	409	436	434	434	434	448	447	447	447

30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
447	447	440	440	440	440	406	406	406	406	336	336	336	336	223	223	223	223	0
45	45	44	44	44	44	41	41	41	41	34	34	34	34	22	22	22	22	22
45	45	44	44	44	44	41	41	41	41	34	34	34	34	22	22	22	22	-
447	447	439	440	440	440	402	406	406	406	329	336	336	336	211	223	223	223	-
447	447	439	440	440	440	402	406	406	406	329	336	336	336	211	223	223	223	-
447	447	439	440	440	440	402	406	406	406	329	336	336	336	211	223	223	223	-

Fuente: Elaboración propia

Tabla n. ° 67. Datos Piedra Caliza

Roca Caliza:

Stock Inicial : 130

Stock de seguridad: 3%

Tamaño de lote : LFL

Lead-time entrega : 0

Fuente: Elaboración propia

Figura n. ° 41. Cálculos y Obtención de Lanzamientos - Piedra Caliza

Período	Inicial	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Necesidades Brutas		341	385	385	347	350	350	350	342	343	343	343	357	356
Entradas Previstas														
Stock Final	130	10	12	12	10	11	11	11	10	10	10	10	11	11
Stock de seguridad	3%	10	12	12	10	11	11	11	10	10	10	10	11	11
Necesidades Netas		221	387	385	345	350	350	350	342	343	343	343	357	356
Pedidos Planeados		221	387	385	345	350	350	350	342	343	343	343	357	356
Lanzamiento de órdenes		221	387	385	345	350	350	350	342	343	343	343	357	356

14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
356	356	383	380	380	380	412	409	409	409	436	434	434	434	448	447	447	447
11	11	11	11	11	11	12	12	12	12	13	13	13	13	13	13	13	13
11	11	11	11	11	11	12	12	12	12	13	13	13	13	13	13	13	13
356	356	383	380	380	380	413	409	409	409	437	434	434	434	448	447	447	447
356	356	383	380	380	380	413	409	409	409	437	434	434	434	448	447	447	447
356	356	383	380	380	380	413	409	409	409	437	434	434	434	448	447	447	447

32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
439	440	440	440	402	406	406	406	329	336	336	336	211	223	223	223	-
13	13	13	13	12	12	12	12	10	10	10	10	6	7	7	7	7
13	13	13	13	12	12	12	12	10	10	10	10	6	7	7	7	-
439	440	440	440	401	406	406	406	327	336	336	336	208	223	223	223	-
439	440	440	440	401	406	406	406	327	336	336	336	208	223	223	223	-
439	440	440	440	401	406	406	406	327	336	336	336	208	223	223	223	-

Fuente: Elaboración propia

Tabla n. ° 68. Datos Carbón

Carbón Antracita:

Stock Inicial : 50

Stock de seguridad: 3%

Tamaño de lote : LFL

Lead-time entrega : 0

Fuente: Elaboración propia

Figura n. ° 42. Cálculos y Obtención de Lanzamientos - Carbón

Periodo	Inicial	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Necesidades Brutas		341	385	385	347	350	350	350	342	343	343	343	357	356
Entradas Previstas														
Stock Final	50	10	12	12	10	11	11	11	10	10	10	10	11	11
Stock de seguridad	3%	10	12	12	10	11	11	11	10	10	10	10	11	11
Necesidades Netas		301	387	385	345	350	350	350	342	343	343	343	357	355
Pedidos Planeados		301	387	385	345	350	350	350	342	343	343	343	357	355
Lanzamiento de órdenes		301	387	385	345	350	350	350	342	343	343	343	357	355

14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
356	356	383	380	380	380	412	409	409	409	436	434	434	434	448	447	447	447
11	11	11	11	11	11	12	12	12	12	13	13	13	13	13	13	13	13
11	11	11	11	11	11	12	12	12	12	13	13	13	13	13	13	13	13
356	356	383	380	380	380	413	409	409	409	437	434	434	434	448	447	447	447
356	356	383	380	380	380	413	409	409	409	437	434	434	434	448	447	447	447
356	356	383	380	380	380	413	409	409	409	437	434	434	434	448	447	447	447

32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
439	440	440	440	402	406	406	406	329	336	336	336	211	223	223	223	-
13	13	13	13	12	12	12	12	10	10	10	10	6	7	7	7	7
13	13	13	13	12	12	12	12	10	10	10	10	6	7	7	7	-
439	440	440	440	401	406	406	406	327	336	336	336	208	223	223	223	-
439	440	440	440	401	406	406	406	327	336	336	336	208	223	223	223	-
439	440	440	440	401	406	406	406	327	336	336	336	208	223	223	223	-

Fuente: Elaboración propia

Tabla n. ° 69. Tabla de Lanzamientos de Órdenes

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Item\Fecha	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
CAL VIVA	341	385	385	347	350	350	350	342	343	343	343	357	356	356	356	383	380	380	380	412	409	409	409	436
Piedra Caliza	221	387	385	345	350	350	350	342	343	343	343	357	355	356	356	383	380	380	380	413	409	409	409	437
Carbón	301	387	385	345	350	350	350	342	343	343	343	357	355	356	356	383	380	380	380	413	409	409	409	437

25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
434	434	434	448	447	447	447	439	440	440	440	402	406	406	406	329	336	336	336	211	223	223	223	0
434	434	434	448	447	447	447	439	440	440	440	401	406	406	406	327	336	336	336	208	223	223	223	0
434	434	434	448	447	447	447	439	440	440	440	401	406	406	406	327	336	336	336	208	223	223	223	0

Fuente: Elaboración propia

4.2.5. Propuesta: Eliminar Planta Puylucana para incrementar la productividad

Según nuestro diagnóstico inicial y los resultados obtenidos, creemos conveniente eliminar la Planta de Puylucana, pues la capacidad de la Planta de Cumbemayo puede satisfacer la producción de ésta, incluso tiene 5 toneladas más de capacidad. Además, tiene la materia prima muy cerca, así no incurriría en costos adicionales de transporte. Disminuyendo también los costos de mano de obra, entre otros aspectos que detallaremos a profundidad a continuación con la Propuesta de Planeamiento y Control de la Planta Cumbemayo.

Tabla n. ° 70. Pronóstico de Producción de Cal Viva - P. Cumbemayo.

Mes	2016					2017							TOT AL
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
CUMBEM AYO	1614	1471	1427	1455	1529	1621	1706	1755	1744	1644	1429	1073	
TOTAL	1614	1471	1427	1455	1529	1621	1706	1755	1744	1644	1429	1073	18467

PROMEDIO CUMBEM AYO	1539	TONELA DAS AL MES
------------------------------------	-------------	----------------------------------

Fuente: Elaboración propia

Las datos y gráficos para poder hallar el resultado de pronósticos para la Planta de Cumbemayo se encuentran y muestran a detalle en el Anexo n. ° 21.

Tabla n. ° 71. Requerimiento para la Producción - Planta Cumbemayo

Requerimientos para la Producción (kg)													
	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Total
Inventario inicial	14	81	74	71	73	76	81	85	88	87	82	71	884
Pronóstico de la demanda (agregada)	1,614	1,471	1,427	1,455	1,529	1,621	1,706	1,755	1,744	1,644	1,429	1,073	18467
Reserva de seguridad (8% pronóstico)	81	74	71	73	76	81	85	88	87	82	71	54	923
Requerimiento para la producción	1,681	1,464	1,425	1,456	1,532	1,626	1,710	1,758	1,743	1,639	1,418	1,055	18506
Inventario Final	81	74	71	73	76	81	85	88	87	82	71	54	923

Fuente: Elaboración propia

Para poder hallar el requerimiento para la producción de cal viva en la planta de Cumbemayo, hemos necesitado de datos como los días laborables por mes, el inventario disponible y los costos asociados, los cuales se muestran a detalle en el Anexo n. ° 22

Tabla n. ° 72. Resúmenes de las Estrategias del Plan Agregado aplicado a la Planta de Cumbemayo

PLANTA CUMBEMAYO	
	COSTO TOTAL
PRODUCCIÓN EXACTA. FUERZA LABORAL VARIABLE	S/. 367,017.74
PRODUCCIÓN LABORAL CONSTANTE. INVENTARIO VARIABLE	S/. 757,813.27
PRODUCCIÓN LABORAL CONSTANTE. SUBCONTRATACIÓN	S/. 806,561.43
PRODUCCIÓN LABORAL CONSTANTE. TIEMPO EXTRA	S/. 478,918.97

Fuente: Elaboración propia

Se elaboró las respectivas estrategias del plan agregado para la planta de Cumbemayo, siendo estas la de: Producción Exacta. Fuerza Laboral Variable, Fuerza Laboral Constante. Inventario variable, Fuerza Laboral Constante. Subcontratación y Fuerza Laboral Constante. Tiempo Extra; dichos datos utilizados para poder aplicar y hallar el costo total por cada estrategia se muestran a detalle en el Anexo n. ° 23, 24, 25 y 26.

32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
436	436	436	436	408	411	411	411	352	357	357	357	259	268	268	268	-
13	13	13	13	12	12	12	12	11	11	11	11	8	8	8	8	8
13	13	13	13	12	12	12	12	11	11	11	11	8	8	8	8	-
436	436	436	436	408	411	411	411	350	357	357	357	256	268	268	268	-
436	436	436	436	408	411	411	411	350	357	357	357	256	268	268	268	-
436	436	436	436	408	411	411	411	350	357	357	357	256	268	268	268	-

Fuente: Elaboración propia

Figura n. ° 44. Plan de Requerimientos de Materiales de Roca Caliza de la Planta Cumbemayo

Roca Caliza:

Stock Inicial : 130
Stock de seguridad: 3%
Tamaño de lote : LFL
Lead-time entrega : 0

Tabla de cálculos y obtención de lanzamientos

Periodo	Inicial	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Necesidades Brutas		361	404	404	364	368	368	368	356	357	357	357	364	364
Entradas Previstas														
Stock Final	130	11	12	12	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
Stock de seguridad	3%	11	12	12	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
Necesidades Netas		242	405	404	363	368	368	368	355	357	357	357	365	364
Pedidos Planeados		242	405	404	363	368	368	368	355	357	357	357	365	364
Lanzamiento de órdenes		242	405	404	363	368	368	368	355	357	357	357	365	364

14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
364	364	382	382	382	382	405	405	405	405	426	426	426	426	439	439	439	439
36	36	38	38	38	38	41	41	41	41	43	43	43	43	44	44	44	44
36	36	38	38	38	38	41	41	41	41	43	43	43	43	44	44	44	44
364	364	384	382	382	382	408	405	405	405	428	426	426	426	440	439	439	439
364	364	384	382	382	382	408	405	405	405	428	426	426	426	440	439	439	439
364	364	384	382	382	382	408	405	405	405	428	426	426	426	440	439	439	439

32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
436	436	436	436	408	411	411	411	352	357	357	357	259	268	268	268	-
13	13	13	13	12	12	12	12	11	11	11	11	8	8	8	8	8
13	13	13	13	12	12	12	12	11	11	11	11	8	8	8	8	-
436	436	436	436	408	411	411	411	350	357	357	357	256	268	268	268	-
436	436	436	436	408	411	411	411	350	357	357	357	256	268	268	268	-
436	436	436	436	408	411	411	411	350	357	357	357	256	268	268	268	-

Fuente: Elaboración propia

Figura n. ° 45. Plan de Requerimientos de Materiales de Carbón Antracita de la Planta Cumbemayo

Carbón Antracita:

Stock Inicial : 50
Stock de seguridad: 3%
Tamaño de lote : LFL
Lead-time entrega : 0

Tabla de cálculos y obtención de lanzamientos

Periodo	Inicial	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Necesidades Brutas		361	404	404	364	368	368	368	356	357	357	357	364	364
Entradas Previstas														
Stock Final	50	11	12	12	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
Stock de seguridad	3%	11	12	12	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
Necesidades Netas		322	405	404	363	368	368	368	355	357	357	357	365	364
Pedidos Planeados		322	405	404	363	368	368	368	355	357	357	357	365	364
Lanzamiento de órdenes		322	405	404	363	368	368	368	355	357	357	357	365	364

14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
364	364	384	382	382	382	408	405	405	405	428	426	426	426	440	439	439	439
11	11	12	11	11	11	12	12	12	12	13	13	13	13	13	13	13	13
11	11	12	11	11	11	12	12	12	12	13	13	13	13	13	13	13	13
364	364	385	382	382	382	408	405	405	405	429	426	426	426	440	439	439	439
364	364	385	382	382	382	408	405	405	405	429	426	426	426	440	439	439	439
364	364	385	382	382	382	408	405	405	405	429	426	426	426	440	439	439	439

32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
436	436	436	436	408	411	411	411	352	357	357	357	259	268	268	268	-
13	13	13	13	12	12	12	12	11	11	11	11	8	8	8	8	8
13	13	13	13	12	12	12	12	11	11	11	11	8	8	8	8	-
436	436	436	436	408	411	411	411	350	357	357	357	256	268	268	268	-
436	436	436	436	408	411	411	411	350	357	357	357	256	268	268	268	-
436	436	436	436	408	411	411	411	350	357	357	357	256	268	268	268	-

Fuente: Elaboración propia

Figura n. ° 46. Tabla de lanzamientos de órdenes para la Planta de Cumbemayo

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Item\Fecha	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
CAL VIVA	361	404	404	364	368	368	368	356	357	357	357	364	364	364	364	384	382	382	382	408	405	405	405	428
Piedra Caliza	242	405	404	363	368	368	368	355	357	357	357	365	364	364	364	385	382	382	382	408	405	405	405	429
Carbón	322	405	404	363	368	368	368	355	357	357	357	365	364	364	364	385	382	382	382	408	405	405	405	429

25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
426	426	426	440	439	439	439	436	436	436	436	408	411	411	411	352	357	357	357	259	268	268	268	0
426	426	426	440	439	439	439	436	436	436	436	408	411	411	411	350	357	357	357	256	268	268	268	0
426	426	426	440	439	439	439	436	436	436	436	408	411	411	411	350	357	357	357	256	268	268	268	0

Fuente: Elaboración propia

4.2.6. Resultados Obtenidos

4.2.6.1. Variable Productividad

a) Indicador Mano de Obra

$$\text{Mano de Obra} = \frac{\text{Unidades producidas mensual}}{\text{N}^\circ \text{ de Horas} - \text{Hombre trabajadas en el mes}}$$

- **Planta Cumbemayo**

$$\text{N}^\circ \text{ de Trabajadores} = 21 \quad \frac{1539(\text{tn}) \times 1000 (\text{kg})}{21 \times 9 \times 26} = \frac{1539000 (\text{kg})}{4914} = 313 \text{ kg/H} - \text{H}$$

$$\text{Horas Trabajadas} = 9$$

$$\text{Días Laborables} = 26$$

Interpretación:

Un trabajador en una hora produce 313 Kg de cal viva en promedio.

Los datos para poder hallar el valor del nuevo Indicador se muestran en el Anexo n. ° 11.

b) Indicador Maquinaria

$$\text{Maquinaria} = \frac{\text{Producción real mensual}}{\text{H} - \text{Máquina}} * 100$$

- **Planta Cumbemayo**

$$\frac{1539 (\text{Tn})}{4\text{hornos} \times 24 \text{ hrs}} = 16 \text{ Tn. / Hrs.} - \text{Máquina}$$

Interpretación:

Se producen 16 toneladas por cada hora máquina.

Los datos para resolver el indicador de Maquinaria se muestran en el Anexo n. ° 12.

c) Indicador Materia Prima

$$\text{Materia Prima} = \frac{\text{Producción real mensual}}{Cv * \text{Producción real mensual}}$$

- **Planta Cumbemayo**

$$\frac{1\ 539\ 000\ (\text{kg})}{0.15 * 1\ 539\ 000} = 6.85\ \text{Soles.}$$

Interpretación:

Por cada sol invertido en producir cal viva obtengo 6.85 soles.

Los datos para resolver y hallar el valor del nuevo indicador se muestran en el Anexo n. ° 13.

d) Indicador Rendimiento Físico

$$\text{Eficiencia Física} = \frac{Mp\ utilizada\ x\ 100}{MP\ que\ ingresa\ al\ proceso}$$

- **Planta Cumbemayo – Roca Caliza**

$$\frac{1\ Tn\ x\ 100}{1.05\ Tn} = 95.24\ \%$$

- **Planta Cumbemayo - Carbón Antracita**

$$\frac{1\ Tn\ x\ 100}{1.025\ Tn} = 97.56\ \%$$

Interpretación:

Roca Caliza: De cada tonelada de materia prima de Roca Caliza que ingresa al proceso, 95.24% se convierte en producto terminado.

Carbón Antracita: De cada tonelada de materia prima de Carbón Antracita que ingresa al proceso, 97.56% se convierte en producto terminado.

Los datos para hallar el nuevo valor del indicador Rendimiento Físico se muestran en el Anexo n. ° 14.

e) Indicador Rendimiento Económico

$$Eficiencia\ Económica = \frac{Ventas\ (Ingresos) * 100}{costos\ (Inversiones)}$$

- **Cumbemayo**

$$\frac{3\ 805\ 199 * 100}{2\ 697\ 140} = 141.08\%$$

Interpretación:

De cada nuevo sol invertido en costo primo, 141.08% se convierte en ingresos por ventas.

Los datos aplicados para hallar el nuevo Indicador se muestran en el Anexo n. ° 15.

4.2.6.2. Variable Planeamiento y Control

f) Indicador Utilización de la Capacidad

$$Utilización = \frac{(Capacidad\ Utilizada) * 100\%}{(Capacidad\ Disponible)}$$

- **Planta Cumbemayo Horno 1 - 25 Tn.**

$$\frac{542\ Tn * 100}{750\ Tn} = 72.31\%$$

Interpretación:

Se usa 72.31% de la capacidad por turno diario.

- **Planta Cumbemayo Horno 2 - 25 Tn.**

$$\frac{480 * 100}{750} = 64.02\%$$

Interpretación:

Se usa 64.02% de la capacidad por turno diario.

- **Planta Cumbemayo Horno 3 - 15 Tn.**

$$\frac{355 \text{ Tn} \times 100}{450 \text{ Tn}} = 78.81\%$$

Interpretación:

Se usa 78.81% de la capacidad por turno diario.

- **Planta Cumbemayo Horno 4 - 15 Tn.**

$$\frac{242 \times 100}{450} = 67.48\%$$

Interpretación:

Se usa 67.48% de la capacidad por turno diario.

Los datos para resolver y hallar el valor del nuevo indicador de Utilización de la Capacidad se muestran en el Anexo n. ° 16.

g) Indicador Cantidad Óptima a Pedir

$$EOQ = \sqrt{\frac{2DS}{H}}$$

D = Tasa de la Demanda

S = Costo de Preparación (\$/Orden)

H = Costo de mantener Inventario (\$/und - año)

$$EOQ = \sqrt{\frac{2(17856.71 * 12.08)}{98.18}} = 66 \text{ Toneladas.}$$

Interpretación:

Cada vez que se genere una orden de compra, ésta debe contemplar 66 toneladas para minimizar el costo total.

Los datos para resolver el nuevo indicador de EQQ se muestran en el Anexo n. ° 17.

h) Indicador Lead Time

$$\text{Lead Time} = \frac{\text{Días trabajados anuales}}{\text{Número de pedidos}}$$

$$\text{Número de pedidos} = \text{Demanda total} / \text{EOQ}$$

Número de pedidos = 15697 Tn / 66 Tn = 237 pedidos anuales.

$$\text{Lead Time} = \frac{303}{237} = 1 \text{ días por pedido}$$

Interpretación:

El tiempo de espera en llegar el pedido es de 1 día aproximadamente.

Los datos aplicados para hallar el valor del nuevo el indicador de Lead Time se muestran en el Anexo n. ° 18.

i) Indicador ROP (Punto de Reorden)

$$R = dL$$

D: Demanda promedio por unidad de tiempo

L: demora del pedido o tiempo de espera

$$d = \frac{D}{\text{Número de días trabajados en un año}}$$

$$d = \frac{15697 \text{ Tn}}{303} = 51 \text{ toneladas}$$

$$L = 1$$

$$\text{ROP} = 52 \text{ toneladas por día}$$

Interpretación:

Cuando mi inventario llega a 52 Toneladas se debe realizar una nueva orden de pedido.

Los datos para poder resolver el indicador de Punto de Reorden y hallar el nuevo valor se muestran en el Anexo n. ° 19.

j) Indicador Producción

$$\text{Producción} = \frac{\text{Número de unidades vendidas mensual}}{\text{Producción real mensual}} \times 100$$

- **Planta Cumbemayo**

$$\frac{1488.06 \text{ Tn} \times 100}{1539 \text{ Tn}} = 96.69\%$$

Interpretación:

La efectividad del proceso de cal viva es 96.69%.

Para poder hallar el valor del nuevo Indicador de Producción se muestran en el Anexo n. ° 20.

4.2.7. Comparación de Resultados de Indicadores

Se presentarán los indicadores sin la propuesta de mejora en contraste de los indicadores después de la mejora.

Tabla n. ° 75. Comparación de Resultados de Indicadores

	ANTES		DESPUÉS	
MANO DE OBRA	P. Puylucana	153.60 kg/H-H	P. Cumbemayo	313 kg/H-H
	P. Cumbemayo	189.60 kg/H-H		
MAQUINARIA	P. Puylucana	11.98 Tn/Hrs-Maq	P. Cumbemayo	16 Tn/Hrs-Maq
	P. Cumbemayo	9.70 Tn/Hrs-Maq		
MATERIA PRIMA	P. Puylucana	4.76 soles	P. Cumbemayo	6.85 Tn/Hrs-Maq
	P. Cumbemayo	4.76 soles		
EFICIENCIA FÍSICA	Roca Caliza	90.90%	Roca Caliza	95.24%
	Carbón Antracita	95.23%	Carbón Antracita	97.56%
EFICIENCIA ECONÓMICA	P. Puylucana y Cumbemayo	141.08%	P. Cumbemayo	182.43%
UTILIZACIÓN DE LA CAPACIDAD	P.P - Horno 1	79%	P.C – Horno 1	72.31%
	P.P - Horno 2	75%	P.C – Horno 2	64.02%
	P.C - Horno 1	68%	P.C – Horno 3	78.81%
	P.C - Horno 2	55%	P.C – Horno 4	67.48%
CANTIDAD ÓPTIMA A PEDIR	P. Puylucana y Cumbemayo	61 Tn	P. Cumbemayo	66Tn
LEAD TIME	P. Puylucana y Cumbemayo	1 día	P. Cumbemayo	1 día
PUNTO DE REORDEN	P. Puylucana y Cumbemayo	51 Tn	P. Cumbemayo	52Tn
PRODUCCIÓN	P. Puylucana	85%	P. Cumbemayo	96.69%
	P. Cumbemayo	85%		

Fuente: Elaboración Propia

4.3. Análisis Económico – Financiero

A continuación, se analiza el costo de la propuesta de un sistema de planeamiento y control en el área de producción de la empresa minera P'Huyu Yuraq II E.I.R.L con el fin de incrementar la productividad de cal viva, para esto se realizará el Análisis Costo – Beneficio que se muestra a continuación:

En la Tabla n.º 76. se describen la inversión de Activos intangibles detallando los materiales, la cantidad y los costos de cada uno de ellos generados con la propuesta de mejora.

Tabla n.º 76. Inversión de Activos Intangibles

ITEM	CANTIDAD INICIAL	MEDIDA	PRECIO UNITARIO	TOTAL INVERSIÓN
UTILES DE ESCRITORIO				
USB	2	Unidad	S/. 25.00	S/. 50.00
Papel A4 (millar)	3	Millar	S/. 21.00	S/. 63.00
Tintas	10	Unidad	S/. 10.00	S/. 100.00
CD's regrabables	5	Unidad	S/. 5.00	S/. 25.00
Lapiceros	10	Unidad	S/. 0.50	S/. 5.00
Perforador	1	Unidad	S/. 15.00	S/. 15.00
Impresiones	15	Ciento	S/. 20.00	S/. 300.00
Telecomunicaciones	3	Mes	S/. 50.00	S/. 150.00
Engrampador	1	Unidad	S/. 10.00	S/. 10.00
TOTAL INVERSION				718.00

Fuente: Elaboración Propia

En la Tabla n.º 77. Se detalla la infraestructura necesaria generados con la propuesta de mejora, mostrándose el costo unitario que generan por mes y el total de la inversión.

Tabla n.º 77. Costos por Infraestructura

ITEM	CANTIDAD	MEDIDA	PRECIO UNITARIO	TOTAL INVERSIÓN
Construcción Áreas	1	Unidad	S/. 20,000.00	S/. 20,000.00
Implementos para Áreas	1	Unidad	S/. 8,000.00	S/. 8,000.00
TOTAL				S/. 28,000.00
OTROS GASTOS				
Luz	12	Meses	S/. 50.00	S/. 600.00

Costo de Adecuación de Ambientes	2	Meses	S/. 10,000.00	S/. 20,000.00
TOTAL				S/. 20,600.00
TOTAL DE COSTOS DE INVERSIÓN DE NUEVA MAQUINARIA				48,600.00

Fuente: Elaboración Propia

En la Tabla n.º 78. Se muestra a detalle los costos por maquinaria, teniendo su precio unitario y el total de la inversión de cada una de ellas.

Tabla n.º 78. Costos por Procedimientos

ITEM	CANTIDAD INICIAL	MEDIDA	PRECIO UNITARIO	TOTAL INVERSIÓN
Trituradora de Piedra	1	Unidad	S/. 120,000.00	S/. 120,000.00
Volquetes Volvo	1	Unidad	S/. 159,500.00	S/. 159,500.00
TOTAL DE COSTOS DE INVERSIÓN DE NUEVA MAQUINARIA				279,500.00

Fuente: Elaboración Propia

En la Tabla n.º 79. Se detalla cada equipo de protección personal, teniendo de cada una de ellas su precio unitario y el total de la inversión.

Tabla n.º 79. Costos de Implementos de EPP

ITEM	CANTIDAD	MEDIDA	PRECIO UNITARIO	TOTAL INVERSION
Cascos de seguridad industrial 3M	21	Unidad	S/. 20.00	S/. 5,040.00
Guantes Steelpro Cromo Estándar	21	Unidad	S/. 15.00	S/. 3,780.00
Lentes Steelpro Nitro Claro	21	Unidad	S/. 15.00	S/. 3,780.00
Tampón Steelpro	21	Unidad	S/. 1.50	S/. 378.00
Mameluco Steelpro Protección	21	Unidad	S/. 21.50	S/. 5,418.00
Bota Vereda Punta de Acero	21	Unidad	S/. 24.90	S/. 6,274.80
Respirador North de 2 vías	21	Unidad	S/. 55.90	S/. 14,086.80
TOTAL COSTOS DE IMPLEMENTACIÓN DE EPP				38,757.60

Fuente: Elaboración Propia

En la Tabla n. ° 80. Se detalla los costos de inversión para el Plan de Manejo ambiental teniendo de esta manera sus respectivos precios unitarios y el total que se requiere para la inversión.

Tabla n. ° 80. Costos de Inversión de Plan de Manejo Ambiental

ITEM	CANTIDAD	MEDIDA	PRECIO UNITARIO	TOTAL INVERSIÓN
Instrumento de Gestión Ambiental Correctivo	1	Planta	S/. 2,000.00	S/. 2,000.00
Plan de Contingencia	1	Planta	S/. 5,000.00	S/. 5,000.00
Equipo de Primeros Auxilios	1	Planta	S/. 500.00	S/. 500.00
Señalización	1	Planta	S/. 100.00	S/. 100.00
Plan de Monitoreo	1	Planta	S/. 2,500.00	S/. 2,500.00
Plan de Manejo Social	1	Planta	S/. 2,000.00	S/. 2,000.00
TOTAL DE COSTOS DE INVERSIÓN DE PLAN DE MANEJO AMBIENTAL				12,100.00

Fuente: Elaboración Propia

En la Tabla n. ° 81. Se detalla el personal necesario y el costo unitario que se genera por mes.

Tabla n. ° 81. Gastos de Personal

ITEM	CANTIDAD	MEDIDA	PRECIO UNITARIO	TOTAL INVERSIÓN
Personal para control y propuesta de mejora	4	Meses	S/. 1,000.00	S/. 4,000.00
Personal para Punto de Reorden	3	Meses	S/. 800.00	S/. 2,400.00
TOTAL GASTOS DE CAPACITACIÓN				6,400.00

Fuente: Elaboración Propia

En la Tabla n. ° 82 se detallan los gastos generados por la capacitación interna del personal, el precio por vez necesaria al año y el total de la inversión.

Tabla n. ° 82. Gastos de Capacitación

ITEM	CANTIDAD	MEDIDA	PRECIO UNITARIO	TOTAL INVERSIÓN
Capacitador	2	Veces	S/. 1,000.00	S/. 2,000.00
Manuales de inducción y capacitación	4	Trimestral	S/. 50.00	S/. 200.00
Bolerines informativos	50	Unidad	S/. 1.00	S/. 50.00
Refrigerios	30	Unidad	S/. 3.00	S/. 90.00
TOTAL GASTOS DE CAPACITACIÓN				2,340.00

Fuente: Elaboración Propia

En la Tabla n. ° 83 se determinan los costos totales proyectados a cinco años, teniéndose de manera detallada todos los costos por incurrir en la mejora.

Tabla n. ° 83. Resumen de Costos Totales

ITEMS	AÑO: 0	AÑO: 1	AÑO: 2	AÑO: 3	AÑO: 4	AÑO: 5
INVERSIÓN DE ACTIVOS TANGIBLES						
UTILES DE ESCRITORIO	S/. 718.00	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -
USB	S/. 50.00					
Papel A4 (millar)	S/. 63.00					
Tintas	S/. 100.00					
CD's regrabables	S/. 25.00					
Lapiceros	S/. 5.00					
Perforador	S/. 15.00					
Impresiones	S/. 300.00					
Telecomunicaciones	S/. 150.00					
Engrampador	S/. 10.00					
COSTOS POR INFRAESTRUCTURA	S/. 48,600.00					
Construcción Áreas	S/. 20,000.00					
Implementos para Áreas	S/. 8,000.00					
OTROS GASTOS	S/. 20,600.00					

Luz	S/. 600.00					
Costo de Adecuacion de Ambientes	S/. 20,000.00					
COSTOS POR PROCEDIMIENTOS (maquinaria)	S/. 279,500.00	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -
Trituradora de Piedra	S/. 120,000.00					
Volquete Volvo	S/. 159,500.00					
COSTOS DE IMPLEMENTOS DE EPP	S/. 33,717.60	S/. 33,717.60	S/. 33,717.60	S/. 33,717.60	S/. 33,717.60	S/. 33,717.60
Guantes Steelpro Cromo Estándar	S/. 3,780.00	S/. 3,780.00	S/. 3,780.00	S/. 3,780.00	S/. 3,780.00	S/. 3,780.00
Lentes Steelpro Nitro Claro	S/. 3,780.00	S/. 3,780.00	S/. 3,780.00	S/. 3,780.00	S/. 3,780.00	S/. 3,780.00
Tampón Steelpro	S/. 378.00	S/. 378.00	S/. 378.00	S/. 378.00	S/. 378.00	S/. 378.00
Mameluco Steelpro Protección	S/. 5,418.00	S/. 5,418.00	S/. 5,418.00	S/. 5,418.00	S/. 5,418.00	S/. 5,418.00
Respirador North de 2 vías	S/. 14,086.80	S/. 14,086.80	S/. 14,086.80	S/. 14,086.80	S/. 14,086.80	S/. 14,086.80
Bota Vereda Punta de Acero	S/. 6,274.80	S/. 6,274.80	S/. 6,274.80	S/. 6,274.80	S/. 6,274.80	S/. 6,274.80
COSTOS DE INVERSIÓN DE MANEJO DE PLAN AMB	S/. 12,100.00	S/. 7,100.00	S/. 7,100.00	S/. 7,100.00	S/. 7,100.00	S/. 7,100.00
Instrumento de Gestión Ambiental Correctivo	S/. 2,000.00	S/. 2,000.00	S/. 2,000.00	S/. 2,000.00	S/. 2,000.00	S/. 2,000.00
Plan de Contingencia	S/. 5,000.00	S/. -				
Equipo de Primeros Auxilios	S/. 500.00	S/. 500.00	S/. 500.00	S/. 500.00	S/. 500.00	S/. 500.00
Señalización	S/. 100.00	S/. 100.00	S/. 100.00	S/. 100.00	S/. 100.00	S/. 100.00
Plan de Monitoreo	S/. 2,500.00	S/. 2,500.00	S/. 2,500.00	S/. 2,500.00	S/. 2,500.00	S/. 2,500.00
Plan de Manejo Social	S/. 2,000.00	S/. 2,000.00	S/. 2,000.00	S/. 2,000.00	S/. 2,000.00	S/. 2,000.00
GASTOS DE PERSONAL	S/. 6,400.00	S/. 2,400.00	S/. 2,400.00	S/. 2,400.00	S/. 2,400.00	S/. 2,400.00
Personal para control y propuesta de mejora	S/. 4,000.00					
Personal para Punto de Reorden	S/. 2,400.00	S/. 2,400.00	S/. 2,400.00	S/. 2,400.00	S/. 2,400.00	S/. 2,400.00
GASTOS DE CAPACITACION	S/. 2,340.00	S/. 2,340.00	S/. 2,340.00	S/. 2,340.00	S/. 2,340.00	S/. 2,340.00
Capacitador	S/. 2,000.00	S/. 2,000.00	S/. 2,000.00	S/. 2,000.00	S/. 2,000.00	S/. 2,000.00
Manuales de inducción y capacitación	S/. 200.00	S/. 200.00	S/. 200.00	S/. 200.00	S/. 200.00	S/. 200.00
Bolerines informativos	S/. 50.00	S/. 50.00	S/. 50.00	S/. 50.00	S/. 50.00	S/. 50.00
Refrigerios	S/. 90.00	S/. 90.00	S/. 90.00	S/. 90.00	S/. 90.00	S/. 90.00
TOTAL DE GASTOS	S/. 383,375.60	S/. 45,557.60	S/. 45,557.60	S/. 45,557.60	S/. 45,557.60	S/. 45,557.60

Fuente: Elaboración Propia

En la Tabla n. ° 84 se presentan los ingresos generados por la empresa después de un porcentaje de la propuesta de mejora.

Tabla n. ° 84. Análisis de los Indicadores

INDICADORES	ANTES	DESPUES	INDICADORES	ANTES	BENEFICIO	DESPUES
MAQUINARIA	S/. 646,666.67	S/. 1,068,666.67	MAQUINARIA	S/. 646,666.67	S/. 422,000.00	S/. 1,068,666.67
MANO DE OBRA	S/. 11,692.31	S/. 19,261.54	MANO DE OBRA	S/. 11,692.31	S/. -7,569.23	S/. 19,261.54

Fuente: Elaboración Propia

A continuación se presentan en la Tabla n. ° 85 los ingresos proyectados para un periodo de cinco años.

Tabla n. ° 85. Ingresos Proyectados

AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
S/. 414,430.77	S/. 414,430.77	S/. 414,430.77	S/. 414,430.77	S/. 414,430.77

Fuente: Elaboración Propia

De acuerdo a los datos obtenidos para los estados financieros de la Empresa P'huyu Yuraq II E.I.R.L se logró calcular el COK (Costo de Oportunidad) real:

$$CPCC = WACC = \frac{D}{D+C} \times Kd \times (1 - T) + \frac{C}{D+C} \times Ke$$

LEYENDA

D= Deuda

K= Capital

Kd= Costo Deuda 0.00%

T= Impuesto a la Renta 30%

Ke= Rentabilidad Accionista ROE Balance General

CPCC = Costo Prom Ponderado de Capital

Deuda = 0

Capital = 1348806

Total =1348806

RENTA NETA IMPONIBLE	482,021
IMP. A LA RENTA	136,237
	345,784

$$K_e = R_{oe} = \frac{UTILIDAD\ NETA}{TOTAL\ PATRIMONIO} = \frac{345784}{1348806} = 26\%$$

Cppc = 25.64%

En la Tabla n. ° 86 se presenta el flujo de caja del escenario óptimo proyectado en cinco años.

Tabla n. ° 86. Flujo de Caja

AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
-383,375.60	368,873.17	368,873.17	368,873.17	368,873.17	368,873.17

Fuente: Elaboración Propia

En la Tabla n. ° 87 se determinan los indicadores económicos sobre la viabilidad del proyecto.

Tabla n. ° 87. Indicadores Económicos

Indicadores de evaluación	
COK	25.64%
VA	S/. 979,200.61
VAN	595,825.01
TIR	93%
IR	S/. 2.55

Fuente: Elaboración Propia

VAN > 0 **acepta el proyecto**
TIR > COK **se acepta el proyecto**
IR > 1 **Índice de rentabilidad > 1 Acepta el proyecto**
 Por cada sol de inversión retorna S/1.55 de rentabilidad

1° ESCENARIO: PESIMISTA

En este escenario las variables se implementan sólo en 21% y 30% respectivamente. Esta variación se debe a que no se han implementado todas las mejoras propuestas en los indicadores de Maquinaria y Mano de Obra.

En la Tabla n. ° 88 se demuestra el análisis de los indicadores del escenario pesimista.

Tabla n. ° 88. Análisis de los Indicadores: Escenario Pesimista

INDICADORES	ANTES	DESPUES	INDICADORES	ANTES	BENEFICIO	DESPUES
MAQUINARIA	S/. 646,666.67	S/. 504,400.00	MAQUINARIA	S/. 646,666.67	S/. 142,266.67	S/. 504,400.00
MANO DE OBRA	S/. 11,692.31	S/. 11,657.23	MANO DE OBRA	S/. 11,692.31	S/. 35.08	S/. 11,657.23

Fuente: Elaboración Propia

De acuerdo a la Tabla n. ° 89 se muestra los ingresos proyectados de acuerdo al escenario óptimo.

Tabla n. ° 89. Ingresos Proyectados: Escenario Pesimista

AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
S/. 142,301.74	S/. 142,301.74	S/. 142,301.74	S/. 142,301.74	S/. 142,301.74

Fuente: Elaboración Propia

En la Tabla n. ° 90 se muestra el flujo de caja proyectado para cinco años del escenario 1.

Tabla n. ° 90. Flujo de Caja Neto Proyectado: Escenario Pesimista

AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
-383,375.60	96,744.14	96,744.14	96,744.14	96,744.14	96,744.14

Fuente: Elaboración Propia

En la Tabla n. ° 91 se determinan los indicadores económicos sobre la viabilidad del proyecto.

Tabla n. ° 91. Indicadores Económicos: Escenario Pesimista

Indicadores de evaluación

COK	25.64%
VA	S/. 256,814.35
VAN	-126,561.25
TIR	8%
IR	S/. 0.67

Fuente: Elaboración Propia

Por cada sol de inversión perderíamos S/0.33 de rentabilidad.

Debido al resultado negativo en el VAN, motivo por el cual la propuesta no sería viable ya que no retornaría ningún monto de la inversión, proponemos el siguiente Plan de Contingencia:

PLAN DE CONTINGENCIAS

INTRODUCCIÓN

El plan de contingencias nos permitirá establecer procedimientos y acciones básicas de respuesta que se deberán tomar para afrontar de manera oportuna, adecuada, efectividad y con los recursos necesarios la eventualidad de nuestro indicador Mano de Obra, permitiendo de esta manera se pueda aumentar el porcentaje de dicho indicador y así obtener un VAN positivo y el que sea el proyecto sea viable.

Este plan ha sido preparado teniendo en cuenta las diferentes actividades que comprende el proyecto desde su fase de inicio y la de operación, el cual debe ser actualizado en la medida que se implemente nuestra propuesta de mejora.

OBJETIVO

El objetivo para este Plan de Contingencias será el de prevenir y controlar sucesos no planificados en nuestro indicador Mano de Obra para controlarlo de manera oportuna y eficaz.

DESARROLLO

Durante el proceso productivo de cal viva en la empresa P'Huyu Yuraq II E.I.R.L se sugiere capacitación constante, supervisión y seguridad personal a los trabajadores.

Después de la implementación del uso de equipos de protección personal, llevándose a cabo la supervisión diaria asegurando de esta manera el uso correcto de producción y seguridad.

De igual manera se debe realizar un plan adecuado de capacitación y desarrollo del a empresa, teniendo en cuenta los diferentes componentes que permitan construir un esquema de trabajo alineado, coherente y participativo que atienda todas las necesidades de formación y entrenamiento de personal. Para dicho procesos de capacitación se debe seguir los siguientes pasos:

- Analizar las necesidades. - Identificar habilidades y necesidades de los conocimientos.
- Diseñar la forma de enseñanza.
- Validación.
- Aplicación.
- Evaluación

El modelo propuesto se enfocará a hacer aplicado por el departamento de recursos humanos para dicha aplicación.

LA capacitación personal se debe realizar en un tiempo de corto plazo, aplicado de manera sistemática y organizada, de esta manera el personal aprenderá conocimientos específicos y relativos al trabajo.

MODALIDAD:

A: Taller

B: Conferencias:

C: Charlas

2° ESCENARIO: OPTIMISTA

En este escenario el ingreso está representado por un incremento del 57% con respecto al escenario óptimo. La implementación fue de 100% y 100% correspondiente a las variables respectivamente.

Tabla n. ° 92. Análisis de Indicadores: Escenario Optimista

INDICADORES	ANTES	DESPUES	INDICADORES	ANTES	BENEFICIO	DESPUES
MAQUINARIA	S/. 646,666.67	S/. -	MAQUINARIA	S/. 646,666.67	S/. 646,666.67	S/. -
MANO DE OBRA	S/. 11,692.31	S/. -	MANO DE OBRA	S/. 11,692.31	S/. 11,692.31	S/. -

Fuente: Elaboración Propia

En la Tabla n. ° 93 se demuestra que los ingresos adicionales son variables con tendencia a crecer puesto que al realizar el escenario optimista se puede evidenciar las ganancias por la propuesta de mejora.

Tabla n. ° 93. Ingresos Proyectados: Escenario Optimista

AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
S/. 658,358.97	S/. 658,358.97	S/. 658,358.97	S/. 658,358.97	S/. 658,358.97

Fuente: Elaboración Propia

Como se muestra en la Tabla n. ° 94 la variabilidad de los ingresos incrementar con respecto al escenario óptimo.

Tabla n. ° 94. Flujo de Caja Neto Proyectado: Escenario Optimista

AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
-383,375.60	612,801.37	612,801.37	612,801.37	612,801.37	612,801.37

Fuente: Elaboración Propia

En la Tabla n. ° 95 se muestran los Indicadores Económicos obtenidos

Tabla n. ° 95. Indicadores Económicos: Escenario Optimista

Indicadores de evaluación

COK	25.64%
VA	S/. 1,626,725.74
VAN	1,243,350.14
TIR	158%
IR	S/. 4.24

Fuente: Elaboración Propia

Por cada sol de inversión retorna S/3.24 de rentabilidad.

CAPÍTULO 5. DISCUSIÓN

Esta investigación tuvo como propósito proponer un sistema de planeamiento y control de la producción, empezando por el diagnóstico situacional de la empresa, identificándose los diversos problemas que éstas presentaba.

De acuerdo con los resultados encontrados en esta investigación se puede decir que se aumentó con la productividad gracias a la implementación hecha, teniendo como base principal el desarrollo de los indicadores actuales y obteniendo de esta forma los indicadores después de la mejora, lo cual muestra que se logró con el objetivo principal del proyecto.

Tabla n. ° 96. Discusión de Resultados - Control de Producción

Discusión de resultados de la propuesta de Control		
Criterio	Diagnóstico	Mejoras
Actividades del proceso.	Según el diagrama de proceso actual, se identificaron 10 operaciones, 1 inspecciones, 0 demoras, 0 almacenamientos temporales, 3 transportes.	Se llegó a mejorar el diagrama de operaciones obteniendo 11 operaciones, 4 inspecciones, 0 demoras, 1 almacenamiento temporal, 5 transportes.
Estándares de trabajo.	No existen estándares técnicos de trabajo.	Estándares elaborados considerando factor de desempeño, tolerancias y de razonable exigencia para motivar a la mejora.

Fuente: Elaboración Propia

Tabla n. ° 97. Resultados Planeamiento

Resultados de la propuesta de Planeamiento	
Sistema	Resultados
MRP I	Pronósticos.
	Plan agregado.
	Plan maestro de producción.
	Planeamiento de requerimiento de materiales.

Fuente: Elaboración Propia

Para tener un modelo del sistema MRP I, se partió del histórico de ventas, de manera que se pueda realizar un pronóstico con un método correcto; luego se elaboró el plan agregado que nos permite seleccionar los niveles de inventario, de producción, subcontratos, despidos entre otros temas; seguidamente se realizó el programa maestro de producción y por último el Plan de Requerimiento de Materiales.

Tabla n. ° 98. Discusión de Resultados - Planeamiento

Discusión de resultados de la propuesta de Planeamiento		
Criterio	Diagnóstico	Mejoras
Pronóstico de Ventas.	La empresa elabora la información que requiere o les es necesaria en el momento; no gestiona, ni planifica, ni controla sus operaciones dentro del área de producción.	Durante los siguientes meses se utilizará el pronóstico obtenido a través del método.
		Mayor desempeño en la administración de la empresa.
		La empresa sabrá cómo enfocar sus recursos de generación de demanda
Requerimiento de materiales.	Solo se cuenta con Plan agregado de la producción, Programa maestro de producción y Programa diario de la producción.	Mediante el sistema MRP I se podrá: Proyectar el consumo de materiales y se podrá planificar con anticipación su requerimiento.
		Mejorar la adaptación a la demanda del mercado.
		Incremento de la productividad.
		Mejorar en el cumplimiento de los pedidos del cliente.
Gestión administrativa de la producción.	No se cuenta con un software simple de registro de datos.	Trabajar con un sistema MRP a modo general, trae consigo diversas mejoras cualitativas como: Un organizado manejo administrativo del área de producción.
		Su utilización como elemento de control de cumplimiento del plan del negocio.
		Una gestión optimizada de rutas y centros de trabajo.
		Realizar simulaciones de posibles escenarios futuros.

Fuente: Elaboración Propia

Con la aplicación de la propuesta de mejora los resultados obtenidos fueron óptimos ya que nuestros indicadores arrojaron resultados que demuestran que la productividad en la empresa mejoraría al proponer al cierre de la planta Puylucana, por ejemplo producción de mano de obra se ha duplicado, los hornos son 50 % más productivos, la eficiencia física aumenta de 90.90% para la roca caliza a 95.24% y del carbón antracita de 95.23% a 97.56%, la eficiencia económica pasa de 141.08% a 182.43%, en cuanto a la utilización de la capacidad de los hornos inactivos de la Planta de Cumbemayo incrementaron su porcentaje utilización pasando de 0% a 78.81% y 67.48% y los 2 que estaban productivos incrementaron 4% y 9%. Además, con los resultados de Cantidad Óptima a pedir, Lead time y Punto de reorden concluimos que cuando el inventario llega a 52 toneladas se debe realizar un pedido de 66 toneladas, pues este tarda en llegar 1 día. Por último, nuestro indicador de producción llegó a aumentar de un 85% a 96.69%. Estos datos que al igual que nuestro antecedente de la tesis de Benites (2013), *'Propuesta de planeamiento y control de la producción para el proceso productivo de pimienta californiana en conserva en la empresa agroindustrial DANPER TRUJILLO S.A.C'*; demuestran el incremento en los indicadores de gestión y las mejoras cualitativas de la aplicación de estándares y el sistema MRP se traducen en una administración más organizada y ordenada, en mejores condiciones y productividad.

En relación a la tesis de Cano (2013), *"Diseño e implementación de un sistema de planeamiento y control de operaciones en la empresa embotelladora Chávez S.A.C. para mejorar su productividad"*; donde con su implementación de métodos como el pronóstico, plan maestro de operaciones, programa maestro de operaciones y MRP lograron producir unidades de acuerdo a sus necesidades y planificar capacidades de fábrica en mano de obra y máquinas, nosotros en la presente investigación también lo realizamos, mediante el lanzamiento de órdenes que nos generamos con el MRP I, al igual que en la tesis de Lloret (2014), *"Propuesta para implementar un modelo de planificación y control de la producción en la empresa ISOLLANTA CÍA. LTDA"*; donde la planificación de producción ayudó a la empresa a establecer que el tiempo de entrega para un neumático reencauchado es de cuatro días laborales, y que asegura la programación de las órdenes de compra.

CONCLUSIONES

- En el presente trabajo se propuso realizar un sistema de planeamiento y control en el área de producción de la empresa Minera P'Huyu Yuraq II E.I.R.L. para incrementar la productividad de cal viva.
- Desarrollamos la propuesta de un sistema de planeamiento y control en el área de producción de cal viva de la empresa Minera P'Huyu Yuraq II E.I.R.L.
- Analizamos y discutimos los resultados obtenidos después de la propuesta del sistema de planeamiento y control para incrementar la productividad de cal viva en la empresa Minera P'Huyu Yuraq II E.I.R.L.
- Realizamos una evaluación económica de la propuesta de mejora a través de la metodología Costo – Beneficio.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda aplicar el presente proyecto, con el que se obtendrá, un buen programa y control de la producción, menos costos de producción, mayor productividad y por ende generar utilidades para la empresa.
- Llevar un seguimiento y control periódico del plan de operaciones propuesto para así poder realizar ajustes necesarios a los cambios imprevistos.
- Implementar temas de ayuda organizacional en la empresa, pues normalmente, el personal de una empresa pone resistencia al cambio tecnológico por el miedo de creer que se quedarán sin empleo, o que su trabajo será reemplazado por la computadora, cuando es todo lo contrario, pues si se opta por terminar de instalar el sistema se podrá emplear dicho tiempo de planeamiento libre en un mejor análisis del sistema.
- Se recomienda implementar un programa de mantenimiento, ya que no se ha venido practicando adecuadamente en los equipos de la empresa.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

REFERENCIAS DE LIBROS

- Adler, M. O. (2004). *Producción & Operaciones* . Buenos Aires : MACCHIGRUPO EDITOR S.A.
- Arbós, L. C. (2012). *Gestión de la Calidad Total* . Madrid : Díaz de Santos .
- Chapman, S. N. (2006). *Planificación y Control de la Producción* . México : PEARSON EDUCACIÓN.
- Chase , R., Jacobs , F., & Aquilano, N. (2009). *Administración de Operaciones: Producción y Cadena de Suministros*. México : McGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES, S.A DE C.V. .
- Colín, J. G. (2008). *Contabilidad de Costos* . México: McGRAW-HILL INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.
- Criollo, R. G. (2005). *Estudio del Trabajo: Ingeniería de métodos y medición del trabajo* . México: MCGRAW-HILL INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V. .
- De la Fuente, D., Fernández, I., & García, N. (2006). *Administración de Empresas en Ingeniería* . Oviedo : Ediciones de la Universidad de Oviedo .
- Groover, M. P. (2007). *Fundamentos de manufactura moderna* . México: McGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.
- Haizer, J., & Render, B. (2004). *Principios de Administración de Operaciones*. México: PEARSON EDUCACIÓN.
- Hassibi, M. (2002). *Factores que afectan la calidad de cal viva (CaO)*. Chemco Systems L.P.
- Heizer , J., & Render , B. (2007). *Dirección de la Producción y de Operaciones: Decisiones estratégicas*. Madrid: PEARSON EDUCACIÓN, S.A.
- Krajewski, L., & Ritzman, L. (2008). *Administración de Operaciones: Procesos y Cadenas de Valor*. México : PEARSON EDUCACIÓN .
- Nahmias, S. (2007). *Análisis de la Producción y las Operaciones* . México, D.F.: McGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V. .
- Pulido, H. G. (2010). *Calidad Total y Productividad* . México : McGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.
- Sipper, D., & Bulfin, Jr., R. (1998). *Planeación y Control de la Producción*. México: McGRAW-HILL INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.

REFERENCIA DE TESIS

- Alonso, B.F. (2013). *Propuesta de planeamiento y control de la producción para el proceso productivo de pimienta californiana en conserva en la empresa agroindustrial Damper Trujillo S.A.C.* Tesis para optar el título de Ingeniero Industrial, Universidad Privada del Norte, Trujillo, Perú.
- Brenda, H.D. (2010). *Diseño de una planeación agregada para la mejora de las operaciones de la división de planeamiento y control de la producción de la empresa metalmecánica de servicios industriales de la marina – SIMA – Chimbote.* Tesis para optar el título de Ingeniero Industrial, Universidad Cesar Vallejo, Cajamarca, Perú.
- Estefanía, C.M. (2013). *Diseño e Implementación de un sistema de planeamiento y control de operaciones en la empresa embotelladora Chávez S.A.C para mejorar su productividad.* Tesis para optar el título de Ingeniero Industrial, Universidad Privada del Norte, Cajamarca, Perú.
- Marreros Sandoval, L.J. (2008). *Implementación de un sistema de planeamiento y control de la producción y su influencia en la reducción de costos de producción de la empresa Imprenta Editora Gráfica Real S.A.C.* Tesis para optar título de Ingeniero Industrial, Universidad Privada del Norte, Pimentel.
- Lloret Molina, J.F. (2014). *Propuesta para implementar un modelo de planificación y control de la producción en la empresa Isollanta Cía. LTDA.* Tesis para optar título de Ingeniero Industrial, Universidad Politécnica Salesiana, Cuenca.
- Revollo Gaviria, I. & Suarez Alonso, J. (2009). *Propuesta para el mejoramiento de la producción en alimentos SAS S.A. a través de la estructuración de un modelo de planeación, programación y control de la producción.* Tesis para optar título de Ingeniero Industrial, Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá –Colombia.

REFERENCIA DE MEDIOS ELECTRÓNICOS

Bruno, I. C. (s.f.). *Estruplan*. Obtenido de Estruplan. Recuperado de:
<http://www.estrucplan.com.ar/contenidos/producci%F3n/produccion3.asp>

Gervasi, I. O. (s.f.). *ISSUU*. Recuperado el 27 de Agosto de 2016, de ISSUU. Recuperado de:
https://issuu.com/oscarvgervasi/docs/ingenier_a_de_m_todos

Landín, P. (s.f.). *Edu*. Obtenido de Edu. Recuperado de:
<http://www.edu.xunta.gal/centros/iesfelixmuriel/system/files/M%C3%A1quinas%20y%20mecanismos.pdf>

Ministerio de Energía y Minas. (2015). *minem*. Obtenido de minem: <http://www.minem.gob.pe/>

ANEXOS

Anexo n.º 1. Datos Indicadores Mano de Obra antes de la mejora

DATOS	
PRODUCCIÓN DE CAL VIVA	
(TOTAL ANUAL)	
(Tn)	
Planta	Total (TN)
PUYLUCANA	6904
Horno 1 (15Tn)	4056
Horno 2 (10 Tn)	2848
CUMBEMAYO	11124
Horno 1 (25 Tn)	6148
Horno 2 (25 Tn)	4976
Horno 3 (15 Tn)	0
Horno 4 (15 Tn)	0
TOTAL GENERAL	18028
PROMEDIO PLANTA PUYLUCANA	575
PROMEDIO PLANTA CUMBEMAYO	927

Fuente: Elaboración Propia.

Anexo n.º 2. Datos Indicadores Maquinaria antes de la mejora

DATOS	
PRODUCCIÓN DE CAL VIVA	
(TOTAL ANUAL)	
(Tn)	
Planta	Total (TN)
PUYLUCANA	6904
Horno 1 (15Tn)	4056
Horno 2 (10 Tn)	2848
CUMBEMAYO	11124
Horno 1 (25 Tn)	6148

Horno 2 (25 Tn)	4976
Horno 3 (15 Tn)	0
Horno 4 (15 Tn)	0
TOTAL GENERAL	18028

PROMEDIO PLANTA PUYLUCANA	575
PROMEDIO PLANTA CUMBEMAYO	927

Fuente: Elaboración Propia.

Anexo n.º 3. Datos Indicadores Materia Prima antes de la mejora

DATOS
PRODUCCIÓN DE CAL VIVA
(TOTAL ANUAL)
(Tn)

Planta	Total (TN)
PUYLUCANA	6904
Horno 1 (15Tn)	4056
Horno 2 (10 Tn)	2848
CUMBEMAYO	11124
Horno 1 (25 Tn)	6148
Horno 2 (25 Tn)	4976
Horno 3 (15 Tn)	0
Horno 4 (15 Tn)	0
TOTAL GENERAL	18028

	Tn	Kg
PROMEDIO PLANTA PUYLUCANA	575	575333
PROMEDIO PLANTA CUMBEMAYO	927	927000

Fuente: Elaboración Propia.

Anexo n.º 4. Datos Indicadores Rendimiento Físico antes de la mejora

DATOS

PRODUCCIÓN DE CAL VIVA

(TOTAL ANUAL)

(Tn)

Planta	Total (TN)
PUYLUCANA	6904
Horno 1 (15Tn)	4056
Horno 2 (10 Tn)	2848
CUMBEMAYO	11124
Horno 1 (25 Tn)	6148
Horno 2 (25 Tn)	4976
Horno 3 (15 Tn)	0
Horno 4 (15 Tn)	0
TOTAL GENERAL	18028

	Tn	Kg
PROMEDIO PLANTA PUYLUCANA	575	575333
PROMEDIO PLANTA CUMBEMAYO	927	927000

Fuente: Elaboración Propia.

Anexo n.º 5. Datos Indicadores Rendimiento Económico antes de la mejora

DATOS

PRODUCCIÓN DE CAL VIVA

(TOTAL ANUAL)

(Tn)

Planta	Total (TN)
PUYLUCANA	6904
Horno 1 (15Tn)	4056
Horno 2 (10 Tn)	2848
CUMBEMAYO	11124
Horno 1 (25 Tn)	6148
Horno 2 (25 Tn)	4976
Horno 3 (15 Tn)	0
Horno 4 (15 Tn)	0
TOTAL GENERAL	18028

Tn	Kg
----	----

PROMEDIO PLANTA PUYLUCANA	575	575333
PROMEDIO PLANTA CUMBEMAYO	927	927000

VENTAS NETAS	S/.4,227,999.00
COSTO DE VENTAS	S/.2,996,823.00

CAL VIVA 90% DEL TOTAL DE PRODUCCIÓN

VENTAS NETAS	S/.3,805,199.10
COSTO DE VENTAS	S/.2,697,140.70

Fuente: Elaboración Propia.

Anexo n.º 6. Datos Indicadores Utilización de la Capacidad antes de la mejora

DATOS

PRODUCCIÓN DE CAL VIVA

(TOTAL ANUAL)

(Tn)

Planta	Total (TN) - ANUAL	Total (TN) - MENSUAL	CAPACIDAD HORNO UTILIZADA - MENSUAL	CAPACIDAD DISPONIBLE - MENSUAL
PUYLUCANA	6904	575		
Horno 1 (15Tn)	4056	338	338	450
Horno 2 (10 Tn)	2848	237	237	300
CUMBEMAYO	11124	927		
Horno 1 (25 Tn)	6148	512	512	750
Horno 2 (25 Tn)	4976	415	415	750
Horno 3 (15 Tn)	0	0	0	0
Horno 4 (15 Tn)	0	0	0	0
TOTAL GENERAL	18028	1502	1502	540840

Fuente: Elaboración Propia.

Anexo n.º 7. Datos Indicadores Cantidad Óptima a Pedir antes de la mejora

DATOS

PRODUCCIÓN DE CAL VIVA

(TOTAL ANUAL)

(Tn)

Planta	Total (TN)
PUYLUCANA	6904
Horno 1 (15Tn)	4056
Horno 2 (10 Tn)	2848
CUMBEMAYO	11124
Horno 1 (25 Tn)	6148
Horno 2 (25 Tn)	4976
Horno 3 (15 Tn)	0
Horno 4 (15 Tn)	0
TOTAL GENERAL	18028

	Tn
PROMEDIO PLANTA PUYLUCANA	575
PROMEDIO PLANTA CUMBEMAYO	927

VENTAS NETAS	S/.4,227,999.00
COSTO DE VENTAS	S/.2,996,823.00

CAL VIVA 90% DEL TOTAL DE PRODUCCIÓN

TOTAL ANUAL	VENTAS NETAS	S/.3,805,199.10
	COSTO DE VENTAS	S/.2,697,140.70

TOTAL TN	VENTA NETA	S/.211.07
	COSTO DE VENTA	S/.149.61

TOTAL Kg	VENTA NETA	S/.0.21
	COSTO DE VENTA	S/.0.15

D = 15323.8 Tn
S = S/.11.97 Soles por Tn
H = S/.97.25 Soles

EOQ = 61

***NOTA:**

PARA H

COSTO INVENTARIO SEMANAL

C.I. MENSUAL	5%
C.I. SEMANAL	0.0125

PARA S

COSTO DE PREPARACIÓN

8% DEL Costo de Venta	S/. 11.97
-----------------------	-----------

Fuente: Elaboración Propia.

Anexo n.º 8. Datos Indicadores Lead Time antes de la mejora

DATOS		
Días trabajados anuales	303.00	DÍAS
Demanda anual	15323.80	UNIDADES
H Costo anual de mantener el inv.	97.25	S/ por unidad
S Costo de preparación	12.00	S/
EOQ	61	UNIDADES
nº DE PEDIDOS	250	PEDIDOS ANUALES
LEAD TIME	1	DÍA POR PEDIDO

Fuente: Elaboración Propia.

Anexo n.º 9. Datos Indicadores Punto de Reorden antes de la mejora

DATOS

PRODUCCIÓN DE CAL VIVA

(TOTAL ANUAL)

(Tn)

Planta	Total (TN)
PUYLUCANA	6904
Horno 1 (15Tn)	4056
Horno 2 (10 Tn)	2848
CUMBEMAYO	11124
Horno 1 (25 Tn)	6148
Horno 2 (25 Tn)	4976
Horno 3 (15 Tn)	0
Horno 4 (15 Tn)	0
TOTAL GENERAL	18028

	Tn. Mes
DEMANDA PROMEDIO ANUAL(Tn)	15324

d =	51
L =	1
ROP	51

RESUMEN

EOQ	61	PEDIDOS DE
ROP	51	HAGO EL 'PEDIDO
LEAD TIME	1	TIEMPO DE ESPERA

Fuente: Elaboración Propia.

Anexo n.º 10. Datos Indicador Producción antes de la mejora

DATOS

PRODUCCIÓN DE CAL VIVA

(TOTAL ANUAL)

(Tn)

Planta	Total (TN)	Tn. Mes
PUYLUCANA	6904	575
Horno 1 (15Tn)	4056	338
Horno 2 (10 Tn)	2848	237
CUMBEMAYO	11124	927
Horno 1 (25 Tn)	6148	512
Horno 2 (25 Tn)	4976	415
Horno 3 (15 Tn)	0	0
Horno 4 (15 Tn)	0	0
TOTAL GENERAL	18028	1502

***NOTA:** LA EMPRESA PRODUCE 15% MÁS DEL TOTAL DE SUS VENTAS

PUYLUCANA

Nro. Tn. VENDIDAS MENSUAL **489.03**

CUMBEMAYO

Nro. Tn. VENDIDAS MENSUAL **787.95**

Fuente: Elaboración Propia.

Anexo n.º 11. Datos para hallar el nuevo valor del Indicador Mano de obra

DATOS		
Unidades producidas mensual	PROMEDIO PLANTA CUMBEMAYO (Kg.)	1,539,000
Nro. Horas		9
Trabajadores		21
Días		26
Nro. Horas - HH mes		4914
MANO DE OBRA	313	

Fuente: Elaboración Propia.

Anexo n.º 12. Datos para hallar el nuevo valor del Indicador Maquinaria

DATOS	
PRODUCCIÓN DE CAL VIVA (PROMEDIO MENSUAL) (Tn)	
1539	
HORNOS	4
HORAS	24
H - MÁQUINA	96
MAQUINARIA	16

Fuente: Elaboración Propia.

Anexo n.º 13. Datos para hallar el nuevo valor del Indicador Materia Prima.

DATOS

PRODUCCIÓN DE CAL VIVA
(TOTAL ANUAL)
(Tn)

Planta	Total (TN)
	18467

PRODUCCIÓN DE CAL VIVA
(PROMEDIO MENSUAL)
(Tn)

Planta	Total (TN)
	1539

VENTAS NETAS	S/.4,227,999.00
COSTO DE VENTAS	S/.2,996,823.00

CAL VIVA 90% DEL TOTAL DE PRODUCCIÓN

VENTAS NETAS	S/.3,805,199.10
COSTO DE VENTAS	S/.2,697,140.70

COSTO VENTA Kg.	S/.0.15
------------------------	----------------

MATERIA PRIMA	S/.6.85
----------------------	----------------

Fuente: Elaboración Propia.

Anexo n.º 14. Datos para hallar el nuevo valor del Indicador Rendimiento Físico

DATOS

* EL 10% DE CALIZA SE DESPERDICIA EN LA PRODUCCIÓN OXIDO DE CALCIO.

* EL 5% DE ANTRACITA SE DESPERDICIA EN LA PRODUCCIÓN DE ÓXIDO DE CALCIO.

NOTA: DE LOS TOTALES DE DESPERDICIO EL 50% SE DEBE A LA MP Y EL OTRO 50% A LA MANO DE OBRA.

CALIZA	
M.P. UTILIZADA	1
M.P. QUE INGRESA AL PROCESO	1.1
ANTRACITA	
M.P. UTILIZADA	1
M.P. QUE INGRESA AL PROCESO	1.05

COMPRANDO UNA MÁQUINA TRITURADORA, EL DESPERDICIO DE MP SE REDUCE EN UN 100% CON RESPECTO A LA MANO DE OBRA.

* EL 10% DE CALIZA SE DESPERDICIA EN LA PRODUCCIÓN OXIDO DE CALCIO.

* EL 5% DE ANTRACITA SE DESPERDICIA EN LA PRODUCCIÓN DE ÓXIDO DE CALCIO.

CALIZA	
M.P. UTILIZADA	1
M.P. QUE INGRESA AL PROCESO	1.05
ANTRACITA	
M.P. UTILIZADA	1
M.P. QUE INGRESA AL PROCESO	1.025

Fuente: Elaboración Propia.

Anexo n.º 15. Datos para hallar el nuevo valor del Indicador Rendimiento Económico

DATOS	
VENTAS NETAS	S/.4,227,999.00
COSTO DE VENTAS	S/.2,996,823.00

CAL VIVA 90% DEL TOTAL DE PRODUCCIÓN

VENTAS NETAS	S/.3,805,199.10
COSTO DE VENTAS	S/.2,697,140.70

RESUMEN PLAN AGREGADO	S/.474,591.78	77%
RESUMEN PLAN AGREGADO	S/.367,017.74	23%

Ahorro Implementando la
Propuesta

COSTOS IMPLEMENTANDO LA PROPUESTA

COSTO DE VENTAS	S/.2,085,789.37
-----------------	-----------------

Fuente: Elaboración Propia.

Anexo n.º 16. Datos para hallar el nuevo valor del Indicador Utilización de la Capacidad

DATOS

PRODUCCIÓN DE CAL VIVA (TOTAL ANUAL) (Tn)

PLANTA CUMBEMAYO	Total (TN) - ANUAL	Total (TN) - MENSUAL	CAPACIDAD HORNO UTILIZADA - MENSUAL	CAPACIDAD DISPONIBLE - MENSUAL
Horno 1 (25 Tn)	6508	542	542	750
Horno 2 (25 Tn)	5762	480	480	750
Horno 3 (15 Tn)	4256	355	355	450
Horno 4 (15 Tn)	2908	242	242	450
TOTAL GENERAL	19434	1620	1620	2400

Fuente: Elaboración Propia.

Anexo n.º 17. Datos para hallar el nuevo valor del Indicador Cantidad Óptima a Pedir

DATOS	
VENTAS NETAS	S/.4,227,999.00
COSTO DE VENTAS	S/.2,996,823.00

CAL VIVA 90% DEL TOTAL DE PRODUCCIÓN

TOTAL ANUAL	VENTAS NETAS	S/.3,805,199.10
	COSTO DE VENTAS	S/.2,697,140.70

TOTAL TN	VENTA NETA	S/.213.10
	COSTO DE VENTA	S/.151.04

TOTAL Kg	VENTA NETA	S/.0.21
	COSTO DE VENTA	S/.0.15

D = 17856.71 Tn
 S = S/.12.08 Soles por Tn
 H = S/.98.18 Soles (Costo inventario semanal*Costo por Pieza*Semanas al año)

EOQ =	66
--------------	-----------

***NOTA:**

PARA H

COSTO INVENTARIO SEMANAL

C.I. MENSUAL	5%
C.I. SEMANAL	0.0125

PARA S

COSTO DE PREPARACIÓN

8% Del Costo de Venta	S/. 12.08
-----------------------	-----------

Fuente: Elaboración Propia.

Anexo n.º 18. Datos para hallar el nuevo valor del Indicador Lead Time

DATOS		
Días trabajados anuales	303.00	DÍAS
Demanda anual	15697	UNIDADES
H Costo anual de mantener el inv.	97.25	S/ por unidad
S Costo de preparación	12.00	S/
EOQ	66	UNIDADES
nº DE PEDIDOS	237	PEDIDOS ANUALES
LEAD TIME	1	DÍA POR PEDIDO

Fuente: Elaboración Propia.

Anexo n.º 19. Datos para hallar el nuevo valor del Indicador Punto de Reorden

DATOS	
PRODUCCIÓN DE CAL VIVA (TOTAL ANUAL) (Tn)	
DEMANDA PROMEDIO ANUAL(Tn)	Tn. Mes 15697
d =	52
L =	1
ROP	52

Fuente: Elaboración Propia.

Anexo n.º 20. Datos para hallar el nuevo valor del Indicador Producción

DATOS

PRODUCCIÓN DE CAL VIVA
(TOTAL ANUAL)
(Tn)

Planta	Total (TN)
	18467

PRODUCCIÓN DE CAL VIVA
(PROMEDIO MENSUAL)
(Tn)

Planta	Total (TN)
	1539

***NOTA:** SEGÚN PUNTO DE ORDEN EL INVENTARIO DEBE SER 51, POR LO QUE REPRESENTA EL 3.31%.

CUMBEMAYO

Nro. Tn. VENDIDAS MENSUAL

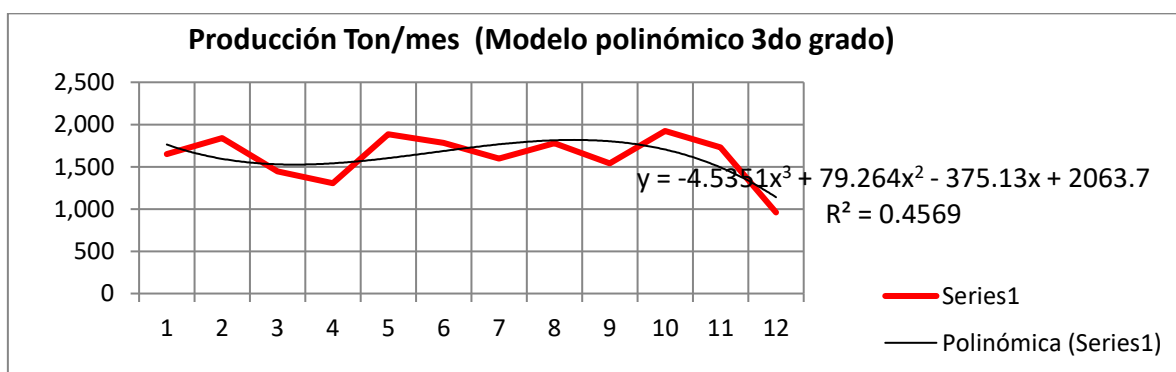
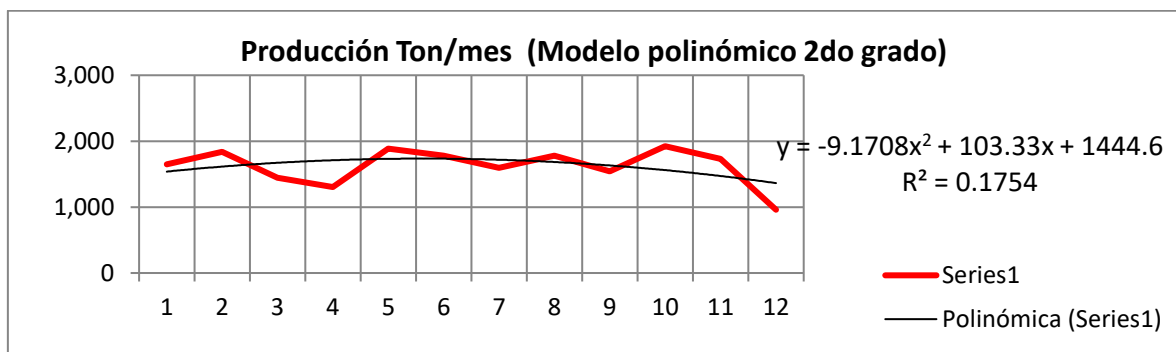
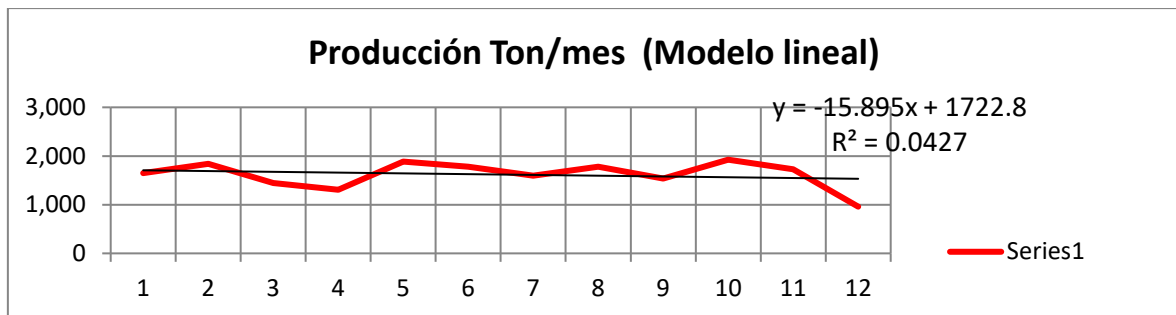
1488.06

Fuente: Elaboración Propia.

Anexo n.º 21. Pronóstico hallado para la Planta de Cumbemayo

Planta	Total (TN)	2015						2016					
		Ago sto	Setiem bre	Octu bre	Novie mbre	Diciem bre	Ene ro	Febr ero	Mar zo	Ab ril	Ma yo	Jun io	Jul io
CUMBEMAYO	12,270	900	1,178	952	840	1,316	1,140	1,036	1,140	868	1,290	1,070	540
Horno 1 (25 Tn)	6,508	600	558	420	390	700	600	616	480	504	690	650	300
Horno 2 (25 Tn)	5,762	300	620	532	450	616	540	420	660	364	600	420	240
Horno 3 (15 Tn)	4,256	450	420	319	270	279	372	378	390	420	364	360	234
Horno 4 (15 Tn)	2,908	300	240	174	196	290	270	182	248	252	270	300	186
TOTAL GENERAL	19,434	1,650	1,838	1,445	1,306	1,885	1,782	1,596	1,778	1,540	1,924	1,730	960

PROMEDIO P.C.	1,620 Tn
---------------	----------



Producción mensual de Cal Viva (Tons/mes)													Total Producido
MES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
CUMBEM AYO	Ago sto	Setie mbre	Octu bre	Novie mbre	Dicie mbre	Ene ro	Febr ero	Mar zo	Ab ril	Ma yo	Jun io	Jul io	
Total	1650	1838	1445	1306	1885	1782	1596	1778	1540	1924	1730	960	19434

Constan tes	X ³	X ²	X ¹	X ⁰
Modelo Lineal	0	0	9.1 049	1598 .2
Modelo grado 2	0	10.6 56	129 .42	1275
Modelo grado 3	4.4 582	76.2 78	340 .92	1883 .5

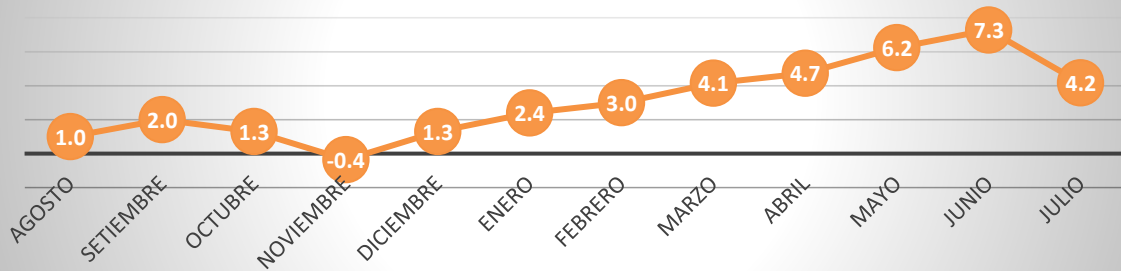
R ²
R ² = 0.013 1
R ² = 0.180 2
R ² = 0.434 1

Ecuación
$y = -9.1049x + 1598.2$
$y = -10.656x^2 + 129.42x + 1275$
$y = -4.4582x^3 + 76.278x^2 - 340.92x + 1883.5$

(UNIDADES)													Total
Mes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Tons produci das	Ag osto	Setie mbre	Oct ubr e	Novi embr e	Dicie mbre	Enero	Feb rero	Marzo	Abril	Ma yo	Ju ni o	Ju lio	19,434
Pronóst lineal	158 9	1580	157 1	1562	1553	1544	153 4	1525	1516	15 07	14 98	14 89	18,468
Pronóst grado 2	139 4	1491	156 7	1622	1656	1668	165 9	1628	1577	15 04	14 09	12 94	18,468
Pronóst grado 3	161 4	1471	142 7	1455	1529	1621	170 6	1755	1744	16 44	14 29	10 73	18,467

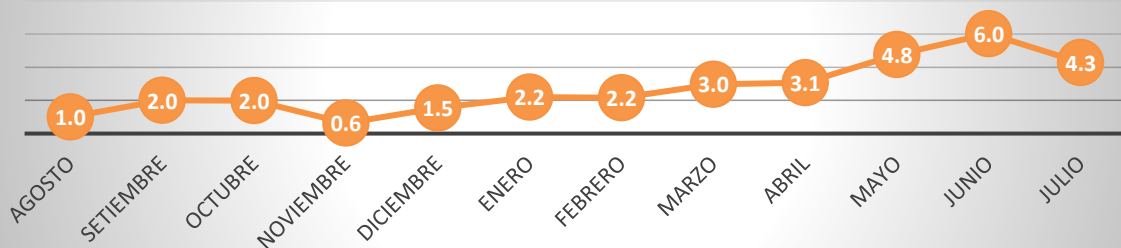
Modelo lineal	Mes	Ago sto	Setie mbre	Octu bre	Novie mbre	Dicie mbre	Ene ro	Febr ero	Marz o	Ab ril	Mayo	Juni o	Julio	Sumatoria
	Nro de mes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Producción Histórica	1,65 0	1,838	1,44 5	1,306	1,885	1,78 2	1,59 6	1,77 8	1,5 40	1,924	1,73 0	960		
prod Pronost. Lineal	1,58 9	1,580	1,57 1	1,562	1,553	1,54 4	1,53 4	1,52 5	1,5 16	1,507	1,49 8	1,489		
Error Acumul Error absol.	(Prod(i)-Prod estim (i))	61	258	-126	-256	332	238	62	253	24	417	232	-529	
RSFE		61	319	193	-63	270	508	570	822	84 6	1,263	1,49 5	966	
abs{(Prod(i)- prod estim (i))}		61	258	126	256	332	238	62	253	24	417	232	529	
Suma err	Absolutos	61	319	445	701	1,033	1,27 1	1,33 3	1,58 6	1,6 09	2,026	2,25 8	2,787	
Absolut/n RSFE/MA D	MAD	61	159	148	175	207	212	190	198	17 9	203	205	232	
TS		1.0	2.0	1.3	-0.4	1.3	2.4	3.0	4.1	4.7	6.2	7.3	4.2	
Error cuadrático	(Error ²)	3,70 9.4	66,56 9.1	15,8 47.1	65,423 .6	110,4 39.6	56,8 48.6	3,78 6.5	63,8 26.6	56 3.8	173,7 63.1	53,8 02.6	279,7 78.8	894,359

Señal de rastreo TS (Modelo lineal)



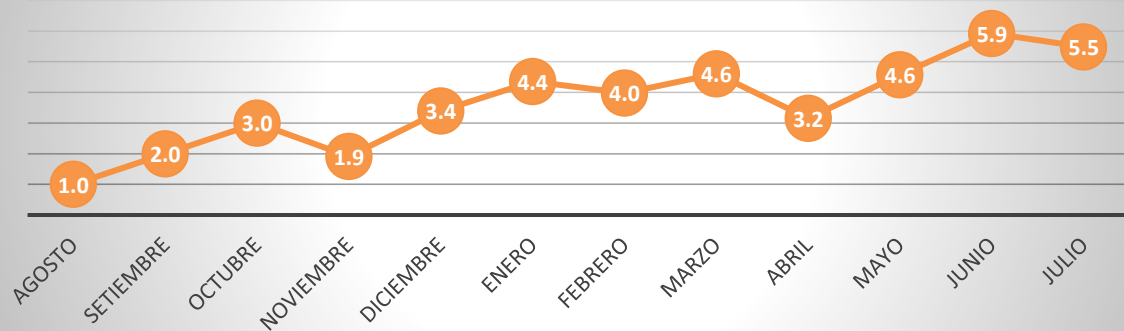
Modelo	Mes	Ago	Setie	Oct	Novi	Dicie	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Juni	Juli	Sumatoria
Modelo polinómico 2do grado	Nro de mes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
	Producción Histórica	1,650	1,838	1,445	1,306	1,885	1,782	1,596	1,778	1,540	1,924	1,730	960	
	prod Pronost. Lineal	1,394	1,491	1,567	1,622	1,656	1,668	1,659	1,628	1,577	1,504	1,409	1,294	
	(Prod(i)-Prod estim (i))	256	347	-122	-316	229	114	-63	150	-37	420	321	-334	
Error Error Acumul	RSFE	256	603	481	164	394	508	445	595	558	978	1,299	966	
	abs{(Prod(i)-prod estim (i))}	256	347	122	316	229	114	63	150	37	420	321	334	
Error abs. Suma err	Absolutos	256	603	725	1,042	1,271	1,385	1,448	1,597	1,634	2,054	2,375	2,709	
	MAD	256	302	242	260	254	231	207	200	182	205	216	226	
RSFE/MAD	TS	1.0	2.0	2.0	0.6	1.5	2.2	2.2	3.0	3.1	4.8	6.0	4.3	
	Error cuadrático (Error ²)	65,656.9	120,259.1	14,971.0	99,972.3	52,578.5	13,017.9	3,943.3	22,387.3	1,342.8	176,736.2	102,884.4	111,272.9	785,023

Señal de rastreo TS (Modelo 2do grado)



Modelo polinómico 3do grado	Mes	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Sumatoria
	Nro de mes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
	Producción Histórica	1,650	1,838	1,445	1,306	1,885	1,782	1,596	1,778	1,540	1,924	1,730	960	
	prod Pronost. Lineal	1,614	1,471	1,427	1,455	1,529	1,621	1,706	1,755	1,744	1,644	1,429	1,073	
Error Error Acumul	(Prod(i)-Prod estim (i))	36	367	18	-149	356	161	-110	23	-204	280	301	-113	
	RSFE	36	402	421	272	628	789	680	702	499	779	1,079	967	
Error absol. Suma err	abs{(Prod(i)-prod estim (i))}	36	367	18	149	356	161	110	23	204	280	301	113	
	Absolutos	36	402	421	570	926	1,087	1,196	1,219	1,423	1,703	2,004	2,117	
Absolut/n RSFE/MAD	MAD	36	201	140	142	185	181	171	152	158	170	182	176	
	TS	1.0	2.0	3.0	1.9	3.4	4.4	4.0	4.6	3.2	4.6	5.9	5.5	
Error cuadrático	(Error ²)	1,267.4	134,610.9	328.7	22,184.1	127,038.8	25,915.6	11,994.5	513.8	41,497.8	78,456.0	90,508.4	12,706.3	547,022

Señal de rastreo TS (Modelo 3do grado)



Resumen:

		Desviación Media Absoluta	Error cuad med	Raíz error cuad med	
Modelo	R ²	MAD	MSE	RSME	
Líneal	R ² = 0.0131		232	74,530	273
Polinómico Grado 2	R ² = 0.1802		226	65,419	256
Polinómico Grado 3	R ² = 0.4341		176	45,585	214

Fuente: Elaboración Propia.

Anexo n.º 22. Datos de Días laborables Mes, Inventario y Costos Asociados para elaboración el requerimiento de la producción de Planta Cumbemayo

Días laborables por mes													Total
MES	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	
Días de trabajo	26	26	26	25	25	25	25	25	26	26	24	24	303

Inventario		
Inventario Inicial	30	/ TN
Reserva de Seguridad Requerida	5%	de la demanda mensual

Número de inicial de trabajadores	21	Trabajadores (Plan 1)
Horas laboradas sin recargo	9	Horas / Día

Costos asociados a TN agregadas

Materiales por unidad	S/. 500.00	/ Unidad
Costo de Mantenimiento Inv.	S/. 97.25	/ Unidad / mes
Costo Marginal Agotamiento de reservas	S/. 1,000.00	/ Unidad / mes
Costo Marginal de la Subcontratación	S/. 15.00	/ Unidad
Costo de Contratación y Capacidad	S/. 850.00	/ Trabajador
Costo de Despido	S/. 170.00	/ Trabajador
Horas de trabajo requeridas por unidad	4.57	/ Unidad
Costo horas normales	S/. 4.09	/ hora
Costo del tiempo extra	S/. 8.17	/ hora

Inventario		
Inventario Inicial	14	/ TN
Reserva de Seguridad Requerida	5%	de la demanda mensual

Número de inicial de trabajadores	21	Trabajadores (Plan 1)
Horas laboradas sin recargo	9	Horas / Día

Fuente: Elaboración Propia.

Anexo n.º 23. Estrategia Producción Exacta. Fuerza Laboral Variable

Considere el nro de
trabajadores iniciales = 21

Item	Ago sto	Seti emb re	Oct ubr e	Novi embr e	Dicie mbre	Ener o	Febr ero	Marz o	Abril	May o	Juni o	Julio	TOT AL
Proyección de la demanda	1614	1471	1427	1455	1529	1621	1706	1755	1744	1644	1429	1073	18467
Inventario Inicial	14	81	74	71	73	76	81	85	88	87	82	71	884
Reserva de seguridad	81	74	71	73	76	81	85	88	87	82	71	54	923
Requerimiento Producción	1681	1464	1425	1456	1532	1626	1710	1758	1743	1639	1418	1055	18506
Inventario Final	81	74	71	73	76	81	85	88	87	82	71	54	923
Horas de Producción Req.	7676	6686	6507	6652	6998	7425	7809	8029	7961	7485	6478	4818	84525
Días de Trabajo por mes	26	26	26	25	25	25	25	25	26	26	24	24	303
Hora por mes por trabajador	234	234	234	225	225	225	225	225	234	234	216	216	2727
Trabajadores requeridos	33	29	28	30	31	33	35	36	34	32	30	22	373
Nro trabajadores al inicio del mes	21	33	29	28	30	31	33	35	36	34	32	30	372
Nuevos trabajadores contra.	12	0	0	2	1	2	2	1	0	0	0	0	20
Trabajadores despedidos	0	4	1	0	0	0	0	0	2	2	2	8	19
Nro trabajadores al final del mes	33	29	28	30	31	33	35	36	34	32	30	22	373
Costo de Contratación	\$ 10,200	\$ -	\$ -	\$ 1,700	\$ 850	\$ 1,700	\$ 1,700	\$ 850	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 17,000
Costo de los despidos	\$ -	\$ 680	\$ 170	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 340	\$ 340	\$ 340	\$ 1,360	\$ 3,230
Costo horas laboradas	\$ 31,556	\$ 27,731	\$ 26,775	\$ 27,584	\$ 28,504	\$ 30,343	\$ 32,181	\$ 33,101	\$ 32,513	\$ 30,600	\$ 26,481	\$ 19,419	\$ 346,788
Costo Total Mes	\$ 41,756	\$ 28,411	\$ 26,945	\$ 29,284	\$ 29,354	\$ 32,043	\$ 33,881	\$ 33,951	\$ 32,853	\$ 30,940	\$ 26,821	\$ 20,779	\$ 367,018

Fuente: Elaboración Propia.

Anexo n.º 24. Estrategia Fuerza Laboral Constante. Inventario Variable

Item	Ago sto	Setie mbre	Oct ubr e	Nov iem bre	Dici em bre	Ene ro	Feb rero	Mar zo	Abri l	May o	Jun io	Juli o	Total
Proyección de la demanda	1614	1471	1427	1455	1529	1621	1706	1755	1744	1644	1429	1073	18467
Inventario Inicial	14	39	208	420	542	590	545	416	237	133	129	213	3487
Reserva de seguridad	81	74	71	73	76	81	85	88	87	82	71	54	923
Requerimiento de producción	1681	1505	1290	1107	1063	1112	1246	1427	1594	1593	1372	914	15904
Producción Real esperada	1639	1639	1639	1576	1576	1576	1576	1576	1639	1639	1513	1513	19106
Inventario Final	39	208	420	542	590	545	416	237	133	129	213	653	4126
Horas de Producción Disp.	7488	7488	7488	7200	7200	7200	7200	7200	7488	7488	6912	6912	87264
Días de Trabajo por mes	26	26	26	25	25	25	25	25	26	26	24	24	303
Hora por mes por trabajador	234	234	234	225	225	225	225	225	234	234	216	216	2727
Número de Trabajadores	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	384
Unidades Faltantes	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Unidades Sobrantes	39	208	420	542	590	545	416	237	133	129	213	653	4126
Costo de los Faltantes	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Costo del inventario	\$ 3,839	\$ 20,213	\$ 40,889	\$ 52,703	\$ 57,356	\$ 53,019	\$ 40,464	\$ 23,065	\$ 12,929	\$ 12,499	\$ 20,688	\$ 63,540	\$ 401,206
Costo horas laboradas	\$ 30,600	\$ 30,600	\$ 30,600	\$ 29,423	\$ 29,423	\$ 29,423	\$ 29,423	\$ 29,423	\$ 30,600	\$ 30,600	\$ 28,246	\$ 28,246	\$ 356,608
Costo Total Mes	\$ 34,439	\$ 50,813	\$ 71,489	\$ 82,126	\$ 86,779	\$ 82,442	\$ 69,887	\$ 52,488	\$ 43,529	\$ 43,099	\$ 48,934	\$ 91,787	\$ 757,813

Fuente: Elaboración Propia.

Anexo n.º 25. Estrategia Fuerza Laboral Constante. Subcontratación

	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Total
Proyección de la demanda	1614	1471	1427	1455	1529	1621	1706	1755	1744	1644	1429	1073	18467.2512
Inventario Inicial	14	81	249	462	583	631	586	457	278	174	170	254	3940.198353
Reserva de seguridad	81	74	71	73	76	81	85	88	87	82	71	54	923.36256
Requerimiento Producción	1681	1464	1249	1066	1022	1071	1204	1386	1552	1552	1331	872	15450.41541
Inventario Final	81	249	462	583	631	586	457	278	174	170	254	695	4620.412406
Horas de Producción Disp.	7488	7488	7488	7200	7200	7200	7200	7200	7488	7488	6912	6912	87264
Días de Trabajo por mes	26	26	26	25	25	25	25	25	26	26	24	24	303
Hora por mes por trabajador	234	234	234	225	225	225	225	225	234	234	216	216	2727
Número Trabajadores prom	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	384
Producción Real estimada	1639	1639	1639	1576	1576	1576	1576	1576	1639	1639	1513	1513	19106.22316
Unidades Subcontratadas	41	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	41.24209526
Costo de Subcontratación	\$ 619	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	618.6314289
Costo del inventario	\$ 7,850	\$ 24,224	\$ 44,900	\$ 56,714	\$ 61,367	\$ 57,030	\$ 44,475	\$ 27,076	\$ 16,939	\$ 16,509	\$ 24,699	\$ 67,551	449335.1065
Costo horas laboradas	\$ 30,600	\$ 30,600	\$ 30,600	\$ 29,423	\$ 29,423	\$ 29,423	\$ 29,423	\$ 29,423	\$ 30,600	\$ 30,600	\$ 28,246	\$ 28,246	356607.6923
Costo Total Mes	\$ 39,069	\$ 54,824	\$ 75,500	\$ 86,137	\$ 90,790	\$ 86,453	\$ 73,898	\$ 56,499	\$ 47,539	\$ 47,109	\$ 52,945	\$ 95,797	\$ 806,561

Fuente: Elaboración Propia.

Anexo n.º 26. Estrategia Fuerza Laboral Constante. Tiempo Extra

	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Total
Proyección de la demanda	1614	1471	1427	1455	1529	1621	1706	1755	1744	1644	1429	1073	18467.2512
Inventario Inicial	30	81	249	462	583	631	586	457	278	174	170	254	3955.798553
Reserva de seguridad	81	74	71	73	76	81	85	88	87	82	71	54	923.36256
Requerimiento de la producción	1665	1464	1249	1066	1022	1071	1204	1386	1552	1552	1331	872	15434.81521
Prod. Real estimada	1639	1639	1639	1576	1576	1576	1576	1576	1639	1639	1513	1513	19106.22316
Horas de Producción Disp.	7488	7488	7488	7200	7200	7200	7200	7200	7488	7488	6912	6912	87264
Días de Trabajo por mes	26	26	26	25	25	25	25	25	26	26	24	24	303
Trabajadores Requeridos	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	384
Unid. Disp. Sin Tiempo Extra	1639	1639	1639	1576	1576	1576	1576	1576	1639	1639	1513	1513	19106.22316
Unidades del Tiempo Extra	26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25.64189526
Unidades Sobrantes	81	249	462	583	631	586	457	278	174	170	254	695	4620.412406
Costo Tiempo Extra	\$ 117	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 117
Costo del inventario	\$ 7,850	\$ 24,224	\$ 44,900	\$ 56,714	\$ 61,367	\$ 57,030	\$ 44,475	\$ 27,076	\$ 16,939	\$ 16,509	\$ 24,699	\$ 67,551	\$ 449,335
Costo horas laboradas T normal	\$ 2,529	\$ 2,529	\$ 2,529	\$ 2,431	\$ 2,431	\$ 2,431	\$ 2,431	\$ 2,431	\$ 2,529	\$ 2,529	\$ 2,334	\$ 2,334	\$ 29,467
Costo Total Mes	\$ 10,496	\$ 26,753	\$ 47,429	\$ 59,145	\$ 63,798	\$ 59,461	\$ 46,906	\$ 29,507	\$ 19,468	\$ 19,038	\$ 27,033	\$ 69,885	\$ 478,919

Fuente: Elaboración Propia.

ANEXO A: Técnicas utilizadas para la recolección de Datos

Anexo n.º 27. Encuesta dirigida a los trabajadores de la empresa minera P'Huyu Yuraq II E.I.R.L

OBJETIVO:

El objetivo de esta encuesta, es medir como están los parámetros de la empresa Minera P'Huyu Yuraq II E.I.R.L. en el área de producción. Nos interesa conocer su opinión, la cual nos será de gran utilidad para nuestra investigación.

INSTRUCCIONES ESPECÍFICAS:

Agradecemos colocar un aspa en el recuadro correspondiente y hacer un brevísimo desarrollo cuando se le solicita aclarar alguna pregunta.

1) ¿Consideras que los recursos disponibles para la producción de cal son bien utilizados?

() SI

() NO

2) ¿Cómo considera usted el uso de equipo de protección personal?

() MUY IMPORTANTE

() IMPORTANTE

() POCO IMPORTANTE

() NADA IMPORTANTE

3) ¿Con qué frecuencia recibes capacitaciones?

() NUNCA

() DIARIO

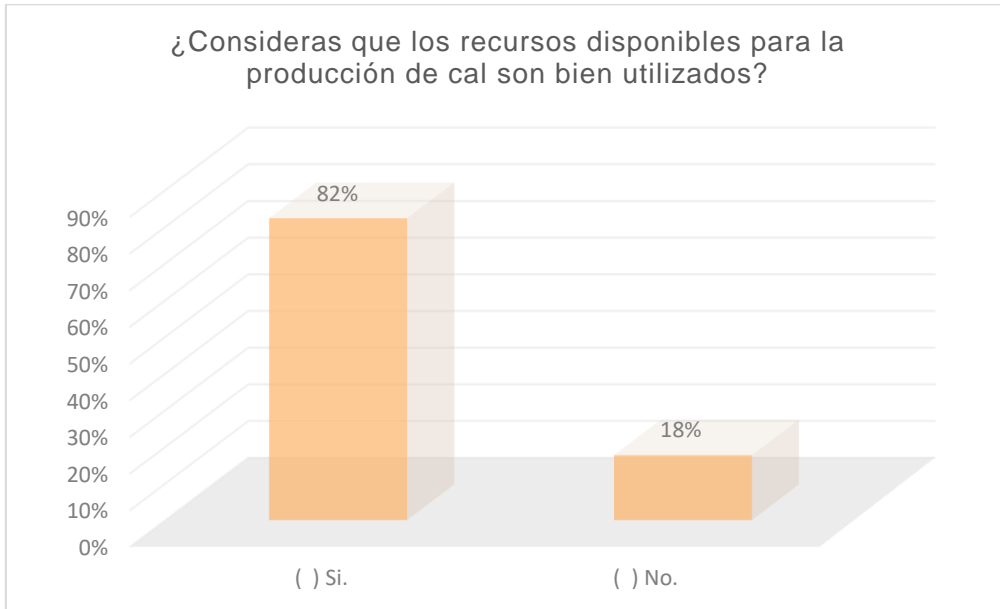
() SEMANAL

() MENSUAL

- 4) ¿Tienes clara la función a realizar en el área de producción?
- SI
- NO
- 5) ¿Considera que la maquinaria y equipo es?
- Es suficiente y con tecnología adecuada
- Es suficiente pero no adecuada o bien, es adecuada pero no suficiente
- No es suficiente ni adecuada
- 6) ¿Considera que el proceso de producción en la empresa es?
- Es lógico y funcional
- En ocasiones presenta cuellos de botella
- Frecuentemente presenta problemas y es deficiente
- 7) ¿Considera que los espacios en las áreas de trabajo son suficientes?
- SI
- NO
- 8) ¿Cómo considera el aprovechamiento de la capacidad de maquinaria y equipo?
- Su aprovechamiento es superior al 60%
- Se aprovecha entre el 40% y 60%
- Su aprovechamiento es menor al 40%

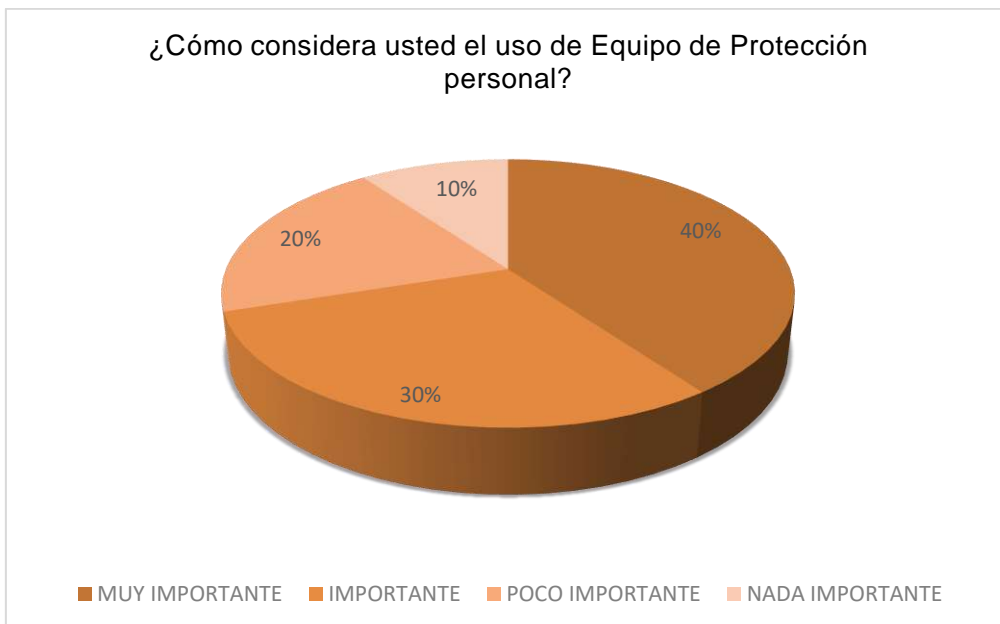
MUESTRA = 30 TRABAJADORES

Anexo n.º 28. Resultado de la pregunta 1 de la encuesta realizada a los trabajadores.



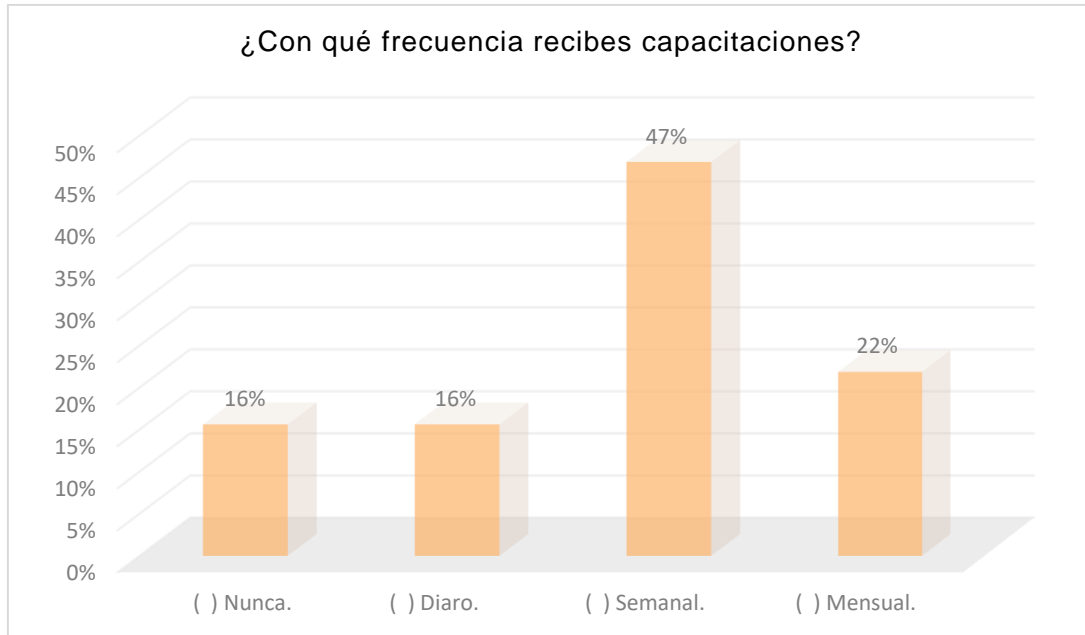
Fuente: Elaboración Propia.

Anexo n.º 29. Resultado de la pregunta 2 de la encuesta realizada a los trabajadores.



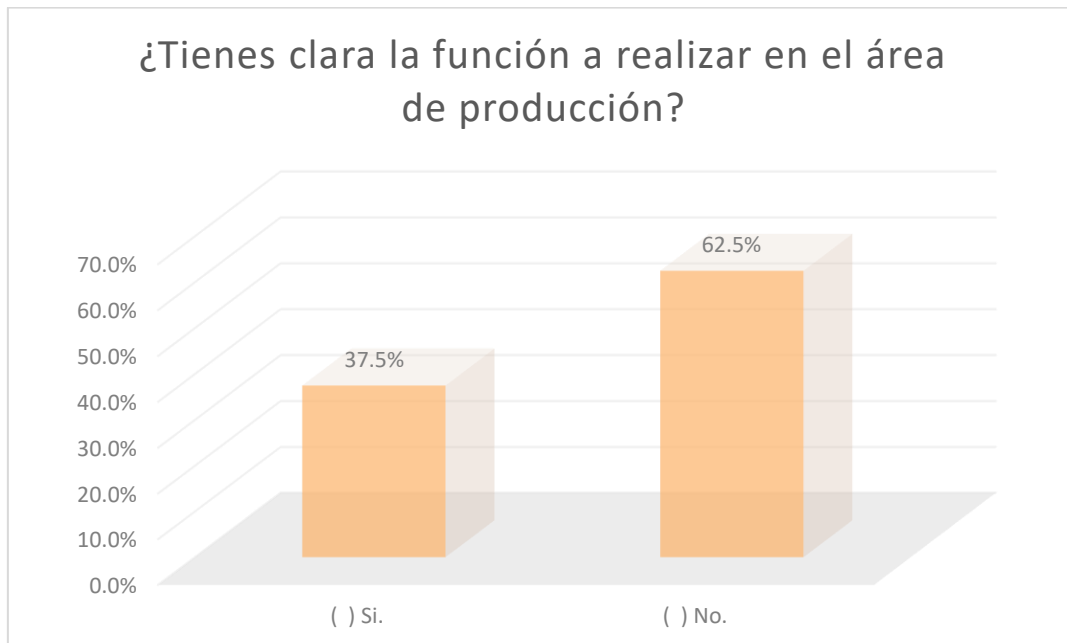
Fuente: Elaboración Propia.

Anexo n.º 30. Resultado de la pregunta 3 de la encuesta realizada a los trabajadores.



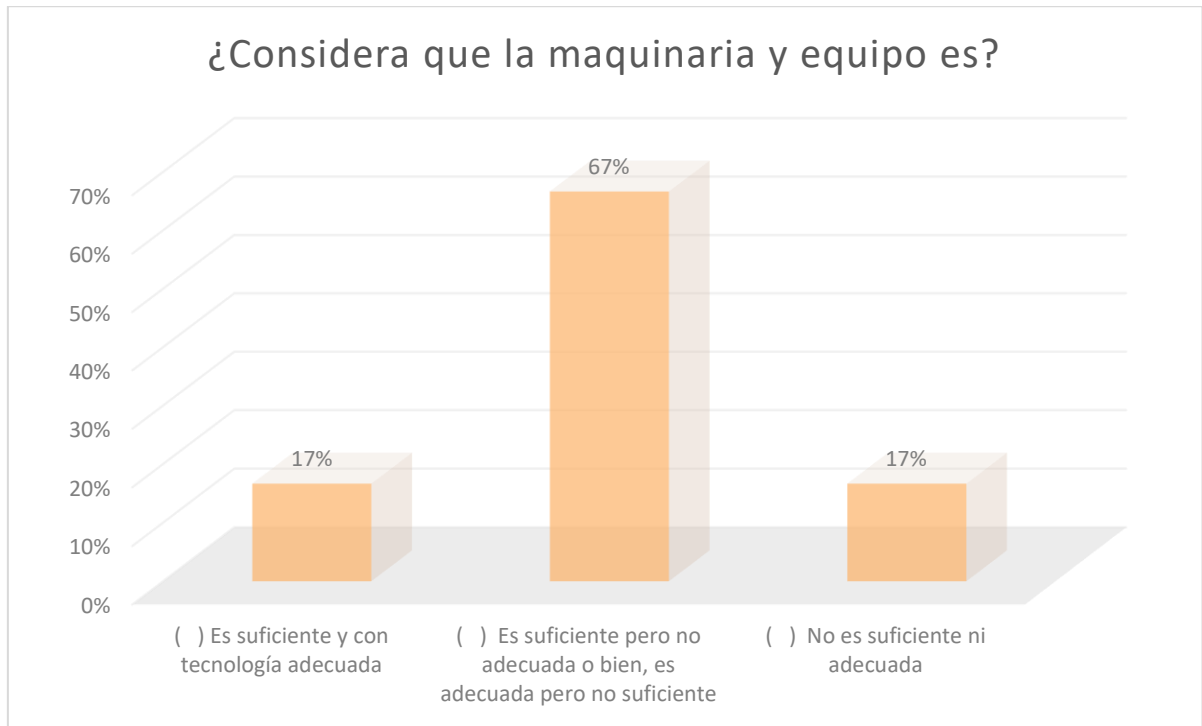
Fuente: Elaboración Propia.

Anexo n.º 31. Resultado de la pregunta 4 de la encuesta realizada a los trabajadores.



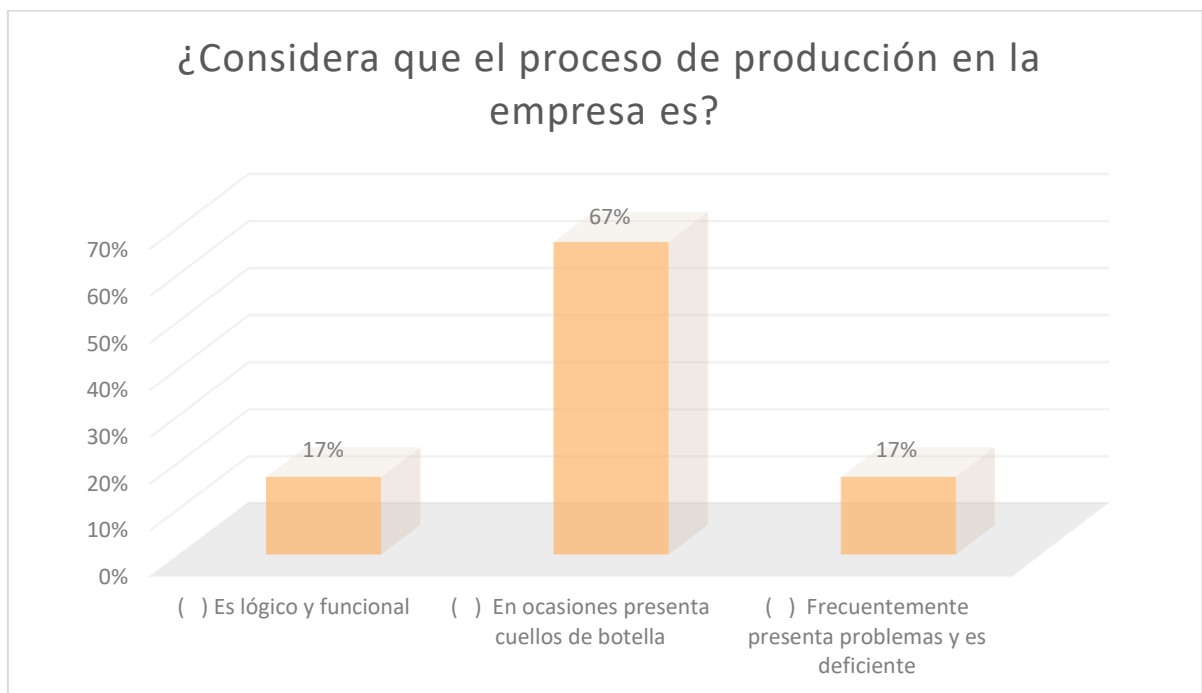
Fuente: Elaboración Propia.

Anexo n.º 32. Resultado de la pregunta 5 de la encuesta realizada a los trabajadores.



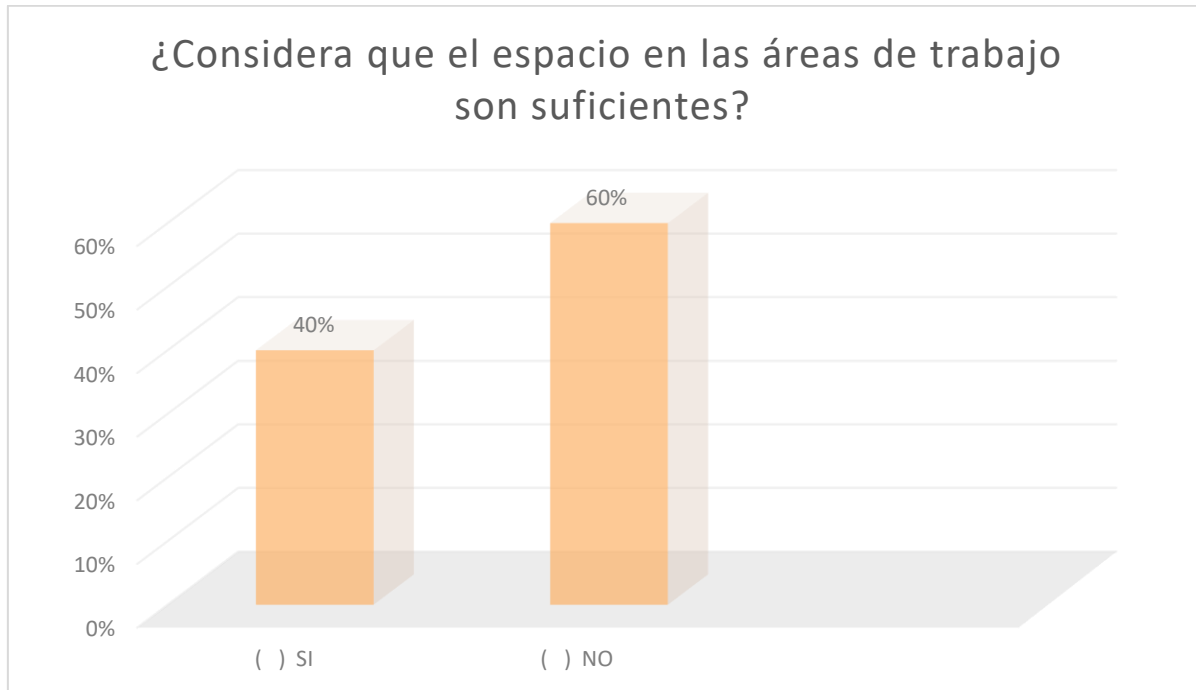
Fuente: Elaboración Propia.

Anexo n.º 33. Resultado de la pregunta 6 de la encuesta realizada a los trabajadores.



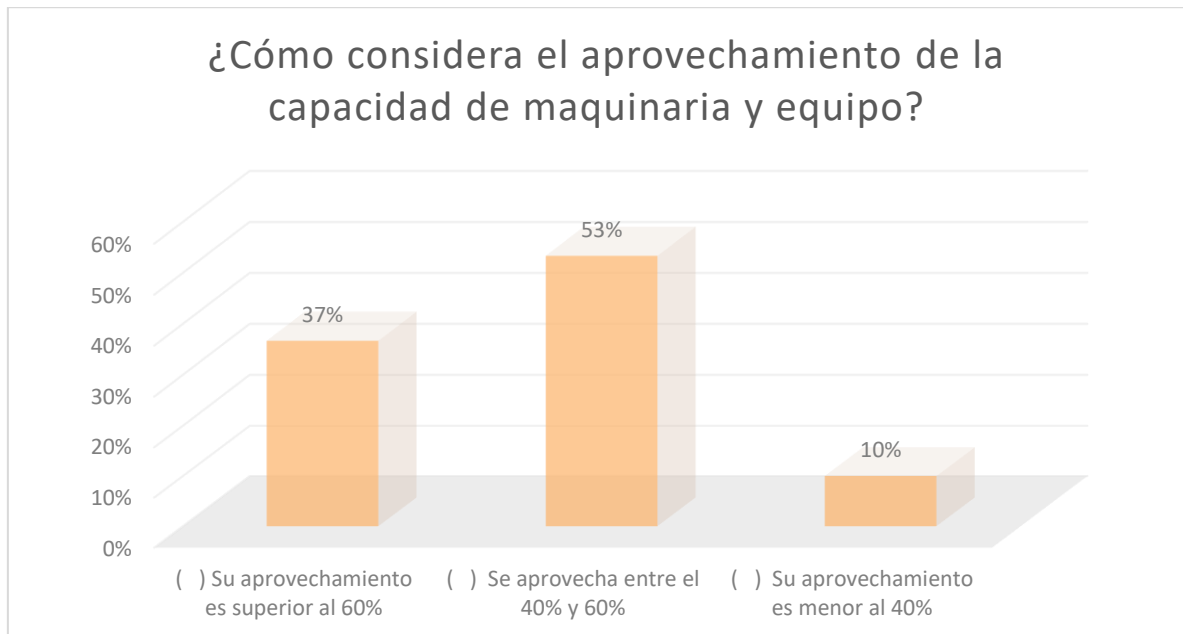
Fuente: Elaboración Propia.

Anexo n.º 34. Resultado de la pregunta 7 de la encuesta realizada a los trabajadores.



Fuente: Elaboración Propia.

Anexo n.º 35. Resultado de la pregunta 8 de la encuesta realizada a los trabajadores.



Fuente: Elaboración Propia.

Anexo n.º 36. Guía de Observación realizada en el Área de Producción de la Empresa Minera P'huyu Yuraq II E.I.R.L.

I. SITUACIÓN A OBSERVAR: Distribución de Planta: Infraestructura y Espacio Físico, Condiciones Ambientales, Higiene y Seguridad.

II. DATOS GENERALES

Fecha: 14/07/16 y 16/07/16

Área a observar: Área de Producción

Nombre de los observadores: Sthefanny Jara Díaz y Viviana Sánchez Ramírez

DISTRIBUCIÓN DE PLANTA: INFRAESTRUCTURA Y ESPACIO FÍSICO

1. Distribución de áreas:

Adecuado

Parcialmente Adecuada

Inadecuada

2. Distribución de Espacios:

Adecuado

Parcialmente Adecuada

Inadecuada

3. Maquinarias:

Adecuado

Parcialmente Adecuada

Inadecuada

4. Movimientos de Personal y materiales:

Adecuado

Parcialmente Adecuada

Inadecuada

5. Servicios: de almacenamiento, inspección y control:

Adecuado

Parcialmente Adecuada

Inadecuada

CONDICIONES AMBIENTALES

1. Ventilación:

Adecuado	Parcialmente Adecuada	Inadecuada
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

2. Iluminación:

Adecuado	Parcialmente Adecuada	Inadecuada
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

3. Ruido:

Adecuado	Parcialmente Adecuada	Inadecuada
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

4. Temperatura:

Adecuado	Parcialmente Adecuada	Inadecuada
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

5. Vibraciones:

Adecuado	Parcialmente Adecuada	Inadecuada
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

HIGIENE Y SEGURIDAD

1. Orden:

Adecuado	Parcialmente Adecuada	Inadecuada
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

2. Salud de los trabajadores:

Adecuado	Parcialmente Adecuada	Inadecuada
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

3. Vigilancia de los Factores de Riesgo:

Adecuado

Parcialmente Adecuada

Inadecuada

4. Prevención de Riesgos:

Adecuado

Parcialmente Adecuada

Inadecuada

5. Ergonomía:

Adecuado

Parcialmente Adecuada

Inadecuada

Anexo n.º 37. Entrevista: Preguntas hechas a los Capataces de la Planta de Puylucana y Cumbemayo.

PRESENTACION

Buenos días Sr..., como parte de nuestra tesis en la carrera de Ingeniería Industrial de la Universidad Privada del Norte estamos realizando una investigación del planeamiento y control de la producción de Cal Viva. La información brindada en esta entrevista es de carácter confidencial, solo será utilizada para los propósitos de la investigación. Agradecemos su tiempo para poder realizar esta entrevista.

INICIO

Empresa: Minera P'huyu Yuraq II E.I.R.L

Persona entrevistada: Héctor Bustamante e Isidro

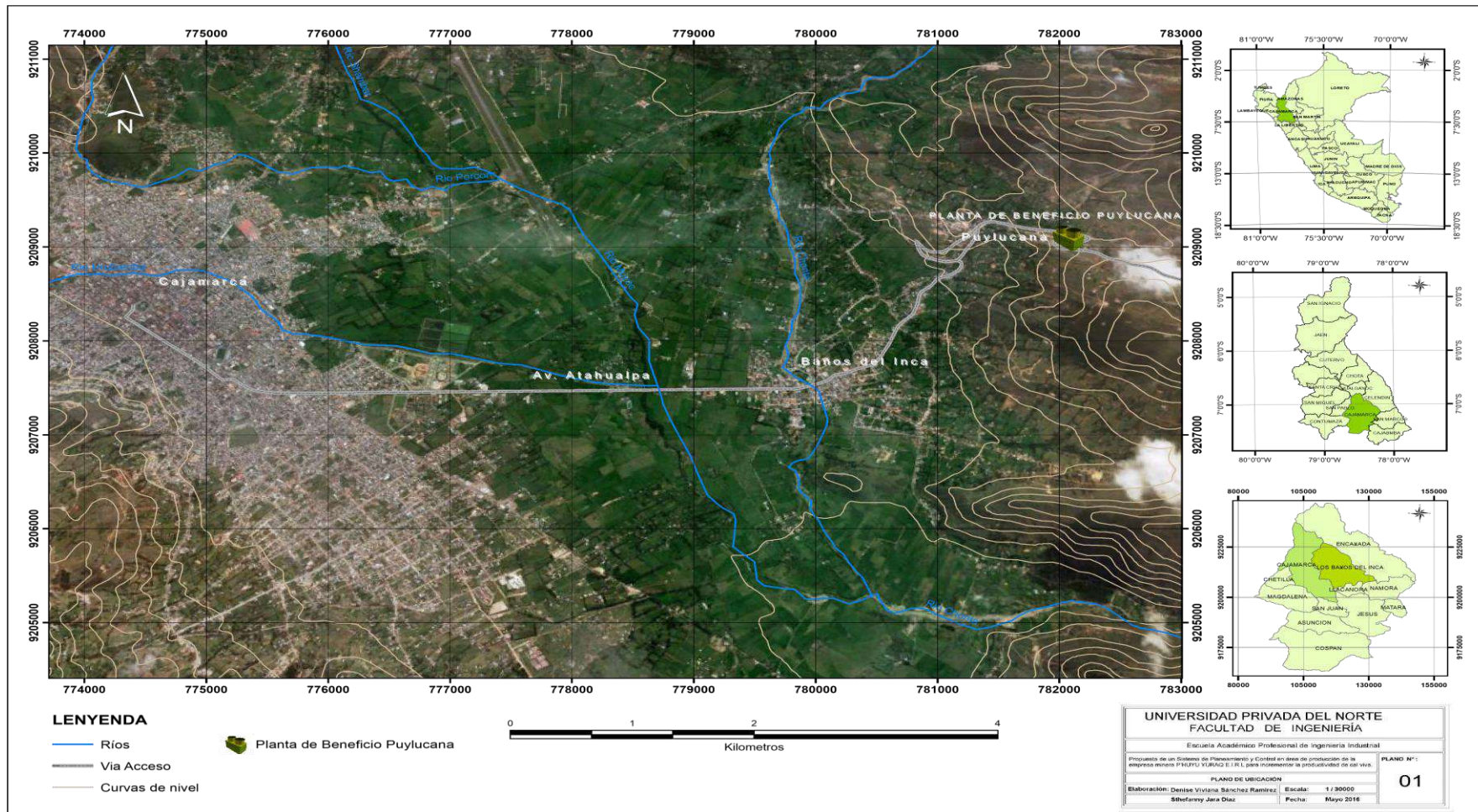
Función: Capataces del Área de Producción de la Planta Puylucana y Planta de Cumbemayo respectivamente.

GUÍA DE PREGUNTAS

1. ¿Llevan un planeamiento y control de su producción?
2. ¿Cuál es el proceso de producción?
3. ¿Cuánto es el requerimiento mensual de la planta, la empresa llega a cumplir con los objetivos planeados?
4. La seguridad juega un papel clave para los operarios de producción. ¿Estos empleados trabajan con equipos de protección personal y de ser así cada que tiempo se las renueva?
5. ¿De quién depende el abastecimiento de materiales?
6. ¿Cuál es su responsabilidad en el área de producción?
7. ¿Con cuántos trabajadores se cuenta y se encuentran en planilla?
8. ¿La maquinaria disponible es propia o alquilada?
9. ¿Se cuenta con un programa de mantenimiento?
10. ¿Se realiza capacitaciones constantes entre los trabajadores?
11. ¿Se cuenta con los recursos necesarios para realizar el proceso productivo de Cal Viva?
12. ¿La empresa es eficiente?
13. ¿La empresa está ganando o perdiendo? ¿Por qué?
14. ¿Quiénes son sus principales competidores en el mercado?
15. ¿Cómo es la estructura organizacional de la empresa?
16. ¿De qué manera se mide la temperatura de los hornos para la producción de Cal Viva?
17. ¿Los trabajadores cumplen sus funciones correctamente?
18. ¿Cuáles son los tiempos o periodo de tiempo en que se debe cumplir con el trabajo realizado?
19. ¿Se cuenta con Inventario?
20. ¿Considera el espacio de las áreas de trabajo suficiente?
21. ¿Se cuenta con algún registro para la salida de su producto terminado?
22. ¿Los trabajadores llegan a cumplir con la jornada laboral?
23. ¿De qué manera la empresa ha llegado a crecer el último año?

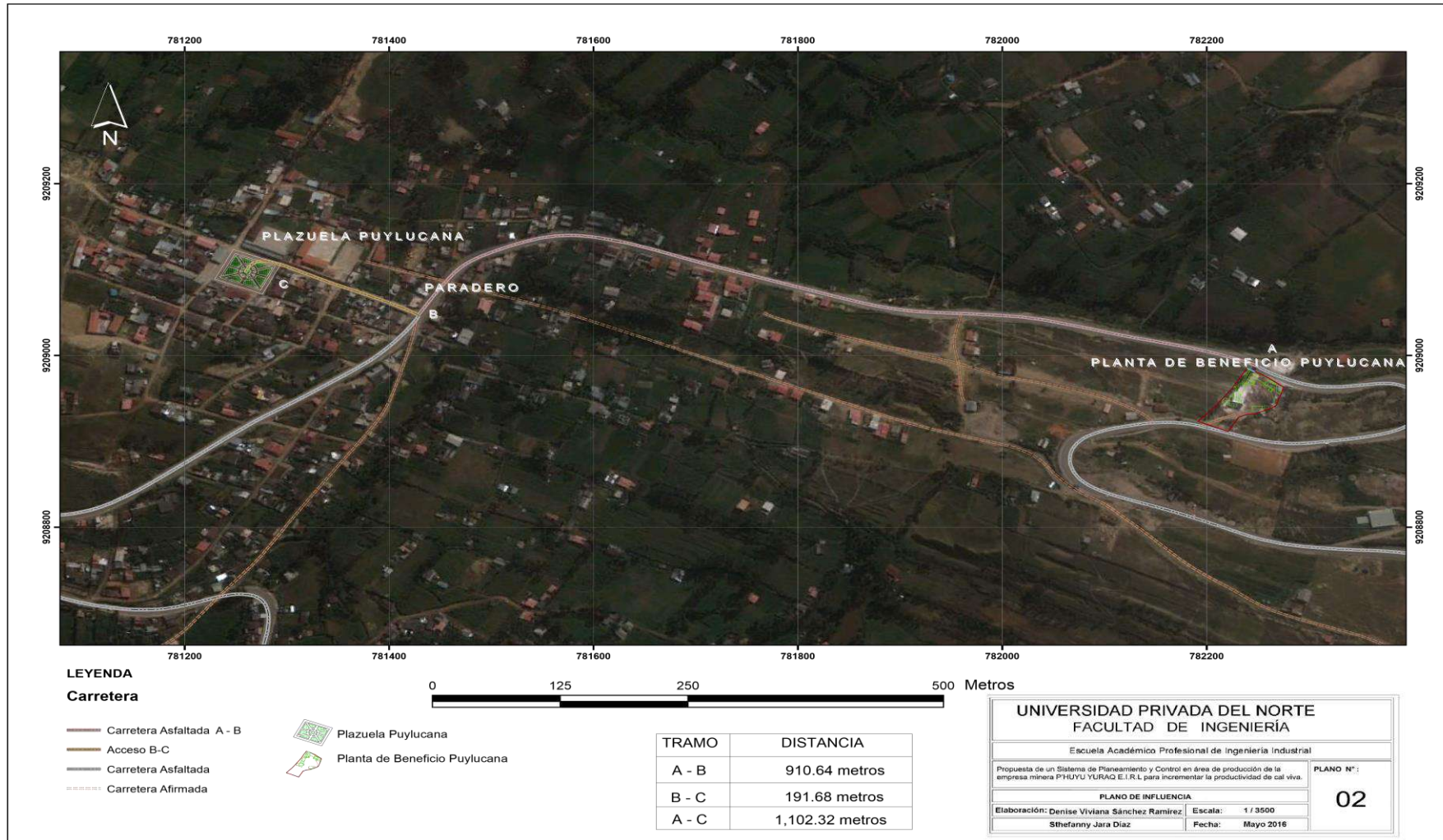
ANEXO B: Planos Puyllucana

Anexo n.º 38. Plano de Ubicación



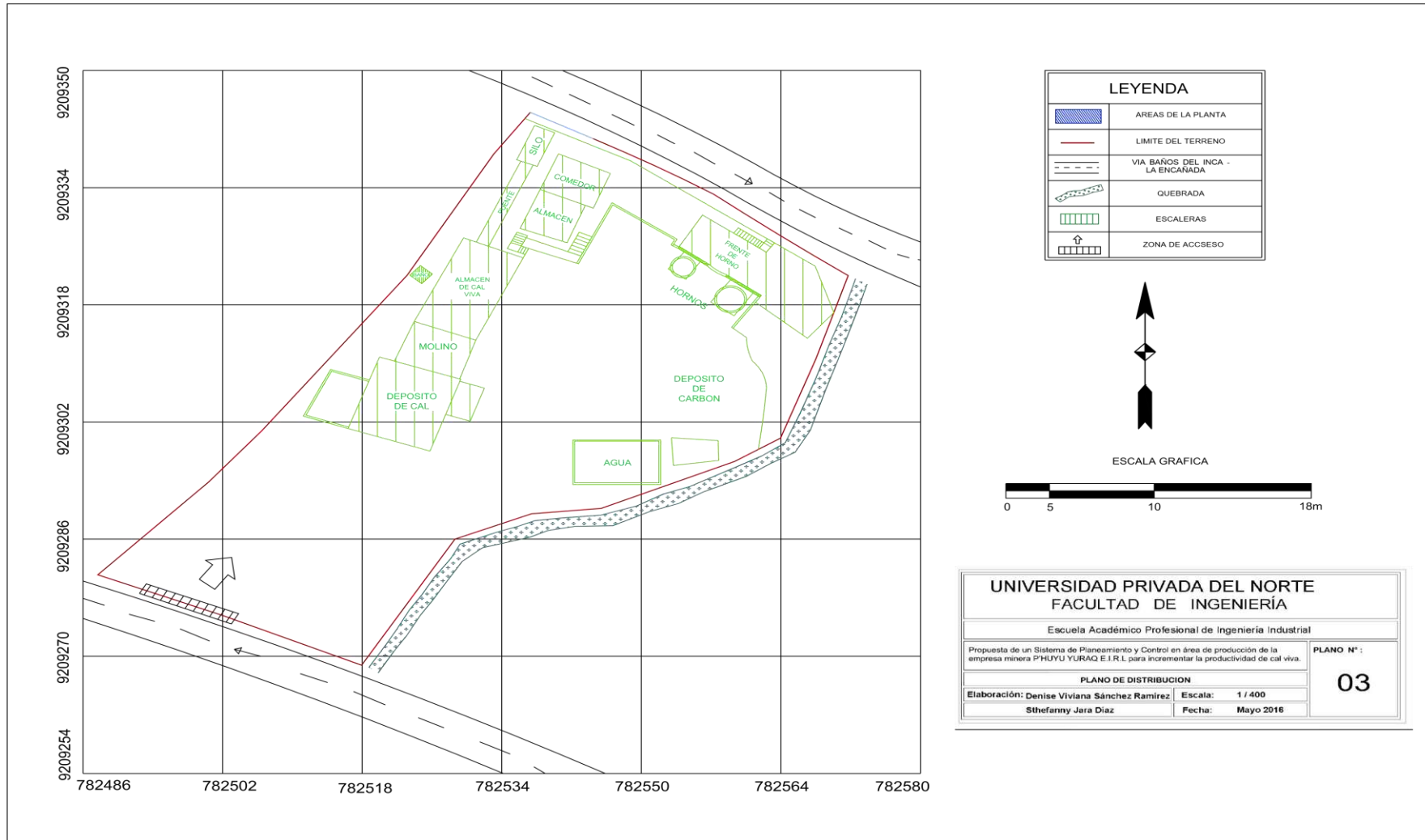
Fuente: Elaboración Propia.

Anexo n.º 39. Plano Zona Influencia



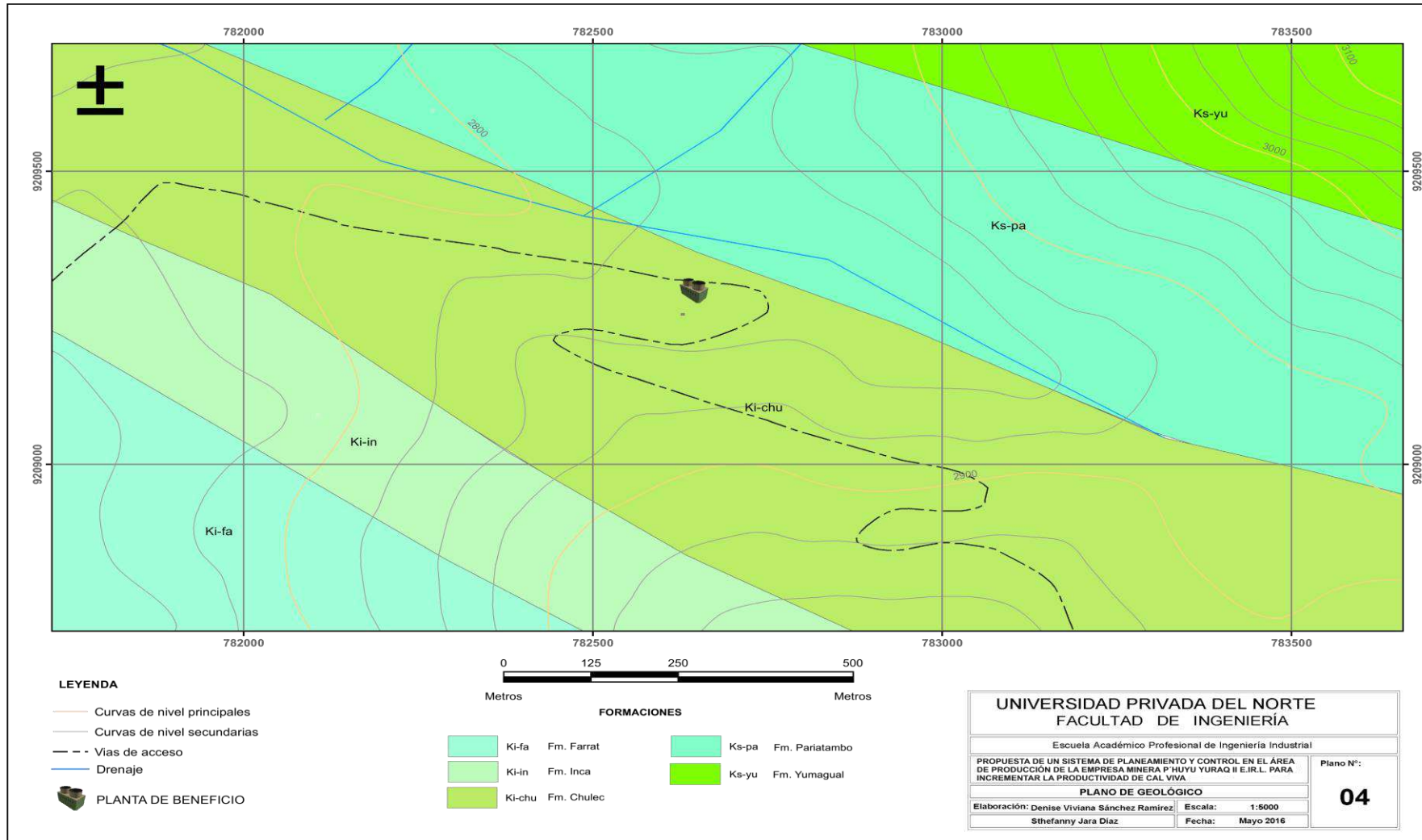
Fuente: Elaboración Propia.

Anexo n.º 40. Plano de Distribución



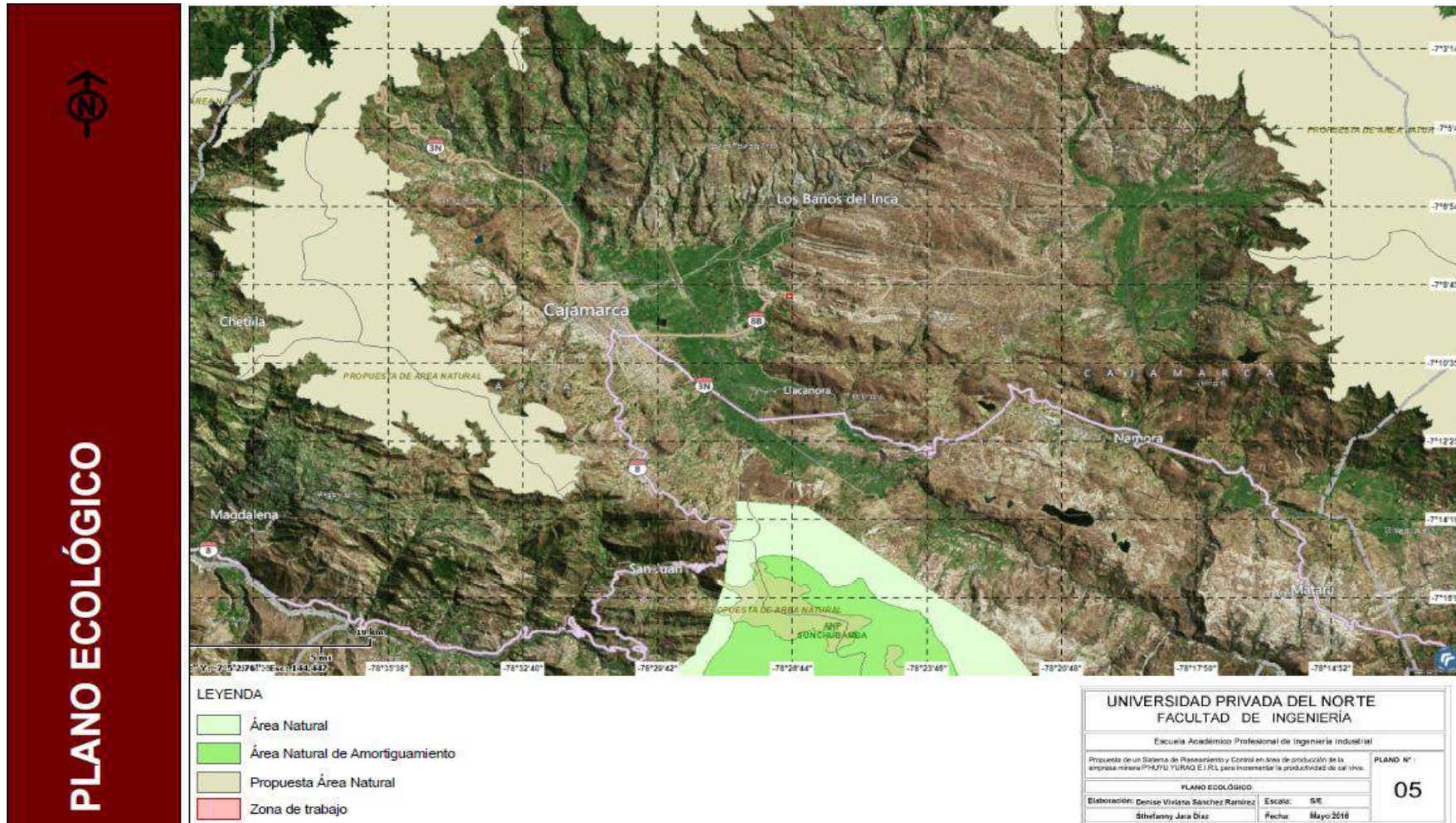
Fuente: Elaboración Propia.

Anexo n.º 41. Plano Geológico



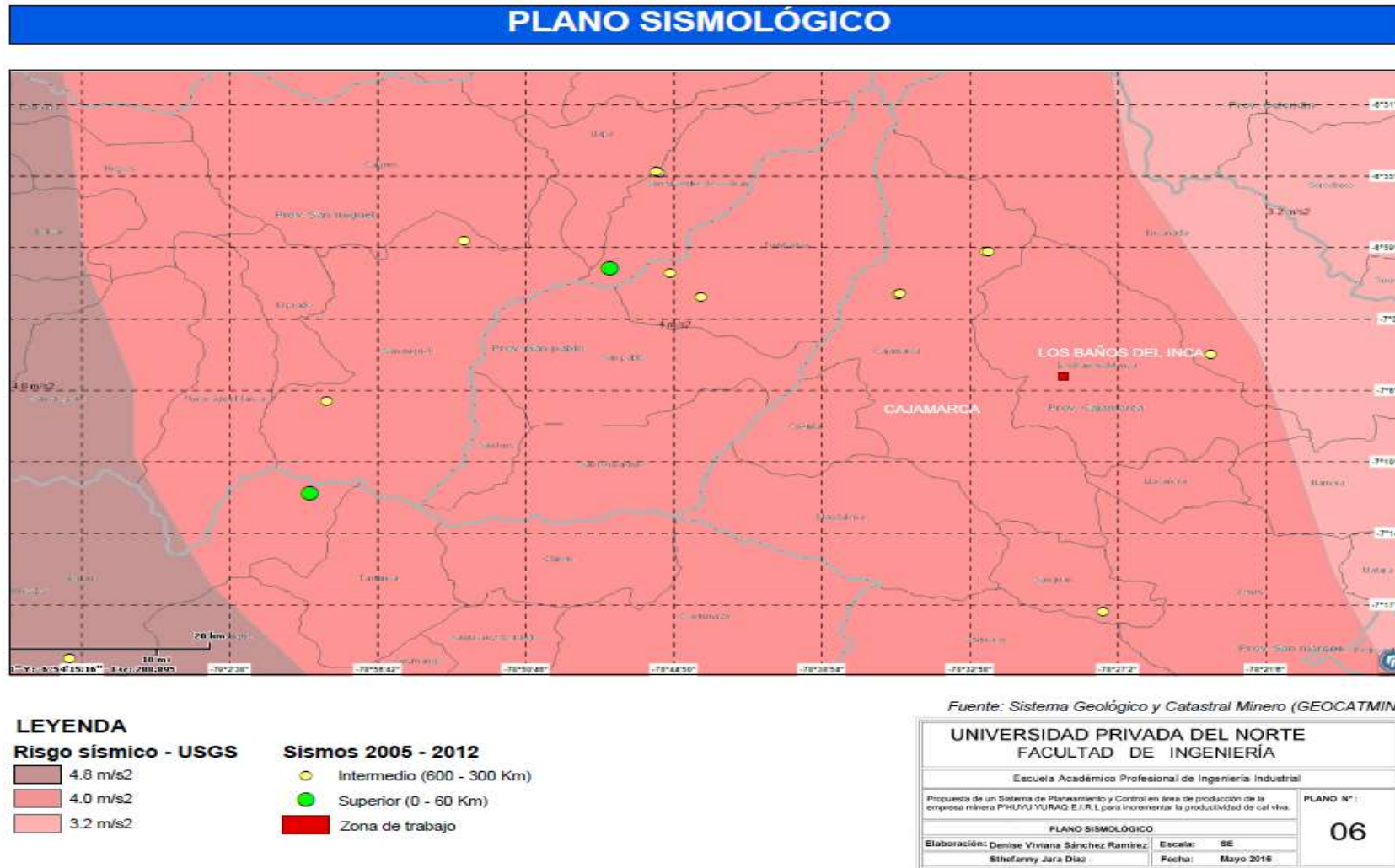
Fuente: Elaboración Propia.

Anexo n.º 42. Plano Ecológico



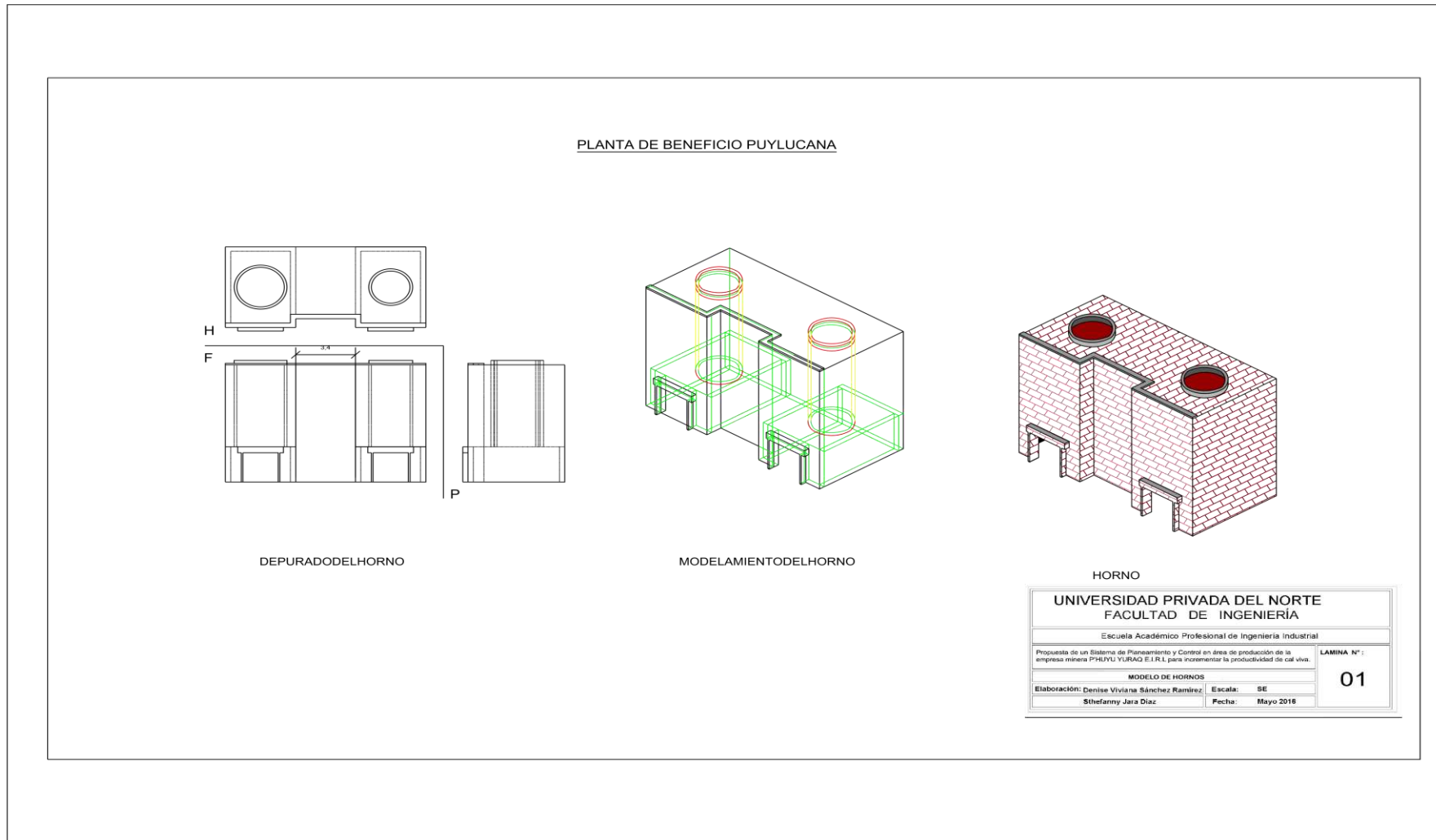
Fuente: Sistema Geológico y Catastral Minero (GEOCATMIN).

Anexo n.º 43. Plano Sismológico



Fuente: Sistema Geológico y Catastral Minero (GEOCATMIN).

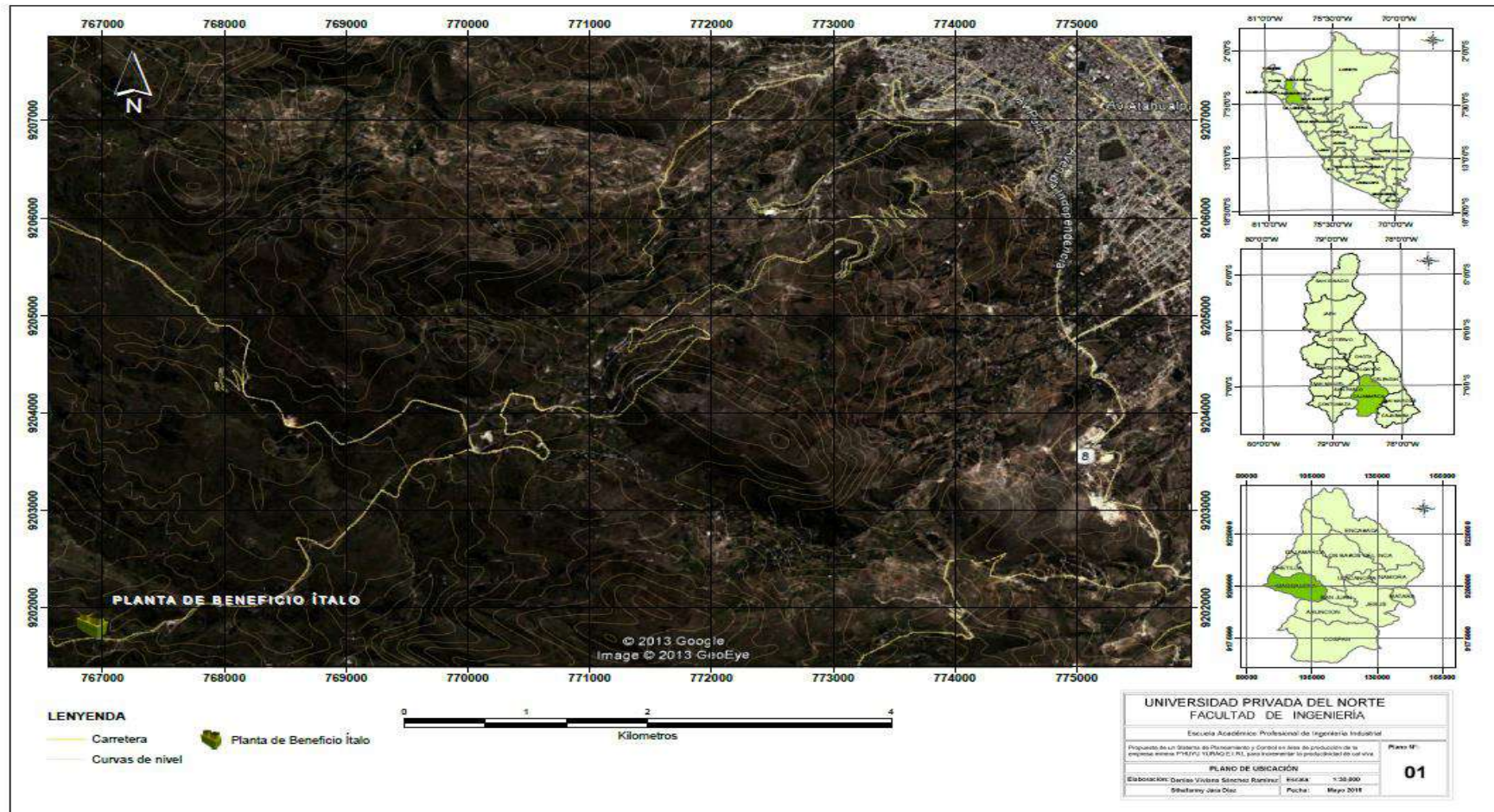
Anexo n.º 44. Plano Modelo Horno



Fuente: Elaboración Propia.

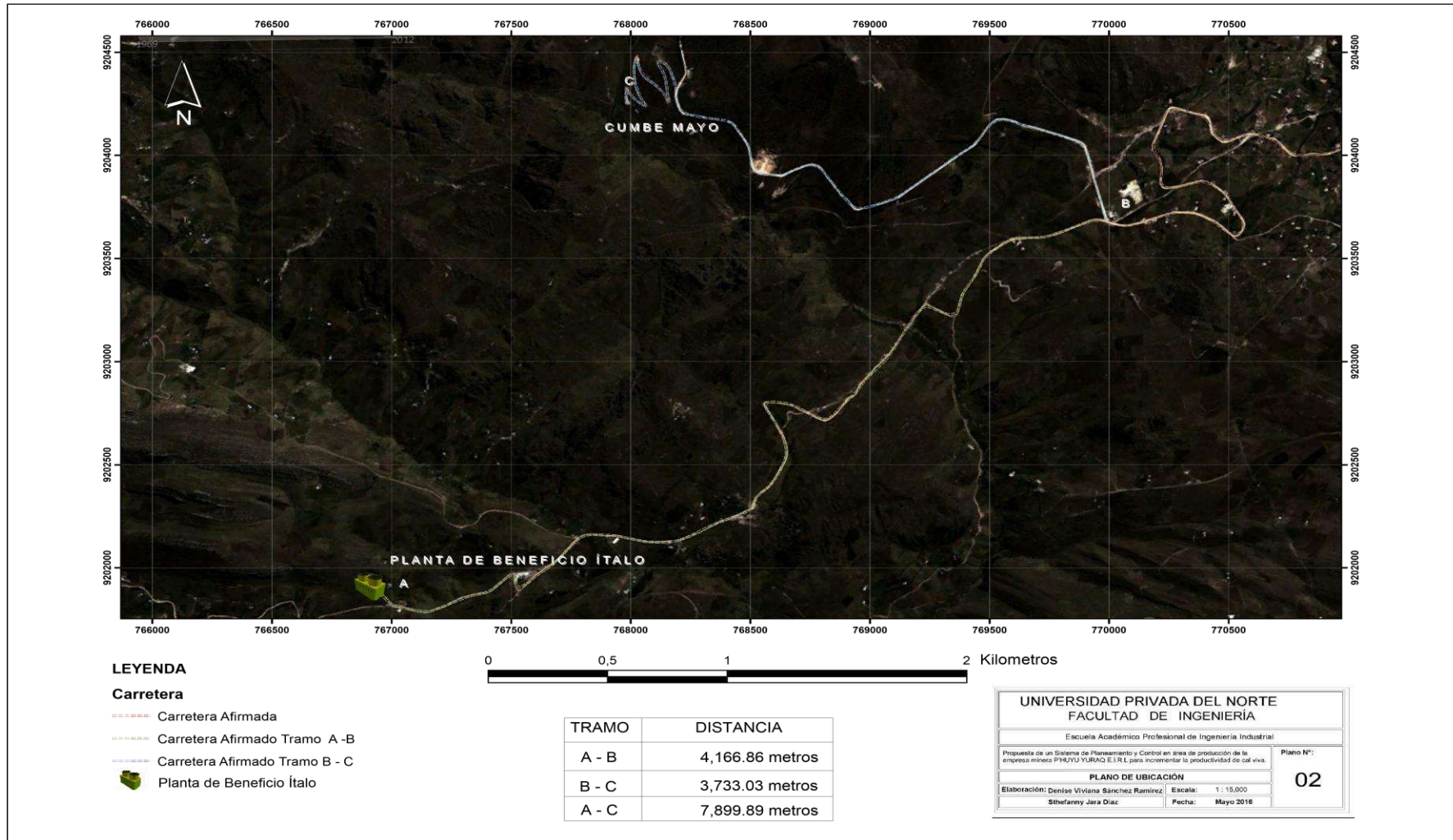
ANEXO C: Planos Cumbemayo

Anexo n.º 45. Plano de Ubicación



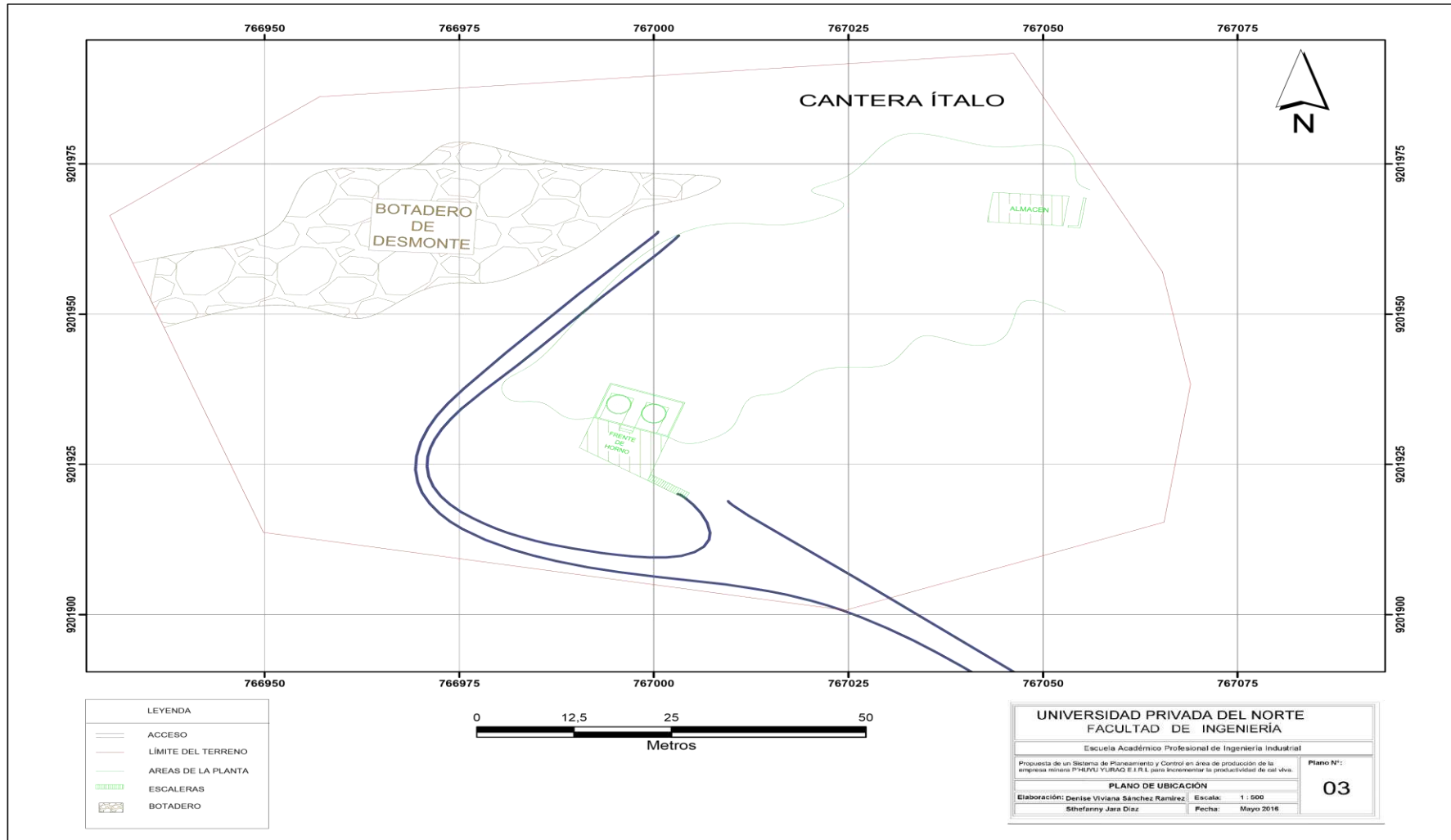
Fuente: Elaboración Propia.

Anexo n.º 46. Plano Zona Influencia



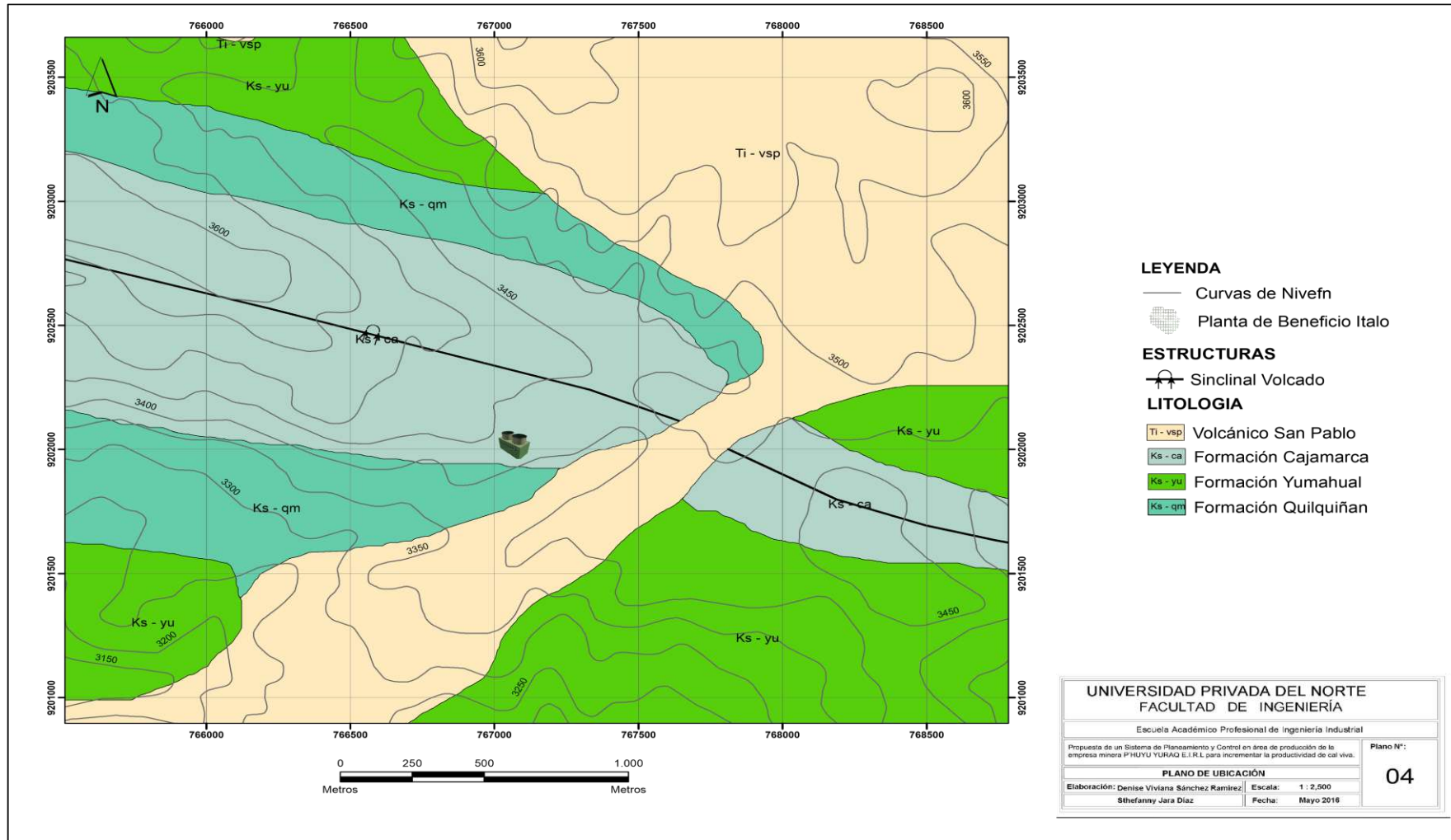
Fuente: Elaboración Propia.

Anexo n.º 47. Plano de Distribución



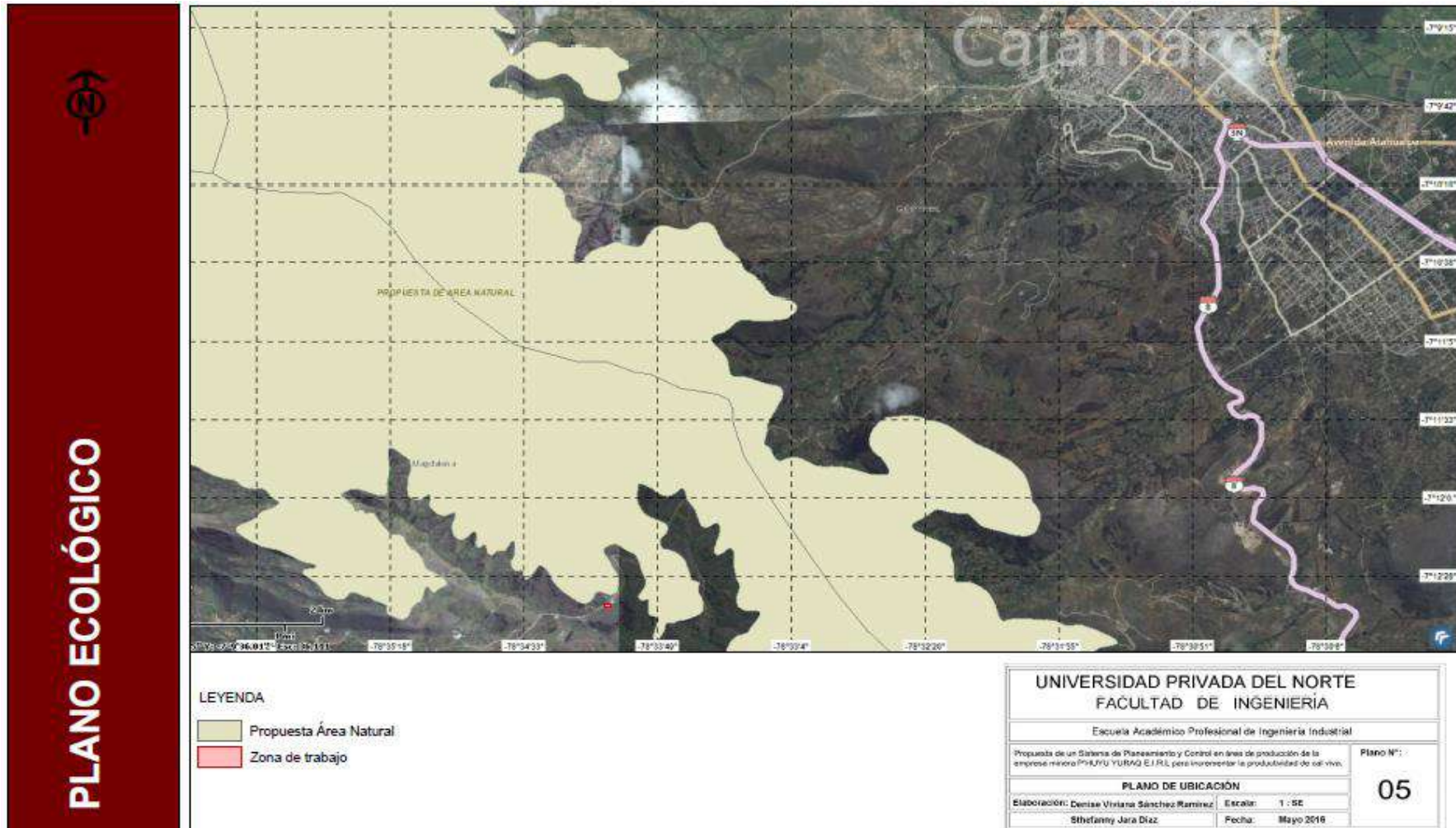
Fuente: Elaboración Propia.

Anexo n.º 48. Plano Geológico



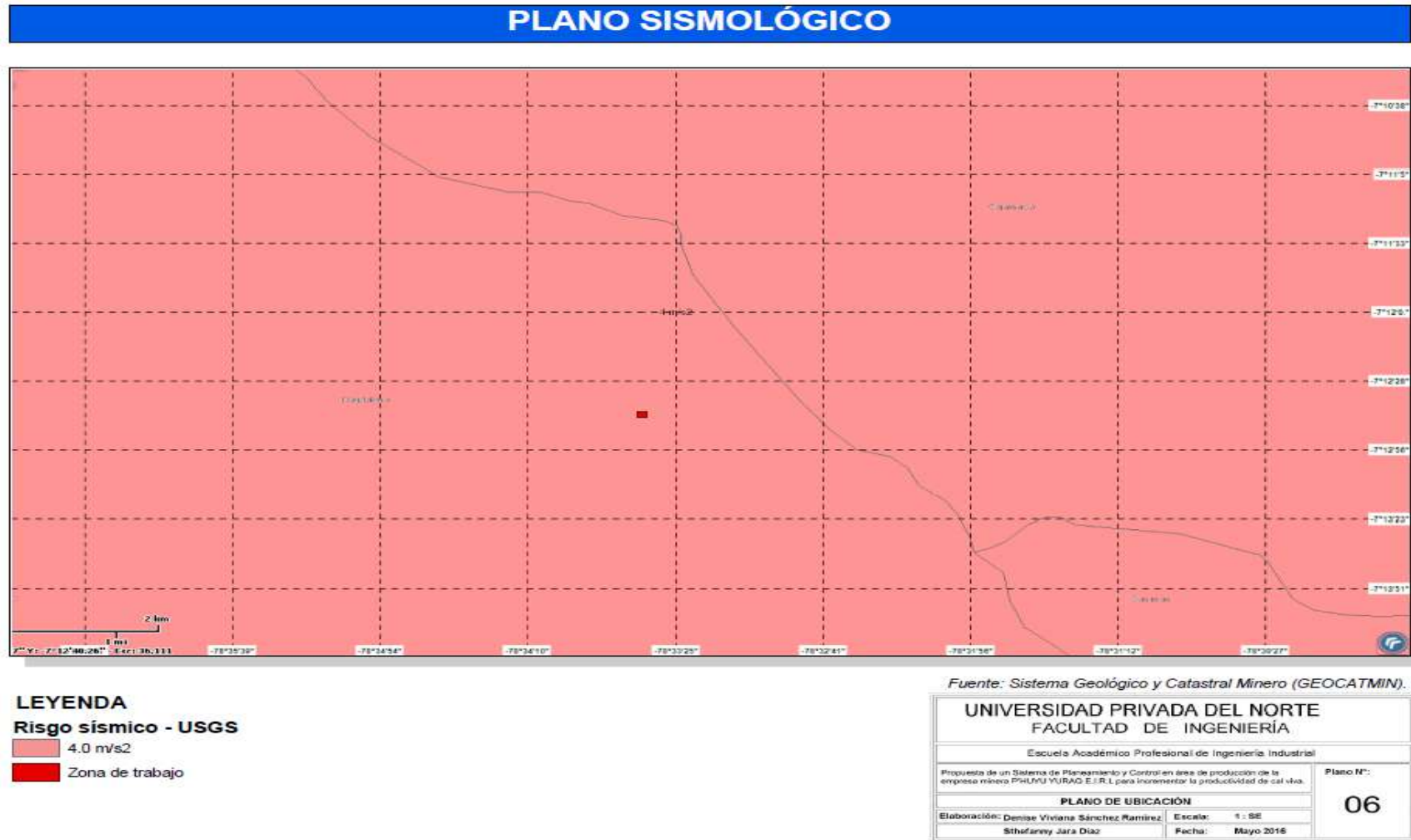
Fuente: Elaboración Propia.

Anexo n.º 49. Plano Ecológico



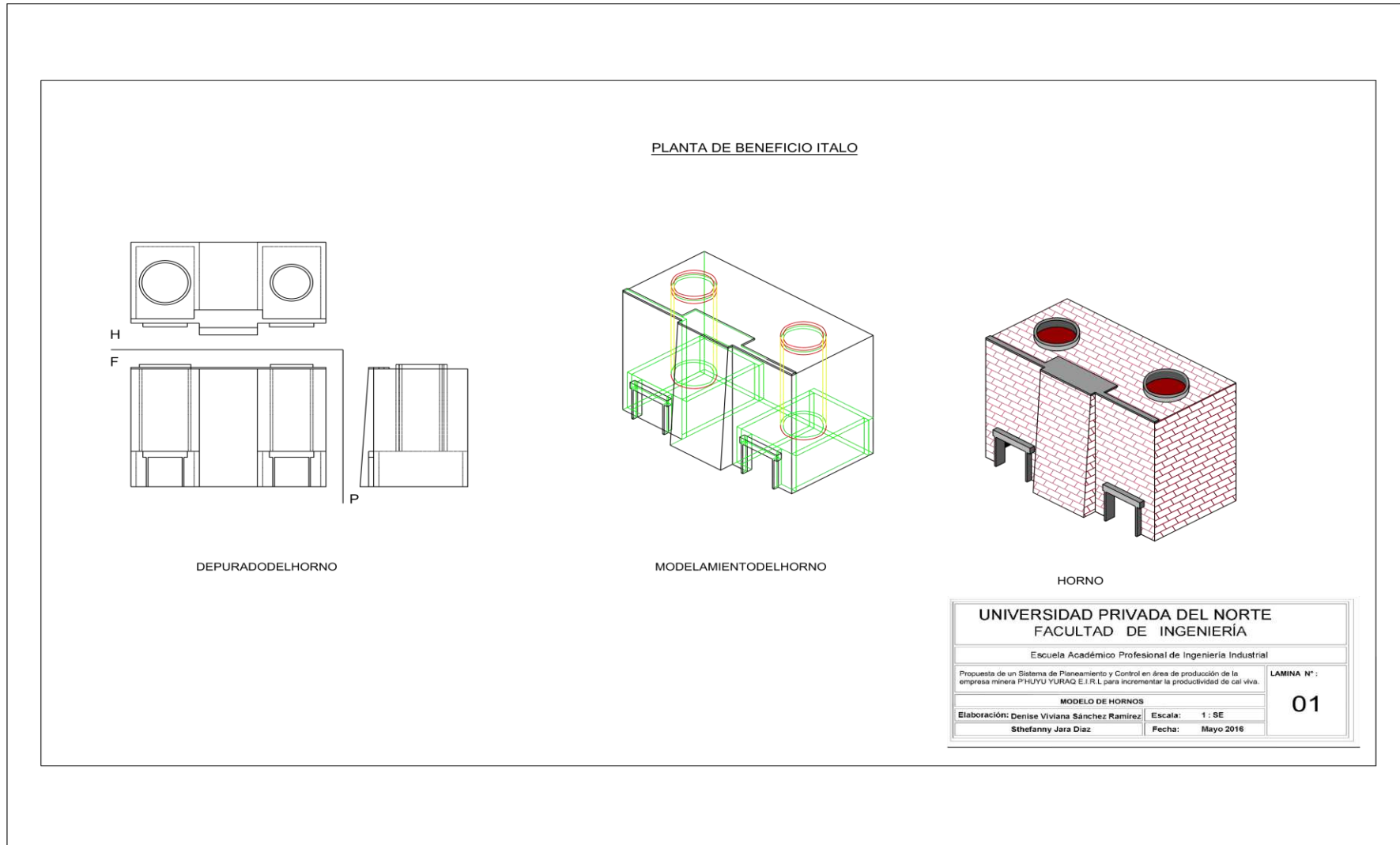
Fuente: Sistema Geológico y Catastral Minero (GEOCATMIN).

Anexo n.º 50. Plano Sismológico



Fuente: Sistema Geológico y Catastral Minero (GEOCATMIN)

Anexo n.º 51. Plano Modelo Horno



Fuente: Elaboración Propia.