

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Mecánica

Trabajo de Suficiencia Profesional

**Montaje mecánico de la chancadora primaria TSU 63"
x 118" de la unidad minera Constancia por Cosapi S. A.**

Alexis Leonardo Bellido Miranda

Para optar el Título Profesional de
Ingeniero Mecánico

Arequipa, 2025

INFORME DE CONFORMIDAD DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

A : Decano de la Facultad de Ingeniería
DE : M^a. Rafael De la Cruz Casaño
Asesor de trabajo de investigación
ASUNTO : Remito resultado de evaluación de originalidad de trabajo de investigación
FECHA : 22 de febrero de 2025

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

Título:

Montaje Mecánico de la Chancadora Primaria TSU 63" x 118" de la Unidad Minera Constancia por COSAPI S.A.

Autor:

Alexis Leonardo Bellido Miranda – EAP. Ingeniería Mecánica

Se procedió con la carga del documento a la plataforma "Turnitin" y se realizó la verificación completa de las coincidencias resaltadas por el software dando por resultado **13 %** de similitud sin encontrarse hallazgos relacionados a plagio. Se utilizaron los siguientes filtros:

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

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

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

ÍNDICE DE CONTENIDO

Asesor.....	iv
Agradecimientos.....	v
Dedicatoria	vi
Índice de contenido	vii
Lista de figuras.....	x
Resumen ejecutivo	xvi
Introduccion	xvii
Capítulo I.....	18
Aspectos generales de la empresa	18
1.1. Datos generales de la institución	18
1.2. Actividades principales de la empresa.....	18
1.2.1. Cosapi Ingeniería y Construcción.....	18
1.2.2. Cosapi Minería	19
1.2.3. Cosapi Concesiones	19
1.2.4. Cosapi Inmobiliaria	20
1.3. Reseña histórica de la empresa.....	20
1.4. Organigrama de la empresa	22
1.4.1. Sistemas de gestión integrado de la empresa.....	23
1.5. Visión y misión	24
1.5.1. Visión.....	24
1.5.2. Misión	24
1.6. Bases legales o documentos administrativos	25
1.6.1. Ética y buenas prácticas	25
1.6.2. Prácticas corporativas.....	25
1.6.3. Políticas Cosapi Ingeniería y Construcción	25
1.6.4. Certificaciones	29
1.7. Descripción del área donde se realizaron las actividades profesionales.....	32
1.8. Descripción del cargo y de las responsabilidades del bachiller en la empresa.....	33
1.8.1. Cargo desempeñado	33
1.8.2. Responsabilidades del bachiller.....	33
Capítulo II	35
Aspectos generales de las actividades profesionales	35
2.1. Antecedentes o diagnóstico situacional	35
2.2. Identificación de oportunidad o necesidad en el área de actividad profesional.....	36
2.3. Objetivos de la actividad profesional.....	37

2.3.1. Objetivo general	37
2.3.2. Objetivos específicos.....	37
2.4. Justificación de la actividad profesional	37
2.4.1. Justificación metodológica	37
2.4.2. Justificación comercial.....	37
2.4.3. Justificación técnica	38
2.5. Resultados esperados.....	38
Capítulo III.....	39
Marco teórico	39
3.1. Bases teóricas de las metodologías o actividades realizadas.....	39
3.1.1. Chancadora primaria	39
3.1.1.1. Chancadora de mandíbulas	40
3.1.1.2. Chancadora giratoria.....	41
Capítulo IV.....	44
Descripción de las actividades profesionales.....	44
4.1. Descripción de actividades profesionales	44
4.1.1. Enfoque de las actividades profesionales	44
4.1.2. Alcance de las actividades profesionales.....	44
4.1.3. Entregables de las actividades profesionales	45
4.1.3.1. Permisos previos para la realización de los trabajos diarios.....	45
4.1.3.2. Reuniones de planificación o coordinación diaria	45
4.1.3.3. Minuta del acta de reunión en campo	46
4.1.3.4. Reportes de trabajo diario de acuerdo con el formato	47
4.1.3.5. Lista de verificación (Punch List).....	48
4.1.3.6. Solicitudes de información de acuerdo con el formato (RFI).....	49
4.1.3.7. Reportes de control de calidad	51
4.2. Aspectos técnicos de la actividad profesional.....	51
4.2.1. Metodologías.....	51
4.2.1.1. Fase 1: Planificación.....	52
4.2.1.2. Fase 2: Capacitación	52
4.2.1.3. Fase 3: Ejecución.....	52
4.2.1.4. Fase 4: Validación	52
4.2.2. Técnicas	53
4.2.3. Instrumentos.....	53
4.2.4. Equipos y materiales utilizados en el desarrollo de las actividades	54
4.2.4.1. Equipos.....	54
4.2.4.2. Herramientas	54

4.2.4.3. Consumibles	55
4.2.4.4. Equipo de protección personal.....	55
4.2.4.5. Mano de obra.....	55
4.3. Ejecución de las actividades profesionales	56
4.3.1. Cronograma de actividades realizadas.....	56
4.3.2. Proceso y secuencia operativa de las actividades profesionales	58
4.3.2.1. Fase 1: planificación.....	58
4.3.2.2. Fase 2: capacitación.....	71
4.3.2.3. Fase 3: Ejecución.....	73
4.3.2.4. Fase 4: Validación	132
Capítulo V.....	133
Resultados.....	133
5.1. Resultados finales de las actividades realizadas	133
5.1.1. Resultados generales	133
5.1.2. Resultados específicos.....	133
5.2. Logros alcanzados	135
5.3. Dificultades encontradas	136
5.4. Planteamiento de mejoras	137
5.4.1. Metodologías propuestas	137
5.4.2. Descripción de la implementación	138
5.5. Análisis	138
5.6. Aporte del bachiller en la empresa	138
Conclusiones.....	140
Recomendaciones	141
Referencias	142
Anexos.....	143

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Proyecto Toromocho – Montaje de estructuras, tuberías y equipos del área húmeda de la planta concentradora	19
Figura 2. Adjudicación 4. ^a etapa extracción de mina Shougang Marcona.....	19
Figura 3. Construcción de la Línea 2 y Ramal av. Faucett – Gambetta de la Red Básica del Metro de Lima y Callao	20
Figura 4. Proyectos de Vivienda Multifamiliar	20
Figura 5. Organigrama de la empresa (1).....	22
Figura 6. Sistema de gestión de cumplimiento	23
Figura 7. Misión y Visión	24
Figura 8. Política integrada de seguridad, salud ocupacional y medio ambiente	26
Figura 9. Política de Calidad	27
Figura 10. Objetivos de seguridad, salud y medio ambiente	28
Figura 11. Certificación ISO 37001:2016	29
Figura 12. Certificación ISO 37001:2016	30
Figura 13. Certificación ISO 37301:2021	31
Figura 14. Certificación ISO 37301:2021	32
Figura 15. Descripción del proyecto	33
Figura 16. Ubicación del proyecto Constancia.....	35
Figura 17. Diagrama de flujo de chancado primario	39
Figura 18. Partes de la chancadora de tipo mandíbulas	41
Figura 19. Chancadora de mandíbulas	41
Figura 20. Partes de chancadora giratoria TSU	43
Figura 21. Especificaciones generales de la chancadora giratoria TSU.....	43
Figura 22. Lista de asistentes a las reuniones de campo.....	45
Figura 23. Minuta de reunión N.º 20.....	46
Figura 24. Formato diario de trabajos adicionales.....	47
Figura 25. Formato de lista de verificación de trabajos pendientes	48
Figura 26. Documento de requerimiento de información (parte 1)	49
Figura 27. Documento de requerimiento de información (parte 2)	50
Figura 28. Reporte de inspección de calidad	51
Figura 29. Cronograma de montaje.....	56
Figura 30. Cronograma de montaje	57
Figura 31. Tabla del cronograma de Montaje.....	57
Figura 32. Lista de capacitación de seguridad.....	59
Figura 33. Verificación de los componentes en campo	60

Figura 34. Delimitación del área de trabajo	60
Figura 35. Requerimiento de retiro de material.....	61
Figura 36. Charlas de seguridad.....	61
Figura 37. Formatos: Listos para comenzar	62
Figura 38. Lista de partes 1	63
Figura 39. Lista de partes 11	64
Figura 40. Vista del Bottom Shell.....	65
Figura 41. Esquema referencial de fuerzas del Bottom Shell	66
Figura 42. Plan de izaje del Bottom Shell	67
Figura 43. Esquema referencial del diagrama de fuerzas del Middle Shell	68
Figura 44. Plano de izaje del Middle Shell.....	69
Figura 45. Esquema referencial del diagrama de fuerzas del Top Shell	70
Figura 46. Plano de izaje del Top Shell.....	71
Figura 47. Lista de asistentes a capacitaciones sobre montaje de chancadora.....	73
Figura 48. Vista interna del pistón hidráulico	74
Figura 49. Vista de corte del cilindro hidráulico	75
Figura 50. Vista del soporte del cilindro hidráulico	75
Figura 51. Vista del soporte del cilindro hidráulico	76
Figura 52. Vista del soporte del cilindro hidráulico en posición	76
Figura 53. Vista del soporte del cilindro hidráulico listo para izaje	77
Figura 54. Vista del Bottom Shell Assembly	77
Figura 55. Vista del Outer Eccentric Bushing después del enfriamiento con nitrógeno líquido	78
Figura 56. Vista del Outer Eccentric Bushing listo para su montaje	78
Figura 57. Vista del Bottom Shell con el Outer Eccentric Bushing instalado	79
Figura 58. Vista de ingreso del Outer Eccentric Bushing.....	79
Figura 59. Verificación de los agujeros del Outer Eccentric Bushing	80
Figura 60. Montaje del Bottom Shell	80
Figura 61. Montaje del Bottom Shell	81
Figura 62. Referencia del montaje del cilindro hidráulico	82
Figura 63. Balancín triangular fabricado para alineamiento de las eslingas de izaje del soporte del cilindro hidráulico	82
Figura 64. Proceso de izaje del cilindro hidráulico	83
Figura 65. Alineamiento de los pernos del cilindro hidráulico	83
Figura 66. Proceso de montaje de cilindro hidráulico	84
Figura 67. Proceso de montaje de cilindro hidráulico	84
Figura 68. Referencia de montaje de la excéntrica	85

Figura 69. Referencia de montaje de la excéntrica	85
Figura 70. Proceso de limpieza del cono de la excéntrica	86
Figura 71. Proceso de limpieza del engrane de la excéntrica	86
Figura 72. Proceso de montaje de la excéntrica en el Outer Eccentric bushing. Descenso	87
Figura 73. Proceso de montaje de la excéntrica en el Outer Eccentric bushing.....	87
Figura 74. Descenso final de la excéntrica	88
Figura 75. Verificación del asentado de la excéntrica	88
Figura 76. Revisión del hub linner	89
Figura 77. Proceso de montaje del hub linner	89
Figura 78. Hub linner instalado.....	89
Figura 79. Protección momentánea de los componentes instalados	90
Figura 80. Referencia de montaje del Middle Shell	90
Figura 81. Referencia de montaje del Middle Shell	91
Figura 82. Preparando el Middle Shell para su montaje	91
Figura 83. Limpieza de la brida inferior.....	92
Figura 84. Proceso de descenso del Middle Shell	92
Figura 85. Alineamiento del Middle Shell con la brida del Bottom Shell	93
Figura 86. Liberación de los estrobos de izaje del Middle Shell	93
Figura 87. Colocación de tuercas del Middle Shell	94
Figura 88. Colocación de tuercas y ajuste de tuercas del Middle Shell	94
Figura 89. Bomba hidráulica del Hytorc o llave hidráulica	95
Figura 90. Ajuste de tuercas utilizando la llave hidráulica	95
Figura 91. Referencia del Dust Bonnet	96
Figura 92. Referencia del Dust Bonnet	96
Figura 93. Vista de corte del Dust Bonnet con el Dust Seal Ring	96
Figura 94. Inicio de izaje del Dust Bonnet.....	97
Figura 95. Proceso de izaje del Dust Bonnet.....	97
Figura 96. Dust Bonnet en descenso para su montaje	97
Figura 97. Dust Bonnet instalado	98
Figura 98. Referencia del Middle Shell.....	98
Figura 99. Revisión de los guíadores de pasadores de seguridad	99
Figura 100. Instalación de pasadores y pernos	99
Figura 101. Ajuste de tuercas utilizando llave hidráulica	100
Figura 102. Preparación de los Shrink Link para ser calentados en aceite	100
Figura 103. Ubicación de los alojamientos de los Shrink Link	101
Figura 104. Calentamiento de los Shrink Link.....	101
Figura 105. Colocación de los Shrink Link.....	101

Figura 106. Izaje del Top Shell	102
Figura 107. Limpieza de la brida inferior del Middle Shell antes del montaje del Top Shell	102
Figura 108. Proceso de montaje del Top Shell	102
Figura 109. Proceso de montaje del Top Shell	103
Figura 110. Proceso de ajuste de tuercas utilizando llave hidráulica.....	103
Figura 111. Referencia del contraeje.....	104
Figura 112. Proceso de montaje de contraeje	104
Figura 113. Engrane el contacto del contraeje.....	104
Figura 114. Proceso de montaje del contraeje	105
Figura 115. Especificaciones del accionamiento principal	105
Figura 116. Vista frontal del motor y arrancador	106
Figura 117. Vista lateral del motor y arrancador.....	106
Figura 118. Vista de arreglo general del sistema de accionamiento	106
Figura 119. Referencia del bastidor del motor	107
Figura 120. Bastidor del motor	107
Figura 121. Brida de acople de la extensión del contraeje	107
Figura 122. Proceso de montaje de la extensión del contraeje	107
Figura 123. Proceso de montaje de la extensión del contraeje	108
Figura 124. Proceso de montaje de la extensión del contraeje	108
Figura 125. Colocación de los pernos sin ajustar de la extensión del contraeje.....	108
Figura 126. Colocación de protección momentánea de la extensión del contraeje contra la contaminación.....	109
Figura 127. Se procede con el alineamiento	109
Figura 128. Alineamiento láser	109
Figura 129. Proceso de alineamiento láser	110
Figura 130. Verificación del margen de alineamiento láser	110
Figura 131. Vista superior de la chancadora	111
Figura 132. Referencia de canastilla de montaje de cóncavos.....	111
Figura 133. Referencia de canastilla de montaje de cóncavos listos para instalar	112
Figura 134. Presentación de cóncavos con separación de pines en el Shell de la chancadora	113
Figura 135. Vaciado del epóxico entre el Shell de la chancadora y los cóncavos	113
Figura 136. Preciso momento del vaciado del epóxico	114
Figura 137. Continuación del vaciado de epóxico.....	114
Figura 138. Protectores del Dust Bonnet y el anillo de sello de polvo	115
Figura 139. Instalación del anillo de sello de polvo	115
Figura 140. Izaje del Dust Bonnet y el anillo de selo de polvo	115

Figura 141. Montaje del Dust Bonnet en el Bottom Shell	115
Figura 142. Representación de la abrazadera de izaje	116
Figura 143. Inicio de izaje del eje del Mainshaft.....	116
Figura 144. Verticalización del eje del Mainshaft.....	117
Figura 145. Posicionamiento del Mainshaft en el alojamiento de mantenimiento	117
Figura 146. Descenso del eje al alojamiento	117
Figura 147. Desinstalación de la abrazadera de izaje	118
Figura 148. Verificación del Mantle Head Core	118
Figura 149. Izaje del Mantle Head Core	119
Figura 150. Montaje del Mantle Head Core	119
Figura 151. Descenso del Mantle Head Core en el eje del Mainshaft	119
Figura 152. Calentamiento del Mantle Head Core	120
Figura 153. Asentamiento del Mantle Head Core	120
Figura 154. Calentamiento del Sleeve antes de su montaje	121
Figura 155. Izaje del Sleeve para montaje.....	121
Figura 156. Montaje del Sleeve.....	122
Figura 157. Izaje del manto inferior del Mainshaft	122
Figura 158. Montaje del manto inferior del Mainshaft.....	123
Figura 159. Proceso de vaciado de epóxico	123
Figura 160. Momento exacto del vaciado de epóxico del manto inferior	123
Figura 161. Izaje del manto superior	124
Figura 162. Montaje del manto superior	124
Figura 163. Preparación de la tuerca del Sleeve	124
Figura 164. Izaje de la tuerca del Sleeve	125
Figura 165. Montaje de la tuerca del Sleeve	125
Figura 166. Soldeo de los pines de seguridad de la tuerca del Sleeve	125
Figura 167. Vista de acercamiento de la soldadura de los pines de seguridad del Sleeve	126
Figura 168. Izaje del Mainshaft.....	126
Figura 169. Descenso del Mainshaft para montaje	126
Figura 170. Descenso del Mainshaft en el Dust Bonnet	127
Figura 171. Descenso del Mainshaft	127
Figura 172. Vista inferior de la holgura del Mainshaft y el cóncavo.....	127
Figura 173. Asentado final del Mainshaft	128
Figura 174. Enfriamiento en nitrógeno líquido del bushing de la araña	128
Figura 175. Montaje del bushing de la araña.....	129
Figura 176. Montaje del Spider.....	129
Figura 177. Verificación del asentado del Spider.....	129

Figura 178. Alineamiento del Spider	130
Figura 179. Limpieza del Spider	130
Figura 180. Presentación de los escudos del Spider	130
Figura 181. Verificación de las interferencias de los escudos del Spider	131
Figura 182. Corrección de interferencias de los escudos del Spider.....	131
Figura 183. Sellado del Spider	131
Figura 184. Vaciado de epóxico entre los escudos y el Spider	132
Figura 185. Montaje del Spider con escudos y cúpula finalizada	132
Figura 186. Comparación de actos subestándares del área chancadora	134
Figura 187. Comparación de actos subestándares del área chancadora	134
Figura 188. Cantidad y horas hombre reportados.....	135
Figura 189. Portada del boletín informativo de Cosapi	136
Figura 190. Publicación del montaje de chancadora en la mina Constancia.....	136

RESUMEN EJECUTIVO

El propósito del presente trabajo de suficiencia profesional fue ejecutar el montaje mecánico de la chancadora primaria *Flsmidth* modelo *Gyratory Crusher TSU* en la unidad minera Constancia de la empresa *Hudbay Minerals* subsidiaria en Perú que delegó la supervisión principal del montaje de toda la planta a la empresa Ausenco y esta a su vez adjudicó el proyecto de montaje mecánico, estructural y tuberías de Constancia a la empresa Cosapi S. A.

El desarrollo de la ejecución del montaje se realizó en 4 fases donde se detalla lo siguiente:

Fase 1: planificación: en donde se realizaron las proyecciones de las secuencias de montaje de todos los componentes mecánicos de la chancadora y también se realizó la proyección de las secuencias de izaje mediante el estudio de maniobras para llegar a realizar el plan de izaje de cada componente que requiera de ello, así como también el uso y disponibilidad de equipo necesario para su realización.

Fase 2: capacitación: se realiza a todo aquel personal nuevo involucrado durante todo el proceso de montaje de la chancadora primaria.

Fase 3: ejecución: en esta fase se empiezan a desarrollar los trabajos antes planificados coordinando en cada momento sobre los equipos y personal a requerir, así como la disponibilidad de los componentes a ser montados para realizar su respectiva preparación. También en esta fase se detallan los procedimientos por seguir para ciertos componentes y todos los requisitos exigidos por el fabricante para lograr su aprobación.

Fase 4: validación: en esta fase se realizó la verificación del cumplimiento de los procedimientos y requisitos exigidos por el fabricante del equipo que generalmente está a cargo del departamento de control de calidad con los reportes de control de calidad para dar la conformidad del fabricante y cliente y así generar el *dossier* de calidad y que el fabricante brinde el certificado de garantía correspondiente por el trabajo realizado.

En conclusión, fue un hito muy importante para el proyecto Constancia el haber logrado con éxito la ejecución del montaje de la chancadora primaria cumpliendo los parámetros del fabricante, así como evitando accidentes realizando un trabajo seguro y de calidad.

Palabras claves: chancadora, ensamble, izaje, minería, montaje