



UNIVERSIDAD
DE PIURA

FACULTAD DE INGENIERÍA

**Control de calidad en la construcción de una plataforma
de lixiviación de la unidad minera Pierina**

Tesis para optar el Título de
Ingeniero Civil

Julissa Alberca Rivera

Asesor:
Mgtr. Ing. Edgar Daniel Rodríguez Velásquez

Piura, diciembre 2021

A Dios por ser mi guía perenne.

A mi madre y a mi padre porque siempre han estado allí para apoyarme y orientarme.

A mis hermanas que sé que disfrutaban con orgullo de esta meta culminada.

A mi asesor y al Ing. Josmell Zevallos, por el tiempo dedicado al desarrollo de este proyecto.



Resumen Analítico-Informativo

Control de calidad en la construcción de una plataforma de lixiviación de la unidad minera Pierina

Julissa Alberca Rivera

Asesor(es): Mgtr. Ing. Edgar Daniel Rodríguez Velásquez

Tesis

Ingeniero civil

Universidad de Piura. Facultad de Ingeniería.

Piura, diciembre de 2021

Palabras claves: Control de calidad / Norma ISO 9001 / PAD de lixiviación / Unidad minera Pierina /aseguramiento.

Introducción: En el Perú las inversiones mineras se están incrementando considerablemente. Este crecimiento genera la necesidad de construir diferentes estructuras civiles relacionadas con la minería y mejorar las instalaciones existentes como son las plataformas de lixiviación. Durante la construcción de este tipo de estructuras, la implementación del Sistema de Gestión de Calidad no es tomada en cuenta con mucha importancia, lo que genera deficiencias en los resultados y no conformidades en el cumplimiento de los requisitos del proyecto.

Metodología: En primer lugar se procedió con la recopilación de información del proyecto “Construcción de la plataforma de lixiviación, fase 7-Extensión” y se explicaron de manera detallada los requisitos solicitados. Segundo, se identificaron los requisitos de la norma internacional de calidad con bajo grado de cumplimiento mediante una metodología propuesta denominada “Diagnóstico ISO 9001 (2015)”. Finalmente, se planteó una propuesta de mejora que incorpora conceptos que favorecerán una gestión de calidad eficiente para ser implementados en proyectos mineros similares.

Resultados: Se verificó que el porcentaje promedio de cumplimiento del Sistema de Gestión en el proyecto fue de 23%. Durante los trabajos de instalación de tuberías y colocación de concreto no se presentó ninguna inconformidad. Sin embargo, en los trabajos de movimiento de tierras, algunos materiales empleados en obra no cumplieron las especificaciones técnicas. Frente a ello, se debe destacar que la incorporación de controles de calidad dentro del proyecto fomentó la prevención de mayores defectos y permitió la aplicación de acciones preventivas y correctivas que permitieron otorgar la aceptación del proyecto final por parte del cliente.

Conclusiones: La propuesta de mejora del sistema de gestión de la calidad en el proyecto en estudio es plenamente aplicable y su uso otorgaría resultados beneficiosos relacionados con el enfoque de calidad en la industria de la construcción; por lo tanto, el Sistema de Gestión de Calidad propuesto puede tomarse como base para implementarse en otros proyectos mineros.

Fecha de elaboración del resumen: 26 de octubre 2021

Analytical-Informative Summary

Control de calidad en la construcción de una plataforma de lixiviación de la unidad minera Pierina

Julissa Alberca Rivera

Asesor(es)Asesor(es): Mgtr. Ing. Edgar Daniel Rodríguez Velásquez

Tesis

Ingeniero civil

Universidad de Piura. Facultad de Ingeniería.

Piura, diciembre de 2021

Keywords: Quality control / ISO 9001 / Leaching pad / Pierina mining unit / assurance

Introduction: In Peru, mining investments are increasing considerably. This growth generates the need for building different mining-related civil engineering structures as well as the need for improving existing infrastructure, such as leach pads. During the construction of this type of structure, the implementation of a Quality Control System is not taken into account with much importance. The lack of interest in quality control leads to deficiencies in the results and non-conformities in reaching the project requirements.

Methodology: First, a literature review was conducted associated with the mining project entitled “Construction of the leach pad, phase 7-Extension” including a detailed explanation of the project requirements. Second, the requirements of the international quality standard with a low degree of compliance were identified based on a proposed methodology called “Diagnosis ISO 9001 (2015)”. Finally, a proposal for improvement was stated considering concepts that will promote efficient quality management applicable to similar mining projects.

Results: It was verified that the average percentage of compliance with the Management System in the project was 23%. No disagreement was evidenced during the pipe installation process and concrete placement. However, during earthworks, some of the material used was not in compliance with the technical specifications. As a consequence, it is important to notice that the incorporation of quality control systems within the project led to the prevention of major defects and fomented the application of preventive and corrective actions that brought about the acceptance of the final project by the client.

Conclusions: The proposal to improve the Quality Management System in the project of interest is completely applicable and its use would provide beneficial results related to a quality approach in the construction industry. Therefore, the proposed Quality Management System can be taking into consideration for its implementation in other mining projects.

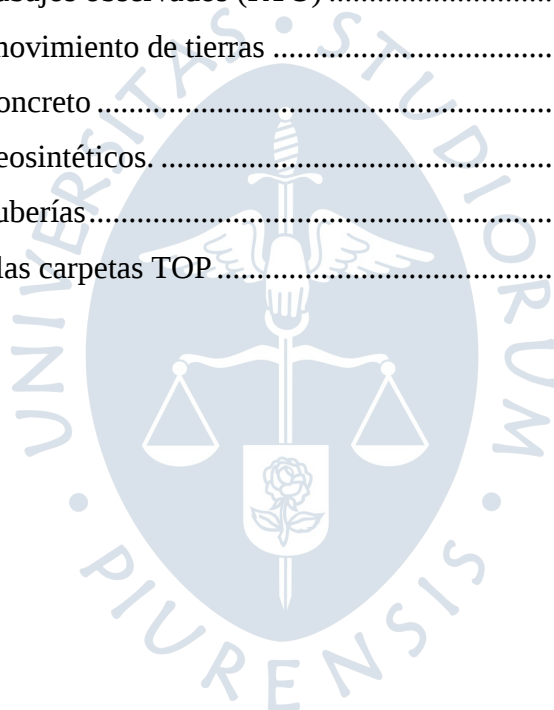
Summary date: October 26th, 2021

Tabla de contenido

Introducción	1
Capítulo 1 Marco teórico.....	3
1.1. Proceso de explotación minera	3
1.1.1. Tipo de explotación minera	3
1.1.2. Mineral extraído	3
1.1.3. Plataforma de lixiviación.....	4
1.1.4. Proceso de lixiviación.....	4
1.2. Proyecto de construcción de la plataforma de lixiviación	4
1.3. Gestión de calidad.....	9
1.3.1. Planificación de calidad.....	9
1.3.2. Aseguramiento de calidad	9
1.3.3. Control de calidad.....	9
1.3.4. Necesidad de la gestión de calidad en la construcción del PAD	10
1.4. Control de calidad de la construcción.....	10
1.4.1. Ensayos para trabajos de movimiento de tierras.	10
1.4.2. Ensayos para estructuras de concreto	18
1.4.3. Ensayos para geosintéticos	23
1.4.4. Ensayos para tuberías	32
Capítulo 2 Metodología.....	33
2.1. Proceso metodológico.....	33
2.1.1. Recopilación de información.....	33
2.1.2. Evaluación del sistema de gestión de calidad del proyecto.....	34
2.2. Método de control de calidad en la construcción	37
2.2.1. Proceso de planeamiento de la calidad.....	37
2.2.2. Proceso de control y medición de la calidad	41
2.2.3. Proceso de mejora de la calidad	44

Capítulo 3 Proyecto de construcción de la plataforma de lixiviación, fase 7-extensión.....	47
3.1. Requisitos de calidad del proyecto	47
3.1.1. Movimiento de tierras.....	47
3.1.2. Sistema de subdrenaje	49
3.1.3. Sistema de impermeabilización	52
3.1.4. Sistema de colección de solución	59
3.1.5. Obras de concreto	62
3.2. Controles de calidad.....	65
3.2.1. Frecuencia de ensayos de suelos	65
3.2.2. Frecuencia de ensayos de concreto.....	65
3.2.3. Ensayos para conformidad de Geosintéticos	67
3.2.4. Ensayos para conformidad de tuberías	69
3.3. Registro y cierre de no conformidad.....	69
3.4. Organigrama para la gestión de calidad.....	70
3.5. Información documentada	71
3.5.1. Plan de puntos de inspección (PPI)	71
3.5.2. Procedimientos de control de calidad.....	71
3.5.3. Documentos de cambio de información	73
3.5.4. Solicitudes de información (RFI)	75
3.5.5. Reportes de trabajos observados (RTO).....	77
3.5.6. Registros de información.....	77
3.5.7. Documentos de auditoría.....	80
3.6. Entregables finales	81
3.6.1. Carpetas de entrega (TOP)	81
3.6.2. Planos de registro (<i>as-built</i>).....	81
Capítulo 4 Resultados y aporte.....	83
4.1. Resultados del proyecto	83
4.1.1. Resultados de los ensayos de movimiento de tierras	83
4.1.2. Resultados de ensayos de concreto.....	95
4.1.3. Resultados de ensayos de tuberías.....	105
4.1.4. Resultados de ensayos de geosintéticos	107
4.1.5. Certificados de calidad de los materiales	111
4.2. Aporte a la mejora del sistema de gestión de calidad del proyecto	124
4.2.1. Fase 1: Planeamiento de calidad.....	125

4.2.2. Fase 2: Control y medición de la calidad	129
4.2.3. Fase 3: Mejora de la calidad	134
Conclusiones	135
Recomendaciones	137
Referencias bibliográficas	139
Apéndices	143
Apéndice A. Glosario	145
Anexos	153
Anexo A. Diagnóstico ISO 9001 (2015)	155
Anexo B. Plan de puntos de inspección	164
Anexo C. Reportes de trabajos observados (RTO)	175
Anexo D. Formatos de movimiento de tierras	176
Anexo E. Formatos de concreto	183
Anexo F. Formatos de geosintéticos	188
Anexo G. Formatos de tuberías	196
Anexo H. Estructura de las carpetas TOP	203



Lista de tablas

Tabla 1. Grado de permeabilidad de suelos.	14
Tabla 2. Criterios para la calificación del cumplimiento de los requisitos de la empresa contratista.	35
Tabla 3. Resultados del diagnóstico ISO 9001 (2015).	36
Tabla 4. Especificaciones de gradación de la capa de rodadura.	49
Tabla 5. Especificaciones de gradación del material de cama de apoyo.	50
Tabla 6. Especificaciones de la grava para drenaje.	51
Tabla 7. Especificaciones para material de transición.	51
Tabla 8. Propiedades de la tubería HDPE pared doble estándar.	52
Tabla 9. Peso rigidez de la tubería HDPE pared doble estándar.	52
Tabla 10. Propiedades de la tubería de HDPE de pared sólida.	53
Tabla 11. Especificaciones del suelo de baja permeabilidad.	53
Tabla 12. Especificaciones de gradación del material para relleno estructural.	54
Tabla 13. Índices de plasticidad para relleno estructural.	54
Tabla 14. Propiedades del geotextil de 200 g/m ²	55
Tabla 15. Propiedades del GCL.	55
Tabla 16. Propiedades del geocompuesto.	56
Tabla 17. Propiedades de la geonet.	56
Tabla 18. Especificaciones de la resina.	57
Tabla 19. Propiedades para la geomembrana LLDPE SST de 2.0 mm.	57
Tabla 20. Propiedades para la geomembrana HDPE SST de 2.0 mm.	58
Tabla 21. Especificaciones de los elementos extruidos o cordones.	59
Tabla 22. Especificaciones del sobrepavimentado.	59
Tabla 23. Propiedades de la tubería HDPE pared doble de primera clase de 100 mm.	61
Tabla 24. Propiedades de la tubería HDPE pared doble de primera clase de 300 mm y 450 mm.	61
Tabla 25. Peso y rigidez de la tubería HDPE pared doble de primera clase.	62

Tabla 26. Límites máximos de sustancias perjudiciales para agregado fino.....	62
Tabla 27. Especificaciones del agregado fino.	63
Tabla 28. Límites máximos de sustancias perjudiciales para agregado grueso.	63
Tabla 29. Especificaciones del agregado grueso.....	64
Tabla 30. Frecuencia mínima de ensayos de calidad de suelos.....	66
Tabla 31. Frecuencia de ensayos de calidad de concreto.	67
Tabla 32. Frecuencia para conformidad de geosintéticos.	68
Tabla 33. Ejemplo de registro de datos en la prueba de caja de vacío.	68
Tabla 34. Ejemplo de registro de datos en la prueba de chispa.....	69
Tabla 35. Ejemplo de registro de datos en la prueba de aire.....	69
Tabla 36. Relación de procedimientos constructivos del proyecto en estudio.....	72
Tabla 37. Relación de registros de información de movimiento de tierras.....	78
Tabla 38. Relación de registros de información de concreto.	79
Tabla 39. Relación de registros de información de geosintéticos.	79
Tabla 40. Relación de registros de información de tuberías.	80
Tabla 41. Ampliación del huso granulométrico para el material de grava para drenaje.	87
Tabla 42. Ensayos del material de grava para drenaje.	88
Tabla 43. Ensayos fisicoquímicos para el agua de concreto.	95
Tabla 44. Material que pasa la malla N° 200 en agregado grueso.	96
Tabla 45. Huso granulométrico para el agregado grueso de concreto.	96
Tabla 46. Ensayos normalizados en agregado grueso.....	97
Tabla 47. Resistencia al desgaste del agregado grueso por abrasión.	98
Tabla 48. Registro del peso específico y absorción del agregado grueso.	98
Tabla 49. Material que pasa la malla N°200.	99
Tabla 50. Requisitos de calificación del agregado fino.....	99
Tabla 51. Ensayos normalizados en agregado fino.	100
Tabla 52. Registro del peso específico y absorción del agregado fino.	101
Tabla 53. Resultados de ensayos en concreto fresco.....	102
Tabla 54. Resistencia a la compresión en especímenes cilíndricos de concreto.....	104
Tabla 55. Pruebas de costura de geomembrana según tipo de soldadura.....	108
Tabla 56. Indicadores de medición de calidad.	128
Tabla 57. Propuestas de solución a no conformidades.....	133

Lista de figuras

Figura 1. Vista de planta de la ubicación del proyecto.	5
Figura 2. Vista de planta de la zona delimitada donde se construyó el PAD de lixiviación.....	5
Figura 3. Esquema de los trabajos de movimiento de tierras.	6
Figura 4. Distribución de tuberías en el sistema de subdrenaje.	7
Figura 5. Esquema del sistema de subdrenaje y sistema de impermeabilización del PAD.	7
Figura 6. Distribución de tuberías en el sistema de colección de solución.	8
Figura 7. Esquema del sistema de colección de solución.....	8
Figura 8. Ejemplo de curva granulométrica.	12
Figura 9. Curva densidad seca-humedad.....	16
Figura 10. Comparación de colores de luz transmitida a través de la muestra ensayada con una paleta de cinco vidrios de color estándar.	21
Figura 11. Ejemplo de evaluación de la costura de geomembrana por caja de vacío.	28
Figura 12. Doble costura de geomembrana, separadas por un canal de aire sin soldar.	29
Figura 13. Cupones ensayados por corte y pelado (Shear y Peel).	31
Figura 14. Ejemplo de la metodología de calificación del SGC del proyecto.	35
Figura 15. Perfil de resultados.....	36
Figura 16. Organigrama para la gestión de calidad.....	70
Figura 17. Formato de transmittal usado en el proyecto en estudio.....	73
Figura 18. Modelo de red line del proyecto en estudio.	74
Figura 19. Codificación de RFI elaborado en proyecto.	75
Figura 20. Ejemplo de RFI referido a una solicitud de cambio.	76
Figura 21. Ejemplo de RFI con respuesta a la solicitud de respuesta.	77
Figura 22. Resumen de ensayos del material de capa de rodadura: muestra No. CR-CH-01-C.	84
Figura 23. Curva granulométrica del material de la capa de rodadura: muestra No. CR-CH-01-C.	84

Figura 24. Curva de relación D.S.-C.H. del material de capa de rodadura: muestra No. CR-CH-01-C.....	85
Figura 25. Resumen de ensayos del material de cama de apoyo.	85
Figura 26. Curva granulométrica de material de cama de apoyo: muestra No. CA-AG-02-C.	86
Figura 27.. Resumen de ensayos del material de grava para drenaje.	87
Figura 28. . Curva granulométrica del material de grava para drenaje: muestra No. GD-AG-07-C.	88
Figura 29.. Resumen de ensayos de laboratorio de suelo de baja permeabilidad.	89
Figura 30. Curva granulométrica de suelo de baja permeabilidad: muestra No. SL-AG-07-C.	89
Figura 31. Curva de relación D.S.-C.H. para el suelo de baja permeabilidad: muestra No. SL-AG-07-C.	90
Figura 32. Resumen de ensayos in situ de suelo de baja permeabilidad.....	90
Figura 33. Resumen de ensayos de laboratorio de material para relleno estructural.	92
Figura 34. Curva granulométrica de material usado para relleno estructural: muestra No. RE-AG-05-C.	92
Figura 35. Resumen de ensayos in situ de relleno estructural.	93
Figura 36. Resumen de ensayos del material de sobrecubrimiento.....	94
Figura 37. Curvas granulométricas del material de sobrecubrimiento: muestras No. SR-AG-02-C y No. SR-AG-05-C.	94
Figura 38. Curva granulométrica del agregado grueso para concreto.....	97
Figura 39. Curva granulométrica del agregado fino para concreto.....	100
Figura 40. Medición del contenido de aire.....	103
Figura 41. Probetas de concreto de la caja de monitoreo de subdrenaje.....	103
Figura 42. Tipos de fractura típicos.....	104
Figura 43. Comportamiento de resistencia de testigos de concreto en días.	105
Figura 44. Resumen de ensayos de tuberías HDPE.	105
Figura 45. Curva de fuerza-alargamiento de la probeta N°10.....	106
Figura 46. Extracción de probetas de muestra en la soldadura de tubería.	107
Figura 47. Pruebas no destructivas en soldadura por extrusión.	108
Figura 48. Prueba de caja de vacío.....	109
Figura 49. Pruebas no destructivas en soldadura por fusión.	109
Figura 50. Pruebas destructivas en soldadura por extrusión.	110
Figura 51. Pruebas destructivas en soldadura por fusión.	111

Figura 52. Certificado de calidad de geotextil.	112
Figura 53. Material de GCL etiquetado según lote y rollo.....	113
Figura 54. Certificado de calidad de GCL.	114
Figura 55. Material de geocompuesto etiquetado según código y rollo de producto.....	115
Figura 56. Certificado de calidad de geocompuesto.	116
Figura 57. Certificado de calidad de geomembrana LLDPE.	117
Figura 58. Certificado de calidad de geomembrana HDPE.	119
Figura 59. Certificado de calidad de tubería perforada de HDPE pared doble estándar de 100 mm.	120
Figura 60. Certificado de calidad de tubería no perforada de HDPE pared doble estándar de 300 mm.	121
Figura 61. Certificado de calidad de tubería perforada de HDPE pared doble de primera clase de 450 mm.	122
Figura 62. Certificado de calidad de tubería no perforada de HDPE pared doble de primera clase de 450 mm.	123
Figura 63. Certificado de calidad de tubería de HDPE sólida de 12” SDR 21.	124
Figura 64. Modelo de organigrama del área de control de calidad.	126
Figura 65. Modelo de flujograma de solicitudes de cambio.	130
Figura 66. Modelo de flujograma de liberaciones de campo.	132

Introducción

En el 2017 el Perú fue considerado como el sexto productor de oro a nivel mundial (Dirección de Promoción Minera, 2018). La inversión minera en el país se está incrementando y esto conlleva, a su vez, a un aumento en la construcción de plataformas para la lixiviación de minerales. Existen diversas investigaciones que contribuyen a un detalle conciso de los procesos de construcción de plataformas de lixiviación (PADs). En dichos trabajos, se mencionan de manera detallada los controles y pruebas realizadas para el Control de Calidad durante la construcción de PADs de lixiviación. Por ejemplo, en la investigación elaborada por Mamani (2016), se demostró que el control de calidad mediante un monitoreo constante y una supervisión en la fase de fabricación, instalación y demás etapas de construcción de un PAD de Lixiviación disminuye y/o elimina los diferentes errores que pueden haber desviado el producto final.

Según la investigación realizada por Waldomiro (2014), titulada “Control de calidad en la construcción de un PAD de Lixiviación”, señala que ejecutar un control de calidad ha tomado gran importancia en la ejecución de proyectos de construcción en el sector minero. El control de calidad asegura la satisfacción del cliente mediante la planificación de los controles e inspección durante la ejecución de los proyectos.

Por otro lado, el sistema de gestión de calidad involucra una compilación de los registros de control de calidad, constituidos por evidencias de campo o información documentada. Según la investigación realizada por Felix (2008), titulada “Sistemas de aseguramiento de la calidad de la construcción”, señala que la documentación es un requisito ineludible para poder concretar un sistema de calidad. Si bien en un principio su elaboración puede resultar algo tediosa y frenante, al poco tiempo entrega sus primeros frutos: un orden administrativo y operacional comprobado, volviéndose imprescindible para avanzar y competir.

Una plataforma de lixiviación es una estructura piramidal escalonada en la cual se acumula el mineral extraído de unidades geológicas que son explotadas a tajo abierto (aprovechamiento minero que se desarrolla en la superficie de terreno). Durante la construcción de este tipo de estructuras, la implementación del sistema de gestión de calidad no es tomada

en cuenta con mucha importancia, lo que genera deficiencias en los resultados y no conformidades en el cumplimiento de los requisitos del proyecto.

En el Perú las inversiones mineras se están incrementando. Este crecimiento genera la necesidad de construir diferentes estructuras civiles relacionadas con la minería y mejorar las instalaciones existentes, como son, las plataformas de lixiviación, pozas de procesos, plantas de procesamiento de minerales, fajas transportadoras, accesos, entre otras. Por este motivo, la preocupación de las unidades mineras es centrar sus esfuerzos en la búsqueda y logro de resultados eficientes en la construcción de este tipo de estructuras.

A partir de este contexto, se plantea como hipótesis de solución el uso de la norma ISO 9001, herramienta que puede implementarse para determinar la eficiencia del Sistema de Gestión de Calidad en un proyecto minero, buscando contribuir, además, con un modelo base de SGC. La presente tesis, tiene como objetivo principal, realizar un estudio del sistema de gestión de calidad en los procesos constructivos del proyecto minero. Asimismo, los objetivos específicos planteados en la presente tesis comprenden determinar la eficiencia del sistema de gestión de calidad, identificar los requisitos de la norma con bajo grado de cumplimiento y proponer conceptos que favorezcan una gestión de calidad eficiente.

Como inicio de la investigación, se procederá con la recopilación de información del proyecto “Construcción de la plataforma de lixiviación, fase 7-extensión”. Posteriormente, se realizará el estudio del sistema de gestión de calidad empleado, se explicarán los requisitos solicitados en el proyecto y de manera paralela se evaluará el cumplimiento de los controles de calidad empleados durante el proceso constructivo. Con los resultados obtenidos, se determinará la eficiencia del sistema de gestión de calidad. En esta evaluación, se identificarán los requisitos con bajo grado de cumplimiento y finalmente se propondrán conceptos que favorecerán una gestión de calidad eficiente.

Se concluye que el “sistema de gestión de la calidad” en el proyecto en estudio, basado en la norma ISO 9001 es plenamente aplicable y su uso otorgaría resultados beneficiosos relacionados con la calidad en la construcción. La contribución de esta tesis permitirá recalcar la importancia de realizar el control de calidad en un proyecto de construcción.

Capítulo 1

Marco teórico

En el marco teórico se desarrollarán conceptos de ingeniería, minería y de calidad, fundamentales para que el lector pueda estructurar una base de conocimientos necesaria para poder abordar con claridad los temas desarrollados en los capítulos siguientes. Los conceptos a definir se han organizado en 4 áreas: proceso de explotación minera, proyecto de construcción de la plataforma de lixiviación, gestión de calidad y control de la calidad de la construcción.

1.1. Proceso de explotación minera

1.1.1. Tipo de explotación minera

El proyecto minero que circunscribe esta investigación se titula “Construcción de la plataforma de lixiviación, fase 7-extensión” de la unidad minera Pierina. En este proyecto, la fase de explotación se realizó por el método de operación a tajo abierto, el cual consiste en extraer el mineral desde la superficie de terreno. El proceso de extracción consiste en excavar los terrenos que recubren o rodean la formación geológica que forma el yacimiento. Aquel material que no es aprovechable en la explotación es denominado estéril y se deposita en escombreras situadas fuera del recinto de la mina. Para el proceso de excavación se emplea maquinaria pesada, como excavadoras, retroexcavadoras, volquetes, entre otras.

1.1.2. Mineral extraído

El mineral extraído en el proyecto mediante este tipo de explotación minera fue el oro. El proceso de extracción de este mineral se realizó mediante el proceso de lixiviación. Este proceso consiste en acumular material extraído en una estructura piramidal y aplicarle una solución cianurada a través de un sistema de goteo, para disolver el oro. El método se detalla en el punto

1.1.3. Plataforma de lixiviación

Plataforma de lixiviación, también llamado PAD de lixiviación, es una estructura piramidal escalonada en la cual se acumula el mineral extraído de estructuras geológicas que son explotadas a tajo abierto.

La construcción del PAD de lixiviación involucra actividades de movimiento de tierras, sistema de subdrenaje, sistema de impermeabilización y sistema de colección de solución.

1.1.4. Proceso de lixiviación

Es el proceso por el cual al material extraído de estructuras geológicas se le aplica una solución cianurada de 50 miligramos por litro de agua a través de un sistema de goteo para disolver el oro. Mediante un sistema de tuberías colocadas en la base del PAD, la solución disuelta de oro y cianuro, llamada solución rica, pasa a una poza desde donde es bombeada hacia la planta de procesos (Rumbo Minero, 2017). La base del PAD está recubierta por una geomembrana, que es un material plástico de alta resistencia que impide el contacto de los químicos con el suelo, cuidando la calidad del agua.

Los términos relacionados con minería y el control de calidad en proyectos mineros aparecen definidos en el glosario del apéndice A.

1.2. Proyecto de construcción de la plataforma de lixiviación

El proyecto “Construcción de la plataforma de lixiviación, fase 7-extensión” fue diseñado por la compañía Ausenco Perú S.A.C. en el año 2017 y la etapa de construcción tuvo lugar en el año 2018 por la empresa Angeles minería y construcción. El proyecto fue ejecutado en la unidad minera Pierina, a 36 km de la ciudad de Huaraz, a una altitud que varía entre los 3,800 m.s.n.m. y 4,260 m.s.n.m. En la figura 1 se muestra una vista de planta con la ubicación del proyecto dentro de la unidad minera y en la figura 2 se muestra la zona delimitada donde se construyó el PAD de lixiviación.

El proyecto objeto de estudio de esta tesis, contempló la construcción de un PAD de lixiviación, el cual involucró trabajos de movimiento de tierras, tales como excavaciones, rellenos y otros trabajos necesarios como son las instalaciones de estructuras de concreto y obras electromecánicas. Las disciplinas involucradas en el proyecto fueron: movimiento de tierras, concreto, geosintéticos y tuberías. Cada una de ellas tuvieron controles y pruebas de calidad con las que fueron monitoreadas constantemente.

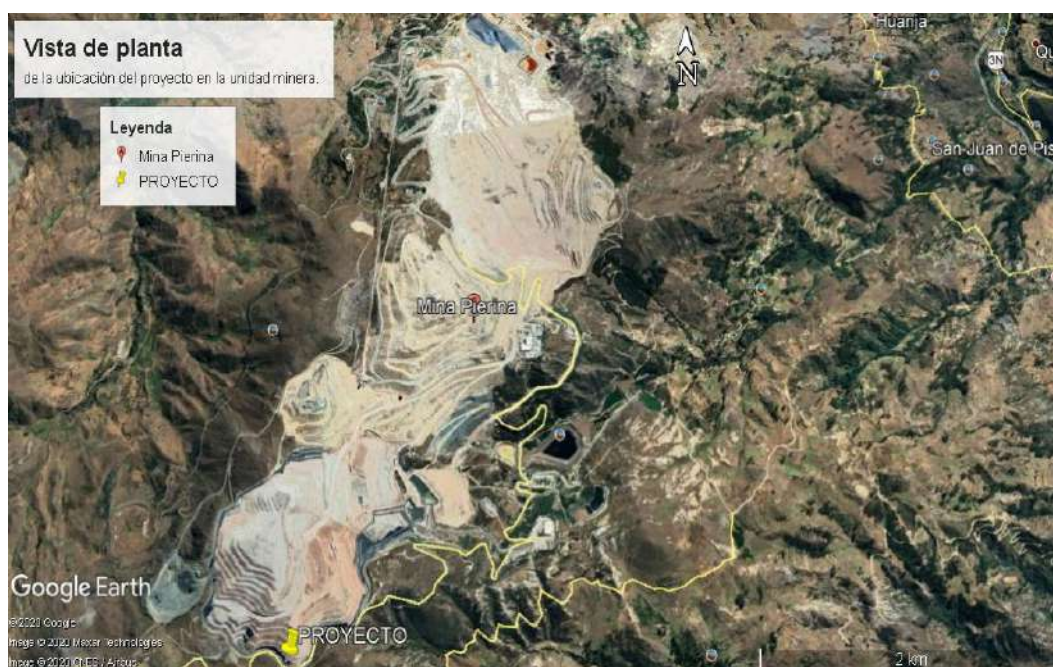


Figura 1. Vista de planta de la ubicación del proyecto.

Fuente: Google Earth.

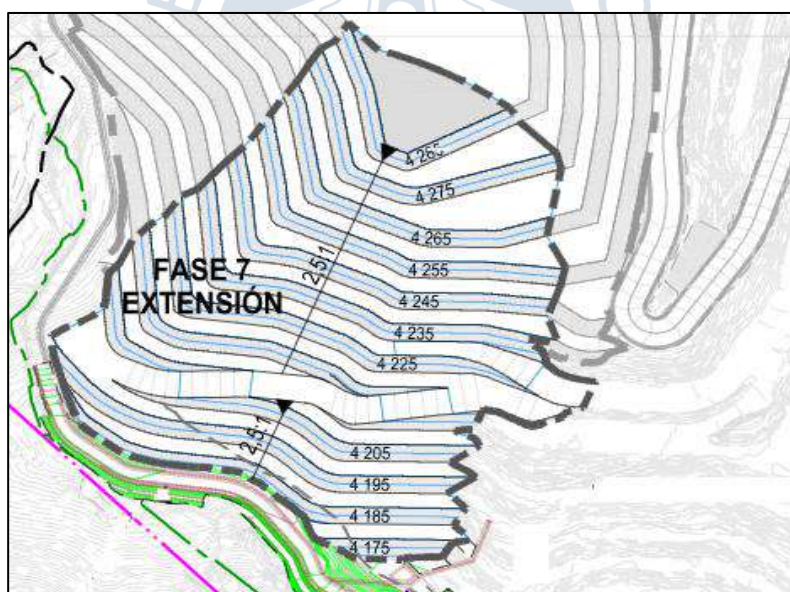


Figura 2. Vista de planta de la zona delimitada donde se construyó el PAD de lixiviación.

Fuente: Proyecto “Construcción de plataforma de lixiviación, fase 7-extensión” (2018).

Los trabajos de construcción del PAD de lixiviación pasaron por cuatro etapas constructivas. La primera etapa estuvo asociada con trabajos de movimiento de tierras, donde se realizaron tareas de excavación y relleno para llegar a los niveles especificados. Otros

trabajos involucrados fueron la construcción de bermas perimetrales, construcción de trinchera de anclaje y conformación de la capa de rodadura. En la figura 3 se muestra la sección transversal del PAD de lixiviación, donde se grafica el proceso constructivo correspondiente a la primera etapa del proyecto.

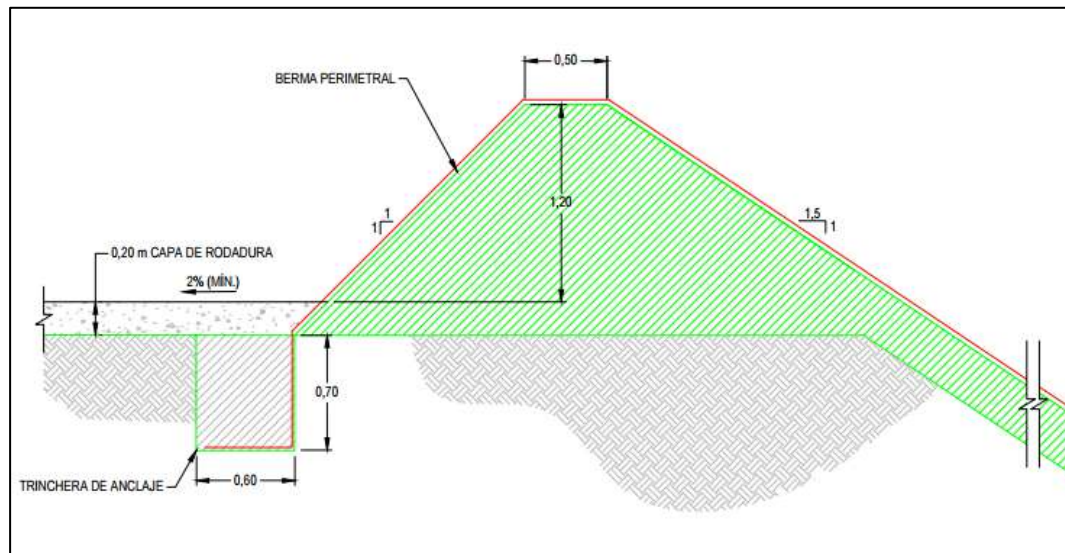


Figura 3. Esquema de los trabajos de movimiento de tierras.

Fuente: Proyecto “Construcción de plataforma de lixiviación, fase 7 extensión” (2018).

La segunda etapa consistió en trabajar el sistema de subdrenaje como un sistema de recuperación de aguas de lluvia y de detección de fugas de solución del PAD de lixiviación. La finalidad del sistema de subdrenaje fue coleccionar y transportar el agua captada por debajo de la superficie y derivarla a los sistemas de monitoreo de subdrenaje. Este sistema fue compuesto por tuberías de HDPE (polietileno de alta densidad) colocadas sobre una cama de apoyo. Se colocaron subdrenes secundarios en lugares donde se detectaron afloramientos de agua durante las excavaciones. Sobre estas tuberías se colocó material de grava y material de filtro.

En la figura 4 se presenta una vista de planta que muestra la distribución de tuberías empleadas para el sistema de subdrenaje. Las tuberías usadas fueron tuberías de pared doble y tuberías sólidas de distintos diámetros y SDR (relación entre diámetro nominal y espesor de la tubería).

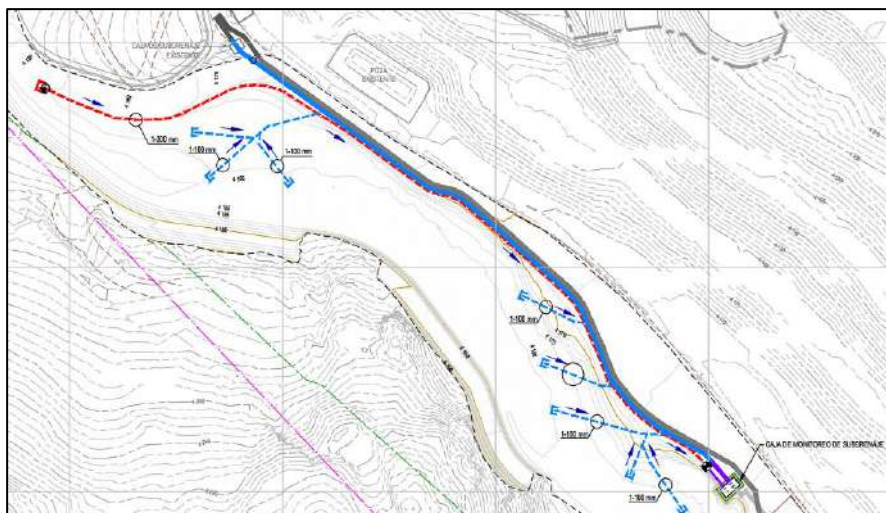


Figura 4. Distribución de tuberías en el sistema de subdrenaje.

Fuente: Proyecto “Construcción de plataforma de lixiviación, fase 7-extensión” (2018).

La tercera etapa fue el sistema de impermeabilización, el cual tuvo la finalidad de evitar filtraciones de fluidos hacia el terreno natural. Este sistema incluyó trabajos de relleno estructural, trabajos de relleno con suelo de baja permeabilidad e instalación de geomembrana. La figura 5 esquematiza la segunda y tercera etapa constructiva, mostrando los sistemas de impermeabilización y de subdrenaje.

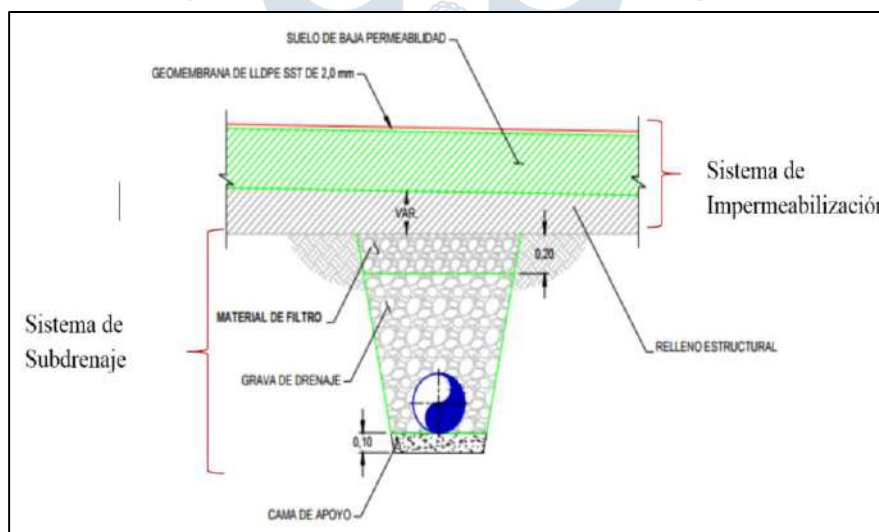


Figura 5. Esquema del sistema de subdrenaje y sistema de impermeabilización del PAD.

Fuente: Proyecto “Construcción de plataforma de lixiviación, fase 7-extensión” (2018).

La cuarta etapa fue el sistema de colección de la solución. El sistema de colección de la solución estuvo conformado por una red de tuberías laterales conectadas a una red de tuberías principales, como se muestra en la figura 6. La red de tuberías principales y laterales, debían ser colocadas sobre la geomembrana. Éstas se cubrirían con material de grava para drenaje y material de sobrepavimentación. En la figura 7 se grafica el proceso constructivo de este sistema.

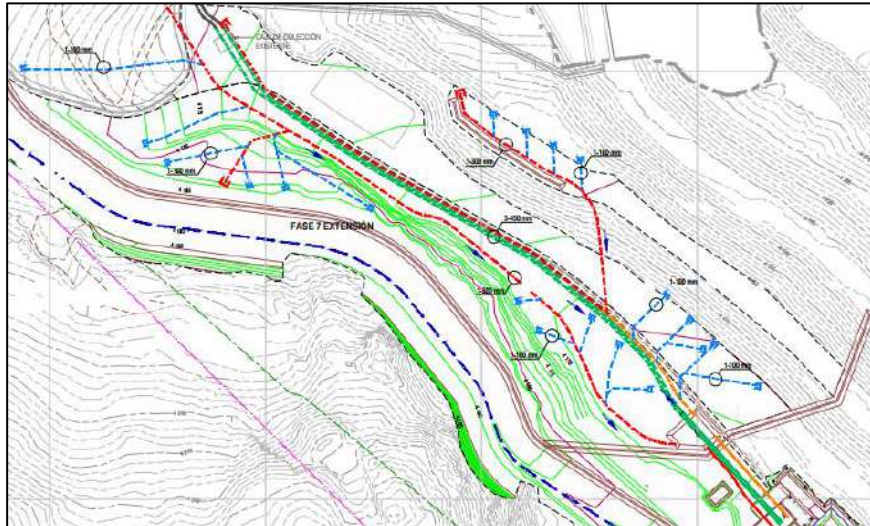


Figura 6. Distribución de tuberías en el sistema de colección de solución.

Fuente: Proyecto “Construcción de plataforma de lixiviación, fase 7-extensión” (2018).

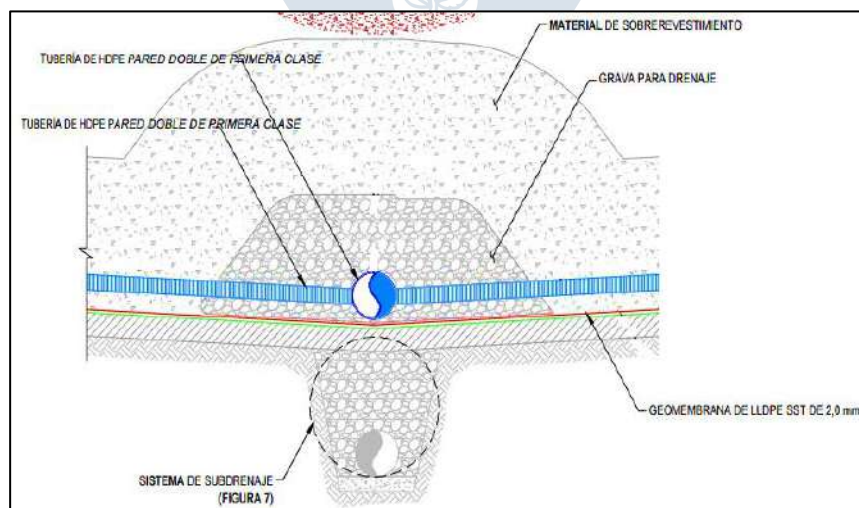


Figura 7. Esquema del sistema de colección de solución.

Fuente: Proyecto “Construcción de plataforma de lixiviación, fase 7-extensión” (2018).

1.3. Gestión de calidad

La gestión de calidad es el conjunto de actividades y procesos, planificados y sistemáticos, que una organización utiliza para implantar programas, controlar resultados y determinar responsabilidades, objetivos y políticas de calidad de un proyecto para satisfacer las necesidades por las cuales fue emprendido. Un sistema de gestión de calidad debe estar documentado con un manual de calidad y con procedimientos e instrucciones técnicas para tener la seguridad de que los procesos se realizarán según lo planificado. El cumplimiento de los procesos debe revisarse a través de auditorías. “Los beneficios clave de este proceso son el incremento de la probabilidad de cumplir con los objetivos de calidad, así como la identificación de los procesos ineficaces y las causas de la calidad deficiente” (PMI, 2017). Las variaciones deben minimizarse y se deben obtener resultados que cumplan con los requisitos de los interesados.

Los procesos de una gestión de calidad son los siguientes:

1.3.1. Planificación de calidad

La planificación de calidad es un proceso de gestión correspondiente a la etapa de planificación del proyecto. “Es el proceso de identificar los requisitos y/o estándares de calidad para el proyecto y sus entregables, así como de documentar cómo el proyecto demostrará el cumplimiento de los mismos” (PMI, 2017). El propósito de la planificación de calidad es definir una guía y dirección sobre cómo se gestionará y verificará la calidad a lo largo del proyecto

1.3.2. Aseguramiento de calidad

La gestión de calidad es un proceso correspondiente a la etapa de ejecución del proyecto. “Es el proceso de auditar los requisitos de calidad y los resultados obtenidos a partir de las medidas de control de calidad, a fin de garantizar que se utilicen los estándares de calidad y las definiciones operativas adecuadas” (PMI, 2013). De esta manera se cumple con los objetivos de calidad elaborados para el proyecto en específico. Este proceso utiliza datos generados durante los procesos de planificación de calidad y control de calidad. Las actividades de aseguramiento son supervisadas por un departamento de aseguramiento de calidad y contribuyen al estado de certeza sobre la calidad, mediante la prevención de defectos.

1.3.3. Control de calidad

El control de calidad es un proceso de gestión de calidad correspondiente a la etapa de monitoreo y control del proyecto. Este proceso trata de validar y registrar los resultados una vez que se hayan ejecutado las actividades de gestión de calidad en el proyecto (PMI, 2017). En el control de calidad se verifica, además, que los entregables y trabajo del proyecto cumplan con

los requisitos especificados por los interesados para la aceptación final. Este monitoreo permite evaluar si las actividades ejecutables del proceso de control, contempladas en el proyecto, son las correctas y satisfacen la necesidad del cliente.

1.3.4. Necesidad de la gestión de calidad en la construcción del PAD

La construcción de una plataforma de lixiviación satisface la necesidad de área de plataformas de lixiviación para no afectar al normal desarrollo de las operaciones en mina. El éxito de una construcción con calidad adecuada llevará a un resultado final que cumpla con las exigencias del cliente. Es justamente la gestión de calidad en la construcción de este tipo de estructuras, la que permite verificar el cumplimiento de los requisitos técnicos y contractuales del proyecto, descartando no conformidades y resultados defectuosos. Además, el entregable final de toda la información documentada de calidad permitirá obtener los permisos necesarios para el funcionamiento del PAD, otorgados por el Ministerio de Energía y Minas.

1.4. Control de calidad de la construcción

Los procesos de control de la calidad se definirán según las disciplinas contempladas en el proyecto minero para cada uno de los materiales utilizados. Los materiales empleados en el proyecto fueron obtenidos de fuentes de préstamo evaluadas y aprobadas antes de su colocación. Los controles realizados consistieron en la ejecución de ensayos a los diferentes materiales, dentro de estos ensayos se incorporó un ensayo asociado a temas medioambientales, como el caso del ensayo de contabilidad ácido-base (ABA), el cual se explicará más adelante, además de todos los ensayos relacionados estrictamente con el control de calidad.

1.4.1. Ensayos para trabajos de movimiento de tierras.

1.4.1.1. ASTM D4318. Métodos de prueba estándar para límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad de los suelos (ASTM, 2017a)

Los límites de consistencia, también llamados límites de atterberg, son ensayos de laboratorio que permiten obtener los límites del rango de humedad dentro de los cuales el suelo se mantiene en estado líquido, plástico o semisólidos. Los límites que caracterizan el comportamiento del suelo son:

a. Límite líquido (LL): es el contenido de humedad que se encuentra entre los estados de consistencia líquido y plástico. En este rango de humedad el suelo tendrá un comportamiento plástico. El ensayo consiste en extender en una taza de latón una parte de la muestra que pasa el tamiz N°40. La muestra es mezclada con una proporción de agua suficiente para provocar una consistencia que requiera de 30 a 35 golpes de la taza para que se ocasione el cierre. Una vez que se haya logrado la consistencia requerida, la muestra se divide en dos partes por una

herramienta de ranurado, y después se deja fluir hasta el cierre de la ranura. El objetivo del ensayo es lograr que las dos mitades de la pasta del suelo se pongan en contacto con el fondo de la ranura, mediante choques causados por caídas repetidas de un aparato mecánico normalizado llamado “Copa de Casagrande”.

- b. Límite plástico (LP):** es el contenido de humedad que tiene un suelo al momento de pasar de estado plástico a semisólido. Esta humedad es la que permite amasar un suelo a mano formando un rollo de 3.2 mm (1/8”) de diámetro hasta que ocurra un desmoronamiento y agrietamiento. El contenido de humedad del suelo en ese instante corresponde a su límite plástico.
- c. Índice de plasticidad (IP):** es el rango de contenido de agua sobre la cual un suelo comporta plásticamente. El índice de plasticidad es la diferencia entre los valores de límite líquido y límite plástico.

1.4.1.2. ASTM D422. Método de prueba estándar para el análisis de tamaño de partículas de suelos (ASTM, 2007)

Este método de ensayo consiste en la determinación cuantitativa de los diferentes tamaños de partículas. Las partículas se separan a través de un proceso de agitado dentro de diferentes mallas o tamices con aberturas cuadradas. Estas partículas retenidas en cada malla se expresan como porcentajes en peso de la muestra total, definiendo los porcentajes de piedra, grava, arena, limo y arcilla.

Los resultados del ensayo de granulometría se grafican en una curva granulométrica, en donde se representa el eje horizontal con una escala logarítmica y el eje vertical con una escala natural. Esta curva granulométrica grafica valores de porcentaje que pasa en el eje de las ordenadas (eje y) y el diámetro de partículas en el eje de las abscisas (eje x).

A partir de la curva granulométrica se puede clasificar el tipo de suelo, identificar la distribución del tamaño de sus partículas y determinar coeficientes relacionados con la granulometría particular del suelo a analizar. Uno de estos coeficientes es el diámetro efectivo de los granos (D_{10}), que es el tamaño correspondiente al 10% en la curva granulométrica y se designa como D_{10} . Otros tamaños definidos estadísticamente son el D_{30} y el D_{60} , donde D se refiere al tamaño del grano y el subíndice se denota el porcentaje de material más fino. Existen otros indicadores como: el coeficiente de uniformidad (C_u), que es indicador de la variación del tamaño de los granos presentes en la muestra. El C_u se define en la ecuación 1 y el coeficiente de concavidad (C_c), medida de la forma de la curva entre el D_{10} y el D_{60} , se define en la ecuación 2.

$$Cu = \frac{D_{60}}{D_{10}} \dots\dots\dots \text{ecuación 1}$$

Donde:

C_u : coeficiente de uniformidad

D_{10} : diámetro correspondiente al 10% de finos en la curva granulométrica (mm)

D_{60} : diámetro correspondiente al 60% de finos en la curva granulométrica (mm)

$$Cc = \frac{D_{30}^2}{D_{10} \times D_{60}} \dots\dots\dots \text{ecuación 2}$$

Donde:

C_c : coeficiente de concavidad

D_{10} : diámetro correspondiente al 10% de finos en la curva granulométrica (mm)

D_{30} : diámetro correspondiente al 30% de finos en la curva granulométrica (mm)

D_{60} : diámetro correspondiente al 60% de finos en la curva granulométrica (mm)

Para el proyecto en estudio, los agregados ensayados pueden clasificarse de tres formas generales. En la figura 8 puede apreciarse un ejemplo de curva granulométrica utilizado en el proyecto minero. Se puede ver un suelo de tipo arenoso con un cierto contenido de grava fina.

- Agregado fino (arena): material que pasa el tamiz N°4 (4.75 mm) y queda retenido en la malla N°200 (75 μ m).
- Agregado grueso (grava): material retenido en el tamiz N°4 (4.75 mm).
- Limo y arcilla: material que pasa el tamiz N°200 (75 μ m)

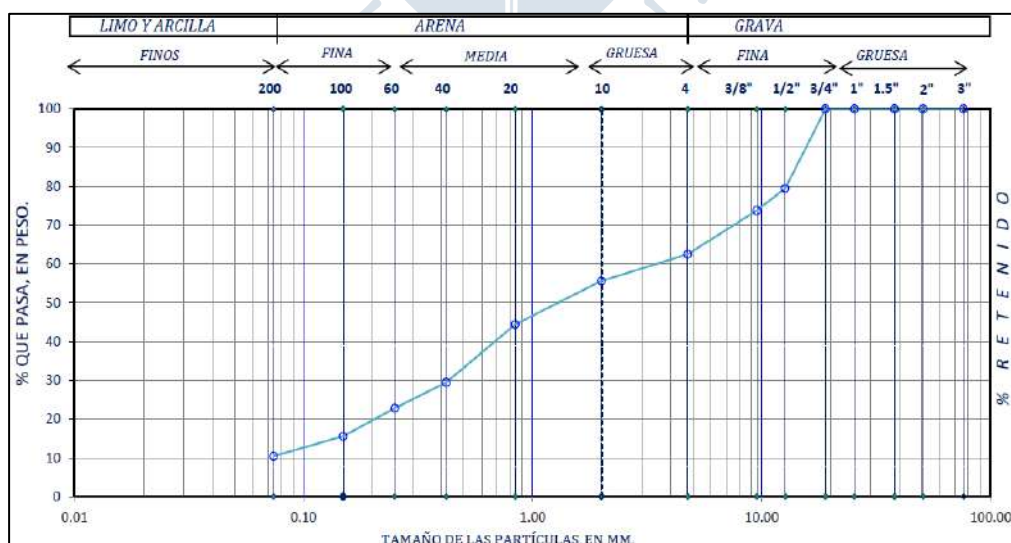


Figura 8. Ejemplo de curva granulométrica.

Fuente: Proyecto “Construcción de plataforma de lixiviación, fase 7-extensión” (2018).

1.4.1.3. Prueba de contabilidad ácido-base (ABA) (EPA, 1994)

La prueba de la contabilidad de ácido-base es una forma de prueba estática. Esta prueba fue desarrollada en 1974 para evaluar los residuos de una mina de carbón y se modificó por Sobek, et al. (1978).

ABA, por sus siglas en inglés *acid base accounting*, es un ensayo geoquímico que se utiliza para predecir el potencial de generación de drenaje ácido de roca. El test ABA consiste en definir el potencial de generación de ácido (PA) y el potencial de neutralización (PN) de una muestra. El PA y PN permiten determinar el potencial neto de neutralización (NNP) y el ratio PN/PA. Los valores obtenidos se comparan con los valores especificados para clasificar las muestras como potenciales o no potenciales generadoras de drenaje ácido.

El PA se determina multiplicando el porcentaje de azufre total de la muestra por un factor de conversión cuyo valor estándar es 31.25, tal como se muestra en la ecuación 3. El PN es una medida del material de carbonato disponible para neutralizar el ácido. La prueba consiste en añadir ácido clorhídrico a la muestra y hervirla hasta detener la reacción. Se determina el pH de la prueba, con un valor de pH neutro de 7. El NNP se determina restando el PA del PN, tal como se muestra en la ecuación 4.

$$PA = 31.25 \times \%S$$

ecuación 3

Donde:

PA: potencial de acidez ($kg\ CaCO_3/TM$)

%S: porcentaje de azufre presente en la muestra

$$NNP = PN - PA$$

ecuación 4

Donde:

NNP: potencial neto de neutralización ($kg\ CaCO_3/TM$)

PN: potencial de neutralización ($kg\ CaCO_3/TM$)

PA: potencial de generación de drenaje ácido ($kg\ CaCO_3/TM$)

Si la diferencia entre PN y PA es negativa, existe la posibilidad que los residuos formen ácido y si la diferencia es positiva, existe un riesgo menor. Los valores de NNP menores a 20 ($kg\ CaCO_3/TM$) indican que los residuos son propensos a formar ácido y aquellos valores de NNP mayores a 20 representa que no existe probabilidad de los residuos a formar ácido. Cuando el NNP tiene valores entre -20 y 20 es difícil determinar el potencial de ácido.

1.4.1.4. ASTM D2434. Método de prueba estándar para la permeabilidad de suelos granulares (cabeza constante) (ASTM, 2006)

Se entiende por permeabilidad a la facilidad que tiene el agua para atravesar los vacíos continuos del suelo. Este método de ensayo cubre la determinación del coeficiente de permeabilidad (K) por un método de carga constante para el flujo laminar de agua a través de los suelos granulares. En la tabla 1 se detalla el grado de permeabilidad en función de su coeficiente K. El ensayo se ejecutará con una muestra representativa que pasa previamente un análisis de tamizado (método D 422), descartando el material cuyas partículas sean mayores al tamiz 3/4 in (19 mm). Generalmente se interpreta que las partículas de mayor tamaño se relacionan con altas permeabilidades y esta propiedad decrece a medida que el tamaño de las partículas también lo hace. Existen dos tipos de ensayos, según el tamaño de la partícula: permeabilidad de cabeza constante y permeabilidad de cabeza variable. Se describirá el primer tipo, que es el ensayo mencionado en la norma ASTM D2434.

El ensayo de permeabilidad de cabeza constante se usa para suelos muy permeables como arenas gruesa y cascajos. Se suministra agua constantemente en el permeámetro para mantener el nivel constante y se toman mediciones de volumen, tiempo, longitud de la muestra, diámetro de la muestra y cabeza hidráulica, para determinada la permeabilidad del suelo utilizando las ecuaciones derivadas de los principios de continuidad, Darcy y Bernoulli, para luego calcular el valor promedio.

Tabla 1. Grado de permeabilidad de suelos

Grado de permeabilidad	Valor de K (cm/s)
Elevada	Superior a 10^{-1}
Media	10^{-1} a 10^{-3}
Baja	10^{-3} a 10^{-5}
Muy baja	10^{-5} a 10^{-7}
Prácticamente impermeable	Menor de 10^{-7}

Fuente: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas-Facultad de Ingeniería civil (2016).

1.4.1.5. ASTM D5731. Método de prueba estándar para determinación del índice de carga puntual y su uso en la clasificación de la dureza de las rocas (ASTM, 2016a)

El ensayo de carga puntual se emplea para determinar la resistencia a la compresión simple de fragmentos irregulares de roca. Es una prueba de índice que consiste en someter a una roca a una carga cada vez más concentrada hasta producir el fallo por división de la muestra.

La carga concentrada se aplica a través de una fuerza coaxial y la carga de rotura se utiliza para calcular el índice de fuerza de carga punto. El índice de resistencia de carga puntual (I_s) que se puede utilizar para clasificar las rocas y su promedio define si el material cumple con las especificaciones dadas para el proyecto en específico.

Los especímenes de prueba para este método de ensayo cuentan con un tamaño típico requerido. El diámetro de la muestra debe ser mayor a 30 mm e inferior a 85 mm. El diámetro de prueba preferido es de 50 mm. La capacidad de carga deberá ser suficiente para romper las muestras más grandes y fuertes a ensayar.

1.4.1.6. ASTM D698. Métodos de prueba estándar para determinación de las características de compactación de un suelo. Prueba proctor estándar (12.400 ft-lbf/ft³ ó 600 kN-m/m³) (ASTM, 2012)

El ensayo de proctor estándar es utilizado en el estudio de compactación de suelos para determinar la densidad seca máxima y la humedad óptima. Estos dos valores se obtienen a partir de una curva que relaciona densidad seca con la humedad, definida por 5 o 6 puntos que se obtienen de ejecutar varias veces el ensayo de compactación proctor estándar.

El ensayo consiste en compactar el suelo en un molde de 4" o 6" (101.6 mm o 152.4 mm) de diámetro, utilizando un pisón de 24.4 N (5.5 lbf) y dejándolo caer desde una altura de 12" (30 mm), produciendo una energía de compactación de 600 kN.m/m³ (12,400 ft.lbf/ft³). Este método de ensayo se aplica solamente a suelos no compactados previamente, cuyo porcentaje retenido en la malla $\frac{3}{4}$ " (19 mm) es menor a 30%. Existen tres métodos alternativos que se pueden aplicar dependiendo de la especificación exigida por el proyecto. Si no se especifica ningún método, la elección será en base a la granulometría del material.

- a. **Método A:** el material empleado para este ensayo es aquel que pasa por el tamiz N°4 (4.75 mm) y se aplica cuando el 25% o menos del peso del material es retenido en el tamiz N°4. El molde empleado tiene 4" (101.6 mm) de diámetro y se aplican 25 golpes por cada una de las tres capas, para compactar el espécimen en el molde.
- b. **Método B:** el material empleado para este ensayo es aquel que pasa por el tamiz N°3/8" (9.5 mm) y se aplica cuando el 25% o menos del peso del material es retenido en el tamiz N°3/8".

El molde empleado tiene 4" (101.6 mm) de diámetro y se aplican 25 golpes por cada una de las tres capas, para compactar el espécimen en el molde.

- c. **Método C:** el material empleado para este ensayo es aquel que pasa por el tamiz 3/4" (19 mm) y se aplica cuando el 30% o menos del peso del material es retenido en el tamiz N°3/4", el molde empleado es de 6" (152.4 mm) de diámetro y se aplican 56 golpes por cada una de las tres capas, para compactar el espécimen en el molde.

La figura 9 muestra una curva densidad seca-humedad, donde se grafican las condiciones ideales de humedad y densidad seca que se deberían alcanzar en obra y suele corresponderse con un grado de saturación entre 85% y 90%. La línea que representa un grado de saturación del 100% es generalmente paralela a la línea de mayor humedad resultante del ensayo. Si se aumenta la energía de compactación se obtiene un incremento en la densidad máxima y una disminución en la humedad óptima. No obstante, la densidad máxima para un determinado grado de humedad no será nunca mayor que la correspondiente a la del suelo saturado, es decir, la curva de saturación ($S=100\%$) nunca será superada por ninguna curva de compactación independientemente de la energía empleada.

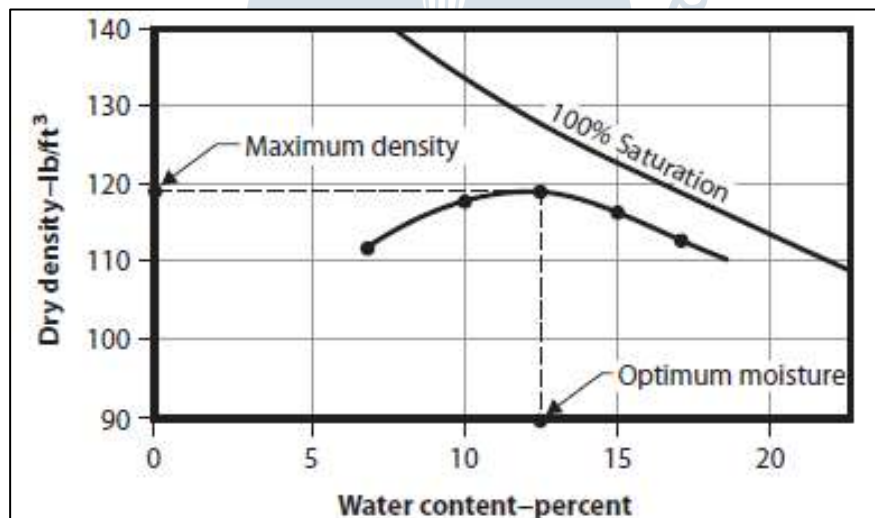


Figura 9. Curva densidad seca-humedad.

Fuente: ASTM D698.

1.4.1.7. ASTM D2216. Método de prueba estándar para determinación del contenido de agua en suelos y rocas (ASTM, 2019a)

El contenido de humedad (C.H) es la relación, expresada como porcentaje, del peso de agua en una masa dada de suelo, al peso de la partícula sólidas, es decir la relación entre la masa de agua presente en los poros del suelo (W_w), y la masa de los sólidos (W_s). El ensayo consiste

en secar un espécimen de ensayo en un horno a una temperatura de $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ hasta que alcance una masa constante. La pérdida de masa debida al secado se considera agua. El contenido de agua se calcula como la relación entre la masa del agua y la masa del espécimen seco. El cálculo del contenido de humedad se muestra en la ecuación 5.

$$w = \frac{W_w}{W_s} \times 100 \dots\dots\dots \text{ecuación 5}$$

Donde:

w : contenido de humedad (%)

W_w : masa de agua en los poros del suelo, igual a la diferencia entre la masa de la muestra húmeda y la masa de la muestra seca (g)

W_s : masa de la muestra seca (g)

1.4.1.8. ASTM C127. Método de prueba estándar para densidad relativa (gravedad específica) y absorción de agregado grueso (ASTM, 2015a)

Este método de ensayo se usa para determinar la densidad promedio o la porción esencialmente sólida de un gran número de partículas de agregado grueso, excluyendo el volumen de los vacíos entre las partículas. La densidad relativa (gravedad específica) puede expresarse como densidad seca al horno (SH), saturada y superficialmente seca (SSS), o como densidad aparente (gravedad específica aparente). La densidad relativa SH se determina después de secar el agregado. La densidad relativa SSS y la absorción se determinan después de remojar el agregado en agua para una duración prescrita.

El ensayo consiste en sumergir en agua una muestra durante 24 ± 4 horas y posteriormente retirar el agua. El agua de la superficie de las partículas del suelo se retira a través de un proceso de secado en estufa, y se determina que la cantidad de agua evaporada es la masa de agua presente en la muestra. Posteriormente se determina el volumen de la muestra por el desplazamiento del método de agua.

La densidad relativa (gravedad específica) es la relación entre la masa de un agregado con respecto a la masa de un volumen de agua igual al volumen de las partículas de agregado, también referido como volumen absoluto del agregado. La densidad relativa es usada para calcular el volumen ocupado por el agregado en distintas mezclas de suelo.

1.4.1.9. ASTM D2922. Métodos de prueba estándar para determinar en el sitio la densidad y contenido de agua del suelo por métodos nucleares (ASTM, 2005)

Este método de ensayo se usa para determinar rápidamente y con precisión la densidad seca y la humedad de los suelos en el campo, sin tener que recurrir a métodos de intervención física, tales como la extracción de testigos. El equipo utilizado para este ensayo es el densímetro

nuclear. Este equipo determina la densidad mediante la transmisión, directa o retrodispersada, de los rayos gamma, cuantificando el número de fotones emitidos por una fuente de cesio-137. Los detectores ubicados en la base del medidor detectan los rayos gamma y un microprocesador convierte los conteos en una medida de densidad.

1.4.1.10. ASTM D1556. Método de prueba estándar para determinar la densidad y peso unitario del suelo en el sitio por el método de cono de arena (ASTM, 2015b)

Este método de ensayo permite determinar la densidad y peso unitario de los suelos en el lugar, siempre que los vacíos naturales o poros en el suelo sean lo suficientemente pequeños para evitar que la arena utilizada en la prueba entre en los huecos. El procedimiento consiste en seleccionar una ubicación representativa y verificar que el equipo (cono de arena) no tenga daños que altere el resultado. Posteriormente se nivela el terreno, se puede usar la placa base como herramienta y se prepara un hoyo a través del orificio central de la placa. Sobre este orificio se asienta el embudo de cono de arena y se abre la válvula, dejando pasar la arena de muestra hasta llenar el hoyo. Se determina la masa del aparato con la arena restante, se registra y calcula la masa de la arena usada. Finalmente se determina la masa del material húmedo que fue removido del hoyo de prueba y se toma una muestra representativa para determinar el contenido de humedad.

1.4.2. Ensayos para estructuras de concreto

Los controles de calidad establecen las condiciones que deben cumplir los materiales durante los trabajos de concreto. Para tal propósito, se cumplirán con los estándares del Instituto Americano de Concreto (ACI), normativa de la Sociedad Americana para Pruebas y Materiales (ASTM) y con los planos de diseño.

1.4.2.1. ASTM C136. Método de prueba estándar para la determinación granulométrica de agregados finos y gruesos (ASTM, 2014a)

Este método de ensayo se utiliza para determinar la distribución por tamaño de las partículas de los agregados finos y gruesos mediante el uso de tamices. Este método consiste en pasar una muestra de agregado seco de masa conocida a través de una serie de tamices de aberturas progresivamente más pequeñas para la determinación de la distribución de tamaño de partícula. Los resultados se utilizan para determinar el cumplimiento de la distribución de tamaño de partícula con las especificaciones aplicables y para proporcionar los datos necesarios para el control de la producción de diversos productos agregados y mezclas que contienen los agregados.

1.4.2.2. ASTM C117. Método de prueba estándar para materiales más finos que 0.75 μm (no. 200) en agregados minerales mediante lavado (ASTM, 2017b)

Este ensayo permite la determinación por lavado de la cantidad de material más fino que la malla N°200 (0.075 mm) en agregados. El proceso más eficiente consiste en separar las partículas por tamizado en condiciones húmedas antes de hacer el análisis granulométrico (tamizado en seco) del agregado. El resultado obtenido del proceso por lavado se complementa con el proceso por tamizado en seco del mismo espécimen para obtener los resultados de la prueba granulométrica.

El ensayo consiste en lavar el espécimen de agregado en un recipiente. El material decantado en el agua de lavado se pasa a través de la malla N°200. La pérdida en masa que resulta del lavado, calculada en función a la masa del espécimen original, es el porcentaje de material más fino que la malla N°200. Este porcentaje debe ser menor que el valor indicado en las especificaciones técnicas del proyecto para determinar el cumplimiento del material.

1.4.2.3. ASTM C123. Método de prueba estándar para la determinación de las partículas livianas contenidas en los agregados (ASTM, 2014b)

Este ensayo permite determinar el porcentaje de partículas ligeras en el agregado por inmersión-flotación en un líquido pesado de adecuada densidad relativa. El ensayo se ejecuta independientemente para el agregado fino y el agregado grueso.

a. Agregado fino: una muestra de agregado fino debe secarse a temperatura ambiente y ser tamizada utilizando la malla N°50 (300 μm) para determinar la masa del material retenido y posteriormente llevarlo a una condición saturada superficie seca. El material seco se introduce en un líquido pesado (densidad relativa de 2.0), cuyo volumen debe ser de por lo menos tres veces el volumen absoluto del agregado. El líquido se vierte en un segundo recipiente incluyendo las partículas flotantes, pasadas a través de un colador y después de su colección se regresa al primer recipiente para repetir el proceso hasta que la porción de ensayo quede libre de partículas flotantes. Las partículas decantadas contenidas en el colador son lavadas con un solvente apropiado para remover el líquido pesado y posteriormente son secadas. Finalmente se determina la masa de las partículas decantadas en el colador.

b. Agregado grueso: una muestra de agregado fino debe secarse a temperatura ambiente y tamizarse utilizando la malla N°4 (4.75 mm) para determinar la masa del material retenido y posteriormente llevarlo a una condición saturada superficie seca. El material seco se introduce en un líquido pesado (densidad relativa de 2.0), cuyo volumen debe ser de por lo menos tres veces el volumen absoluto del agregado. Las partículas que flotan en la superficie son removidas y guardadas. El proceso se repite con las partículas remanentes hasta que ya

no existan partículas que suban a la superficie. Las partículas coladas se lavan en un solvente apropiado para la remoción del líquido pesado y se secan. Finalmente se determina la masa de las partículas decantadas.

1.4.2.4. ASTM C142, Método de prueba estándar para terrones de arcilla y partículas desmenuzables en los agregados (ASTM, 2017c)

Este ensayo está orientado a la determinación del contenido de terrones de arcillas y partículas desmenuzables en los agregados. El ensayo consiste en tomar una muestra y remojarla por un periodo de 24 ± 4 horas. Luego se aprietan las partículas para romper las de menor tamaño; posteriormente se realiza un tamizado húmedo hasta que todo el material de tamaño inferior haya sido removido, mostrando el porcentaje de arcillas y partículas desmenuzables. Este porcentaje debe ser menor que el valor indicado en las especificaciones técnicas del proyecto para determinar el cumplimiento del material.

1.4.2.5. ASTM C40. Método de prueba estándar para la detección de impurezas orgánicas en agregados finos para concreto (ASTM, 2019b)

Las impurezas orgánicas son sustancias nocivas que pueden encontrarse en el agregado, están conformadas por productos como humus o margas orgánica provenientes de la descomposición de material vegetal. Las impurezas interfieren en el proceso de hidratación del cemento y en el desarrollo de la resistencia del concreto. Las impurezas orgánicas son más frecuentes en el agregado fino y pueden eliminarse con un lavado adecuado. Este método de ensayo se usa para hacer una determinación preliminar de la aceptabilidad de los agregados finos con respecto a los requisitos de la especificación. El objetivo de este ensayo es detectar la presencia de cantidades perjudiciales de materia orgánica.

La presencia de impurezas se puede comprobar a través de la prueba colorimétrica que consiste en colocar en una botella una mezcla de agregado y una solución de hidróxido de sodio (NaOH). La mezcla es agitada hasta lograr una reacción química e inmediatamente es dejada en reposo por 24 horas. El contenido orgánico se evidencia por el color de la solución. Cuando el color del líquido no es más oscuro que el color amarillo especificado como regular, entonces la muestra contiene una cantidad aceptable de materia orgánica, pero si el color es más oscuro que la marca normada, el agregado tendrá un alto contenido de materia orgánica que es perjudicial para el concreto.

En la figura 10 se muestra un ejemplo de la determinación del valor del color. Se grafica la comparación del color de luz transmitida a través del líquido que está sobre la muestra ensayada con una paleta de cinco vidrios de colores estándar. De la imagen se concluye que la

muestra contiene una cantidad inofensiva de materia orgánica, dado que el color del líquido no es más oscuro que el color amarillo especificado como regular.

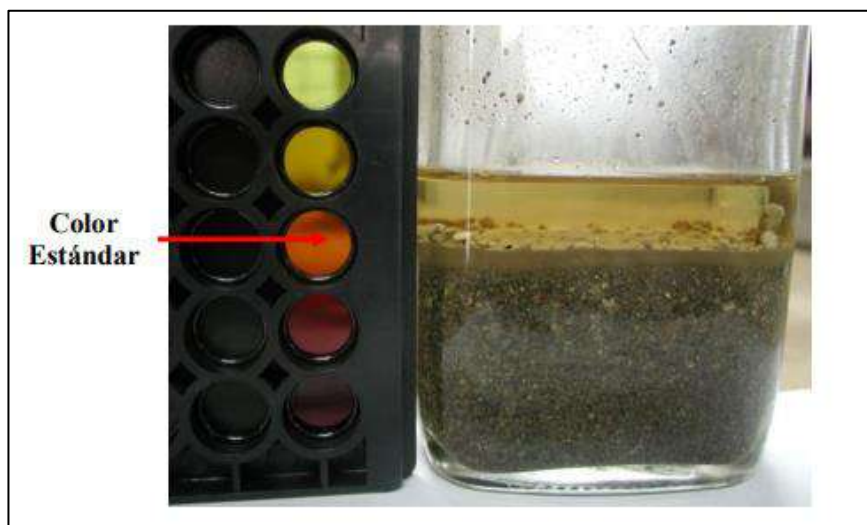


Figura 10. Comparación de colores de luz transmitida a través de la muestra ensayada con una paleta de cinco vidrios de color estándar.

Fuente: Reporte del laboratorio de mecánica estructural de la Universidad Centroamericana.

1.4.2.6. ASTM C128. Método de prueba estándar para determinar la densidad, densidad relativa (gravedad específica) y absorción del agregado fino (ASTM, 2015c)

Este método cubre la determinación de la densidad promedio de una cantidad de partículas de agregado fino sin incluir el volumen de vacíos entre las partículas. La densidad relativa (gravedad específica) puede expresarse como densidad seca al horno (SH), saturada y superficialmente seca (SSS), o como densidad aparente (gravedad específica aparente). La densidad relativa SH se determina después de secar el agregado. La densidad relativa SSS y la absorción se determinan después de remojar el agregado en agua para una duración prescrita.

El ensayo consiste en sumergir en agua una muestra durante 24 ± 4 horas para llenar los poros. Se retira la muestra del agua y se seca la superficie de las partículas para determinar su masa y volumen por el método volumétrico o gravimétrico. Finalmente, la muestra se seca en el horno y nuevamente se determina su masa. Se calcula la densidad, densidad relativa (gravedad específica) y la absorción.

La densidad relativa (gravedad específica) es la relación de masa de un agregado con respecto a la masa de un volumen de agua igual al volumen de las partículas de agregado-

también referido como volumen absoluto del agregado. También es expresada como la relación de la densidad de las partículas de agregado con respecto a la densidad del agua.

1.4.2.7. ASTM C88. Método de prueba estándar para la determinación de la desintegración de los agregados mediante el uso del sulfato de sodio o del sulfato de magnesio (ASTM, 2018a)

Este ensayo permite determinar el grado de desintegración de los agregados cuando están expuestos al intemperismo o a condiciones de meteorización. Este método consiste en simular la expansión del agua al congelarse y trata de sumergir el agregado en una solución de sulfato de sodio o sulfato de magnesio seguida por secado al horno para deshidratar la sal precipitada en los espacios de los poros permeables. La fuerza interna expansiva que deriva de la rehidratación de las sales después de la re-inmersión, simula la expansión del agua al congelarse.

Este método de ensayo proporciona información útil para juzgar el grado de desintegración de los agregados cuando no se dispone de la información adecuada de los registros del material en servicio expuesto a condiciones climáticas reales.

1.4.2.8. ASTM C131. Método de prueba estándar para determinación de la resistencia al desgaste del agregado grueso de tamaño pequeño, por abrasión e impacto en la máquina de los Ángeles (ASTM, 2014c)

Este ensayo explica el procedimiento de desgaste de los agregados gruesos de tamaño de hasta 1 ½" (3.75 mm) usando la máquina de los Ángeles. Después del proceso de trituración con un número de revoluciones prescrito en la normativa, el agregado es tamizado para medir el desgaste como pérdida en porcentaje.

1.4.2.9. NTP 339.152. Método de ensayo normalizado para la determinación del contenido de sales solubles en suelos y agua subterránea (NTP, 2002)

Las sales solubles existentes en los agregados causan la acción de atraer el agua a través del recubrimiento, depositándose sobre la superficie del acero de refuerzo. La cristalización de sales solubles en los poros de los materiales (concreto) es a menudo una causa importante de su deterioro. Al llegar a la superficie del metal, las sales provocan que la corrosión se desencadene. Una vez que la corrosión se ha desencadenado, ésta se manifestará bajo tres vertientes:

- Sobre el acero, disminuyendo de su diámetro inicial y, por lo tanto, afectando su capacidad de soporte mecánica.
- Sobre el concreto, provocando fisuras y desprendimientos al generarse acumulación de óxidos expansivos en la interfase acero-concreto.

- Sobre la adherencia entre el acero y el concreto.

Para la determinación de los agentes corrosivos en el material a usar, se prepara un extracto acuoso usando una relación suelo-agua de 1:5 para la mezcla y una muestra de suelo preparada para análisis. Se procede a agitar por una hora una muestra en agua desionizada para disolver las sales presentes. Un volumen conocido de solución de ensayo, que es el extracto acuoso, se evapora en una cápsula de peso conocido y se pone a secar a $180^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$. El incremento de peso representa el total de sólidos disueltos

1.4.2.10. ASTM C143. Método de ensayo normalizado para asentamiento de concreto de cemento hidráulico (ASTM, 2015d)

Este método de ensayo tiene como finalidad determinar el asentamiento de concretos plásticos hechos a base de cemento hidráulico. El ensayo consiste en obtener una muestra de concreto recién mezclado, colocarlo y consolidarlo por varillado dentro de un molde en forma de cono truncado. Luego se debe levantar el molde dejando que el concreto se asiente, para medir la distancia vertical entre la altura original y la desplazada en el centro de la superficie superior del concreto. Finalmente, la distancia vertical medida se debe reportar como asentamiento del concreto.

1.4.2.11. ASTM C31. práctica normalizada para preparación y curado de especímenes de ensayo de concreto en la obra (ASTM, 2015e)

Esta práctica provee requisitos normalizados para elaborar, curar, proteger, y transportar especímenes de ensayo de concreto bajo condiciones de obra. Los especímenes de resistencia a la compresión o a la tracción indirecta deben ser cilindros colados y fraguados en una posición vertical. El número y tamaño de los cilindros colados será el indicado por el especificador de los ensayos. Asimismo, la longitud debe ser dos veces el diámetro del cilindro y el diámetro del cilindro debe ser al menos tres veces el tamaño máximo nominal del agregado grueso. Si los especímenes no pueden ser moldeados en el lugar donde recibirán el curado inicial, es necesario mover los especímenes inmediatamente después del acabado al lugar de curado inicial para almacenamiento.

1.4.3. Ensayos para geosintéticos

1.4.3.1. Ensayos para geotextiles

El medio ambiente se puede ver seriamente afectado por la actividad minera, el manejo de desperdicios y sus actividades asociadas. La tecnología de los geosintéticos ofrece una manera segura y controlada de manejar esta situación, mediante sistemas de impermeabilización con geomembranas acompañadas de geotextil no tejido. Este tipo de geosintéticos no tejidos fue usado en el proyecto “Construcción de plataforma de lixiviación,

fase 7-extensión”. Se forman a partir de un entrelazado de fibras o filamentos de polipropileno mezclados aleatoriamente. Los geotextiles no tejidos además de proteger la geomembrana de los esfuerzos inducidos por objetos angulosos que afecten la impermeabilidad del sistema actúan como transmisor de fluidos o disipador de gases evitando la saturación del sistema.

La normativa para geotextiles no incluye el aseguramiento, las pruebas de aceptación del producto, o las pruebas de conformidad. Estas actividades son independientes según las organizaciones que realicen la instalación.

Los controles citados en esta sección indican los requisitos solicitados por el cliente para el proyecto “Construcción de plataforma de lixiviación, fase 7-extensión”. Estos controles vienen documentados en las especificaciones técnicas para geotextiles.

a. Control de calidad del material

El fabricante del geotextil tiene la responsabilidad de entregar información de un control de calidad del producto mediante un certificado de calidad, en el que se indique el número de rollo e identificación y los resultados de la prueba de control de calidad que se ejecute durante su fabricación. Este control se realiza previo a la instalación del geotextil en obra. El fabricante, deberá proporcionar un certificado de cumplimiento al cliente, afirmando que el material a ser proporcionado cumple con las propiedades requeridas en las especificaciones técnicas del proyecto a ejecutar. El propósito de este control es lograr un sistema alineado con el menor número posible de defectos.

b. Colocación del material

El geotextil se deberá colocar según lo especificado en los planos. Previa instalación del geotextil se debe verificar que la superficie donde se colocará sea uniforme y libre de objetos afilados. La colocación del geotextil se hará desplegando su dimensión más larga desde el hombro del talud (parte superior) hasta el pie de talud (parte inferior), dejándose libre de tensiones o cualquier otro esfuerzo.

El geotextil sujeto en la parte superior del talud deberá estar asegurado en una trinchera de anclaje para luego ser desplegado talud abajo. Si existiera la presencia de arrugas posterior a su despliegue, deberá ser movido manualmente de modo que se elimine las arrugas existentes. Es responsabilidad del instalador que no quede material atrapado durante la colocación del geotextil para no dañar la geomembrana adyacente.

c. Costura de paneles

La unión de paneles de geotextil no tejido se puede realizar mediante dos tipos de uniones: unión por costura y unión por aire caliente. Se hablará del segundo tipo de costura, debido a que fue el procedimiento solicitado para la ejecución del proyecto.

La costura por aire caliente para unión de paneles de geotextil se deberá realizar con un dispositivo de aire caliente y aplicando presión con un rodillo. Este proceso se puede efectuar manual o mecánicamente. Se deberá de tener en cuenta la temperatura del aire y la presión a aplicar, que estarán en función del polímero. El ancho mínimo de traslape entre paneles deberá ser 0.15 m.

d. Reparaciones

Se deberá realizar una reparación en todos los agujeros o rasgados que existan en el geotextil. La reparación debe realizarse mediante un parche del mismo material, que tenga un tamaño de 0.15 m más en cada extremo del agujero. Posteriormente los bordes del geotextil parche y geotextil panel serán soldados de forma continua mediante un dispositivo de aire caliente. Cada vez que el ancho del agujero sea mayor al 50% del ancho del rollo, se procederá a retirar el área dañada de todo el rollo y se unirá las dos partes del geotextil.

1.4.3.2. ASTM D6102. Guía estándar para instalación de GCL (ASTM, 2015f)

El revestimiento geosintético de arcilla (GCL) consiste en un compuesto de dos geotextiles que confinan un núcleo de arcilla bentonítica. EL sistema funciona como barrera hidráulica, actuando como un sistema secundario de impermeabilización, en aplicaciones de instalación exigentes.

a. Control de calidad del material

El fabricante proporcionará todo el GCL en rollos envueltos con una cobertura de protección relativamente impermeable, opaca y marcada o etiquetada con la información siguiente: nombre del fabricante, identificación del producto, porción o número de lote y número de rollo.

El fabricante de GCL tiene la responsabilidad de entregar información de un control de calidad del producto mediante un certificado de calidad, en el que se indique el número de rollo e identificación y los resultados de la prueba de control de calidad que se ejecuten durante su fabricación. Este control se realiza previo a la instalación del GCL en obra.

El fabricante, deberá proporcionar un certificado de cumplimiento al cliente, afirmando que el material a ser proporcionado cumple con las propiedades requeridas en las especificaciones técnicas del proyecto a ejecutar. El propósito de este control es lograr un sistema alineado con el menor número posible de defectos.

b. Colocación del material

El GCL no se instalará en una superficie saturada con agua, puesto que tiene que prevenirse la hidratación de la manta antes de la culminación de la instalación del sistema de revestimiento. Para asegurar que el GCL no se hidrate, no podrá ser instalado durante la

ocurrencia de precipitaciones, vientos fuertes u otras condiciones que puedan causar la hidratación y dañar al GCL. Todo GCL hidratado será retirado y reemplazado con nuevo material.

La superficie donde se colocará el GCL debe ser uniforme, libre de condiciones u objetos que puedan dañar el material. La superficie deberá ser compactada de acuerdo con las especificaciones del proyecto, para eliminar cualquier surco de las ruedas, huellas, u otros cambios excesivos de grado abruptos.

El instalador deberá mantener un registro de despliegue del GCL, indicando la fecha, hora, número de panel, número de rollo y ubicación. Esta misma información deberá ser colocada en cada panel desplegado. En la parte superior del talud, el GCL deberá estar sujeto en una trinchera de anclaje y posteriormente desplegarse hacia abajo. Si existieran arrugas en el material instalado, será necesario reubicarlo manualmente con la intención de eliminar la presencia de pliegues. Es responsabilidad del instalador que no queden material atrapado en el GCL que pueda causar daños a la geomembrana.

c. Costura de paneles

Las costuras de GCL se construyen mediante traslapes de bordes adyacentes. El traslape a lo largo y ancho de la manta deberá tener como mínimo lo indicado por la guía de instalación del proveedor, pero en ningún caso deberá ser menor de 0.50 m.

Para asegurar el GCL, los traslapes no deberán ser clavados o engrapados a la manta inferior, para facilitar el drenaje en caso de lluvia. Los paneles de los taludes superiores deberán colocarse encima de los paneles de los taludes inferiores para que el flujo discurra por encima de la costura y no contra la misma. El traslape transversal deberá tener como mínimo lo especificado por el proveedor, pero en ningún caso deberá ser menor de 2.0 m.

d. Reparaciones

Se considera realizar una reparación en todos los agujeros o rasgados que existan en el GCL. La reparación consiste en la colocación de un parche de GCL en el agujero, que se extiende 0.30 m en todas las direcciones más allá de los bordes del agujero. El parche debe asegurarse utilizando un dispositivo de aire caliente.

1.4.3.3. Ensayos para el geocompuesto

El geocompuesto sirve como una capa impermeabilizante de GCL. Se usa para la protección del GCL en superficies empinadas y/o en presencia de afloramientos rocosos.

a. Control de calidad del material

El eocompuesto usado en este proyecto consiste en una geonet con geotextil no-tejido unido por calor en ambos lados. El fabricante de geocompuesto tiene la responsabilidad de

entregar información de un control de calidad al producto mediante un certificado de calidad, en el que se indique el número de rollo e identificación y los resultados de la prueba de control de calidad que se ejecuten durante su fabricación. Este control se realiza previo a la instalación del geocompuesto en obra.

El fabricante, deberá proporcionar un certificado de cumplimiento al cliente, afirmando que el material a ser proporcionado cumple con las propiedades requeridas en las especificaciones técnicas del proyecto a ejecutar. El propósito de este control es lograr un sistema alineado con el menor número posible de defectos.

b. Colocación del material

El geocompuesto deberá ser colocado en los lugares mostrados en los planos y aquellas áreas que representen un potencial peligro para la integridad del GCL. El geocompuesto deberá desplegarse, en su dimensión más larga, desde el hombro del talud (parte superior) hasta el pie de talud (parte inferior) y deberá dejarse liso y libre de tensión, esfuerzos, pliegues, arrugas o rayas.

En la parte superior de los taludes, el geocompuesto deberá estar asegurado en una trinchera de anclaje y luego se desplegará talud abajo. Una vez que se haya desplegado el geocompuesto, deberá ser reubicado manualmente, de ser necesario, para minimizar arrugas y pliegues. También, durante la colocación del geocompuesto, es responsabilidad del instalador asegurarse de no entrapar material en el geocompuesto que pueda causar obstrucción o rocas que puedan dañar la geomembrana adyacente.

c. Costura de paneles

Las costuras de los rollos adyacentes del geocompuesto deberán ser cosidas mediante sujetadores plásticos. La costura del geotextil componente del geocompuesto deberá ser realizada utilizando un dispositivo de aire caliente.

Los traslapes de los paneles deberán ser de 0.15 m con sujetadores cada 1.20 m en la costura longitudinal y de 0.60 m como mínimo en las costuras transversales con dos hileras de precintos cada 0.30 m.

d. Reparaciones

Todos los agujeros o rasgados existentes en el geocompuesto deben ser reparados. La reparación se realiza mediante un parche del mismo material, que tenga un tamaño de 0.15 m más en cada extremo del agujero.

Será necesario asegurar la geonet y el geotextil al panel de geocompuesto y al parche colocado. La geonet deberá ser asegurada colocando sujetadores plásticos cada 0.15 m. Posteriormente los bordes del geotextil parche y geotextil panel serán soldados de forma

continúa con un dispositivo de aire caliente. Cada vez que el ancho del agujero sea mayor al 50% del ancho del rollo, se procederá a retirar el área dañada de todo el rollo y se unirá las dos partes del geocompuesto.

1.4.3.4. Ensayos para la geomembrana

Para el revestimiento de la plataforma de lixiviación del proyecto, se utilizaron geomembranas de LLDPE simples texturada (SST) por un lado, con 2.0 mm de espesor. Las SST son geosintéticos usados para la contención de desechos líquidos o sólidos.

1. Pruebas no destructivas

a) ATM D5641. Práctica estándar para la evaluación de la costura de geomembrana por caja de vacío (ASTM, 2016b)

Esta práctica es una evaluación no destructiva que pretende ser utilizada para el control de calidad durante la costura de geomembranas. Esta prueba es ejecutada cuando la costura es realizada con soldadura por extrusión.

El principio básico de esta práctica consiste en mojar la zona de ensayo con una solución jabonosa y colocar la caja de vacío para crear un diferencial de presión a través de la costura, como se muestra en figura 11. Se observa y verifica la creación de burbujas sobre el lado de baja presión, dentro de la cámara de vacío. La cámara de vacío tiene un puerto de visualización que permite la observación de la zona de la costura que se está probando. A medida que la cámara se mantiene firme en su lugar, haciendo previamente un traslape de 75 mm con respecto a la sección anterior, se aplica el vacío. Las fugas de aire a través de la costura son la causa de la formación de burbujas en la zona de ensayo.



Figura 11. Ejemplo de evaluación de la costura de geomembrana por caja de vacío.

Fuente: Proyecto “Construcción de plataforma de lixiviación, fase 7-extensión” (2018).

b) ASTM D5820. Práctica estándar para la evaluación de canal de aire presurizado de doble costura en geomembranas (ASTM, 2018b)

Esta práctica cubre una evaluación no destructiva de la continuidad de las costuras paralelas de la geomembrana, separadas por un canal de aire sin soldar. Esta práctica utiliza una doble costura donde existe un canal de aire entre las dos zonas soldadas. Esta prueba es ejecutada cuando la costura es realizada con soldadura por fusión. En la figura 12 se muestra una doble costura de geomembrana, separadas por un canal de aire sin soldar.

Después de realizar la doble costura se sellan los dos extremos del canal de aire continuo. Se procede a conectar una bomba de aire para generar presión con una manguera flexible a través de una conexión rápida y presurizar el canal de aire con la presión apropiada para el tipo de geomembrana.

La prueba consiste en someter la longitud de soldadura a una presión de 205 kPa por 2 minutos como mínimo. Para que la soldadura sea aprobada debe estabilizarse y no perder más del valor admisible. Para el proyecto se han considerado 15 kPa (2 psi) de presión. Si la soldadura por fusión no puede someterse a la prueba de aire debido a una obstrucción en el canal de aire, se deberá considerar que la costura soldada ha fallado.



Figura 12. Doble costura de geomembrana, separadas por un canal de aire sin soldar.

Fuente: Proyecto “Construcción de plataforma de lixiviación, fase 7-extensión” (2018).

c) ASTM D6365. Práctica estándar para pruebas no destructivas de las costuras de geomembrana utilizando prueba de chispa (ASTM, 2018c)

Esta práctica cubre la prueba no destructiva para la evaluación de costuras en geomembranas, utilizando el ensayo de chispa. Esta prueba es ejecutada cuando la costura es realizada con soldadura por extrusión.

Para utilizar esta práctica, se inserta un material conductor de electricidad o alambre debajo de la costura antes de realizada la soldadura. El material conductor en la costura está conectado al terminal negativo del aparato de ensayo, y una tensión positiva se aplica a través del borde de la costura. Un área sospechosa en la costura está indicada por una chispa de la fuente de tensión para el material conductor.

La prueba de chispa consiste en encender el aparato de prueba de chispa y mantenerlo aproximadamente 25 mm encima de la soldadura, moviéndolo lentamente en toda la longitud de la misma. Si no aparece la chispa, se considera que la soldadura está libre de fugas. Una fuga indica que existe un agujero en la costura. El área fallada debe ser ubicada, reparada y ensayada nuevamente por el instalador.

2. Pruebas destructivas

Consiste en extraer una muestra de una costura. La muestra deberá tener 0.30 m de ancho por 1.0 m de largo. Las muestras que se extraigan deben registrarse de manera consecutiva, indicando fecha, hora, ubicación, nombre del técnico encargado de la costura, aparato, temperatura y criterio de aprobación o desaprobación.

Las pruebas destructivas ejecutadas a la muestra extraída se realizan después de que los dos cupones de 25 mm de ancho, extraídos de cada borde de la muestra, aprueben los criterios de rotura y pelado. Una vez que los cupones hayan cumplido con los requerimientos de resistencia de la costura, se deberá obtener una muestra destructiva de las mismas dimensiones de la primera (0.30 m de ancho por 1.0 m). La muestra será dividida en 10 cupones, 5 cupones para corte y 5 cupones para pelado.

Las costuras de geomembrana se iniciarán cuando los técnicos de soldadura hayan realizado una costura de prueba. Este proceso consiste en soldar una muestra de geomembrana de 1.0 m de largo y 0.30 m de ancho en las mismas condiciones del área que será revestida, la cual se denomina costura de prueba. Posteriormente de la costura de prueba se debe cortar un mínimo de 5 cupones de 25 mm de ancho y ensayarlos (dos para corte y tres para pelado) con un tensiómetro de campo.

En la figura 13, se muestran cinco cupones ensayados por corte y pelado (*Shear y Peel*). Estos cupones han sido extraídos de una costura de soldadura por fusión.



Figura 13. Cupones ensayados por corte y pelado (Shear y Peel).

Fuente: Proyecto “Construcción de plataforma de lixiviación, fase 7-extensión” (2018).

a) ASTM D6392. Método de prueba estándar para la determinación de la integridad de las costuras de geomembrana no reforzada utilizando métodos de termofusión (ASTM, 2018d)

Una costura de prueba es aprobada cuando los cupones para ensayos de corte y de pelado cumplen con ciertas características. Las características que los cupones para ensayos de corte (*shear*) deben cumplir para que la costura sea aprobada son las siguientes:

- La rotura debe ser dúctil y presentar por lo menos 200% de deformación antes de su ocurrencia. El 200% de elongación está definida colocando cada mordaza a una distancia de 25 mm del extremo de la soldadura y requiriendo que cualquier lado donde primero se inicie la fluencia se extienda un mínimo de 75 mm de distancia antes de la rotura.
- La resistencia a la rotura de las costuras soldadas o unidas tanto por fusión como por extrusión debe alcanzar un mínimo de 120 lb/pulg.

Las características que los cupones para ensayos de pelado (*peel*) deben cumplir para que la costura sea aprobada son las siguientes:

- La rotura debe ser dúctil.

- La resistencia a la rotura para costuras soldadas por fusión debe alcanzar un mínimo de 100 lb/pulg. Mientras que la resistencia a la rotura para costuras soldadas por extrusión debe alcanzar un mínimo de 88 lb/pulg.

1.4.4. Ensayos para tuberías

Las tuberías usadas en el proyecto ejecutado son tuberías de HDPE.

1.4.4.1. ISO 13953. Tuberías y accesorios de polietileno (hdpe). determinación de la resistencia a la tracción y el modo de falla de unión por termofusión a tope (ISO, 2015)

Esta norma internacional describe un método de determinación de la resistencia a la tracción y la forma de rotura por tracción de las uniones de tubos de HDPE por termofusión o soldadura a tope.

Una probeta, extraída de la soldadura de tubos de HDPE con una soldadura a tope, está sometida a un ensayo de tracción a velocidad constante. Cuando a la probeta se le aplica una fuerza en una máquina de tracción, el esfuerzo se concentra en la zona soldada y la rotura se localiza alrededor de la unión. La forma de la rotura y la resistencia de tracción sirven de criterio para hacer una evaluación de la unión a tope. El ensayo se efectuará a una temperatura de $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$.

Se considera el resultado de prueba conforme si la rotura ha sido dúctil y no conforme cuando se produce una rotura frágil.

1.4.4.2. EN 12814-1. Ensayo de soldadura en termoplásticos – prueba de doblado (EN, 2003)

Esta prueba consiste en sacar 2 probetas que contengan la unión de las tuberías soldadas por termofusión. Las probetas deben tener un ancho mínimo de 1.5 veces el espesor de la tubería y un largo de 15 veces el espesor de la misma. Las probetas son sometidas a un doblado de 180° por la parte de la soldadura. La primera probeta será sometida a un doblado externo, la segunda será sometida a un doblado interno. Estos ensayos destructivos se realizarán cada 40 uniones de tubería, de cada máquina que realiza la soldadura.

Capítulo 2

Metodología

Para la elaboración del presente capítulo se ha tomado en cuenta la información correspondiente a todo el alcance, planos y especificaciones técnicas, plan de calidad y ensayos de materiales del proyecto “Construcción de la plataforma de lixiviación, fase 7-extensión” proporcionados por la Minera Barrick Misquichilca S.A. (en adelante MBM o el cliente).

Cómo parte del proceso de control del cumplimiento de los requisitos del proyecto, se implementó un sistema de gestión de calidad (SGC), usando como referente la norma internacional sistemas de gestión de la calidad-requisitos (ISO 9001, 2015). El SGC del proyecto será estudiado partiendo de una recopilación de información y de una descripción detallada de los requisitos solicitados para el proyecto en estudio. Se evaluarán los controles de calidad empleados durante el desarrollo del proyecto, mediante una metodología propuesta denominada “Diagnóstico ISO 9001 (2015)”, la cual permitirá determinar la eficiencia del sistema de control de calidad e identificar los requisitos de la norma con bajo grado de cumplimiento. Finalmente se elaborará una propuesta de mejora que desarrolle conceptos que favorezcan una gestión de calidad eficiente, para ser aplicada en proyectos futuros de la misma índole.

2.1. Proceso metodológico

2.1.1. Recopilación de información

El desarrollo del sistema de gestión de calidad empezó con el plan de gestión de calidad, el cual se diseñó en la fase precedente a la ejecución del proyecto. El plan de gestión de calidad se elaboró a partir de información contenida en el alcance, especificaciones técnicas y planos proporcionados por el cliente. Además, es importante destacar que este plan sufrió variantes durante los cambios en la fase constructiva.

Para estudiar el plan de calidad elaborado, es necesario conocer a detalle, las especificaciones técnicas de los requisitos de calidad que debe cumplir el proyecto. Es preciso indicar, que este documento de gestión establece las pautas y todos los controles de calidad necesarios para monitorear los trabajos según el alcance del proyecto.

Para analizar la eficiencia del plan de calidad elaborado, se contará con los planos del proyecto, los documentos de cambio de información y los documentos de auditoría (NCR y SVR). Toda esta información será necesaria para estudiar el proceso de control de calidad en el proyecto, identificar las falencias y determinar los controles omitidos en el plan de calidad.

2.1.2. Evaluación del sistema de gestión de calidad del proyecto

La norma ISO 9001 (2015) establece lineamientos generales para la gestión de la calidad, proporcionando una base sólida a las organizaciones que buscan cumplir con los requisitos especificados. Esta norma ha sido adecuada al tipo y complejidad del proyecto “Construcción de la plataforma de lixiviación, fase 7-extensión”.

Para evaluar el sistema de gestión de calidad del proyecto, primero se medirá el grado de cumplimiento de todos los requisitos normalizados; a través de una metodología que se explicará en el apartado 2.1.2.1. Diagnóstico ISO 9001. Con este diagnóstico se identificarán los puntos deficientes en el sistema de gestión de calidad del proyecto, para luego desarrollar conceptos que favorezcan una gestión de calidad eficiente.

2.1.2.1. Diagnóstico ISO 9001 (2015)

Se realizará el diagnóstico de la empresa contratista, en cuanto al cumplimiento de los requisitos de la norma ISO 9001 (2015). Para este diagnóstico se establecerá la metodología a aplicar y se presentarán los resultados. La información, del proyecto usada para evaluar el cumplimiento de los requisitos de la norma, es el plan de calidad del proyecto y la documentación que evidencia el cumplimiento de la misma.

Se realizará un cuestionario (ver anexo A) y se determinará el grado de alineamiento de la empresa contratista con los requisitos de la norma ISO 9001(2015). La tabla 2 muestra el criterio y calificación utilizados. El peso de los criterios de calificación se han establecido en base al avance o cumplimiento del requisito analizado (Coaguila, 2017).

La metodología se esquematiza, para mejor comprensión, en la figura 14. Se ha tomado de ejemplo el ítem 8.1. “Planificación y control operacional” del capítulo 8 de la norma internacional ISO 9001 (2015), titulado: “operación”. Esta metodología se aplicará para cada uno de los capítulos de la norma. Los criterios de calificación son los que se mencionan en la tabla 2.

Tabla 2. Criterios para la calificación del cumplimiento de los requisitos de la empresa contratista

Descripción		Peso
No diseñado (ND)	Las actividades / métodos demuestran que no se tiene el requisito y/o no se han bosquejado su implementación o el requisito no es aplicable bajo parámetros de exclusión.	0%
Parcialmente diseñado (PD)	Las actividades / métodos demuestran que se tiene el requisito definido, pero éste no es del todo conforme con el requisito de la norma ISO 9001 (2015).	25%
Diseñado (D)	Los métodos son conformes con los requisitos de la norma ISO 9001 (2015), pero sin evidencias de aplicación.	50%
Parcialmente implementado (PI)	Las actividades / métodos son conformes con el requisito de la norma ISO 9001 (2015), pero con pocas evidencias de aplicación y/o la evidencia no es continua.	75%
Completamente implementado (CI)	Las actividades / métodos son conformes con el requisito de la norma ISO 9001 (2015), y se cuenta con evidencia de aplicación permanente.	100%

Fuente: “Propuesta de implementación de un modelo de gestión por procesos y calidad en la empresa O&C metals S.A.C.” (Coaguila, 2017)

3. Cálculo del porcentaje promedio del ítem:
 $(100\% + 100\% + 75\% + 0\%) / 4 = 69\%$

2. Suma total de los valores de cada ítem.

4. Cálculo del porcentaje promedio del capítulo

Num. ISO	REQUISITO	0%	25%	50%	75%	100%	%	TOTAL	OBSERVACIONES
CAPÍTULO 8: OPERACIÓN									
8.1	PLANIFICACIÓN Y CONTROL OPERACIONAL	1	0	0	1	2	69%		45%
8.1	Se han determinado los requisitos para los productos y/o servicios					1	100%		Se tiene definidos los requisitos del cliente.
8.1	Se ha establecido los criterios para los procesos y para la aceptación de los productos y servicios.					1	100%		Se cuentan con criterios y la evidencia de su uso. Se mantiene la información documentada.
8.1	Se documenta y almacena la información sobre los procesos que se llevan a cabo y así demostrar conformidad de los productos y servicios con sus requisitos.				1		75%		El supervisor de producción lleva un registro sobre los procesos y productos, pero no se encuentra actualizado.
8.1	Se controlan los cambios planificados en los procesos y requisitos de productos y servicios.	1					0%		No hay ningún control para este requisito.

1. Se coloca 1, en cada una de las filas según la calificación que les corresponda

Figura 14. Ejemplo de la metodología de calificación del SGC del proyecto.

Fuente: Elaboración propia.

2.1.2.2. Resultados de diagnóstico ISO 9001 (2015)

El grado de cumplimiento e implementación de los requisitos de la norma internacional se presenta en la tabla 3. Además, se presenta el gráfico de resultados (figura 15), que muestra

un perfil del comportamiento de seis capítulos de la norma, del capítulo 4 al capítulo 10, dado que los tres primeros capítulos son una introducción a la norma. El porcentaje promedio de cumplimiento de los requisitos de la norma es de 23%. Ninguno de los seis capítulos llega al 50% de cumplimiento en el proyecto ejecutado por Angeles minería y construcción. El capítulo con menor porcentaje de cumplimiento es el capítulo 9 titulado “Evaluación de desempeño”, con un porcentaje de 8%, dejando constancia de la poca preocupación que tuvo la empresa contratista para evaluar su sistema de gestión de calidad. El diagnóstico se realizó basándose en el anexo A - Cuestionario de Diagnóstico ISO 9001 (2015).

Tabla 3. Resultados del diagnóstico ISO 9001 (2015)

Capítulo	Requisitos del sistema de gestión de calidad	Porcentaje de cumplimiento
4	Contexto de la organización	10%
5	Liderazgo	48%
6	Planificación	11%
7	Soporte	28%
8	Operación	45%
9	Evaluación de desempeño	8%
10	Mejora	13%
	Promedio	23%

Fuente: Elaboración propia.

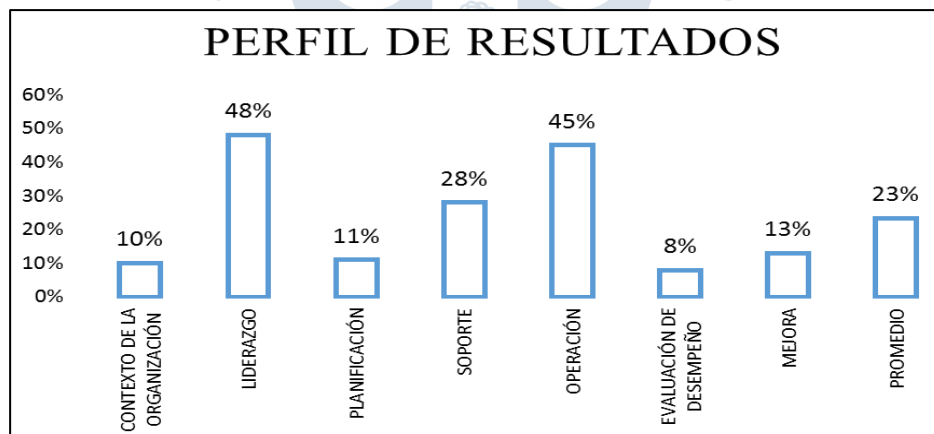


Figura 15. Perfil de resultados.

Fuente: Elaboración propia.

A partir de la información obtenida y graficada, se determina que el porcentaje de cumplimiento general de Angeles minería y construcción es de 23%. Queda demostrado que existen ciertos requisitos de la norma internacional que la empresa contratista debe mejorar y otros requisitos que debe implementar.

2.2. Método de control de calidad en la construcción

La norma internacional sistemas de gestión de la calidad-requisitos ISO 9001 (2015) promueve la adopción de un enfoque de procesos, como un principio básico y fundamental para implementar un sistema de gestión de calidad y alcanzar el cumplimiento de los requisitos del cliente. en conformidad con la norma, el proyecto objeto de estudio, implementó todos los requisitos que fueron aplicables al alcance de su sistema de gestión de calidad.

Para su explicación, estos requisitos se van a categorizar en tres procesos: planeamiento de la calidad, control y medición de la calidad, y mejora de la calidad. Estos procesos constituyeron la metodología a seguir para controlar la calidad en la construcción. La conformidad con la norma internacional solo se puede declarar si los requisitos determinados como no aplicables no afectan a la capacidad de la empresa de asegurar la conformidad de su proyecto y la satisfacción del cliente (ISO 9001, 2015).

2.2.1. Proceso de planeamiento de la calidad

El objetivo de planificar la calidad es proporcionar a las áreas encargadas de producción y/o construcción, los medios para obtener resultados que puedan satisfacer las necesidades de los clientes (Andrés et al., 2002). En este punto se van a desarrollar las tareas necesarias para planificar el sistema de gestión de calidad.

2.2.1.1. Contexto de la organización

La empresa contratista debe considerar las cuestiones externas e internas que son pertinentes para su propósito (ISO 9001, 2015). La empresa deberá identificar los factores que influirán de forma positiva o negativa en el logro de sus objetivos. Para el cumplimiento de este requisito, se propone emplear el análisis de fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas (FODA), que consiste en hacer una evaluación de los factores fuertes y débiles que diagnostiquen la situación interna de la empresa, así como su evaluación externa, es decir, oportunidades y amenazas. Se identifica como fortalezas las funciones que la empresa desarrolla de manera correcta, como son las habilidades competentes del personal y la misma capacidad competitiva de la empresa. Una debilidad se define como una actividad que la empresa realiza de forma deficiente. Las oportunidades son de carácter externo, no controlables por la empresa, pero representan elementos potenciales de mejora que ayudan a moldear las estrategias de la compañía. Las amenazas constituyen los aspectos negativos y los problemas potenciales que debe afrontar la empresa (Talancón, 2007).

Ejemplos de cuestiones externas que el contratista debe determinar son la alta o baja capacidad crediticia de la empresa contratista, la facilidad de negociación con los proveedores para la disminución de costos, la escasez de mano de obra calificada y especializada, entre otras.

Como cuestiones internas, los ejemplos identificados son el desconocimiento de temas de calidad por la parte gerencial de la empresa, el uso de equipos y maquinarias aptos para la realización de trabajos, la impuntualidad con los entregables programados, el desorden en la rotación del personal, entre otros.

2.2.1.2. Comprensión de las necesidades y expectativas de las partes interesadas

La empresa contratista debe contemplar la posesión de los recursos necesarios para satisfacer las necesidades del cliente. Para este requisito, será necesario que la empresa identifique las partes interesadas juntamente con sus necesidades y expectativas. Esto permitirá orientar correctamente el sistema de gestión de calidad; por ejemplo, las partes interesadas pertinentes al sistema de gestión de calidad pueden ser clientes, estados y organismos reguladores, proveedores, personal y demás según el alcance del proyecto. Haciendo un análisis para el caso particular en el que la parte interesada es el personal, tendrá como una necesidad o expectativa su desarrollo y ejercicio profesional, conforme lo indica la norma ISO 9001 (2015) en el ítem 7.2 (competencia). Un análisis similar deberá realizarse para cada una de las partes interesadas.

2.2.1.3. Determinación del alcance del sistema de gestión de calidad e identificación de procesos

Para el desarrollo del sistema de gestión de calidad se deberán definir sus límites y su aplicabilidad para establecer su alcance. La empresa contratista debe implementar todos los requisitos de esta norma que sean aplicables al alcance de su sistema de gestión de calidad. Es necesario además proponer una justificación para cualquier requisito de la norma que la empresa considere no aplicable.

Los procesos comprendidos para un proyecto de construcción de la índole del proyecto en estudio son: revisión y aceptación de los requisitos; planeamiento, control y medición; mejora y entrega del proyecto.

2.2.1.4. Enfoque al cliente

La empresa contratista deberá esclarecer y definir los requisitos que solicita el cliente. Estos requisitos están definidos en el contrato y alcance del proyecto. El alcance del proyecto contempla las especificaciones técnicas y los planos.

Al asegurar la ejecución de un proyecto conforme a las especificaciones y características dadas, se logrará la aceptación y cumplimiento con las expectativas del cliente. La satisfacción del cliente podrá ser medida mediante una encuesta de satisfacción o mediante otras modalidades tales como reuniones contractuales para evaluar el avance del proyecto, indicadores que midan el cumplimiento de compromisos, entre otros.

2.2.1.5. Establecimiento de la política de calidad

El área encargada del control de calidad del proyecto, llamada área CQC, deberá establecer, implementar y mantener una política de calidad adecuada con el propósito de la empresa. La política de calidad incluye el compromiso de cumplir los requisitos aplicables y el compromiso a una mejora continua.

2.2.1.6. Roles, responsabilidades y autoridades en la organización

Para lograr el éxito de un sistema de gestión de calidad es indispensable contar con la participación constante de la alta dirección del proyecto. La alta dirección tiene la responsabilidad de fomentar la comunicación y entendimiento de los roles y autoridades pertinentes en toda la empresa (ISO 9001, 2015).

El encargado de dirigir y supervisar todas las actividades del sistema de gestión de calidad es el jefe de calidad. Además, deberá asignar roles y funciones a los miembros de su área y documentarlos mediante un esquema llamado organigrama.

Las funciones y responsabilidades se pueden definir y documentar en un formato específico que debe ser elaborado y validado por los integrantes de la empresa.

2.2.1.7. Identificación de riesgos y oportunidades

La norma internacional indica que la empresa contratista debe contemplar medidas que le permiten afrontar los riesgos y oportunidades. Estas acciones están orientadas a “aumentar los efectos deseables y prevenir o reducir los efectos no deseados” (ISO 9001, 2015).

Para este propósito es recomendable realizar una evaluación de riesgos y oportunidades. Para realizar esta evaluación se recomienda hacer un análisis FODA de la empresa, entre otros procedimientos. El procedimiento que se proponga deberá contemplar los formatos de registro de información para las diferentes actividades contempladas en la ejecución del proyecto. Cuando se haya finalizado la evaluación se deberán plantear alternativas de solución para abordar los riesgos y oportunidades que puedan presentarse.

2.2.1.8. Establecimiento de objetivos de calidad y planificación para lograrlos

Dentro de la política de calidad, se deben formular los objetivos de calidad orientados a fomentar el cumplimiento de los requisitos y el logro de las expectativas del cliente. Los objetivos deberán ser comunicados a todo el personal y serán objeto de seguimiento. Éstos deberán ser medibles para evaluar sus resultados. El proceso de seguimiento y evaluación se podrá realizar a través de indicadores, estableciendo la fórmula de medición, la meta propuesta, la frecuencia de monitoreo, el responsable de la tarea y los recursos asignados.

Si el objetivo es, por ejemplo, implementar una cultura de calidad en los trabajadores, su indicador correspondiente sería el Índice de personal capacitado en temas de calidad (ICPA). La fórmula de medición de este indicador se muestra en la ecuación 6.

$$\%CAPACITACIÓN = \frac{\text{Personal capacitado en temas de calidad en el mes}}{\text{Total de personal}} \times 100 \quad \text{ecuación 6}$$

2.2.1.9. Planificación de cambios

Cada vez que la empresa determine la necesidad de hacer cambios en el sistema de gestión de calidad, estos cambios se deberán llevar a cabo de manera planificada (ISO 9001, 2015). Se considerarán el propósito de los cambios, las posibles consecuencias, la disponibilidad de recursos, la asignación de responsabilidades, entre otros. Como parte de evidencia del cumplimiento de este requisito, la información previamente mencionada se debe documentar en un formato adecuado.

2.2.1.10. Determinación de recursos

La empresa contratista deberá proporcionar los recursos necesarios para la implementación, mantenimiento y mejora del sistema de gestión de calidad (ISO 9001, 2015). La implementación eficaz del sistema de gestión de calidad requiere de recursos como personas para la operación, así como el control de los procesos. Otro recurso necesario es la infraestructura, que puede consistir en edificios, equipos tecnológicos y software, recursos de transporte, entre otros. Además, se deberá prever un buen ambiente de trabajo, como un recurso que garantice condiciones sociales, psicológicas y físicas, favorables.

Será necesario que las personas que realicen las tareas de control tengan conocimiento de la implementación del sistema de gestión de calidad; por ello, se recomienda ejecutar un programa de capacitación y sensibilización. Para evaluar el nivel de satisfacción de los trabajadores con respecto a la infraestructura y ambiente de trabajo, pueden aplicarse encuestas sobre la satisfacción en el trabajo, las cuales deberán ser realizadas periódicamente y de forma anónima para evitar discrepancias.

2.2.1.11. Comunicación interna y externa

La determinación de las formas de comunicación internas y externas es un requisito indispensable para el sistema de gestión de calidad. Se deberá definir: ¿Qué comunicar?, ¿Cuándo comunicar?, ¿A quién comunicar?, ¿Cómo comunicar? y ¿Quién es el que comunica? (ISO 9001, 2015).

Los mecanismos para una comunicación interna pueden ser reuniones y charlas programadas, correos electrónicos y sistemas para compartir información (*Google Drive*, protocolo de transferencia de archivos o FTP, carpetas virtuales compartidas, etc.). En cuanto a la comunicación externa, los medios de comunicación usados son: vía telefónica, correos electrónicos y páginas web, entre otros que permitan agilizar los acuerdos o servicios solicitados.

2.2.1.12. Información documentada

El sistema de gestión de calidad de la empresa contratista debe incluir la información documentada requerida por la norma internacional sistemas de gestión de la calidad-requisitos ISO 9001 (2015). Es preciso establecer un procedimiento de control de información documentada para el control y gestión de toda la información documentada del sistema de gestión de calidad.

2.2.2. Proceso de control y medición de la calidad

Este proceso contempla la “integración” de todas las acciones necesarias para que el resultado final (obra) cumpla con el fin para el cual fue diseñada, tanto en tiempo como con los costos previstos oportunamente (Andrés et al., 2002). Es preciso decir que los profesionales de la construcción están relacionados con la calidad y deberían priorizarla sin dudar.

2.2.2.1. Comunicación de la política de calidad

La política de calidad además de establecerse deberá estar disponible y mantenerse como información documentada. Como un medio de seguimiento, esta política deberá comunicarse, entenderse y aplicarse dentro de toda la empresa contratista (ISO 9001, 2015). Una forma de medir el cumplimiento de este requisito es a través de un indicador de capacitación, como se señaló en la ecuación 6.

2.2.2.2. Persona, competencia y toma de conciencia

Como parte del desempeño eficaz del sistema de gestión de calidad, se deberá asegurar la correcta selección y contratación del personal. La empresa contratista debe “asegurarse que estas personas sean competentes, basándose en la educación, formación o experiencias apropiadas” (ISO 9001, 2015).

Para asegurar las competencias del personal será necesario establecer un procedimiento de “selección y contratación del personal” con el objetivo de constatar que el personal tenga los conocimientos y experiencia del puesto para el cual es contratado. Además, el procedimiento de “selección y contratación del personal” deberá describir de qué manera se evaluarán y validarán las competencias y conocimientos del personal contratado, con el fin de garantizar un óptimo desempeño en la realización de los trabajos y actividades requeridas.

Las personas involucradas en el control de calidad deben tener conocimiento de la política de calidad, objetivos de calidad y las implicancias del incumplimiento del sistema de gestión de calidad. Este requisito podrá ser medido a través de un indicador de capacitación, como se muestra en la ecuación 6.

2.2.2.3. Recursos de seguimiento y medición

El proceso de seguimiento y medición para asegurar la conformidad de los trabajos realizados contempla la necesidad de contar con recursos que aseguren la validez y fiabilidad de los resultados.

En el proyecto en estudio, la trazabilidad era un requisito considerado como parte esencial para proporcionar confianza en la validez de los resultados de medición. Para este trabajo, los equipos de medición debían estar calibrados y protegidos de daños o deterioro.

Para el cumplimiento de este requisito se recomienda manejar un procedimiento de control de equipos y procedimientos para cada ensayo de materiales que se ejecute. En estos procedimientos se deberá incluir un listado resumen (log) de equipos y ensayos realizados, seguido de los formatos diseñados para los respectivos controles.

2.2.2.4. Creación, actualización y conservación de la información documentada

La información documentada deberá tener un patrón de formato, identificación y descripción apropiados, por ejemplo: título, autor, estado de revisión, idioma, gráficos, entre otros. Es necesario llevar un control de la información documentada para asegurar que esté disponible, sea idónea para su uso y esté protegida adecuadamente.

El control de la información documentada deberá tener un procedimiento que se ejecute continuamente. El procedimiento deberá describir las formas de distribución, almacenamiento, preservación y control de cambios de la información documentada, según sea la forma de trabajo de la empresa contratista.

2.2.2.5. Comunicación con el cliente

Una comunicación constante con el cliente va a facilitar la gestión eficaz del sistema de gestión de calidad. Esta comunicación permite tratar consultas acerca del avance del proyecto y de los cambios realizados. Permitirá también obtener una retroalimentación por parte del cliente respecto a los trabajos ejecutados.

El cumplimiento de este requisito se puede lograr mediante las reuniones de contratos entre cliente y contratista. La ejecución de estas reuniones se puede registrar y controlar en un formato determinado.

2.2.2.6. Preservación de los materiales

La empresa contratista tiene la responsabilidad de preservar el buen estado de los materiales adquiridos. Los materiales usados en la construcción deben cumplir con las especificaciones técnicas, por lo que son ensayados in situ o en laboratorios especializados. Es necesario corroborar hasta qué punto estos laboratorios garantizan la calidad de los resultados. La calidad de un material viene definida por una serie de características que son objeto de control durante su fabricación. Estas características son documentadas en unas fichas técnicas donde se proporciona toda la información que se requiere para evaluar la conformidad del material, al ser comparadas con los parámetros y valores especificados por el cliente.

Se debe verificar si el insumo es aceptable para el proyecto en todos sus aspectos, es decir, se debe corroborar si el insumo es aceptable funcionalmente y visualmente (Andrés et al., 2002). Es recomendable hacer una inspección de todos los materiales que se reciben para el proyecto, llevando un registro de control del estado de los materiales. La empresa contratista deberá solicitar al proveedor de materiales, los procedimientos de manipulación, transporte y protección de los mismos.

2.2.2.7. Control de cambios

En este punto la empresa contratista debe asegurar que, al momento de cambiar los requisitos del proyecto, la información documentada pertinente sea modificada. Asimismo, las personas pertinentes deben ser conscientes de los requisitos modificados (ISO 9001, 2015). Es necesario asegurar que los cambios ejecutados cumplan con los requisitos iniciales dispuestos por el cliente.

Este requisito es indispensable para el conocimiento del equipo de trabajo que realiza los procesos de control. El cumplimiento de este requisito podrá ser medido a través de un indicador de charlas informativas o de capacitación y podrá ser evidenciado mediante un formato que recoja información del número de charlas y personal asistente.

2.2.2.8. Liberación de productos y servicios

Las liberaciones deben ser ejecutadas cuando se hayan completado satisfactoriamente las disposiciones planificadas. En el proyecto en estudio, las liberaciones se realizaban una vez que se hacía una inspección de la partida de trabajo y se determinaba la conformidad respecto a las especificaciones dadas por el cliente. Caso contrario, el trabajo era observado y el área de construcción debía modificar o corregir, hasta que el trabajo estuviera conforme a las especificaciones y pueda ser liberado.

Estas liberaciones deberán ser documentadas en los formatos de registro (protocolo) de información y formarán parte de la información documentada. Los formatos son diseñados y

presentados en el plan de calidad elaborado inicialmente. Las liberaciones serán realizadas por el supervisor de calidad encargado, según el organigrama realizado para la asignación de roles.

2.2.2.9. Control de salidas no conformes

La empresa contratista deberá asegurarse que los resultados que no sean conformes con sus requisitos, se identifiquen y se controlen para prevenir su uso o entrega no intencionada (ISO 9001, 2015). Será necesario verificar la conformidad con los requisitos cuando se corrijan los resultados no conformes.

La identificación de resultados no conformes se puede obtener por dos vías. La primera vía consiste en la inspección interna de la empresa contratista acerca de los trabajos realizados. La segunda vía consiste en la inspección por parte de la supervisión del cliente. En este caso, si se detectan trabajos no conformes con los requisitos, se deben emitir documentos de no conformidad (SVR y NCR).

Se recomienda llevar una relación de todos los SVR y NCR recibidos y actualizar el estado de éstos constantemente. Estos documentos deberán cerrarse en el tiempo establecido según el contrato del proyecto y evitar penalidades. Cerrar estos documentos significa levantar las observaciones en campo y documentarlas para corregir la no conformidad.

2.2.3. Proceso de mejora de la calidad

Este proceso asegurará el mantenimiento del sistema de gestión de calidad. El proceso de mejora de la calidad consiste en la implementación de acciones de medición de la conformidad del cliente y demás interesados con los resultados logrados.

2.2.3.1. Satisfacción del cliente

La empresa contratista deberá definir el método para obtener y realizar el seguimiento de las percepciones del cliente, así como del grado en que se cumplen sus necesidades y expectativas (ISO 9001, 2015).

Para el cumplimiento de este indicador se pueden aplicar, por ejemplo, encuestas para evaluar la percepción del cliente. Se pueden incluir reuniones con el cliente para la retroalimentación que ellos pueden dar respecto a la ejecución del proyecto, tal como se explicó en el punto 2.2.2.5. Comunicación con el cliente.

2.2.3.2. Análisis y evaluación

Los resultados del proceso de control y medición serán empleados para evaluar el desempeño y la eficacia de la implementación del sistema de gestión de calidad. Los métodos para analizar los datos pueden incluir técnicas estadísticas (ISO 9001, 2015).

La información que deberá ser analizada incluirá lo siguiente: la percepción y sugerencias del cliente, el riesgo y oportunidades del proyecto y el desempeño del personal y de los proveedores.

2.2.3.3. Auditoría interna

La empresa contratista deberá llevar a cabo auditorías internas a intervalos planificados para obtener información acerca del sistema de gestión de calidad (ISO 9001, 2015). La planificación de las auditorías internas será elaborada por el jefe de calidad en junto con los encargados de los procesos. Además, dentro del programa de auditoría, se deberá elaborar un plan de auditoría interna, el cual estará designado al auditor líder y comunicado a las áreas involucradas. El cumplimiento de este requisito podría conseguirse mediante la elaboración de un procedimiento de auditoría interna.

2.2.3.4. Revisión por la dirección

La revisión por la dirección del sistema de gestión de calidad de la empresa contratista, deberá realizarse de manera planificada, para asegurar su conveniencia, adecuación y eficacia (ISO 9001, 2015). Generalmente la revisión se ejecuta cuando el informe de las auditorías realizadas ha sido anteriormente presentado.

Las consideraciones a revisar, especificadas en los requisitos de la norma internacional, serán recopiladas por el jefe de calidad. A continuación, se definirán las medidas a llevar a cabo para corregir las falencias del sistema de gestión de calidad. Para estas actividades será necesario asignar plazos, recursos y responsables. Para evidencia de esta revisión se debe generar un formato de informe que registre los resultados de revisión por la dirección.

2.2.3.5. No conformidad y acción correctiva

Cuando ocurra una no conformidad, la empresa contratista deberá corregirla y tomar acciones para eliminar las causas de la no conformidad, con el fin que no vuelva a ocurrir. Si fuera necesario se podrán hacer cambios al sistema de gestión de calidad (ISO 9001, 2015).

Las no conformidades se pueden detectar a través de reclamos del cliente, desviaciones en las características del proyecto, incumplimiento de indicadores, informes de auditorías internas, entre otras. Se recomienda establecer un procedimiento de acciones correctivas para definir la metodología de cómo tratar esta situación cuando se presente.

Capítulo 3

Proyecto de construcción de la plataforma de lixiviación, fase 7-extensión

3.1. Requisitos de calidad del proyecto

En este punto se explicarán los requisitos de calidad del proyecto objeto de estudio de esta tesis. Esta información está basada en las especificaciones técnicas del proyecto. La información se organizará según las cinco etapas de construcción que se ejecutaron en el proyecto: movimiento de tierras, sistema de subdrenaje, sistema de impermeabilización, sistema de colección de solución y obras de concreto.

3.1.1. Movimiento de tierras

Los trabajos de movimiento de tierras involucrados en el proyecto consistieron en excavación de material, construcción de bermas perimetrales, construcción de trinchera de anclaje y conformación de la capa de rodadura. Para estos trabajos el contratista identificó y evaluó las áreas de préstamo (canteras) designadas.

3.1.1.1. Áreas de préstamo

Las áreas de préstamo o también llamadas canteras fueron áreas designadas para la extracción del material que iba a ser utilizado como relleno estructural, material de transición, grava para drenaje, suelos de baja permeabilidad y sobrerrevestimiento. Estos materiales fueron utilizados para la construcción de las instalaciones del proyecto. Cada vez que existía la necesidad de cambiar de área de préstamo, el contratista debía informar al ingeniero CQA, y éste a su vez informar al diseñador del proyecto, quien determinaba su uso. La necesidad de cambiar de área de préstamo, debido al poco volumen de material disponible o al incumplimiento de las especificaciones del material, se debía solicitar mediante un RFI.

Las áreas de préstamo usadas en el proyecto fueron las siguientes: cantera América, cantera Antena, cantera Viveros, stock 4255 y stock estacionamiento. Las dos primeras canteras fueron designadas por el cliente y las restantes fueron aprobadas posteriormente para su uso. La extracción del material se hizo siguiendo un procedimiento elaborado por el área CQC y aprobado por el área de CQA.

3.1.1.2. Excavaciones

Los materiales provenientes de las excavaciones debían ser retirados y colocados en depósitos designados por el cliente y el ingeniero CQA, explícitamente para estos materiales. El proceso de excavación se hizo en tres tipos de materiales, según la geología del proyecto. Las excavaciones se realizaron en material suelto, roca suelta y en roca fija.

Las excavaciones en material suelto se debían llevar a cabo por el contratista, con herramientas manuales, sin la necesidad de procedimientos especiales para su extracción (e.g. voladura). Los materiales obtenidos de las excavaciones debían ser usados en rellenos estructurales o masivos, siempre que estos materiales cumplieran con las especificaciones correspondientes para ello y estén aprobados por el ingeniero CQA.

Las excavaciones en roca suelta se debían llevar a cabo por el contratista, con métodos o procedimientos adecuados a la naturaleza del material. Los materiales obtenidos de las excavaciones de roca suelta debían ser usados en los rellenos masivos de compactación controlada, siempre que estos materiales cumplieran con las especificaciones correspondientes para ello y estén aprobados por el ingeniero CQA.

Las excavaciones en roca fija se debían llevar a cabo por el contratista, removiendo los afloramientos rocosos encontrados en el área de trabajo, aplicando técnicas como fractura por impacto y/o voladura para conseguir los niveles indicados en los planos. Los materiales obtenidos de los afloramientos debían ser usados en la construcción de rellenos estructurales y/o estructuras para el control de erosión, siempre que estos materiales cumplieran con las especificaciones y estén aprobados por el ingeniero CQA.

3.1.1.3. Estructuras de derivación de aguas superficiales y bermas perimetrales

Se construyeron estructuras de derivación de aguas superficiales para interceptar los drenajes provenientes de áreas con pendiente. Se construyeron también bermas perimetrales y trincheras de anclaje para dar acceso al área de construcción.

El relleno de las estructuras de derivación debía ser realizado en concordancia con los requerimientos establecidos para relleno estructural, a menos que el diseñador lo aprobara de otro modo. El uso de material de enrocado como material de relleno debía ser autorizado por escrito por el ingeniero CQA.

3.1.1.4. Capa de rodadura

Para la construcción de la capa de rodadura el contratista debía usar materiales propios o de préstamo previamente aprobados. La capa de rodadura estaría conformada por materiales de suelo que cumplan los requerimientos de granulometría indicadas en la tabla 4. Los materiales

para la capa de rodadura debían ser duros, de roca estable, no meteorizada, sin excesos de partículas planas, blandas o desintegrables y libres de sustancias perjudiciales.

Se debía proteger los montículos de material almacenado, para evitar que se contamine con otros materiales y sufra alteraciones. Los últimos 15 cm de cada montículo que se encontraban en contacto con la superficie natural de terreno no debían ser utilizados. Para la colocación del material, el ingeniero CQA debía verificar el contenido de humedad en un rango de -2% y +2% del contenido de humedad óptimo y compactado a una densidad del 100% de la máxima densidad seca, obtenida del ensayo proctor estándar.

Tabla 4. Especificaciones de gradación de la capa de rodadura

Tamaño de malla	Porcentaje acumulado que pasa
3 pulgadas (75 mm)	100
1.5 pulgadas (38 mm)	70 - 100
1/2 pulgada (13 mm)	40 - 85
Nº4 (4.75 mm)	20 - 55
Nº40 (0.45 mm)	10 - 20
Nº200 (0.075 mm)	5 - 15
Índice de plasticidad (ASTM D4318)	Menor a 8

Fuente: Proyecto “Construcción de plataforma de lixiviación, fase 7-extensión” (2018).

3.1.2. Sistema de subdrenaje

El sistema de subdrenaje tuvo la finalidad de coleccionar y transportar el agua captada por debajo de la superficie y derivarla a los sistemas de monitoreo de subdrenaje. Este sistema fue compuesto por una serie de tuberías de HDPE. Se colocaron subdrenes secundarios en lugares donde se detectaron afloramientos de agua durante las excavaciones.

Las tuberías de subdrenaje fueron instaladas en una zanja. Esta zanja debía ser llenada con grava para drenaje. En aquellos casos donde existían estratos de roca firme bajo las excavaciones, se debía colocar una capa de nivelación de roca permeable (cama de apoyo) y a continuación se debían instalar las tuberías.

3.1.2.1. Cama de apoyo

Los materiales para la cama de apoyo de la tubería consistieron en una grava arenosa estable y relativamente permeable. El espesor de la cama de apoyo debía ser de 0.10 m a menos que el ingeniero CQA indicara otro espesor. El ingeniero CQA podía determinar no necesitar de una cama de apoyo en función de las condiciones del fondo de las zanjas donde serían

instaladas las tuberías. Los materiales de la cama de apoyo de la tubería debían cumplir con las especificaciones indicadas en la tabla 5.

Tabla 5. Especificaciones de gradación del material de cama de apoyo

Tamaño de malla	Porcentaje acumulado que pasa
1 pulgada (25 mm)	100
3/4 pulgada (19 mm)	70 - 100
1/2 pulgada (12 mm)	55 - 80
Nº4 (4.75 mm)	30 - 50
Nº40 (0.45 mm)	5 - 20
Nº200 (0.075 mm)	0 - 15

Fuente: Proyecto “Construcción de plataforma de lixiviación, fase 7-extensión” (2018).

3.1.2.2. Grava para drenaje

Los materiales seleccionados para drenaje debían provenir de roca estable, no orgánica, libre de material deletéreo y sin potencial de generación de drenaje ácido. Estos materiales debían cumplir con las especificaciones indicadas en la tabla 6.

Para determinar el potencial de drenaje ácido el contratista debía realizar ensayos de laboratorio ABA. Los resultados de cada prueba deberían incluir lo siguiente:

- Descripción de la muestra
- PH de la pasta
- Análisis de azufre como sulfuro
- Cálculo del potencial de neutralización (PN), potencial de acidez (PA) y potencial neto de neutralización (PNN)
 - Relación entre el potencial de neutralización y el potencial de acidez (PN/PA) superior a 3
 - potencial neto de neutralización (PNN) superior a 20.

3.1.2.3. Material de transición

Este material debía ser colocado entre el relleno estructural o capa de suelo de baja permeabilidad y la grava para drenaje. El contratista debía colocar una capa de material de transición para evitar la migración de finos del material del relleno estructural al material de grava para drenaje. La colocación de este material no fue necesaria en áreas donde la capa de suelo de baja permeabilidad había sido remplazada por el revestimiento geosintético de arcilla (GCL). Esta capa de transición debía cumplir los requerimientos indicados en la tabla 7.

Tabla 6. Especificaciones de la grava para drenaje

Tamaño de malla	Porcentaje acumulado que pasa
1.5 pulgadas (38 mm)	100
1 pulgada (25 mm)	60 - 100
1/2 pulgada (13 mm)	30 - 85
N°4 (4.75 mm)	15 - 40
N°40 (0.45 mm)	0 - 15
N°200 (0.075 mm)	0 - 5
Índice de plasticidad (ASTM D4318)	No plástico
Permeabilidad (ASTM D2434)	Mayor a 1×10^{-1} cm/s
Índice de carga puntual corregido (Is50), (ASTM D5731)	Mayor a 2.7 2.7 N/mm ²

Fuente: Proyecto “Construcción de plataforma de lixiviación, fase 7-extensión” (2018).

Tabla 7. Especificaciones para material de transición

Tamaño de malla	Porcentaje acumulado que pasa
4 pulgadas (100 mm)	65 - 100
2 pulgadas (50 mm)	45- 70
1 pulgada (25 mm)	20 - 50
1/2 pulgada (13 mm)	0 - 30
3/8 pulgada (9.53 mm)	0 - 20
N°4 (4.75 mm)	0
Índice de plasticidad (ASTM D4318)	No plástico
Índice de carga puntual corregido (Is50), (ASTM D5731)	Mayor a 2.7 N/mm ² -

Fuente: Proyecto “Construcción de plataforma de lixiviación, fase 7-extensión” (2018).

Este material no fue empleado, dado que el material de grava para drenaje que constituía la capa anterior, tenía las propiedades suficientes para actuar como material de transición.

3.1.2.4. Tuberías de HDPE de pared doble estándar

Para el sistema de subdrenaje se usaron tuberías de HDPE de pared doble (pared interior lisa con pared exterior corrugada) estándar, perforadas o no perforadas. Las tuberías de mayor diámetro fueron utilizadas para los drenes principales mientras que las de menor diámetro fueron usadas como drenes secundarios o laterales. El sistema de subdrenaje estuvo conformado por tres tipos de tuberías: tuberías perforadas de HDPE de pared doble de 300 mm, tuberías perforadas de HDPE de pared doble de 100 mm y tuberías no perforadas de HDPE de pared doble de 300 mm.

Las tuberías de pared doble estándar tenían menor rigidez, en comparación con las tuberías de primera clase. No se debían aceptar tuberías que presenten rigidez y peso por metro lineal menores a las indicadas en la tabla 8 y tabla 9.

Tabla 8. Propiedades de la tubería HDPE pared doble estándar

Propiedad	Designación de ensayo	Unidad	Requerimiento
Densidad	D-1505	g/cm ²	0.947 - 0.955
Índice de fusión	D-1238	g/10 min	< 0.30
Estabilizador UV	D-1603	% negro de humo	2 – 3 (> 2)
Temperatura de fractura	D-746	°C	< 76
Rigidez de la tubería	D-2412	kPa	Ver Tabla 9
Temperatura de ablandamiento Vicat	D-1525	°C	> 130
Expansion térmica	D-696	m/(m.°C)	< 1.1 x 10 ⁻⁴
Esfuerzo de ligamento constante ranurado (NCLS)	D-2126	h	> 24
Temperatura de inducción oxidativa (OI)	D-3350	°C	> 220

Fuente: Proyecto “Construcción de plataforma de lixiviación, fase 7-extensión” (2018).

Tabla 9. Peso rigidez de la tubería HDPE pared doble estándar

Diámetro nominal mm	Diámetro interno promedio mm	Diámetro externo promedio mm	Rigidez mínima @ 5% de deflexión kn/m ²	Peso kg/6 m
100	104	120	340	4.08
300	308	367	345	29.60

Fuente: Proyecto “Construcción de plataforma de lixiviación, fase 7-extensión” (2018).

3.1.2.5. Tuberías de HDPE sólidas

Estas tuberías se encargaron de conducir las aguas captadas hacia la descarga o estructura de colección. En el sistema de subdrenaje se usó una tubería sólida de HDPE SDR21 de 12”. Las tuberías usadas fueron inspeccionadas mediante certificados de calidad. Su sistema de descarga se hizo mediante bandas textiles (eslingas) y su acopio fue realizado sobre superficies sin cargas puntuales. Las pilas de acopio debían ser en forma piramidal, con 6 m de ancho y una altura máxima de 2 m. Las tuberías de subdrenaje a ser utilizadas debían cumplir con los requerimientos indicados en la tabla 10.

3.1.3. Sistema de impermeabilización

El sistema de impermeabilización tuvo la finalidad de evitar filtraciones de fluidos hacia el terreno natural. El sistema debía estar compuesto por una capa de suelo de baja permeabilidad y una geomembrana instalada sobre dicha capa. Dependiendo de las pendientes del terreno sobre el cual se debía desplegar el sistema de revestimiento, la capa de suelo de baja permeabilidad podría ser reemplazada por una capa de revestimiento geosintético de arcilla (GCL), previa aprobación del diseñador.

Tabla 10. Propiedades de la tubería de HDPE de pared sólida

Propiedad	Designación de ensayo	Unidad	Requerimiento
Designación del material	D-3350	--	PE 4710
Clasificación del material	D-1248	--	Tipo III, C5, P34
Clasificación de la celda	D-3350	--	445 574 C
Densidad	D-1505	g/cm ³	>0.947 – 0.955
Índice de fusión	D-1238	g/10 min	< 0.15
Módulo de flexibilidad	D-790	MPa	758 – 1 103
Resistencia a la tracción	D-638	MPa	> 24
Resistencia al agrietamiento por esfuerzos ambientales	D-1693	Falla h	> 5 000
Base de diseño hidrostático	D-2837	MPa	> 11
Estabilizador UV	D-1603	% negro de humo	2 – 3
Módulo elástico	D-638	MPa	> 800
Temperatura de fragilidad	D-476	°C	< -80
Temperatura de ablandamiento Vicat	D-1525	°C	> 120
Expansión térmica	D-696	m/(m. °C)	< 1.4 x 10 ⁻⁴

Fuente: Proyecto “Construcción de plataforma de lixiviación, fase 7-extensión” (2018).

3.1.3.1. Suelos de baja permeabilidad

El material de baja permeabilidad debía ser acondicionado y rastrillado antes de ser instalado y compactado, con el objetivo de remover el material con tamaño mayor a 75 mm. La capa de suelo debía cumplir los requerimientos indicados en la tabla 11.

Tabla 11. Especificaciones del suelo de baja permeabilidad

Tamaño de malla	Porcentaje acumulado que pasa
3 pulgadas (75 mm)	100
1.5 pulgadas (38 mm)	95- 100
1 pulgada (25 mm)	90 - 100
1/2 pulgada (13 mm)	85 - 100
N°4 (4.75 mm)	75 - 98
N°40 (0.45 mm)	55 - 75
N°200 (0.075 mm)	45 - 65
Índice de plasticidad (ASTM D4318)	Mayor a 10

Fuente: Proyecto “Construcción de plataforma de lixiviación, fase 7-extensión” (2018).

Los materiales se colocaron en una capa, se compactó al 95% de la máxima densidad seca, con un contenido de humedad en un rango entre -2% y +2% del contenido de humedad óptimo.

3.1.3.2. Relleno estructural

El relleno estructural consistió en material de suelo y rocas que cumplieran con los requerimientos de granulometría descritos en la tabla 12. El material usado para relleno estructural debía ser inorgánico, no meteorizado, proveniente de roca estable. Este material debía cumplir con los requerimientos de distribución de tamaño de partículas, según lo indicado en la tabla 12 y los índices de plasticidad, según lo indicado en la tabla 13.

Tabla 12. Especificaciones de gradación del material para relleno estructural

Tamaño de malla	Porcentaje acumulado que pasa
8 pulgadas (200 mm)	100
6 pulgadas (150 mm)	85- 100
3 pulgadas (75 mm)	70 - 100
1.5 pulgadas (38 mm)	55 - 100
1/2 pulgada (13 mm)	37 - 85
N°4 (4.75 mm)	22 - 70
N°40 (0.45 mm)	5 - 50
N°200 (0.075 mm)	0 - 40

Fuente: Proyecto “Construcción de plataforma de lixiviación, fase 7-extensión” (2018).

Tabla 13. Índices de plasticidad para relleno estructural

Porcentaje que pasa el tamiz n°200 (0.075 mm)	Índice de plasticidad (IP) valor máximo
30 - 40	12
25 - 30	17
16 - 25	20
5 - 15	25
Menor a 5	30

Fuente: Proyecto “Construcción de plataforma de lixiviación, fase 7-extensión” (2018).

3.1.3.3. Instalación del geotextil

Se usó geotextil para el sistema de impermeabilización del PAD de lixiviación. Los productos debían cumplir con las especificaciones indicadas en la tabla 14.

Tabla 14. Propiedades del geotextil de 200 g/m²

Ensayo	Designación de ensayo	Unidad	Requerimiento
Peso del material	ASTM D-3376	g/m ²	205
Espesor	ASTM D-5199	mm	3.0
Resistencia a la tracción	ASTM D-4632	N	591
Elongación en la ruptura	ASTM D-4632	%	> 50
Resistencia la desgarre trapezoidal	ASTM D-4533	N	260
Resistencia la punzonamiento	ASTM D-4833	N	375
Resistencia al estallido	ASTM D-3786	kPa	1870
Permisividad	ASTM D-4491	S-1	2.20
Permeabilidad	ASTM D-4491	cm/s	65 x 10 ⁻²
Tamaño aparente de la abertura (AOS)	ASTM D-4751	mm	0.180 (120)
Tasa de flujo	ASTM D-4491	l/min/m ²	6 210
Estabilidad a los rayos ultravioleta	ASTM D-4355	% h	> 70

Fuente: Proyecto “Construcción de plataforma de lixiviación, fase 7-extensión” (2018).

3.1.3.4. Instalación de GCL

El revestimiento geosintético de arcilla (GCL) fue colocado debajo del revestimiento primario en áreas donde resultaba difícil la colocación y compactación del suelo de baja permeabilidad. Los productos debían cumplir lo especificado en la tabla 15.

Tabla 15. Propiedades del GCL

Ensayo	Designación de ensayo	Unidad	Requerimiento
GEOTEXTIL			
Capa superior no tejida	ASTM D-5261	g/m ² , MARV*	200
Capa inferior no tejida	ASTM D-5261	g/m ² , MARV*	200
BENTONITA			
Índice de expansion	ASTM D-5890	ml/2 g	≥ 24
Pérdida de fluido	ASTM D-5891	ml	≤ 18
Contenido de humedad	ASTM D-4643	%	≤ 12
GCL			
Masa de bentonita/área ²	ASTM D-5993	kg/m ² , MARV*	≥ 3.66
Resistencia a la tracción	ASTM D-6768	kN/m, MARV*	≥ 8
Resistencia al pelado	ASTM D-6496	N/m	≥ 2100
Flujo índice	ASTM D-5887	m ² / m ² /s	≤ 1 x 10 ⁻⁸
Conductividad hidráulica	ASTM D-5887	m/s	≤ 5 x 10 ⁻¹¹

*MARV = Valor mínimo promedio del rollo. Corresponde al valor promedio de todos los datos históricos

Fuente: Proyecto “Construcción de plataforma de lixiviación, fase 7-extensión” (2018).

3.1.3.5. Instalación del geocompuesto

El geocompuesto estuvo conformado por una geonet con geotextil no-tejido, unido por calor en ambos lados, y fue colocado debajo de la capa impermeabilizante de GCL. Este producto debía servir para la protección del GCL en superficies empinadas y/o en presencia de afloramientos rocosos. El geocompuesto y la geonet debían cumplir con los requerimientos mínimos indicados en la tabla 16 y tabla 17, respectivamente.

Tabla 16. Propiedades del geocompuesto

Propiedad	Designación de ensayo	Unidad	Requerimiento
Adherencia planar	ASTM D-7005	g/cm	Min: 178
Capa inferior no tejida	ASTM D-4716	m ² /s	1 x 10 ⁻³

Fuente: Proyecto “Construcción de plataforma de lixiviación, fase 7-extensión” (2018).

Tabla 17. Propiedades de la geonet

Propiedad	Designación de ensayo	Unidad	Requerimiento
Gravedad específica	ASTM D-1505	g/cm ³	Min: 0.935
Espesor	ASTM D-5199	mm	Min: 7.5
Porcentaje negro de humo	ASTM D-1603	%	2 a 3
Resistencia a la compresión	ASTM D-6364	kPa	2394
Factor de reducción de creep (@957 kPa)	ASTM D-7361	-	1.3
Resistencia a la tracción	ASTM D-7179	N/mm	17.5
Transmisividad hidráulica	ASTM D-4716	m ² /s	4 x 10 ⁻³

Fuente: Proyecto “Construcción de plataforma de lixiviación, fase 7-extensión” (2018).

3.1.3.6. Instalación de geomembrana

La geomembrana debía contemplar el cumplimiento de las especificaciones que se explicarán a continuación. La resina debía ser nueva y debía estar compuesta de un material de primera calidad que cumpliera con las especificaciones indicadas en la tabla 18.

Tabla 18. Especificaciones de la resina

Propiedad	Designación de ensayo	Valores especificados
Gravedad específica	ASTM D-1505/D-792	LLDPE: ≥ 0.915 HDPE: ≥ 0.932
Índice de fusión	ASTM D-1238	< 1 gramo por 10 minutos
Tiempo de inducción oxidativa (OIT)	ASTM D-3895 (minutos) Se mide a una temperatura especificada en una atmósfera de oxígeno (1 atm/200°C)	≥ 100

Fuente: Proyecto “Construcción de plataforma de lixiviación, fase 7-extensión” (2018).

Se usaron dos clases de geomembrana, LLDPE y HDPE, las cuales debían cumplir con los requerimientos mínimos indicados en tabla 19 y tabla 20, respectivamente.

Tabla 19. Propiedades para la geomembrana LLDPE SST de 2.0 mm

Propiedad	Designación de ensayo	Requerimiento	Frecuencia de ensayo (mínimo)
Espesor de lámina	ASTM D-5994	Mín: 1.90 mm, Prom. para el proyecto: 2.00 mm	Cada rollo
Altura de la aspereza	ASTM D-7466	Mín: 0.35 mm, Máx: 0.60 mm, Prom.: 0.50 mm	Cada rollo
Gravedad específica	ASTM D-1505 ASTM D-792	0.930 – 0.939	Cada 90,000 kg
Resistencia a la tracción en el punto de rotura	ASTM D-6693, Tipo IV	Mín: 21 N/ mm	Cada 9,000 kg
Elongación en el punto de rotura	ASTM D-6693, Tipo IV	Mín prom. Rollo 400%, Mín. Cupón 250%	Cada 9,000 kg
Módulo al 2% de deformación	ASTM D-5323	Máx: 840 N/mm	Para cada/formulación
Resistencia al desgarro	ASTM D-1004	Mín: 200 N	Cada 20,000 kg
Resistencia al punzonamiento	ASTM D-4833	Mín: 400 N	Cada 20,000 kg
Elongación multiaxial en el punto de rotura	ASTM D-5617	Mín: 30%	Para cada/formulación
Contenido negro de humo	ASTM D-1603	2 a 3%	Cada 9,000 kg
Dispersión negro de humo	ASTM D-5596		Cada 20,000
Tiempo de inducción a la oxidación: OIT estándar, OIT a alta presión	ASTM D-3895 ASTM D-5885	> 100 minutos. > 400 minutos.	Cada 90,000 kg
-OIT estándar (mín. Prom.) porcentaje retenido después de 90 días -OIT a alta presión (mín. Prom.) porcentaje retenido después de 90 días.	ASTM D-3895 ASTM-5885	35% 60%	Para cada formulación
-Resistencia UV -OIT estándar (mín. Prom.) -OIT a alta presión (mín. Prom.) porcentaje retenido después de 1600h	ASTM D-7238 ASTM D-3895 ASTM D-5885	Ciclo de 20 horas de radiación UV a 75°C más 4 horas de condensación a 60°C; No recomendado; 35%	Para cada formulación

Fuente: Proyecto “Construcción de plataforma de lixiviación, fase 7-extensión” (2018).

Los elementos extruidos o cordones usados para la soldadura por extrusión de la geomembrana no debían estar contaminados con sustancias extrañas y debían cumplir con las especificaciones señaladas en la tabla 21.

Tabla 20. Propiedades para la geomembrana HDPE SST de 2.0 mm

Propiedad	Designación de ensayo	Requerimiento	Frecuencia de ensayo (mínimo)
Espesor de lámina	ASTM D-5994	Mín.: 1.90 mm, Prom. para el proyecto: 2.00 mm	Cada rollo
Altura de la aspereza	ASTM D-7466	Mín.: 0.40 mm, Máx.: 0.60 mm, Prom.: 0.50 mm	Cada rollo
Gravedad específica	ASTM D-1505 ASTM D-792	0.940	Cada 90,000 kg
Resistencia a la tracción en el punto de fluencia	ASTM D-6693, Tipo IV	Mín.: 29 N/mm	Cada 9,000 kg
Resistencia a la tracción en el punto de rotura	ASTM D-6693, Tipo IV	Mín.: 21 N/mm	Cada 9,000 kg
Elongación en el punto de rotura	ASTM D-6693, Tipo IV	100%	Cada 9,000 kg
Elongación en el punto de fluencia	ASTM D-6693, Tipo IV	12%	Cada 9,000 kg
Resistencia al desgarro	ASTM D-1004	Mín: 249 N	Cada 20,000 kg
Resistencia al punzonamiento	ASTM D-4833	Mín: 534 N	Cada 20,000 kg
Contenido negro de humo	ASTM D-4218	2 a 3%	Cada 9,000 kg
Dispersión negro de humo	ASTM D-5596		Cada 20,000 kg
Tiempo de inducción a la oxidación: OIT estándar, OIT a alta presión	ASTM D-3895 ASTM D-5885	> 100 minutos > 400 minutos	Cada 90,000 kg
-OIT estándar (mín. Prom.) porcentaje retenido después de 90 días -OIT a alta presión (mín. Prom.) porcentaje retenido después de 90 días.	ASTM D-3895 ASTM-5885	35% 80%	Para cada formulación
-Resistencia UV -OIT estándar (mín. Prom.) -OIT a alta presión (mín. Prom.) porcentaje retenido después de 1600h	ASTM D-7238 ASTM D-3895 ASTM D-5885	Ciclo de 20 horas de radiación UV a 75°C más 4 horas de condensación a 60°C; No recomendado; 35%	Para cada formulación
Separación en plano (SIP)	ASTM D-7238	No permitido	Cada rollo

Fuente: Proyecto “Construcción de plataforma de lixiviación, fase 7-extensión” (2018).

Tabla 21. Especificaciones de los elementos extruidos o cordones

Propiedad	Designación de ensayo	Valores especificados
Gravedad específica	ASTM D-1505	Igual a la resina
Contenido negro de humo	ASTM D-1603/ D-4218	2 a 3%
Índice de fusión	ASTM D-1238	< 1 gramo por 10 minutos

Fuente: Proyecto “Construcción de plataforma de lixiviación, fase 7-extensión” (2018).

3.1.4. Sistema de colección de solución

El sistema de colección de la solución estuvo conformado por una red de tuberías laterales conectadas a una red de tuberías principales. Las tuberías principales colectarían la solución de lixiviación proveniente del PAD de lixiviación. La red de tuberías principales y laterales, debían ser colocadas sobre la geomembrana. Éstas se cubrirían con material de grava para drenaje y material de sobrerrevestimiento que cumpliera con las especificaciones descritas en la tabla 6 y tabla 22, respectivamente.

3.1.4.1. Material de sobrerrevestimiento

El material de sobrerrevestimiento debía proteger el sistema de revestimiento y las tuberías de colección de solución de posibles daños ocasionados por el sistema de transporte y esparcido del mineral sobre el PAD de lixiviación.

El sobrerrevestimiento, debido a sus propiedades de permeabilidad, debía facilitar la colección de la solución y su conducción hacia las zonas bajas del PAD de lixiviación, actuando como un elemento de drenaje. El material de sobrerrevestimiento debía cumplir con los requerimientos indicados en la tabla 22.

Tabla 22. Especificaciones del sobrerrevestimiento

Tamaño de malla	Porcentaje acumulado que pasa
1.5 pulgadas (38 mm)	100
1 pulgada (25 mm)	65 - 100
1/2 pulgada (13 mm)	45 - 75
Nº4 (4.75 mm)	30 - 60
Nº40 (0.45 mm)	10 - 30
Nº200 (0.075 mm)	0 - 10
Índice de plasticidad (ASTM D4318)	No plástico
Permeabilidad (ASTM D5084)	Mayor a 1×10^{-3} m/s
Índice de carga puntual	Mayor que 2.7 N/mm ²

Fuente: Proyecto “Construcción de plataforma de lixiviación, fase 7-xtensión” (2018).

3.1.4.2. Relleno de prueba

El relleno de prueba fue un procedimiento realizado en campo para verificar la integridad de la geomembrana después de realizar los trabajos de colocación y esparcido del material de sobrerestimiento y mineral sobre la superficie del PAD de lixiviación. Este procedimiento consistió en colocar una muestra de geomembrana sobre un suelo de baja permeabilidad. Posteriormente se colocó el material de sobrerestimiento en capas. Durante este proceso de trabajo, se debían usar materiales, equipos y maniobras de colocación y esparcido utilizados durante los trabajos sobre el PAD de lixiviación.

Al final de la prueba, se obtuvieron las muestras de geomembrana colocadas para comprobar su integridad y registrar los daños sufridos. Si el ingeniero CQA determinaba que la muestra de geomembrana recuperada mostraba daños que no eran aceptables para la operación, el espesor de la capa de sobrerestimiento debía incrementarse hasta lograr resultados óptimos. Se debía especificar un procedimiento a seguir antes de la realización de este relleno. Al final de la prueba de relleno, el contratista elaboró un informe que fue presentado al ingeniero CQA para su aprobación.

3.1.4.3. Tubería de HDPE pared doble de primera clase

Para el sistema de colección de solución se utilizaron tuberías de HDPE de pared doble de primera clase, perforadas o no perforadas dependiendo de su ubicación en el proyecto. Las tuberías de mayor diámetro fueron utilizadas para los colectores principales mientras que las de menor diámetro fueron usadas como colectores secundarios o laterales. El sistema de colección de solución consideró la utilización de los siguientes tipos de tuberías: tubería perforada de HDPE de pared doble de 300/450 mm y tubería perforada de HDPE de pared doble de 100 mm. Las tuberías debían cumplir con los requerimientos indicados en la tabla 23 y tabla 24.

Las tuberías de pared doble de primera clase tuvieron mayor rigidez, en comparación a las tuberías de pared doble estándar. Esta rigidez permitió proteger a las tuberías del aplastamiento debido a las cargas impuestas. En el proyecto no se debían aceptar tuberías que presentaran rigidez y peso por metro lineal menores a los indicados en la tabla 25.

Tabla 23. Propiedades de la tubería HDPE pared doble de primera clase de 100 mm

Propiedad	Designación de ensayo	Unidad	Requerimiento
Densidad	D-1505	g/cm ³	0.947 - 0.955
Índice de fusión	D-1238	g/10 min	< 0.60
Estabilizador UV	D-1603	% negro de humo	2 – 5
Modulo flexional	D-790	MPa	758 – 1 103
Rigidez de la tubería	D-2412	kPa	Ver Tabla 25
Resistencia a tensión en punto fluencia	D-638	MPa	21 - 24
Expansion térmica	D-696	m/(m.°C)	7 x 10 ⁻⁵ - 11 x 10 ⁻⁵
Esfuerzo de ligamento constante ranurado (NCLS)	D-2126	h	N.A.
Resistencia al desarrollo lento de agrietamientos	D-1693	Igepal 100%	B
I. ESCR		H	24
Condición de ensayo		%	50
Duración de ensayo	D-1473	h	1
Falla, máxima			
II. PENT			
Placa moldeada, 80°C, 2.4 MPa			

Fuente: Proyecto “Construcción de plataforma de lixiviación, fase 7-extensión” (2018).

Tabla 24. Propiedades de la tubería HDPE pared doble de primera clase de 300 mm y 450 mm.

Propiedad	Designación de ensayo	Unidad	Requerimiento
Densidad	D-1505	g/cm ³	0.947 - 0.955
Índice de fusión	D-1238	g/10 min	0.15 – 0.40
Estabilizador UV	D-1603	% negro de humo	2 – 5
Modulo flexional	D-790	MPa	758 – 1 103
Rigidez de la tubería	D-2412	kPa	Ver Tabla 25
Resistencia a tensión en punto fluencia	D-638	MPa	21 - 24
Expansion térmica	D-696	m/(m.°C)	7 x 10 ⁻⁵ - 11 x 10 ⁻⁵
Esfuerzo de ligamento constante ranurado (NCLS)	D-2126	h	> 24
Resistencia al desarrollo lento de agrietamientos	D-1693 D-1473	N.A.	N.A.

Fuente: Proyecto “Construcción de plataforma de lixiviación, fase 7-extensión” (2018).

Tabla 25. Peso y rigidez de la tubería HDPE pared doble de primera clase

Diámetro nominal mm	Diámetro interno promedio mm	Diámetro externo promedio mm	Rigidez mínima @ 5% de deflexión kn/m2	Peso kg/6 m
100	104	120	485	5.10
300	308	367	345	29.60
450	459	536	275	58.38

Fuente: Proyecto “Construcción de plataforma de lixiviación, fase 7-extensión” (2018).

3.1.4.4. Tubería de HDPE sólidas

Estas tuberías se encargaron de conducir las aguas captadas hacia la estructura de colección. En resumen, el sistema de colección consideró la utilización de los siguientes tipos de tuberías: tubería sólida de HDPE SDR21 de 12”, 18” y 20” de diámetro. Para captar agua de escorrentía se utilizó una tubería sólida de HDPE SDR17 de 18”. Estas tuberías debían cumplir con los requerimientos indicados en la tabla 10. Las tuberías corrugadas de pared doble eran suministradas en longitudes de 6 m, mientras que las tuberías sólidas eran suministradas en longitudes de 12 m.

3.1.5. Obras de concreto

La estructura de concreto que estuvo presente en el proyecto fue la caja de monitoreo de subdrenaje. Para la elaboración de esta estructura se usaron materiales, los cuales fueron sometidos a ensayos para evaluar el cumplimiento de las especificaciones técnicas y determinar su calidad.

3.1.5.1. Cemento

El contratista debía utilizar cemento portland tipo V según las especificaciones técnicas.

3.1.5.2. Agregado fino

El agregado fino debía consistir en arena natural constituida por partículas duras, resistentes, sin exceso de formas planas, exento de polvo, suciedad y sales solubles. Los porcentajes en peso de sustancias perjudiciales en la arena no debían exceder los valores indicados en la tabla 26.

Tabla 26. Límites máximos de sustancias perjudiciales para agregado fino

Sustancias perjudiciales	Designación de ensayo	Límite máximo permisible (% en peso)
Material que pasa la malla N°200	ASTM C-117	3%
Lutitas	ASTM C-123	1%
Arcillas	ASTM C-142	1%
Suma de sustancias perjudiciales		5%

Fuente: Proyecto “Construcción de plataforma de lixiviación, fase 7-extensión” (2018).

Además, la arena no debía ser aceptada si presentaba las siguientes características:

- Impurezas orgánicas (ASTM C-40)
- Peso específico (SSS) (ASTM C-128) era inferior a 2.58 g/cm³.
- Al ser sometido a 5 ciclos de prueba de resistencia a la acción del sulfato de sodio (ASTM C-88), la fracción retenida por la malla N°50 no debía tener una pérdida mayor del 20% en peso.

La arena utilizada debía satisfacer los límites indicados en la tabla 27.

Tabla 27. Especificaciones del agregado fino

Tamaño de malla	Porcentaje acumulado que pasa
3/4 pulgadas (9.4 mm)	100
N°4 (4.75 mm)	90 - 100
N°8 (2.36 mm)	75 - 95
N°16 (1.18 mm)	55 - 75
N°30 (0.60 mm)	30 - 50
N°50 (0.30 mm)	10- 25
N°100 (0.15 mm)	2 - 10
N°200 (0.075 mm)	0 - 5

Fuente: Proyecto “Construcción de plataforma de lixiviación, fase 7-extensión” (2018).

3.1.5.3. Agregado grueso

El agregado grueso consistió en fragmentos duros, resistentes, compactos, exentos de materia orgánica, sales solubles y no debían exceder los valores indicados en la tabla 28.

Tabla 28. Límites máximos de sustancias perjudiciales para agregado grueso

Sustancias perjudiciales	Designación de ensayo	Límite máximo permisible (% en peso)
Material que pasa la malla N°200	ASTM C-117	0.5%
Materiales ligeros	ASTM C-330	2.0%
Terrones de arcilla	ASTM C-124	0.5%
Suma de sustancias perjudiciales	3%	

Fuente: Proyecto “Construcción de plataforma de lixiviación, fase 7-extensión” (2018).

Además, la grava no debía ser aceptada si presentaba las siguientes características:

- Si durante la prueba de abrasión de los Ángeles (ASTM C-31), la pérdida usando la graduación estándar tipo “A” superaba el 10% en peso para 100 revoluciones o 40% en peso para 500 revoluciones.
- Al ser sometido a 5 ciclos de prueba de resistencia a la acción del sulfato de sodio, la pérdida en peso superaba el 14%.
- Si el peso específico del material (SSS) era inferior a 2.58 g/cm³.

La grava debía cumplir los límites establecidos en la tabla 29.

Tabla 29. Especificaciones del agregado grueso

Tamaño de malla	Porcentaje acumulado que pasa
1.5 pulgadas (37.5 mm)	100
1 pulgada (25 mm)	90 - 100
3/4 pulgadas (19 mm)	55 - 85
3/8 pulgadas (9.5 mm)	8 - 20
Nº4 (4.75 mm)	0 - 5
Nº8 (2.36 mm)	0 - 5
Nº200 (0.075 mm)	0 - 2

Fuente: Proyecto “Construcción de plataforma de lixiviación, fase 7-extensión” (2018).

3.1.5.4. Agua de mezcla

El agua empleada para la mezcla y curado del concreto debía ser agua potable y debía contar con la aprobación del ingeniero CQA para ser utilizada en la obra. El agua no debía contener más de 300 ppm de ion cloro, ni más de 3,000 ppm de sales de sulfato expresados como SO₄. La mezcla no debía contener más de 500 mg de ion cloro por litro de agua, ni más 500 mg de sulfatos expresados como SO₄, incluyendo todos los componentes de la mezcla, con excepción de los sulfatos del cemento.

3.1.5.5. Aditivos

La influencia y características de los aditivos para el diseño de la mezcla de concreto propuestos por el contratista, debían ser demostradas al ingeniero CQA. Esta demostración se realizaba mediante diseños y ensayos, los cuales debían estar respaldados por un laboratorio competente. Además, se debían indicar los ensayos resistentes, proporciones, tipo y granulometría de los agregados; proporción, tipo, marca, fábrica, relación agua–cemento del cemento utilizado; marca y dosificación de los aditivos, etc.

3.1.5.6. Curado del concreto

El concreto se debía mantener a una temperatura de más de 10°C y en una condición húmeda, por lo menos durante los primeros catorce días después de ser colocado. Los métodos especificados para evitar la pérdida de humedad de la superficie fueron los siguientes:

- Utilizando membranas líquidas
- Formando pozas de agua
- Cubriendo las superficies con costales de yute o con lonas de algodón, los cuales debían mantenerse húmedos continuamente
- Cubriendo la estructura con algún tipo adecuado de papel o plástico
- Cubriendo la superficie con una capa de paja (suelta) o rastrojo, de unos 20 cm de espesor
- Cubriendo la superficie con una capa de 2.5 cm de arena, tierra o aserrín, humedecidos permanentemente.

3.1.5.7. Acero de refuerzo

El acero de refuerzo debía presentar una resistencia mínima a la fluencia de 420 MPa (4,200 kg/cm²). Se debía fabricar a partir de barras de acero de lingote deformadas para refuerzo de concreto. El refuerzo se debía colocar según el tamaño y el espaciado que figura en los planos de construcción y debía satisfacer las siguientes condiciones:

- Acero de refuerzo de grado 60
- Carga de rotura mínima de 580 MPa (5,900 kg/cm²)
- 8% de elongación mínima a la rotura en 20 diámetros
- El alambre de amarre debía ser de acero negro recocido

3.2. Controles de calidad

El personal CQC fue responsable de elaborar, verificar y analizar los ensayos de laboratorio y los ensayos de campo.

3.2.1. Frecuencia de ensayos de suelos

La tabla 30 especifica la frecuencia mínima (no limitativa) de las pruebas de calidad de suelos que el contratista debió efectuar como mínimo durante la ejecución de la obra.

3.2.2. Frecuencia de ensayos de concreto

La frecuencia mínima de ensayos de calidad de suelos se presenta en la tabla 30.

Tabla 30. Frecuencia mínima de ensayos de calidad de suelos

Descripción del ensayo	Grava para drenaje	Suelo de baja permeabilidad	Material de relleno estructural	Material de sobre revestimiento	Capa de rodadura	Cama de apoyo
Granulometría ASTM D-422	1/material o 1/ 1,000 m ³	1/material o 1/ 1,000 m ³	1/material o 1/ 3,000 m ³	1/material o 1/ 1,000 m	1/material o 1/ 2,500 m ³	1/material o 1/ 2,500 m ³
Límites de atterberg ASTM D-4318	1/material o 1/ 1,000 m ³	1/material o 1/ 1,000 m ³	1/material o 1/ 3,000 m ³	1/material o 1/ 1,000 m	1/material o 1/ 2,500 m ³	NA
Proctor estándar ASTM D-698	NA	1/material, cada/punto de control, 1/ 1,000 m ³	1/material, cada/punto de control, 1/ 3,000 m ³	NA	1/material, cada/punto de control, 1/ 500 m	NA
Densidad densímetro nuclear ASTM D-2922 ¹	NA	1/150 m ³	1/250 m ³	NA	NA	NA
Densidad de cono de arena ASTM D-1556	NA	1 ensayo por cada/10 ensayos nucleares	1 ensayo por cada 10 ensayos nucleares	NA	NA	NA
Humedad en horno ASTM D-2216	NA	1 ensayo por cada 4 ensayos nucleares	1 ensayo por cada 4 ensayos nucleares	NA	1 ensayo por cada 4 ensayos nucleares	NA
Índice de carga puntual ASTM-5731	1/material o 1/ 1,000 m ³	NA	NA	1/material o 1/ 1,000 m ³	NA	NA
ABA	1 ensayo	NA	NA	NA	NA	NA
Permeabilidad ASTM D-2434	1/material o 1/ 2,500 m ³	NA	NA	1/material o 1/ 2,500 m ³	NA	NA

Fuente: Proyecto “Construcción de plataforma de lixiviación, fase 7-extensión” (2018).

3.2.2.1. Ensayo de asentamiento (*slump*)

Las muestras de concreto fresco se debían tomar directamente de las mezcladoras o mixers, efectuándose las mezclas de asentamiento slump y de resistencia que el ingeniero CQA consideraba necesarias. Se debía anotar la temperatura ambiente cada vez que se realizara la prueba de asentamiento. Se rechazaba la mezcla que no satisfacía el asentamiento especificado en dos pruebas consecutivas.

¹ El estándar ASTM D-2922 ha sido reemplazado por una nueva versión ASTM D6938 (2017), Métodos de prueba estándar para determinar en el sitio la densidad y contenido de agua del suelo por métodos nucleares (humedad superficial). En el Sistema de Gestión de Calidad se debe trabajar con normas vigentes por cualquier tipo de cambio que pueda existir en el contenido, ya sea un cambio mínimo o un cambio de mayor significancia.

3.2.2.2. Cilindros de pruebas

Los cilindros debían marcarse con un número progresivo consecutivo para cada muestra. Se debía aceptar el concreto cuando el 90% de los cilindros, ensayados a los veintiocho días, resistían una carga de ruptura mayor que la carga de diseño especificada. En la tabla 31 se indican las pruebas de calidad que debían realizarse al concreto endurecido y las frecuencias de dichas pruebas.

Tabla 31. Frecuencia de ensayos de calidad de concreto.

Descripción del ensayo	Agregado fino	Agregado grueso	Concreto húmedo (no curado)	Concreto seco (curado)
Granulometría ASTM C-136	1/200 m ³	1/200 m ³	NA	NA
Lavado de malla 200 ASTM C-117	1/200 m ³	1/200 m ³	NA	NA
Temperatura de mezcla de concreto ACI 305.1	NA	NA	1/50 m ³	NA
Prueba de asentamiento ASTM C-143	NA	NA	1/50 m ³	NA
Contenido de aire ASTM C-94	NA	NA	1/50 m ³	NA
Elaboración de probetas cilíndricas de concreto ASTM C-31	NA	NA	4 cilindros/100 m ³ o 4 cilindros cada dos días	NA
Resistencia a la compresión ASTM C-39	NA	NA	NA	1 a los 7 días 2 a los 28 días

Fuente: Proyecto “Construcción de plataforma de lixiviación, fase 7-extensión” (2018).

3.2.3. Ensayos para conformidad de Geosintéticos

Conforme se detalla en el capítulo 1, para determinar la conformidad del material, se debían ejecutar los controles y ensayos detallados en la tabla 32.

Tabla 32. Frecuencia para conformidad de geosintéticos

Descripción del control y ensayo	Geotextil	GCL	Geocompuesto	Geomembrana
Certificado de calidad	Por número de lote y rollo	Por número de lote y rollo	Por número de lote y rollo	Por número de lote y rollo
Inspección de superficie a colocar material	Antes y durante su colocación	Antes y durante su colocación	Antes y durante su colocación	Antes y durante su colocación
Traslapes de paneles	Con ancho mínimo de 0.15 m	Con ancho mínimo de 0.50 m	Con ancho mínimo de 0.15 m	NA
Reparaciones	Todas las áreas dañadas	Todas las áreas dañadas	Todas las áreas dañadas	Todas las áreas dañadas
Caja de vacío (vacuum test) ASTM D-5641	NA	NA	NA	En cada costura con soldadura por extrusión
Prueba de chispa (spark test) ASTM D-6365	NA	NA	NA	En cada costura con soldadura por extrusión
Prueba de aire (air test) ASTM D-5820	NA	NA	NA	En cada costura con soldadura por fusión
Ensayo de pelado (peel) ASTM D-6392	NA	NA	NA	Pruebas iniciales del material cada 5 horas
Ensayo de corte (shear) ASTM D-6392	NA	NA	NA	Pruebas iniciales del material cada 5 horas

Fuente: Proyecto “Construcción de plataforma de lixiviación, fase 7-extensión” (2018).

Los ensayos de conformidad de soldadura en cada costura de geomembrana se registraron en campo de la forma como se muestran en la tabla 33, tabla 34 y tabla 35.

– Ejemplo de caja de vacío

Tabla 33. Ejemplo de registro de datos en la prueba de caja de vacío

Parámetro	Descripción
N° pruebas	25
Ubicación	Panel 10 / Panel 9
Fecha de prueba	05-03-2017
Técnico soldador	Jhonatan Torrez (J.T.)
Técnico CQC	Fernando del Aguila (F.A.)
Prueba de caja de vacío o vacuum test (VT)	OK
En caso de falla	Vacuum test failed (VT F)
Reprueba de la caja de vacío (RVT)	OK

Fuente: Proyecto “Construcción de plataforma de lixiviación, fase 7-extensión” (2018).

– **Ejemplo de prueba de chispa**

Tabla 34. Ejemplo de registro de datos en la prueba de chispa. }

Parámetro	Descripción
N° prueba	25
Ubicación	Panel 10 / Panel 9
Fecha de prueba	10-03-2017
Técnico soldador	Jhonatan Torrez (J.T.)
Técnico CQC	Fernando del Aguila (F.A.)
Prueba de chispa o spark test (ST)	OK
En caso de falla	Spark test failed (ST F)
Reprueba de prueba de chispa (RST)	OK

Fuente: Proyecto “Construcción de plataforma de lixiviación, fase 7-extensión” (2018).

– **Prueba de aire**

Tabla 35. Ejemplo de registro de datos en la prueba de aire

Parámetro	Descripción
N° prueba	25
Ubicación	Panel 10 / Panel 9
Fecha de prueba	10-03-2017
Técnico soldador	Jhonatan Torrez (J.T.)
Técnico CQC	Fernando del Aguila (F.A.)
Prueba de aire o air test (AT)	OK
En caso de falla	Air test failed (AT F)
Reprueba de prueba de aire (RAT)	OK

Fuente: Proyecto “Construcción de plataforma de lixiviación, fase 7-extensión” (2018).

3.2.4. Ensayos para conformidad de tuberías

Para determinar la conformidad de las tuberías sólidas de HDPE instaladas, se debían ejecutar los siguientes ensayos:

- Determinación de la resistencia a la tracción, ensayo ejecutado por un laboratorio externo.
- Prueba de doblez, ensayo ejecutado en campo.

3.3. Registro y cierre de no conformidad

El ingeniero CAQ debía emitir un documento de no conformidad cuando tuviera evidencia técnica que indique la no conformidad de algún trabajo realizado por el contratista, respecto a los requerimientos de las especificaciones técnicas. La evidencia de la no

conformidad se documentaría utilizando el formato adecuado, incluyendo fotos que demostraran la no conformidad y describiendo el área del proyecto en el cual se encontraba ubicado el trabajo no conforme.

Para el cierre de una no conformidad, el ingeniero CQA debía verificar in situ las medidas correctivas tomadas para eliminar la no conformidad. Asimismo, el ingeniero CQA debía verificar los documentos y los resultados de ensayos realizados que garantizaran el levantamiento de la no conformidad. Ningún trabajo consecuente con la tarea podría realizarse sin antes haber levantado la no conformidad.

3.4. Organigrama para la gestión de calidad

En este punto se pretende explicar los niveles de organización para el sistema de gestión de calidad en el proyecto. Es preciso indicar que fueron tres los principales interesados en el desarrollo de la gestión de calidad (cliente, encargado del aseguramiento de la calidad, ingeniero de control de la calidad), cuyos roles independientes y complementarios favorecieron el avance del proyecto, en conformidad con los requisitos.

Los tres interesados estuvieron constantemente relacionados y el flujo de comunicación entre ellos se estableció conforme se indica en la figura 16. En la Figura 16 se presenta también un organigrama para la gestión de la calidad que busca explicar la manera como se estructuró la participación de cada uno de los interesados.



Figura 16. Organigrama para la gestión de calidad.

Fuente: Proyecto “Construcción de plataforma de lixiviación, fase 7-extensión” (2018).

3.5. Información documentada

Los documentos involucrados en el sistema de gestión de calidad del proyecto en estudio se explican a continuación. Estos documentos muestran la planificación del sistema de gestión de calidad en la etapa inicial y los procesos de documentación de información en las etapas siguientes (ejecución y cierre).

3.5.1. Plan de puntos de inspección (PPI)

El plan de puntos de inspección elaborado estuvo conformado por la siguiente información:

- Lista de entregables, que indica el formato a utilizar que recogerá la evidencia de cada liberación.
- Lista de materiales, que indica la relación y descripción de todos los materiales a utilizar según el alcance del proyecto.
- Plan de puntos de control de los materiales, que indica el formato a utilizar, los equipos a usar y la frecuencia con las que se ejecutarán los ensayos de control de los materiales.
- Plan de puntos de inspección de entregables, que indica el tipo de control a ejecutar antes de realizar la liberación en la zona correspondiente de trabajo.
- Lista de equipos de seguimiento y medición

El PPI elaborado para el proyecto objeto de estudio se encuentra en el anexo B.

3.5.2. Procedimientos de control de calidad

La empresa contratista documentó catorce procedimientos constructivos. La tabla 36 muestra una relación y breve descripción de cada uno de los procedimientos. La documentación de estos procedimientos se realizó a través de un formato estándar de la empresa contratista. Los procedimientos documentados debían estar ordenados por códigos correlativos y aprobados por el ingeniero CQA.

La modalidad de transmisión usada en el proyecto fue a través de un documento llamado *transmittal*. Este documento fue usado por el cliente y la empresa contratista como un medio de comunicación formal. El *transmittal* se usó para comunicar la aprobación, solicitud, respuesta y envío de todo tipo de documentos competentes al proyecto en estudio.

La figura 17 muestra el formato del *transmittal*. Este formato corresponde a la respuesta a una solicitud de información del contratista.

Tabla 36. Relación de procedimientos constructivos del proyecto en estudio

Procedimiento	Descripción
Procedimiento de ensayos de laboratorio de mecánica de campo de suelos y concreto	Explica el procedimiento de toma de muestras del material y muestras de concreto. Describe el método de pruebas, controles y los procedimientos de ensayos en laboratorio y campo.
Procedimiento de soldadura por fusión a tope de tuberías HDPE	Explica los cuidados a tener en cuenta durante el proceso de soldadura por fusión y termofusión. Detalla el proceso de control de calidad (inspecciones visuales, pruebas destructivas y pruebas de tracción)
Procedimiento de colocación de relleno estructural	Describe el procedimiento de preparación y conformación del material y la generación de documentos de aprobación como evidencia de realización de dicho trabajo.
Procedimiento de colocación de material de baja permeabilidad	Describe el procedimiento de preparación y conformación del material y la generación de documentos de aprobación como evidencia de realización de dicho trabajo.
Procedimiento de instalación de geosintéticos	Explica el procedimiento de instalación de geomembrana, GCL y geocompuesto. Indica los cuidados en la recepción, almacenamiento, manejo y protección del material. Además, detalla los ensayos destructivos y no destructivos como procesos de control de calidad.
Procedimiento de uso de densímetro nuclear	Describe el procedimiento de almacenamiento, transporte y uso del densímetro nuclear
Procedimiento de colocación de imprimante asfáltico Igol	Describe los equipos y el personal a emplear para la colocación de Igol. Describe el método de aplicación de dicho imprimante.
Procedimiento de vaciado de concreto con chute	Describe el procedimiento de trabajos de vaciado de concreto con chute de las estructuras del proyecto. Define las responsabilidades del personal involucrado.
Procedimiento de habilitación y colocación de acero de refuerzo	Describe las actividades relacionadas con la habilitación y colocación de acero de refuerzo. Indica los parámetros a inspeccionar del acero de refuerzo.
Procedimiento de habilitación y colocación de encofrado	Describe las actividades relacionadas al encofrado. Define las responsabilidades del personal involucrado e indica el formato a utilizar para documentar la evidencia de cumplimiento de requisitos.
Procedimiento para relleno de prueba material sobrerestimiento	Describe los criterios de colocación y conformación del material de sobrerestimiento.
Procedimiento de detección de fugas en geomembrana.	Describe el procedimiento de inspección y pruebas bajo el sistema sensor DDS MIT (tecnología geoléctrica para detectar fugas en geomembranas) en revestimiento con geomembranas. Detalla el procedimiento de instalación, almacenamiento y transporte del equipo en campo. Además, indica el formato de registro de información a emplear.
Procedimiento de colocación de pernos Hilti	Describe la instalación del anclaje mecánico por expansión (pernos Hilti) para fijar estructuras mecánicas (barandas, escaleras, pasarelas y ángulos) a superficies de concreto.
Procedimiento de torqueo	Describe el procedimiento de fijación de equipos mecánicos y soportes mediante el trabajo de torqueo (apriete de tuercas).

Fuente: Elaboración propia



Transmittal

		Transmittal No. PR010018-MBM-TO-IDC-0150
		Contrato No. PR010-0-18

Recipient: **Roberto Sono y Sono**
roberto.sono@angelesmyc.com.pe
 Ángeles Minería y Construcción SAC

Sender: **Betty Chunque Torres**
 Supervisor PDDM
bchunque@barrick.com

cc. **Elias Malpartida Sánchez**
Oficina.tecnica@angelesmyc.com.pe
 Ángeles Minería y Construcción SAC

Subject: **Nº de Contrato PR010-0-18 "Construcción de la Extensión del Pad Fase 7 - Unidad Minera Pierina "**

Reason: Información / Revisión / Aprobación / Construcción

Sent By: FTP / E-mail / Hand / Livelink | **Format:** Electrónico / Copia Dura / Otro

Comments: RFI Cambio de Alineamiento de Berma Interna, para información y acción.

Item	Documento No / Item Name	Rev	Descripción / Description	Action
1	PRN18-3171-1-RFI-007	-	Se solicita la aprobación de los revestimientos propuestos para los taludes de acuerdo a lo mostrado en plano adjunto y detalle de empalme siguientes.	IFI
2	PR01018-3171-0-DWG-0046	8	Reporte de Metrados de Geosintéticos - Planta	IFI

Emitido Por: **Betty Chunque Torres**
 Supervisor PDDM – MBM

Date: 04 de Setiembre de 2018

IFI: Issued for Information
 IFC: Issued for construction
 IFR: Issued for review
 IFA: Issued for answer

Action by Contractor:

1	Puede Proceder con el Trabajo (Aprobado)
2	Modificar, volver a Presentar - Puede Proceder con el Trabajo después de corregir (Observado)
3	Modificar y volver a Presentar - No Puede proceder con el Trabajo (Rechazado)
4	No Requiere de Revisión - Puede Proceder con el Trabajo (Informativo)

"If the above transmitted documents constitute a change in price or schedule to the Contract referred above, Contractor must notify Barrick of this change within the period of time stated in the Contract."

Figura 17. Formato de transmittal usado en el proyecto en estudio.

Fuente: Proyecto “Construcción de plataforma de lixiviación, fase 7-extensión” (2018).

3.5.3. Documentos de cambio de información

Los documentos para solicitudes de cambio de información fueron propuestos por la empresa contratista. Por la premura de implementar el cambio, algunos de estos documentos no se elaboraron oportunamente, dejando sin evidencia temporal el cambio ejecutado. Esta falta

de evidencia ocasionó el retraso en la firma de registros de información o protocolos. Los documentos de cambio de información empleados fueron los siguientes:

3.5.3.1. Red line

La empresa contratista elaboró un total de quince *red line*. Este tipo de documento permitió registrar todos los acuerdos de cambio en los que los miembros designados del grupo de ingeniería de campo fueron partícipes. Consistió en anotaciones de color rojo sobre los planos de diseño, describiendo la propuesta de cambio previamente aprobada. Este documento contempló las firmas de los representantes involucrados en dicho cambio. Todos los cambios aprobados durante la ejecución del proyecto se presentaron en los planos *as-built*.

En la Figura 18 se muestra un modelo de *red line* trabajado en el proyecto. Este documento presenta la estructura y el estándar que usó la empresa contratista para su elaboración.

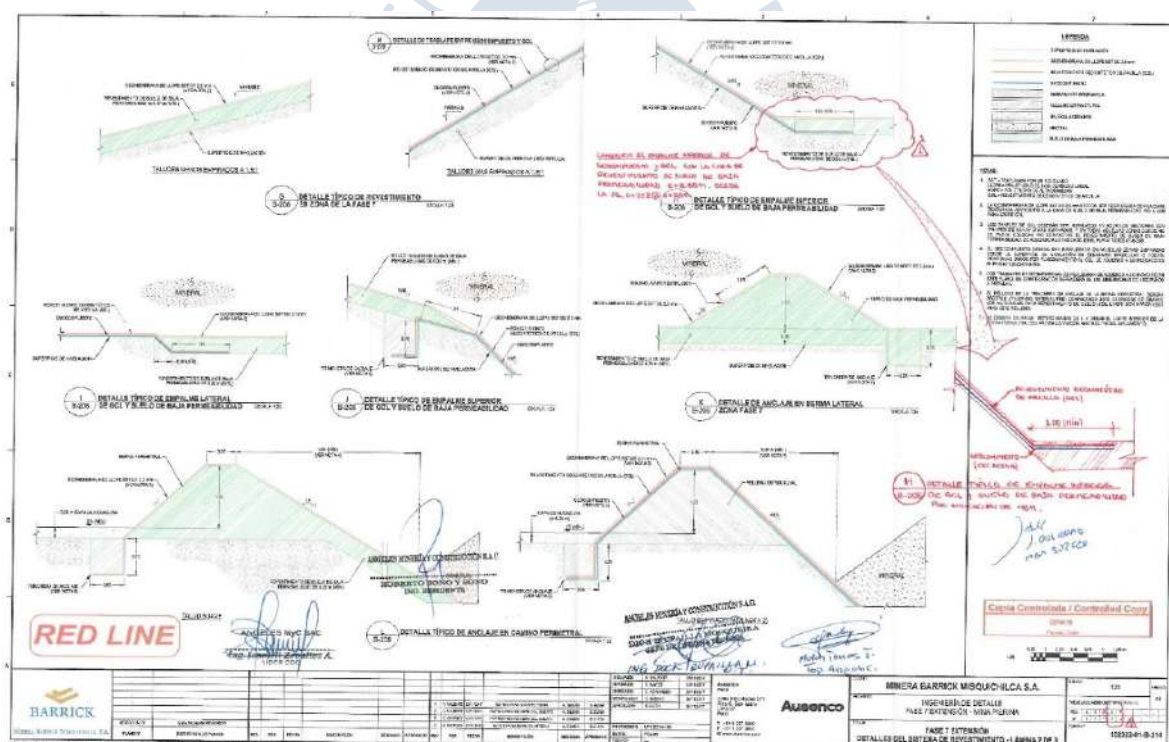


Figura 18. Modelo de red line del proyecto en estudio.

Fuente: Proyecto “Construcción de plataforma de lixiviación, fase 7-extensión” (2018).

3.5.3.2. Field sketch

En este tipo de documento se bosquejaron y se registraron los cambios de la obra in situ, generando una evidencia del cambio realizado. El contenido del documento explicaba el cambio y, según la necesidad, debía estar acompañado de un gráfico. Para validar este documento, éste

debía estar firmado por las personas responsables de la gestión y control del proyecto. Al igual que el *Red line*, el *field sketch* actúa como un documento de evidencia del cambio ejecutado.

3.5.4. Solicitudes de información (RFI)

La empresa contratista empleó este documento no sólo para solicitar información acerca de detalles técnicos faltantes o poco entendibles, sino también para solicitar cambios, función para la que este documento no está diseñado. El uso que la empresa contratista hizo del documento fue previa coordinación con el cliente, con el objetivo de evitar el exceso de documentos de gestión de proyectos. El número de RFIs emitidos y respondidos por el contratista y diseñador fueron treinta y seis.

El RFI fue un documento empleado como una vía de comunicación formal entre contratista y diseñador, donde el contratista debía realizar la consulta o solicitud y el diseñador respondía sobre el mismo documento. La codificación de este documento iba acorde a la disciplina del proyecto respecto a la cual se hizo la consulta. Esta codificación responde a la forma que se presenta en la figura 19. En la figura 20 y figura 21 se muestra un ejemplo de RFI referido a una solicitud de cambio y de respuesta respectivamente.

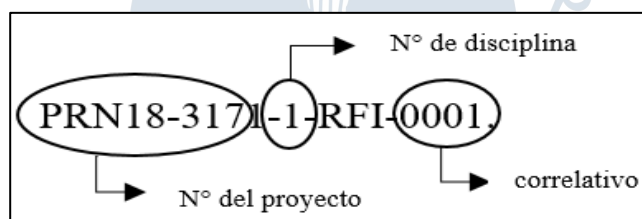
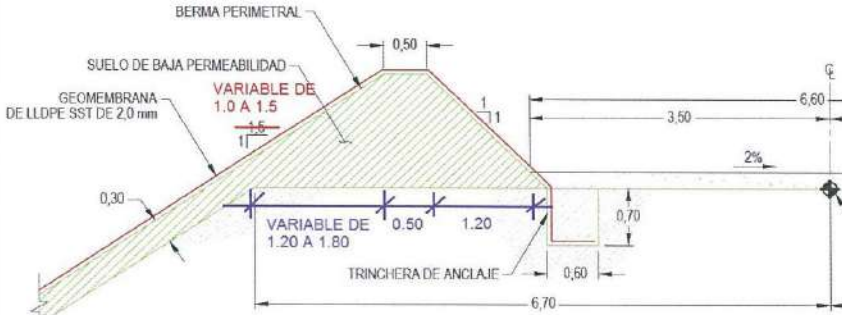


Figura 19. Codificación de RFI elaborado en proyecto.

Fuente: Proyecto “Construcción de plataforma de lixiviación, fase 7-extensión” (2018).

Los números definidos para cada disciplina son los siguientes: “0.-general”, “1.-movimiento de tierras”, “2.-civil, estructural, concreto” “3.-estructuras metálicas”, “4.-arquitectura”, “5.-mecánica”, “6.-tuberías”, “7.-eléctrica”, “8.-instrumentación” y “9.-procesos”.

	SOLICITUD DE INFORMACIÓN	Página 1 de 2			
PROYECTO/ÁREA: <u>Proyectos</u> DISCIPLINA: <u>Civil</u>		N° RFI: <u>PRN18-3171-1-RFI-0001</u> FECHA: <u>16 agosto de 2018</u>			
TEMA: <u>MODIFICACIÓN DE ANCHO DE BERMAS DE SEGURIDAD</u> DOCS. REFERENCIA: <u>102322-01-B-305</u>					
MOTIVO DE SOLICITUD DE INFORMACION/CAMBIO <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 40%;"> Aclaración planos y documentos Ingeniería incompleta Modificación de construcción Deficiencia Proveedor Equipo Otro (indicar): </td> <td style="width: 10%; text-align: center;"> ☐ ☐ ☒ ☐ </td> <td style="width: 40%;"> <u>Resumen Solo Para Ingeniería</u> Estimación HH Ing: ☐ SI ☐ NO Total: _____ Impacto en Contrato Ingeniería: ☐ SI ☐ NO Total: _____ Nota (asociar potencial Backcharge): _____ </td> </tr> </table>			Aclaración planos y documentos Ingeniería incompleta Modificación de construcción Deficiencia Proveedor Equipo Otro (indicar):	☐ ☐ ☒ ☐	<u>Resumen Solo Para Ingeniería</u> Estimación HH Ing: ☐ SI ☐ NO Total: _____ Impacto en Contrato Ingeniería: ☐ SI ☐ NO Total: _____ Nota (asociar potencial Backcharge): _____
Aclaración planos y documentos Ingeniería incompleta Modificación de construcción Deficiencia Proveedor Equipo Otro (indicar):	☐ ☐ ☒ ☐	<u>Resumen Solo Para Ingeniería</u> Estimación HH Ing: ☐ SI ☐ NO Total: _____ Impacto en Contrato Ingeniería: ☐ SI ☐ NO Total: _____ Nota (asociar potencial Backcharge): _____			
DESCRIPCIÓN DE LA DESVIACIÓN: Se requiere la aprobación de la disminución del ancho de la berma de seguridad del camino perimetral entre las progresivas 0+140 a 0+260, la berma tiene un ancho de diseño en la base (a nivel de rasante) de 3.50 m según el plano número 102322-01-b-305 de la ingeniería de detalle del Proyecto Fase 7 Extensión; la sección más crítica en terreno tiene es de 15 metros de longitud con un ancho de 3.00 metros disponibles para la construcción de la berma. Por lo cual se plantea las siguientes solución: PARA TRAMOS CON ANCHO VARIABLE MENOR A 3.50 METROS 					
Adjuntos: <u>Plano 102322-01-B-305</u>					
SOLUCIÓN PROPUESTA POR EL ORIGINADOR: 					
Originada por: <u>Willian Soberón</u> Aprobada por (Solo MBM): _____		Soberon Camacho Willian Sheran Firma: _____ Fecha: <u>16 agosto de 2018</u>			

NOTA: TODA RFI DEBERA SE ENVIADA EN FORMATO NATIVO Y COPIA PDF FIRMADA AL CONTRATISTA DE INGENIERIA PARA SER RESPONDIDA

Figura 20. Ejemplo de RFI referido a una solicitud de cambio.

Fuente: Proyecto “Construcción de plataforma de lixiviación, fase 7-extensión” (2018)

BARRICK PISCINA		SOLICITUD DE INFORMACIÓN		Página 2 de 2
RESPUESTA:				
Procedo, Tener en cuenta que la altura de la boquilla no debe variar.				
Respuesta por:	Christian Matos	Firma:	[Firma]	Fecha: 09/10/2018
Aprobada por (Solo MBM):		Firma:		Fecha:
BACKCHARGE (si hay costos asociados a un proveedor destino):				
APROBACION FINAL				
Con la información entregada se da cierre a la RFI		SI ☐	NO ☐	(solicitar nueva respuesta a contratista)
Gerente Construcción:			Fecha:	
NOTA: TODA RFI DEBERA SE ENVIADA EN FORMATO NATIVO Y COPIA PDF FIRMADA AL CONTRATISTA DE INGENIERIA PARA SER RESPONDIDA				

Figura 21. Ejemplo de RFI con respuesta a la solicitud de respuesta.

Fuente: Proyecto “Construcción de plataforma de lixiviación, fase 7-extensión” (2018).

3.5.5. Reportes de trabajos observados (RTO)

La empresa contratista reportó catorce trabajos observados. En el proyecto el RTO se empleó como un documento de control interno, donde el ingeniero CQC informó por escrito al área de construcción la presencia de defectos en los trabajos en proceso de ejecución, de esta manera se pretendía evitar reprocesos y reportes de no conformidad impuestos por el ingeniero CQA. El RTO incluyó las firmas de la supervisión de campo de construcción, control de calidad y aseguramiento de calidad. El cierre de este reporte estuvo sujeto a la corrección de la tarea observada.

En el anexo C se encuentra el formato empleado para este tipo de reportes.

3.5.6. Registros de información

Los formatos que registraron la información de control de calidad del proyecto, comúnmente llamados protocolos, constituyeron la evidencia física de los trabajos realizados conforme a los requisitos. El personal de control de calidad mantuvo un registro de todas las inspecciones realizadas haciendo una descripción detallada de lo evidenciado. Estos documentos se clasificaron según las disciplinas del proyecto, como se explica a continuación.

3.5.6.1. Movimiento de tierras

Para esta disciplina la empresa contratista, elaboró los registros acordes con el trabajo realizado. En la tabla 38 se indica la relación de registros elaborados en el proyecto y los formatos usados para dichos registros se encuentran en el anexo D: “Formatos de movimiento de tierras”.

Tabla 37. Relación de registros de información de movimiento de tierras

Registro	Código de formato	Descripción
Fundación del sistema de subdrenaje	ANG-F-NA-01	Ese formato fue usado para inspeccionar las condiciones del área excavada o rellenada, por donde se instalaría el sistema de subdrenaje
Instalación del sistema de drenaje	ANG-F-NA-03	Este formato fue usado para inspeccionar el alineamiento de la tubería de subdrenaje
Fundación	ANG-F-NA-04	Este formato fue usado para verificar las condiciones de todas las fundaciones en las zonas a liberar
Sub Rasante nivelación	ANG-F-NA-05	Este formato fue usado para inspeccionar las condiciones del material colocado como relleno estructural
Rasante de baja permeabilidad	ANG-F-NA-06	Este formato fue usado para inspeccionar si el material de baja permeabilidad fue colocado conforme las especificaciones
Trinchera de anclaje	ANG-F-NA-08	Este formato fue usado para inspeccionar el relleno de las zanjas (trincheras de anclaje), conforme a las especificaciones.
Agregado para drenaje	ANG-F-NA-15	Este formato fue usado para inspeccionar si el material de grava para drenaje fue colocado conforme las especificaciones
Sobrevestimiento	ANG-F-NA-16	Este formato fue usado para inspeccionar si el material de sobrevestimiento fue colocado conforme las especificaciones

Fuente: Proyecto “Construcción de plataforma de lixiviación, fase 7-extensión” (2018)

En esta disciplina, el protocolo debía estar acompañado por un croquis del área liberada, solo así se continuaba con el proceso de firmas. El croquis incluía las coordenadas y cotas del levantamiento topográfico, además debía ser elaborado de forma digital. Debido a la demora en su elaboración, los tiempos de firmas de los protocolos eran mayores, ocasionando retrasos.

3.5.6.2. Concreto

Se emplearon registros adecuados a los diferentes trabajos de control de calidad que esta disciplina demandaba. En la tabla 39 se indica la relación de registros elaborados y los formatos usados para dichos registros se encuentran en el anexo G: “formatos de concreto”.

Tabla 38. Relación de registros de información de concreto

Registro	Código de formato	Descripción
Inspección del encofrado/ acero de refuerzo	ANG-F-C -01	Ese formato fue usado para inspeccionar la instalación del encofrado y acero de refuerzo, conforme a las especificaciones
Tarjeta de vaciado de concreto	ANG-F-C -02	Este formato fue usado para registrar los datos técnicos durante el vaciado de concreto
Inspección del curado de concreto	ANG-F-C -03	Este formato fue usado para registrar los datos técnicos referidos al curado de concreto
Verificación topográfica	ANG-F-C -05	Este formato fue usado para registrar los niveles topográficos antes del vaciado de concreto
Inspección antes del vaciado	ANG-F-C -06	Este formato fue usado para inspeccionar las condiciones del área donde se realizó el vaciado de concreto

Fuente: Proyecto “Construcción de plataforma de lixiviación, fase 7-extensión” (2018)

3.5.6.3. Geosintéticos

Los registros de información que se usaron para esta disciplina se detallan en la tabla 40. Los formatos usados se encuentran en el anexo E: “formatos de geosintéticos”.

Tabla 39. Relación de registros de información de geosintéticos

Registro	Código de formato
Despliegue de geomembrana	ANG-SGC -02
Prueba inicial de soldadura geomembrana de soldadura por fusión	ANG-SGC -03
Control de calidad de soldadura por fusión	ANG-SGC -05
Registro de ensayos destructivos por fusión	ANG-SGC -06
Prueba inicial de soldadura geomembrana de soldadura por extrusión	ANG-SGC -08
Registro de ensayos destructivos por extrusión	ANG-SGC -10
Despliegue del GCL	ANG-SGC -16
Notificación de aceptación del GCL	ANG-SGC -17
Despliegue del geocompuesto	ANG-SGC -19

Fuente: Proyecto “Construcción de plataforma de lixiviación, fase 7-extensión” (2018)

3.5.6.4. Tuberías HDPE

Los registros de información de tuberías se detallan en la tabla 41. Los formatos usados para dichos registros se encuentran en el anexo F: “formatos de Tuberías”.

De los formatos que se mencionan en la tabla 41, los siete primeros fueron usados para registrar información de tuberías de HDPE sólidas y el último formato fue usado para registrar información de tuberías de pared doble. Estas tuberías, como ya se explicó, se instalaron en diferentes zonas del proyecto según la función a desempeñar.

Tabla 40. Relación de registros de información de tuberías

Registro	Código de formato
Registro de calificación de procedimiento de termofusión BPS (operador)	ANG-F-T -01
Registro de calificación del operador de equipo de termofusión BPQ (máquina)	ANG-F-T -02
Prueba de doblez HDPE	ANG-F-T -03
Inspección visual de soldadura por termofusión de juntas de tubos HDPE	ANG-F-T -04
Registro de soldadura de juntas de tubos HDPE	ANG-F-T -05
Aceptación de soldadura de tuberías	ANG-F-T -06
<i>Welding map</i> (croquis de entrega)	ANG-F-T -07

Fuente: Proyecto “Construcción de plataforma de lixiviación, fase 7-extensión” (2018).

3.5.7. Documentos de auditoría

Durante el avance del proyecto, se detectaron trabajos fuera de los límites aceptables para los requisitos de calidad. El ingeniero CQA reportó estas inconformidades a través de dos documentos que se explican a continuación.

3.5.7.1. Reportes de vigilancia (SVR)

El ingeniero CQA emitió un total de veintiún SVRs a la empresa contratista. Una vez emitido este tipo de documentos, la empresa contratista se encargó de la reparación del trabajo observado en el tiempo límite estipulado. Después de ejecutar la reparación en campo, el ingeniero CQC documentó la información y envió el informe respectivo para el cierre del SVR emitido.

El departamento encargado del aseguramiento de calidad emitió estos documentos en un formato estándar de su empresa. Para guardar el orden de la documentación, el cliente, a través de su área de control documentario, se encargó de la transferencia entre CQA y el área de CQC de la empresa contratista.

Los SVRs referidos al incumplimiento de ensayos y certificados de calidad de materiales, no pudieron ser cerrados en el tiempo establecido debido a temas económicos de la empresa. La falta de liquidez ocasionó que los proveedores externos no realicen los trabajos solicitados ni emitan los certificados requeridos antes que se les ejecute el pago del servicio.

3.5.7.2. Documentos de no conformidad (NCR)

Este documento constituyó la inconformidad a un trabajo entregado. En este caso fue necesario un reproceso para corregir la tarea ejecutada y desarrollarla en conformidad con los requisitos.

El ingeniero CQA emitió un total de veintisiete NCRs a la empresa contratista. Una vez emitido este tipo de documentos, la empresa contratista se encargó de la reparación del trabajo observado en el tiempo límite estipulado y de dar cierre al NCR antes que el cliente proceda a una penalización económica por incumplimiento de requisitos.

3.6. Entregables finales

En la etapa de cierre del proyecto, el área de CQC elaboró la documentación final para la entrega al cliente. Esta documentación pasó por una revisión previa del área de CQA, quien se encargó de la aprobación y entrega al cliente. Los entregables finales, que formaron parte de los requerimientos del proyecto, fueron los siguientes:

3.6.1. Carpetas de entrega (TOP)

Este entregable fue constituido por toda la información documentada en su estado aprobado. En el anexo H se presenta la estructura de las carpetas TOP que se elaboró para el proyecto en estudio. Este entregable certifica las actividades constructivas de acuerdo a los parámetros establecidos.

En el proyecto se empezó a ordenar la documentación mediante un dossier de calidad. Sin embargo, dada la existencia de una gran cantidad de sistemas en la que se dividió el alcance del proyecto, se decidió el manejo de esta documentación mediante carpetas TOP.

3.6.2. Planos de registro (*as-built*)

Al cierre del proyecto se presentaron setenta y tres planos *as-built*, los cuales mostraron como se ha construido el proyecto.

Capítulo 4

Resultados y aporte

4.1. Resultados del proyecto

En este punto se presentarán los resultados de todos los ensayos realizados a los materiales colocados en el proyecto. Además, se compararán las características de los materiales mostradas en sus certificados de calidad con las especificadas por el proyecto. Los ensayos a los diferentes materiales fueron realizados in situ y en laboratorios externos calibrados y acreditados por INACAL.

4.1.1. Resultados de los ensayos de movimiento de tierras

4.1.1.1. Capa de rodadura

El material de capa de rodadura fue sometido a los ensayos de límites de atterberg, contenido de humedad, granulometría y proctor estándar. En la figura 22 se presenta el resumen de los ensayos ejecutados al material de capa de rodadura. A partir de esta información se verificó y determinó el cumplimiento de los requisitos indicados en la tabla 4. Es importante señalar que el IP especificado para el material de capa de rodadura debía ser menor a 8. Después de ensayar el material, el valor del IP obtenido fue de 14; sin embargo, el material fue aprobado y colocado bajo la responsabilidad del área de ingeniería de diseño del proyecto, quien autorizó dicho trabajo. En la figura 23 y 24 se presentan la curva granulométrica y la curva densidad seca (D.S.)–contenido de humedad (C.H.), respectivamente, de la muestra ensayada No. CR-CH-01-C. Estas curvas se elaboraron como parte de los resultados de los ensayos ejecutados al material de capa de rodadura.

RESUMEN DE ENSAYOS DE CAPA DE RODADURA																																	
Prueba No	A la fecha	Limites de Atterberg				C.H.	Granulometria (Porcentaje que pasa %)																		Proctor Estándar				Cumplir/ No cumple				
		LL %	LP %	IP < 8	%		3"	2"	1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No. 4	No. 8	No. 10	No. 16	No. 20	No. 30	No. 40	No. 50	No. 60	No. 100	No. 200	Bin Corrección		Corregida						
							100		70			40		20									10					5		D.S. MAX g/cm³	C.H. OPT. %	D.S. MAX g/cm³	C.H. OPT. %
							100		100				85		55								20					15					
CR-CH-01-C	25-Jul-18	35	21	14	6.0	100.0	87.5	77.2	69.6	65.1	52.1	46.7	34.9	28.9	27.8	24.7	23.0	21.2	19.9	18.4	17.8	15.9	13.8	2.016	10.2	2.129	7.5	Cumple					

Figura 22. Resumen de ensayos del material de capa de rodadura: muestra No. CR-CH-01-C.
Fuente: Proyecto “Construcción de plataforma de lixiviación, fase 7-extensión” (2018).

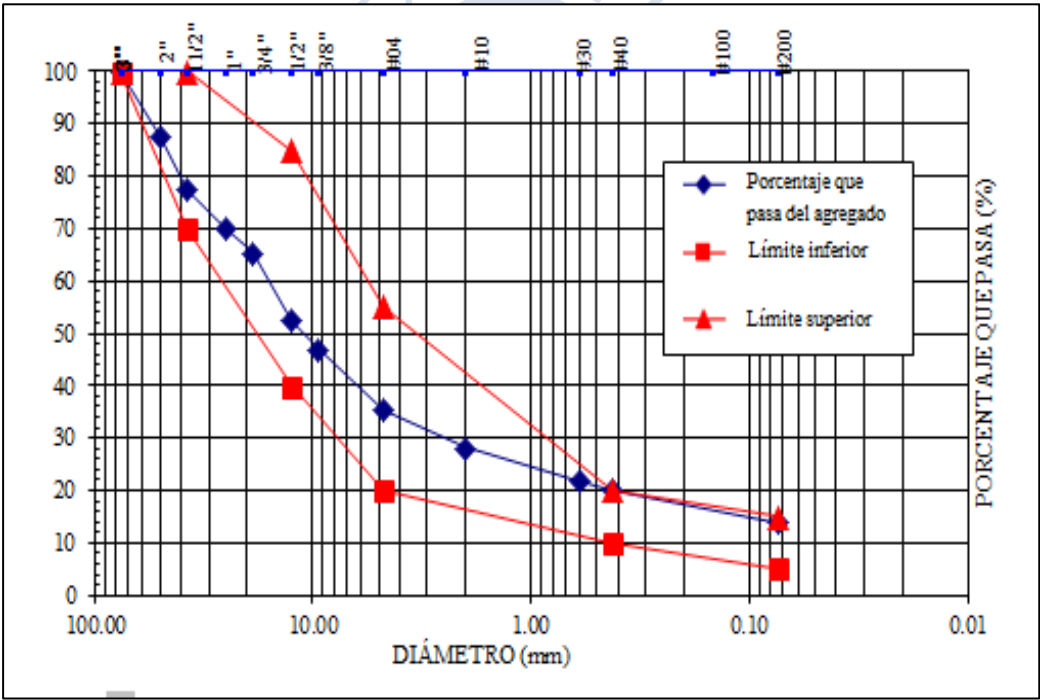


Figura 23. Curva granulométrica del material de la capa de rodadura: muestra No. CR-CH-01-C.
Fuente: Proyecto “Construcción de plataforma de lixiviación, fase 7-extensión” (2018).

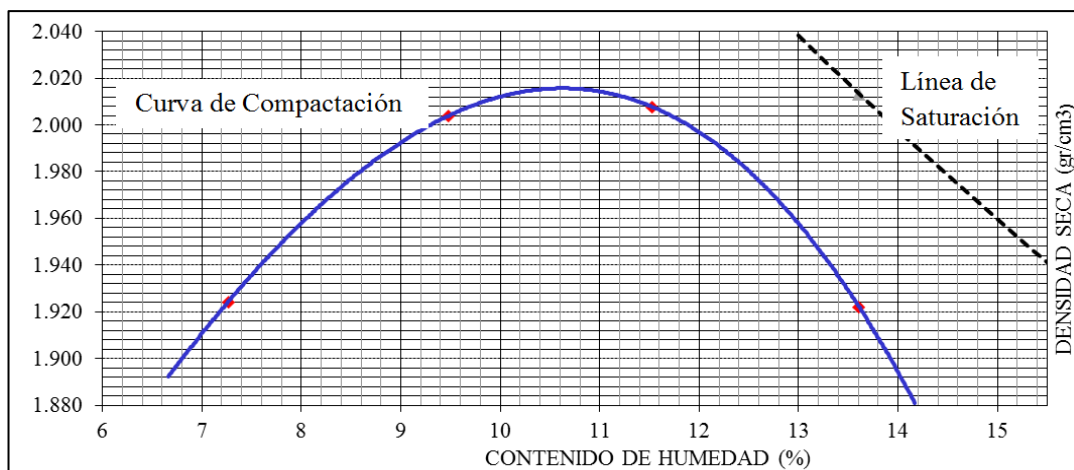


Figura 24. Curva de relación D.S.-C.H. del material de capa de rodadura: muestra No. CR-CH-01-C.

Fuente: Proyecto “Construcción de plataforma de lixiviación, fase 7-extensión” (2018).

4.1.1.2. Cama de apoyo

El material de cama de apoyo fue sometido al ensayo de granulometría para verificar el cumplimiento del huso granulométrico especificado en la tabla 5. Los resultados del ensayo se muestran en la figura 25. Con esta información se verificó el incumplimiento de este material a las especificaciones técnicas. Sin embargo, el proyecto se trató de la extensión de un proyecto anterior y este material había sido usado en el proceso de construcción, el comportamiento del material resultó favorable, por lo que se consideró apto para ser usado en el proyecto en estudio.

RESUMEN DE ENSAYOS DE CAMA DE APOYO																	
Prueba No	A la fecha	Granulometría (Porcentaje que pasa %)															Cumple/ No cumple
		1"	3/4"	1/2"	3/8"	No. 4	No. 8	No. 10	No. 16	No. 20	No. 30	No. 40	No. 50	No. 60	No. 100	No. 200	
		100	70	55		30						5				0	
		100	100	80		50						20				15	
CA-AG-02-C	17-Jun-18	100.0	100.0	99.7	99.6	87.4	68.6	60.0	48.0	39.5	29.4	22.2	16.8	14.8	9.0	5.3	No cumple
CA-AG-01-C	8-Set-18	100.0	99.6	98.4	97.8	73.9	56.6	53.3	44.1	39.6	35.0	31.6	28.2	26.9	23.0	19.3	No cumple

Figura 25. Resumen de ensayos del material de cama de apoyo.

Fuente: Proyecto “Construcción de plataforma de lixiviación, fase 7-rxtensión” (2018).

En la figura 26 se muestra la curva granulométrica correspondiente a la muestra ensayada No. CA-AG-02-C, resaltada de color rojo en la figura 25. La curva granulométrica indicó que el material ensayado estaba fuera de los límites especificados.

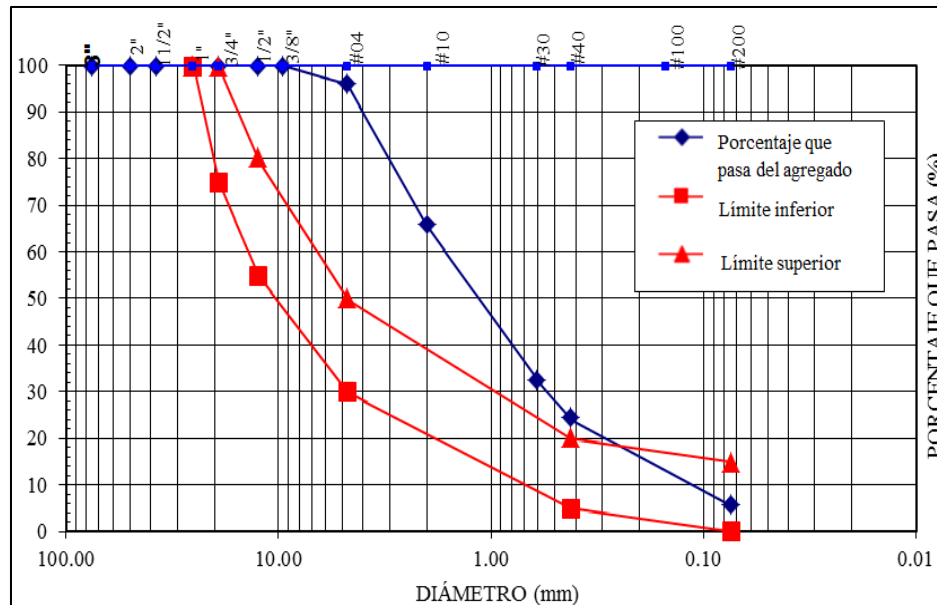


Figura 26. Curva granulométrica de material de cama de apoyo: muestra No. CA-AG-02-C.

Fuente: Proyecto “Construcción de plataforma de lixiviación, fase 7-extensión” (2018).

4.1.1.3. Grava para drenaje

El material de grava para drenaje fue sometido a los ensayos de límites de atterberg y de granulometría. En la figura 27 se presenta el resumen de los ensayos realizados a las muestras más representativas del material de grava para drenaje y muestras procedentes de diferentes canteras o de diferentes puntos en una misma cantera. Los ensayos realizados a las muestras iniciales no se ajustaron al huso granulométrico especificado en la tabla 6, por ello la empresa contratista solicitó mediante RFI N° PR010018-3171-1-IRT-005 la ampliación del huso. El tipo de material ensayado ya se había empleado en la construcción de otros PAD en la unidad minera sin presentar ningún problema durante la puesta en servicio, comprobándose que el material mostraba propiedades aparentes para ser usado como grava para drenaje. En la tabla 42 se muestra la ampliación del huso granulométrico para el material de grava para drenaje que evaluó y aprobó el área de ingeniería de diseño.

Tabla 41. Ampliación del huso granulométrico para el material de grava para drenaje

Tamiz	Huso granulométrico especificado (tabla 6)	Ampliación del huso granulométrico
2 pulgadas (50 mm)	-	90-100
1.5 pulgadas (37.5 mm)	100	75-100
1 pulgada (25 mm)	60 - 100	50 - 100
1/2 pulgada (12.5 mm)	30 - 85	10 - 85
Nº4 (4.75 mm)	15 - 40	0 - 40
Nº40 (0.425 mm)	0 - 15	0 - 15
Nº200 (0.075 mm)	0 - 5	0 - 5

Fuente: Proyecto “Construcción de plataforma de lixiviación, fase 7-extensión” (2018).

RESUMEN DE ENSAYOS DE GRAVA PARA DRENAJE																						
Prueba No	A la fecha	Límites de Atterberg			Granulometría (Porcentaje que pasa %)																	Cumple/ No cumple
		LL %	LP %	IP No plástico (NP)	2"	1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No. 4	No. 8	No. 10	No. 16	No. 20	No. 30	No. 40	No. 50	No. 60	No. 100	No. 200	
					90	75	50		10		0						0				0	
					100	100	100		85		40						15				5	
GD-AG-02-C	15-Jun-18	NP	NP	NP	100.0	100.0	86.5	76.1	59.9	53.0	39.8	31.7	29.8	24.8	19.8	15.1	11.5	8.4	7.2	4.4	2.7	Cumple
GD-AG-03-C	22-Jun-18	36.0	20.0	16	91.9	79.4	61.5	53.1	41.7	35.9	25.9	21.1	18.7	17.6	16.4	15.0	14.0	12.9	12.5	11.1	9.9	No cumple
GD-AG-05-C	29-Jun-18	NP	NP	NP	97.0	79.1	38.5	21.0	8.6	3.1	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.6	0.6	0.6	0.5	0.4	0.3	No cumple
GD-AG-06-C	5-Jul-18	29.4	18.0	11	92.5	80.7	61.6	52.4	41.9	36.9	27.9	19.8	18.6	15.4	13.9	12.4	11.3	10.2	9.8	8.4	7.5	No cumple
GD-AG-07-C	15-Jul-18	30.0	19.0	11	98.3	80.6	55.0	42.5	22.7	17.8	3.6	23.0	2.2	2.0	1.9	1.8	1.7	1.6	1.6	1.5	1.4	Cumple

Figura 27. Resumen de ensayos del material de grava para drenaje.

Fuente: Proyecto “Construcción de plataforma de lixiviación, fase 7-extensión” (2018).

En la figura 28 se presenta la curva granulométrica de la muestra ensayada No. GD-AG-07-C, resaltada de color rojo en la figura 27. Se puede observar que el material ensayado cumplió con el huso granulométrico especificado; sin embargo, la fracción fina de la muestra que pasaba el tamiz No. 200 obtuvo un IP igual a 11 y la especificación indicaba que debía ser un material no plástico. Ante a dicha situación el área de ingeniería de diseño del proyecto aprobó el uso del material para colocarse como parte del sistema de subdrenaje. La fracción que pasa el tamiz número 200 es de 1.4% solamente, por eso el efecto del IP no es tan significativo.

Los resultados de los ensayos de índice de carga puntual, permeabilidad y ABA ejecutados a la muestra de grava para drenaje se presentan en la tabla 43.

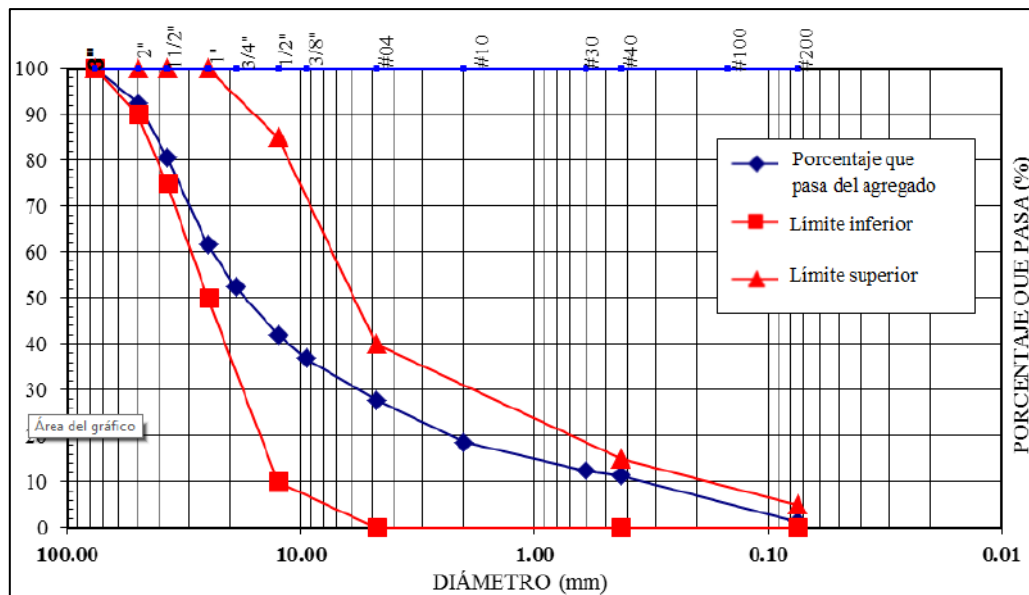


Figura 28. Curva granulométrica del material de grava para drenaje: muestra No. GD-AG-07-C.

Fuente: Proyecto “Construcción de plataforma de lixiviación, fase 7-extensión” (2018).

Tabla 42. Ensayos del material de grava para drenaje

Ensayos	Especificación técnica	Resultados	Cumple/no cumple
Índice de carga puntual (N/mm ²)	Mayor a 2.7	4.4	Cumple
Permeabilidad (cm/s)	Mayor a 1×10^{-1}	1.23×10^{-1}	Cumple
ABA (KgCaCO ₃ /TM)	PN/PA > 2 PNN > 20 (no genera ácido)	PN/PA = 19.8 PNN = 47	Cumple

Fuente: Proyecto “Construcción de plataforma de lixiviación, fase 7-extensión” (2018).

4.1.1.4. Suelos de baja permeabilidad

El suelo de baja permeabilidad (*soil liner*) fue sometido a los ensayos de límites de atterberg, contenido de humedad, granulometría y proctor estándar. En la figura 29 se presenta el resumen de los ensayos realizados a las muestras más representativas del suelo de baja permeabilidad. Los ensayos realizados a las muestras que no se ajustaron al huso granulométrico especificado en la tabla 11 fueron rechazados.

RESUMEN DE ENSAYOS DE LABORATORIO DE SUELO DE BAJA PERMEABILIDAD																													
Prueba No	A la fecha	Límites de Atterberg			C.H.	Granulometría (Porcentaje que pasa %)																Proctor Estándar				Cumplir/ No cumplir			
		LL %	LP %	IP >10		%	3"	2"	1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No. 4	No. 6	No. 10	No. 15	No. 20	No. 30	No. 40	No. 50	No. 60	No. 100	No. 200	Sin Corrección		Corregida		
							100	95	90	85	80	75					75					45	D.S. MAX g/cm3	C.H. OPT. %	D.S. MAX g/cm3		C.H. OPT. %		
SL-AG-01-C	1-Jun-18	50	27	23	25.02	100.0	90.3	90.3	89.0	88.4	87.6	-	84.4	-	80.9	-	78.7	-	73.5	-	71.5	-	57.9	1.62	14.73	-	-	No cumplir	
SL-AG-02-C	1-Jun-18	47	27	20	22.9	100.0	87.5	87.5	87.5	85.4	84.1	-	81.0	-	76.6	-	72.3	-	66.4	-	62.8	-	49.2	1.63	16.65	-	-	No cumplir	
SL-AG-03-C	1-Jul-18	37	21	16	9.4	100.0	100.0	96.3	90.4	88.0	85.5	-	74.8	-	66.4	-	61.3	-	56.5	-	53.7	-	47.3	1.82	15.64	-	-	Cumplir	
SL-AG-04-C	1-Jun-18	54	29	25	13.2	100.0	100.0	95.1	95.1	93.9	92.4	-	87.7	-	80.9	-	76.4	-	70.4	-	66.8	-	57.5	1.65	15.91	-	-	Cumplir	
SL-AG-05-C	29-Jun-18	47.7	29	18.7	21.0	100.0	98.6	97.1	96.4	95.7	94.6	94.1	92.6	90.6	89.7	87.8	86.2	84.3	81.0	79.7	78.9	76.8	72.5	1.661	20.9	1.6899346	19.654375	No cumplir	
SL-AG-06-C	4-Jul-18	47.3	29	18.3	21.0	100.0	100.0	96.9	93.8	90.8	88.0	83.4	82.0	78.6	77.4	73.3	70.9	68.3	66.3	64.5	63.7	60.5	55.0	1.668	19.8	1.9268305	16.83223	Cumplir	
SL-AG-07-C	4-Jul-18	43.2	23	20.2	21.0	100.0	100.0	97.7	95.2	92.7	90.8	86.1	81.3	75.0	73.6	69.4	67.2	64.8	62.9	60.9	60.2	57.5	54.1	1.813	16.5	2.1319552	13.866815	Cumplir	
SL-AG-01-R	17-Ago-18	52	31	21	24.0	100.0	98.7	96.3	94.9	93.5	90.9	89.1	84.5	80.6	79.2	74.2	70.8	67.0	63.8	60.7	59.4	55.5	51.0	1.642	21.5	1.705	19	Cumplir	

Figura 29. Resumen de ensayos de laboratorio de suelo de baja permeabilidad.

Fuente: Proyecto “Construcción de plataforma de lixiviación, fase 7-extensión” (2018)

Se presenta la curva granulométrica y la curva densidad seca-humedad en la figura 30 y figura 31, respectivamente, de la muestra ensayada No. SL-AG-07-C, en la figura 29.

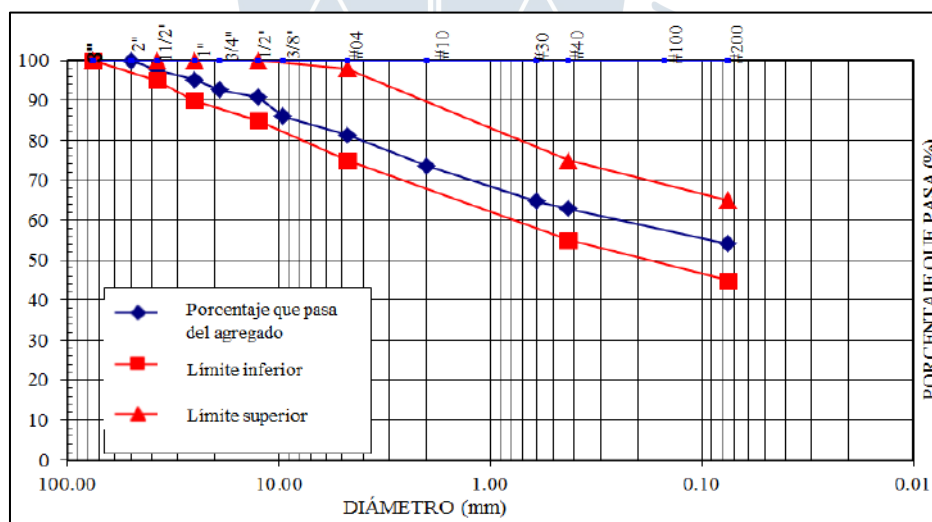


Figura 30. Curva granulométrica de suelo de baja permeabilidad: muestra No. SL-AG-07-C.

Fuente: Proyecto “Construcción de plataforma de lixiviación, fase 7-extensión” (2018).

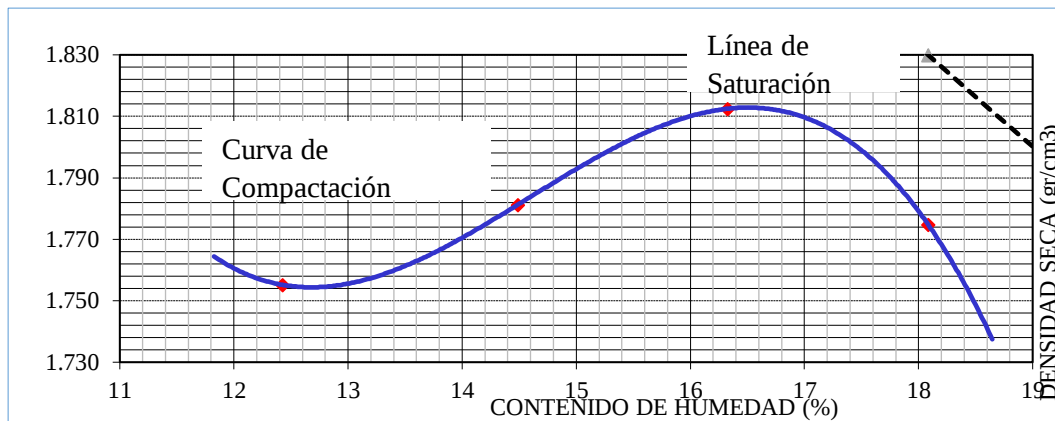


Figura 31. Curva de relación D.S.-C.H. para el suelo de baja permeabilidad: muestra No. SL-AG-07-C.

Fuente: Proyecto “Construcción de plataforma de lixiviación, fase 7-extensión” (2018).

Los ensayos de compactación con densímetro nuclear y densidad con cono de arena se ejecutaron in situ, cumpliendo con la frecuencia indicada en las especificaciones técnica del proyecto. Los resultados de los ensayos ejecutados se muestran en la figura 32.

Estos ensayos obedecieron a un control de compactación del material colocado para verificar su cumplimiento con las especificaciones. Los suelos debían tener un grado de compactación igual o mayor al 95% de la máxima densidad seca con un contenido de humedad en un rango entre -2% y +2% del contenido de humedad óptimo. Estos ensayos estuvieron acompañados de un análisis granulométrico con sus respectivas curvas.

RESUMEN DE ENSAYOS IN SITU DE SUELO DE BAJA PERMEABILIDAD											
Prueba No	A la fecha	CONO DE ARENA				DENSIMETRO NUCLEAR				Porcentaje de compactación especificado	Condición
		Curva	Máxima densidad seca	Humedad	Porcentaje de compactación	Densidad húmeda	Densidad seca	Contenido de humedad	Porcentaje de compactación		
CA-BP-02-R RCC-004	30-Ago-18	SL-AG-01-R	1.705	19	98.7	2020	1672	20.8	98.0	95.0	Pasa
CA-BP-02-R RCC-004	30-Ago-18	SL-AG-01-R	1.705	19	98.7	2009	1669	20.4	97.9	95.0	Pasa
RCC-005	3-Set-18	SL-AG-01-R	1.705	19	–	1985	1702	17.5	99.8	95.0	Pasa
RCC-006	6-Set-18	SL-AG-01-R	1.705	19	–	2049	1700	20.5	99.7	95.0	Pasa
RCC-006	6-Set-18	SL-AG-01-R	1.705	19	–	2021	1678	20.5	98.4	95.0	Pasa
CA-BP-03-R	7-Set-18	SL-AG-01-R	1.705	19	99.1	–	–	–	–	95.0	Pasa

Figura 32. Resumen de ensayos in situ de suelo de baja permeabilidad.

Fuente: Proyecto “Construcción de plataforma de lixiviación, fase 7-extensión” (2018).

4.1.1.5. Relleno estructural

El material de relleno estructural fue sometido a los ensayos de límites de atterberg, contenido de humedad y granulometría. En la figura 33 se presenta el resumen de los ensayos realizados al material de relleno estructural. El material ensayado estuvo sujeto al cumplimiento de las especificaciones indicadas en la tabla 12 y tabla 13 referidas al huso granulométrico e índice de plasticidad, respectivamente.

En la figura 34 se presenta la curva granulométrica de la muestra ensayada No. RE-AG-05-C, resaltada de color rojo en la figura 33. Se puede observar que el material ensayado cumplió con los requisitos especificados, el huso granulométrico se mostró dentro del rango y el IP del material fue de 16. La especificación indicaba que para un porcentaje entre 0% - 15% de material que pasa la malla N°200 (0.075 mm) el valor del IP máximo debería ser de 25.

El ensayo de proctor estándar no pudo ejecutarse en este tipo de material, dado que el porcentaje retenido en la malla $\frac{3}{4}$ " (19 mm) fue mayor a 30%. Por esta razón se ejecutó un relleno de prueba (*test fill*) para determinar el número de ciclos de compactación al material de relleno estructural. Se determinó que el número de ciclos de compactación debía ser de 8, dado que la diferencia de cotas entre un ciclo y otro fue de 0 mm. La capa de relleno de prueba tuvo un espesor de material suelto de 0.40 m, compactado con un rodillo liso vibratorio de 10.5 ton a una velocidad de 4 km/h.

Para medir el porcentaje de compactación del relleno estructural se utilizó el ensayo con densímetro nuclear y el método de reemplazo con agua. De esta manera se cumplió con el proceso de monitoreo del material colocado cada cierto volumen. Los resultados de los ensayos ejecutados se muestran en la figura 35.

El ensayo de proctor estándar no pudo ejecutarse en este tipo de material, dado que el porcentaje retenido en la malla $\frac{3}{4}$ " (19 mm) fue mayor a 30%. Por esta razón se ejecutó un relleno de prueba (*test fill*) para determinar el número de ciclos de compactación al material de relleno estructural. Se determinó que el número de ciclos de compactación debía ser de 8, dado que la diferencia de cotas entre un ciclo y otro fue de 0 mm. La capa de relleno de prueba tuvo un espesor de material suelto de 0.40 m, compactado con un rodillo liso vibratorio de 10.5 ton a una velocidad de 4 km/h.

Para medir el porcentaje de compactación del relleno estructural se utilizó el ensayo con densímetro nuclear y el método de reemplazo con agua. De esta manera se cumplió con el proceso de monitoreo del material colocado cada cierto volumen. Los resultados de los ensayos ejecutados se muestran en la figura 35.

RESUMEN DE ENSAYOS DE LABORATORIO DE RELLENO ESTRUCTURAL																												
Prueba No	A la fecha	Límites de Atterberg			C.H	Granulometría (Porcentaje que pasa %)																				Cumple No cumple		
		LL %	LP %	IP (Tabla 13)		%	8"	6"	4"	3"	2"	1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No. 4	No. 8	No. 10	No. 16	No. 20	No. 30	No. 40	No. 50	No. 60		No. 100	No. 200
							100	85	70	55	37	22	10	5	2	1	0.75	0.6	0.425	0.3	0.25	0.15	0.106	0.075	0.05		0.025	0.0075
							100	100	100	100	100	85	70	55	37	22	10	5	2	1	0.75	0.6	0.425	0.3	0.25		0.15	0.106
RE-AG-01-C	1-Jun-18	32	16	16	7.32	-	-	-	75.3	64.7	61.2	56.7	51.5	46.0	-	29.3	-	21.5	-	17.6	-	14.2	-	13.1	-	9.3	Cumple	
RE-AG-02-C	1-Jun-18	31	16	15	10.2	-	-	-	100.0	100.0	76.5	62.3	54.8	44.4	-	35.8	-	28.1	-	24.6	-	1.8	-	19.9	-	14.1	Cumple	
RE-AG-03-C	1-Jun-18	26	13	13	3.5	-	-	-	100.0	87.5	84.3	72.5	55.7	40.9	-	29.0	-	20.6	-	16.3	-	12.5	-	11.3	-	7.4	Cumple	
RE-AG-04-C	1-Jun-18	30	16	14	2.6	-	-	-	100.0	100.0	100.0	89.6	73.6	56.5	-	39.2	-	28.9	-	23.8	-	18.9	-	17.3	-	12.4	Cumple	
RE-AG-05-C	19-Jun-18	36	20	15.56	-	100.0	100.0	100.0	100.0	91.9	79.4	61.5	53.1	41.7	35.9	25.9	21.1	18.7	17.6	16.4	15.0	14.0	12.9	12.5	11.1	9.9	Cumple	
RE-AG-06-C	5-Jul-18	33	20	13.35	-	100.0	94.4	87.6	78.8	61.5	52.2	40.0	36.3	29.8	25.8	20.5	17.0	15.6	14.0	12.9	11.8	10.9	10.1	9.7	8.6	7.5	No cumple	

Figura 33. Resumen de ensayos de laboratorio de material para relleno estructural.

Fuente: Proyecto “Construcción de plataforma de lixiviación, fase 7-extensión” (2018).

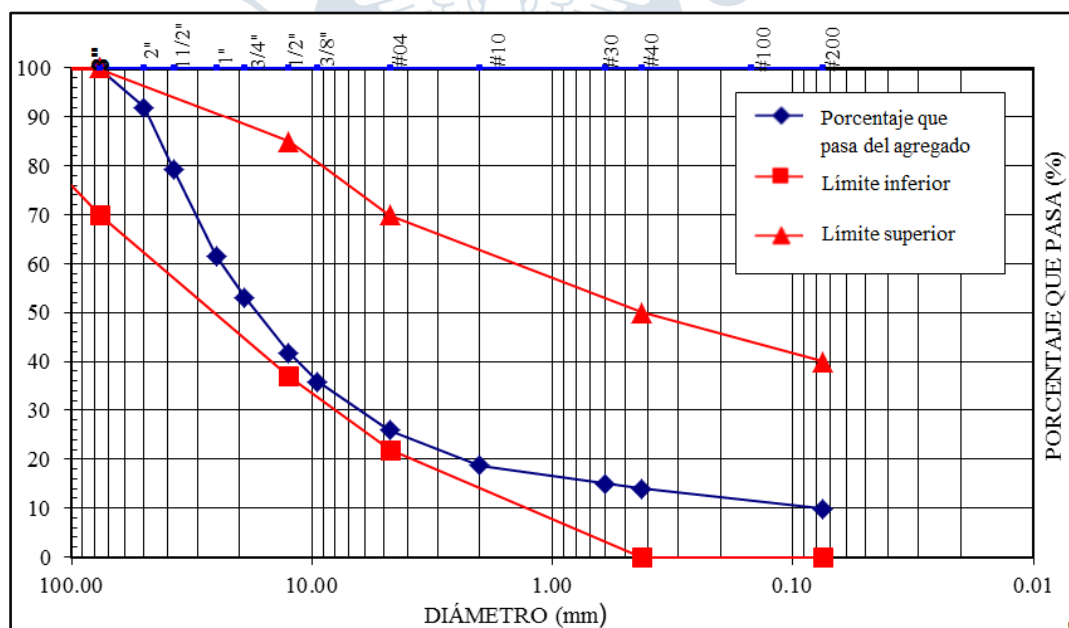


Figura 34. Curva granulométrica de material usado para relleno estructural: muestra No. RE-AG-05-C.

Fuente: Proyecto “Construcción de plataforma de lixiviación, fase 7-extensión” (2018).

RESUMEN DE ENSAYOS IN SITU DE RELLENO ESTRUCTURAL											
Prueba No	A la fecha	REEMPLAZO CON AGUA				DENSIMETRO NUCLEAR				Porcentaje mínimo de compactación especificado	Condición
		Curva	Máxima Densidad seca	Humedad	Porcentaje de compactación	Densidad húmeda	Densidad seca	Contenido de humedad	Porcentaje de compactación		
RA-RE-001-R	16-Jul-18	–	2.193	4.9	99.7	–	–	–	–	95.0	Pasa
RA-RE-002-R	17-Jul-18	–	2.193	4.9	99.8	–	–	–	–	95.0	Pasa
RA-RE-003-R	20-Jul-18	–	2.193	4.9	98.9	–	–	–	–	95.0	Pasa
RA-RE-004-R	24-Jul-18	–	2.193	4.9	99.2	–	–	–	–	95.0	Pasa
RA-RE-005-R	26-Jul-18	–	2.193	4.9	96.1	–	–	–	–	95.0	Pasa
RA-RE-006-R	28-Jul-18	–	2.193	4.9	97.4	–	–	–	–	95.0	Pasa
RA-RE-007-R	31-Jul-18	–	2.193	4.9	100	–	–	–	–	95.0	Pasa
RCC-001	28-Jul-18	RE-01-TF	2.193	4.9	–	2312	2139	8.1	97.5	95.0	Pasa
RCC-002	1-Ago-18	RE-01-TF	2.193	4.9	–	2288	2102	8.9	95.8	95.0	Pasa
RCC-003	1-Ago-18	RE-01-TF	2.193	4.9	–	2291	2140	7.1	97.6	95.0	Pasa
RCC-003	1-Ago-18	RE-01-TF	2.193	4.9	–	2249	2021	7.5	95.4	95.0	Pasa
RCC-004	2-Ago-18	RE-01-TF	2.193	4.9	–	2336	2104	11	95.9	95.0	Pasa
RCC-005	2-Ago-18	RE-01-TF	2.193	4.9	–	2274	2123	7.1	96.8	95.0	Pasa
RCC-005	2-Ago-18	RE-01-TF	2.193	4.9	–	2326	2185	6.4	99.7	95.0	Pasa
RCC-006	2-Ago-18	RE-01-TF	2.193	4.9	–	2343	2157	8.6	98.4	95.0	Pasa
RCC-007	3-Ago-18	RE-01-TF	2.193	4.9	–	2274	2137	6.4	97.4	95.0	Pasa

Figura 35. Resumen de ensayos in situ de relleno estructural.

Fuente: Proyecto “Construcción de plataforma de lixiviación, fase 7-extensión” (2018).

4.1.1.6. Material de sobrecubrimiento

El material de sobrecubrimiento fue sometido a los ensayos de límites de atterberg, contenido de humedad y granulometría. En la figura 36 se presenta el resumen de los ensayos realizados al material de sobrecubrimiento. Los ensayos realizados a las muestras del material no se ajustaron al huso granulométrico especificado en la tabla 22.

El área de ingeniería del proyecto aprobó el uso del material para las condiciones expuestas en la muestra ensayada No. SR-AG-02-C, donde las variantes estuvieron en el porcentaje que pasa la malla N° 200 (0.075 mm) con una diferencia de 0.9% respecto a huso especificado y un IP igual 2. Sin embargo, se emplearon ambos materiales, aun cuando sus husos granulométricos estaban por encima de los límites como se puede observar en la figura 37. Este cambio respondió a la indicación del cliente de colocar el material bajo su responsabilidad. La figura 37 muestra las curvas granulométricas de las dos pruebas ensayadas (No. SR-AG-02-C y No. SR-AG-05-C), indicadas en la figura 36.

RESUMEN DE ENSAYOS DE SOBREREVESTIMIENTO																											
Prueba No	A la fecha	Limites de Atterberg			C.H		Granulometría (Porcentaje que pasa %)															Cumple/ No cumple					
		LL %	LP %	IP no plástico (NP)			%	1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No. 4	No. 8	No. 10	No. 16	No. 20	No. 30	No. 40	No. 50	No. 60		No. 100	No. 200			
								100	65		45		30							10							0
								100	100		75		60						30								10
SR-AG-02-C	16-Ago-18	19	17	2	4.3	100.0	80.1	67.2	52.3	45.0	32.1	26.2	24.9	21.5	19.7	17.7	16.3	15.0	14.5	12.9	10.9	Cumple					
SR-AG-05-C	14-Set-18	22	19	3	5.4	73.6	56.2	47.0	37.3	33.0	24.6	20.6	19.7	17.1	15.6	13.8	12.6	11.4	10.8	9.5	8.2	Cumple					

Figura 36. Resumen de ensayos del material de sobrevestimiento.

Fuente: Proyecto “Construcción de plataforma de lixiviación, fase 7-extensión” (2018).

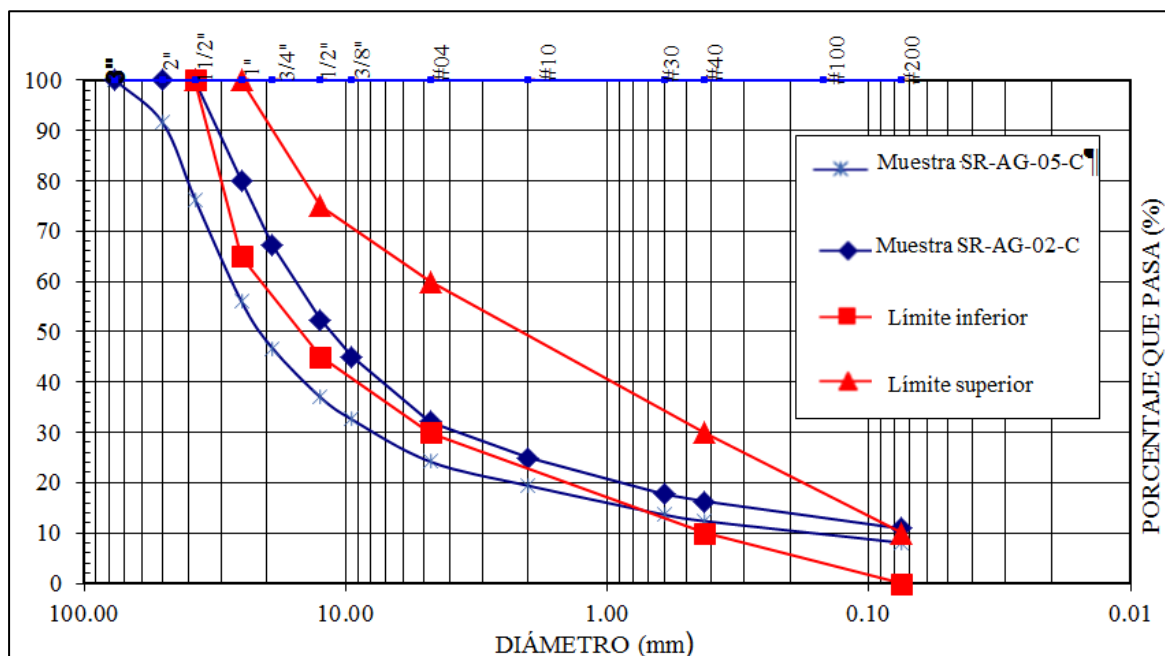


Figura 37. Curvas granulométricas del material de sobrevestimiento: muestras No. SR-AG-02-C y No. SR-AG-05-C.

Fuente: Proyecto “Construcción de plataforma de lixiviación, fase 7-Extensión” (2018).

Los ensayos de permeabilidad y carga puntual no se ejecutaron al material de sobrevestimiento, dado que el material usado para tal fin era de alta ley. Un material de alta ley corresponde a un material con alta concentración de mineral que además ha pasado por un proceso de lixiviación. Estos factores constituían un riesgo de contaminación para las personas que pudieran entrar en contacto directo y manipular este material. Por esta razón se determinó con el cliente que los ensayos de permeabilidad e índice de carga puntual no se ejecutaran a este material.

4.1.2. Resultados de ensayos de concreto

La estructura de concreto ejecutada en el proyecto tuvo una resistencia de 245 kg/cm^2 y consistió en un vaciado monolítico. El concreto fue elaborado con un cemento tipo V, un plastificante (EURO 1037), un retardante (EUCO WR-75) y un incorporador de aire (AIR MIX 200). Los ensayos de control del concreto tuvieron como objetivo verificar cuantitativamente si el material cumplía con las especificaciones.

Los ensayos de control del concreto fueron los siguientes: ensayos fisicoquímicos, ensayos en el agregado grueso, ensayos en el agregado fino, ensayos en el concreto fresco y ensayos en el concreto endurecido.

4.1.2.1. Ensayos fisicoquímicos

El agua empleada en la elaboración del concreto fue controlada mediante los ensayos fisicoquímicos que se muestran en la tabla 44. A partir de esta información se concluyó que el agua ensayada estuvo dentro de los parámetros para su utilización en obra.

Tabla 43. Ensayos fisicoquímicos para el agua de concreto

Parámetro	Unidad de medida	Método	Límite de detección	Resultados
Alcalinidad total	mg/l CaCO_3	APHA 2320 B	1	187
Cloruros	mg/l Cl	APHA 4500-Cl B	1	3
pH	pH	APHA 4500.H B- Versión 2012	No aplica	7.01
Sólidos totales en suspensión	ml/l	APHA 2540 D	1	6
Sulfatos	mg/l SO_4^{2-}	Bario sulfato	25	< 25
Materia orgánica	mg/l	APHA 2540 C	1	59

Fuente: Proyecto “Construcción de plataforma de lixiviación, fase 7-extensión” (2018).

4.1.2.2. Ensayo en el agregado grueso

a. Material que pasa la malla N°200

La Tabla 45 muestra el resultado del ensayo realizado al material que pasa la malla N°200 (0.075 mm). El porcentaje máximo permisible del material que pasa la malla N°200 especificado en la tabla 28 debía ser de 0.5%. Según se muestra en la tabla 45, el resultado del

ensayo presentó un valor menor al especificado, por lo tanto, ese material se consideró apto para ser empleado en la elaboración del concreto.

Tabla 44. Material que pasa la malla N° 200 en agregado grueso

Parámetro	Resultado	Condición
Peso seco de la muestra original (g) (A)	1417.4	-
Peso seco de la muestra después del lavado (g) (B)	1410.7	-
Porcentaje pasante de la malla N° 200 (C) $C = [(A-B) / A] \times 100$	0.47	Cumple 0.47 < 0.5

Fuente: Proyecto “Construcción de plataforma de lixiviación, fase 7-extensión” (2018).

b. Granulometría

El huso del material empleado como agregado grueso en el concreto fue el huso 67 de la norma de especificación normalizada para agregados concreto (ASTM C33, 2018) en lugar del huso especificado en la tabla 29. El huso 67 es lo suficientemente amplio con el fin de adaptarse a las condiciones en todo el país. El material ensayado cumplió con este huso.

En la tabla 46 se presenta el huso granulométrico especificado en la tabla 29 y se muestra también el huso 67. Los resultados del ensayo se graficaron en la curva granulométrica mostrada en la figura 38.

Tabla 45. Huso granulométrico para el agregado grueso de concreto

Tamiz	Huso granulométrico especificado (tabla 29)	Huso 67
1.5 pulgadas (38 mm)	100	
1 pulgada (25 mm)	90 - 100	100
3/4 pulgadas (19 mm)	55 - 85	90 - 100
3/8 pulgadas (9.53 mm)	8 - 20	20 - 55
N°4 (4.75 mm)	0 - 5	0 - 10
N°8 (2.36 mm)	0 - 5	0 - 5
N°200 (0.075 mm)	0 - 2	0

Fuente: Proyecto “Construcción de plataforma de lixiviación, fase 7-extensión” y ASTM C33.

d. Abrasión de los Ángeles

La especificación indicaba que el ensayo ejecutado usando la graduación estándar tipo “A” no debía tener una pérdida, en peso, mayor al 10% para 100 revoluciones o 40% para 500 revoluciones. La muestra ensayada cuyos resultados se presentan en la tabla 48 obtuvo un porcentaje de desgaste de 24.4% con un número de 500 revoluciones.

A partir de la información presente en la tabla 48 se pudo determinar el cumplimiento del material ensayado. El material tuvo un porcentaje de desgaste que no superó el 40% para 500 revoluciones por lo que se consideró apto como agregado grueso para el concreto.

Tabla 47. Resistencia al desgaste del agregado grueso por abrasión

Características físicas	Valores
N° Revoluciones	500
Gradación de las muestras	1 ½” - N°8
Masa de carga de las esferas (g)	5001.40
Graduación	“A”
Peso del material retenido en malla N°12 (g)	3786.6
Peso del material que pasa la malla N°12 (g)	1220.4
Porcentaje de desgaste (%)	24.4%

Fuente: Proyecto “Construcción de plataforma de lixiviación, fase 7-extensión” (2018).

e. Peso específico

Según la especificación, el peso específico (en estado de saturación con superficie seca) no debía ser menor a 2.58 g/cm³. En la tabla 49 se muestra el registro de los ensayos de peso específico y absorción del agregado grueso.

Tabla 48. Registro del peso específico y absorción del agregado grueso

Parámetro	Fórmula	Resultados de ensayos		Promedio	Condición
		1	2		
Peso agregado seco (g)	A	1135.40	1051.60	-	-
Peso agregado húmedo 24hrs. y superficie seca (g)	B	1149.40	1066.50	-	-
Peso agregado sumergido más canastilla (g)	C	1421.40	1371.70	-	-
Peso de canastilla sumergida (g)	D	696.10	696.10	-	-
Gravedad específica Bulk (PEM)	A/(B+D-C)	2.677	2.690	2.68	-
Gravedad específica Bulk Saturado Superficie Seca (SSS)	B/(B+D-C)	2.710	2.728	2.72	Cumple 2.72 > 2.58

Parámetro	Fórmula	Resultados de ensayos		Promedio	Condición
		1	2		
Gravedad específica aparente (PEA)	$A/(A+D-C)$	2.769	2.797	2.78	-
Absorción (%)	$(B-A)/A \times 100$	1.23	1.42	1.33	-

Fuente: Proyecto “Construcción de plataforma de lixiviación, fase 7-extensión”.

4.1.2.3. Ensayos en el agregado fino

a. Material que pasa la malla N°200

En la Tabla 50 se presenta el resultado del ensayo realizado al material que pasa la malla N°200 (0.075 mm). El resultado del ensayo presentó un valor mayor al especificado. El material fue aceptado considerando un límite de 5% máximo según la norma ASTM C33 (2018).

Tabla 49. Material que pasa la malla N°200

Parámetro	Resultado	Condición
Peso seco de la muestra original (g) (B)	1,375.7	-
Peso seco de la muestra después del lavado (g) (C)	1,325.4	-
Porcentaje pasante de la malla N° 200 (A) – $A = [(B-C) / B] \times 100$	3.66	No Cumple $3.66 > 3$

Fuente: Proyecto “Construcción de plataforma de lixiviación, fase 7-extensión”.

b. Granulometría (ASTM C136)

La granulometría del agregado fino cumple con la gradación de especificación normalizada para agregados concreto (ASTM C33, 2018), cuyo huso se muestra en la tabla 51. El proveedor de concreto empleó un huso granulométrico diferente al especificado en la tabla 27. Los resultados de este ensayo se graficaron en la figura 39.

Tabla 50. Requisitos de calificación del agregado fino

Tamiz	Hhuso granulométrico
3/8 pulgadas (9.5 mm)	100
N°4 (4.75 mm)	95 - 100
N°8 (2.36 mm)	80 - 100
N°16 (1.18 mm)	50 - 85
N°30 (0.6 mm)	25 - 60
N°50 (0.3 mm)	5 - 30
N°100 (0.15 mm)	0 - 10
N°200 (0.075 mm)	0 - 3

Fuente: ASTM C33.

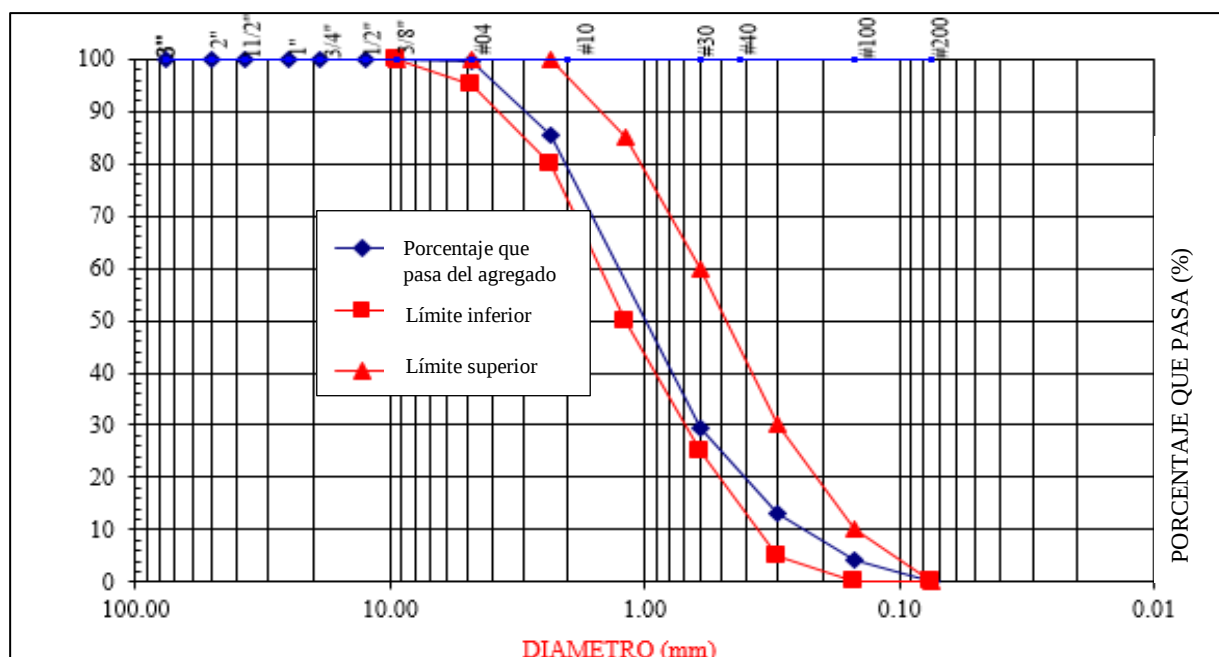


Figura 39. Curva granulométrica del agregado fino para concreto.

Fuente: Proyecto “Construcción de plataforma de lixiviación, fase 7-extensión” (2018).

c. Ensayos normalizados para la determinación de pH, contenido de sales solubles, cloruros solubles y sulfatos solubles en agregados

La tabla 52 muestra un resumen de los ensayos normalizados ejecutados al agregado fino del concreto. La empresa que elaboró el diseño de mezcla del concreto estableció los patrones de referencia basados en la norma de concreto armado E060 (RNE-E.060, 2010).

Tabla 51. Ensayos normalizados en agregado fino

Parámetro	Norma NTP	Valor de referencia (%)	Resultados de ensayos		Condición
			VALOR	UNIDADES	
Sulfatos como ion SO_4	400.42	< 0.10 (*)	0.0022	%	Cumple
Sales solubles totales	339.152	Exento de sales solubles	0.000576	%	Cumple
Carbonatos (CaCO_3)	400.024	No aplica	1.200	%	-
PH	339.176	> 4 (*)	7.62		Cumple

(*) Valores de referencia de la norma de concreto armado (RNE-E.060, 2010)

Fuente: Proyecto “Construcción de plataforma de lixiviación, fase 7-extensión”.

La especificación técnica de concreto indicaba que el agregado fino debía estar exento de sales solubles, sin embargo, el valor obtenido se consideró tan bajo que no podría afectar la estructura.

d. Peso específico

Según la especificación, el peso específico (en estado de saturación con superficie seca) no debía ser menor a 2.58 g/cm^3 . En la tabla 53 se muestra el registro de los ensayos de peso específico y absorción del agregado fino.

Según los valores mostrados en la tabla 53, el resultado del ensayo de peso específico en estado saturado fue mayor que el peso específico indicado en las especificaciones. Por esta razón se determinó que la muestra de material ensayada fue apta para usarse como agregado fino para concreto.

Tabla 52. Registro del peso específico y absorción del agregado fino

Parámetro	Fórmula	Ensayo		Promedio	Condición
		1	2		
Peso agregado saturado superficie seca (g)	A	500.00	500.00	-	-
Peso del picnómetro lleno de agua (g)	B	690.10	694.20	-	-
Peso del picnómetro más muestra Saturado Superficie Seca (SSS) más agua hasta el enrase (g)	C	997.60	1002.00	-	-
Peso de la muestra desecada al ambiente (g)	D	487.90	488.20	-	-
Gravedad específica Bulk seco o de masa (PEM) (g/cm^3)	$D/(A+B-C)$	2.535	2.540	2.54	-
Gravedad específica Bulk Saturado Superficie Seca (SSS) (g/cm^3)	$A/(A+B-C)$	2.597	2.601	2.60	Cumple $2.60 > 2.58$
Gravedad específica aparente (PEA) (g/cm^3)	$D/(B+D-C)$	2.705	2.706	2.71	-
Absorción (%)	$(A-D)/D \times 100$	2.480	2.417	2.45	-

Fuente: Proyecto “Construcción de plataforma de lixiviación, fase 7-extensión” (2018).

4.1.2.4. Ensayos en concreto fresco

Los resultados de los ensayos en concreto fresco se presentan en la tabla 54. Estos ensayos se ejecutaron durante el vaciado de la estructura de concreto y estuvieron sujetos a las especificaciones del cliente y al diseño de mezcla elaborado previamente.

Tabla 53. Resultados de ensayos en concreto fresco

Parámetro			Valor referencial	Resultados obtenidos en el concreto para la caja de monitoreo de subdrenaje	Condición
Parámetro	Norma	Unidad			
Temperatura de mezcla de concreto	ACI 305.1	°C	5°C - 35°C	16	Cumple
Asentamiento de concreto	RNE-E.060/ASTM C143	Pulgadas	5"-7"	5	Cumple
Contenido de aire	ASTM C94	%	5	5	Cumple
Elaboración de probetas cilíndricas de concreto	ASTM C94/ASTM C31	Probetas	Mínimo: 2	6	Cumple

Fuente: Proyecto “Construcción de plataforma de lixiviación, fase 7-extensión” (2018).

a. Temperatura de mezcla de concreto

La temperatura del concreto depende del aporte calorífico de cada uno de sus componentes, además del calor liberado por la hidratación del cemento, la energía de mezclado y el medio ambiente. El clima en la obra era un clima frío, por lo tanto, los rangos de temperatura para el concreto fresco debían estar entre 5°C y 35°C según lo indicado en las especificaciones para concreto en climas cálidos (ACI 305.1, 2006).

b. Prueba de asentamiento

Los valores referenciales fueron tomados del diseño de mezcla que siguió una dosificación del concreto según la norma de concreto armado E060 (RNE-E.060, 2010).

c. Contenido de aire

Al tratarse de una condición moderada de exposición del concreto a ciclos de congelación y deshielo con exposición ocasional a la humedad y con un tamaño máximo nominal del agregado de $\frac{3}{4}$ ", se trabajó con un contenido de aire del 5%. Estos datos estaban referidos a la norma de especificación normalizada de concreto premezclado (ASTM C94, 2009).

La medición del contenido de aire se muestra en la Figura 40. Este ensayo se ejecutó usando un medidor tipo B. El principio de este medidor consistió en igualar un volumen conocido de aire a una presión conocida, en una cámara de aire sellada. Con el volumen

desconocido de aire en la muestra de concreto; el indicador del medidor de presión se calibraba en términos del porcentaje de aire para la presión observada en la que tuvo lugar la igualación.



Figura 40. Medición del contenido de aire.

Fuente: Proyecto “Construcción de plataforma de lixiviación, fase 7- extensión” (2018).

d. Elaboración de probetas cilíndricas de concreto

Los especímenes elaborados fueron probetas cilíndricas de 15 cm de diámetro por 30 cm de altura. Durante el vaciado de la caja de monitoreo de subdrenaje se elaboraron un total de seis probetas, dos de ellas se ensayaron a los 7 días, otras dos a los 28 días y se elaboraron dos muestras más como “*retest*”. Se elaboraron un total de seis cilindros, como se muestra en la figura 41.



Figura 41. Probetas de concreto de la caja de monitoreo de subdrenaje.

Fuente: Proyecto “Construcción de plataforma de lixiviación, fase 7- extensión” (2018).

4.1.2.5. Ensayos en concreto endurecido

a. Resistencia a la compresión

Los resultados de resistencia a la compresión se presentan en la tabla 55. Estos ensayos fueron ejecutados en un laboratorio externo, el mismo laboratorio que realizó el proceso de curado. Los ensayos se ejecutaron a cuatro cilindros cuya resistencia a la compresión a los 7 y 28 días alcanzaron un porcentaje mayor al esperado, lo que significó que la estructura de concreto cumplió con la resistencia de diseño.

La figura 42 muestra los tipos de fracturas típicas en especímenes cilíndricos de concreto.

En la figura 43 se presenta una curva de comportamiento de resistencia de testigos de concreto. La curva indica el comportamiento ideal que debían tener los especímenes cada determinada edad y sobre ella se encuentran los resultados reales obtenidos para el proyecto.

Tabla 54. Resistencia a la compresión en especímenes cilíndricos de concreto

Código de probeta	Fecha de vaciado	Resistencia de diseño (kg/cm ²)	Edad (días)	Fecha de ensayo de rotura	Resistencia alcanzada (f' c) (kg/cm ²)	Porcentaje alcanzado	Tipo de fractura
CD-01	25.07.18	245	7	01.08.18	211.33	86.26	d
CD-02	25.07.18	245	7	01.08.18	213.75	87.24	e
CD-03	25.07.18	245	28	22.08.18	320.24	130.71	a
CD-04	25.07.18	245	28	22.08.18	322.63	131.69	b

Fuente: Proyecto “Construcción de plataforma de lixiviación, fase 7-extensión (2018)

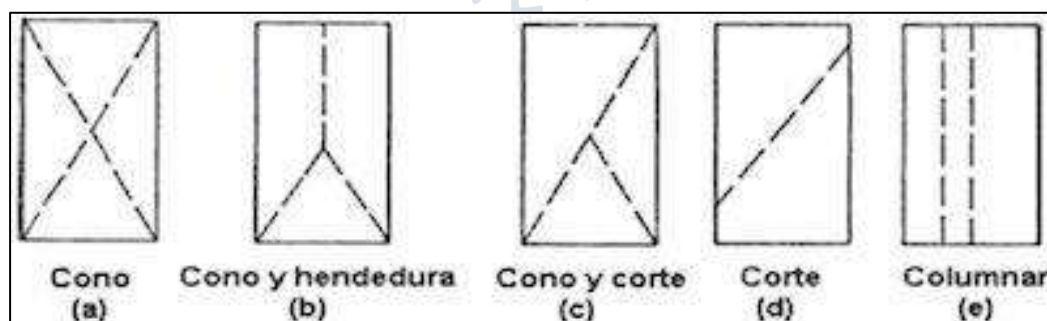


Figura 42. Tipos de fractura típicos.

Fuente: ASTM C39

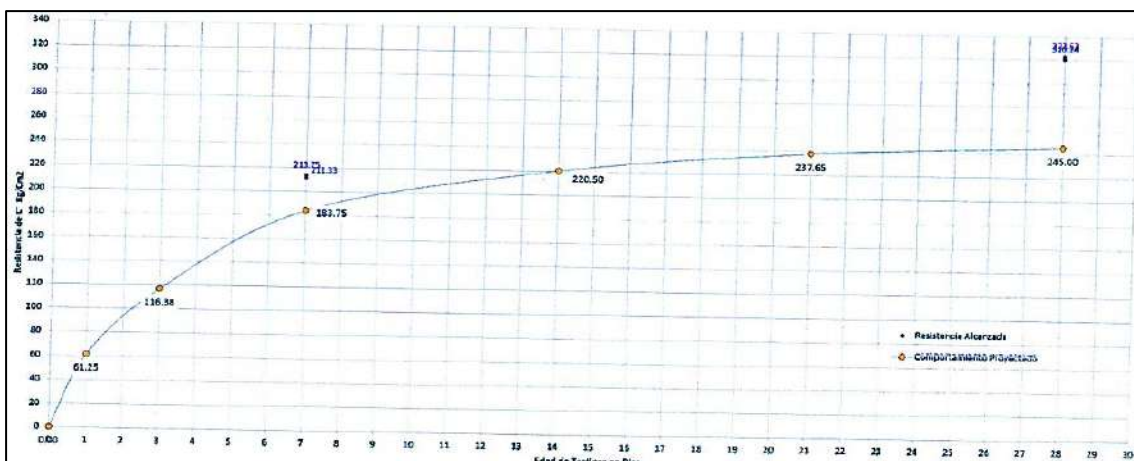


Figura 43. Comportamiento de resistencia de testigos de concreto en días.

Fuente: Proyecto “Construcción de plataforma de lixiviación, fase 7-Extensión” (2018).

4.1.3. Resultados de ensayos de tuberías

Los ensayos de tuberías se ejecutaron en campo y en laboratorio. Las pruebas de doblez fueron realizadas en campo y los ensayos de tracción se ejecutaron en un laboratorio externo. Los resultados de estos ensayos se presentan en la figura 44.

RESUMEN DE ENSAYOS DE TUBERÍAS										
Probeta	Clase de tubería	Prueba de doblez						Ensayo de tracción		Cumple No cumple
		Probeta A (doble externo)			Probeta B (doble interno)			Probeta C		
		Uniformidad de la junta	Vacíos, poros y rajaduras	Áreas de no adherencia	Uniformidad de la junta	Vacíos, poros y rajaduras	Áreas de no adherencia	Fractura dúctil	Fractura Frágil	
Probeta N°1	HDPE 18" SDR 21	SI	NO	NO	NO	NO	NO	X	–	Cumple
Probeta N°2	HDPE 18" SDR 17	SI	NO	NO	NO	NO	NO	X	–	Cumple
Probeta N°3	HDPE 18" SDR 21	SI	NO	NO	NO	SI	SI	–	–	Probeta falló
Probeta N°4	HDPE 18" SDR 21	SI	NO	NO	NO	NO	NO	X	–	Cumple
Probeta N°5	HDPE 12" SDR 21	SI	NO	NO	NO	NO	NO	X	–	Cumple
Probeta N°6	HDPE 20" SDR 21	SI	NO	NO	NO	NO	NO	X	–	Cumple
Probeta N°7	HDPE 18" SDR 21	SI	NO	NO	NO	NO	NO	X	–	Cumple
Probeta N°8	HDPE 18" SDR 17	SI	NO	NO	NO	NO	NO	X	–	Cumple
Probeta N°9	HDPE 20" SDR 21	SI	NO	NO	NO	NO	NO	X	–	Cumple
Probeta N°10	HDPE 20" SDR 21	SI	NO	NO	NO	NO	NO	X	–	Cumple
Probeta N°11	HDPE 20" SDR 21	SI	NO	NO	NO	NO	NO	X	–	Cumple
Probeta N°12	HDPE 20" SDR 21	SI	NO	NO	NO	NO	NO	X	–	Cumple
Probeta N°13	HDPE 18" SDR 17	SI	NO	NO	NO	NO	NO	X	–	Cumple
Probeta N°14	HDPE 18" SDR 21	SI	NO	NO	NO	NO	NO	X	–	Cumple
Probeta N°15	HDPE 18" SDR 17	SI	NO	NO	NO	NO	NO	X	–	Cumple

Figura 44. Resumen de ensayos de tuberías HDPE.

Fuente: Proyecto “Construcción de plataforma de lixiviación, fase 7-extensión” (2018).

Para los ensayos de tuberías se extrajeron tres probetas de muestra (A, B, C) de la soldadura de las tuberías, las probetas A y B se usaron para las pruebas de doblez y la probeta C se empleó para el ensayo de tracción. Para que las probetas fuesen aceptadas durante la prueba de doblez, éstas no debían presentar poros, rajaduras, vacíos, ni falta de fusión, tanto en su lado externo como en su lado interno. La probeta N°3 falló durante la prueba de doblez por presencia de vacíos, no uniformidad de la junta y falta de adherencia en su lado interno. Cada vez que una probeta era rechazada durante la prueba de doblez no era necesario ejecutar el ensayo de tracción.

En la figura 45 se presenta la curva de fuerza-alargamiento para el ensayo de tracción de la probeta N°10. Se determinó la conformidad del ensayo dado que la fractura de la probeta fue dúctil.



Figura 45. Curva de fuerza-alargamiento de la probeta N°10.

Fuente: Proyecto “Construcción de plataforma de lixiviación, fase 7- extensión” (2018).

En la figura 46 se presenta la extracción de probetas de muestra (A, B, C) de la soldadura en la dirección longitudinal del tubo. Con ellas se determinaba la resistencia mecánica de la unión soldada.



Figura 46. Extracción de probetas de muestra en la soldadura de tubería.

Fuente: Proyecto “Construcción de plataforma de lixiviación, fase 7- extensión” (2018).

4.1.4. Resultados de ensayos de geosintéticos

Los controles de calidad al material de geosintéticos consistieron en inspecciones visuales de la forma como se ha explicado en la tabla 32. Específicamente el material de geomembrana fue sometido a pruebas para evaluación de las costuras (soldaduras) de sus paneles. Estas pruebas se realizaron según el tipo de soldadura. Para pruebas no destructivas se emplearon las pruebas de caja de vacío y la prueba de chispa en la soldadura por extrusión y se empleó la prueba de aire en la soldadura por fusión. Como pruebas destructivas se emplearon el ensayo de corte y pelado en ambos tipos de soldadura. En la tabla 55 se presentan las pruebas de evaluación de costuras de geomembrana según el tipo de soldadura.

Tabla 55. Pruebas de costura de geomembrana según tipo de soldadura

	Soldadura por extrusión		Soldadura por fusión	
Pruebas no destructivas	Caja de vacío (<i>vacuum test</i>)	Prueba de chispa (<i>spark test</i>)	Prueba de aire (<i>air test</i>)	
Pruebas destructivas	Ensayo de pelado (<i>peel</i>)	Ensayo de corte (<i>shear</i>)	Ensayo de pelado (<i>peel</i>)	Ensayo de corte (<i>shear</i>)

Fuente: Elaboración propia

4.1.4.1. Pruebas no destructivas

En la figura 47 se muestra un resumen de las pruebas no destructivas más representativas en soldaduras por extrusión. Se consideró que la prueba de caja de vacío (*vacuum test*) fue conforme o pasó la prueba porque no se visualizaron burbujas resultantes del flujo de aire, lo que significó que la costura (soldadura) de los paneles de geomembrana no tuvieron ningún defecto. Para el caso de la prueba de chispa (*spark test*) se consideró conforme porque no apareció ninguna chispa durante la realización de la prueba, lo que significó que la soldadura estuvo libre de fugas.

PRUEBAS NO DESTRUCTIVAS EN SOLDADURAS POR EXTRUSIÓN									
Parche o cordón N°	Fecha de soldado	Hora de soldadura	Temperatura (°C)	Ubicación del parche o reparación	Longitud de soldadura	VACCUM TEST		SPARK TEST	
						Test (Pasa/Falla)	Reparación (Pasa/Falla)	Test (Pasa/Falla)	Reparación (Pasa/Falla)
1	23-Ago-18	12:45	300.00	2_1	4.20	Pasa	—	—	—
2	24-Ago-18	04:30	300.00	2	1.40	Pasa	—	—	—
3	25-Ago-18	11:50	300.00	1_6	4.40	—	—	Pasa	—
4	23-Ago-18	10:40	300.00	2_1	4.00	—	—	Pasa	—
5	23-Ago-18	11:00	300.00	3_2	5.40	—	—	Pasa	—
6	24-Ago-18	16:00	300.00	4_3	3.60	—	—	Pasa	—
7	25-Ago-18	16:10	300.00	5_4	7.00	—	—	Pasa	—
8	28-Ago-18	17:20	285.00	7_5	3.60	—	—	Pasa	—
9	30-Ago-18	11:50	285.00	8_7	5.20	—	—	Pasa	—
10	30-Ago-18	16:25	285.00	9_8	3.20	—	—	Pasa	—
11	1-Set-18	10:40	285.00	4_3	4.00	—	—	Pasa	—
12	3-Set-18	10:55	300.00	13_12	2.40	—	—	Pasa	—
13	1-Set-18	11:25	285.00	10_9	4.00	—	—	Pasa	—
14	1-Set-18	16:40	285.00	15_14	4.00	—	—	Pasa	—
15	1-Set-18	15:38	285.00	16_15_14	4.20	—	—	Pasa	—
16	2-Set-18	12:20	300.00	16_14	2.80	—	—	Pasa	—
17	25-Ago-18	10:00	300.00	5_4	2.20	—	—	Pasa	—
18	31-Ago-18	15:05	285.00	7_5_4	4.90	Pasa	—	—	—
19	31-Ago-18	16:00	300.00	8_7	4.00	Pasa	—	—	—
20	31-Ago-18	15:30	300.00	13_12	5.00	Pasa	—	—	—
36	31-Ago-18	16:15	285.00	14_13	3.60	—	—	Falla	Pasa
44	9-Set-18	14:50	290.00	21_20	6.20	—	—	Falla	Pasa
78	16-Set-18	10:56	300.00	10_13	2.80	Pasa	—	Pasa	—
79	16-Set-18	10:42	300.00	10_9_12	2.00	Pasa	—	Pasa	—
86	15-Set-18	10:30	290.00	1_6	4.60	Falla	Pasa	Pasa	—

Figura 47. Pruebas no destructivas en soldadura por extrusión.

Fuente: Proyecto “Construcción de plataforma de lixiviación, fase 7-extensión” (2018).

En la figura 48 se muestra el proceso de ensayo de la prueba de caja de vacío. Durante este proceso se podía observar a través del puerto de visualización de la cámara de vacío que en la zona de la costura que se estaba probando no se formaban burbujas.



Figura 48. Prueba de caja de vacío.

Fuente: Proyecto “Construcción de plataforma de lixiviación, fase 7-extension” (2018).

En la figura 49 se muestra un resumen de las pruebas no destructivas en soldaduras por fusión. Se han tomado las diez primeras pruebas ya que en su totalidad las pruebas resultaron conformes. Se consideró que la prueba de aire (*air test*) fue conforme o pasó la prueba porque la diferencia entre presión inicial y presión final fue menor a 15 kPa (2 psi). La presión final se debía tomar cinco minutos después de la presión inicial.

PRUEBAS NO DESTRUCTIVAS EN SOLDADURAS POR FUSIÓN								
Parche o cordón N°	Fecha de soldado	Unión de paneles	Longitud de soldadura	AIR TEST				Pasa o Falla
				Tiempo (Hr.)		Presión (PSI)		
				Inicio	Término	Inicio	Final	
1	22-Ago-18	2_1	6.00	08:10	08:15	35.00	35.00	Pasa
2	22-Ago-18	3_2	5.00	08:18	08:23	35.00	35.00	Pasa
3	22-Ago-18	2_1	54.00	09:37	09:42	35.00	34.00	Pasa
4	22-Ago-18	3_2	67.00	09:46	09:51	35.00	34.00	Pasa
5	24-Ago-18	4_3	59.00	11:06	11:11	35.00	34.00	Pasa
6	24-Ago-18	4_3	3.00	11:20	11:25	35.00	35.00	Pasa
7	24-Ago-18	5_4	6.00	09:07	09:12	35.00	35.00	Pasa
8	24-Ago-18	5_4	29.00	09:20	09:25	35.00	34.00	Pasa
9	25-Ago-18	1_6	49.00	09:38	09:43	35.00	34.00	Pasa
10	25-Ago-18	1_6	5.00	10:25	10:30	35.00	35.00	Pasa

Figura 49. Pruebas no destructivas en soldadura por fusión.

Fuente: Proyecto “Construcción de plataforma de lixiviación, fase 7-extension” (2018)

4.1.4.2. Pruebas destructivas

En la figura 50 se muestra un resumen de las pruebas destructivas en soldaduras por extrusión. Se ha tomado las diez primeras pruebas ya que en su totalidad las pruebas resultaron conformes. Las pruebas resultaban conformes cada vez que superaban el valor mínimo de resistencia a la rotura, tal como se indica en la figura 50.

PRUEBAS DESTRUCTIVAS EN SOLDADURAS POR EXTRUSIÓN						
Parche o cordón N°	Fecha de soldado	PEEL		SHEAR		
		Máxima tracción (≥ 43kg/pulg)	Pasa o Falla	Máxima tracción (≥ 54kg/pulg)	Porcentaje de tensión	Pasa o Falla
1	23-Ago-18	51.00	Pasa	71.00	> 100	Pasa
		58.00	Pasa	75.00	> 100	Pasa
		56.00	Pasa	–	–	–
2	24-Ago-18	55.00	Pasa	66.00	> 100	Pasa
		52.00	Pasa	62.00	> 100	Pasa
		50.00	Pasa	–	–	–
3	24-Ago-18	57.00	Pasa	71.00	> 100	Pasa
		61.00	Pasa	74.00	> 100	Pasa
		68.00	Pasa	–	–	–
4	25-Ago-18	55.00	Pasa	73.00	> 100	Pasa
		53.00	Pasa	70.00	> 100	Pasa
		57.00	Pasa	–	–	–
5	25-Ago-18	53.00	Pasa	69.00	> 100	Pasa
		50.00	Pasa	72.00	> 100	Pasa
		57.00	Pasa	–	–	–
6	28-Ago-18	59.00	Pasa	75.00	> 100	Pasa
		61.00	Pasa	72.00	> 100	Pasa
		63.00	Pasa	–	–	–
7	28-Ago-18	57.00	Pasa	66.00	> 100	Pasa
		61.00	Pasa	67.00	> 100	Pasa
		57.00	Pasa	–	–	–
8	29-Ago-18	56.00	Pasa	70.00	> 100	Pasa
		60.00	Pasa	67.00	> 100	Pasa
		54.00	Pasa	–	–	–
9	29-Ago-18	57.00	Pasa	63.00	> 100	Pasa
		59.00	Pasa	68.00	> 100	Pasa
		53.00	Pasa	–	–	–
10	30-Ago-18	59.00	Pasa	68.00	> 100	Pasa
		52.00	Pasa	59.00	> 100	Pasa
		57.00	Pasa	–	–	–

Figura 50. Pruebas destructivas en soldadura por extrusión.

Fuente: Proyecto “Construcción de plataforma de lixiviación, fase 7-extensión” (2018).

En la figura 51 se muestra un resumen de las pruebas destructivas más representativas en soldaduras por fusión. Las pruebas resultaban conformes cada vez que superaban el valor mínimo de resistencia a la rotura, tal como se indica en la figura 51.

PRUEBAS DESTRUCTIVAS EN SOLDADURAS POR FUSIÓN						
Parche o cordón N°	Fecha de soldado	PEEL		SHEAR		
		Máxima tracción (≥ 45kg/pulg)	Pasa o Falla	Máxima tracción (≥ 54kg/pulg)	Porcentaje de tensión	Pasa o Falla
1	22-Ago-18	64.00	Pasa	70.00	> 100	Pasa
		66.00	Pasa	69.00	> 100	Pasa
		67.00	Pasa	–	–	–
2	22-Ago-18	55.00	Pasa	68.00	> 100	Pasa
		75.00	Pasa	71.00	> 100	Pasa
		60.00	Pasa	–	–	–
3	23-Ago-18	57.00	Pasa	81.00	> 100	Pasa
		63.00	Pasa	83.00	> 100	Pasa
		67.00	Pasa	–	–	–
4	24-Ago-18	60.00	Pasa	69.00	> 100	Pasa
		63.00	Pasa	71.00	> 100	Pasa
		57.00	Pasa	–	–	–
5	25-Ago-18	62.00	Pasa	70.00	> 100	Pasa
		65.00	Pasa	69.00	> 100	Pasa
		63.00	Pasa	–	–	–
6	25-Ago-18	57.00	Pasa	67.00	> 100	Pasa
		67.00	Pasa	73.00	> 100	Pasa
		59.00	Pasa	–	–	–
7	26-Ago-18	61.00	Pasa	77.00	> 100	Pasa
		70.00	Pasa	76.00	> 100	Pasa
		61.00	Pasa	–	–	–
8	28-Ago-18	59.00	Pasa	68.00	> 100	Pasa
		61.00	Pasa	65.00	> 100	Pasa
		57.00	Pasa	–	–	–
9	28-Ago-18	63.00	Pasa	68.00	> 100	Pasa
		59.00	Pasa	67.00	> 100	Pasa
		69.00	Pasa	–	–	–
29	6-Oct-18	FALLA				
30	6-Oct-18	60.00	Pasa	77.00	> 100	Pasa
		57.00	Pasa	71.00	> 100	Pasa
		55.00	Pasa	–	–	–

Figura 51. Pruebas destructivas en soldadura por fusión.

Fuente: Proyecto “Construcción de plataforma de lixiviación, fase 7-extensión” (2018).

4.1.5. Certificados de calidad de los materiales

En adelante se presentarán los certificados de calidad de los materiales fabricados verificando su conformidad con las especificaciones técnicas del proyecto. A continuación, se presentarán los certificados de calidad de los geosintéticos y tuberías utilizados en el proyecto.

4.1.5.1. Certificados de calidad de geosintéticos

a. Certificado de calidad de geotextil

En la figura 52 se presenta un certificado de calidad de geotextil.

Geosistemas PAVCO CERTIFICADO DE CALIDAD			
PRODUCTO :	GEOTEXTIL NO TEJIDO	TDM GT200P	
LOTE :	1217B 1682-1687 TDM GT200 P		2017
TIPO DE MUESTREO :	ASTM D - 4354		
CONDICIONES AMBIENTALES :	Temperatura 22°C - Humedad Relativa 65%		
PROPIEDAD	NORMA	UNIDAD	VALOR
Método Grab			
Resistencia a la Tensión	ASTM D - 4632	N (lb)	840 (189)
Elongación a la Rotura		%	> 50
Resistencia Punzonamiento	ASTM D - 4833	N (lb)	485 (109)
Resistencia al Rasgado Trapezoidal	ASTM D - 4533	N (lb)	315 (71)
Método Mullen Burst			
Resistencia al Estallido	ASTM D - 3786	kPa (Psi)	2310 (335)
Resistencia al Deterioro de Geotextiles a la Exposición de Luz U.V. y Agua	ASTM D -4355 500 Horas	%	> 70
Tamaño Abertura Aparente	ASTM D - 4751	mm	0.15 (100)
Permeabilidad	ASTM D - 4491	cm/s	0.34
Permitividad	ASTM D - 4491	S - ¹	1.89
Tasa de Flujo	ASTM D - 4491	l/min/m ²	4830
Resistencia al Punzonamiento CBR	ASTM D - 6241	KN	2.1
Masa por Unidad de Area	ASTM D - 5261	g / m ²	210
OBSERVACIONES: Los valores reportados son los mínimos en cualquier sentido (Longitudinal / Transversal) Especificación Vigente : Abril 2013 Fecha Emisión : 30 de Diciembre de 2017			

Figura 52. Certificado de calidad de geotextil.

Fuente: Proyecto “Construcción de plataforma de lixiviación, fase 7-extensión” (2018).

En la figura 52 se observa resaltado de rojo los siguientes valores:

- Resistencia a la tensión = 840 N
- Elongación a la rotura > 50%
- Resistencia al rasgado trapezoidal = 315 N
- Estabilidad a los rayos ultravioletas > 70%
- Tamaño de abertura aparente = 0.15 mm

- Permeabilidad = 0.34 cm/s
- Permisividad = 1.89 S-1
- Tasa de flujo = 4,830 l/min/m²

Estos valores cumplen con las propiedades establecidas para geotextil exigidas en las especificaciones técnicas del proyecto. Las especificaciones se muestran en la tabla 14.

b. Certificado de calidad de GCL

En la figura 53 se muestra la forma como venían etiquetados los rollos de material fabricado. según indica la figura, ese material corresponde al lote 160413 y rollo LRPL16-12658. Con esta información se podía identificar los certificados de calidad correspondientes.



Figura 53. Material de GCL etiquetado según lote y rollo.

Fuente: Proyecto “Construcción de plataforma de lixiviación, fase 7-extensión” (2018).

En la figura 54 se presenta el certificado de calidad de GCL con número de rollo LRPL16-12658.

El certificado de calidad de la figura 54 corresponde al rollo de GCL LRPL16-12658. En dicha figura, aparecen indicados los rollos 12650 y 12670 porque pertenecen al mismo lote del material fabricado. Los valores resaltados de color rojo en la figura 54 se muestran a continuación:

- Masa de bentonita/ área = 4.109 kg/cm²
- Índice de expansión = 31 ml/2g

- Pérdida de fluido = 13.2 ml
- Resistencia a la tracción = 12.67 kN/m
- Resistencia al pelado = 2,366.1 N/m
- Flujo índice = 3.26×10^{-9} m³/m²/s
- Permeabilidad = 1.5×10^{-11} m/s

Estos valores cumplen con las propiedades establecidas para GCL exigidas en las especificaciones técnicas del proyecto. Las especificaciones se muestran en la tabla 15.


CETCO
CETCO - Poland, CETCO Sp. z o.o. S.K.A.
 Kierpiele 13A - 30-060, 11-100 Szczecin
 tel. +48 (0)16 730 7300
 fax. +48 (0)16 730 7301

Customer:
CETCO LTDA
AN PLO X 2460, Suite 907 PROVIDENCIA.
510041 SANTIAGO
 Chile

Product: **Bentomat DNW-35** **QUALITY CERTIFICATE - ROLL NUMBER LRPL16-12658**
 IN Number: **DN-0080414**

Roll Number	Date	Bentonite mass/unit area at 0%	Free Swell	Fluid Loss	Puncture resistance	Tensile strength (MD)	Elongation (MD)	Tensile strength (CMD)	Elongation (CMD)	Peel Strength (MD)	Peel Strength (CMD)
		ASTM D 5993	ASTM D 5890	ASTM D 5891	EN ISO 12236	ASTM D 6768	ASTM D 6768	ASTM D 6768	ASTM D 6768	ASTM D 6496	ASTM D 6496
		kg/m ²	ml/2g	ml	kN	kN/m	%	kN/m	%	N/m	N/m
LRPL16-12650	2016-04-13	4,109	31	13,2	2,93	12,67	66,2	15,09	74,4	2366,1	3232,2
LRPL16-12670	2016-04-14	4,073	30	13,0	2,93	12,32	63,3	15,96	78,8	3216,5	3455,3

Roll Number	Date	Flux	Permeability	Nonwoven mass/unit area	Geocomposite mass/unit area	Internal shear strength	Moisture content (bentonite used to production)
		ASTM D 5887	ASTM D 5887	EN ISO 9864	EN ISO 9864	ASTM D 6243	ASTM D 2216
		m ³ /m ² /s	m/s	g/m ²	g/m ²	kPa	%
LRPL16-12650	2016-04-13	3.26×10^{-9}	1.50×10^{-11}	211,6	263,5	42,8	16,59
LRPL16-12670	2016-04-14	3.26×10^{-9}	1.50×10^{-11}	215,6	259,8	42,8	17,08

The results above have been obtained from samples taken from the consignments as indicated or from the nearest appropriate batch or roll. They were tested in accordance with CETCO Poland Quality Assurance Procedures and unless otherwise indicated, conform to specified requirements.

APPROVED:  **Benjamin Dominiak**
 DATE: 2016-04-27

Figura 54. Certificado de calidad de GCL.

Fuente: Proyecto “Construcción de plataforma de lixiviación, fase 7-extensión” (2018).

c. Certificado de calidad de geocompuesto

En la figura 55 se muestra la forma como venían etiquetados los rollos de material fabricado. Según indica la figura, este material tenía un código de producto TN330-2-8 y rollo 0069431010053. Con esta información se podían identificar los certificados de calidad correspondientes.



Figura 55. Material de geocompuesto etiquetado según código y rollo de producto.

Fuente: Proyecto “Construcción de plataforma de lixiviación, fase 7-extensión” (2018).

En la figura 56 se presenta el certificado de calidad del geocompuesto. El certificado de calidad corresponde al código de producto TN330-28 y fue empleado para evaluar las propiedades de todos los rollos instalados en el proyecto.

En la figura 56 se observan, resaltados de rojo, los siguientes valores:

- Espesor = 300 MAV
- Densidad = 0.94 g/cm³
- Adherencia planar = 1 lb/pulg
- Transmisividad = 1×10^{-3} m²/sec

Estos valores cumplen con las propiedades establecidas para geocompuesto exigidas en las especificaciones técnicas. Las especificaciones se muestran en la tabla 16 y tabla 17.



April 11, 2016
Tecnologia De Materiales S.A.
Peru

Ref. : Barrick Gold, Peru
Customer P.O. # G-2016-12
Product : TN 330-2-8

We hereby certify that the TN 330-2-8 drainage geocomposite, meets or exceeds the project requirements as stated in the specifications. The properties listed in this section are:

Property	Test Method	Unit	Value	Qualifier
Geonet²				
Thickness	ASTM D 5199	mil	300	MAV ⁶
Carbon Black	ASTM D 4218	%	2.0	MAV
Tensile Strength	ASTM D 7179	lbs/in	75	MAV
Melt Flow	ASTM D 1238 ²	g/10 min	1.0	Maximum
Density	ASTM D 1505	g/cm ³	0.94	MAV
Transmissivity ^{1a}	ASTM D 4716	m ² /sec	4.0 x 10 ⁻³	MAV
Composite				
Ply Adhesion	ASTM D 7005	lb/in	1.0	MAV
Transmissivity ^{1b}	ASTM D 4716	m ² /sec	1.0 x 10 ⁻³	MAV
Geotextile^{3,4}				
Fabric Weight	ASTM D 5261	oz/yd ²	8.0	MARV ⁵
Grab Strength	ASTM D 4632	lbs	225	MARV
Grab Elongation	ASTM D 4632	%	50	MARV
Trap Tear Strength	ASTM D 4533	lbs	80	MARV
Puncture Resistance	ASTM D 4833	lbs	100	MARV
Mullen Burst	ASTM D 3786	psi	362	MARV
Water Flow Rate	ASTM D 4491	gpm/ft ²	100	MARV
Permittivity	ASTM D 4491	sec ⁻¹	1.26	MARV
AOS	ASTM D 4751	US Sieve	80	MaxARV
UV Resistance	ASTM D 4355	%/hrs	70/500	MARV

Notes:

- 1a. Transmissivity measured using water at 21 ± 2 °C (70 ± 4 °F) with a gradient of 0.1 and a confining pressure of 15,030 psf between steel plates after 15 minutes.
- 1b. Transmissivity measured using water at 21 ± 2 °C (70 ± 4 °F) with a gradient of 0.1 and a confining pressure of 15,030 psf between steel plates after 15 minutes.
2. Condition 190/2.16
3. Geotextile and Geonet properties are prior to lamination.
4. Geotextile data is provided by the supplier.
5. MARV is statistically defined as mean minus two standard deviations and it is the value which is exceeded by 97.5% of all the test data.
6. Minimum average value

Sincerely,
Rajesh Patel
Rajesh Patel
QA Manager



Figura 56. Certificado de calidad de geocompuesto.

Fuente: Proyecto “Construcción de plataforma de lixiviación, fase 7-extensión” (2018).

d. Certificado de calidad de geomembrana

En la figura 57 se presenta el certificado de calidad de geomembrana LLDPE.



TDM
Geosintéticos

Certificado de Calidad

Rollo N° 1120 - 01

Laboratorio de Ensayos de Geosintéticos.

Producto: Geo 1 LLDPE ST N/N 7,01 MT 2000 MIC

N° de Validación: G E-200070Nc12-1001-03

Longitud [m]: 155.000000

Ancho [m]: 7,010000

Fecha Fabricación: 11/10/2018

Cliente: TDM

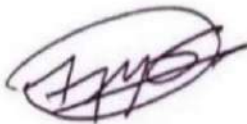
N°: D15102018N

Propiedades	Unidad	Norma	Frecuencia	Estándar	TDM
Espesor					
Promedio	[mm]	ASTM D5994	Por Rollo	> 1.900	1.915
Mínimo	[mm]	ASTM D5994	Por Rollo	> 1.800	1.825
Aspereza A	[mm]	ASTM D7466	Por Rollo	> 0.40	0.527
Densidad	[g/cc]	ASTM D792	18000 [KG]	<0.939	0.932
Propiedad Tensiles					
Tensión de Rotura	[KN/m]	ASTM D6693	9000 [KG]	> 21	46.400
Elongación de Rotura	[%]	ASTM D6693	9000 [KG]	> 250	636.108
Resistencia al Rasgado	[N]	ASTM D1004	18000 [KG]	> 200	237.670
Resistencia al Punzonado	[N]	ASTM D4833	18000 [KG]	> 400	565.733
Contenido de Carbón	[%]	ASTM D4218	9000 [KG]	2.0 a 3.0	2.759
Dispersión de Carbón	[Categoría]	ASTM D5596	18000 [KG]	1 a 2	1
Tiempo de Inducción Oxidativa (OIT)	[min]	ASTM D3895	90000 [KG]	> 100	151.000
Resistencia UV OIT Alta presión (1920 horas)	[%]	ASTM D7238, ASTM D5885	Por Formulacion	>35	>35
Envejecimiento en horno a 85 °C	[%]	ASTM D5721, ASTM D3895	Por Formulacion	>35	>35
Elongación Multiaxial en el Punto de Ruptura	[%]	ASTM D5617	Por Formulacion	>30	>30
Modulo de deformación al 2%	[N/mm]	ASTM D5323	Por Formulacion	<840	<840

Observaciones:

Certifico que el rollo de geomembrana cumple o excede las especificaciones de TDM Geosintéticos S.A.





Roberto Díaz Palacios
Jefe de Laboratorio y Control de Calidad



Calle D Mz. A Lt. 17 Las Praderas De Lurín - Lima
(01) 630-0330
rdiaz@tdmgeosinteticos.com.pe

Figura 57. Certificado de calidad de geomembrana LLDPE.

Fuente: Proyecto “Construcción de plataforma de lixiviación, fase 7-extensión” (2018).

Se observa en el certificado de calidad, los siguientes valores:

- Espesor de lámina = 1.915 mm
- Altura de aspereza = 0.527 mm
- Gravedad específica = 0.932 g/cc
- Tensión de rotura = 46.40 kN/m

- Elongación de rotura = 636.108 %
- Resistencia al rasgado = 237.670 N
- Resistencia al punzonamiento = 565.733 N
- Contenido de carbón = 2.759 %
- Dispersión de carbón = 1
- Resistencia UV > 35%
- Envejecimiento en horno a 85°C > 35%
- Elongación multiaxial en el punto de rotura > 30%
- Módulo de deformación al 2% < 840

Estos valores cumplen con las propiedades establecidas para geomembrana LLDPE exigidas en las especificaciones técnicas. Las especificaciones se muestran en la tabla 19.

En la figura 58 se presenta el certificado de calidad de geomembrana HDPE

Se observa en el certificado de calidad, los siguientes valores:

- Espesor de lámina = 2.007 mm
- Altura de aspereza = 0.563 mm
- Gravedad específica = 0.947 g/cc
- Tensión de fluencia = 41.877 kN/m
- Tensión de rotura = 42.879 kN/m
- Elongación de fluencia = 15.881 kN/m
- Elongación de rotura = 552.902 %
- Resistencia al rasgado = 314.440 N
- Resistencia al punzonamiento = 748.067 N
- Contenido de carbón = 2.475 %
- Dispersión de carbón = 1
- Resistencia UV > 50%
- Envejecimiento en horno a 85°C > 55%

Estos valores cumplen con las propiedades establecidas para geomembrana HDPE exigidas en las especificaciones técnicas. Las especificaciones se muestran en la tabla 20.



TDM
Geosintéticos

Certificado de Calidad

Rollo N° 0727 - 01

Laboratorio de Ensayos de Geosintéticos.

Producto: Geo 1 HDPE ST N/N 7.01 MT 2000 MIC

N° de Validación: G E-200059Na12-1001-03

Longitud [m]: 155.000000

Ancho [m]: 7.010000

Fecha Fabricación: 04/04/2018

Cliente: TDM

N°: D05042018N

Propiedades	Unidad	Norma	Frecuencia	Estándar	TDM
Espesor					
Promedio	[mm]	ASTM D5994	Por Rollo	> 2.000	2.007
Mínimo	[mm]	ASTM D5994	Por Rollo	> 1.900	1.930
Aspereza A	[mm]	ASTM D7466	Por Rollo	> 0.5	0.563
Densidad	[gr/cc]	ASTM D792	18000 [KG]	> 0.94	0.947
Propiedad Tensiles					
Tensión de Fluencia	[KN/m]	ASTM D6693	9000 [KG]	> 29	41.877
Tensión de Rotura	[KN/m]	ASTM D6693	9000 [KG]	> 21	42.879
Elongación de Fluencia	[KN/m]	ASTM D6693	9000 [KG]	> 12	15.881
Elongación de Rotura	[%]	ASTM D6693	9000 [KG]	> 100	552.902
Resistencia al Rasgado	[N]	ASTM D1004	18000 [KG]	> 249	314.440
Resistencia al Punzonado	[N]	ASTM D4833	18000 [KG]	> 534	748.067
Resistencia al Agrietamiento	[hr]	ASTM D5397	Por Formulacion	> 500	>500
Contenido de Carbón	[%]	ASTM D4218	9000 [KG]	2.0 a 3.0	2.475
Dispersión de Carbón	[Categoría]	ASTM D5596	18000 [KG]	1 a 2	1
Tiempo de Inducción Oxidativa (OIT)	[min]	ASTM D3895	90000 [KG]	> 100	152.000
Resistencia UV OIT Alta presión (1920 horas)	[%]	ASTM D7238, ASTM D5885	Por Formulacion	>50	>50
Envejecimiento de Horno a 85°C	[%]	ASTM D5721, ASTM D3895	Por Formulacion	>55	>55

Observaciones:

Certifico que el rollo de geomembrana cumple o excede las especificaciones de TDM Geosintéticos S.A.



GAI-LAP



Roberto Díaz Palacios
Jefe de Laboratorio y Control de Calidad



TDM
Geosintéticos

Calle D Mz. A Lt. 17 Las Praderas De Lurín - Lima
(01) 630-0330
rdiaz@tdmgeosinteticos.com.pe

Figura 58. Certificado de calidad de geomembrana HDPE.

Fuente: Proyecto “Construcción de plataforma de lixiviación, fase 7-extensión” (2018).

4.1.5.2. Certificados de calidad de tuberías

a. Certificado de tubería de HDPE pared doble estándar

En la figura 59 se presenta el certificado de calidad de una tubería perforada de HDPE de pared doble estándar de 100 mm.

 Laboratorio Polytex de Investigación y Ensayos de Materiales Plásticos		Certificado de Calidad N° 1025426		
Producto	Tubo Corrugado Negro			
Diámetro	4" [in]			
Longitud Rollo	5.8 [m]			
Formato	Doble Pared Con Perforaciones			
Resina	L5840 Lote MT117B2031			
Propiedades	Unidad	Norma	Estándar	Polylab
Diámetro Exterior	[mm]	ISO 3126:2005	118	118
Diámetro Interior	[mm]	ASTM D 2122	101	101
Longitud	[m]	AASHTO 252	5.8	5.8
Espesor de Pared Externa	[mm]	ASTM D 2122	0.7	≥ 0.7
Espesor de Pared Interna	[mm]	ASTM D 2122	0.5	≥ 0.5
Densidad	[gr/cc]	ASTM D 792	≥ 0.94	> 0.940
Índice de Fluidez	[g/10 min]	D 1238 (190°C)/2.16 [Kg]	< 1	< 1.0
Contenido de Carbón	[%]	ASTM D 4218	2,5 – 5,0	2,5 – 5,0
Rigidez	[psi]	ASTM D 2412	≥ 50	>50
Aplastamiento	[pasa/no pasa]	ASTM D 2412	[pasa/no pasa]	Pasa
Filas de Perforaciones	Numero	AASHTO 252	≥2	>2
Área Drenaje	[cm²/m]	AASHTO 252	≥ 20	>20
Observaciones: Certifico que Tubería Corrugada proporcionada cumple o excede las especificaciones de Polytex S.A.				
		 Mario Contreras C Jefe Laboratorio y CC		
Ruta del Cobre N°711 Antofagasta, La Negra Teléfono: (55-2) 883300 E-mail: info@polytex.cl , www.polytex.cl				

Figura 59. Certificado de calidad de tubería perforada de HDPE pared doble estándar de 100 mm.

Fuente: Proyecto “Construcción de plataforma de lixiviación, fase 7-extensión” (2018).

En la figura 59 se observan, resaltados de rojo, los siguientes valores:

- Rigidez de la tubería > 50 psi (344 kN/m²)
- Aplastamiento = pasa

Estos valores cumplen con las propiedades establecidas para tuberías de HDPE pared doble estándar exigidas en las especificaciones técnicas. Las especificaciones se muestran en la tabla 8, ya sea para una tubería de diámetro de 300 mm o para una tubería de 100 mm utilizadas en el proyecto.

En la figura 60 se presenta el certificado de calidad de una tubería no perforada de HDPE de pared doble estándar de 300 mm.

 Certificado de Calidad				
Laboratorio Polytex de Investigación y Ensayos de Materiales Plásticos		Lote: 1026207		
Producto Diámetro Tipo Cantidad	Tubo Corrugado Negro 300 [mm] 12" Doble Pared S/Perforación S/Campana 5,8 [m]			
Propiedades	Unidad	Método	Estándar	PolyLab
Diámetro Interior	[mm]	ASTM D 2122	308	307
Diámetro Exterior	[mm]	ISO 3126	367	367
Espesor de Pared Interna	[mm]	ASTM D 2122	≥ 0,9	1,2
Espesor de Pared Externa	[mm]	ASTM D 2122	≥ 1,6	1,6
Densidad	[g/cc]	ASTM D 792	> 0,94	0,96
Contenido de Carbón	[%]	ASTM D 4218	2,0-3,0	2,5
Rigidez	[psi]	ASTM D 2412	≥ 50	50
Aplastamiento 20%	[mm]	ASTM D 2412	[Pasa / No Pasa]	Pasa
Fractura por tensión ambiental	[h]	ASTM D 1693	≥ 12	> 12
Fragilidad	[kg]	ASTM D 2444	[Pasa / No Pasa]	Pasa
Observaciones: Certifico que la tubería proporcionada cumple o excede las especificaciones de las normas ASHTO M 294 y Nch 2465				
  Leudy Utría C. Jefe de Control de Calidad y Sistema Integrado 				
Panamericana Norte # 21000 Colina, Región Metropolitana, Chile Teléfono: (56-02) 677 1056, Fax (56-02) 677 1081 E-mail: info@polytex.cl, www.polytex.cl				

Figura 60. Certificado de calidad de tubería no perforada de HDPE pared doble estándar de 300 mm.

Fuente: Proyecto “Construcción de plataforma de lixiviación, fase 7-extensión” (2018).

En la figura 60 se observan, resaltados de rojo, los siguientes valores:

- Rigidez de la tubería = 50 psi (344 kN/m²)
- Aplastamiento = pasa

Estos valores cumplen con las propiedades establecidas para tuberías de HDPE pared doble estándar exigidas en las especificaciones técnicas. Las especificaciones se muestran en la tabla 8.

b. Certificado de tubería de HDPE pared doble de primera clase

En la figura 61 se presenta el certificado de calidad de una tubería perforada de HDPE de pared doble de primera clase de 450 mm.

 Laboratorio Polytex de Investigación y Ensayos de Materiales Plásticos		Certificado de Calidad Lote: 1025722		 CESMEC ISO CASCO 5
Producto	Tubo Corrugado Negro		Lote Resina	CGN611020 MARLEX HHM 5502
Diámetro	450 [mm] 18"			
Tipo	Doble Pared C/Perforación S/Campana			
Longitud	5,8 [m]			
Propiedades	Unidad	Método	Estándar	PolyLab
Diámetro Interior	[mm]	ASTM D 2122	461	461
Diámetro Exterior	[mm]	ISO 3126:2005	539	541
Espesor de Pared Interna	[mm]	ASTM D 2122	≥ 1,3	1,4
Espesor de Pared Externa	[mm]	ASTM D 2122	2,0	2,3
Densidad	[g/cm ³]	ASTM D 792	> 0,94	0,96
Contenido de Carbón	[%]	ASTM D 4218	2,0-3,0	2,6
Rigidez	[psi]	ASTM D 2412	≥40	40
Aplastamiento 20%	[mm]	ASTM D 2412	[Pasa / No Pasa]	Pasa
Fractura por tensión ambiental	[h]	ASTM D 1693	≥12	>12
Área de Drenaje	[cm ² /m]	AASHTO M 294	>30	>30
Fragilidad	[Kg]	ASTM D 2444	[Pasa / No Pasa]	Pasa
Observaciones: Certifico que la tubería proporcionada cumple o excede las especificaciones de las normas AASHTO M 294 y Nch 2465				
 PANAMERICANA NORTE		 María Teresa Ortiz Jefe de Control de Calidad y sistema integrado		
Panamericana Norte # 21000 Colina, Región Metropolitana, Chile Teléfono: (56-02) 6771056, Fax (56-02) 6771081 E-mail: info@polytex.cl, www.polytex.cl				

Figura 61. Certificado de calidad de tubería perforada de HDPE pared doble de primera clase de 450 mm.

Fuente: Proyecto “Construcción de plataforma de lixiviación, fase 7-extensión” (2018).

En la figura 61 se observan, resaltados de rojo, los siguientes valores:

- Rigidez de la tubería = 40 psi (276 kN/m²)
- Aplastamiento = pasa

Estos valores cumplen con las propiedades establecidas para tuberías de HDPE pared doble de primera clase exigidas en las especificaciones técnicas. Las especificaciones se muestran en la tabla 24.

En la figura 62 se presenta el certificado de calidad de una tubería de HDPE pared doble de primera clase. El certificado mostrado corresponde a una tubería no perforada de HDPE de pared doble de primera clase de 450 mm.

 Certificado de Calidad				
Laboratorio Polytex de Investigación y Ensayos de Materiales Plásticos		Lote: 1027478		
Producto	Tubo Corrugado Negro			
Diámetro	450 [mm] 18"			
Tipo	Doble Pared S/Perforación S/Campana			
Cantidad	5,8 [m]			
Propiedades	Unidad	Método	Estándar	PolyLab
Diámetro Interior	[mm]	ASTM D 2122	461	461
Diámetro Exterior	[mm]	ISO 3126	539	540
Espesor de Pared Interna	[mm]	ASTM D 2122	$\geq 1,3$	1,7
Espesor de Pared Externa	[mm]	ASTM D 2122	2,0	3,0
Densidad	[g/cm ³]	ASTM D 792	$\geq 0,940$	0,96
Contenido de Carbón	[%]	ASTM D 4218	2,0-3,0	3,0
Rigidez	[psi]	ASTM D 2412	≥ 42	43
Aplastamiento 20%	[mm]	ASTM D 2412	[Pasa / No Pasa]	Pasa
Fractura por tensión ambiental	[h]	ASTM D 1693	≥ 12	>12
Fragilidad	[Kg]	ASTM D 2444	[Pasa / No Pasa]	Pasa
Observaciones: Certifico que la tubería proporcionada cumple o excede las especificaciones de las normas AASHTO M 294 y Nch 2465				
		 Leudy Utría C. Jefe de Control de Calidad y Sistema Integrado		
				
Panamericana Norte # 21000 Colina, Región Metropolitana, Chile Teléfono: (56-02) 6771056, Fax (56-02) 6771081 E-mail: info@polytex.cl , www.polytex.cl				

Figura 62. Certificado de calidad de tubería no perforada de HDPE pared doble de primera clase de 450 mm.

Fuente: Proyecto “Construcción de plataforma de lixiviación, fase 7-extensión” (2018).

En la figura 62 se observan, resaltados de rojo, los siguientes valores:

- Rigidez de la tubería = 43 psi (296 kN/ m²)
- Aplastamiento = pasa

Estos valores cumplen con las propiedades establecidas para tuberías de HDPE pared doble de primera clase exigidas en las especificaciones técnicas. Las especificaciones se muestran en la tabla 24.

c. Certificado de Tuberías HDPE sólidas

En la figura 63 se presenta el certificado de calidad de una tubería de HDPE sólida de 12”.

 CALPLAST ESPECIALISTA EN TUBERÍA DE POLIETILENO				
<u>CERTIFICADO DE CALIDAD N° 0568-2018</u>				
1. DATOS GENERALES:				
Cliente	COMERCIAL INDUSTRIAL DELTA S.A			
Norma de Fabricación	Standard Specification for Polyethylene (PE) Plastic Pipe Based on Outside Diameter ASTM F 714.			
Producto	Tubo de 12" DR 21 PE 4710	Cantidad (m)	270	
2. RESULTADOS DE LA TUBERIA¹:				
N°	CARACTERISTICAS	ESPECIFICACIÓN	METODO DE ENSAYO	RESULTADO
1	Espesor (mm)	15.418 – 17.268	ASTM D2122	16.78 – 17.00
2	Diámetro (mm)	322.4 – 325.2	ASTM D2122	323.0
3	Resistencia a la Presión Hidrostática ²	No se deben presentar fallos a la presión de 150psi y durante el tiempo de 1 hr.	ASTM D1598	No se presentaron fallos durante la realización de la prueba.
4	Aspecto	Superficie interna y externa lisa.	Inspección visual	Superficie interna y externa lisa.
5	Rotulo	Legible	Inspección visual	Legible
3. PERIODO DE PRODUCCIÓN: Del 11/04/18 al 12/04/2018.				
4. DOCUMENTO DE REFERENCIA: Facturas N°: 001-00003714.				
5. INFORMACION ADICIONAL: Se utilizó la resina de grado SK6100 y Lote: 381113.				
ELABORADO POR:		J. Flores	CARGO:	Jefe de Aseguramiento de la Calidad

Figura 63. Certificado de calidad de tubería de HDPE sólida de 12” SDR 21.

Fuente: Proyecto “Construcción de plataforma de lixiviación, fase 7-extensión” (2018).

4.2. Aporte a la mejora del sistema de gestión de calidad del proyecto

Durante el desarrollo del proyecto existieron muchos requisitos que intervinieron en la gestión de calidad. Los resultados de esta gestión mostraron un cumplimiento del 23% como se observa en la tabla 3. Frente a ello se agruparán los requisitos con menor cumplimiento en tres fases del proyecto, fase 1: planeamiento de calidad, fase 2: control y medición de la calidad y fase 3: mejora de la calidad. Los requisitos agrupados dentro de estas fases desarrollarán

conceptos que favorezcan una gestión de calidad eficiente y que podrán implementarse en futuros proyectos similares.

4.2.1. Fase 1: Planeamiento de calidad

4.2.1.1. Previsión de recursos y personal

Durante la planificación y presupuesto del proyecto se debe considerar un número adecuado de personal responsable de la gestión de calidad. El número de personas involucradas en el sistema de gestión de calidad deberá ir acorde a la magnitud y alcance de proyecto, incluso podrá definirse de acuerdo con el avance esperado del proyecto. Cada vez que haya más frentes trabajando significa que deberá haber un mayor número de personas supervisando la calidad en cada frente. Conformar desde el inicio el equipo responsable de llevar el control de calidad del proyecto ayudará en la estabilidad del área de calidad, a la formación de un conocimiento total del proyecto y a un estilo de trabajo apto para lograr resultados favorables. En la figura 64 se muestra un modelo básico de distribución de personal a través de un organigrama del área de control de calidad.

De la misma forma se deben trabajar los recursos, una vez conocido el alcance del proyecto se debe considerar en el PPI el total de equipos, materiales y herramientas a emplear para los diferentes ensayos y controles de calidad. Además, es necesario que el área de calidad cuente con un presupuesto mensual para los requerimientos referidos a la parte de oficina y a la elaboración documentaria.

Frente a todo esto se debe hablar de la relación entre la gestión humana y la gestión de calidad. Ambos conceptos son complementarios y relacionados en cuanto al desempeño de las personas, quienes al desplegar las competencias laborales que las distinguen, desarrollan objetivos y logros, con gran creatividad, innovación, calidad, esmero, pertenencia e identidad con su empresa. Además, la gestión humana y la gestión administrativa de la empresa deben encargarse de prever la contratación del personal calificado de acuerdo a los requerimientos para el puesto y además deben gestionar el mantenimiento, verificación y calibración de los equipos de medición. Posteriormente es la gestión administrativa la que debe apoyar a la gestión de calidad en cuanto a la búsqueda de proveedores para la ejecución de servicios externos.

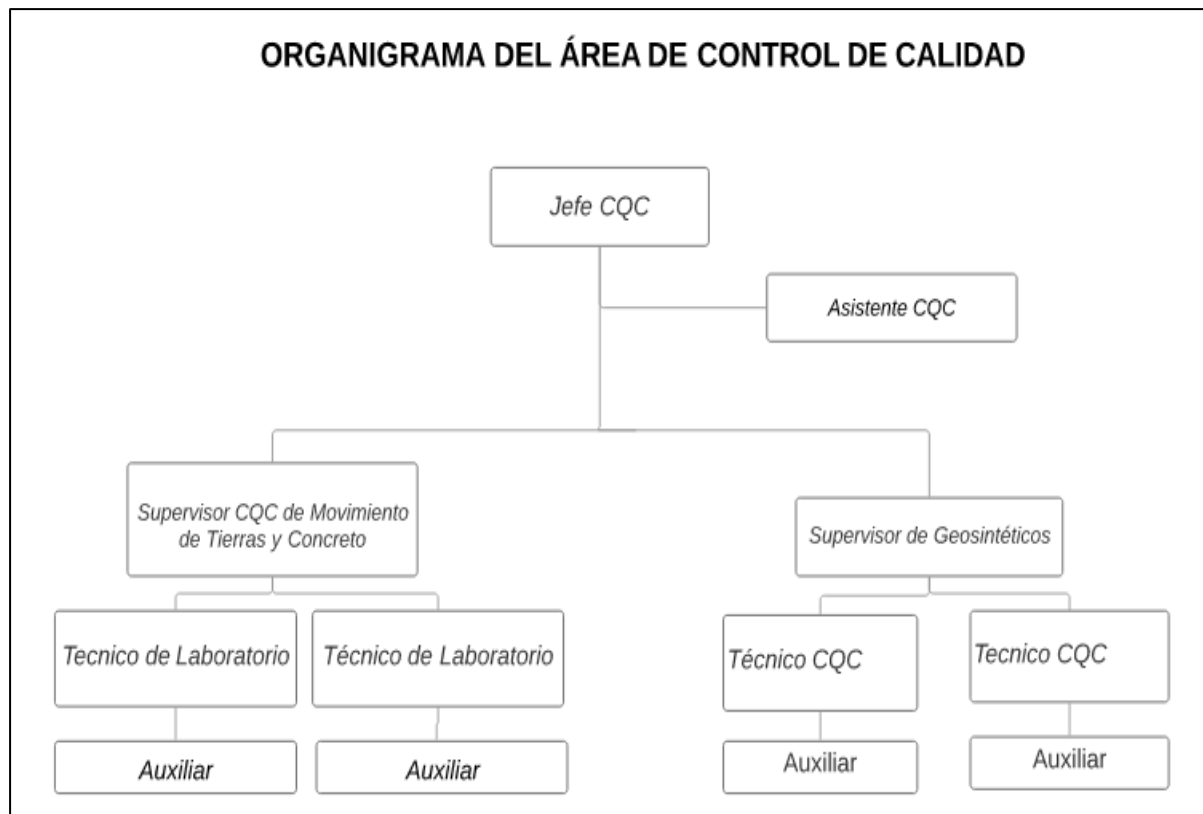


Figura 64. Modelo de organigrama del área de control de calidad.

Fuente: Elaboración propia.

4.2.1.2. Formación del personal para la implementación de la gestión de la calidad

Las personas que realicen la tarea de control de calidad deben tener acceso constante a la información de gestión de calidad, por ello es recomendable ejecutar programas de capacitación, sensibilización y actualización profesional. Se debe controlar la participación del personal de calidad y evaluar sus conocimientos y condiciones actuales. Es necesario designar a un encargado de área que haga una difusión permanente de la política de calidad de la empresa en el proyecto. Las capacitaciones que se impartan se considerarán como una forma de medición de la situación y progreso del personal del área de calidad, con el propósito de cuidar el buen desempeño y por ende el logro de resultados exitosos en la gestión.

4.2.1.3. Compromiso de la alta gerencia con el sistema de gestión de calidad

En este punto se debe entender que la gestión de la calidad está directamente ligada a la alta gerencia, es decir existe un área de control de calidad que reporta directamente a la alta gerencia dentro de una misma empresa. Es por ello que los altos mandos deben asumir un rol de mayor compromiso para apoyar la gestión de calidad en la misma magnitud que se hace con el área de construcción de un proyecto. Se debe entender que un trabajo construido, pero con existencia de no conformidades, significará el rechazo del producto, ocasionando un adicional

de tiempo y costo para la corrección. De la misma forma que se dispone tiempo y recursos para la construcción se debe disponer mayor apoyo y soporte al área de calidad y esto es tarea de la alta gerencia, quien tiene la mayor autoridad en el proyecto y es la encargada de administrar y colaborar con el buen desempeño de todas las áreas.

Se habla de un apoyo de los altos mandos en cuanto a la provisión de recursos, personal e infraestructura. De la misma forma, la alta gerencia debe impartir responsabilidades a cada área y definir su participación y colaboración con la gestión de calidad.

4.2.1.4. Conocimiento total de los requisitos que solicita el cliente

Muchos de los inconvenientes que suelen ocurrir es identificar incongruencias en la información técnica y planos de diseño durante la ejecución de un proyecto, algo que podría haberse valorado desde un inicio. La falta de conocimiento a detalle de todo el alcance del proyecto puede generar retrasos en la ejecución. Para controlar un trabajo se debe conocer con anterioridad la tarea a ejecutar y el tipo de control a administrar. Cuando existe falta de detalle acerca de un trabajo próximo a ejecutar, éste va a tener que ser reprogramado hasta que haya mayor información para la construcción y por ende se podrá definir el tipo de control de calidad adecuado a aplicar.

Se debe considerar también una inspección de la zona donde se ejecutará la obra y el área de control de calidad debe anticiparse a la evaluación de materiales y demás recursos necesarios. El objetivo de prever la evaluación de los materiales es definir su conformidad o no conformidad para la obra, anticipándose a una solicitud de cambio en caso algún material resulte no conforme.

Es necesario que las solicitudes de cambio y solicitudes de requerimiento de información sean definidas y esclarecidas antes de la ejecución del proyecto. Se debe buscar una planificación de actividades de control a todas las tareas perfectamente detalladas y no improvisar durante la ejecución. Se deben evaluar y contemplar factores de riesgo para evitar resultados no conformes.

4.2.1.5. Establecimiento de indicadores de medición de objetivos de calidad

En la tabla 56 se propondrá una lista de indicadores de calidad que podrán seguirse, definirse y analizarse. Estos indicadores permitirán medir el desempeño del sistema de gestión de calidad y en base a ello proponer cambios en la gestión en caso los resultados no sean favorables.

Tabla 56. Indicadores de medición de calidad

Obejtivo	Indicador	Fórmula	Meta	Frecuencia de monitoreo
Lograr la satisfacción del cliente	Índice de no conformidades levantadas (INC) durante un plazo de 20 días por ejemplo	$\%INC = [N^{\circ} \text{ de no conformidades levantadas dentro de 20 días}] / [\text{total de no conformidades}] * 100$	$\geq 90\%$	Mensual
Fomentar conocimientos de SGC del personal	Índice de personal capacitado en contenidos de SGC (IPCA)	$\%IPCA = [\text{Personal capacitado en contenido de SGC en el mes}] / [\text{total de personal}] * 100$	$\geq 90\%$	Mensual
Realizar el seguimiento de información del Sistema de Gestión de Calidad	Índice de registros de información entregados (IRI)	$\%IRIE = [N^{\circ} \text{ de registros elaborados y entregados}] / [\text{total de registros a elaborar}] * 100$	$\geq 85\%$	Mensual
	Índice de ensayo de materiales presentados (IEM)	$\%IEMP = [N^{\circ} \text{ de ensayos elaborados y presentados}] / [\text{total de ensayos a elaborar}] * 100$	$\geq 90\%$	Mensual
	Índice de evidencia de cambios ejecutados (IECE)	$\%IECE = [N^{\circ} \text{ de documentos de evidencia de cambios}] / [\text{total de cambios ejecutados}] * 100$	$= 100\%$	Mensual
Verificar el abastecimiento de recursos para el Sistema de Gestión de Calidad	Índice de abastecimiento de equipos de trabajo (IAET)	$\%IAET = [N^{\circ} \text{ de equipos suministrados}] / [\text{total de equipos solicitados}] * 100$	$= 100\%$	Mensual

Fuente: Elaboración propia.

4.2.1.6. Manejo y control de documentos

Una manera de agilizar la gestión documentaria para el funcionamiento efectivo del sistema de gestión de calidad es establecer una metodología para emplear, almacenar y preservar la información. Los documentos de control de calidad constituyen evidencia para los fines correspondientes de las diferentes áreas del proyecto, por lo tanto, son constantemente utilizados. Una manera de evitar la pérdida de algún documento de calidad es registrar la entrega y recepción de documentos a través de firmas, de esta forma se conoce al responsable del documento cada vez que sea solicitado para otras áreas.

Además, resulta necesario definir algunos aspectos antes de iniciar la gestión documentaria, como son:

- Identificación: se debe identificar un documento a través de una numeración, fechas, entre otros y de esta manera se pueda referenciar el documento sin confusión.
- Formato: se debe definir el formato en que se registrará la información, el cual puede ser de manera digital o escrita.
- Revisión y aprobación: se debe establecer la forma en la que un documentado será revisado y la manera en que se identificará si ha sido aprobado.
- Distribución, acceso, almacenamiento y preservación: se debe fijar la forma en que los documentos serán expuestos a otras personas, la cual puede hacerse a través de copias maestras almacenadas de forma segura. Estas copias ayudarán a proteger la información de cambios no autorizados o pérdidas.

4.2.2. Fase 2: Control y medición de la calidad

4.2.2.1. Control y evidencia de cambios en el proyecto

Resulta indispensable manejar un orden y control de los cambios ejecutados. Todo control de calidad involucra la generación de evidencia. Sin evidencia cualquier control ejecutado no tendrá validez ni sustento para demostrar la aprobación de dicho trabajo.

Para determinar un control efectivo se debe actualizar el programa del proyecto de manera semanal y con esta información se pueden prever los cambios a ejecutar. Para los cambios que se lleven a cabo durante el desarrollo del proyecto se debe generar una evidencia de aprobación y ejecución de éstos conforme a los nuevos lineamientos de diseño. Además, estos cambios se deben encontrar debidamente documentados. Frente a ello se puede establecer una modalidad práctica de recojo de información en campo, ya sea a través de un cuaderno de registro en el que se realice una breve descripción de los hechos incluyendo las firmas de los responsables. La evidencia generada se empleará durante elaboración de los planos *as-built*, dado que servirá de sustento para la aprobación de las variaciones que se hayan ejecutado a los planos de diseño.

Resulta necesario definir desde un inicio los tiempos de respuesta a las solicitudes de cambio. Generalmente las respuestas a los cambios o información solicitada es competencia del área de ingeniería de diseño. Cabe resaltar que mientras no exista una respuesta formal a un cambio solicitado no deben ejecutarse trabajos de campo, pues cada vez que no haya un sustento de cambio en un trabajo ya realizado el cliente o la supervisión tendrá la potestad de rechazar el trabajo por no estar conforme al diseño inicial. En la figura 65 se muestra un modelo flujograma de solicitudes de cambio.

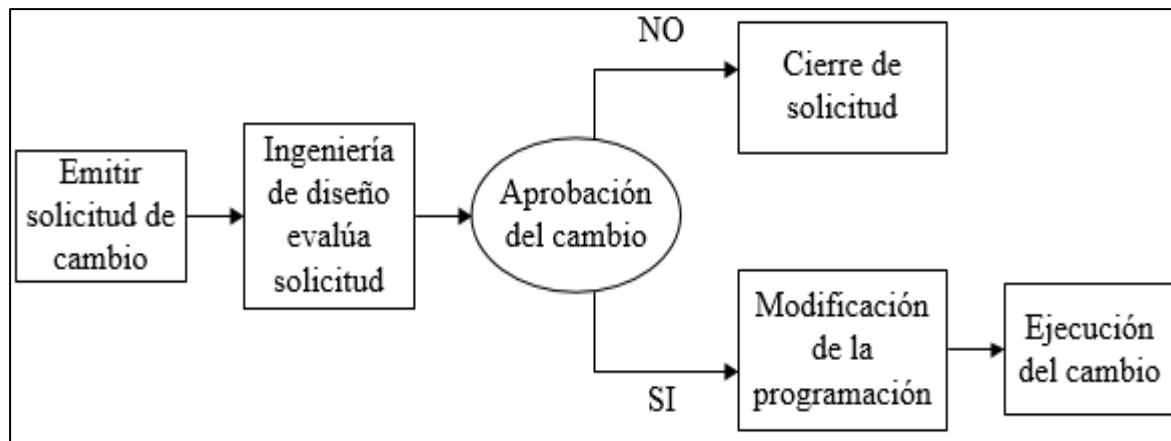


Figura 65. Modelo de flujograma de solicitudes de cambio.

Fuente: Elaboración propia

4.2.2.2. Control del estado de los materiales

Cuando se trata de inspeccionar y controlar la calidad de los materiales es necesario tener en cuenta dos cosas: la procedencia del material y la elaboración del material. Los tipos de materiales varían según la complejidad del alcance del proyecto y en función a ello se va a determinar el tipo de control a administrar.

Los materiales usados en la ejecución de proyectos son materiales fabricados y materiales correspondientes a suelos extraídos.

a. Suelos extraídos

Los materiales que consisten en suelos extraídos de canteras o cualquier otro punto de acopio, son controlados mediante ensayos de granulometría, límites de atterberg, proctor estándar, contenido de humedad, entre otros. Existen condiciones adversas en las que un material a evaluar no puede ser sometido a determinados ensayos por no cumplir con el alcance definido en las normativas, como es el caso del proctor estándar.

El ensayo de proctor estándar no puede ejecutarse cuando el porcentaje de material retenido en la malla $\frac{3}{4}$ " (19 mm) es mayor a 30%. Por esta razón, para una eficiencia en el control de compactación se emplea un concepto no tan conocido llamado relleno de prueba (*test fill*). Este método es usado para determinar el número de ciclos de compactación de un material y posteriormente determinar su densidad de campo por el método de reemplazo con agua.

El relleno de prueba se realiza sobre un área de prueba donde se conforma una capa de material con espesor definido. Este ensayo determina el número de ciclo de compactación cuando el asentamiento del material compactado es cero. Los datos obtenidos del ensayo que

se emplearán para la compactación en campo son el espesor de capa del material, el equipo de compactación, el peso del equipo, la velocidad de compactación y el nivel de vibración.

b. Materiales fabricados

Los materiales fabricados y suministrados por proveedores externos al proyecto son controlados mediante sus certificados de calidad. Cada vez que ingresan materiales nuevos, éstos deben ser inspeccionados visualmente y funcionalmente para determinar las condiciones en las que se encuentran y además verificar su cumplimiento con los requisitos establecidos. No se debe colocar en obra un material que no cuente con un certificado de calidad. Sin embargo, pueden ocurrir las siguientes variantes:

- Empleo de materiales restantes de otros proyectos, los cuales pueden haber confundido sus certificados de calidad. Sea el caso, se debe hacer una trazabilidad del material a través de sus códigos de etiqueta para encontrar un documento como la orden de compra o guía de remisión, los cuales son de utilidad para demostrar la procedencia y la calidad de un material.
- Empleo de materiales que no cuentan con certificados de calidad. Sea el caso, puede solicitarse la presencia del ingeniero CQA durante la elaboración del material para que supervise y garantice el cumplimiento de la calidad del material.

4.2.2.3. Liberación de áreas trabajadas

La modalidad para liberaciones de las tareas ejecutadas en el proyecto debe ser ágil y práctica. Liberar significa inspeccionar, validar un trabajo y posteriormente documentar la información a través de un registro. Por ello, la modalidad debe ser apropiada para el recojo de información en condiciones de campo. En la figura 66 se presenta un flujograma de liberaciones de campo, este flujograma es una propuesta modelo frente a condiciones ideales, quiere decir que pueden existir muchas variantes o complicaciones en el proyecto que alteren el flujo propuesto. Pese a ello, este modelo se considera como un punto de partida con los que se puede orientar a los responsables de ejecutar las liberaciones hasta que identifiquen en campo los desafíos del proyecto.

El proceso de documentación de la información obtenida de las liberaciones debe ser inmediata, es decir, se deben elaborar los registros de información inmediatamente después de haber aprobado el trabajo. Los registros elaborados incluyen las firmas del responsable de construcción, del supervisor del control de calidad, del supervisor del aseguramiento de la calidad y del cliente; por lo tanto, estos documentos se consideran evidencias de los trabajos realizados en conformidad con los requisitos de proyecto establecidos.

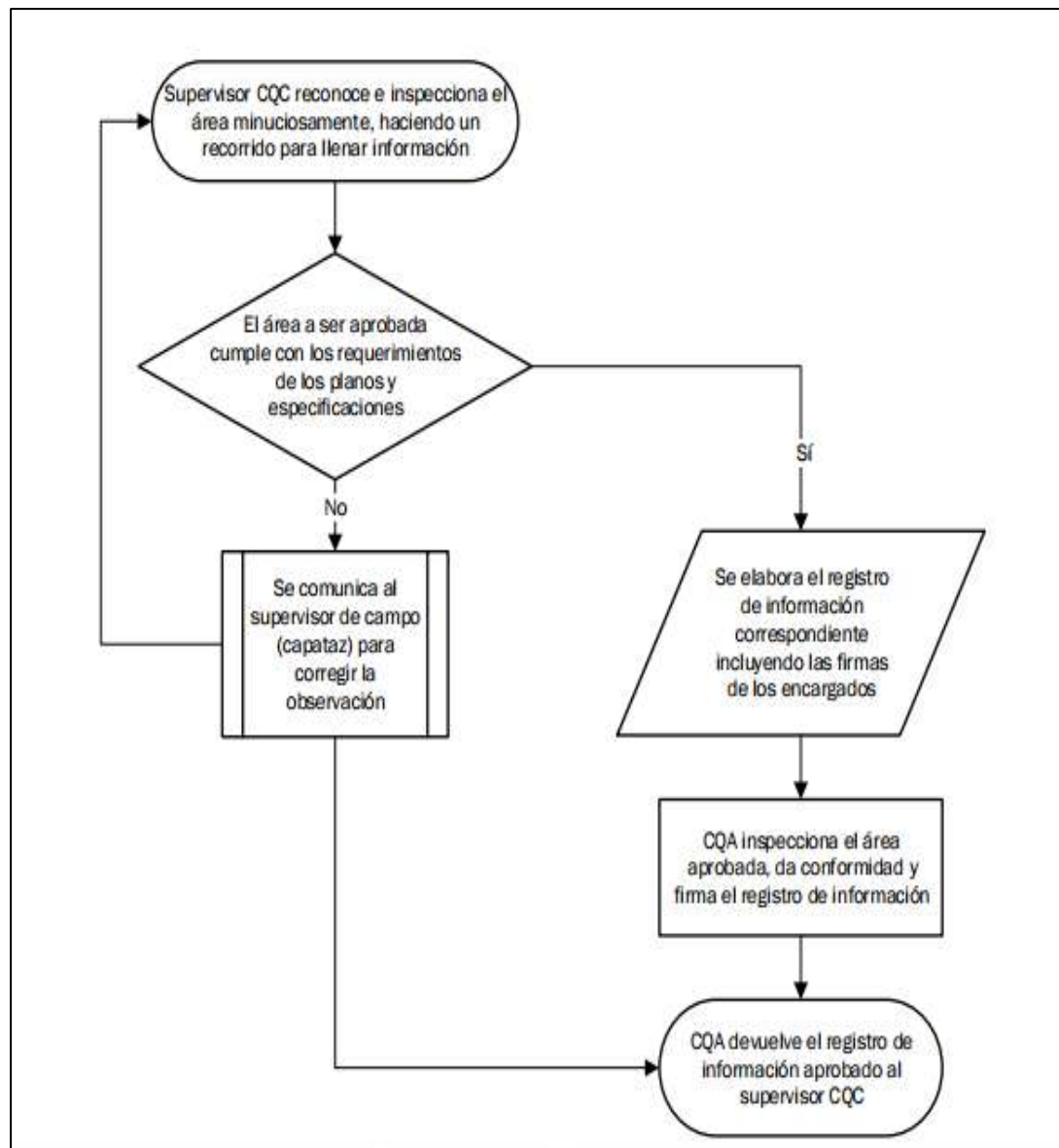


Figura 66. Modelo de flujograma de liberaciones de campo.

Fuente: Elaboración propia

4.2.2.4. Control de no conformidades

La corrección de una no conformidad incide directamente sobre la gestión de calidad en el proyecto. La corrección y cierre de todas las no conformidades que puedan generarse va a permitir la aceptación final del proyecto. Existen muchas causas que pueden desencadenar una no conformidad y no todas están ligadas a un control poco eficiente de calidad. En la tabla 58 se muestra una lista de no conformidades con propuestas de solución.

Tabla 57. Propuestas de solución a no conformidades

No conformidad	Causas	Solucion	Documentación
Fisuramiento de estructuras de concreto	— Inadecuada vibración durante el vaciado de concreto — Falta de conocimiento del personal para ejecutar un vaciado monolítico — Falta de colocación de puentes de adherencia a los escantillones de mortero durante el encofrado	— Reparación del concreto mediante el método de inyección a las fisuras con una resina de baja viscosidad	— Procedimiento de reparación de estructura — Informe de reparación — Registros de información del proceso de reparación
Saturamiento de material	— Humedecimiento de material después de ser liberado — Porcentaje del contenido de humedad del material por encima del límite	— Retirar y colocar nuevo material que cumpla con los requisitos solicitados	— Registros de información para la nueva colocación del material
Falta de personal CQC	— Poca adaptabilidad del personal para trabajar en el proyecto — Falta de liquidez de la empresa para contratar mayor personal	— Charlas de capacitación y motivación al nuevo personal — Apoyo del área de gerencia para incorporar personal que ayuden a la gestión de calidad	— Roster de todo el personal: antiguo y contratado
Falta de certificados de ensayos de materiales	— Omisión de la programación de ejecución de ensayos — Falta de liquidez de la empresa para solicitar servicios externos de ensayos de materiales	— Ejecutar los ensayos pendientes en el periodo de tiempo más corto	— Certificados de calidad de ensayos aprobados por la supervisión

Fuente: Elaboración propia.

4.2.2.5. Comunicación efectiva entre las áreas de construcción y calidad

Es preciso indicar que las áreas de construcción y de calidad deben estar constantemente comunicadas y trabajar juntas en el avance del alcance del proyecto. No es concebible que en una misma empresa las áreas trabajen independientemente. En otras palabras, un área no debe ejecutar sus actividades y avanzar su programación evadiendo los controles y omitiendo información a otra área. Generalmente este estilo de trabajo va a ocasionar reprocesos en las tareas del proyecto cada vez que se tenga que corregir un trabajo mal ejecutado por falta de controles de calidad o un trabajo con falta de evidencia.

El área de construcción y el área de calidad deben conocer cada detalle del avance e incluso deben trabajar juntos la programación semanal. El trabajo en conjunto tiene el objetivo de identificar correctamente los tiempos que se emplearán en la ejecución controlada de las tareas del proyecto.

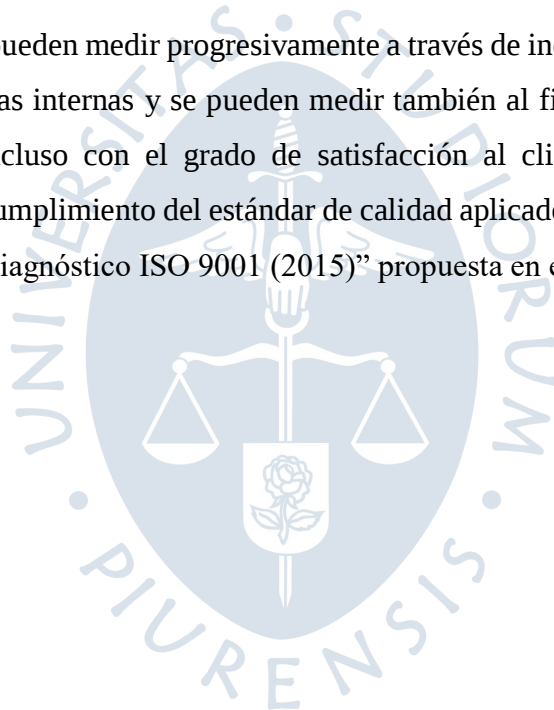
4.2.3. Fase 3: Mejora de la calidad

4.2.3.1. Mejorar la satisfacción del cliente

Las mediciones estadísticas constituyen una manera de determinar la satisfacción del cliente. Periódicamente se pueden realizar encuestas vía correo electrónico para identificar las inquietudes y determinar el grado de satisfacción del cliente. Otros mecanismos a emplear pueden ser las preguntas cara a cara mediante reuniones programadas en las que se evalúe el cumplimiento de metas. Antes de medir la satisfacción se deben esclarecer los objetivos a alcanzar antes del periodo de evaluación. Se debe aclarar también la posibilidad de ejecutar aquellos trabajos adicionales solicitados por el cliente, cada vez que éstos cumplan con las condiciones de control de calidad.

4.2.3.2. Medición de resultados

Los resultados se pueden medir progresivamente a través de indicadores como se muestra en la tabla 57 o auditorías internas y se pueden medir también al final del proyecto mediante opiniones externas e incluso con el grado de satisfacción al cliente. El objetivo final es determinar el grado de cumplimiento del estándar de calidad aplicado al proyecto mediante una metodología llamada “Diagnóstico ISO 9001 (2015)” propuesta en el capítulo 2.



Conclusiones

El sistema de gestión de calidad (SGC) empleado en el proyecto “Construcción de la plataforma de lixiviación, fase 7-extensión” omitió la implementación de algunos de los requisitos indicados en la norma ISO 9001 (2015). La empresa no contó con ningún análisis de riesgos, planificación de cambios ni análisis de causantes externos e internos que pudieran interferir en el SGC y no se realizó ninguna medición del desempeño y eficacia del SGC ni del grado de conformidad del cliente. De acuerdo con los resultados del “Diagnostico ISO 9001 (2015)”, el porcentaje promedio de cumplimiento de requisitos de la norma en el proyecto fue de 23%.

En este estudio se demostró que, durante el control de calidad mediante los ensayos de movimiento de tierras, algunos materiales no cumplieron con las especificaciones técnicas, como es el caso del material para capa de rodadura, material para cama de apoyo, material de grava para drenaje, suelo de baja permeabilidad y material de sobrerestimiento. Ante esta situación se emplearon recursos denominados RFI, *field sketch* o *red line*, para solicitar el uso del material ensayado, dado que estos tipos de materiales ya habían sido empleados en la construcción de otros PAD en la unidad minera sin presentar ningún problema durante la puesta en servicio, comprobándose que el material mostraba propiedades aparentes para ser usado.

El ensayo de proctor estándar no pudo ejecutarse en el material de relleno estructural, dado el incumplimiento de este material a las especificaciones de la norma ASTM D698. Por esta razón se empleó el método de relleno de prueba (*test fill*) para determinar el número de ciclos de compactación al material de relleno estructural, considerándose un proceso de control no contemplado inicialmente pero necesario para el monitoreo del material.

A partir de las fallas y logros en el sistema de gestión de calidad del proyecto, se planteó una propuesta de mejora en la que se concluye que el logro de un eficiente sistema de gestión de calidad requiere de una minuciosa planificación de actividades y recursos desde la etapa inicial del proyecto. Conocer con anterioridad las actividades a ejecutar ayudará a prever los riesgos y posibles cambios en las especificaciones del proyecto. Al igual que contar con los recursos, como los materiales aptos y la conformación de un equipo capacitado y responsable

de llevar el control de la calidad fomentará mayor estabilidad en el área y la consolidación de conocimientos necesarios para poner en marcha el proyecto. El soporte para el desarrollo de la gestión de calidad viene dado por la participación constante de la alta gerencia, quien se encargará de la administración de recursos necesarios y la designación de responsabilidades a todas las áreas del proyecto que se relacionan con la gestión de calidad.

Los proyectos de construcción requieren de un equipo de gestión de calidad para hacer seguimiento al cumplimiento de los requisitos contractuales y técnicos del proyecto. Además, tienen la responsabilidad de documentar la evidencia en registros de liberación, para la posterior presentación y aprobación del cliente, mostrando así el cumplimiento de lo especificado en el contrato del proyecto. Las tareas asignadas al equipo de gestión de calidad deben ser asumidas por un personal calificado y competente para el puesto, su conocimiento y experiencia en el tema permitirá que despliegue sus capacidades laborales y aborde con éxito temas eventuales que constituyan un desafío para el proyecto. Aun cuando la planificación de un proyecto sea lo bastante amplia para haber contemplado factores de riesgo, en campo es posible encontrar nuevos desafíos, frente a los cuales se necesita de la capacidad resolutive del personal capacitado para responder exitosamente y lograr resultados eficientes conforme a los requisitos solicitados. El personal puede enfrentarse a problemas durante la construcción, como, por ejemplo, la saturación de un material colocado en obra y revestido con geosintéticos, frente a esto se necesita del conocimiento técnico y capacidad de respuesta del personal encargado.

Como parte del sistema de gestión de calidad, está el proceso de documentación, la cual debe ser ágil, brindando un orden administrativo, operacional que permite avanzar, competir y conservar la evidencia del trabajo realizado. El SGC del proyecto quedó demostrado mediante los documentos de gestión, aquellos que constituyeron la evidencia del cumplimiento de los requisitos durante los procesos de planeamiento, control y mejora de la calidad. En el proyecto se registraron 36 solicitudes de información, los cuales solicitaban cambios en las especificaciones de las características de los materiales y demás requerimientos de información sobre el alcance del proyecto.

En el estudio realizado se ha demostrado que el control de calidad en la construcción del PAD de lixiviación fue plenamente aplicable e influyó en cada una de las actividades que se ejecutaron, otorgando resultados beneficiosos respecto a la calidad en la construcción. Por ello la propuesta de mejora planteada a partir del SGC del proyecto objeto de estudio, puede tomarse como base para el diseño de otros proyectos.

Recomendaciones

En el presente estudio se han planteado propuestas de mejora al SGC desarrollado en el proyecto, entre otras, se precisa la definición de un plan de gestión de calidad con objetivos claros y medibles, el cual se debe trabajar durante la planificación inicial del proyecto. Dentro de las propuestas se encuentra también la elaboración de un plan de seguimiento y medición del cumplimiento de los objetivos planteados, el cual permita evaluar constantemente el desempeño del plan de gestión de la calidad. Se precisa un plan de control de evidencias, no conformidades y cambios en el proyecto. Como aporte se plantea una propuesta modelo para indicar un flujo de los trabajos de calidad en campo, de modo que sirva como punto de partida en los diferentes proyectos. Se recomienda la comunicación efectiva entre las diferentes áreas del proyecto como un apoyo esencial para la gestión de calidad. Estas propuestas representan un aporte a implementar en los SGC de futuros proyectos.

Referencias bibliográficas

- (EPA), A. de P. A. de E. U. (1994). Drenaje Ácido Minero.
- ACI305.1. (2006). Especificación para Concreto en climas Cálidos.
- Alfaro, O. C. (2008). Sistema de aseguramiento de la calidad en la construcción.
- Andrés, P., Grandoso, O., Marchetto, M. C. P., Mora, A., Rodriguez, L., Scigliotti, M., ... Angelomé, N. (2002). La calidad en la industria de la construcción- estudio de diagnóstico, 65. Recuperado de https://www.grupoconstruya.com/actividades/docs/calidad_UP.pdf
- Angeles Minería y Construcción. (2018). Plan de calidad del Proyecto «Construcción de PAD de lixiviación, fase 7-Extensión- Unidad minera Pierina».
- ASTM. (2005). Métodos de prueba estándar para determinar en el lugar la densidad, contenido de agua y agregados del suelo por métodos nucleares, ASTM D2922-05.
- ASTM. (2006). Método de prueba estándar para la permeabilidad de suelos granulares, ASTM D2434-68 (06), (Reaprobado 2006). <https://doi.org/10.1520/D2434-68R06.2>
- ASTM. (2007). Método de prueba estándar para el análisis de tamaño de partículas de suelos, ASTM D422-63 (07), (Reaprobado 2007). <https://doi.org/10.1520/D0422-63R07E02.2>
- ASTM. (2012). Métodos de prueba estándar para determinación de las características de compactación de un suelo- prueba proctor estándar (12.400 ft-lbf / ft³ (600 kN-m / m³)), ASTM D698-12. <https://doi.org/10.1520/D0698-12E01.1>
- ASTM. (2014a). Método de prueba estándar para la determinación granulométrica de agregados finos y gruesos, ASTM C136. <https://doi.org/10.1520/C0136>
- ASTM. (2014b). Método de prueba estándar para la determinación de las partículas livianas contenidas en los agregados, ASTM C123-14. <https://doi.org/10.1520/C0123>
- ASTM. (2014c). Método de prueba estándar para determinación de la resistencia al desgaste del agregado grueso de tamaño pequeño, por abrasión e impacto en la máquina de los ángeles, ASTM C131-14. <https://doi.org/10.1520/C0131>
- ASTM. (2015a). Método de prueba estándar para densidad relativa (gravidad específica) y absorción de agregado grueso, ASTM C127-15. <https://doi.org/10.1520/C0127-15.2>

- ASTM. (2015b). Método de prueba estándar para determinar la densidad y peso unitario del suelo en lugar por el método de cono de arena, ASTM D1556-15. <https://doi.org/10.1520/D1556>
- ASTM. (2015c). Método de prueba estándar para determinar la densidad, densidad relativa (gravedad específica) y absorción de agregado Fino, ASTM C128 -15. <https://doi.org/10.1520/C0128-15.2>
- ASTM. (2015d). Método de ensayo normalizado para asentamiento de concreto de cemento hidráulico, ASTM C143-15. <https://doi.org/10.1520/C0143>
- ASTM. (2015e). Práctica Normalizada para preparación y curado de especímenes de ensayo de concreto en la obra, ASTM C31-15. <https://doi.org/10.1520/C0031>
- ASTM. (2015f). Guía estándar para instalación de GCL, ASTM D6102. <https://doi.org/10.1520/D6102-15.2>
- ASTM. (2016a). Método de prueba estándar para determinación del índice de carga puntual y su uso en la clasificación de la dureza de las rocas, ASTM D5731-16. <https://doi.org/10.1520/D5731-16.methods>
- ASTM. (2016b). Práctica estándar para Evaluación de la costura de Geomembrana por Caja de Vacío, ASTM D5641. <https://doi.org/10.1520/D5641>
- ASTM. (2017a). Métodos de prueba estándar para el Límite Líquido, Límite Plástico y el Índice de Plasticidad de los suelos, ASTM D4318-17. <https://doi.org/10.1520/D4318-17>
- ASTM. (2017b). Método de prueba estándar para Materiales más finos que 0.75 μm (No. 200) en Agregados Minerales mediante Lavado, ASTM C117-17. <https://doi.org/10.1520/C0117-17>
- ASTM. (2017c). Método de prueba estándar para terrones de arcilla y partículas desmenuzables en los agregados, ASTM C142-17. <https://doi.org/10.1520/C0142>
- ASTM. (2018a). Método de prueba estándar para la determinación de la desintegración de los agregados mediante el uso del sulfato de sodio o del sulfato de magnesio, ASTM C88-18. <https://doi.org/10.1520/C0088>
- ASTM. (2018b). Práctica estándar para evaluación de canal de aire presurizado de doble costura en geomembranas, ASTM D5820-95 (18), (reaprobado 2018). <https://doi.org/10.1520/D5820-95R06.2>
- ASTM. (2018c). Práctica estándar para pruebas no destructivas de las costuras de geomembrana utilizando prueba de chispa, ASTM D6365-99 (18), (reaprobado 2018). <https://doi.org/10.1520/D6365-99R11.2>

- ASTM. (2018d). Método de prueba estándar para determinación de la integridad de las costuras de geomembrana no reforzada utilizando métodos de termofusión, ASTM D6392-12 (18), (Reaprobado 2018). <https://doi.org/10.1520/D6214-98R08.2>
- ASTM. (2019a). Determinación del contenido de agua en suelos y rocas, D2216-19. <https://doi.org/10.1520/D2216-19>.
- ASTM. (2019b). Método de prueba estándar para la detección de impurezas orgánicas en Agregados finos para concreto, ASTM C40-19. <https://doi.org/10.1520/C0040>
- ASTM C94. (2009). Especificación normalizada de concreto premezclado, (502), 1-29.
- AUSENCO. (2017a). Mina Pierina extensión - mina Pierina manual de aseguramiento de la calidad en la construcción (CQA).
- AUSENCO. (2017b). Mina Pierina extensión - mina Pierina especificaciones técnicas de geosintéticos.
- Coaguila, A. (2017). Propuesta de implementación de un modelo de gestión por procesos y calidad en la empresa O&C metals S.A.C., 358.
- Grupo Tridente. (s. f.). *Sistemas de impermeabilización*. Recuperado de http://grupotridente.cl/pdf/Manual_geosinteticos.pdf
- ISO. (2015). *Tuberías y accesorios de polietileno (HDPE). Determinación de la resistencia a la tracción y el modo de falla de las piezas de prueba a partir de una junta fusionada a tope. ISO 13953: 2015*. Recuperado de www.iso.ch
- ISO 9000. (2015). Sistema de gestión de calidad-fundamentos y vocabulario.
- ISO 9001. (2015). Sistemas de gestión de la calidad-requisitos.
- NTP. (2002). Sales solubles en suelos y agua subterránea, NTP339.152-02.
- NTP ISO/IEC 17025. (2005). Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y de calibración, 2005, 37.
- PMI. (2013). *Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos (guía del PMBOK)* (Quinta Edición, Vol. 87).
- PMI. (2017). “*guía de los fundamentos para la dirección de proyectos (Guía PMBOK)*”. *Podium* (Sexta Edición, Vol. 34). <https://doi.org/10.31095/podium.2018.34.6>
- PUCP. (2016). Normativa de Ensayos destructivos para el control de calidad en soldadura por termofusión de tuberías de polietileno de alta densidad (HDPE).
- RNE-E.060. (2010). *Norma de concreto armado. Reglamento nacional de edificación*.
- Rumbo Minero. (2017). Pads de lixiviación: Cuando la minería y la ingeniería se unen. Recuperado 4 de junio de 2019, de <http://www.rumbominero.com/revista/informes/pads-de-lixivacion-cuando-la-mineria-y-la-ingenieria-se-unen/>

Talancón, H. P. (2007). Matriz FODA: Alternativa de diagnóstico y determinación de estrategias de intervención en diversas organizaciones.

Yanacocha. (s. f.). Proceso de producción en Yanacocha. Recuperado 4 de junio de 2019, de <http://www.yanacocha.com/proceso-de-produccion/>



Apéndices



Apéndice A. Glosario

- **Acción preventiva:** “Es la acción que se ejecuta para prevenir que algo ocurra” (ISO 9000, 2015). Esta acción elimina la causa de una no conformidad potencial.
- **Acción correctiva:** Es la acción correctora que se ejecuta para que algo errado no vuelva a ocurrir (ISO 9000, 2015).
- **Aseguramiento de la calidad en la construcción:** CQA, por sus siglas en inglés *construction quality assurance*. “Es el sistema de verificación de las funciones del departamento de control de calidad del contratista y/o instalador con el propósito de garantizar que éstas sean efectuadas de manera que aseguren la calidad esperada”(AUSENCO, 2017a).
- **Auditoría:** Es un proceso de evaluación de las actividades relacionadas con la calidad y sus resultados, para determinar si están en conformidad con lo planificado (PMI, 2017).
- **Calibración:** Es la comparación de unidades fundamentales de medida del instrumento a calibrar con otro instrumento que tiene patrones de medición trazables. La calibración es fundamental para garantizar y asegurar la confiabilidad de las mediciones de los equipos dentro de una empresa.
- **Calidad:** Es el grado en el que un conjunto de características inherentes a una entidad, ítem o cualquier cosa que pueda percibirse o concebirse, cumple con la necesidad o expectativa establecida por el cliente (ISO 9000, 2015).
- **Carpetas de entrega:** TOP, por sus siglas en inglés *turn over package*. Es un entregable que contiene la documentación que cumple y certifica las actividades constructivas de acuerdo a los parámetros establecidos en el proyecto. Estas carpetas están constituidas por sistemas y subsistemas de entrega. Los sistemas y subsistemas son definidos al inicio del proyecto junto al cliente. Un sistema hace referencia a una parte del alcance del trabajo. Cada sistema está constituido por una definición de su alcance, un plano de definición, registro original de *punch list* y registros auditables de calidad.
- **Cliente:** “Persona u organización responsable de la propiedad y operaciones del proyecto”(AUSENCO, 2017a). El cliente es la persona que recibe el servicio solicitado por el mismo al contratista.
- **Conformidad:** Es un concepto general que consiste en entregar resultados dentro de los límites que definen la variación aceptable para un requisito de calidad (PMI, 2017). El término conformidad es utilizado para dejar constancia de un trabajo que cumple con los requisitos especificados por el cliente.

- **Contratista:** Persona o empresa responsable de ejecutar los trabajos correspondientes al desarrollo del proyecto conforme a los requisitos establecidos por el cliente(AUSENCO, 2017a).
- **Contrato:** Es un acuerdo vinculante entre el cliente y el contratista en el que se estipula el alcance del proyecto a ejecutar.
- **Control de la calidad de la construcción:** CQC, por sus siglas en inglés *construction quality control*. Son los ensayos, inspecciones y otras funciones relacionadas que son llevadas a cabo durante la ejecución de los trabajos, con el fin de controlar las actividades de construcción con respecto a los planos y especificaciones técnicas del proyecto (AUSENCO, 2017a).
- **Cupón:** Es un espécimen que resulta del corte de una muestra destructiva de geomembrana. El cupón se usa para determinar la resistencia al corte y el pelado (*shear y peel*) de la geomembrana.
- **Defecto:** Es el incumplimiento del requisito tal y como lo previó el cliente. Una vez detectado un trabajo defectuoso, el siguiente paso es proceder a aplicar un reporte de no conformidad (NCR) (ISO 9000, 2015).
- **Dossier de calidad:** Archivo ordenado de corte ejecutivo, que contiene toda la documentación de calidad del proyecto, que permite identificar y realizar la revisión de cualquier parte de la obra. El dossier de calidad permitirá respaldar los trabajos ejecutados por el contratista de construcción y dejar evidencia que éstos han cumplido con los requisitos de calidad especificada según (Mina Lagunas Norte, 2015).
- **Ensayos:** Es una prueba para determinar la validez de algún material para su uso o aplicación específicos en el proyecto conforme a los requisitos establecidos. El ensayo es parte de la documentación y del control de calidad (ISO 9000, 2015).
- **Especificación técnica:** Es el documento que establece los requisitos, normas y los procedimientos a ser empleados y aplicados en el trabajo de construcción de obra. La especificación técnica complementa la información indicada en los planos y en el contrato (ISO 9000, 2015).
- **Fabricante:** Empresa encargada de la manufactura de los diferentes materiales utilizados en el proyecto (AUSENCO, 2017a).
- **Geocompuesto:** Combinación de geotextil, geonet y geomembrana, usado como protección a la geomembrana que va a ser instalada en superficies irregulares (rocosas) (AUSENCO, 2017b).

- **Geomembrana:** Lámina delgada sintética fabricada de polímeros de polietileno, de muy baja permeabilidad, utilizadas para evitar la migración de los contaminantes al suelo(AUSENCO, 2017b).
- **Geonet:** Material drenante sintético fabricado de resina de polietileno de alta densidad (HDPE) cuya función principal es transmitir fluidos uniformemente bajo distintas condiciones de terreno (AUSENCO, 2017b).
- **Geosintético de arcilla:** GCL, por sus siglas en inglés *geosynthetic clay liner*, es una “capa delgada de arcilla bentonita prefabricada ubicada entre dos geotextiles o adherida a una geomembrana” (AUSENCO, 2017b).
- **Geotextil:** Material de fibra sintética tejida o no tejida de poliéster o polipropileno permeable, utilizada en los sistemas de subdrenaje, colección y como refuerzo(AUSENCO, 2017b).
- **HDPE:** “Polietileno de alta densidad, por sus siglas en inglés *high density polyethylene*. Es un polímero, termoplástico, flexible, conformado por unidades repetitivas de etileno” (AUSENCO, 2017b).
- **Información documentada:** Es la información que el departamento de control de calidad del contratista debe controlar y mantener (ISO 9000, 2015). Este término integra, en un único concepto, a todos los elementos que se consideran como evidencia, es decir, como una prueba clara y explícita de la implementación del sistema de calidad, tales como los documentos, registros, procesos documentados, etc.
- **Ingeniero CQA:** “Ingeniero responsable de la supervisión y/o realización de las tareas de aseguramiento de la calidad de construcción descritas en las especificaciones, es responsable además de la supervisión del personal de CQA y de todas las tareas asignadas a ellos”(AUSENCO, 2017a). El ingeniero CQA puede instruir al contratista y al instalador en temas que favorezcan la calidad y el progreso de la obra.
- **Ingeniero CQC:** Ingeniero encargado de dirigir la realización de las inspecciones y ensayos en suelos de los materiales necesarios, de acuerdo con los lineamientos establecidos en las especificaciones técnicas del proyecto.
- **Inspección:** “Evaluación de la conformidad por medio de observaciones, medición, ensayo/prueba u otros medios” (Angeles minería y construcción, 2018).
- **Instalador de geosintéticos:** “También denominado instalador. La unidad responsable por la instalación de geosintéticos en campo. Esta definición es aplicable a cualquiera de las

partes que realice trabajos definidos como instalación de GCL, geomembrana, geotextil y GCL” (AUSENCO, 2017b)

- **Liberación:** “Es la autorización para proseguir con la siguiente etapa de un proceso” (ISO 9000, 2015). Esta acción valida la calidad de la actividad ejecutada.
- **LLDPE:** “Polietileno de baja densidad lineal por sus siglas en inglés *linear low-density polyethylene*. Es un polímero, termoplástico, de mayor flexibilidad que el HDPE, conformado por unidades repetitivas de etileno” (AUSENCO, 2017b).
- **Lista de verificación:** PL, por sus siglas en inglés *punch list*. Es un documento que forma parte de la culminación de un sistema del proyecto (entregable), recoge información y categoriza el estado y funcionamiento de este sistema. Este documento no debe llevar notas, rayones o correcciones de ninguna naturaleza. Si existiera un cambio en el documento respecto a alguna categoría, el cambio debe ir acompañado de la firma, nombre del supervisor y fecha en la que se realiza la modificación.
- **Lixiviación:** Es el proceso por el cual al material extraído de estructuras geológicas se le aplica una solución cianurada a través de un sistema de goteo para disolver el mineral. La solución disuelta de mineral y cianuro es llamada solución rica. Esta solución pasa a una poza desde donde es bombeada hacia la planta de procesos (Rumbo Minero, 2017).
- **Manual de calidad:** Es el documento general constituido por la política de calidad, el alcance del sistema de gestión de calidad, los procedimientos documentados y el organigrama de la organización y funciones (Alfaro, 2008).
- **Matriz de calidad:** Es una herramienta de control que permite clasificar y cuantificar los registros que recogen la evidencia de los trabajos de construcción. Esta matriz de calidad define los registros a utilizar durante la etapa de construcción.
- **Norma:** Es un documento que establece las condiciones mínimas que debe reunir un producto o servicio para que sirva al uso al que está destinado, establecido por consenso y aprobado por un organismo reconocido. Este organismo establece, para usos comunes y repetidos, reglas, criterios o características para las actividades o resultados (Alfaro, 2008).
- **Panel:** Rollo completo o área unitaria de geosintéticos, la cual es unida con otras unidades en campo por medio de la fusión térmica del material (AUSENCO, 2017b).
- **Planos as-built:** “Planos que registran dimensiones, detalles y coordenadas de la instalación luego del término de la construcción” (Angeles minería y construcción, 2018).
- **Plan de calidad:** “Es el documento que establece las prácticas de calidad, recursos, objetivos y métodos para conseguir la calidad de un proyecto particular”(Alfaro, 2008). El plan de

calidad se elabora para cada proyecto en particular en función de los requisitos solicitados por el cliente.

- **Plan de puntos de inspección (PPI):** “Es un documento que establece la secuencia de inspecciones para asegurar la calidad de los procesos de muestreo y ensayo” (Alfaro, 2008). El PPI puede asegurar también un correcto control del conjunto de resultados obtenidos, incluyendo a los responsables y registrando su cumplimiento.
- **Procedimiento:** Forma especificada de llevar a cabo una actividad o un proceso. Un procedimiento se concibe como una serie de pasos claramente definidos que disminuyen la probabilidad de errores o accidentes (Alfaro, 2008).
- **Proceso:** Es un conjunto de actividades mutuamente relacionadas que utilizan las entradas para proporcionar un resultado previsto (ISO 9000, 2015). Un proceso incluye actividades (entradas) que inician una determinada gestión para conseguir el resultado buscado.
- **Proyecto:** Es un proceso único, consistente de un conjunto de actividades coordinadas y controladas con fechas de inicio y de finalización, que son ejecutadas para lograr un objetivo conforme con requisitos específicos (ISO 9000, 2015). Un proyecto incluye limitaciones de tiempo, costo y recursos.
- **Proveedor:** “Organización que proporciona un producto o servicio al contratista” (ISO 9000, 2015).
- **Política de calidad:** Es un documento que establece los lineamientos relativos a la calidad con los que la empresa ejecutora del servicio (contratista) va a trabajar. “La definición de la política de calidad se alinea a la misión, visión, objetivos estratégicos de la empresa y las expectativas y necesidades de los clientes” (ISO 9000, 2015).
- **Registro de calidad:** “Es el documento en el que se presentan los resultados obtenidos o en el que se proporciona evidencia de las actividades realizadas” (ISO 9000, 2015). El registro de calidad se documenta en un formato determinado que se presenta dentro del plan de calidad.
- **Relación de dimensión estándar:** SDR, por sus siglas en inglés *standard dimension Ratio*, es la relación que existe entre el diámetro nominal y el espesor de la tubería.
- **Reparación:** Es la acción que se toma sobre una actividad ejecutada no conforme con el fin de convertirla en aceptable para su utilización prevista (ISO 9000, 2015).
- **Reproceso:** Es la acción que se toma sobre una actividad ejecutada no conforme, para corregirla y desarrollarla en conformidad con los requisitos (ISO 9000, 2015).

- **Reporte de no conformidad:** NCR, por sus siglas en inglés *Non Conformance Report*. Documento que se genera por el incumplimiento de un requisito de calidad que puede estar en los planos, normas, especificaciones o procedimientos (Alfaro, 2008). En el reporte de no conformidad se describen los sucesos y las causas relacionadas a la falla.
- **Reporte de trabajos observados (RTO):** Un reporte de trabajos observados RTO es emitido cuando los trabajos han sido concluidos con resultados deficientes. El reporte indicará claramente lo siguiente: el trabajo realizado, área afectada, trabajo requerido por el diseño y las medidas correctivas a ser tomadas (Angeles minería y construcción, 2018).
- **Reporte de vigilancia:** SVR, por sus siglas en inglés *surveillance report*. Es un documento generado por el departamento de aseguramiento de calidad, cuando se detecta una desviación de los requisitos del cliente. En este documento se describen los sucesos y las causas relacionadas a la falla. Este documento es el antecedente a un NCR. Si la falla no es reparada en el tiempo previsto, el SVR se convierte en un NCR con la posibilidad de una penalización económica.
- **Requisitos de calidad:** Son las condiciones necesarias que debe reunir el proyecto para cumplir con la necesidad o expectativa del cliente, generalmente implícita u obligatoria (ISO 9000, 2015).
- **Soldadura por fusión:** Este es el método primario para la unión de las geomembranas de polietileno. Consiste en la unión de las zonas de traslape de los paneles sin aporte de material. El procedimiento es llevado a cabo por medio de una máquina de soldar, provista de dos rodillos tangentes a un espacio mínimo común en el cual se encaja el traslape de las geomembranas a unir. A medida que la soldadora avanza propulsada por los rodillos, éstos presionan las partes fusionadas por la cuña logrando dos líneas de soldadura paralelas separadas por un área libre que constituye el denominado “canal de aire” (Grupo Tridente, s. f.).
- **Soldadura por extrusión:** Es la unión de paneles a lo largo de un borde que se traslapa, por medio de la formación de un cordón de aporte del mismo material de las partes a unir. El procedimiento es llevado a cabo por medio de una máquina guiada manualmente, provista de una cámara de fusión de material de aporte, que fluye por una boquilla de extrusión hacia las partes a unir. Mientras tanto, un flujo de aire caliente, expelido por la boquilla de precalentado, prepara las superficies previamente pulidas para su perfecta adherencia con el cordón de soldadura (Grupo Tridente, s. f.).

- **Solicitud de cambio:** Es una solicitud formal presentada por el director del proyecto para la implementación de un cambio. Esta solicitud pasa por un proceso de control de cambios y se determina el impacto en cuanto al alcance, cronograma y costos (PMI, 2017).
- **Solicitudes de información:** RFI, por sus siglas en *inglés request for information*. Es un documento elaborado en un formato estándar, cuyo propósito es solicitar información acerca de detalles técnicos faltantes o poco entendibles relacionados con algún documento en campo o de ingeniería de diseño.
- **Termofusión:** Es un método de soldadura de tuberías. Este método utiliza un equipo que une las tuberías por efecto combinado de temperatura y presión durante tiempos establecidos. Una unión bien realizada es capaz de resistir hasta el 100% de la resistencia máxima del material (PUCP, 2016).
- **Trazabilidad:** Es el proceso que se ejecuta para seguir un histórico, aplicación o localización de un objeto o evento (ISO 9000, 2015).
- **Trinchera de anclaje:** Es una zanja excavada y rellenada a su debido tiempo a medida que progresa la construcción. Sus medidas de ancho y profundidad son determinados por las especificaciones del proyecto. La trinchera de anclaje sirve para colocar las esquinas del material de geosintéticos y sujetarlas cubriéndolas con material de excavación (AUSENCO, 2017a).
- **Tubería de pared doble:** “Tubería de HDPE de pared interior lisa y exterior corrugada”(AUSENCO, 2017b)..
- **Tubería sólida:** “Tubería de HDPE de pared sólida, cuya relación diámetro exterior con el espesor de pared representa el cociente SDR”(AUSENCO, 2017b).
- **Validación:** Confirmación, mediante la aportación de evidencia objetiva, que se han cumplido los requisitos para una utilización o aplicación específica prevista (ISO 9000, 2015).
- **Verificación:** Confirmación, mediante la aportación de evidencia objetiva, que se han cumplido los requisitos especificados (ISO 9000, 2015).

Anexos



Anexo A. Diagnóstico ISO 9001 (2015)

		0%	25%	50%	75%	100%		
Num. ISO	REQUISITO	ND	PD	D	PI	CI	% TOTAL	OBSERVACIONES
CAPÍTULO 4: CONTEXTO DE LA ORGANIZACIÓN								10%
4.1	CONOCIMIENTO DE LA ORGANIZACIÓN Y DE SU CONTEXTO	2	0	0	0	0	0%	
4.1	Determina cuestiones externas e internas que son pertinentes para su propósito y dirección estratégica y que afecta a su capacidad para lograr los resultados previstos de su sistema de gestión de calidad (SGC).	1					0%	La empresa no cuenta con ningún análisis de causantes externos e internos, que interfieran en el sistema de gestión de calidad (SGC).
4.1	Se realiza seguimiento y revisión de la información sobre las cuestiones externas e internas.	1					0%	La empresa no cuenta con ningún análisis de causantes externos e internos, que interfieran en el sistema de gestión de calidad (SGC).
4.2	COMPRENSIÓN DE LAS NECESIDADES Y EXPECTATIVAS DE LAS PARTES INTERESADAS	1	0	2	0	0	33%	
4.2	Se determinaron a las partes interesadas que son pertinentes al SGC.			1			50%	Sólo se ha identificado a los clientes y no se han tomado en cuenta a demás interesados.
4.2	Se determinaron los requisitos pertinentes de las partes interesadas para el SGC.			1			50%	Se tiene definido los requisitos del cliente, sin tomar en cuenta a otras partes.
4.2	Se realiza seguimiento y revisión a la información sobre las partes interesadas y sus requisitos pertinentes.	1					0%	No se realiza un seguimiento a la información de las partes interesadas ni a sus requisitos (Si es que hubiera algún cambio en ellos).
4.3	DETERMINACIÓN DEL ALCANCE DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD	2	0	0	0	0	0%	
4.3	Se aplicaron todos los requisitos de la norma internacional si son aplicables en el alcance del SGC.	1					0%	La organización no cuenta con un SGC, por ende no ha definido un alcance del mismo.
4.3	El Alcance del SGC está disponible y se mantiene como información documentada.	1					0%	La organización no cuenta con un SGC, por ende no ha definido un alcance del mismo.
4.4	SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD Y SUS PROCESOS	2	1	0	0	0	8%	
4.4.1	Identifica los procesos necesarios para el SGC, la interacción de los mismos y su aplicación en la organización.		1				25%	Se conocen algunos procesos que participan en la gestión de la calidad, mas no se tiene un mapa de proceso definido y no se ha concientizado sobre su importancia y aplicación en la organización.
4.4.1	Se ha definido el objetivo, alcance, responsables, actividades, entradas, salidas, recursos, mecanismos de control, indicadores de cada uno de los procesos.	1					0%	No se ha establecido la secuencia e interacción de sus procesos y no se encuentran plasmados en un diagrama o mapa.

Fuente: "Propuesta de implementación de un modelo de gestión por procesos y calidad en la empresa O&C metals S.A.C." (Coaguila, 2017).

Num. ISO	REQUISITO	0%	25%	50%	75%	100%	% TOTAL	OBSERVACIONES
		ND	PD	D	PI	CI		
4.4.2	Se tiene información documentada que sirva de apoyo a la operación de los procesos y se conserva para tener confianza de que los procesos se realizan según lo planificado.	1					0%	No hay poca evidencia del uso de esta información.
CAPÍTULO 5: LIDERAZGO								48%
5.1	LIDERAZGO Y COMPROMISO	1	2	0	1	0	31%	
5.1.1	La alta dirección mantiene un control para el aseguramiento de los resultados previstos y comunica la importancia de una gestión de calidad eficaz.				1		75%	Se realizan reuniones escasas para verificar el cumplimiento de los objetivos planteados. Más los objetivos y resultados de estas reuniones no siempre se comunican a los trabajadores, ni se mantiene documentado.
5.1.1	La alta dirección promueve la mejora y contribuye a la eficacia de la gestión de calidad comprometiendo, dirigiendo y apoyando a las personas.		1				25%	La alta dirección dirige solamente a los cargos con responsabilidad amplia (jefes), pero no a los cargos más bajos como operarios.
5.1.2	La alta dirección asegura que los requisitos del cliente, legales y reglamentarios aplicables se determinan, se comprenden y cumplen con el propósito de mantener el enfoque en aumentar la satisfacción del cliente.		1				25%	Se han identificado requisitos del cliente y legales según sea correspondiente, pero estos no se encuentran documentados.
5.1.1 / 5.1.2	La alta dirección asegura que los riesgos y oportunidades se determinan y tratan.	1					0%	La organización no promueve el enfoque basado en procesos ni el pensamiento basado en riesgos.
5.2	POLÍTICA	0	0	1	1	0	63%	
5.2.1	Se ha establecido una política de calidad y se cuentan con objetivos vinculados a dicha política.				1		75%	Se cuenta ha bosquejado una política de calidad, pero esta y sus objetivos no se encuentran alineados, no incluye todos los puntos que indica la norma y no se aplica en todos los niveles de la organización.
5.2.2	La política de calidad se encuentra disponible para las partes interesadas, se ha difundido, es entendida y se mantiene como información documentada.			1			50%	La política se ha difundido a todos los niveles de la organización, y se encuentra documentada, pero no se encuentra evidencia de su difusión.
5.3	ROLES, RESPONSABILIDADES Y AUTORIDADES EN LA ORGANIZACIÓN	0	1	0	1	0	50%	
5.3	Se cuenta con un organigrama actualizado				1		75%	Se cuenta con un organigrama y actualizado, Más no se encuentra evidencia de haber sido comunicado a todos los trabajadores de la organización.
5.3	Se tiene definidos los niveles de autoridad y las responsabilidades de las personas que puedan afectar la conformidad del producto o servicio.		1				25%	Se han designado responsabilidades a los dueños de los procesos de producción, más las responsabilidades solo conciernen a los procesos de cada uno, sin tomar en cuenta temas como aseguramiento de la calidad y logro de objetivos.

Fuente: "Propuesta de implementación de un modelo de gestión por procesos y calidad en la empresa O&C metals S.A.C." (Coaguila, 2017).

		0%	25%	50%	75%	100%		
Num. ISO	REQUISITO	ND	PD	D	PI	CI	% TOTAL	OBSERVACIONES
CAPÍTULO 6: PLANIFICACIÓN								11 %
6.1	ACCIONES PARA ABORDAR RIESGOS Y OPORTUNIDADES	3	0	0	0	0	0%	
6.1.1	La organización ha determinado los riesgos y oportunidades que afecten su operación.	1					0%	La organización no promueve el pensamiento basado en riesgos, por ende no ha identificado riesgos ni oportunidades.
6.1.2	Se ha planificado las acciones para abordar los riesgos y oportunidades.	1					0%	La organización no promueve el pensamiento basado en riesgos, por ende no ha identificado riesgos ni oportunidades.
6.1.2	La organización ha planificado la manera de integrar e implementar las acciones del apartado 6.1.2 en los procesos del SGC y evaluar la eficacia de las acciones.	1					0%	La organización no promueve el pensamiento basado en riesgos, por ende no ha identificado riesgos ni oportunidades y no evalúa las acciones a tomar para abordarlas.
6.2	OBJETIVOS DE LA CALIDAD Y PLANIFICACIÓN PARA LOGRARLOS	0	2	1	0	0	33%	
6.2.1	Los objetivos de calidad se establecen en las funciones, niveles y procesos pertinentes, son medibles y coherentes con la política de calidad; se comunican y actualizan según corresponda y se mantienen como información documentada.			1			50%	Los objetivos de calidad se encuentran vinculados a la política y documentados, sin embargo solo se comunican a los jefes, no a los operarios y no existe evidencia de su medición.
6.2.1	Los objetivos de calidad son pertinentes para la conformidad del producto y servicio.		1				25%	La organización establece objetivos para el momento, pero no todos alineados a la conformidad del producto o servicio.
6.2.2	La organización ha determinado los planes, recursos, responsables, plazos y métodos de evaluación de los objetivos.		1				25%	Se han determinado algunos responsables, más no recursos ni plazos ni métodos.
6.3	PLANIFICACIÓN DE LOS CAMBIOS	1	0	0	0	0	0%	
6.3	Se planifican los cambios que puedan afectar la integridad del SGC.	1					0%	No existe una metodología para la realización de cambios.
CAPÍTULO 7: SOPORTE								28 %
7.1	RECURSOS	2	4	3	0	2	41%	
7.1.1	Existe una metodología para definir el presupuesto que requiere la implementación, mantenimiento del SGC, y que la asignación de los recursos sea oportuna.	1					0%	La organización no cuenta con ninguna metodología.
7.1.2	Existe alguna metodología para la incorporación de personas idóneas para la implementación del SGC y operación y control de sus procesos.		1				25%	La organización solo realiza la contratación de trabajadores por medio de evaluación de Curriculum Vitae, no cuenta con una metodología.

Fuente: “Propuesta de implementación de un modelo de gestión por procesos y calidad en la empresa O&C metals S.A.C.” (Coaguila, 2017).

Num. ISO	REQUISITO							OBSERVACIONES
		ND	PD	D	PI			
7.1.3	Se cuenta con los equipos, espacio de trabajo, recursos de transporte, soporte informático y comunicación y que inciden en la conformidad del producto o servicio y lineamientos de mantenimiento para los mismos.			1			50%	La organización cuenta con una base de datos de los equipos y recursos de trabajo, pero no se encuentra actualizada.
7.1.3	Los equipos cuentan con información documentada que describa las especificaciones técnicas de los mismos.			1			50%	Si se cuenta con fichas técnicas, pero no hay evidencia de que estas se utilicen.
7.1.4	Se han identificado las condiciones del ambiente de trabajo que afectan la operación de los procesos y la conformidad de los productos o servicios.		1				25%	No se ha definido como se realizará la identificación de las condiciones del ambiente de trabajo.
7.1.4	Se han definido los controles para el ambiente de trabajo que afecta la operación de los procesos y la conformidad de los productos o servicios.	1					0%	No se ha definido ningún control porque todavía no se han identificado todas las condiciones de trabajo.
7.1.5	Se conocen cuáles son los equipos de medición que pueden afectar la calidad del producto o servicio, se preserva su estado y calibración.					1	100%	Se tienen identificado los equipos de medición, y el estatus de sus calibraciones.
7.1.5	Los equipos de medición cuentan con codificación, ficha técnica y hoja de vida.					1	100%	Se tienen identificado los equipos de medición y la documentación de su evidencia.
7.1.5	Se conserva información documentada de mantenimiento, verificación y calibración de los equipos de medición.		1				25%	La organización realiza mantenimiento y calibración de equipos de medición cuando estos empiezan a fallar, pero no cuenta con un registro de esto.
7.1.6	La organización ha determinado y evalúa los conocimientos para una correcta operación de sus procesos.			1			50%	La organización cuenta con un registro de los conocimientos con los que debe contar cada trabajador, dependiendo de su puesto y actividad, pero no hay evidencia que estos conocimientos hayan sido evaluados.
7.1.6	Los conocimientos determinados se mantienen y ponen a disposición de las extensiones necesarias.		1				25%	Los conocimientos determinados sólo son informados al trabajador, a la hora de la selección de personal, pero estos no son evaluados y no hay evidencia de su control.
7.2	COMPETENCIA	1	1	1	0	1	44%	
7.2	Se ha determinado la competencia del personal que realiza trabajos que afectan la calidad del producto o servicio y el desempeño de la gestión de calidad.			1			50%	Se cuenta con una descripción de puestos documentada, más no actualizada.
7.2	Se cumple con la inducción del personal nuevo.					1	100%	Se realiza inducción al personal manteniendo registro del mismo.
7.2	Existe una metodología que permita identificar las necesidades de formación y tomar acciones para adquirir la competencia necesaria en el personal.	1					0%	No existe metodología para identificar necesidades de formación, ni un plan de formación para los trabajadores.

Fuente: "Propuesta de implementación de un modelo de gestión por procesos y calidad en la empresa O&C metals S.A.C." (Coaguila, 2017).

Num. ISO	REQUISITO	0%	25%	50%	75%	100%	% TOTAL	OBSERVACIONES
		ND	PD	D	PI	CI		
7.2	Se mantiene información documentada que evidencie la competencia del personal (educación, formación, habilidades y experiencia).		1				25%	No existe documentación para evidenciar la competencia del personal, simplemente se documenta
7.3	TOMA DE CONCIENCIA	1	0	0	0	0	0%	
7.3	Existe un programa de concientización en todos los niveles de la organización, para tomar conciencia sobre la política de calidad, objetivos, contribución en la eficacia del SGC e implicancias de no cumplir los requisitos del SGC.	1					0%	No existe programa de concientización.
7.4	COMUNICACIÓN	0	1	0	0	0	25%	
7.4	Se han establecido los procesos de comunicación interna y externa pertinentes al SGC.		1				25%	Existe una matriz de comunicación externa definido. Sin embargo internamente, el que, cuando, quien, como y a quien comunicar se da espontáneamente según las situaciones que se presenten en el día.
7.5	INFORMACIÓN DOCUMENTADA	5	0	0	0	2	29%	
7.5.1	La organización cuenta con la información documentada requerida por la Norma ISO 9001 (2015)					1	100%	La organización cuenta con procedimientos de trabajos y controles realizados y aprobados.
7.5.1	La organización ha determinado la información documentada necesaria para la eficacia del SGC.					1	100%	La organización ha determinado y desarrollado la documentación necesaria para realizar sus procesos.
7.5.2	La organización cuenta con una metodología para crear, identificar, revisar, aprobar y actualizar la información documentada.	1					0%	No existe metodología para la creación, identificación, revisión, aprobación y actualización de la información documentada.
7.5.3	La organización cuenta con un procedimiento documentado para asegurarse que la información documentada se encuentre disponible y adecuada para su uso, así como está protegida adecuadamente (uso inadecuado, pérdida de integridad, etc.)	1					0%	No cuenta con este procedimiento.
7.5.3	Se cuenta con un procedimiento documentado para asegurar la distribución, acceso, recuperación y uso de la información documentada.	1					0%	No cuenta con este procedimiento.
7.5.3	Se cuenta con un procedimiento documentado para asegurar el almacenamiento, preservación, control de cambios, conservación y disposición de la información documentada.	1					0%	No cuenta con este procedimiento.
7.5.3	Se cuenta con un procedimiento documentado para identificar y controlar la información documentada de origen externo que la organización considere como necesaria.	1					0%	No cuenta con este procedimiento.

Fuente: "Propuesta de implementación de un modelo de gestión por procesos y calidad en la empresa O&C metals S.A.C." (Coaguila, 2017).

		0%	25%	50%	75%	100%		
Num · ISO	REQUISITO	ND	PD	D	P I	CI	% TOTAL	OBSERVACIONES
CAPÍTULO 8: OPERACIÓN								4
								5
								%
8.1	PLANIFICACIÓN Y CONTROL OPERACIONAL	1	0	0	1	2	69%	
8.1	Se han determinado los requisitos para los productos y/o servicios					1	100%	Se tiene definidos los requisitos del cliente.
8.1	Se ha establecido los criterios para los procesos y para la aceptación de los productos y servicios.					1	100%	Se cuentan con criterios y la evidencia de su uso. Se mantiene la información documentada.
8.1	Se documenta y almacena la información sobre los procesos que se llevan a cabo y así demostrar conformidad de los productos y servicios con sus requisitos.				1		75%	El supervisor de producción lleva un registro sobre los procesos y productos, pero no se encuentra actualizado.
8.1	Se controlan los cambios planificados en los procesos y requisitos de productos y servicios.	1					0%	No hay ningún control para este requisito.
8.2	REQUISITOS PARA LOS PRODUCTOS Y SERVICIOS	3	0	4	0	0	29%	
8.2.1	Se han establecido procesos de comunicación con el cliente para atención de consultas, contratos, cambios, etc. relacionados con los productos y servicios.			1			50%	Se tiene una programación de reuniones de contrato con el cliente, en las que se habla sobre el proyecto
8.2.1	Se han establecido procesos de comunicación con el cliente en cuanto a la retroalimentación respecto a productos y servicios, incluyendo quejas.			1			50%	Se tiene una programación de reuniones de contrato con el cliente, en las que se habla sobre el proyecto
8.2.2	Los requisitos determinados para los productos y servicios toman en cuenta los requisitos legales y otros reglamentarios aplicables.			1			50%	Los requisitos que se han determinado tomando en cuenta requisitos legales y/o aplicables,, por parte del cliente, más no se tiene evidencia de su registro.
8.2.2	Los requisitos determinados para los productos y servicios toman en cuenta los requisitos considerados necesarios por la organización.			1			50%	La empresa y el cliente definieron inicialmente, a través de un alcance de trabajo y especificaciones técnicas todos los requisitos necesarios.
8.2.2 / 8.2.3	La organización cuenta con metodologías para evaluar su capacidad de cumplir con los requisitos, así como asegurarse de resolver diferencias antes de la firma o aceptación del contrato.	1					0%	No se cuenta con esta metodología.
8.2.3	Se mantiene información documentada que evidencie lo resultados de la revisión de requisitos y sobre cualquier requisito nuevo para los productos y servicios.	1					0%	No se mantiene información documentada.
8.2.4	La información documentada pertinente es modificada cuando algún requisito del producto o servicio es modificado.	1					0%	No se mantiene información documentada.

Fuente: "Propuesta de implementación de un modelo de gestión por procesos y calidad en la empresa O&C metals S.A.C." (Coaguila, 2017).

Num. ISO	REQUISITO	0%	25%	50%	75%	100%	% TOTAL	OBSERVACIONES
		ND	PD	D	PI	CI		
8.3	DISEÑO Y DESARROLLO DE LOS PRODUCTOS Y SERVICIOS	0	0	0	0	0	0%	REQUISITO NO APLICABLE
8.4	CONTROL DE LOS PROCESOS, PRODUCTOS Y SERVICIOS SUMINISTRADOS EXTERNAMENTE	2	1	1	1	0	30%	
8.4.1	La organización ha identificado cuáles son sus proveedores.		1				25%	Se trabaja con proveedores que se han ido identificando sobre las necesidades que se presentan en el proyecto.
8.4.1	La organización cuenta con una metodología e información documentada para evaluar, seleccionar, registrar y calificar periódicamente a sus proveedores externos.	1					0%	No se cuenta con esta metodología.
8.4.2	La organización mantiene un control a los procesos, productos o servicios suministrados externamente, para asegurar que se mantienen dentro del control del SGC y también define controles al proveedor y a las salidas resultantes.			1			50%	Se realiza una revisión a los procesos, productos o servicios suministrados externamente, a través de un inspección y fichas técnicas, pero no existe una metodología ni seguimiento.
8.4.3	Se cuenta con datos o información de la materia prima a comprar o servicios a prestarse externamente.				1		75%	Antes de comprar materia prima, se llena un formato con información detallada sobre el material. Pero no hay evidencia que su uso sea continuo.
8.4.3	Se comunica al proveedor externo sobre los requisitos para la aprobación del producto, procedimientos, procesos, equipos, competencia de las personas requeridas y los requisitos del SGC.	1					0%	Al proveedor externo sólo se le comunica el proceso, producto o servicio a suministrar.
8.5	PRODUCCIÓN Y PRESTACIÓN DEL SERVICIO	3	2	1	0	1	29%	
8.5.1	Se tiene una descripción completa de los procesos de realización del producto o prestación del servicio. (Características de producto o servicio, resultados a alcanzar, recursos, infraestructura, personal, liberación, entrega, etc.)			1			50%	Se cuenta con una descripción de los procesos para realizar el producto requerido o prestar el servicio, pero no se evidencia su uso.
8.5.1	Se tienen establecidos e implementados controles durante la producción o prestación del servicio para asegurar que se cumplirán los requisitos del producto.					1	100%	Se tienen definidos los controles de verificación de cumplimiento de requisitos y estos se encuentran documentados.
8.5.2	Se tiene una metodología que identifique la información de enlace y/o ruta para la trazabilidad del producto.	1					0%	No se cuenta con esta metodología.
8.5.3	Se tiene identificado que elementos suministra el cliente para la prestación del servicio y existe una metodología para el tratamiento de la propiedad suministrada por el cliente.		1				25%	No se cuenta con esta metodología, pero si existen especificaciones del cliente para la preservación del material suministrado.
8.5.4	Existe una metodología o documentos donde se establezcan las actividades para la preservación de las salidas durante la producción o prestación del servicio para mantener la conformidad con los requisitos.	1					0%	No se cuenta con esta metodología, ni con documentos donde se establezcan las actividades para la preservación del producto.
8.5.5	Se ha identificado el alcance de las actividades posteriores a la entrega.	1					0%	Solo se cuenta definida la garantía del producto y/o servicio brindado más no el alcance de las actividades a realizar posteriores a la entrega.

Fuente: "Propuesta de implementación de un modelo de gestión por procesos y calidad en la empresa O&C metals S.A.C." (Coaguila, 2017).

Num. ISO	REQUISITO	0% 25% 50% 75% 100%					% TOTAL	OBSERVACIONES
		ND	PD	D	PI	CI		
8.5.6	Se cuenta con una metodología e información documentada que asegure la revisión y control de cambios en la producción o prestación del producto o servicio.		1				25%	Se conserva información documentada sobre la revisión y control de los cambios, más no se cuenta con una metodología
8.6	LIBERACIÓN DE LOS PRODUCTOS Y SERVICIOS	0	0	0	0	2	100%	
8.6	La organización cuenta con disposiciones planificadas para verificar que se cumplen con los requisitos del producto y servicio, antes de ser liberados.					1	100%	Se realiza una revisión (visual) del producto final y posteriormente se aplica el registro de liberación.
8.6	Se mantiene información documentada sobre la liberación de los productos y servicios, que incluya evidencia de conformidad con criterios de aceptación y trazabilidad de las personas que autorizan la liberación.					1	100%	Se mantiene información documentada.
8.7	CONTROL DE LAS SALIDAS NO CONFORMES	0	1	0	0	1	63%	
8.7.1	La organización cuenta con un procedimiento para el control de productos o servicios no conformes.		1				25%	No se cuenta con un procedimiento específico, sin embargo se ha establecido con el cliente, un formato para trabajar la documentación de la corrección de la no conformidad.
8.7.2	Se mantiene información documentada sobre las no conformidades y acciones a tomar relacionadas con los productos o servicios.					1	100%	No se mantiene información documentada.
CAPÍTULO 9: EVALUACIÓN DE DESEMPEÑO								8%
9.1	SEGUIMIENTO, MEDICIÓN, ANÁLISIS Y EVALUACIÓN	4	0	0	0	0	0%	
9.1.1	La organización cuenta con una metodología y mantiene información documentada para evaluar el desempeño y eficacia del SGC.	1					0%	No se cuenta con esta metodología.
9.1.2	Se realiza seguimiento a la satisfacción del cliente.	1					0%	No se realiza seguimiento a la satisfacción del cliente.
9.1.3	Se realiza un análisis y evaluación de datos e información para evaluar la conformidad de los productos y servicios y el grado de satisfacción del cliente.	1					0%	No se realiza análisis y evaluación de datos e información.
9.1.3	Se realiza un análisis y evaluación de datos e información para evaluar el desempeño de los proveedores externos.	1					0%	No se realiza análisis y evaluación de datos e información.
9.2	AUDITORIA INTERNA	4	0	0	0	0	0%	
9.2.1	Existe un procedimiento para la realización de auditorías internas a intervalos planificados.	1					0%	No se cuenta con un procedimiento.

Fuente: "Propuesta de implementación de un modelo de gestión por procesos y calidad en la empresa O&C metals S.A.C." (Coaguila, 2017).

Num. ISO	REQUISITO	0%	25%	50%	75%	100%	% TOTAL	OBSERVACIONES
		ND	PD	D	PI	CI		
9.2.2	La organización cuenta con un programa de auditorías internas.	1					0%	No se cuenta con programa de auditorías internas.
9.2.2	La organización cuenta con un sistema o forma de evaluación y selección de auditores internos, así como criterios de auditoría.	1					0%	No se cuenta con este sistema de evaluación.
9.2.2	Se mantiene información documentada como evidencia del programa de auditoría y los resultados de auditoría.	1					0%	No se mantiene información documentada.
9.3	REVISIÓN POR LA DIRECCIÓN	0	1	0	0	0	25%	
9.3.1 / 9.3.2 / 9.3.3	Se ha realizado la revisión del SGC a intervalos planificados, considerando las entradas, los resultados y otras características del proceso de revisión por la dirección. Y se mantiene información documentada de dicha revisión.		1				25%	Se realizan reuniones solo para verificar avance y logro del proyecto, o tareas a realizar, más estas no son a intervalos planificados y no albergan otros temas. No se han establecido entradas, resultados y características del proceso de revisión por la dirección.
CAPÍTULO 10: MEJORA								1 3 %
10.1	GENERALIDADES	1	0	0	0	0	0%	
10.1	La organización determina y selecciona oportunidades de mejora e implementa acciones necesarias para cumplir con los requisitos del cliente y aumentar su satisfacción.	1					0%	La organización identifica oportunidades de mejora, pero no implementa acciones necesarias.
10.2	NO CONFORMIDAD Y ACCIÓN CORRECTIVA	1	0	0	1	0	38%	
10.2	La organización cuenta con un procedimiento para implementar y verificar la eficacia de las acciones correctivas.	1					0%	No se cuenta con este procedimiento.
10.2	Se mantiene información documentada sobre las no conformidades y cualquier acción posterior tomada, así como los resultados de las acciones correctivas.				1		75%	Se mantiene información documentada de las no conformidades, más no un registro de las acciones correctivas.
10.3	MEJORA CONTINUA	1	0	0	0	0	0%	
10.3	Existe mejora demostrable a través de los resultados del análisis y evaluación, salidas de revisión por la dirección, etc.	1					0%	No se puede demostrar la mejora que se ha logrado.

Fuente: "Propuesta de implementación de un modelo de gestión por procesos y calidad en la empresa O&C metals S.A.C." (Coaguila, 2017).

Anexo B. Plan de puntos de inspección

164

GESTIÓN DE LA CALIDAD				Formato: ANG-LE-QC-001	
EXTENSIÓN DEL PAD DE LIXIVIACIÓN DE LA FASE 7				Revisión	B
				Fecha	05/05/18
LISTA DE ENTREGABLES				Página	1 de 1
Ítem	ELEMENTO	LISTA DE ENTREGABLES	DESCRIPCIÓN	N° DE FORMATO	REFERENCIA
MOVIMIENTO DE TIERRAS					
1	Tuberías existentes	Liberación de: Fundación - Instalación tuberías solidas SDR 17 de aguas de no contacto	Tuberías existentes	ANG-F-NA-01	Plano 102322- 01-B-212
		Liberación de : Instalación de tuberías de aguas de no contacto SDR 17 de aguas no contacto	Tuberías existentes	ANG-F-T-02	Plano 102322- 01-B-212-205
2	Sistema subdrenaje	Liberación de: Excavación sistema de subdrenaje	Canal colector de aguas subterráneas	ANG-F-NA-01	Plano 102322-01-B-205
		Liberación de: Material cama de apoyo	Material cama de apoyo	ANG-F-NA-02	Plano 102322-01-B-212
		Liberación de: Instalación del sistema de subdrenaje	Instalación de tuberías, y colocación grava de drenaje	ANG-F-NA-03	Plano 102322-01-B-212
3	Relleno estructural	Liberación de: Fundación para relleno estructural	Aprobar Terreno competente estable	ANG-F-NA-04	Plano 102322- 01-B-204
		Liberación de: Relleno estructural (nivelación)	Capas controladas en espesor de .30 m	ANG-F-NA-05	Plano 102322- 01-B-207
		Liberación de: Nivelación de sub rasante con relleno estructural	Capas controladas en espesor no mayor a .30 m	ANG-F-NA-05	Plano 102322- 01-B-208
4	Zona Interlift	Liberación de: Aceptación nivelación - Zona interlif	Área para instalar geocompuesto	ANG-F-NA-07	Plano 102322- 01-B-208
5	Baja Permeabilidad	Liberación de: Rasante Material de baja permeabilidad	Capas controladas en espesor de .30 m	ANG-F-NA-06	Plano 102322- 01-B-208
6	Trinchera de anclaje	Liberación: De Trinchera de Anclaje	Trinchera de Anclaje	ANG-F-NA-08	Plano 102322- 01-B-214
		Liberación de: Aceptación Relleno en Trinchera de Anclaje	Trinchera de Anclaje	ANG-F-NA-05	Plano 102322- 01-B-214
7	Acceso perimetral	Liberación de: Fundación	Acceso perimetral	ANG-F-NA-01	Plano 102322- 01-B-305
		Liberación de: Nivelación sub rasante acceso perimetral	Acceso perimetral	ANG-F-NA-04	Plano 102322- 01-B-305
		Liberación de: Capa de rodadura acceso perimetral	Acceso perimetral	ANG-F-NA-09	Plano 102322- 01-B-305
GEOSINTETICOS					
8	Geosintéticos	Liberación de: Geocompuesto	Pad Zona empinada	ANG-F-G-03	Plano 102322- 01-B-214
		Liberación de:GCL	Pad Zona empinada	ANG-F-G-06	Plano 102322- 01-B-214
		Liberación de: Geomembrana LLDPE SST de 2.00 mm	Pad Zona de interlif	ANG-F-G-18	Plano 102322- 01-B-305
		Liberación de: Geomembrana HDPE SST de 2.00 mm	Pad Zona parte baja	ANG-F-G-18	Plano 102322- 01-B-214
SISTEMA DE COLECCIÓN DE SOLUCION					
9	Sobre revesti miento	Liberación de: Instalación de tuberías HDPE de pared doble perforada	Sistema de colección de solución	ANG-F-NA-10	Plano 102322- 01-B-209
		LiLiberación de: Colocación de material de sobre revesti miento	Sistema de colección de solución	ANG-F-NA-11	Plano 102322- 01-B-216

Fuente: Proyecto “Construcción de plataforma de lixiviación, fase 7-extensión” (2018).

GESTIÓN DE LA CALIDAD				Formato: ANG-LE-QC-001	
EXTENSIÓN DEL PAD DE LIXIVIACIÓN DE LA FASE 7				Revisión	B
				Fecha	05/05/18
LISTA DE ENTREGABLES				Página	1 de 1
Ítem	ELEMENTO	LISTA DE ENTREGABLES	DESCRIPCIÓN	N° DE FORMATO	REFERENCIA
CONCRETO					
10	Caja de monitoreo de sub drenaje	Liberación de: Fundación de caja de monitoreo de subdrenaje	Cimentación de caja de monitoreo de subdrenaje	ANG-F-NA-04	Plano 102322- 01-B-219-221
		Liberación de: Solado, encofrado, armadura del acero de ó ½" caja de monitoreo de subdrenaje	Concreto de 245 kg/ cm2	ANG-F-C-01 ANG-F-C-02	Plano 102322- 01-B-219-221
		Liberación de: Instalación de Geomembrana HDPE de 2 mm	Caja de monitoreo de subdrenaje	ANG-F-G-18	Plano 102322- 01-B-219
11	Tuberías de sistema de colección	Liberación de: Nivelación de terreno	Cama de tuberías dentro del pad		Plano 102322- 01-B-511,512,513 (alcance de obra)
		Liberación de: Instalación de tuberías	Tuberías instaladas dentro del Pad		Plano 102322- 01-B-511,512,513 (alcance de obra)

Fuente: Proyecto “Construcción de plataforma de lixiviación, fase 7-extensión” (2018).



GESTIÓN DE LA CALIDAD								Formato: ANG-LMC-QC-001
EXTENSIÓN DEL PAD DE LIXIVIACIÓN DE LA FASE 7								Revisión
								B
LISTA DE MATERIALES Y CONSUMIBLES								Fecha
								05/05/18
								Página
								1 de 1
Ítem	Descripción del Material	Marca - Nombre Comercial	Material permanente o Consumible	Especialidad	Proceso / Entregable	Requiere hoja técnica	Requiere Certificado de calidad fabricante	Requiere Certificado de AMYC?
1	Tuberías SDR 17	Tuberías HDPE Solidas	Material Permanente	Civil	Sistema de subdrenaje	No	Si	Si
2	Cama de apoyo	Cama de apoyo	Material Permanente	Civil	Sistema de subdrenaje	No	Si	Si
3	Material grava de drenaje	Material grava de drenaje	Material Permanente	Civil	Sistema de subdrenaje	No	Si	Si
4	Material de transición	Material filtro	Material Permanente	Civil	Sistema de subdrenaje	No	Si	Si
5	Tuberías de HDPE pared doble	Tuberías HDPE	Material Permanente	Civil	Sistema de subdrenaje	No	Si	Si
6	Material de relleno estructural	Relleno estructural	Material Permanente	Civil	Nivelación de pad	No	No	Si
7	Material de baja permeabilidad	Baja permeabilidad	Material Permanente	Civil	Rasante de Pad	No	No	Si
8	Material de Trinchera de Anclaje	Trinchera de anclaje	Material Permanente	Civil	Contorno de Pad	No	No	Si
9	Material capa de rodadura	capa de rodadura	Material Permanente	Civil	Acceso perimetral	No	No	Si
10	Geocompuesto	Geocompuesto	Material Permanente	Civil	Zona interlif (banquetas)	No	Si	Si
11	GCL	GCL	Material Permanente	Civil	Zona interlif (banquetas)	No	Si	Si
12	Geomembrana	LLDPE	Material Permanente	Civil	Zona interlif (banquetas)	No	Si	Si
13	Geomembrana	HDPE	Material Permanente	Civil	Zona parte baja	No	Si	Si
14	Tuberías	HDPE PD perforada	Material Permanente	Civil	Sistema de colección de solución	No	Si	Si
15	PL	Material de sobre revestimiento	Material Permanente	Civil	Sistema de colección de solución	No	No	Si
16	Solado de concreto	Concreto pobre	Material Permanente	Civil	Caja de monitoreo subdrenaje	No	Si	No
17	Concreto armado	Concreto 2145kg/cm2	Material Permanente	Civil	Caja de monitoreo subdrenaje	No	Si	Si
18	Curador	Antisol	Material Consumible	Civil	Caja de monitoreo subdrenaje	Si	Si	No
19	Acero corrugado ó ½"	Acero corrugado	Material Permanente	Civil	Caja de monitoreo subdrenaje	No	-	Si
20	Geomembrana	HDPE	Material Permanente	Civil	Caja de monitoreo subdrenaje	No	Si	Si

Fuente: Proyecto "Construcción de plataforma de lixiviación, fase 7-extensión" (2018).

GESTIÓN DE LA CALIDAD								Formato: ANG-PCM-QC-001	
EXTENSIÓN DEL PAD DE LIXIVIACIÓN DE LA FASE 7								Revisión	B
								Fecha	05/05/18
PLAN DE PUNTOS DE CONTROL A LOS MATERIALES								Página	1 de 1
Ítem	Material	Control	Frecuencia	Equipos / herramientas para muestreo	Encargado del muestreo	Lugar de Realización del Control	Equipos/herramientas para el control	Encargado del control	Formato
1	Tuberías SDR 17 aguas de no contacto	Dobles	Falta definir CQA	Motocierra	Tec. termofusión	In situ	La termofusora	Tec termofusión	ANG-2018-F-16
2	Tuberías SDR 17 Sistema de colección	Dobles	Falta definir CQA	Motocierra	Tec. termofusión	In situ	La termofusora	Tec termofusión	ANG-2018-F-17
		Prueba Hidraulica	Falta definir CQA	-	-	In situ	-	Supervisor CQC	-
3	Cama de apoyo	Análisis granulométrico	1/ material o 1/ 2500 m3	Palana, sacos	Tec.laboratorista	Laboratorio de obra	Tamices, balanzas, horno	Téc Laboratorista	ANG-FG-02
4	Grava de drenaje	Análisis granulométrico	1/1000 m3	Palana, sacos	Tec.laboratorista	Laboratorio de obra	Tamices, balanzas, horno	Téc Laboratorista	ANG-FG-02
		Permeabilidad	Falta definir CQA	Palana, sacos	Tec.laboratorista	Laboratorio tercero	Permeatro	Técnico tercero	Formato externo
		Ensayo de ABA	1 cada material	Palana, sacos	Tec.laboratorista	Laboratorio tercero	-	Técnico tercero	Formato externo
		Índice de Carga Puntual	1 cada material 1/1000 m3	Palana, sacos	Tec.laboratorista	Laboratorio tercero	Prensa	Técnico tercero	Formato externo
5	Material filtro	Análisis granulométrico	Falta definir CQA	Palana, sacos	Tec.laboratorista	Laboratorio de obra	Tamices, balanzas, horno	Téc Laboratorista	ANG-FG-02
		Índice de Carga Puntual	Falta definir CQA	Palana, sacos	Tec.laboratorista	Laboratorio tercero	Prensa	Técnico tercero	Formato Externo
6	Relleno estructural	Humedad Natural	1/ material o 1/3000 m3	Palana, sacos	Tec.laboratorista	Laboratorio tercero	Tamices, balanzas, horno	Téc Laboratorista	ANG-FG-01
		Análisis granulométrico	1/ material o 1/3000 m3	Palana sacos	Tec.laboratorista	Laboratorio de obra	Tamices, balanzas, horno	Téc Laboratorista	ANG-FG-02
		Limites de atterberg	1/ material o 1/3000 m3	Palana sacos	Tec.laboratorista	Laboratorio de obra	Equipo de atterberg	Téc Laboratorista	ANG-FG-03
		Proctor estándar		Palana sacos	Tec.laboratorista	Laboratorio de obra	Balanza, horno, balanza	Téc Laboratorista	ANG-FG-04
		Gravedad específica	1/ material o 1/3000 m3	Palana sacos	Tec.laboratorista	Laboratorio de obra	Canastilla, horno, balanza	Téc Laboratorista	ANG-FG-05
		Corrección por sobretamaño	1/ material o 1/3000 m4	Balde	Técnico laboratorista	Laboratorio de obra	-	Téc Laboratorista	ANG-FG-06
		Densidad Densímetro Nuclear	1/250 m3	-	-	En Pad / posa	Densímetro Nuclear	Supervisor CQC	ANG-2018-F-12
		Densidad Cono de Arena	1 por c/10 ensayos nucleares	Palana y bolsas	Técnico laboratorista	Laboratorio de obra	Equipo de cono de arena	Téc Laboratorista	ANG-2018-F-13
7	Material de baja permeabilidad	Humedad de Horno	1 por c/4 ensayos nucleares	Palana y bolsas	Técnico laboratorista	Laboratorio de obra	Balanzas, horno	Téc Laboratorista	ANG-FG-01
		Humedad Natural	1/ material o 1/1000 m3	Palana, sacos	Técnico laboratorista	Laboratorio de obra	Tamices, balanzas, horno	Téc Laboratorista	ANG-FG-01
		Análisis granulométrico	1/ material o 1/1000 m3	Palana, sacos	Técnico laboratorista	Laboratorio de obra	Tamices, balanzas, horno	Téc Laboratorista	ANG-FG-02
		Limites de atterberg	1/ material o 1/1000 m3	Palana, sacos	Técnico laboratorista	Laboratorio de obra	Equipo de atterberg	Téc Laboratorista	ANG-FG-03
		Proctor estándar	1/1000 m3	Palana, sacos	Técnico laboratorista	Laboratorio de obra	Balanza, horno, balanza	Téc Laboratorista	ANG-FG-04
		Gravedad específica y absorción	1/ material o 1/1000 m3	Palana, sacos	Técnico laboratorista	Laboratorio de obra	Canastilla, horno, balanza	Téc Laboratorista	ANG-FG-05
		Corrección por sobretamaño	1/ material o 1/3000 m4	Balde	Técnico laboratorista	Laboratorio de obra	-	Téc Laboratorista	ANG-FG-06

Fuente: Proyecto “Construcción de plataforma de lixiviación, fase 7-extensión” (2018).

GESTIÓN DE LA CALIDAD								Formato: ANG-PCM-QC-001	
EXTENSIÓN DEL PAD DE LIXIVIACIÓN DE LA FASE 7								Revisión	B
								Fecha	05/05/18
PLAN DE PUNTOS DE CONTROL A LOS MATERIALES								Página	1 de 1
Ítem	Material	Control	Frecuencia	Equipos / herramientas para muestreo	Encargado del muestreo	Lugar de Realización del Control	Equipos/herramientas para el control	Encargado del control	Formato
8	Material de baja permeabilidad	Densidad Densímetro Nuclear	1/150 m3	-	-	En Pad / posa	Densímetro Nuclear	Supervisor CQC	ANG-2018-F-12
		Densidad Cono de Arena	1 por c/10 ensayos nucleares	Equipo de cono de arena	Téc Laboratorista	Laboratorio de obra	Equipo de cono de arena	Téc Laboratorista	ANG-2018-F-13
		Humedad de Horno	1 ensayo por c/ 4 ensayos nucleares	Palana, bolsas	Téc Laboratorista	Laboratorio de obra	Balanza, horno	Téc Laboratorista / supervisor CQC	ANG-FG-01
9	Material de Trinchera de Anclaje	Humedad Natural	1/ material o 1/250 m	Palana, sacos	Téc Laboratorista	Laboratorio de obra	Tamices, balanzas, horno	Téc Laboratorista	ANG-FG-01
		Análisis granulométrico	1/ material o 1/250 m	Palana, sacos	Téc Laboratorista	Laboratorio de obra	Tamices, balanza, horno	Téc Laboratorista	ANG-FG-02
		Limites de atterberg	1/ material o 1/250 m	Palana, sacos	Téc Laboratorista	Laboratorio de obra	Equipo de atterberg	Téc Laboratorista	ANG-FG-03
		Proctor Estándar	1/ material o 1/250 m	Palana, sacos	Téc Laboratorista	Laboratorio de obra	Balanza, horno, balanza	Téc Laboratorista	ANG-FG-04
		Gravedad específica	1/ material o 1/250 m	Palana, sacos	Téc Laboratorista	Laboratorio de obra	Canastilla, horno, balanza	Téc Laboratorista	ANG-FG-05
		Corrección por sobretamaño	1/ material o 1/250 m	Balde	Téc Laboratorista	Laboratorio de obra	-	Téc Laboratorista	ANG-FG-06
		Densidad Densímetro Nuclear	1/100 m de Zanja	-	-	Trinchera	Densímetro Nuclear	Supervisor CQC	ANG-2018-F-12
		Densidad Cono de Arena	1 por c/10 ensayos nucleares	Equipo de cono de arena	Téc Laboratorista	Trinchera / laboratorio	Equipo de cono de arena	Téc Laboratorista	ANG-2018-F-13
		Humedad de Horno	1 por c/ 4 ensayos nucleares	Palana y bolsas	Téc Laboratorista	Trinchera	Balanzas, horno	Téc Laboratorista / supervisor CQC	ANG-FG-01
10	Material Capa de Rodadura	Humedad Natural	1/ material o 1/2500 m3	Palana, sacos	Téc Laboratorista	Laboratorio de obra	Balanza, horno	Téc Laboratorista	ANG-FG-01
		Análisis granulométrico	1/ material o 1/ 25000 m3	Palana, sacos	Téc Laboratorista	Laboratorio de obra	Tamices, balanzas, horno	Téc Laboratorista	ANG-FG-02
		Limites de atterberg	1/ material o 1/ 25000 m3	Palana, sacos	Téc Laboratorista	Laboratorio de obra	Equipo de atterberg	Téc Laboratorista	ANG-FG-03
		Proctor estándar	1/ material o 1/ 25000 m3	Palana, sacos	Téc Laboratorista	Laboratorio de obra	Balanza, horno, balanza	Téc Laboratorista	ANG-FG-04
		Gravedad específica	1/ material o 1/ 25000 m3	Balde	Téc Laboratorista	Laboratorio de obra	Canastilla, horno, balanza	Téc Laboratorista	ANG-FG-05
		Corrección por sobretamaño	1/ material o 1/2500 m3	-	Téc Laboratorista	Laboratorio de obra	-	Téc Laboratorista	ANG-FG-06
		Densidad Densímetro Nuclear	1/500 m lineales	-	-	Acceso perimetral	Densímetro Nuclear	Supervisor CQC	ANG-2018-F-12
		Densidad Cono de Arena	1 por c/10 ensayos nucleares	Equipo de cono de arena	Téc Laboratorista	Laboratorio de obra	Equipo de cono de arena	Téc Laboratorista	ANG-2018-F-13
		Humedad de Horno	1 por c/ 4 ensayos nucleares	Palana, bolsas	Téc Laboratorista	Laboratorio de obra	Balanzas, horno	Téc Laboratorista / supervisor CQC	ANG-FG-01

Fuente: Proyecto “Construcción de plataforma de lixiviación, fase 7-extensión” (2018).

GESTIÓN DE LA CALIDAD								Formato: ANG-PCM-QC-001	
EXTENSIÓN DEL PAD DE LIXIVIACIÓN DE LA FASE 7								Revisión	B
								Fecha	05/05/18
PLAN DE PUNTOS DE CONTROL A LOS MATERIALES								Página	1 de 1
Ítem	Material	Control	Frecuencia	Equipos / herramientas para muestreo	Encargado del muestreo	Lugar de Realización del Control	Equipos/ herramientas para el control	Encargado del control	Formato
11	Material de sobre revestimiento	Análisis granulométrico	No indica el Manual CQA	Palana, sacos	Téc Laboratorista	Laboratorio de obra	Tamices, balanzas, horno	Téc Laboratorista	ANG-FG-01
12	Agregado grueso y fino	Análisis granulométrico	1/200 m3	Palana, sacos	Laboratorio de tercero	Laboratorio de tercero	Tamices, balanzas, horno	Laboratorio tercero	Formato Externo
		Lavado de malla N° 200	1/200 m3	Palana, bugí, cucharón	Laboratorio tercero	Laboratorio de tercero	Malla 200, balanza	Laboratorio tercero	Formato Externo
13	Concreto pobre 100 kg/cm2	-	-	-	-	-	-	-	Formato Externo
14	Concreto armado 245 kg/cm2	Temperatura	Por cada 5 m3	Palana, bugí, cucharón	Téc laboratorista/ supervisor CQC	In situ	Termómetro	Téc laboratorista/ supervisor CQC	ANG-2018-F-C-02
		Slump	Por cada 5 m3	Palana, bugí, cucharón	Téc laboratorista/ supervisor CQC	In situ	Cono de abrams	Téc laboratorista/ supervisor CQC	
		Contenido de Aire	1/50 m3	Palana, bugí, cucharón	Téc laboratorista/ supervisor CQC	In situ	Olla de Washington	Téc laboratorista/ supervisor CQC	
		Toma de muestras en Cilindros	4 cilindros /100 m3 cada 2 días	Palana, bugí, cucharón y cilindros	Téc Laboratorista	In situ	Poza de curado	Téc Laboratorista	
		Probetas de concreto	4 cilindros /100 m3 cada 2 días	-	-	-	-	Laboratorio tercero	Formato Externo
15	Getextil	-	-	-	-	-	-	-	-
16	Piedra para Manposteria	Limpieza	Todo stock	-	-	In situ	-	Supervisor CQC	

Fuente: Proyecto "Construcción de plataforma de lixiviación, fase 7-extensión" (2018).

GESTIÓN DE LA CALIDAD							Formato: ANG-PPI-QC-001	
EXTENSIÓN DEL PAD DE LIXIVIACIÓN DE LA FASE 7							Revisión	B
							Fecha	05/05/18
PLAN DE PUNTOS DE INSPECCIÓN DE ENTREGABLES							Página	1 de 1
Disciplina	Entregable	Control	Frecuencia	Lugar de Realización del Muestreo	Lugar de Realización del Control	Equipos / herramientas para el control	Encargado del control	Formato
Movimiento de tierras	Liberación de: Fundación - Instalación tuberías	Topografico / secciones	Cada Elemento	-	Zanja de subdrenaje	Estación total / wincha	Topografo /Supervisor de CQC	ANG-F-NA-01
		Material competente	Cada Elemento	-	Zanja de subdrenaje	-	Supervisor CQC	
	Liberación de : Instalación de tuberías de aguas	Topografico	Cada Elemento	-	Zanja de subdrenaje	Estación total	Topografo /Supervisor de CQC	ANG-F-T-02
	Liberación de: Fundación - Excavación de dren	Topografico / limpieza	Cada Elemento	-	Zanja de subdrenaje	-	Topografo /Supervisor de CQC	ANG-F-NA-01
	Liberación de: Material cama de apoyo	Topografico	Cada Elemento	En cantera	Zanja de subdrenaje	Estación total	Topografo /Supervisor de CQC	ANG-F-NA-02
	Liberación de: Instalación del sistema de subdrenaje	Topografico	Cada Elemento	-	Zanja de subdrenaje	Estación total	Topografo /Supervisor de CQC	ANG-F-NA-03
		Grava de drenaje limpia/ espesor	Cada Elemento	-	Zanja de subdrenaje	-	Supervisor CQC	
		Verificación de tuberías, acoplas, precintos	Cada Elemento	-	Zanja de subdrenaje	-	Supervisor CQC	
	Liberación de: Fundación para relleno estructural	Topografico	Cada Elemento	-	Sobre terreno Fundación	Estación total	Topografo /Supervisor de CQC	ANG-F-NA-04
		Terreno competente	Cada Elemento	-	Sobre terreno Fundación	-	Supervisor CQC	
	Liberación de: Relleno estructural (nivelación)	Espesor de capa	Cada Elemento	-	Sobre Relleno	-	Supervisor CQC	
		Grado de compactación / humedad	Cada 250 m3	-	Sobre Relleno	Densímetro Nuclear	Supervisor CQC	
	Liberación de: Nivelación de sub rasante	Topografico	Cada Elemento	-	Sobre terreno de nivelación	Estación Total	Topografo /Supervisor de CQC	ANG-F-NA-12
		Espesor de capa	Cada Elemento	-	Sobre terreno de nivelación	-	Supervisor CQC	
		Pendiente	Cada Elemento	-				
		Segregación de material	Cada Elemento	-	Sobre terreno de nivelación	-	Supervisor CQC	
	Liberación de: Aceptación de fundación y nivelación - Zona interlif	Topografico	Cada Elemento	-	Sobre zona Interlif	Estación Total	Topografo /Supervisor de CQC	ANG-F-NA-07
		Material competente	Cada Elemento	-	Sobre zona Interlif	Wincha	Supervisor CQC	
		No protuberancias / hondonadas	Cada Elemento	-	Sobre zona Interlif	-	Supervisor CQC	
		limpieza	Cada 250 m3	-	Sobre zona Interlif	-	Supervisor CQC	
	Liberación de: Rasante Material de baja permeabilidad	Grado de compactación / humedad	Cada 150 m3	-	Sobre Rasante	Densímetro Nuclear	Supervisor CQC	ANG-F-NA-06
		Topografico	Cada Elemento	-	Sobre Rasante	Wincha	Supervisor CQC	
		Espesor de capa	Cada Elemento	-	Sobre Rasante	-	Supervisor CQC	
		Segregación de material	Cada Elemento	-	Sobre Rasante	-	Supervisor CQC	
		No acolchonamientos	Cada Elemento	-	Sobre Rasante	-	Supervisor CQC	
	Liberación: De Trinchera de Anclaje	Topografía	Cada Elemento	-	Trinchera de Anclaje	Estación total	Topógrafo	ANG-F-NA-08
		Limpieza	Cada Elemento	-	Trinchera de Anclaje	-	Supervisor CQC	
		Bordes de zanja redondeado	Cada Elemento	-	Trinchera de Anclaje		Supervisor CQC	
		Libre estanamientos de agua	Cada Elemento	-	Trinchera de Anclaje	-	Supervisor CQC	

Fuente: Proyecto “Construcción de plataforma de lixiviación, fase 7-extensión” (2018).

GESTIÓN DE LA CALIDAD								Formato: ANG-PPI-QC-001	
EXTENSIÓN DEL PAD DE LIXIVIACIÓN DE LA FASE 7								Revisión	B
								Fecha	05/05/18
PLAN DE PUNTOS DE INSPECCIÓN DE ENTREGABLES								Página	1 de 1
Disciplina	Entregable	Control	Frecuencia	Lugar de Realización del Muestreo	Lugar de Realización del Control	Equipos / herramientas para el control	Encargado del control	Formato	
Movimiento de tierras	Liberación de: Nivelación sub rasante acceso perimetral	Terreno competente	Cada Elemento	-	Sobre sub rasante	-	Supervisor CQC	ANG-F-NA-04	
		Libre protuberancias/ hondonadas	Cada Elemento	-	Sobre sub rasante	-	Supervisor de CQC		
	Liberación de: Capa de Rodadura acceso perimetral	Grado de compactación / humedad	1 / 500 m lineales de Acceso	-	Sobre rasante	Densimetro Nuclear	Supervisor CQC	ANG-F-NA-12	
		Topografico	Cada Elemento	-	Sobre rasante	Estación Total	Topografo	ANG-F-NA-09	
		Espesor de capa	Cada Elemento	-	Sobre rasante	Wincha	Supervisor CQC		
		Segregación de material	Cada Elemento	-	Sobre rasante	-	Supervisor CQC		
		Acolchonamientos	1 / 500 m lineales de Acceso	-	Sobre rasante	Densimetro Nuclear	Supervisor CQC		
	Geosintéticos	Liberación de: Geocompuesto	Topografía	Cada Elemento	-	Zona Interlif de pad	Estación Total	Topógrafo	ANG-F-G-03
Traslapes / Precintos			Cada Elemento	-	Zona Interlif de pad	-	Supervisor CQC		
Anclaje			Cada Elemento	-	Zona Interlif de pad	-	Supervisor CQC		
No arrugas			Cada Elemento	-	Zona Interlif de pad	-	Supervisor CQC		
Liberación de: GCL		Topografía	Cada Elemento	-	Zona Interlif de pad	Estación Total	Topógrafo	ANG-F-G-06	
		Traslapes / Bentonita	Cada Elemento	-	Zona Interlif de pad	-	Supervisor CQC		
		Anclaje	Cada Elemento	-	Zona Interlif de pad	-	Supervisor CQC		
		No arrugas	Cada Elemento	-	Zona Interlif de pad	-	Supervisor CQC		
Liberación de: Geomembrana LLDPE SST de 2.00 mm		Control de despliegue de paneles	Cada Elemento	-	Sobre La Geomembrana	-	Instalador QC/ asistente	ANG-F-G-18	
		Ensayo Prueba de aire	Todas las Uniones	-	Sobre La Geomembrana	Vacuometro	Instalador QC/ asistente	ANG-F-G-18	
		Ensayo de Spark TEST	Toda parche y Beads	-	Sobre La Geomembrana	Pistpla Electrica	Instalador QC/ asistente		
		Ensayo de Vacum Test	Toda parche y Beads	-	Sobre La Geomembrana	Manometro	Instalador QC/ asistente		
	Ensayo destructivo Shear – fusión/extrusión	Cada 150 m lineales de costura	Panel soldado	Sobre La Geomembrana	Tensiometro	Instalador QC/ asistente	ANG-F-G-18		
	Ensayo destructivo Peel – fusión/ extrusión	Cada 150 m lineales de costura	Panel soldado	Sobre La Geomembrana	Tensiometro	Instalador QC/ asistente			

Fuente: Proyecto “Construcción de plataforma de lixiviación, fase 7-extensión” (2018).

GESTIÓN DE LA CALIDAD							Formato: ANG-PPI-QC-001	
EXTENSIÓN DEL PAD DE LIXIVIACIÓN DE LA FASE 7							Revisión	B
PLAN DE PUNTOS DE INSPECCIÓN DE ENTREGABLES							Fecha	05/05/18
							Página	1 de 1
Disciplina	Entregable	Control	Frecuencia	Lugar de Realización del Muestreo	Lugar de Realización del Control	Equipos/herramientas para el control	Encargado del control	Formato
Geosintéticos	Liberación de: Geomembrana HDPE SST de 2.00 mm	Caminta de recorrido de Área/ integridad	Cada Elemento	-	Sobre La Geomembrana	-	Instalador QC	ANG-F-G-18
		Control de despliegue de paneles	Cada Elemento	-	Sobre La Geomembrana	-	Instalador QC/ asistente	
		Ensayo Prueba de aire	Todas las Uniones	-	Sobre La Geomembrana	Vacuometro	Instalador QC/ asistente	
		Ensayo de Spart TEST	Toda parche y Beads	-	Sobre La Geomembrana	Pistpla Electrica	Instalador QC/ asistente	
		Ensayo de Vacum Test (parches beads)	Toda parche y Beads	-	Sobre La Geomembrana	Manometro	Instalador QC/ asistente	
		Ensayo de Pik Test /Costuras	Toda union	-	Sobre La Geomembrana	Mango de Cuchara	Instalador QC/ asistente	
		Ensayo destructivo Shear -fusión	Cada 150 m lineales de costura	Panel soldado	Sobre La Geomembrana	Tensiometro	Instalador QC/ asistente	
		Ensayo destructivo Peel -fusión	Cada 150 m lineales de costura	Panel soldado	Sobre La Geomembrana	Tensiometro	Instalador QC/ asistente	
		Ensayo destructivo Shear - extrusión	Cada 150 m lineales de costura	Panel soldado	Sobre La Geomembrana	Tensiometro	Instalador QC/ asistente	
		Ensayo destructivo Peel - extrusión	Cada 150 m lineales de costura	Panel soldado	Sobre La Geomembrana	Tensiometro	Instalador QC/ asistente	
		Topográfico	Cada Elemento	-	Sobre La Geomembrana	Estación Total	Instalador QC/ asistente	
		Caminta de recorrido de Área/ integridad	Cada Elemento	-	Sobre La Geomembrana	-	Instalador QC/ asistente	
Sobre Revestimiento	Liberación de instalación de tuberías HDPE de pared doble perforada Estandar	Topográfico	Cada Elemento	-	Sobre La Geomembrana	Estación Total	Topógrafo	ANG-F-NA-10
		Acoplas, presintos, tapones	Cada Elemento	-	Sobre La Geomembrana	-	Instalador QC/ asistente	
		Integridad	Cada Elemento	-	Sobre La Geomembrana	-	Instalador QC/ asistente	
		Tubería HDPE de Pared Dolbe primera clase	Cada Elemento	-	Sobre La Geomembrana	-	Instalador QC/ asistente	
	Liberación de colocación de material de sobre revestimiento	Topográfico	Cada Elemento	-	Sobre el Revestimiento	-	Topógrafo	ANG-F-NA-11
		Uniformidad de capa	Cada Elemento	-	Sobre el Revestimiento	-	Instalador QC/ asistente	
		Espesor de capa (verificación de calicatas)	Cada Elemento	-	Sobre el Revestimiento	-	Instalador QC/ asistente	
Caja de Monitoreo de subdrenaje	Liberación de: Fundación de caja de monitoreo de sudrenaje	Topográfico	Cada Elemento	-	Sobre La Geomembrana	Estación Total	Topógrafo	ANG-F-NA-04
		Cimentación competente	Cada Elemento	-	Sobre Fundación	-	Supervisor CQC	
		limpieza	Cada Elemento	-	Sobre Fundación	-	Supervisor CQC	
	Liberación de: Solado, encofrado, armadura del acero de ó ½" caja de monitoreo de subdrenaje	Topográfico	Cada Elemento	-	Sobre el solado	Estación Total	Topógrafo	ANG-F-C-01 /ANG- F-C-02/ANG-F-C-03
		limpieza	Cada Elemento	-	Sobre el solado	-	Supervisor CQC	
		Nivel de solado	Cada Elemento	-	Sobre el solado	-	Supervisor CQC	
		Limpieza de encofrado, acero	Cada Elemento	-	Sobre el solado	-	Supervisor CQC	
		Alineamiento de encofrado, acero	Cada Elemento	-	Sobre el solado	-	Supervisor CQC	

Fuente: Proyecto “Construcción de plataforma de lixiviación, fase 7-extensión” (2018).

GESTIÓN DE LA CALIDAD							Formato: ANG-PPI-QC-001	
EXTENSIÓN DEL PAD DE LIXIVIACIÓN DE LA FASE 7							Revisión	B
PLAN DE PUNTOS DE INSPECCIÓN DE ENTREGABLES							Fecha	05/05/18
PLAN DE PUNTOS DE INSPECCIÓN DE ENTREGABLES							Página	1 de 1
Disciplina	Entregable	Control	Frecuencia	Lugar de Realización del Muestreo	Lugar de Realización del Control	Equipos / herramientas para el control	Encargado del control	Formato
Sub drenaje	Liberación de: Instalación de Geomembrana HDPE de 2 mm	Ensayo de Vacum Test (parches beads)	Cada Elemento	-	Sobre La Geomembrana	Vacuometro	Instalador QC	ANG-F-G-18
		Caminta de recorrido de Área/ integridad	Cada Elemento	-	Sobre La Geomembrana	-	Instalador QC	
		Topografía	Cada Elemento	-	Sobre La Geomembrana	Estación Total	Topógrafo	

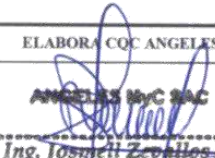
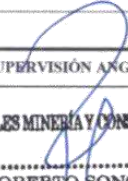
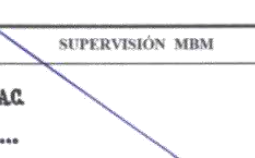
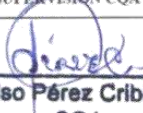
Fuente: Proyecto “Construcción de plataforma de lixiviación, fase 7-extensión” (2018).



GESTIÓN DE LA CALIDAD							Formato: ANG-PPI-QC-001	
EXTENSIÓN DEL PAD DE LIXIVIACIÓN DE LA FASE 7							Revisión	B
							Fecha	05/05/2018
							Página	1 de 1
LISTA DE EQUIPOS DE SEGUIMIENTO Y MEDICIÓN								
Ítem	Descripción	Control	Marca	Certificado de Calibración / Verificación	Fecha de calibración / verificación	Entidad calibradora / verificadora	Vigencia del Certificado	Fecha de caducidad del certificado
1	Estación Total	Levantamiento Topográficos		Ok	-		1 año	-
4	Tamices	Gradación de material	Stanley	Ok	-		-	-
5	Balanza	Pesos	Ohaus	Ok	-		6 meses	-
6	Horno,	Secado de muestras (Humedades)	Ohaus	Ok	-		6 meses	-
7	Equipo casa Grande	Plasticidad del suelo	Stanley	No requiere	-		1 año	-
8	Equipo proctor Estándar	Densidad Relativa	-	Ok	-		1 año	-
9	Canastilla	Gravedad específica del material sobretamaño	-	No requiere	-		1 año	-
10	Equipo Cono de arena	Grado de Compactación/ Humedad	-	Ok	-	Ángeles Minería & Construcción	3 meses	-
11	Densímetro Nuclear	Grado de Compactación / Humedad	Troxler	Ok	-		1 año	-
12	Anemómetro	Medición de la velocidad del viento para el despliegue de la geomembrana		Ok	-		1 año	-
13	Ténsiometro	Control de uniones de soldadura por extrusión y fusión Shear y Peel		Ok	-		1 Año	-
14	Vacuometro	Control de Fugas en la soldadura por Extrusión		Ok	-		1 Año	-
15	Spart Test	Control de Fugas en los parches, en zonas donde no se puede emplear el Vacuometro		Ok	-		1 Año	-
16	Manómetro	Control del conducto de uniones de soldadura por fusión		Ok	-		1 Año	-
17	Termómetro Digital	Para medir la Temperatura ambiente para soldar		Ok	-		1 Año	-
18	Vernier	Medir el espesor de la geomembrana		No Requiere	-		1 Año	-

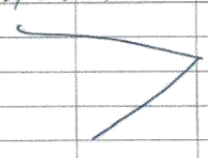
Fuente: Proyecto “Construcción de plataforma de lixiviación, fase 7-extensión” (2018).

Anexo C. Reportes de trabajos observados (RTO)

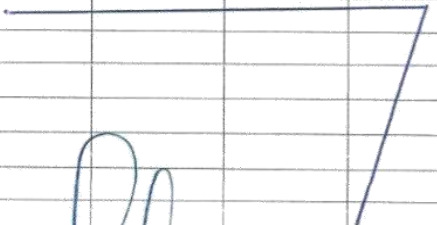
		CERRADO	
Título: REPORTE DE TRABAJOS OBSERVADOS RTO No. 009		Código de control Nro. ANG-F11	
Nro de revisión: 0	fecha de revisión: 05-may-18	página 1 de 1	
Obra CONSTRUCCIÓN DEL PAD DE LIXIVIACIÓN DE LA FASE 7 - EXTENSIÓN		Fecha : 02-09-2018	
ELABORADO POR : Maria del Carmen Pajeros Valera		Hora : 9:0 a.m.	
DESCRIPCIÓN : Daños a Geomembrana.			
ACTIVIDAD : MOV. DE TIERRAS GEOSINTÉTICOS TUBERIAS CONCRETO ☐ ☒ ☒ ☐		LOCALIZACIÓN: Sector Este y Central AREA:	
PROBLEMAS ENCONTRADOS La geomembrana colocada en la plataforma del PAD, ha sufrido daños por el arrastre de un equipo menor a lo largo del sector este y central, en un aproximado de 120 ml.			
RECOMENDACIONES Se recomienda evaluar los daños ocasionados y definir si se requiere reparación.			
ELABORA CQC ANGELES Maria Pajeros Valera  NOMBRE Y FIRMA	SUPERVISIÓN ANGELES  NOMBRE Y FIRMA	SUPERVISIÓN MBM  NOMBRE Y FIRMA	SUPERVISIÓN CQA  Celso Pérez Cribillero CQA AUSENCO PERU S.A.C. NOMBRE Y FIRMA
Se corrigió tomando las siguientes medidas : SE EVALUÓ LOS DAÑOS Y SE REALIZARON LAS REPARACIONES CORRESPONDIENTES			
ELABORA CQC ANGELES  Ing. Joselyn Zavallos A. LIDER CQC NOMBRE Y FIRMA	SUPERVISIÓN ANGELES  ANGELES MINERÍA Y CONSTRUCCIÓN S.A.C. ROBERTO SONO Y SONO ING. RESIDENTE NOMBRE Y FIRMA	SUPERVISIÓN MBM  NOMBRE Y FIRMA	SUPERVISIÓN CQA  Celso Pérez Cribillero CQA AUSENCO PERU S.A.C. NOMBRE Y FIRMA
FECHA	FECHA	FECHA	FECHA

Fuente: Proyecto "Construcción de plataforma de lixiviación, fase 7-extensión" (2018).

Anexo D. Formatos de movimiento de tierras

 ANGELLES MINERÍA Y CONSTRUCCIONES S.A.C.				CONTROL DE CALIDAD		
Título: NOTIFICACION DE ACEPTACION ACEPTACION No. AFSUB 006				Código de control Nro. ANG-F-NA-01		
Nro de revisión: 0		Fecha de revisión: 24-Abr-18		Página: 1 de		
Obra: CONSTRUCCIÓN DE PAD DE LIXIVIACION FASE 7 - EXTENSIÓN				Fecha: 09-04-2018		
Elaborado por: ELÍAS SALAZAR TIRODO						
Localización: SECTOR CENTRAL		Actividad: FUNDACIÓN DE SISTEMA DE SUBDRENAJE				
PLANO DE REFERENCIA N° 102322-01-B-205 REV. 0 PROG. 0+090-a-0+1/15						
La siguiente actividad está concluida y ejecutada conforme con las Especificaciones Técnicas y Planos :					OK	N/A
1.- El entregable ha sido verificado por Topografía de AMYC					✓	—
2.- Se ha efectuado el corte y eliminación de top soil.					✓	—
3.- El alineamiento es conforme a planos de diseño					✓	—
4.- Se ha efectuado el corte y eliminación de material inadecuado (peat).					✓	—
5.- Los afloramientos de agua han sido encausados a los respectivos subdrenes.					✓	—
6.- La pendiente cumple con el mínimo de 2%					✓	—
7.- La remoción de material flojo y preparación de una superficie nivel después de corte o voladura					✓	—
8.- Preparación y compactación de una superficie de fundación firme y estable					✓	—
9.- El área está debidamente inspeccionada y aprobada por CQC, y verificada por el Auditor CQA AUSENCO					✓	—
Clima: Despejado ☒ Soleado ☒ Nublado ☐						
Turno: Día ☒ Noche ☐						
Hora: 3:40 PM						
AREA META 79.179 M2						
PUNTO N E C						
1 8951644.404 214484.859 4169.145						
2 8951644.790 214484.112 4169.199						
3 8951636.984 214505.417 4168.708						
4 8951634.059 214503.234 4165.727						
						
NM PLANO ADJUNTO N° P-AFSUB 006						
SUPERVISOR CQC ANGELES MINERÍA Y CONSTRUCCIONES S.A.C. Elías Salazar NOMBRE Y FIRMA CQC		CONSTRUCCION Walter Miranda NOMBRE Y FIRMA		SUPERVISOR CQA Walter Miranda NOMBRE Y FIRMA		
FECHA 09-04-2018		FECHA 09-04-18		FECHA 10-04-18		
		REPRESENTANTE MBM Luis Estrada Jefe de Construcción Civil Minera Barrick Misquichilca S.A. NOMBRE Y FIRMA		FECHA 14-04-18		

Fuente: Proyecto "Construcción de plataforma de lixiviación, fase 7-extensión" (2018).

 ANGELES MINERÍA Y CONSTRUCCIONES S.A.C.				CONTROL DE CALIDAD			
Título: NOTIFICACIÓN DE ACEPTACIÓN ACEPTACIÓN No. <u>AISUB-005</u>				Código de control Nro. ANG-F-NA-03			
Nro de revisión: 0		Fecha de revisión: 24-Abr-18		Página 1 de			
Obra: CONSTRUCCIÓN DE PAD DE LIXIVIACION FASE 7 - EXTENSIÓN Fecha: <u>18-07-2018</u>							
Elaborado por: ELIAS SALAZAR TIRADO							
Localización: <u>PROG. 04100 @ 04130</u> Actividad: <u>INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE SUBDRENAJE</u>							
<u>Plano de Ref. N° 102322-01-B-209 KcVo, N° 102322-01-B-212 Rev.0</u>							
La siguiente actividad está concluida y ejecutada conforme con las Especificaciones Técnicas y Planos :					OK	N/A	
1.- El entregable ha sido verificado por topografía de AMYC.					✓	—	
2.- Se ha colocado material cama de apoyo.					✓	—	
3.- La Instalación de las tuberías es de primera clase pared doble.					✓	—	
4.- Se ha verificado las conexiones de las tuberías acoples split, y precintos					✓	—	
5.- Las tuberías no presentan abolladuras, deformaciones					✓	—	
6.- El espesor del material sobre las tuberías es conforme a planos de diseño					✓	—	
7.- Se ha inspeccionado la tubería de 100 mm con sus respectivos prescintos y tapones					✓	—	
8.- Se ha inspeccionado la tubería de 300 mm con sus respectivos prescintos y tapones					✓	—	
9.- La pendiente cumple con el mínimo de 2%					✓	—	
10.- La Grava para Drenaje cumple con la granulometría especificada.					✓	—	
11.- El área está debidamente inspeccionada y aprobada por CQC, y verificada por el Auditor CQA AUSENCO					✓	—	
Clima: Despejado ☒ ☐ ☐ ☐ ☐ Soleado ☐ ☒ ☐ ☐ ☐ Nublado ☐ ☐ ☐ ☐ ☐					Turno: Día ☒ ☐ ☐ ☐ ☐ Noche ☐ ☐ ☐ ☐ ☐	Hora: <u>11:30 A.M.</u>	
OBSERVACIONES: <u>Se libera únicamente de tubería</u> <u>Material de cama de apoyo es relleno estructural según documento</u> <u>ANG-C-FSK-001.</u>							
AREA: _____ M2				NM PLANO ADJUNTO N° P-AISUB005			
PUNTO	N	E	C				
1	8951642.38	214490.097	4169.402				
2	8951625.497	214513.458	4168.783				
				CROQUIS			
SUPERVISOR CQC ANGELES MINERÍA Y CONSTRUCCIONES S.A.C. <u>Elias Salazar</u> SUPERVISOR CQC NOMBRE Y FIRMA		CONSTRUCCIÓN <u>Rafael</u> NOMBRE Y FIRMA		SUPERVISIÓN CQA <u>Walter</u> SUPERVISOR CQA AUSENCO PERU S.A.C. NOMBRE Y FIRMA		REPRESENTANTE MBM <u>Dennis Izquierdo Garcia</u> Jefe de Construcción Minera Barrick Misquichilca S.A. NOMBRE Y FIRMA	
FECHA <u>18-07-2018</u>		FECHA <u>18-07-18</u>		FECHA <u>22-07-18</u>		FECHA <u>30/07/18</u>	

Fuente: Proyecto "Construcción de plataforma de lixiviación, fase 7-extensión" (2018).

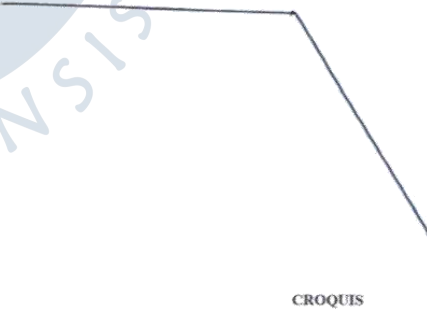
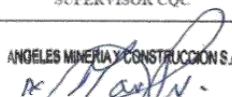
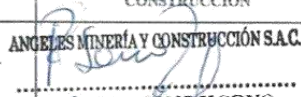
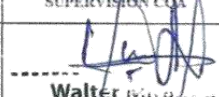
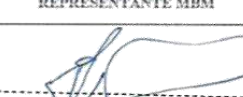
 ANGELES MINERÍA Y CONSTRUCCIÓN S.A.C.		CONTROL DE CALIDAD	
Título: NOTIFICACION DE ACEPTACION ACEPTACION No. ASUBR - 003		Código de control Nro. ANG-F-NA-05	
Nro de revisión: 0	Fecha de revisión: 25-abr-18	Página 1 de 1	
Obra: CONSTRUCCIÓN DE PAD DE LIXIVIACION FASE 7 - EXTENSIÓN		Fecha: 10-08-18	
Elaborado por: <i>Josmel Zuñillos A.</i>			
Localización: <i>Relevo de trinchera de Anclaje</i>		Actividad: SUB RASANTE-NIVELACIÓN - <i>Interlift</i>	
Borra lateral - Interlift			
La siguiente actividad está concluida y ejecutada conforme con las Especificaciones Técnicas y Planos :			
		OK	N/A
1.- El entregable ha sido verificado por topografía de AMYC		✓	-
2.- Esta superficie se constituye por la parte superior como relleno estructural/ Terreno natural.		✓	-
3.- Las pruebas de compactación forman parte de la aceptación de la capa superior de relleno estructural		-	✓
4.- La superficie está firme y estable.		✓	-
5.- El porcentaje de compactación mínimo es de 95% respecto de la máxima densidad seca lograda mediante ensayo ASTM D698.		-	✓
6.- El contenido de humedad está entre +2% y -2% respecto del óptimo contenido de humedad lograda mediante ensayo ASTM D698.		-	✓
7.- la superficie no presenta segregación		✓	-
8.- La pendiente cumple con los planos de diseño		✓	-
9.- Liberación de área con el medidor nuclear (ensayos N°).....		-	✓
10.- Antes de revestir con el material de baja permeabilidad, la superficie está apto para colocar dicho material.		-	✓
11.- El está debidamente inspeccionada y aprobada por CQC, y verificado por auditor CQA AUSENCO		✓	-
Clima : Despejado ☒ Soleado ☐ Nublado ☐		Turno: Día ☒ Noche ☐	Hora: 2:00 P.M
CLIMA: Despejado ☒ Soleado ☐ Nublado ☐		Turno: Día ☒ Noche ☐	
Hora: 2:00 P.M			
CLIMA: Despejado ☒ Soleado ☐ Nublado ☐		Turno: Día ☒ Noche ☐	
Hora: 2:00 P.M			
CLIMA: Despejado ☒ Soleado ☐ Nublado ☐		Turno: Día ☒ Noche ☐	
Hora: 2:00 P.M			
CLIMA: Despejado ☒ Soleado ☐ Nublado ☐		Turno: Día ☒ Noche ☐	
Hora: 2:00 P.M			
CLIMA: Despejado ☒ Soleado ☐ Nublado ☐		Turno: Día ☒ Noche ☐	
Hora: 2:00 P.M			
CLIMA: Despejado ☒ Soleado ☐ Nublado ☐		Turno: Día ☒ Noche ☐	
Hora: 2:00 P.M			
CLIMA: Despejado ☒ Soleado ☐ Nublado ☐		Turno: Día ☒ Noche ☐	
Hora: 2:00 P.M			
CLIMA: Despejado ☒ Soleado ☐ Nublado ☐		Turno: Día ☒ Noche ☐	
Hora: 2:00 P.M			
CLIMA: Despejado ☒ Soleado ☐ Nublado ☐		Turno: Día ☒ Noche ☐	
Hora: 2:00 P.M			
CLIMA: Despejado ☒ Soleado ☐ Nublado ☐		Turno: Día ☒ Noche ☐	
Hora: 2:00 P.M			
CLIMA: Despejado ☒ Soleado ☐ Nublado ☐		Turno: Día ☒ Noche ☐	
Hora: 2:00 P.M			
CLIMA: Despejado ☒ Soleado ☐ Nublado ☐		Turno: Día ☒ Noche ☐	
Hora: 2:00 P.M			
CLIMA: Despejado ☒ Soleado ☐ Nublado ☐		Turno: Día ☒ Noche ☐	
Hora: 2:00 P.M			
CLIMA: Despejado ☒ Soleado ☐ Nublado ☐		Turno: Día ☒ Noche ☐	
Hora: 2:00 P.M			
CLIMA: Despejado ☒ Soleado ☐ Nublado ☐		Turno: Día ☒ Noche ☐	
Hora: 2:00 P.M			
CLIMA: Despejado ☒ Soleado ☐ Nublado ☐		Turno: Día ☒ Noche ☐	
Hora: 2:00 P.M			
CLIMA: Despejado ☒ Soleado ☐ Nublado ☐		Turno: Día ☒ Noche ☐	
Hora: 2:00 P.M			
CLIMA: Despejado ☒ Soleado ☐ Nublado ☐		Turno: Día ☒ Noche ☐	
Hora: 2:00 P.M			
CLIMA: Despejado ☒ Soleado ☐ Nublado ☐		Turno: Día ☒ Noche ☐	
Hora: 2:00 P.M			
CLIMA: Despejado ☒ Soleado ☐ Nublado ☐		Turno: Día ☒ Noche ☐	
Hora: 2:00 P.M			
CLIMA: Despejado ☒ Soleado ☐ Nublado ☐		Turno: Día ☒ Noche ☐	
Hora: 2:00 P.M			
CLIMA: Despejado ☒ Soleado ☐ Nublado ☐		Turno: Día ☒ Noche ☐	
Hora: 2:00 P.M			
CLIMA: Despejado ☒ Soleado ☐ Nublado ☐		Turno: Día ☒ Noche ☐	
Hora: 2:00 P.M			
CLIMA: Despejado ☒ Soleado ☐ Nublado ☐		Turno: Día ☒ Noche ☐	
Hora: 2:00 P.M			
CLIMA: Despejado ☒ Soleado ☐ Nublado ☐		Turno: Día ☒ Noche ☐	
Hora: 2:00 P.M			
CLIMA: Despejado ☒ Soleado ☐ Nublado ☐		Turno: Día ☒ Noche ☐	
Hora: 2:00 P.M			
CLIMA: Despejado ☒ Soleado ☐ Nublado ☐		Turno: Día ☒ Noche ☐	
Hora: 2:00 P.M			
CLIMA: Despejado ☒ Soleado ☐ Nublado ☐		Turno: Día ☒ Noche ☐	
Hora: 2:00 P.M			
CLIMA: Despejado ☒ Soleado ☐ Nublado ☐		Turno: Día ☒ Noche ☐	
Hora: 2:00 P.M			
CLIMA: Despejado ☒ Soleado ☐ Nublado ☐		Turno: Día ☒ Noche ☐	
Hora: 2:00 P.M			
CLIMA: Despejado ☒ Soleado ☐ Nublado ☐		Turno: Día ☒ Noche ☐	
Hora: 2:00 P.M			
CLIMA: Despejado ☒ Soleado ☐ Nublado ☐		Turno: Día ☒ Noche ☐	
Hora: 2:00 P.M			
CLIMA: Despejado ☒ Soleado ☐ Nublado ☐		Turno: Día ☒ Noche ☐	
Hora: 2:00 P.M			
CLIMA: Despejado ☒ Soleado ☐ Nublado ☐		Turno: Día ☒ Noche ☐	
Hora: 2:00 P.M			
CLIMA: Despejado ☒ Soleado ☐ Nublado ☐		Turno: Día ☒ Noche ☐	
Hora: 2:00 P.M			
CLIMA: Despejado ☒ Soleado ☐ Nublado ☐		Turno: Día ☒ Noche ☐	
Hora: 2:00 P.M			
CLIMA: Despejado ☒ Soleado ☐ Nublado ☐		Turno: Día ☒ Noche ☐	
Hora: 2:00 P.M			
CLIMA: Despejado ☒ Soleado ☐ Nublado ☐		Turno: Día ☒ Noche ☐	
Hora: 2:00 P.M			
CLIMA: Despejado ☒ Soleado ☐ Nublado ☐		Turno: Día ☒ Noche ☐	
Hora: 2:00 P.M			
CLIMA: Despejado ☒ Soleado ☐ Nublado ☐		Turno: Día ☒ Noche ☐	
Hora: 2:00 P.M			
CLIMA: Despejado ☒ Soleado ☐ Nublado ☐		Turno: Día ☒ Noche ☐	
Hora: 2:00 P.M			
CLIMA: Despejado ☒ Soleado ☐ Nublado ☐		Turno: Día ☒ Noche ☐	
Hora: 2:00 P.M			
CLIMA: Despejado ☒ Soleado ☐ Nublado ☐		Turno: Día ☒ Noche ☐	
Hora: 2:00 P.M			
CLIMA: Despejado ☒ Soleado ☐ Nublado ☐		Turno: Día ☒ Noche ☐	
Hora: 2:00 P.M			
CLIMA: Despejado ☒ Soleado ☐ Nublado ☐		Turno: Día ☒ Noche ☐	
Hora: 2:00 P.M			
CLIMA: Despejado ☒ Soleado ☐ Nublado ☐		Turno: Día ☒ Noche ☐	
Hora: 2:00 P.M			
CLIMA: Despejado ☒ Soleado ☐ Nublado ☐		Turno: Día ☒ Noche ☐	
Hora: 2:00 P.M			
CLIMA: Despejado ☒ Soleado ☐ Nublado ☐		Turno: Día ☒ Noche ☐	
Hora: 2:00 P.M			
CLIMA: Despejado ☒ Soleado ☐ Nublado ☐		Turno: Día ☒ Noche ☐	
Hora: 2:00 P.M			
CLIMA: Despejado ☒ Soleado ☐ Nublado ☐		Turno: Día ☒ Noche ☐	
Hora: 2:00 P.M			
CLIMA: Despejado ☒ Soleado ☐ Nublado ☐		Turno: Día ☒ Noche ☐	
Hora: 2:00 P.M			
CLIMA: Despejado ☒ Soleado ☐ Nublado ☐		Turno: Día ☒ Noche ☐	
Hora: 2:00 P.M			
CLIMA: Despejado ☒ Soleado ☐ Nublado ☐		Turno: Día ☒ Noche ☐	
Hora: 2:00 P.M			
CLIMA: Despejado ☒ Soleado ☐ Nublado ☐		Turno: Día ☒ Noche ☐	
Hora: 2:00 P.M			
CLIMA: Despejado ☒ Soleado ☐ Nublado ☐		Turno: Día ☒ Noche ☐	
Hora: 2:00 P.M			
CLIMA: Despejado ☒ Soleado ☐ Nublado ☐		Turno: Día ☒ Noche ☐	
Hora: 2:00 P.M			
CLIMA: Despejado ☒ Soleado ☐ Nublado ☐		Turno: Día ☒ Noche ☐	
Hora: 2:00 P.M			
CLIMA: Despejado ☒ Soleado ☐ Nublado ☐		Turno: Día ☒ Noche ☐	
Hora: 2:00 P.M			
CLIMA: Despejado ☒ Soleado ☐ Nublado ☐		Turno: Día ☒ Noche ☐	
Hora: 2:00 P.M			
CLIMA: Despejado ☒ Soleado ☐ Nublado ☐		Turno: Día ☒ Noche ☐	
Hora: 2:00 P.M			
CLIMA: Despejado ☒ Soleado ☐ Nublado ☐		Turno: Día ☒ Noche ☐	
Hora: 2:00 P.M			
CLIMA: Despejado ☒ Soleado ☐ Nublado ☐		Turno: Día ☒ Noche ☐	
Hora: 2:00 P.M			
CLIMA: Despejado ☒ Soleado ☐ Nublado ☐		Turno: Día ☒ Noche ☐	
Hora: 2:00 P.M			
CLIMA: Despejado ☒ Soleado ☐ Nublado ☐		Turno: Día ☒ Noche ☐	
Hora: 2:00 P.M			
CLIMA: Despejado ☒ Soleado ☐ Nublado ☐		Turno: Día ☒ Noche ☐	
Hora: 2:00 P.M			
CLIMA: Despejado ☒ Soleado ☐ Nublado ☐		Turno: Día ☒ Noche ☐	
Hora: 2:00 P.M			
CLIMA: Despejado ☒ Soleado ☐ Nublado ☐		Turno: Día ☒ Noche ☐	
Hora: 2:00 P.M			
CLIMA: Despejado ☒ Soleado ☐ Nublado ☐		Turno: Día ☒ Noche ☐	
Hora: 2:00 P.M			
CLIMA: Despejado ☒ Soleado ☐ Nublado ☐		Turno: Día ☒ Noche ☐	
Hora: 2:00 P.M			
CLIMA: Despejado ☒ Soleado ☐ Nublado ☐		Turno: Día ☒ Noche ☐	
Hora: 2:00 P.M			
CLIMA: Despejado ☒ Soleado ☐ Nublado ☐		Turno: Día ☒ Noche ☐	
Hora: 2:00 P.M			
CLIMA: Despejado ☒ Soleado ☐ Nublado ☐		Turno: Día ☒ Noche ☐	
Hora: 2:00 P.M			
CLIMA: Despejado ☒ Soleado ☐ Nublado ☐		Turno: Día ☒ Noche ☐	
Hora: 2:00 P.M			
CLIMA: Despejado ☒ Soleado ☐ Nublado ☐		Turno: Día ☒ Noche ☐	
Hora: 2:00 P.M			
CLIMA: Despejado ☒ Soleado ☐ Nublado ☐		Turno: Día ☒ Noche ☐	
Hora: 2:00 P.M			
CLIMA: Despejado ☒ Soleado ☐ Nublado ☐		Turno: Día ☒ Noche ☐	
Hora: 2:00 P.M			
CLIMA: Despejado ☒ Soleado ☐ Nublado ☐		Turno: Día ☒ Noche ☐	
Hora: 2:00 P.M			
CLIMA: Despejado ☒ Soleado ☐ Nublado ☐		Turno: Día ☒ Noche ☐	
Hora: 2:00 P.M			
CLIMA: Despejado ☒ Soleado ☐ Nublado ☐		Turno: Día ☒ Noche ☐	
Hora: 2:00 P.M			
CLIMA: Despejado ☒ Soleado ☐ Nublado ☐		Turno: Día ☒ Noche ☐	
Hora: 2:00 P.M			
CLIMA: Despejado ☒ Soleado ☐ Nublado ☐		Turno: Día ☒ Noche ☐	
Hora: 2:00 P.M			
CLIMA: Despejado ☒ Soleado ☐ Nublado ☐		Turno: Día ☒ Noche ☐	
Hora: 2:00 P.M			
CLIMA: Despejado ☒ Soleado ☐ Nublado ☐		Turno: Día ☒ Noche ☐	
Hora: 2:00 P.M			
CLIMA: Despejado ☒ Soleado ☐ Nublado ☐		Turno: Día ☒ Noche ☐	
Hora: 2:00 P.M			
CLIMA: Despejado ☒ Soleado			

ANGELES MINERIA Y CONSTRUCCIONES S.A.C.		CONTROL DE CALIDAD	
Título: NOTIFICACION DE ACEPTACION		Código de control Nro. ANG-F-NA-06	
ACEPTACION No. ARBP - 004			
Nro de revisión: 0	Fecha de revisión: 24-abr-18	Página	1 de
Obra : CONSTRUCCIÓN DE PAD DE LIXIVIACION FASE 7 - EXTENSIÓN Fecha : 30-08-18			
Elaborado por : Maria del Carmen Pajares Valera			
Localización : Sector Central - Progresiva de		Actividad : RASANTE BAJA PERMEABILIDAD - PAD	
Acaso (Referencial) : 0+220 a 0+202			
Plano de Referencia : 102322-01-B-217 Rev. 0			
La siguiente actividad está concluida y ejecutada conforme con las Especificaciones Técnicas y Planos :			
	OK	N/A	
1.- El entregable ha sido verificado por topografía de AMYC	✓	-	
2.- El material cumple las especificaciones técnicas granulométricas	✓	-	
3.- El entregable no presenta puntos acolchonamientos	✓	-	
4.- El material tiene un índice de plasticidad mayor a 10.	✓	-	
5.- El porcentaje de compactación mínimo es de 95% respecto de la máxima densidad seca lograda mediante ensayo ASTM D698.	✓	-	
6.- El contenido de humedad está entre +2% y -2% respecto del óptimo contenido de humedad lograda mediante ensayo ASTM D698.	✓	-	
7.- No se aprecia en el área la presencia de partículas mayores a 3"	✓	-	
8.- El área esta debidamente delimitada mediante estacas, chutas, o una línea con yeso	✓	-	
9.- No existe presencia de partículas de grava sueltas y/o angulosas en la superficie que puedan dañar la geomembrana.	✓	-	
10.- La superficie no muestra resquebrajaduras, las condiciones de humedad son uniformes.	✓	-	
11.- La pendiente es uniforme.	✓	-	
12.- El espesor mínimo de la capa tiene 300 mm después de su compactación y ha sido verificado mediante calicatas.	✓	-	
13.- Liberación de área con el medidor nuclear (en sayos N°) RCE=0.04 (98% de compactación)	✓	-	
14.- El área está debidamente inspeccionada y aprobada por CQC, y verificada por el Auditor CQA AUSENCO	✓	-	
Clima : Despejado ☐ Soleado ☒ Nublado ☐ Turno : Día ☒ Noche ☐ Hora : 3 : 20 pm			
AREA	Neta	193.01	M2
PUNTO	N	E	C
1	8951638.665	214500.99	4170.319
2	8951649.374	214504.115	4170.296
3	8951658.524	214479.657	4171.170
4	8951651.710	214476.368	4171.154
NM PLANO ADJUNTO N° P-AROP-004 Nota: la altura de la capa de material de baja permeabilidad, también fue verificada mediante 03 calicatas.			
INSPECTOR CQC		SUPERVISIÓN CQA	
Maria Pajares Valera NOMBRE Y FIRMA		Hugo Teobaldo Novoa Reina Ingeniero Residente CQA NOMBRE Y FIRMA	
FECHA 30-08-18		FECHA 30/8/18	
CONSTRUCCION		REPRESENTANTE MBM	
ANGELES MINERIA Y CONSTRUCCION S.A.C. ROBERTO SANO Y SANCHEZ ING. RESIDENTE NOMBRE Y FIRMA		Dennis Izquierdo García Jefe de Construcción Minera Barrick-Misquichilca S.A. Mtna Pierina	
FECHA 30/8/18		FECHA	

Fuente: Proyecto "Construcción de plataforma de lixiviación, fase 7-extensión" (2018).

ANGELLES MINERIA Y CONSTRUCCIONES S.A.C.				CONTROL DE CALIDAD		
Título: NOTIFICACION DE ACEPTACION ACEPTACION No. AF - 002				Código de control Nro. ANG-F-NA-04		
Nro de revisión: 0		Fecha de revisión: 25-Abr-18		Página: 1 de		
Obra : CONSTRUCCIÓN DE PAD DE LIXIVIACION FASE 7 - EXTENSIÓN Fecha : 18-08-2018						
Elaborado por : María del Carmen Pajares Valera						
Localización : Sector Oeste - Fundación entre Actividad : FUNDACION Poza de Distribución existente y Caja de Colección Fase VII						
plano de Referencia: 102322-01-B-206 Rev.0						
La siguiente actividad está concluida y ejecutada conforme con las Especificaciones Técnicas y Planos :					OK	N/A
1.- Se ha levantado topográficamente el entregable por AMYC					✓	-
2.- Se ha efectuado el corte y eliminación de top soil.					-	✓
3.- Se ha efectuado el corte y eliminación de material inadecuado.					-	✓
4.- Los afloramientos de agua han sido encausados a los respectivos subdrenes.					-	✓
5.- La remoción de material flojo y preparación de una superficie nivel después de corte o voladura					-	✓
6.- Preparación y compactación de una superficie de fundación firme y estable.					-	✓
7.- El área está debidamente inspeccionada y aprobada por CQC, y verificada por el Auditor CQA AUSENCO					✓	-
Clima : Despejado ☐ Soleado ☒ Nublado ☐ Turno: Día ☒ Noche ☐ Hora: 10:00 a.m						
AREA Neta 115.37 M2				NM PLANO ADJUNTO N° P-AF002		
PUNTO	N	E	C			
1	8951690.55	214439.10	4171.53			
2	8951697.88	214444.08	4171.43			
3	8951704.61	214431.45	4171.72			
4	8951699.74	214427.74	4171.66			
CROQUIS						
INSPECTOR CQC María Pajares Valera NOMBRE Y FIRMA		CONSTRUCCION CESAR MARIN NOMBRE Y FIRMA		SUPERVISIÓN CQA Walter Miranda SUPERVISOR CQA AUSENCO PERU S.A.C. NOMBRE Y FIRMA		
FECHA 18-08-2018		FECHA 18/8/18		FECHA 18-08-18		
REPRESENTANTE MBM Dennis Izquierdo García Jefe de Construcción Minera Barrick Misquichilca S.A. NOMBRE Y FIRMA						
FECHA 18-08-18						

Fuente: Proyecto “Construcción de plataforma de lixiviación, fase 7-extensión” (2018).

		CONTROL DE CALIDAD																																			
Título: NOTIFICACION DE ACEPTACION ACEPTACION No. AN - 006		Código de control Nro. ANG-F-NA-07																																			
Nro de revisión: 0		Fecha de revisión: 24-Abr-18																																			
		Página: 1 de																																			
Obra : CONSTRUCCIÓN DE PAD DE LIXIVIACION FASE 7 - EXTENSIÓN		Fecha : 26-06-2018																																			
Elaborado por : <u>Elias Salazar Tuvada</u>																																					
Localización : <u>Banquita 2,3 y Talud Banquita 3</u>		Actividad : NIVELACION INTERLIE																																			
Plano Referencial N° 102322-01-B-208-Rev. 0																																					
La siguiente actividad está concluida y ejecutada conforme con las Especificaciones Técnicas y Planos :			OK																																		
			N/A																																		
1.- El entregable ha sido verificado por topografía de AMYC			✓																																		
2.- El perfilado de la superficie es conforme a planos de diseño			✓																																		
3.- La superficie no presenta protuberancias que pueden dañar a los geosintéticos.			✓																																		
4.- La superficie es firme, compacta, las irregularidades han sido cubiertas con material adecuado			✓																																		
5.- El área esta debidamente delimitada mediante estacas, chutas, o una línea con yeso.			✓																																		
6.- El área está debidamente inspeccionada y aprobada por CQC, y verificado por el Auditor CQA AUSENCO			✓																																		
Clima: Despejado ☒ Turno: Día ☒ Hora: 11:40 AM			✓																																		
Soleado ☒ Noche ☐			✓																																		
Nublado ☐			✓																																		
<table border="1"> <thead> <tr> <th>AREA</th> <th>Neta</th> <th>M2</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td>A : 1268.58</td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <table border="1"> <thead> <tr> <th>PUNTO</th> <th>N</th> <th>E</th> <th>C</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>8951616.55</td> <td>214636.09</td> <td>4193.58</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>8951601.26</td> <td>214620.88</td> <td>4179.85</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>8951597.068</td> <td>214615.450</td> <td>4179.04</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>8951625.792</td> <td>214584.53</td> <td>4179.73</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>8951631.460</td> <td>214589.17</td> <td>4186.52</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>8951647.88</td> <td>214603.74</td> <td>4194.54</td> </tr> </tbody> </table>				AREA	Neta	M2		A : 1268.58		PUNTO	N	E	C	1	8951616.55	214636.09	4193.58	2	8951601.26	214620.88	4179.85	3	8951597.068	214615.450	4179.04	4	8951625.792	214584.53	4179.73	5	8951631.460	214589.17	4186.52	6	8951647.88	214603.74	4194.54
AREA	Neta	M2																																			
	A : 1268.58																																				
PUNTO	N	E	C																																		
1	8951616.55	214636.09	4193.58																																		
2	8951601.26	214620.88	4179.85																																		
3	8951597.068	214615.450	4179.04																																		
4	8951625.792	214584.53	4179.73																																		
5	8951631.460	214589.17	4186.52																																		
6	8951647.88	214603.74	4194.54																																		
NM  PLANO ADJUNTO N° P-AN 006 																																					
SUPERVISOR CQC  Elias Salazar SUPERVISOR CQC		CONSTRUCCION  ROBERTO SOTO Y SOTO INGENIERO RESIDENTE NOMBRE Y FIRMA																																			
SUPERVISOR CQA  Walter SUPERVISOR CQA AUSENCO PERU S.A.C. NOMBRE Y FIRMA		REPRESENTANTE MBM  Dennis Izquierdo García Jefe de Construcción Minera Barrick Mispichilca S.A. NOMBRE Y FIRMA																																			
FECHA 20-06-2018		FECHA 26/06/18																																			
		FECHA 26/06/18																																			

Fuente: Proyecto “Construcción de plataforma de lixiviación, fase 7-extensión” (2018).

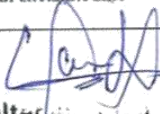
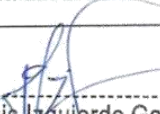
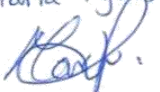
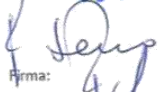
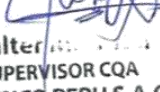
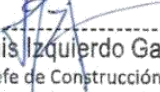
		CONTROL DE CALIDAD	
Título: NOTIFICACION DE ACEPTACION ACEPTACION No. ASRE - 001		Código de control Nro. ANG-F-NA-16	
Nro de revisión:	0	fecha de revisión:	24-abr-18
		página	1 de 1

Obra :	CONSTRUCCION DE PAD DE LIXIVIACION FASE 7- EXTENSION		
Elaborado por :	Josmell Zavalllos	FECHA:	14.10.18
Localización :	Banqueta 2.	Actividad :	MATERIAL DE SOBREREVESTIMIENTO - INTERLIFT

La siguiente actividad está concluida y ejecutada conforme con las Especificaciones Técnicas y Planos :				OK	N/A
1.- El entregable ha sido verificado por topografía de AMYC				✓	—
2.- El material cumple las especificaciones técnicas granulométricas y permeabilidad.				✓	—
3.- La colocación y extendido del material se ha realizado conforme a procedimientos y panel test aprobados				✓	—
4.- El material del agregado para drenaje del sistema de colección esta aprobada.				✓	—
5.- Se ha verificado que antes de la colocación del material de sobrepavimentación la geomembrana este aprobada.				✓	—
6.- El material se encuentra uniforme y sin compactar.				✓	—
7.- El área está debidamente inspeccionada y aprobada por CQC, y verificada por el Auditor CQA AUSENCO				✓	—
OBSERVACIONES:					
Clima: Despejado ☒ Soleado ☐ Nublado ☐ Turno: Día ☒ Noche ☐ Hora: 10:40am					
AREA	Neta	823.97	M2	NM PLANO ADJUNTO N° P-ASRE-001	
PUNTO	N	E	C		
1	8951647.396	214495.000	4182.853		
2	8951683.827	214490.461	4180.430		
3	8951637.432	214540.260	4180.150		
4	8951661.785	214343.845	4180.439		
				CROQUIS	
SUPERVISOR CQC ANGELES MINERÍA Y CONSTRUCCIONES S.A.C. Ing. Josmell Zavalllos A. NOMBRE Y FIRMA FECHA 14.10.18		CONSTRUCCION ANGELES MINERÍA Y CONSTRUCCIONES S.A.C. ROBERTO SONO Y SONO ING. RESIDENTE NOMBRE Y FIRMA FECHA 14.10.18		SUPERVISIÓN CQA Celso Pérez Cribillero CQA AUSENCO PERU S.A.C. NOMBRE Y FIRMA FECHA 17-10-18	
				REPRESENTANTE MBM Dennis Izquierdo García Jefe de Construcción Minera Barrick Misquichilca S. NOMBRE Y FIRMA FECHA 17-10-18	

Fuente: Proyecto "Construcción de plataforma de lixiviación, fase 7-extensión" (2018).

Anexo E. Formatos de concreto

		FORMATO DE CONTROL DE CALIDAD		Código de control Nro.	ANG-F-C-01
		INSPECCIÓN DEL ENCOFRADO / ACERO DE REFUREZO		Revisión	0
				Fecha:	05/05/2018
NOMBRE PROYECTO:	Construcción PAD de Lixiviación Fase 7 - Extensión		REGISTRO N°	IENAC - 001	
AREA:	Proyectos		FECHA:	25-07-2018	
ESTRUCTURA	Caja de Monitoreo de Subdrenaje		CONTRATISTA:	AMyC	
PLANOS:	102322-01-B-218 Rev 0, 102322-01-B-221 Rev 0		HOJA:	1	DE 1
SE ADJUNTA PLANO DE REFERENCIA					
SOLADO					
PUNTOS DE CONTROL	VERIFICACIÓN				COMENTARIOS
	C	NC	NA	R	
SUPERFICIE DE SOLADO SE ENCUENTRA LIMPIO	✓	—	—	—	
NIVEL DE PISO TERMINADO ES CONFORME A LINEAS DE DISEÑO	✓	—	—	—	
VERIFICACIÓN DEL ACERO DE REFUERZO					
LIMPIEZA (Corrosión, concreto, grasa)	✓	—	—	—	Ø 1/2"
LONGITUD DE TRASLAP (mm)	✓	—	—	—	640
CORRECTA UBICACIÓN DE TRASLAPES	✓	—	—	—	
ESPACIAMIENTO ENTRE BARRAS (mm)	✓	—	—	—	200
ESPACIAMIENTO DE ESTIBOS (mm)	—	—	✓	—	No se vaciaron pedestales
SOPORTES PARA RECUBRIMIENTO CONTRA BASE (mm)	✓	—	—	—	70
SOPORTE PARA RECUBRIMIENTOS LATERAL (mm)	✓	—	—	—	40
VERTICALIDAD (PLOMADA)	✓	—	—	—	
HORIZONTALIDAD (NIVEL)	✓	—	—	—	
INSPECCIÓN DE PASAMUROS	✓	—	—	—	
INSPECCIÓN DE PERNOS EMBEBIDOS	—	—	✓	—	
ALINEAMIENTO Y UBICACIÓN DE TUBERIAS	✓	—	—	—	
ALINEAMIENTO DEL EJE DE WATER STOP	—	—	✓	—	
ASEGURAMIENTO DE WATER STOCK	—	—	✓	—	
VERIFICACIÓN DEL ENCOFRADO					
LIMPIEZA DE FORMAS DE ENCOFRADO	✓	—	—	—	
VERIFICACIÓN DE ALTURAS DE ENCOFRADO	✓	—	—	—	
APLICACIÓN DE DESMOLDANTE (especifique)	✓	—	—	—	Chemalac
ASEGURAMIENTO DE SOLERAS	✓	—	—	—	
APUNTALAMIENTO Y FIJACIÓN	✓	—	—	—	
ALINEAMIENTO VERTICAL	✓	—	—	—	
ALINEAMIENTO HORIZONTAL	✓	—	—	—	
NIVEL DE VACIADO	✓	—	—	—	
FECHA DE DESENCOFRADO	✓	—	—	—	27-07-2018
INSPECCIÓN DE POLILOCK	✓	—	—	—	
INSPECCIÓN DE PLANCHA DE CAUCHO	—	—	✓	—	
COMENTARIOS / OBSERVACIONES: C = CONFORME, NC = NO CONFORME, NA = NO APLICA, R = CORREGIDO/REPARADO					
<i>Inspección para vaciado de losa</i>					
SUPERVISOR CQC	CONSTRUCCIÓN	SUPERVISIÓN CQA	REPRESENTANTE DE MRM		
Nombre: Maria Pajano	Nombre: Roberto Soto	Nombre: 	Nombre: 		
Firma: 	Firma: 	Firma: 	Firma: 		
Fecha: 25-07-2018	Fecha: 25/07/18	Fecha: 26-07-18	Fecha: 30/07/18		
		Walter SUPERVISOR CQA AUSENCO PERU S.A.C.	Dennis Izquierdo Garc Jefe de Construcción Minera Barrick Misquichile Mina Pierina		

Fuente: Proyecto "Construcción de plataforma de lixiviación, fase 7-extensión" (2018).

 ANGELES MINERIA Y CONSTRUCCIONES S.A.C.	FORMATO DE CONTROL DE CALIDAD			Código de control Nro.	ANG-F-C-05
	VERIFICACIÓN TOPOGRAFICA			Revisión	0
				Fecha:	06/07/2016

NOMBRE PROYECTO:	Construcción PAD de Librición Fase 7 - Extensión		REGISTRO N°:	VTOP - - 002	
AREA:	Proyector		FECHA:	25-07-2018	
ESTRUCTURA:	Caja de Monitoreo de Subdrenaje		CONTRATISTA:	AMyC	
PLANOS:	102322-01-B-218 Rev 0, 102322-01-B-219 R.0		HOJA:	DE	
ESQUEMA DE REFERENCIA:					

Verificación de Niveles y Coordenadas para Vaciado de Concreto

VERIFICACIÓN DE TOPOGRAFÍA							
INSTRUMENTO DE VERIFICACION		N° CERTIFICADO DE CALIBRACION		FECHA CALIBRACION		FECHA DE VENCIMIENTO	
Estación Total		018-00142 EST		20-05-2018		20-11-2018	

UBICACIÓN EN ESQUEMA PLANO	COTA Y COORDENADA NOMINAL			COTA Y COORDENADA REAL			DIFERENCIA ELEV. (m)	Resultados
	Este	Norte	Elev.	Este	Norte	Elev.		
1	214578.847	8951550.647	4167.600	214578.855	8951550.655	4167.600	0.0	C
2	214581.303	8951547.879	4167.600	214581.316	8951547.886	4167.600	0.0	C
3	214586.388	8951552.393	4167.600	214586.403	8951552.394	4167.600	0.0	C
4	214583.933	8951555.160	4167.600	214583.931	8951555.171	4167.600	0.0	C

Legenda del resultado: C: Conforme NC: No Conforme N/A: No Aplicable

N y A del Topógrafo AMYC : Georges Melles Firma: [Firma] Fecha: 25/07/18

N y A del Topógrafo DATCON: Victor Hugo Chica Camelo Firma: [Firma] Fecha: 26/07/18

OBSERVACIONES:

SUPERVISOR CQC	CONSTRUCCIÓN	SUPERVISIÓN CQA	REPRESENTANTE DE MBM
Nombre: <u>Maria Papay</u> Firma: <u>[Firma]</u> Fecha: <u>25-07-2018</u>	Nombre: <u>Roberto Jono</u> Firma: <u>[Firma]</u> Fecha: <u>25/07/18</u>	Nombre: <u>[Firma]</u> Walter Miranda Firma: <u>SUPERVISOR CQA</u> AUSENCO PERU S.A.C. Fecha: <u>26-07-18</u>	Nombre: <u>[Firma]</u> Dennis Izquierdo García Jefe de Construcción Firma: <u>Mina Barrick Misquichila S.A.</u> Mina Pierina Fecha: <u>30/07/18</u>

Fuente: Proyecto “Construcción de plataforma de lixiviación, fase 7-extensión” (2018).

[illegible]

Fuente: Proyectorio “Construcción de plataforma de lixiviación, fase 7-extensión” (2018).

	FORMATO - CONTROL DE CALIDAD		Código de control Nro.	ANG-F-C-02	
	TARJETA DE VACIADO DE CONCRETO		Revisión	0	
			Fecha:	05/05/2018	
NOMBRE DEL PROYECTO: Construcción PAD de Lixiviación Fase 7 - Extensión AREA: <u>Proyectos</u> ESTRUCTURA: <u>Caja de Monitoreo de subdrenaje</u> PLANOS: <u>102322-01-B-2/8 Rev.0</u> <u>102322-01-B-2/9 Rev.0.</u>		REGISTRO N° TVC-003 FECHA: <u>25.7.18</u> CONTRATISTA: <u>Amc</u> HOJA: <u>111</u>			
INFORMACIÓN DE LA PLANIFICACIÓN					
METROS CÚBICOS	<u>15m³</u>	DISEÑO DE MEZCLA (Mpa)	<u>24.5</u>	ALTITUD (m.s.n.m)	<u>4162.00</u>
ADITIVOS REQUERIDOS	<u>EUCO 1037 (Plastificante)</u> <u>Air Mix (Inc. de Aire)</u>	SLUMP (in)	<u>5" - 7"</u>	CONTENIDO DE AIRE (%)	<u>5%</u>
ACABADO REQUERIDO <u>Cara Vista Muros / Frotachado piso</u>					
MÉTODO DE CURADO REQUERIDO <u>Curador químico Antisol</u>					
INSTRUCCIONES ESPECIALES <u>INFORME DE DISEÑO DE MEZCLA: INF-D245-001</u>					
CONTROL EN LA COLOCACIÓN					
DESCRIPCIÓN	DATOS				
TEMPERATURA DE CONCRETO	<u>16°C, promedio.</u>				
TEMPERATURA DE CLIMA	<u>6°C, Se considera la más baja durante el vaciado.</u>				
SLUMP EN OBRA	<u>4.5" promedio.</u>				
CONTENIDO DE AIRE	<u>4.5% Promedio.</u>				
CONTROL DEL VIBRADO DE LA ESTRUCTURA	<u>Sí se realizó: (02 Vibradoras)</u>				
CANTIDA DE TESTIGOS	<u>05</u>				
COLOCACION DE PEGAMENTO EPÓXICO PARA UNIR CONCRETO DE DIFERENTES EDADES	<u>N/A</u>				
VACIADO					
DESCRIPCIÓN DEL CLIMA	<u>Despejado / Turno Noche</u>	COLOCACIÓN INICIADA	COLOCACIÓN TERMINADA		
IDENTIFICACIÓN DE TESTIGOS DE CONCRETO	<u>CM-01, CM-02, CM-03, CM-04, CM-05</u>	FECHA	<u>25.7.18</u>	<u>25.7.18</u>	
		HORA	<u>5:50pm</u>	<u>11:30pm</u>	
TEMPERATURA AMBIENTE MÍNIMA DE 5°C	<u>Se obtuvo Temperaturas > 5°C durante el vaciado.</u>		METROS CÚBICOS COLOCADOS FINALMENTE		
INSTALACIÓN DE CARPA PARA GENERAR MICROCLIMA	<u>Se colocó Geotextil y lona</u>		<u>14.5 m³</u>		
OBSERVACIÓN: <u>- Se obtuvo 4 muestras para ensayar 2 a los 7 días y 2 a los 28 días una quinta muestra como retest.</u>					
SUPERVISOR CQC		CONSTRUCCIÓN		SUPERVISIÓN CQA	
Nombre: <u>Maria Pajares</u>	Nombre: <u>Roberto Sano</u>	Nombre: <u>Walter Miranda</u>	Nombre: <u>Dennis Izquierdo García</u>		
Firma: <u>[Firma]</u>	Firma: <u>[Firma]</u>	Firma: <u>[Firma]</u>	Firma: <u>[Firma]</u>		
Fecha: <u>25-07-2018</u>	Fecha: <u>26.7.18.</u>	Fecha: <u>25-7-18</u>	Fecha: <u>30/07/18</u>		
		AUSENCO PERU S.A.C. Minera Barrick Misquichilca S.A. Mina Pierina			

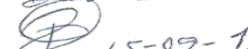
Fuente: Proyecto "Construcción de plataforma de lixiviación, fase 7-extensión" (2018).

	FORMATO DE CONTROL DE CALIDAD		Código de control Nro.	ANG-F-C-06	
	INSPECCIÓN ANTES DEL VACIADO		Revisión	0	
			Fecha:	06/07/2018	
NOMBRE PROYECTO:		Construcción PAD de Lixiviación Fase 7 - Extensión		REGISTRO N°:	IAV - 002
AREA:		Proyectos		FECHA:	25-07-2018
ESTRUCTURA:		Caja de Monitoreo de subdrenaje		CONTRATISTA:	AMyC
PLANOS:		102322-01-B-218 Rev 0 102322-01-B-219 Rev 0		HOJA:	1 DE 1
DESCRIPCIÓN COMPLETA:					
INSPECCIÓN ANTES DEL VACIADO DE CONCRETO (C= CONFORME, NC= NO CONFORME, N/A= NO APLICA)					
PUNTOS DE CONTROL	VERIFICACIÓN				COMENTARIOS
	C	NC	NA	R	
UBICACIÓN DE LA ESTRUCTURA	✓	-	-	-	
PREPARACIÓN DE LA FUNDACIÓN	✓	-	✓	-	
CONCRETO Pobre / SOLADO	✓	-	-	-	
HUMEDAD DE LA SUPERFICIE	✓	-	-	-	
ENCOFRADOS					
TAMAÑO Y CONFIGURACIÓN	✓	-	-	-	
ALINEAMIENTO Y ELEVACIÓN	✓	-	-	-	
LIMPIO Y CON DESMOLDANTE	✓	-	-	-	
UNIONES DE ENCOFRADO FIRMES	✓	-	-	-	
APUNTALAMIENTO Y ARRIOSTRAMIENTO	✓	-	-	-	
LISTONES PARA CHAPLÁN U OCHAVOS	-	-	✓	-	
ACERO DE REFUERZO					
TIPO	✓	-	-	-	Ø 1/2" Sider Perú
UBICACIÓN	✓	-	-	-	
SOPORTE O DADOS	✓	-	-	-	
RECUBRIMIENTOS	✓	-	-	-	
NIVELES DE VACIADO	✓	-	-	-	
PREPARACIÓN DE JUNTAS DE CONSTRUCCIÓN Y CONTROL	-	-	✓	-	
EQUIPO DE COLOCACIÓN	✓	-	-	-	
HERRAMIENTAS Y ACCESORIOS REQUERIDOS	✓	-	-	-	
PROTECCIÓN CONTRA EL CLIMA	✓	-	-	-	Con Geotextil y Lonas
LIMPIEZA	✓	-	-	-	
PERNOS EMBEBIDOS	-	-	✓	-	
OTROS ELEMENTOS EMBEBIDOS	✓	-	-	-	Polylock 4"
MEZCLA DE CONCRETO CORRECTA	✓	-	-	-	245 Kg/cm ²
COLOCACIÓN O VACIADO	✓	-	-	-	Manual
MÉTODO	✓	-	-	-	Con Trompo
DURACIÓN ESTIMADA	6.0 horas				
COMENTARIOS / OBSERVACIONES:					
Concreto de las paredes laterales de la caja de Monitoreo subdrenaje y bsa. igual a 245kg/cm².					
SUPERVISOR CQC		CONSTRUCCIÓN		SUPERVISOR CQA	
Nombre: Maria Pajon V.		Nombre: Roberto Lono		Nombre: Walter	
Firma: 		Firma: 		Firma: 	
Fecha: 25-07-2018		Fecha: 25/07/18		Fecha: 26/07/18	
				REPRESENTANTE DE MBM	
				Nombre: Dennis Izquierdo García	
				Firma: 	
				Firma: Jefe de Construcción	
				Minera Barrick Misquichilca S.A.	
				Fecha: 30/07/18	
				Mina Pierina	

Fuente: Proyecto "Construcción de plataforma de lixiviación, fase 7-extensión" (2018).

Anexo F. Formatos de geosintéticos.

188

			CONTROL DE CALIDAD										ANG-SGC-F02		
			DESPLIEGUE DE GEOMEMBRANA										Revisión	0	
													Fecha	28/05/2018	
													Página	01 de 01	
PROYECTO			: Construcción de Pad de Lixiviación Fase 7-Extensión										N° DE REGISTRO : 23		
ENTREGABLE/AREA			: PPP DE LIXIVIACION Fase 07- EXTENSION										N° DE PLANO : 102322-01-B-208 / B-213		
ELEMENTO/FASE /SECTOR			: GEOMEMBRANA LLOPE										ESTRUCTURA/FRENTE : INTERLIFT		
CLIENTE			: MBM PIERINA												
OBSERVACIONES													FECHA : 15-09-2018		
Panel N°	Rollo N°	Hora de Instalado	Area Bruta			Area Neta			Geomembrana			Temp. Amb. °C	Vel. Viento Km/h	OBSERVACIONES	Técnico QC
Largo (m)	Ancho (m)	Area panel (m2)	Largo (m)	Ancho (m)	Area panel (m2)	Espesor (mm)	Calidad	Textura							
63	821-14	09:05	60.00	7.01	420.60	59.00	6.86	404.74	2.00	LLDPE	S/T	14°C	3km/h		 Oscar Unzueta Prado
64	821-14	09:15	54.00	7.01	378.54	53.00	6.86	363.58	2.00	LLDPE	S/T	14°C	3km/h		
65	821-21	09:50	56.00	7.01	392.56	55.00	6.86	377.80	2.00	LLDPE	S/T	15°C	1km/h		
66	821-28	10:30	49.00	7.01	343.49	48.00	6.86	329.28	2.00	LLDPE	S/T	14°C	2km/h		
67	821-21	11:00	38.00	7.01	266.38	37.00	6.86	253.82	2.00	LLDPE	S/T	14°C	2km/h		
68	821-28	15:05	63.00	7.01	441.63	62.00	6.86	425.32	2.00	LLDPE	S/T	10°C	11km/h		
69	821-28	15:35	33.00	7.01	231.33	32.00	6.86	219.52	2.00	LLDPE	S/T	10°C	12km/h		
:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	
:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	
INICIO INSTALACIÓN 09:05			TOTAL DIA (m2) 2474.53			TOTAL DIA (m2) 2373.56			HDPE DIA(m2):			HDPE ACUM.(m2):			
FINAL INSTALACIÓN 15:35			ACUMULADO (m2) 18 012.20			ACUMULADO (m2) 17 201.42			LLDPE DIA(m2):			LLDPE ACUM.(m2):			
SUPERVISOR CQC			CONSTRUCCIÓN						SUPERVISIÓN CQA			REPRESENTANTE DE MBM			
Nombre: ANGELES MYC SAC			Nombre: P.ter Díaz Sanchez						Nombre: Hugo Teobaldo Novoa Reina			Nombre: Dennis Izquierdo García			
Firma: 			Firma: 						Firma: 			Firma: Minera Barrick Misquichilca S.A.			
Fecha: 15-09-18			Fecha: 15-09-18						Fecha: 16/9/18			Fecha: Mina Pierina			

Fuente: Proyecto "Construcción de plataforma de lixiviación, fase 7-extensión" (2018).

		CONTROL DE CALIDAD										ANG-SGC-F03				
		PRUEBA INICIAL DE SOLDADURA GEOMEMBRANA TIPO DE SOLDADURA FUSIÓN										Revisión	0			
												Fecha	28/05/2018			
												Página	01 de 02			
PROYECTO		: Construcción de Pad de Lixiviación Fase 7-Extensión										N° DE REGISTRO : 16				
ENTREGABLE/AREA		: PAD DE LIXIVIACIÓN FASE 07 - EXTENSIÓN										N° DE PLANO : 102322-01-B-208 / B-213				
ELEMENTO/FASE/SECTOR		: GEOMEMBRANA LLDPE										ESTRUCTURA/FRENTE: INTERLIFT				
CLIENTE		: MBM - BARRICK														
OBSERVACIONES		: Tensiómetro utilizado WAL-1310										FECHA: 10-07-2018				
DATOS ESPECÍFICOS:																
Valores Mínimos para Geomembrana 2.00 mm Peel (LLDPE 45 , HDPE) ; Shear (LLDPE 54 , HDPE)																
Valores Mínimos para Geomembrana 1.50 mm Peel (LLDPE , HDPE) ; Shear (LLDPE , HDPE)																
Prueba N°	Hora	Fecha	Temperatura		Máquina N°	Técnico Soldador	Peel		Shear		Geomembrana			Técnico QC		
			Amb. °C	Cuña T° / vel.			Máx.Tracción Ks./Pulg	Pasa ó Falla	Máx.Tracción Ks./Pulg	% Strain	Pasa ó Falla	Espesor (mm)	Calidad		Textura	
32	10:00	10/07/18	15°	450/1.8	346S	AGUSTO MONCADA	66	58	PASA	74	> 100 %	PASA	2.00	LLDPE	S/T	Gabriel Pimentel Peralta
							68	63	PASA	78	> 100 %	PASA				
							63	60	PASA							
33	10:05	10/07/18	15°	450/1.6	022	HENRRY LEON	61	63	PASA	72	> 100 %	PASA	2.00	LLDPE	S/T	
							65	59	PASA	70	> 100 %	PASA				
							67	61	PASA							
34	14:30	10/07/18	11°	450/1.6	022	HENRRY LEON	60	65	PASA	71	> 100 %	PASA	2.00	LLDPE	S/T	
							67	65	PASA	75	> 100 %	PASA				
							63	61	PASA							
35	14:50	10/07/18	11°	450/1.8	346S	AGUSTO MONCADA	F	R	L	L	R	2.00	LLDPE	S/T		
							Fallo por Falta de limpieza									
SUPERVISOR CQC		CONSTRUCCIÓN				SUPERVISIÓN CQA				REPRESENTANTE DE MBM						
Nombre: ANGELES MYC SAC		Nombre: Peter Ruiz Sanchez				Nombre: Walter Misquichilca				Nombre: Luis Estrada						
Firma: Abdías Chilon Calva		Firma: [Firma]				Firma: [Firma]				Firma: [Firma]						
Fecha: 10/07/18		Fecha: 10-07-18				Fecha: 11-07-18				Fecha: 17-07-18						

Fuente: Proyecto "Construcción de plataforma de lixiviación, fase 7-extensión" (2018).

		CONTROL DE CALIDAD								ANG-SGC-F06		
		REGISTRO DE ENSAYOS DESTRUCTIVOS POR FUSIÓN								Revisión	0	
										Fecha	28/05/2018	
										Página	01 de 01	
PROYECTO		: Construcción de Pad de Lixiviación Fase 7-Extensión								N° DE REGISTRO : 02		
ENTREGABLE/AREA		: PAD DE LIXIVIACION FASE 07 - EXTENSION								N° DE PLANO : 102322-01-B-208 / B-213		
ELEMENTO/FASE /SECTOR		: GEOMEMBRANA LIDPE								ESTRUCTURA/FRENTE : INTERLIFT		
CLIENTE		: MM - BARRICK										
OBSERVACIONES										FECHA : 20.06.2018		
Numero de tensiometro : NAL - 1310												
Lectura de Calibracion :		Valor Placa de Calibracion :								% Error :		
IDENTIFICACION DE LA DESTRUCTIVA		PEEL (Min.: 45)			Pasa ó			SHEAR (Min.: 54)			Pasa ó	
		KG/Pulg	Tipo Falla	%Despegue	Falla	KG/Pulg	Tipo Falla	%Strain	Falla	Superior	Inferior	
Destructiva No.	02	61 / 65	FTB	0 %	PASA	74	FTB	> 100 %	PASA	2.00	2.00	
Fecha de Soldado	18.06.18	66 / 68	FTB	0 %	PASA	68	FTB	> 100 %	PASA	2.00	2.00	
N° de Máquina	3465	66 / 69	FTB	0 %	PASA	63	FTB	> 100 %	PASA	2.00	2.00	
Técnico	A. Morcades	70 / 67	FTB	0 %	PASA	61	FTB	> 100 %	PASA	2.00	2.00	
Unión de Paneles	07 / 06	67 / 68	FTB	0 %	PASA	69	FTB	> 100 %	PASA	2.00	2.00	
H : 17:30												
Destructiva No.	03	65 / 60	FTB	0 %	PASA	74	FTB	> 100 %	PASA	2.00	2.00	
Fecha de Soldado	19.06.18	66 / 60	FTB	0 %	PASA	71	FTB	> 100 %	PASA	2.00	2.00	
N° de Máquina	3466	70 / 69	FTB	0 %	PASA	65	FTB	> 100 %	PASA	2.00	2.00	
Técnico	F. Navarro	61 / 68	FTB	0 %	PASA	63	FTB	> 100 %	PASA	2.00	2.00	
Unión de Paneles	11 / 10	77 / 69	FTB	0 %	PASA	61	FTB	> 100 %	PASA	2.00	2.00	
H : 17:35												
Destructiva No.												
Fecha de Soldado												
N° de Máquina												
Técnico												
Unión de Paneles												
Destructiva No.												
Fecha de Soldado												
N° de Máquina												
Técnico												
Unión de Paneles												
OBSERVACIONES :												
NOTES :												
Peel and Shear Strength test were performed at of 2 inch/minute or 20 inch/minute. Peel and Strain test done in accordance with ASTM-D 6392-99												
The test were performed in accordance with approved standard procedures												
SUPERVISOR CQC		CONSTRUCCIÓN			SUPERVISIÓN CQA			REPRESENTANTE DE MM				
Nombre: FLORES CAYON C.		Nombre: ANGELES MYC SAC			Nombre: Walter Miranda			Nombre: Marco Acosta Atarama				
Firma: [Signature]		Firma: Mike Sanchez Euribe			Firma: [Signature]			Firma: Jefe de Construcción				
Fecha: 29/06/18		Fecha: 21-06-18			Fecha: 21-06-18			Fecha: Mina Pielina				

Fuente: Proyecto "Construcción de plataforma de lixiviación, fase 7-extensión" (2018).

		CONTROL DE CALIDAD										ANG-SGC-F08			
		PRUEBA INICIAL DE SOLDADURA GEOMEMBRANA TIPO DE SOLDADURA: EXTRUSIÓN										Revisión	0		
												Fecha	28/05/2018		
												Página	01 de 01		
PROYECTO		: Construcción de Pad de Lixiviación Fase 7-Extensión										N° DE REGISTRO : 05			
ENTREGABLE/AREA		: PAD DE LIXIVIACION FASE 07 - EXTENSION										N° DE PLANO : 102322-01-B-208 / B-213			
ELEMENTO/FASE/SECTOR		: GEOMEMBRANA LLDPE										ESTRUCTURA/FRENTE: INTERLIFT			
CLIENTE		: MM - BARRICK													
OBSERVACIONES		: TENSIOMETRO WAL-1310										FECHA: 22.06.2018			
DATOS ESPECÍFICOS:															
Valores Mínimos para Geomembrana 2.00 mm Peel (LLDPE 43 , HDPE) ; Shear (LLDPE 54 , HDPE)															
Valores Mínimos para Geomembrana 1.50 mm Peel (LLDPE) ; Shear (LLDPE , HDPE)															
Prueba N°	Hora	Fecha	Temperatura		Maquina N°	Técnico Soldador	Peel		Shear		Geomembrana			Técnico Q.C.	
			Amb. °C	Extrusora °C / A.C.			Máx.Tracción Kg./Pulg	Pasa ó Falla	Máx.Tracción Kg./Pulg	% Strain	Pasa ó Falla	Espesor (mm)	Calidad		Textura
06	15:10	22.06.18	190	285/9	13281	IGNACIO INFANTE	50	PASA	69	>100 %	PASA	2.00	LLDPE	S/T	Gabriel Pimentel Penalta
							59	PASA	73	>100 %	PASA				
							53	PASA							
SUPERVISOR CQC			CONSTRUCCIÓN			SUPERVISIÓN CQA			REPRESENTANTE DE MM						
Nombre: ANGELES MYC SAC			Nombre: ANGELES MYC SAC			Nombre: Walter Miranda			Nombre: Marco Acosta Alcarame						
Firma: Abdias Chilon Calua			Firma: Mike Sanchez Euribe			Firma: SUPERVISOR CQA			Firma: Jefe de Construcción						
Fecha: 22/06/18			Fecha: 22-06-18			Fecha: 22-06-18			Fecha: 23/06/18						

Fuente: Proyecto "Construcción de plataforma de lixiviación, fase 7-extensión" (2018).

		CONTROL DE CALIDAD				ANG-SGC-F10					
		REGISTRO DE ENSAYOS DESTRUCTIVOS POR EXTRUSIÓN				Revisión	0				
						Fecha	28/05/2018				
						Página	...01... de ...01...				
PROYECTO : Construcción de Pad de Lixiviación Fase 7-Extensión		N° DE REGISTRO : 05									
ENTREGABLE/AREA : PAD DE LIXIVIACIÓN FASE 07- EXTENSIÓN		N° DE PLANO : 102322-01-B-208 / B-213									
ELEMENTO/FASE /SECTOR : GEOMEMBRANA HDPE		ESTRUCTURA/FRENTE : INTERIET									
CLIENTE : MBM PIERINA											
OBSERVACIONES :						FECHA : 16-08-2018					
Numero de tensiometro :											
Lectura de Calibracion :		Valor Placa de Calibracion :				% Error :					
IDENTIFICACION DE LA DESTRUCTIVA		PEEL (Min.: 43)		Pasa ó	SHEAR (Min.: 54)		Pasa ó	ESPESOR (mm)			
		Kg/Pulg	Tipo Falla	%Despegue	Falla	Kg/Pulg	Tipo Falla	%Strain	Falla	Superior	Inferior
Destructiva No.	05	52	FTB	0 %	PASA	69	FTB	> 100 %	PASA	2.00	2.00
Fecha de Soldado	15-08-18	53	FTB	0 %	PASA	65	FTB	> 100 %	PASA	2.00	2.00
N° de Máquina	13281	54	FTB	0 %	PASA	66	FTB	> 100 %	PASA	2.00	2.00
Técnico	N. CUSI	52	FTB	0 %	PASA	72	FTB	> 100 %	PASA	2.00	2.00
Unión de Paneles	P-28/R37	53	FTB	0 %	PASA	67	FTB	> 100 %	PASA	2.00	2.00
N° VT	128										
UNIVERSITARIO PIURENSIS											
Destructiva No.											
Fecha de Soldado											
N° de Máquina											
Técnico											
Unión de Paneles											
N° VT											
UNIVERSITARIO PIURENSIS											
Destructiva No.											
Fecha de Soldado											
N° de Máquina											
Técnico											
Unión de Paneles											
N° VT											
UNIVERSITARIO PIURENSIS											
Destructiva No.											
Fecha de Soldado											
N° de Máquina											
Técnico											
Unión de Paneles											
N° VT											
OBSERVACIONES :											
NOTES :											
Peel and Shear Strength test were performed at of 2 inch/minute or 20 inch/minute. Peel and Strain test done in accordance with ASTM-D 6392-99. The test were performed in accordance with approved standard procedures.											
SUPERVISOR CQC		CONSTRUCCIÓN		SUPERVISIÓN CQA		REPRESENTANTE DE MBM					
Nombre:	ANGELES MYC SAC	Nombre:	JOSE LUIS RODRIGUEZ	Nombre:	Celso Pérez Cribillero	Nombre:	M. ACOSTA				
Firma:	Santos Berrío Llacsahuache Supervisor CQC Geosintéticos	Firma:	[Firma]	Firma:	CQA	Firma:	[Firma]				
Fecha:	16-08-18	Fecha:	16-08-18	Fecha:	17-08-18	Fecha:	30/08/18				

Fuente: Proyecto "Construcción de plataforma de lixiviación, fase 7-extensión" (2018).

		CONTROL DE CALIDAD		ANG-SGC-F09									
		CONTROL DE CALIDAD SOLDADURA POR EXTRUSIÓN		Revisión	0								
				Fecha	28/05/2018								
				Página	01 De 01								
PROYECTO : Construcción de Pad de Lixiviación Fase 7-Extensión ENTREGABLE/AREA : PAD DE LIXIVIACIÓN FASE 07-EXTENSION ELEMENTO/FASE /SECTOR : GEOMEMBRAÑA LLDPE CLIENTE : MIM - PIERINA OBSERVACIONES :				N° DE REGISTRO : 12 N° DE PLANO : 102322-01-0-208 / 0-213 ESTRUCTURA/FRENTE : INTERLIFT FECHA : 29-07-2018									
Parche o Corión N°	Fecha de Soldado	Hora de Soldado	Número de Máquina	Técnico Soldador	Temperatura °C/A.C.	Ubicación de parche ó reparación	Longitud Soldadura ml	VACUUM TEST		SPARK TEST		Comentarios	Técnico QC
								Test (Pasa / Falla)	Reparación (Pasa / Falla)	Test (Pasa / Falla)	Reparación (Pasa / Falla)		
77	29 / 07 / 18	10:30	13312	M. Huaman	295 / 9	48 49	3.80	-	-	PASA	-		Gabriel Pimentel Peralta
78	29 / 07 / 18	11:20	13312	M. Huaman	295 / 9	48 49	1.80	-	-	PASA	-		
/ /	:	:	:	/	/	/	/	/	/	/	/		
/ /	:	:	:	/	/	/	/	/	/	/	/		
/ /	:	:	:	/	/	/	/	/	/	/	/		
/ /	:	:	:	/	/	/	/	/	/	/	/		
/ /	:	:	:	/	/	/	/	/	/	/	/		
/ /	:	:	:	/	/	/	/	/	/	/	/		
/ /	:	:	:	/	/	/	/	/	/	/	/		
/ /	:	:	:	/	/	/	/	/	/	/	/		
/ /	:	:	:	/	/	/	/	/	/	/	/		
/ /	:	:	:	/	/	/	/	/	/	/	/		
/ /	:	:	:	/	/	/	/	/	/	/	/		
/ /	:	:	:	/	/	/	/	/	/	/	/		
/ /	:	:	:	/	/	/	/	/	/	/	/		
CANT. SOLDADURA DÍA (ml)							5.60	ACUMULADO (ml)		348.40			
SUPERVISOR CQC		CONSTRUCCIÓN		SUPERVISOR CQA		REPRESENTANTE DE MIM							
Nombre: ANGELES MYC SAC Firma: Luis Aguilar Alvarez Fecha: 29-07-2018		Nombre: JOSE LUIS RODRIGUEZ Firma: [Firma] Fecha: 29-07-18		Nombre: Walter Miranda Firma: [Firma] Fecha: 30-07-18		Nombre: Dennis Izquierdo Garcia Firma: [Firma] Fecha: 03-08-18							

Fuente: Proyecto "Construcción de plataforma de lixiviación, fase 7-extensión" (2018).

	CONTROL DE CALIDAD				ANG-SGC-F19	
	DESPLIEGUE DE GEOCOMPUESTO				Revisión	0
				Fecha	28/05/2018	
				Página	01. de 01.	

PROYECTO	: Construcción de Pad de Lixiviación Fase 7-Extensión	N° DE REGISTRO :	15
ENTREGABLE/AREA	: PAD DE LIXIVIACION FASE 07 - EXTENSION.	N° DE PLANO :	102322-01-B-208/B-213
ELEMENTO/FASE /SECTOR	: GEOCOMPUESTO	ESTRUCTURA/FRENTE :	PAD FASE 7
CLIENTE	: MDM PIERINA		
OBSERVACIONES	:	FECHA :	06-09-18

Panel N°	Rolito N°	Hora de Instalado	Area Bruta			Area Neta			OBSERVACIONES	Técnico Q.C.
			Largo (m)	Ancho (m)	Area panel (m2)	Largo (m)	Ancho (m)	Area panel (m2)		
81		08:00	23.00	3.81	87.63	22.00	3.31	72.82		FERNANDO DEL DOLLA
82	0069531010566	08:20	23.00	3.81	87.63	22.00	3.31	72.82		
83	0069531010006	08:40	23.00	3.81	87.63	22.00	3.31	72.82		
84	0069431010095	08:55	23.00	3.81	87.63	22.00	3.31	72.82		
85	0069431010011	09:40	17.00	3.81	64.77	16.00	3.31	52.96		
86	0069431010047	10:00	17.00	3.81	64.77	16.00	3.31	52.96		
87	0069531010117	10:40	17.00	3.81	64.77	16.00	3.31	52.96		
88	0069531010514	11:10	17.00	3.81	64.77	16.00	3.31	52.96		
89	0069431010011	14:40	34.00	3.81	129.54	33.00	3.31	109.23		
90	0069431010047	15:15	34.00	3.81	129.54	33.00	3.31	109.23		
91	0069531010117	15:40	34.00	3.81	129.54	33.00	3.31	109.23		
92	0069531010514	16:00	34.00	3.81	129.54	33.00	3.31	109.23		
INICIO INSTALACIÓN			TOTAL DIA (m2)		1,127.76	TOTAL DIA (m2)		940.04		
FINAL INSTALACIÓN			ACUMULADO (m2)		9 041.13	ACUMULADO (m2)		7960.42		

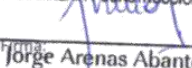
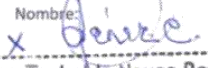
SUPERVISOR CQC		CONSTRUCCIÓN		SUPERVISIÓN CQA		REPRESENTANTE DE MBM	
Nombre:	ANGELES MYC SAC	Nombre:	ANGELES MYC SAC	Nombre:	Calderon	Nombre:	Juan Carlos de la Cruz
Firma:	Andrés Chilon Calua	Firma:	Mike Sanchez Euribe	Firma:		Firma:	Joh
Fecha:	06/09/18	Fecha:	06-09-18	Fecha:	07-09-18	Fecha:	14-09-18

Fuente: Proyecto "Construcción plataforma de lixiviación, fase 7-extensión" (2018).

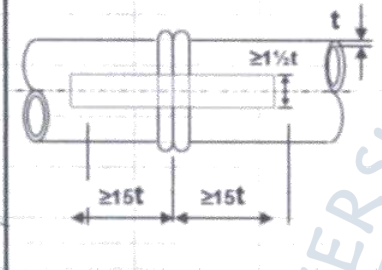
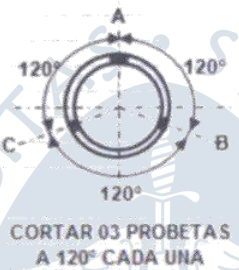
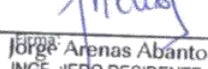
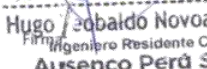
Anexo G. Formatos de tuberías

	"EXTENSIÓN DEL PAD DE LIXIVACIÓN FASE 7"		Código de control Nro.	ANG-F-T-01																																																																							
			Revisión:	0																																																																							
	REGISTRO DE CALIFICACIÓN DE PROCEDIMIENTO DE TERMOFUSIÓN BPS (OPERADOR)		Fecha:	25/04/2018																																																																							
		Página:	1 de 1																																																																								
"Construcción PAD de Lixiviación fase 7- Extensión"																																																																											
PROYECTO:	Extensión		N° REGISTRO:	02																																																																							
ENTREGABLE/AREA:	TUBERIA HDPE 18" SDR 17		N° PLANO:																																																																								
ELEMENTO/FASE/SECTO:	LINEA 2A		ESTRUCTURA/FRENTE:	TUBERIA HDPE																																																																							
CLIENTE:	MBM-PIERINA		ESPECIFICACIONES TECNICAS:	102322-01-E5-003-ESPECIFICACION TECNICA DE TUBERIAS																																																																							
OBSERVACIONES:	PROBETA MF 02		FECHA:	26-05-2018																																																																							
Nombre Operador: <u>RUBEN CHAVEZ</u> DNI: <u>10707443</u> Estampa: <u>R-CH</u> Procedimiento de Termofusion: <u>ASTM 2620</u> Revision: <u>0</u> Proceso de Union: <u>TERMOFUSION</u> Fecha de Prueba: <u>26-05-2018</u>																																																																											
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Variables</th> <th>Valores Actuales</th> <th>Rango Calificado</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Especificacion de material</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Fabricante tubo/accesorio</td> <td>CALPLAST</td> <td>CALPLAST</td> </tr> <tr> <td>Especificacion</td> <td>PE 4710 A PE 4710</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Espesor (SDR No.)</td> <td>17</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Diametro (IPS)</td> <td>18 IN</td> <td>6 IN A 20 IN</td> </tr> <tr> <td>Maquina de Termofusion</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Fabricante</td> <td>MC ELROY</td> <td>MC ELROY</td> </tr> <tr> <td>Modelo</td> <td>T500 MF</td> <td>T500 MF</td> </tr> <tr> <td>Manual / Máquina</td> <td>CI 22723</td> <td>CI 22723</td> </tr> <tr> <td>Parametros de Termofusion (Referir hoja tecnica del fabricante o proveedor para informacion)</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Temperatura</td> <td>447 °F</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Presion de fusion</td> <td>733 PSI</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Tiempo de fusion</td> <td>11' 38"</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Ancho del cordón terminado</td> <td>20.01</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Tipo(s) de Union (tope o traslape)</td> <td>TOPE</td> <td>TOPE</td> </tr> <tr> <td>Tubo a Tubo / Tubo a Accesorio</td> <td>TUBO A TUBO</td> <td>TUBO A TUBO</td> </tr> <tr> <td>Resultados de Prueba de Doble</td> <td>ACEPTABLE</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Presion de Prueba Hidrostatica (psi)</td> <td>-</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Duracion de Prueba (Hrs.)</td> <td>-</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Resultado de Prueba Hidrostatica</td> <td>-</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Comentarios:</td> <td colspan="3">EN LOS ENSAYOS DE DOBLEZ DEL LADO EXTERNO E INTERNO DE LA TUBERIA HDPE 18" SDR 17 NO PRESENTAN POROS, RAYADURAS, VACIOS Y FALTA DE FUSION.</td> </tr> <tr> <td>Prueba conducida Por:</td> <td colspan="3">LUIS AGUILAR</td> </tr> </tbody> </table>					Variables	Valores Actuales	Rango Calificado	Especificacion de material			Fabricante tubo/accesorio	CALPLAST	CALPLAST	Especificacion	PE 4710 A PE 4710		Espesor (SDR No.)	17		Diametro (IPS)	18 IN	6 IN A 20 IN	Maquina de Termofusion			Fabricante	MC ELROY	MC ELROY	Modelo	T500 MF	T500 MF	Manual / Máquina	CI 22723	CI 22723	Parametros de Termofusion (Referir hoja tecnica del fabricante o proveedor para informacion)			Temperatura	447 °F		Presion de fusion	733 PSI		Tiempo de fusion	11' 38"		Ancho del cordón terminado	20.01		Tipo(s) de Union (tope o traslape)	TOPE	TOPE	Tubo a Tubo / Tubo a Accesorio	TUBO A TUBO	TUBO A TUBO	Resultados de Prueba de Doble	ACEPTABLE		Presion de Prueba Hidrostatica (psi)	-		Duracion de Prueba (Hrs.)	-		Resultado de Prueba Hidrostatica	-		Comentarios:	EN LOS ENSAYOS DE DOBLEZ DEL LADO EXTERNO E INTERNO DE LA TUBERIA HDPE 18" SDR 17 NO PRESENTAN POROS, RAYADURAS, VACIOS Y FALTA DE FUSION.			Prueba conducida Por:	LUIS AGUILAR		
Variables	Valores Actuales	Rango Calificado																																																																									
Especificacion de material																																																																											
Fabricante tubo/accesorio	CALPLAST	CALPLAST																																																																									
Especificacion	PE 4710 A PE 4710																																																																										
Espesor (SDR No.)	17																																																																										
Diametro (IPS)	18 IN	6 IN A 20 IN																																																																									
Maquina de Termofusion																																																																											
Fabricante	MC ELROY	MC ELROY																																																																									
Modelo	T500 MF	T500 MF																																																																									
Manual / Máquina	CI 22723	CI 22723																																																																									
Parametros de Termofusion (Referir hoja tecnica del fabricante o proveedor para informacion)																																																																											
Temperatura	447 °F																																																																										
Presion de fusion	733 PSI																																																																										
Tiempo de fusion	11' 38"																																																																										
Ancho del cordón terminado	20.01																																																																										
Tipo(s) de Union (tope o traslape)	TOPE	TOPE																																																																									
Tubo a Tubo / Tubo a Accesorio	TUBO A TUBO	TUBO A TUBO																																																																									
Resultados de Prueba de Doble	ACEPTABLE																																																																										
Presion de Prueba Hidrostatica (psi)	-																																																																										
Duracion de Prueba (Hrs.)	-																																																																										
Resultado de Prueba Hidrostatica	-																																																																										
Comentarios:	EN LOS ENSAYOS DE DOBLEZ DEL LADO EXTERNO E INTERNO DE LA TUBERIA HDPE 18" SDR 17 NO PRESENTAN POROS, RAYADURAS, VACIOS Y FALTA DE FUSION.																																																																										
Prueba conducida Por:	LUIS AGUILAR																																																																										
Certificamos que lo establecido en este registro es correcto y que las pruebas fueron preparadas, termofusionadas y probadas de acuerdo con los requisitos de ASTM F 2620 Fecha: <u>26-05-2018</u> Autorizado por: _____																																																																											
SUPERVISOR CQC	CONSTRUCCIÓN	SUPERVISIÓN CQA	REPRESENTANTE DE MBM																																																																								
Nombre: <u>SAVITES BERRU LI</u>	Nombre: <u>ANGELES MINERIA Y CONSTRUCCION</u>	Nombre: <u>Hugo Teobaldo Novoa Reina</u>	Nombre: <u>Marco Acosta Ator</u>																																																																								
Firma: <u>[Firma]</u>	Firma: <u>[Firma]</u>	Firma: <u>[Firma]</u>	Firma: <u>[Firma]</u>																																																																								
Fecha: <u>26-05-18</u>	Fecha: <u>24-05-18</u>	Fecha: <u>09-06-18</u>	Fecha: <u>09-06-18</u>																																																																								

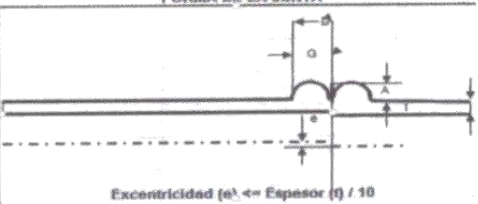
Fuente: Proyecto "Construcción plataforma de lixiviación, fase 7-extensión" (2018).

	"EXTENSIÓN DEL PAD DE LIXIVIACIÓN FASE 7"		Código de control Nro.	ANG-F-T-02
			Revisión:	0
	REGISTRO DE CALIFICACIÓN DEL OPERADOR DE EQUIPO DE TERMOFUSIÓN BPQ (MAQUINA)		Fecha:	25/04/2018
			Página:	01 DE 01
PROYECTO: "Construcción PAD de Lixiviación fase 7-Extensión"		N° REGISTRO: 02		
ENTREGABLE/AREA: TUBERIA HDPE 18" SDR 17		N° PLANO:		
ELEMENTO/FASE/SECTOR: LINEA 2A		ESTRUCTURA/FRENTE: TUBERIA HDPE		
CLIENTE: MBM-PIERINA		ESPECIFICACIONES TECNICAS: 1023 22-01-B-003		
OBSERVACIONES: PROYECTO NF 02		ESPECIFICACION TECNICA DE TUBERIAS		
		FECHA: 26-05-2018		
Nombre Operador: RUBEN CHAVEZ DNI: 10707443 Estampa: R. CH Procedimiento de Termofusion: ASTM F2620 Revision: B Proceso de Union: TERMOFUSION Fecha de Prueba: 26-05-2018				
Variables Especificacion de material Fabricante tubo/accesorio: CALPLAST Especificacion: PE 4710 A PE 4720 Espesor (SDR No.): 17 Diametro (IPS): 18 IN Maquina de Termofusion Fabricante: MC ELROY Modelo: T500 MF Manual / Máquina: CI 22 723 Parametros de Termofusion (Referir hoja tecnica del fabricante o proveedor para informacion) Temperatura: 447 °F Presion de fusion: 733 Tiempo de fusion: 11' 38" Ancho del cordón terminado: 20.01 Tipo(s) de Union (tope o traslape): TOPE Tubo a Tubo / Tubo a Accesorio: TUBO A TUBO Resultados de Prueba de DobleZ Presion de Prueba Hidrostatica (psi): - Duracion de Prueba (Hrs.): - Resultado de Prueba Hidrostatica: - Comentarios: EN LOS ENSAYOS DE DOBLEZ DEL LADO EXTERNO E INTERNO DE LA TUBERIA HDPE 18" SDR 17, NO PRESENTAN POROS, RAYADURAS, VACIOS Y FALTA DE FUSION Prueba conducida Por: LUIS AGUIAR A.				
Certificamos que lo establecido en este registro es correcto y que las pruebas fueron preparadas, termofusionadas y probadas de acuerdo con los requisitos de ASTM F2620 Fecha: 26-05-2018 Autorizado por: _____				
SUPERVISOR CQC	CONSTRUCCIÓN	SUPERVISIÓN CQA	REPRESENTANTE DE MBM	
Nombre: SANTOS BERRÚ LI.	Nombre: ANGELES MINERÍA Y CONSTRUCCIÓN S.A.C.	Nombre: Hugo Teobaldo Novoa Reina	Nombre: Marco Acosta Atara	
Firma: 	Firma: 	Firma: 	Firma: 	
Fecha: 26-05-18	Fecha: 27-05-18	Fecha: 09-06-18	Fecha: 09-06-18	
	Jorge Arenas Abanto INGENIERO RESIDENTE	Hugo Teobaldo Novoa Reina Ingeniero Residente CQA Ausenco Perú SAC.	Marco Acosta Atara Jefe de Construcción Minera Barrick Misquichí	

Fuente: Proyecto "Construcción plataforma de lixiviación, fase 7-extensión" (2018).

	"EXTENSIÓN DEL PAD DE LIXIVACIÓN FASE 7"		Código de control Nro.	ANG-F-T-02		
			Revisión:	0		
			Fecha:	25/04/2018		
			Página:	01 DE 01		
PRUEBA DE DOBLEZ HDPE						
PROYECTO: "Construcción PAD de Lixiviación fase 7-Extensión"		N° REGISTRO: 02				
ENTREGABLE/AREA: TUBERIA HDPE 18" SDR 17		N° PLANO:				
ELEMENTO/FASE/SECTOR: LINEA 2A		ESTRUCTURA/FRENTE: TUBERIA HDPE				
CLIENTE: MBM-PIERINA		ESPECIFICACIONES TECNICAS: 1023 22-01-ES-003				
OBSERVACIONES: PROBETA N° 02		ESPECIFICACIÓN TÉCNICA DE TUBERÍAS.				
		FECHA: 26-05-2018				
ENSAYO DE DOBLADURA A 180°						
UBICACIÓN: PLATAFORMA 16						
PLANOS: —						
DIMENSIONES DE PROBETA		DISTRIBUCION CORTE		FORMA DEL ENSAYO		
						
		CORTAR 03 PROBETAS A 120° CADA UNA				
DIMENSIONES Y ESPECIFICACIONES						
TUBERIA		PROBETAS				
Diametro Nominal (Pulgadas)	18	Longitud minima (≥ 30"t)	806-82 m m			
Espesor (Pulgadas)	1.06	Ancho minimo (≥ 1 1/2"t)	40.34 m m			
SDR o Clase	17	Longitud Real	1000.00 m m			
Material	PE 4710	Ancho Real	42-83 m m			
FACTORES DE EVALUACION						
CARACTERISTICAS OBSERVADAS	PROBETA A		PROBETA B		PROBETA C	
	RECTA	DOBLADA	RECTA	DOBLADA	RECTA	DOBLADA
Uniformidad de la Junta	OK	OK	OK	OK	/	
Vacios, poros o rajaduras	OK	OK	OK	OK		
Areas de No adherencia	OK	OK	OK	OK		
Otros (especificar)	—	—	—	—		
OPERADOR/SOLDADOR TERMOFUSION : RUBEN CHAVEZ						
NORMAS/ESTANDARES: ASTM D2657						
RESULTADO DE LA PRUEBA: ACEPTABLE						
OBSERVACIONES: PROBETA "C" SE ENVIO PARA PRUEBA DE TRACCION						
SUPERVISOR CQC		CONSTRUCCIÓN		SUPERVISIÓN CQA		REPRESENTANTE DE MBM
Nombre: SANTOS BERRU LL.		Nombre: ANGELES MINERIA Y CONSTRUCCION S.A.C.		Nombre: Hugo Leobaldo Novoa Reina		Nombre: Marco Acosta Atarama
Firma: 		Firma: 		Firma: 		Firma: 
Fecha: 26-05-18		Fecha: 27-05-18		Fecha: 09-06-18		Fecha: 09-06-18

Fuente: Proyecto "Construcción plataforma de lixiviación, fase 7-extensión" (2018).

 ANGELES MINERÍA Y CONSTRUCCIONES S.A.C.	Registro				Código de control Nro.	ANG-F-T-04								
	"EXTENSIÓN DEL PAD DE LIXIVIACIÓN FASE 7ª MINA PIERINA				Revisión:	0								
	INSPECCIÓN VISUAL DE SOLDADURA POR TERMOFUSIÓN DE JUNTAS DE TUBOS HDPE				Fecha:	25/04/2018								
					Página:	01 De 01								
PROYECTO: "Construcción PAD de Lixiviación fase 7-Extensión"				N° REGISTRO: 01										
ENTREGABLE/AREA: Tubería HDPE 12" SDR 21				N° PLANO:										
ELEMENTO/FASE/SECTOR: Línea LSPD / LÍNEA DE SUBDRENASE PRINCIPAL				ESTRUCTURA/FRENTE:										
CLIENTE: MBM-PIERINA				ESPECIFICACIONES TÉCNICAS: 102322-01-ES-003 Especificación Técnica de Tuberías										
OBSERVACIONES				FECHA: 16-07-18										
ESPECIFICACION DE LA TUBERÍA		DIMENSIONES DE JUNTA EN PULGADAS				 Excentricidad (e) ≤ Espesor (t) / 10								
DIAMETRO: 12"		DIAM.	G	A	DR									
SDR: 21		4" - 10"	3/16"	3/16"	3/8"									
ESPESOR (IN): 0.57		12" - 18"	1/4" - 3/8"	1/4" - 5/16"	1/2" - 3/4"									
PESO (LB/PIE):		20" - 24"	3/8" - 7/16"	5/16" - 3/8"	3/4" - 7/8"									
FABRICANTE: CALPLAST		26" - 36"	7/16" - 3/4"	3/8" - 1/2"	7/8" - 1.1/4"									
TIPO: PE 4710		40" - 48"	5/8" - 3/4"	1/2" - 5/8"	1.1/4" - 1.1/2"									
TEMPERATURA DE CALENTAMIENTO = 425°F +/- 25°F														
PARAMETROS AMBIENTALES		PRESIÓN		MINUTOS		PRESIÓN		PARAMETROS JUNTA		INSPECCIÓN VISUAL		CONTROL DE CALIDAD		
NUMERO DE JUNTA	TEMPERATURA	HUMEDAD RELATIVA	REFRENTADO	TEMPO DE CALENTAMIENTO (minutos)	FUSION	TEMPO ENFRAMIENTO (minutos)	ALTURA CORDON (mm)	DOBLE CORDON (mm)	EXCENTRICIDAD (mm)	UNIFORMIDAD DEL CORDON	UNIFORMIDAD DE LA LINEA DE LOS BORDES	POROS O VACIOS	ACEPTADA	VS
01	15°	29%	30	2.43	177	6.40	4.45	10.61	0.28	OK	OK	NO	OK	OK
														
EQUIPO: 618		MODELO		AREA EFECTIVA PISTON (IN²)		11.78								
OBSERVACIONES														
SUPERVISOR CQC				CONSTRUCCIÓN				SUPERVISIÓN CQA				REPRESENTANTE DE MBM		
Nombre: ANGELES MYC SAC Santos Berru Llacahuache Supervisor CQC Geosintéticos Fecha: 16-07-18				Nombre: ANGELES MYC SAC Mike Sanchez Euribe Supervisor de Operaciones Geosintéticos Fecha: 16-07-18				Nombre: Celso Pérez Cribillero CQA AUSENCO PERU S.A.C. Fecha: 21-07-18				Nombre: Dennis Izquierdo García Jefe de Construcción Minera Barrick Misquichilca S.A. Fecha: 21-07-18		

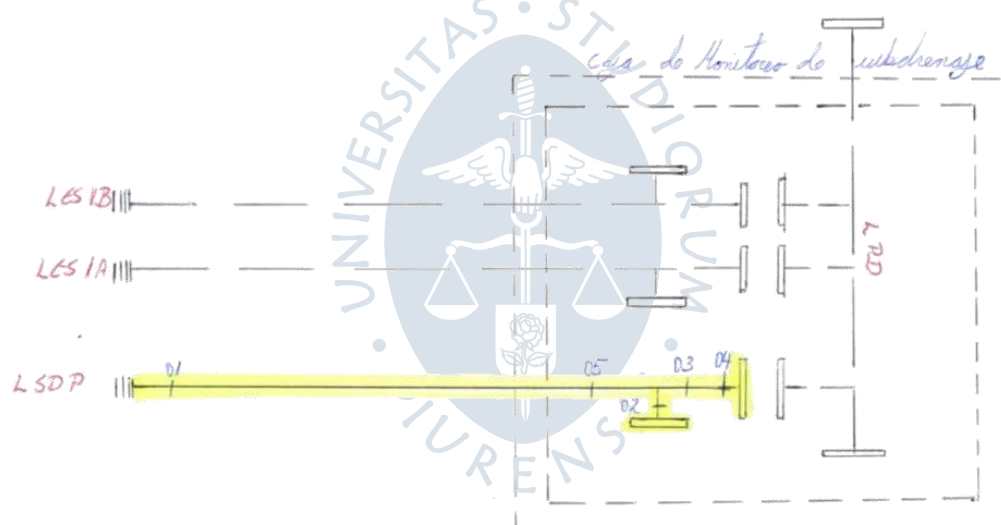
Fuente: Proyecto "Construcción plataforma de lixiviación, fase 7-extensión" (2018).

		"EXTENSIÓN DEL PAD DE LIXIVIACIÓN FASE 7"				ANG-F-T-05					
REGISTRO DE SOLDADURA DE JUNTAS DE TUBERÍAS HDPE						Revisión	0				
						Fecha	25/05/2018				
						Página	01 De 01				
PROYECTO		"Construcción PAD de Lixiviación fase 7-Extensión"				FECHA: 16-07-18					
ENTREGABLE/AREA		Tubería HDPE 12" SDR 21				N° DE REGISTRO: 01					
ELEMENTO/FASE /SECTOR		Línea L5DP / LÍNEA DE SUBTRENSE PRINCIPAL				N° DE PLANO:					
CLIENTE		MBM-PIERINA				ESTRUCTURA/FRENTE: Tubería HDPE					
OBSERVACIONES						ESPECIFICACIÓN TÉCNICA: 102322-01-ES-003 Especificación Técnica de Tuberías					
Item	Fecha de Soldado	Hora Inicio	Maquina N°	Temperatura de Placa Calefactora	Díametro de Tubería	DR/SDR	Número de Junta	Línea	Nombre del Operador	Observaciones	TÉCNICO QC
01	16-07-18	15:29	616	432 °F	12"	21	01	L5DP	WILLIAN VARGAS		- 77 - SANTOS BERRÚ
SUPERVISOR CQC		CONSTRUCCIÓN		SUPERVISIÓN CQA		REPRESENTANTE DE MBM					
Nombre: ANGELES MYC SAC		Nombre: ANGELES MYC SAC		Nombre: J. Pérez Cribillero		Nombre: Dennis Izquierdo García					
Firma: Santos Berrú Llacsahuache		Firma: Mike Sanchez Euribe		Firma: AUGINCO PERU S.A.C.		Firma: Jefe de Construcción					
Supervisor CQC Geosintéticos		Supervisor de Operaciones Geosintéticos		CQA		Minera Barrick Misquichilca S.A.					
Fecha: 16-07-18		Fecha: 16-07-18		Fecha: 21-07-18		Fecha: 21/07/18 Mina Pierina					

Fuente: Proyecto "Construcción plataforma de lixiviación, fase 7-extensión" (2018).

		CONTROL DE CALIDAD								ANG-F-T-06					
ACEPTACIÓN DE SOLDADURA DE TUBERÍAS												Revisión		0	
												Fecha		25/05/2018	
												Página		01 de 01	
PROYECTO : "Construcción PAD de Lixiviación fase 7-Extensión" ENTREGABLE/AREA : TUBERIA HDPE 12" SDR 21 ELEMENTO/FASE /SECTOR : LINEA DE SUB DRENAJE PRINCIPAL CLIENTE : MBM-PIERINA OBSERVACIONES :												N° DE REGISTRO : 01 N° DE PLANO : ESTRUCTURA/FRENTE : TUBERIA HDPE ESPECIFICACIONES TÉCNICAS : 102 322-01-85-003 ESPECIFICACIÓN TÉCNICA DE TUBERÍA FECHA : 24.07.2018			
Numero de Junta	Longitud ml	Fecha Aprobación	Nombre QC	Numero de Junta	Longitud ml	Fecha Aprobación	Nombre QC	Numero de Junta	Longitud ml	Fecha Aprobación	Nombre QC	Numero de Junta	Longitud ml	Fecha Aprobación	Nombre QC
01-105	9.70	24.07.2018	Luis Aguilar Alvarez												
05-103	0.63														
03-104	0.45														
102	0.67														
EL ABAJO FIRMANTE, AUTORIZADO POR LA FIRMA DE INGENIERÍA, RECONOCE QUE LOS PLANOS Y UNIONES DE TUBERÍAS REGISTRADOS ARRIBA, HAN SIDO INSTALADOS Y APROBADOS DE ACUERDO CON LOS PLANOS Y ESPECIFICACIONES DEL PROYECTO.												AREA ENTREGADA ML: 11.52		AREA ENTREGADA ACUM. ML: 11.58	
SUPERVISOR CQC Nombre: ANGELES MYC SAC Firma: Luis Aguilar Alvarez Fecha: 24.07.2018				CONSTRUCCIÓN Nombre: ANGELES MYC SAC Firma: Mike Sanchez Euribe Fecha: 24-07-18				SUPERVISIÓN CQA Nombre: Celso Pérez Cribillero Firma: AUSENCO PERU S.A.S. Fecha: 26.07.18				REPRESENTANTE DE MBM Nombre: Dennis Izquierdo Garcia Firma: Jefe de Construcción Fecha: 30/07/18			

Fuente: Proyecto "Construcción plataforma de lixiviación, fase 7-extensión" (2018).

	CONTROL DE CALIDAD		ID del Documento:	ANG-F-T-07
	WELDING MAP (croquis de entrega)		Revisión:	0
			Fecha:	25/04/2018
			Pág.	
			Registro	
		FECHA:	24-07-2018	
PROYECTO	"Construcción PAD de Lixiviación fase 7-Extensión"		Nº DE REGISTRO:	01
ENTREGABLE/AREA	TUBERIA HDPE 12" SDR 21		Nº DE PLANO:	
ELEMENTO/FASE /SECTOR	LINEA DE SUB DRENAJE PRINCIPAL		ESTRUCTURA/FRENTE:	TUBERIA HDPE
CLIENTE	MBM-PIERINA		ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:	102 322 - 01 - 65 - 003
OBSERVACIONES			ESPECIFICACIÓN TÉCNICA DE TUBERÍA	
				
LEYENDA — Tuberia HDPE — Unión a Tope — Teg — Flange adaptador — Transición --- Construcción				
SUPERVISOR CQC		CONSTRUCCIÓN		SUPERVISIÓN CQA
Nombre: ANGELES MYC SAC		Nombre: ANGELES MYC SAC		Nombre: Celso Pérez Cribillero
Firma: Luis Aguilar Alvarez Supervisor CQC Geosintéticos		Firma: Mike Sanchez Euribe Supervisor de Operaciones Geosintéticos		Firma: AUGENCO PERU S.A.C.
Fecha: 24-07-2018		Fecha: 24-07-18		Fecha: 26-07-18
				REPRESENTANTE DE MBM
				Nombre: Dennis Izquierdo Garcia
				Firma: Jefe de Construcción
				Minera Barrick Misquichilca S.A.
				Fecha: 30/07/18 Mina Pierina

Fuente: Proyecto "Construcción plataforma de lixiviación, fase 7-extensión" (2018).

Anexo H. Estructura de las carpetas TOP

 TURN OVER PACKAGE CONSTRUCCIÓN DE LA PLATAFORMA DE LIXIVIACIÓN DE LA FASE 7 - EXTENSIÓN SISTEMA 3171-F7-001		
DOCUMENTACIÓN GENERAL		TOMO
VOLUMEN I	A. Descripción del Sistema (incluir plano de área a entregar)	1/8
	B. Actas de recepción del Sistema	1/8
	C. Punch List Cerrados	1/8
	D. Requerimientos de Información (RFI)	1/8
	E. Reportes de No Conformidad (NCR)	1/8
	F. Reportes de Vigilancia (SVR)	1/8
	G. Reporte de Trabajo Observado (RTO)	1/8
	H. Planos Resúmenes de Liberación de Áreas	1/8
	I. Red Lines	1/8
	J. Planos Asbuilt	1/8
DOCUMENTACIÓN TÉCNICA		TOMO
VOLUMEN II	A. Especificaciones Técnicas de Movimiento de Tierras	2/8
	B. Especificaciones Técnicas de Geosintéticos	2/8
	C. Especificaciones Técnicas de Tuberías	2/8
	D. Manual de Aseguramiento de la Calidad en la Construcción	2/8
	E. Plan de Control de Calidad	2/8
	F. Procedimientos de Control de Calidad	3/8
	G. Informes de Control de Calidad	3/8
	H. Submittal	3/8
	I. Certificados de Calibración de Equipos	3/8
	J. Certificados de Calidad de Materiales	4/8
	K. C.V. de Personal de Control de Calidad	4/8
REGISTROS DE LIBERACIONES		TOMO
SUBSISTEMA: 3171-F7-001-INTERLIFT		5/8
VOLUMEN III	A. INTERLIFT	5/8
	A.1 MOVIMIENTO DE TIERRAS	5/8
	a. Nivelación Interlift	5/8
	b. Trincheras de Anclaje	5/8
	c. Relleno de Trincheras de Anclaje	5/8
	d. Fundación - Zona Poza Distribución Existente	5/8
	e. Relleno - Zona Poza Distribución Existente	5/8
	f. Grava para Drenaje	5/8
	g. Material de Sobrevestimiento	5/8
	A.2 GEOMEMBRANA LLDPE SST 2mm	5/8
	a. Puesta en Marcha de Equipo/Aprobación de Técnico Soldadura por Fusión	5/8
	b. Puesta en Marcha de Equipo/Aprobación de Técnico Soldadura por Extrusión	5/8
	c. Pruebas Iniciales de Soldadura por Fusión	5/8
	d. Pruebas Iniciales de Soldadura por Extrusión	5/8
	e. Despliegue de Geomembrana	5/8
	f. Registro de Uniones por Fusión	5/8
	g. Control de Calidad de la Soldadura por Fusión	5/8
	h. Control de Calidad de la Soldadura por Extrusión	5/8
	i. Ensayos Destructivos de la Soldadura por Fusión	5/8
	j. Ensayos Destructivos de la Soldadura por Extrusión	5/8
	k. Ensayos No Destructivos - Prueba Geométrica	5/8
	l. Conformidad de Geomembrana LLDPE SST 2mm	5/8
	m. Reparaciones de Geomembrana LLDPE 2mm	5/8
	A.3 TUBERÍAS HDPE DE PARED DOBLE	5/8
	a. Colección Principal - Tubería HDPE Corrugada Perforada Ø 300mm	5/8
	b. Colección Lateral - Tubería HDPE Corrugada Perforada Ø 100mm	5/8
SUBSISTEMA: 3171-F7-001-PAD		TOMO
VOLUMEN IV	A. PAD DE LIXIVIACIÓN	6/8
	A.1 MOVIMIENTO DE TIERRAS	6/8
	a. SISTEMA DE SUBDRENAJE	6/8
	i. Fundación del Sistema de Subdrenaje	6/8
	ii. Rellenos	6/8
	iii. Instalación de Subdrenaje (Tuberías y Grava para drenaje)	6/8
	b. TALUD Y PLATAFORMA	6/8
	i. Fundación para Rellenos	6/8
	ii. Rellenos Zona Este	6/8
	iii. Rellenos Zona Oeste	6/8
	iv. Nivel de Grading en Talud para Colocación de Geosintéticos	6/8
	v. Fundación para Trincheras de Anclaje	6/8
	vi. Relleno de Trincheras de Anclaje	6/8
	vii. Relleno Berma Perimetral	6/8
	viii. Nivel de Grading en Plataforma para Colocación de Arcilla	6/8
	ix. Colocación de Arcilla (Soil Liner)	6/8

Fuente: Proyecto "Construcción plataforma de lixiviación, fase 7-extensión" (2018).

 TURN OVER PACKAGE CONSTRUCCIÓN DE LA PLATAFORMA DE LIXIVIACIÓN DE LA FASE 7 - EXTENSIÓN SISTEMA 3171-F7-001		
	x. Grava para Drenaje	6/8
	xi. Material de Sobrevestimiento	6/8
	A.2 GEOMEMBRANA LLDPE SST 2mm	7/8
	a. Puesta en Marcha de Equipo/Aprobación de Técnico Soldadura por Fusión	7/8
	b. Puesta en Marcha de Equipo/Aprobación de Técnico Soldadura por Extrusión	7/8
	c. Pruebas Iniciales de Soldadura por Fusión	7/8
	d. Pruebas Iniciales de Soldadura por Extrusión	7/8
	e. Despliegue de Geomembrana	7/8
	f. Registro de Uniones por Fusión	7/8
	g. Control de Calidad de la Soldadura por Fusión	7/8
	h. Control de Calidad de la Soldadura por Extrusión	7/8
	i. Ensayos Destructivos de la Soldadura por Fusión	7/8
	j. Ensayos Destructivos de la Soldadura por Extrusión	7/8
	k. Ensayos No Destructivos - Prueba Geoelectrica	7/8
	l. Conformidad de Geomembrana LLDPE SST 2mm	7/8
	A.3 REVESTIMIENTO GEOSINTÉTICO DE ARCILLA (GCL)	7/8
	a. Despliegue de GCL	7/8
	b. Conformidad de GCL	7/8
	A.4 GEOCOMPUESTO	7/8
	a. Despliegue de Geocompuesto	7/8
	b. Croquis y Aceptación de Geocompuesto	7/8
	A.5 POZA DE CONTROL DE SEDIMENTOS	7/8
	a. MOVIMIENTO DE TIERRAS	7/8
	i. Fundación de trinchera de anclaje	7/8
	ii. Relleno de trinchera de anclaje	7/8
	b. GEOSINTÉTICOS	7/8
	i. Pruebas Iniciales de Soldadura por Fusión	7/8
	ii. Pruebas Iniciales de Soldadura por Extrusión	7/8
	iii. Despliegue de Geomembrana	7/8
	iv. Registro de Uniones por Fusión	7/8
	v. Control de Calidad de la Soldadura por Fusión	7/8
	vi. Control de Calidad de la Soldadura por Extrusión	7/8
	vii. Ensayos No Destructivos - Prueba Geoelectrica	7/8
	viii. Conformidad de Geomembrana LLDPE SST 2mm	7/8
	ix. Despliegue de GCL	7/8
	x. Conformidad de GCL	7/8
	A.6 TUBERÍAS HDPE DE PARED DOBLE	7/8
	a. TUBERÍA PARA SUBDRENAJE	7/8
	i. Extensión de Subdrenaje - Tubería HDPE Sólida SDR 21 Ø 12"	7/8
	ii. Conducción de Subdrenaje Principal - Tubería HDPE Sólida SDR 21 Ø 12"	7/8
	iii. Homologaciones de Operario y Máquina de la Línea de Agua No Contacto	7/8
	b. TUBERÍA PARA COLECCIÓN DE SOLUCIÓN	7/8
	i. Colección Principal - Tubería HDPE Corrugada Perforada Ø 300mm	7/8
	ii. Colección Principal - Tubería HDPE Corrugada Perforada Ø 450mm	7/8
	iii. Colección Lateral - Tubería HDPE Corrugada Perforada Ø 100mm	7/8
	iv. Extensión de Colección Fase 7 - Tubería HDPE Corrugada No Perforada Ø 450mm	7/8
	v. Extensión de Colección Fase 7 - Tubería HDPE Sólida SDR 21 Ø 18"	7/8
ENSAYOS DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y TUBERIAS		TOMO
VOLUMEN V	A. GRAVA PARA DRENAJE	8/8
	A.1 ENSAYOS EN LABORATORIO	8/8
	a. Stock 4255	8/8
	i. Análisis Granulométrico	8/8
	ii. Índice de Plasticidad	8/8
	iii. Índice de Carga Puntual	8/8
	iv. Acid Base Accounting	8/8
	v. Permeabilidad	8/8
	b. Stock Estacionamiento Fase 7	8/8
	i. Análisis Granulométrico	8/8
	ii. Índice de Plasticidad	8/8
	iii. Índice de Carga Puntual	8/8
	iv. Acid Base Accounting	8/8
	v. Permeabilidad	8/8
	c. Cantera América	8/8
	i. Análisis Granulométrico	8/8
	ii. Índice de Plasticidad	8/8
	iii. Índice de Carga Puntual	8/8
	iv. Acid Base Accounting	8/8
	v. Permeabilidad	8/8
	d. Cantera Orón	8/8
	i. Análisis Granulométrico	8/8
	ii. Índice de Plasticidad	8/8

Fuente: Proyecto "Construcción plataforma de lixiviación, fase 7-extensión" (2018).

 TURN OVER PACKAGE CONSTRUCCIÓN DE LA PLATAFORMA DE LIXIVIACIÓN DE LA FASE 7 - EXTENSIÓN SISTEMA 3171-F7-001		
	iii. Índice de Carga Puntual	8/8
	iv. Acid Base Accounting	8/8
	v. Permeabilidad	8/8
	e. Cantera Cantena	8/8
	i. Análisis Granulométrico	8/8
	ii. Índice de Plasticidad	8/8
	iii. Índice de Carga Puntual	8/8
	iv. Acid Base Accounting	8/8
	v. Permeabilidad	8/8
	A.2 ENSAYOS IN SITU	8/8
	a. Stock 4255	8/8
	i. Análisis Granulométrico	8/8
	ii. Índice de Plasticidad	8/8
	b. Cantera Orión	8/8
	i. Análisis Granulométrico	8/8
	ii. Índice de Plasticidad	8/8
	c. Cantera América	8/8
	i. Análisis Granulométrico	8/8
	B. SOIL LINER (SUELO DE BAJA PERMEABILIDAD)	8/8
	B.1. ENSAYOS EN LABORATORIO	8/8
	a. Cantera Antena	8/8
	i. Análisis Granulométrico	8/8
	ii. Contenido de Humedad	8/8
	iii. Índice de Plasticidad	8/8
	iv. Ensayo Proctor Estandar	8/8
	b Stock 4255	8/8
	i. Análisis Granulométrico	8/8
	ii. Contenido de Humedad	8/8
	iii. Índice de Plasticidad	8/8
	iv. Ensayo Proctor Estandar	8/8
	c. Cantera Viveros	8/8
	i. Análisis Granulométrico	8/8
	ii. Contenido de Humedad	8/8
	iii. Índice de Plasticidad	8/8
	iv. Ensayo Proctor Estandar	8/8
	B.1. ENSAYOS IN SITU	8/8
	i. Análisis Granulométrico	8/8
	ii. Contenido de Humedad	8/8
	iii. Índice de Plasticidad	8/8
	C. MATERIAL DE RELLENO ESTRUCTURAL	8/8
	C.1 ENSAYOS EN LABORATORIO	8/8
	a. Cantera América	8/8
	i. Análisis Granulométrico	8/8
	ii. Contenido de Humedad	8/8
	iii. Índice de Plasticidad	8/8
	iv. Clasificación de Suelos	8/8
	D. MATERIAL PARA CAMA DE APOYO DE TUBERÍAS	8/8
	D.1 ENSAYOS EN LABORATORIO	8/8
	a. Stock Estacionamiento Fase 7	8/8
	i. Análisis Granulométrico	8/8
	ii. Índice de Plasticidad	8/8
	E. MATERIAL PARA RELLENO DE TRINCHERA DE ANCLAJE	8/8
	E.1. ENSAYOS DE LABORATORIO	8/8
	a. Cantera América	8/8
	i. Análisis Granulométrico	8/8
	ii. Contenido de Humedad	8/8
	iii. Índice de Plasticidad	8/8
	iv. Proctor Estandar	8/8
	v. Gravedad Específica	8/8
	b. Cantera Viveros	8/8
	i. Análisis Granulométrico	8/8
	ii. Contenido de Humedad	8/8
	iii. Índice de Plasticidad	8/8
	iv. Proctor Estandar	8/8
	v. Gravedad Específica	8/8
	E.2. ENSAYOS IN SITU	8/8
	a. Análisis Granulométrico	8/8
	b. Contenido de Humedad	8/8
	c. Índice de Plasticidad	8/8
	d. Proctor Estandar	8/8
	e. Gravedad Específica	8/8

Fuente: Proyecto "Construcción plataforma de lixiviación, fase 7-extensión" (2018).

		
TURN OVER PACKAGE CONSTRUCCIÓN DE LA PLATAFORMA DE LIXIVIACIÓN DE LA FASE 7 - EXTENSIÓN SISTEMA 3171-F7-001		
F. MATERIAL PARA CAPA DE RODADURA		8/8
F.1. ENSAYOS EN LABORATORIO		8/8
a. Cantera América		8/8
i. Análisis Granulométrico		8/8
ii. Contenido de Humedad		8/8
iii. Índice de Plasticidad		8/8
iv. Proctor Estandar		8/8
v. Gravedad Específica		8/8
G. MATERIAL DE SOBREVESTIMIENTO		8/8
G.1 ENSAYOS EN LABORATORIO		8/8
a. Stock Nivel 3990 - Tajo Mina		8/8
i. Análisis Granulométrico		8/8
ii. Contenido de Humedad		8/8
iii. Índice de Plasticidad		8/8
iv. Índice de Carga Puntual		8/8
v. Permeabilidad		8/8
G.2 ENSAYOS IN SITU		8/8
a. Análisis Granulométrico		8/8
b. Contenido de Humedad		8/8
c. Índice de Plasticidad		8/8
H. TUBERÍAS		8/8
a. Ensayos a Tracción de la Tubería Solida HDPE		8/8
I. ENSAYOS DE MECÁNICA DE SUELOS REALIZADOS POR AUSENCO		8/8

-//Fn


ANGELES INC S.A.
 Juan Carlos A. López
 LIDER COC

Fuente: Proyecto "Construcción plataforma de lixiviación, fase 7-extensión" (2018).