

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil

Trabajo de Suficiencia Profesional

**Control de calidad para el sellado hidráulico en las
ventanas de la torre de captación N.º 1 de agua
recuperada-presa de relaves cortadera - Minera
Angloamerican Quellaveco Moquegua**

Jakaru Julia Gonzales Santos

Para optar el Título Profesional de
Ingeniero Civil

Huancayo, 2023

DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD

Yo, Jakaru Julia Gonzales Santos, identificado(a) con Documento Nacional de Identidad No. 72132714, de la E.A.P. de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería la Universidad Continental, declaro bajo juramento lo siguiente:

1. El trabajo de suficiencia profesional titulado: "CONTROL DE CALIDAD PARA EL SELLADO HIDRÁULICO EN LAS VENTANAS DE LA TORRE DE CAPTACIÓN N° 1 DE AGUA RECUPERADA-PRESA DE RELAVES CORTADERA – MINERA ANGLOAMERICAN QUELLAVECO MOQUEGUA", es de mi autoría, la misma que presento para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil.
2. El trabajo de suficiencia profesional no ha sido plagiado ni total ni parcialmente, para la cual se han respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas, por lo que no atenta contra derechos de terceros.
3. El trabajo de suficiencia profesional es original e inédito, y no ha sido realizado, desarrollado o publicado, parcial ni totalmente, por terceras personas naturales o jurídicas. No incurre en autoplagio; es decir, no fue publicado ni presentado de manera previa para conseguir algún grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados son reales, pues no son falsos, duplicados, ni copiados, por consiguiente, constituyen un aporte significativo para la realidad estudiada.

De identificarse fraude, falsificación de datos, plagio, información sin cita de autores, uso ilegal de información ajena, asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a las acciones legales pertinentes.

20 de Noviembre de 2023.



Jakaru Julia Gonzales Santos

DNI. No. 72132714

ÍNDICE GENERAL

AGRADECIMIENTOS	ii
DEDICATORIA	iii
ÍNDICE GENERAL	iv
ÍNDICE DE FIGURAS	viii
ÍNDICE DE TABLAS	xii
RESUMEN EJECUTIVO	xiv
INTRODUCCIÓN	xv
1. CAPÍTULO I. ASPECTOS GENERALES DE LA EMPRESA O INSTITUCIÓN	1
1.1 Datos generales de la institución	1
1.2 Actividades principales de la institución y/o empresa	1
1.3 Reseña histórica de la institución y/o empresa	1
1.3.1 Valores corporativos.	2
1.4 Organigrama de la institución o empresa	3
1.5 Visión, misión y propósito	4
1.6 Bases legales o documentos administrativos	4
1.7 Descripción del área donde realiza sus actividades profesionales	5
1.7.1 Área de calidad.	5
1.8 Descripción del cargo y de las responsabilidades del Bachiller en la institución y/o empresa	6
1.8.1 Descripción del cargo	6

1.8.2	Descripción de actividades desarrolladas como Bachiller.....	6
2	CAPÍTULO II. ASPECTOS GENERALES DE LAS ACTIVIDADES PROFESIONALES	8
2.1	Antecedentes o diagnóstico situacional	8
2.2	Identificación de oportunidades o necesidad en el área de actividad profesional	9
2.3	Objetivos de la actividad profesional.....	10
2.3.1	Objetivo general.....	10
2.3.2	Objetivos específicos.....	10
2.4	Justificación de la actividad profesional	11
2.4.1	Justificación técnica.....	11
2.4.2	Justificación económica.....	11
2.4.3	Justificación social.....	11
2.5	Resultados esperados.....	12
3	CAPÍTULO III. MARCO TEÓRICO	14
3.1	Bases teóricas de las metodologías o actividades realizadas.....	14
3.1.1	Relave minero.....	14
3.1.2	Manejo, tratamiento y disposición de relaves.....	15
3.1.3	Presas de relave.....	16
3.1.4	Clasificación de la ISO.....	26
3.1.5	Control de calidad.....	28
4	CAPÍTULO IV. DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES PROFESIONALES	33

4.1	Descripción de las actividades profesionales	33
4.1.1	Enfoque de las actividades profesionales.	33
4.1.2	Alcance de las actividades profesionales.....	34
4.1.3	Entregables de las actividades profesionales.	37
4.2	Aspectos técnicos de la actividad profesional	75
4.2.1	Metodología.	75
4.2.2	Técnicas.....	78
4.2.3	Instrumentos.	80
4.2.4	Equipos y materiales utilizados en el desarrollo de las actividades.	89
4.3	Ejecución de las actividades profesionales	90
4.3.1	Cronograma de actividades realizadas.	90
5	CAPÍTULO V. RESULTADOS	93
5.1	Resultados finales de las actividades realizadas	93
5.1.1	Documentos generales.	93
5.1.2	Control de calidad en el proceso de fabricación de losetas de concreto.....	96
5.1.3	Control de calidad en el proceso instalación de losetas prefabricadas.....	104
5.1.4	Presentación de evidencia del control de información al cliente.	105
5.2	Logros alcanzados	105

5.3	Dificultades encontradas	105
5.4	Planteamiento de mejoras.....	106
5.4.1	Metodologías propuestas.....	107
5.4.2	Descripción de la implementación.....	107
5.5	Análisis.....	108
5.6	Aporte del Bachiller en la institución.....	108
	CONCLUSIONES.....	110
	RECOMENDACIONES	112
6	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	113
	ANEXOS	115

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Organigrama de la Institución	3
Figura 2. Ubicación específica dique de relaves cortadera.....	9
Figura 4. Generación, tratamiento y disposición de los relaves (colas)	14
Figura 3. Fracciones de un relave (cola) minero.....	14
Figura 5. Tratamiento y disposición de los relaves (colas).	15
Figura 6. Esquema básico en planta de presa de relaves (colas).	17
Figura 7. Esquema perfil de una presa de relaves (colas), vista de perfil.....	18
Figura 8. Método constructivo presa de relaves (colas) aguas arriba.....	19
Figura 9. Método constructivo presa de relaves (colas) aguas abajo.	19
Figura 10. Método constructivo presa de relaves (colas) eje central.	19
Figura 11. Esquema básico en planta de depósito de relaves (colas).....	20
Figura 12. Descarga relaves (colas) en depósito.....	21
Figura 13. Torre de captación N.º 1.....	23
Figura 14. Losetas prefabricadas 30cmx9.8cm.	24
Figura 15. Torre de captación con elementos para instalación de losetas. ..	24
Figura 16. Clasificación de Normas ISO.....	26
Figura 17. Diferencias de las normas ISO 9001:2008 - ISO 9001:2015.....	28
Figura 18. Elementos de la torre de captación	36
Figura 19. IMCO SERVICIOS S.A.C. 20-06-2022 Plan de Calidad aprobado por AAQ.....	38
Figura 20. IMCO servicios S.A.C. 02-05-2022 Procedimiento transporte, colocación y curado de concreto aprobado por AAQ.....	39
Figura 21. IMCO Servicios SAC 25-04-2022 Procedimiento del control dimensional aprobado por AAQ.....	40

Figura 22. IMCO servicios SAC 25-04-2022 Procedimiento recepción de materiales y equipos aprobado por AAQ	40
Figura 23. IMCO servicio SAC 27-06-2022 Plan de Inspección y ensayo: Colocación de Losetas en Torres de Captación de Agua recuperada.....	41
Figura 24. SERGEO 2022 - Diseño de mezcla $f'c= 300 \text{ kgf/cm}^2$	43
Figura 25. SERGEO EIRL 2022-Resultado a los 7 días del Ensayo a la Compresión de Materiales de baja resistencia controlada ASTM C39/C39M - 20.....	44
Figura 26. SERGEO EIRL - Resultados a los 28 días del ensayo de resistencia a la compresión de materiales de baja resistencia controlada ASTM C39/C39M-20	45
Figura 27. Dosificación de la mezcla de concreto para la fabricación de losetas. Elaboración propia.	47
Figura 28. IMCO SERVICIOS SAC 2022 - Difusión de procedimientos y capacitación de la política de calidad, objetivos y plan de calidad.....	48
Figura 29. Inspección y verificación de Recepción de materiales.....	49
Figura 30. Log de Equipos con certificados de calibración.....	51
Figura 31. Verificación de las medidas del encontrado.	52
Figura 32. Plano con medidas del encontrado.....	53
Figura 34. Inspección y verificación del armado de acero.	54
Figura 33. Instalación de acero de refuerzo al encofrado.....	54
Figura 35. Verificación de las medidas del acero de acuerdo al plano.	55
Figura 37. Verificación de temperatura del agua.	57
Figura 36. Temperatura al concreto (NTP 339.184 y ASTM C1064/C1064M).	57

Figura 38. Verificación del asentamiento con cono de Abrams (NTP 339.035 y ASTM C143/C 143M).....	58
Figura 39. Verificación de temperatura de mezcla de concreto (NTP 339.184 y ASTM C1064/C1064M).....	58
Figura 41. Prueba a compresión de cilindros de relleno fluido de resistencia controlada (ASTM C 39 / C 39M) Fuente Elaboración propia.....	59
Figura 40. Preparación y ensayo Especímenes cilíndricos (ASTM D4832)..	60
Figura 42. Verificación Control dimensional.....	61
Figura 43. Verificación que la loseta ingrese por su canal sin atascarse ni sufrir daños.....	62
Figura 44. Verificación ajuste de pernos en placa de acero.....	62
Figura 46. Personal en balsas de mantenimiento.....	65
Figura 45. Inspección descenso de loseta.....	65
Figura 47. Vista superior para la colocación del relleno hidráulico.....	67
Figura 48. Medición de la temperatura de ambiente.....	68
Figura 50. Medición de la temperatura del agua.....	69
Figura 49. Mezcla de grout , UW y gravilla para el sellado hidráulico.....	69
Figura 51. Medición de la temperatura de la mezcla cementicia sellado hidráulico.....	69
Figura 52. Toma de muestras de la mezcla cementicia, sellado hidráulico..	70
Figura 53. Verificación de la aplicación del relleno hidráulico para el sellado.	71
Figura 54. Torre de captación N.º 1, incremento de laguna.....	71
Figura 55. Torre de captación N.º 1, Torre de Captación N.º 1 debajo de la laguna.....	72

Figura 56. Ruta de aceptación del procedimiento documentos de calidad... 75	75
Figura 57. Ruta de la revisión de planos y especificaciones técnicas. 76	76
Figura 58. Ruta de Trabajos para su liberación y entrega final. 77	77
Figura 59. Diseño de Mezcla $f'c=300$ kgf/cm ² fabricación de losetas..... 95	95
Figura 60. IMCO SERVICIOS SAC Registro de recepción e Inspección de materiales y equipos..... 97	97
Figura 61. Registro de Inspección de encofrado. 98	98
Figura 62. Registro de Inspección de acero de refuerzo 99	99
Figura 63. Registro de inspección Pre-vaciado de concreto..... 100	100
Figura 64. Registro de Inspección de Vaciado de concreto..... 101	101
Figura 65. Registro de Inspección de Post - Vaciado de concreto 101	101
Figura 66. Registro de control Dimensional..... 103	103
Figura 67. IMCO SERVICIOS SAC 2022 Cambio del diseño de loseta. 106	106

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Factores de seguridad para represas.....	21
Tabla 2. Porcentaje de protocolos y hh de capacitación.	34
Tabla 3. Informe de plan de calidad.	37
Tabla 4. Informe procedimiento de calidad.	39
Tabla 5. Informe de instrucciones de trabajo.	41
Tabla 6. Especificaciones técnicas requeridas.....	42
Tabla 7. Desviaciones admisibles respecto al valor nominal.	60
Tabla 8. Presupuesto de comparación del producto para el sellado de losetas.	63
Tabla 9. Comparación de productos Grout para el sellado hidráulico.....	64
Tabla 10. Rendimiento y dosificación de la mezcla de grout, para el sellado hidráulico.	66
Tabla 11. Información técnica del Sika grout 21	67
Tabla 12. Formatos de Registros utilizados por la empresa IMCO SERVICIOS S.A.C.	72
Tabla 13. Log Transmittal - Documentos de área de Calidad.	74
Tabla 14. Registros de Recepción e Inspección de Materiales y Equipos. ...	81
Tabla 15. Registro de Inspección de Acero de Refuerzo.	82
Tabla 16. Registro de Inspección de Encofrado.....	83
Tabla 17. Registro de Inspección de Campo.	84
Tabla 18. Registro de Pre-vaciado de Concreto.	85
Tabla 19. Registro de vaciado de concreto.....	86
Tabla 20. Registro de Post-vaciado de Concreto.....	87
Tabla 21. Registro de Control Dimensional.....	88

Tabla 22. Cronograma Control de calidad en la fabricación e instalación de losetas.	91
Tabla 23. TMT. de documentos aprobados por AAQ.....	93
Tabla 25. Log. de documentos QA enviados al cliente.	94
Tabla 24. Log. de documentos respondidos por el cliente.	94
Tabla 26. Certificados de Calibración de los equipos.	97
Tabla 27. Cuadro de resultados del Ensayo a la compresión de pruebas de concreto endurecido.	102
Tabla 28. Resultados rotura de probetas - Sello y relleno hidráulico.	104
Tabla 29. Presupuesto de comparación del producto para el sellado de losetas	109

RESUMEN EJECUTIVO

El presente Trabajo de Suficiencia Profesional se titula: Control de calidad para el sellado hidráulico en las ventanas de la Torre de Captación N.º 1 de agua recuperada - Presa de relaves Cortadera - Minera Angloamerican Quellaveco Moquegua, a unos 37 km al noreste de la ciudad de Moquegua, provincia de Mariscal Nieto, distrito Torata, Perú. Las actividades materia de este informe se desarrollaron en la ejecución de la obra “Servicio de misceláneos en la presa Relaves Cortadera” de propiedad de la minera Anglo American Quellaveco.

El objetivo principal del informe de este Trabajo de Suficiencia Profesional es describir las actividades realizadas por el Bachiller como integrante del equipo de aseguramiento y control de la calidad. Esta participación fue la de gestionar y dar seguimiento a la documentación requerida antes del inicio de los procesos constructivos, así como realizar inspecciones de ensayos de laboratorio, verificación y dosificación de los diseños de mezcla, verificación de ensayos en campo y llevar el control de la información documentada según la ISO 9001:2015 (apartado 7.5.), lo cual fue plasmado como evidencia en los registros documentados que se archivaron en las carpetas CRP (Construction Release Package) y dossier de calidad, obteniendo resultados satisfactorios y aprobados por el cliente AAQ.

El proyecto ha cumplido con los altos estándares de calidad, de acuerdo con las especificaciones técnicas y las exigencias del cliente. Se debe tener en cuenta que, para iniciar cualquier trabajo, es requisito esencial la aprobación de los procedimientos, ya que, con ellos, se da inicio a la ejecución del proyecto.

Palabras Clave: Calidad, Presa de Relaves, ejecución, construcción, control de calidad.