

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**



**IMPLEMENTACION DE UN PLAN DE ASEGURAMIENTO DE
CALIDAD EN LA CONSTRUCCION DE UN BOTADERO DE
DESMONTE MINERO**

INFORME DE COMPETENCIA PROFESIONAL

TOMO I

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO CIVIL

JAIME JULIAN TITO CHIRI

Lima – Perú

2013

Para las dos personas que con su simpleza me enseñaron a valorar cada cosa en la vida, por más pequeña que sea; les debo gratitud eterna, me faltaran años para retribuirles todo su amor hacia mi persona. Este logro es una consecuencia de todo el esfuerzo que hicieron por criarme y educarme, y vendrán muchos más...gracias Felipe y Rosa, mis queridos padres.

INDICE

RESUMEN	4
LISTA DE CUADROS	5
LISTA DE FIGURAS	6
LISTA DE SIGLAS Y TERMINOS	7
INTRODUCCION	9
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	11
1.1. ESTADO DEL ARTE DE LA CONSTRUCCION EN EL PERU	11
1.2. DESCRIPCION DE LA PROBLEMÁTICA EN LA CONSTRUCCIÓN	17
1.3. JUSTIFICACION	19
1.4. DEFINICION DEL OBJETIVO	19
CAPÍTULO II: MARCO TEORICO	20
2.1. CALIDAD Y PRODUCTIVIDAD	20
2.2. ¿QUE ES PRODUCTIVIDAD?	20
2.2.1. Definiciones relacionadas a la productividad	20
2.2.2. Componentes de la productividad.....	22
2.3. ¿QUE ES CALIDAD?	22
2.3.1. Definiciones relacionadas a la calidad	23
2.3.2. Evolución de la calidad	25
2.3.3. Costos de calidad	26
2.3.4. Normatividad en la calidad	28
2.3.5. Herramientas de la calidad.....	30
CAPÍTULO III: ASPECTOS GENERALES DEL CASO DE ESTUDIO	33
3.1. DESCRIPCION DEL PROYECTO EN ESTUDIO.....	33
3.2. UBICACIÓN GEOGRAFICA	39
3.3. ALCANCE DEL PROYECTO	41
3.4. DOCUMENTOS DEL PROYECTO	41
CAPÍTULO IV: ELABORACION - PLAN DE ASEGURAMIENTO DE CALIDAD	42
4.1. IDENTIFICACION DE LA IMPORTANCIA DEL PROYECTO	42
4.2. ESTUDIO DE LOS COMPONENTES DEL PROYECTO	42
4.3. PLAN DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD DE LA OBRA.....	44

4.3.1.	Propósito	44
4.3.2.	Metodología de trabajo	45
4.3.3.	Documentos del proyecto referentes a la calidad.....	45
4.3.4.	Mecanismos de aseguramiento y control de calidad	46
4.3.5.	Gestión de recursos	54
4.3.6.	Estándares, métodos y frecuencia de pruebas.....	56
4.3.7.	Revisiones y auditorías.....	60
4.3.8.	Reporte de desviaciones en la gestión de calidad	60
4.3.9.	Roles y responsabilidades el personal clave	60
4.3.10.	Documentos de referencia	62
CAPÍTULO V: IMPLEMENTACION DEL ASEGURAMIENTO DE CALIDAD		64
5.1.	LABORES REALIZADAS POR EL PERSONAL DE CALIDAD.....	64
5.2.	EXPLICACION DE LA IMPLEMENTACION POR ETAPAS	68
5.3.	DESARROLLO DE FLUJOGRAMAS DE GESTION DE CALIDAD	71
5.4.	DESARROLLO DEL PLAN DE ASEGURAMIENTO DE CALIDAD.....	73
5.4.1.	Manual de aseguramiento de la calidad	73
5.4.2.	Control de calidad.....	74
5.4.3.	Puntos de inspección	74
5.4.4.	Procedimientos de construcción.....	76
5.4.5.	Formatos de control en campo y laboratorio	77
5.4.6.	Capacitaciones referentes a la gestión de calidad	79
5.4.7.	Programa de auditorías internas	80
5.4.8.	Reportes diarios y semanales del área de calidad.....	80
5.4.9.	Certificados de calidad de materiales.....	81
5.4.10.	Certificados de calibración de equipos.....	81
5.4.11.	Dossier de calidad	82
5.5.	DESARROLLO EN LAS ACTIVIDADES PRODUCTIVAS DE CAMPO.....	83
5.5.1.	Construcción del terraplén de nivelación oeste	84
5.5.2.	Construcción de la estructura de suelo reforzado – Sistema terramesh	87
5.6.	RESTRICCIONES ENCONTRADAS EN LA IMPLEMENTACION.....	91
CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		93
6.1.	CONCLUSIONES	93
6.2.	RECOMENDACIONES.....	95

REFERENCIA BIBLIOGRAFICA.....	97
ANEXOS.....	98
Anexo N° 01: Flujograma de gestión de calidad en movimiento de tierras.....	98
Anexo N° 02: Manual de Aseguramiento de la calidad.	98
Anexo N° 03: Plan de Control de Calidad (Movimiento de tierras).....	98
Anexo N° 04: Plan de Control de Calidad (Geosintéticos).....	98
Anexo N° 05: Plan de Puntos de Inspección.....	98
Anexo N° 06: Procedimiento Constructivo.....	98
Anexo N° 07: Formatos de control de calidad aplicados al proyecto.	98
Anexo N° 08: Modelo de Programa de Auditoría.....	98
Anexo N° 09: Formato de Reporte Diario.	98
Anexo N° 10: Formato Semanal de Ensayos de Laboratorio.....	98
Anexo N° 11: Formato Semanal de Ensayos de Campo.	98
Anexo N° 12: Contenido del Dossier de Calidad.	98
Anexo N° 13: Mecanismos de aseguramiento y control de calidad de la obra.....	98
Anexo N° 14: Protocolos – Terraplén de nivelación Oeste.....	98
Anexo N° 15: Protocolos – Estructura de suelo reforzado (Sistema Terramesh).	98

RESUMEN

La construcción es un tipo de industria que ha mantenido un crecimiento económico en los últimos años en nuestro país y ello ha generado un mayor nivel de competencia entre las empresas constructoras que participan en este sector. Esta mayor exigencia se ha vuelto común en las obras civiles que se ejecutan en los proyectos mineros debido a la participación de empresas internacionales (líderes en servicios de ingeniería, servicios ambientales, consultoría y construcción) quienes demandan un mayor desempeño de las empresas constructoras contratistas en lo referente a requisitos técnicos, legales y reglamentarios que apliquen según el tipo de obra que se diseñe.

A pesar de esta exigencia, se observa también que aún se utiliza la gestión tradicional en la ejecución de estos tipos de proyectos de construcción y se obtienen resultados que no logran atender las exigencias propias del incremento de competitividad del mercado de construcción local.

Viendo esta problemática, en este informe se hacen los aportes para el cambio de paradigma en la gestión tradicional de proyectos de construcción utilizando a la *calidad* como herramienta de gestión en la construcción de una obra civil. El caso de estudio específico es la construcción de una obra civil tipo *Botadero de Desmonte* donde se implementó el aseguramiento de calidad como herramienta de gestión para el logro de los requisitos de diseño.

La implementación de esta herramienta de gestión busca mejorar los procesos constructivos (reducir los rechazos) de las diferentes disciplinas que componen la obra, y con ello obtener la confianza del cliente de que los trabajos se ejecutan en conformidad a los requisitos de calidad establecidos en los documentos técnicos, legales y reglamentarios que apliquen.

Por último, estos lineamientos descritos pueden ser adaptados y utilizados en la construcción de cualquier tipo de obra civil.

Palabras Clave

Calidad; Productividad; Aseguramiento de Calidad; Plan de Calidad; Plan de Inspección y Ensayo; Formato de Control; Dossier de calidad.

LISTA DE CUADROS

Cuadro N°		Página
1.1	Comparación de productos – construcción y otras industrias.	12
1.2	Situación de los segmentos que componen el sector de la construcción.	14
1.3	Situaciones que generan rechazos en una obra civil.	19
2.1	Representación de la productividad.	20
2.2	La calidad como creación de valor para el cliente.	23
2.3	Etapas en la evolución del movimiento por la calidad.	26
2.4	Tipos de costos de calidad.	27
2.5	Herramientas clásicas de calidad y sus funciones.	31
2.6	Aplicación de nuevas herramientas en los problemas de calidad.	32
2.7	Fases de planificación y herramientas de calidad.	32
3.1	Estructuras que conforman el Botadero de Desmonte.	33
3.2	Alcance del trabajo y especificaciones técnicas del proyecto.	41
3.3	Planos de construcción del proyecto.	41
4.1	Análisis de la obra e identificación de estructuras componentes.	43
4.2	Documentos de gestión de calidad generados durante la construcción.	45
4.3	Frecuencia de registro de pruebas – Suelo de recubrimiento.	57
4.4	Frecuencia de registro de pruebas – Sub-base preparada.	57
4.5	Frecuencia de registro de pruebas – Relleno para asiento de tuberías.	57
4.6	Frecuencia de registro de pruebas – Relleno selecto.	57
4.7	Frecuencia de registro de pruebas – Relleno común.	58
4.8	Frecuencia de registro de pruebas – Capa de grava para cobertura.	58
4.9	Frecuencia de registro de pruebas – Capa de drenaje.	58
4.10	Frecuencia de registro de pruebas – Riprap.	58
4.11	Frecuencia de registro de pruebas – Capa de rodadura.	58
4.12	Frecuencia de registro de pruebas – Agregado para drenaje.	58
4.13	Frecuencia de registro de pruebas – Concreto	59
4.14	Tolerancias de construcción para Movimiento de Tierra.	59
4.15	Tolerancia de Construcción para Concreto.	59
4.16	Cronograma de presión inicial de HDPE para pruebas de aire.	60
4.17	Documentos de referencia a utilizar para el Aseguramiento de la Calidad.	63
5.1	Formatos de control usados en la construcción del Botadero de Desmonte.	79
5.2	Formatos de control usados en la construcción del terraplén de nivelación.	86
5.3	Formatos de control usados en la construcción de la estructura de suelo reforzado - sistema terramesh.	90

LISTA DE FIGURAS

Figura N°		Página
1.1	Tipos de calidad en la construcción.	16
3.1	Esquema en planta del Botadero de Desmonte.	33
3.2	Corte A-A del Botadero de Desmonte.	34
3.3	Corte B-B del Botadero de Desmonte.	34
3.4	Ubicación geográfica de la obra en estudio.	40
4.1	Estructuras componentes del Botadero de Desmonte.	42
4.2	Organigrama propuesto del área de calidad en obra.	55
5.1	Organigrama de la supervisión y contratista de la obra.	65
5.2	Actividades del personal del área de calidad.	66
5.3	Etapas para la obtención de productos en trabajos de movimiento de tierras.	71
5.4	Flujogramas para conformidad en campo y laboratorio de suelos.	72
5.5	Sectorización del Botadero de Desmonte.	83
5.6	Fotografías de los trabajos de excavación para la determinación de fundación y construcción de drenaje tipo francés.	84
5.7	Fotografías de los trabajos de termofusión e instalación de la tubería HDPE que pasa por debajo de los rellenos del terraplén oeste.	85
5.8	Fotografías de los trabajos de explotación de canteras y ensayos en laboratorio de los materiales de relleno.	85
5.9	Fotografías de los trabajos de relleno controlado y compactación por capas en el terraplén de nivelación oeste.	85
5.10	Grado de compactación obtenido por capa de relleno conformada en el terraplén de nivelación.	87
5.11	Fotografías de la plataforma de fundación y trabajos de relleno controlado para llegar al nivel de fundación indicado en los planos.	87
5.12	Fotografías de la preparación de materiales de relleno y habilitación de cajas metálicas del sistema terramesh.	88
5.13	Fotografías donde se observa los trabajos de armado y relleno con rocas de las cajas metálicas del muro terramesh.	88
5.14	Fotografías donde se observa los trabajos de conformación de capas con material granular pre-seleccionado, y las pruebas realizadas por capa.	89
5.15	Grado de compactación obtenido por capa de relleno conformada en el muro de contención – sistema terramesh.	90

LISTA DE SIGLAS Y TERMINOS

Siglas

ANSI: Instituto Nacional Americano de Estándares (siglas en inglés, *American National Standards Institute*)

ARSO: Organización Regional Africana de Normalización (siglas en inglés, *African Regional Organisation for Standardisation*)

ASQ: Sociedad Americana de Calidad (siglas en inglés, *American Society for Quality*)

BSI: Institución Británica de Estándares (siglas en inglés, *British Standards Institution*)

CEN: Comité Europeo de Normalización (siglas en francés, *Comité Européen de Normalisation*)

CENELEC: Comité Europeo de Normalización Electrotécnica (siglas en francés, *Comité Européen de Normalisation Electrotechnique*)

CEI/IEC: Comisión Electrotécnica Internacional (siglas en inglés, *International Electrotechnical Commission*)

COPANT: Comisión Panamericana de Normas Técnicas (siglas en español)

ETSI: Instituto Europeo de Normas de Telecomunicaciones (siglas en inglés, *European Telecommunications Standards Institute*)

HDPE: Polietileno de Alta Densidad (siglas en inglés, *High-density polyethylene*)

ISO: Organización Internacional de Normalización (siglas en inglés, *International Organization for Standardization*)

INDECOPI: Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual (siglas en español)

NTP: Norma Técnica Peruana (siglas en español)

UIT/ITU: Unión Internacional de Telecomunicaciones (siglas en inglés, *International Telecommunication Union*)

Términos

Blanket: Término en inglés que hace referencia a un material de relleno que se usa para envolver y proteger.

Grouted: Término en inglés que hace referencia a una lechada de protección contra erosión.

Grouted riprap: Término en inglés que hace referencia a un tipo de enrocamiento con lechada usado como protección de erosión.

QA: Término en inglés que suele atribuirse al Aseguramiento de Calidad (siglas en inglés, *Quality Assurance*)

QC: Término en inglés que suele atribuirse al Control de Calidad (siglas en inglés, *Quality Control*)

Riprap: Término en inglés que hace referencia a un material de relleno tipo enrocado.

Tubería perforada CPT: Tubería perforada Corrugada de Polietileno.

Agua meteórica: Agua que cae proveniente de fenómenos meteorológicos, tales como la lluvia, la nieve y el granizo.

INTRODUCCION

La estabilidad económica del país en los últimos años ha generado que se impulse la confianza de la comunidad internacional hacia el Perú; ello trae consigo nuevas inversiones que impulsan aún más el mercado de la construcción.

Desde que se reactivó económicamente la industria de la construcción en el país, a partir del año 1993, las investigaciones realizadas se enfocaron inicialmente hacia las obras del tipo de edificaciones, donde los esfuerzos se orientaron al estudio de los tiempos que se invierten en los trabajos manuales y su afectación en la productividad de la obra.

Pero la industria de la construcción, en la actualidad, también se desarrolla en los proyectos mineros y es allí donde están realizándose las mayores inversiones extranjeras en el país. Para que los proyectos mineros puedan llevarse a cabo se deben realizar una diversidad de obras civiles: Campamentos con instalaciones completas; Vías de acceso internas y externas a las unidades mineras; Presas de agua; Relaveras; Plantas Industriales; Botaderos de Desmonte; Obras de Saneamiento; Puertos; etc.

Es en estos proyectos mineros (mediana y gran minería), también, donde se puede encontrar una mayor exigencia para el cumplimiento de las obras con las obligaciones legales y reglamentarias que rigen en el país; para ello se suele recurrir a la contratación de empresas foráneas líderes en servicios de ingeniería, servicios ambientales, consultoría y construcción.

Este tipo de empresas hacen que la supervisión de la obra coloque la "valla alta" para el cumplimiento de los requisitos de las obras con altos estándares de calidad, con ello se asegura el estricto cumplimiento de las normas técnicas nacionales e internacionales que apliquen al trabajo que se ejecute.

En este contexto, es donde se hace necesaria la contratación de empresas contratistas mineras que cuenten con profesionales que realicen labores en el Área de Calidad para el proyecto, tanto para las actividades de supervisión y ejecución de las obras. Estos profesionales de la calidad son los encargados de asegurar y hacer cumplir los requisitos estipulados para cada proyecto.

Una herramienta de gestión importante para el desarrollo de los proyectos es el Aseguramiento de la Calidad, este es el conjunto de actividades planeadas y ordenadas que se implantan dentro del sistema de calidad, según se requiera, para proporcionar confianza adecuada de que un elemento cumplirá los requisitos para la calidad.

Además; en el ámbito organizacional, el Aseguramiento de la Calidad interno proporciona confianza a la dirección de la empresa, y el externo, en situaciones contractuales, proporciona confianza al cliente.

De lo descrito, el propósito de este informe es el de establecer los lineamientos generales para realizar la implementación de un Plan de Aseguramiento de Calidad para la construcción de un Botadero de Desmonte minero y mostrar, mediante casos de aplicación, la documentación que se obtiene afin de evidenciar de que los trabajos se han ejecutado siguiendo los lineamientos de calidad establecidos.

Para poder entender mejor estos lineamientos se ha dividido el informe en seis (06) capítulos. En el Capítulo N° 1 se hace el planteamiento del problema por el cual se elabora el informe, en ello describe el estado del arte de la construcción en nuestro país, se describe la problemática y se justifica el tema del informe; por último, se concluye definiendo el objetivo del informe. En el Capítulo N° 2 se hace mención al marco teórico donde se basa el informe, se mencionan los conceptos, alcances y relaciones entre la calidad y la productividad. En el Capítulo N° 3 se menciona los aspectos generales del proyecto de estudio. En el Capítulo N° 4 se describe el plan de aseguramiento de calidad aplicable al proyecto de estudio. En el Capítulo N° 5 se desarrolla la implementación del plan de aseguramiento de calidad, aquí se muestran los componentes de la herramienta de gestión, su aplicación y los resultados que se obtienen. Por último, en el Capítulo N° 6 se mencionan las conclusiones y recomendaciones que se obtuvieron al desarrollar el presente informe.

Se espera que los lineamientos descritos puedan ser de utilidad para los profesionales que vienen desarrollando labores, o piensan hacerlo, en el Área de Calidad y con ello poder contribuir al avance de la misma en un mercado que muestra un continuo crecimiento y que requiere, cada vez más, de profesionales capacitados.

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. ESTADO DEL ARTE DE LA CONSTRUCCION EN EL PERU

Características de la Construcción y sus productos

La construcción es la realización de algo inmaterial utilizando ordenadamente, según un plan, los elementos que la conforman. La construcción es un tipo de industria, es decir, es un conjunto de procesos y actividades que tienen como finalidad transformar las materias primas en productos elaborados.

Generalmente la construcción tiene por característica lo siguiente:

- Es una industria nómada, es decir, una vez terminado los trabajos (obra) se desplazan a otro lado para seguir construyendo.
- La construcción utiliza mano de obra intensiva poco cualificada, el empleo de estas personas tiene carácter ocasional y sus posibilidades de promoción son pocas. Ello repercute en una baja motivación en el trabajo y disminución en la calidad.
- La innovación tecnológica no se desarrolla a la misma velocidad que en otras industrias.
- La mayoría de empleos que se generan es para el personal no calificado.
- En construcción las responsabilidades aparecen dispersas y poco definidas, lo que origina vacíos que afectan en la calidad final.
- El grado de precisión con que se trabaja en construcción, es en general mucho menor que en otras industrias, cualquiera que sea el parámetro que se contemple.
- Los aspectos relacionados con la calidad suelen limitarse a áreas excesivamente estrechas y especializadas, referida principalmente a un control de calidad incipiente.

Además de lo anterior, los productos que se obtienen de las actividades de la construcción presentan características particulares que las hacen distintas a los productos que se obtienen en otras industrias típicas.

En el Cuadro N° 1.1, se indica estas diferencias que se presentan entre los productos de la construcción con las obtenidas en otros tipos de industrias.

DIFERENCIAS ENTRE LA INDUSTRIA TRADICIONAL Y LA CONSTRUCCION	
Características de los Productos Industriales Típicos	Características de los Productos o Servicios de la Construcción
Su venta se realiza casi siempre al finalizar su fabricación.	Su venta se puede realizar inclusive antes de comenzar su fabricación.
Instalaciones óptimas para el mejoramiento de los procesos.	Instalaciones temporales, no óptimas para el mejoramiento de procesos.
Equipos modernos y apropiados para cada proceso debido a la constante optimización de los procesos.	Los equipos dependen de su disposición para el alquiler, así como su precio depende de la ubicación de la obra.
Plantas con ubicación estratégica y con facilidades de funcionamiento.	La ubicación de las obras es dada por los clientes o propietarios.
Utilización de insumos óptimos, debido a la selección de proveedores.	Calidad y disponibilidad de insumos condicionados a la ubicación del proyecto.
Las materias primas son en su mayoría homogéneas o procesadas previamente.	Buena parte de los componentes utilizados son artesanales.
Condiciones óptimas para la realización de los procesos.	Altos niveles de inseguridad durante la realización de los procesos.
Los responsables de las diferentes unidades y la alta dirección se ubican en un mismo lugar.	La alta dirección y los responsables de las unidades operativas normalmente se encuentran distanciados.
Estabilidad laboral, producción garantizada por grandes periodos.	La estabilidad laboral es condicional, los trabajos se renuevan por proyectos.
La mayoría de productos industriales se fabrican en serie y en grandes cantidades lo cual abarata costos.	Mínimas actividades de carácter repetitivo. Se puede decir que se fabrica productos "a la orden" de los clientes.
La producción es en cadena donde el producto es móvil y pasa a través de diferentes puestos de trabajo fijo.	Fabricados "in situ", se tienen "productos fijos" por los cuales pasan "operarios móviles".
Ubicadas en zonas industriales, condiciones óptimas para el desarrollo.	Variabilidad de la ubicación de los proyectos.
Las cantidades de los insumos normalmente son pequeñas, por lo que su control puede ser más manejable.	La cantidad de materiales utilizado suele ser excesiva, lo que dificulta su control.
El cliente no interviene en la adquisición de recursos materiales.	La gestión de logística suele estar condicionada por los promotores o propietarios del proyecto.
Producción estable y controlada.	Producción inestable, depende de la coyuntura política.
Los niveles de subcontratación son bajísimos o nulos debido por lo que ellos mantienen un buen control sobre todas sus actividades.	Niveles de subcontratación excesivos e impensables en otros sectores, lo cual es un problema para el sistema de gestión.
Facilidad de analizar niveles de riesgo por sus instalaciones fijas ya que las acciones riesgosas no suelen aparecer inesperadamente en este tipo de industria.	Variabilidad en las condiciones de trabajo y alta rotación, con ello los riesgos inherentes al puesto de trabajo aumentan.
Los sistemas de gestión requieren de conocimientos, habilidades, actitudes y aptitudes para la gestión, pero no necesariamente conocimientos técnicos profundos de los procesos y productos.	Se encarga la ejecución de los sistemas de gestión a las personas que realizan las actividades productivas que normalmente no tienen actitudes y aptitudes para la gestión.
Abiertos al cambio, al ser una actividad industrializada los cambios son más fáciles.	Industria tradicionalista, donde es muy difícil implementar cambios.
Mano de obra especializada, sin rotación.	Mano de obra con baja capacitación, alta rotación.
Condiciones de trabajo buenas ya que se realizan en lugares cerrados. Se usa el concepto de ergonomía.	La mayoría de las actividades se realizan a la intemperie con las condiciones climáticas de la zona
En industrias de producción masiva, el ciclo de vida del producto es menor, por lo cual los usuarios lo adquieren varias veces en su vida.	Normalmente la inversión realizada por un cliente o usuario de un producto de construcción es única y para toda la vida.
Condiciones favorables para el almacenamiento de insumo y materia prima.	Los almacenes utilizados son improvisados teniéndose un alto índice de daños y pérdida de los materiales.

Cuadro N° 1.1: Comparación de productos - construcción y otras industrias. Ref. (1)

En definitiva, las características indicadas nos hacen ver la complejidad de las actividades productivas en la que se desarrolla la construcción y ello puede generar inconvenientes a la hora de desarrollar las herramientas de gestión necesarias para lograr el éxito de estos trabajos.

La industria de la construcción en el Perú

En los últimos años, el Perú ha sido uno de los países más dinámicos de Latinoamérica y ha conseguido mantener la estabilidad de las principales variables macroeconómicas, lo cual ha impulsado la confianza de la comunidad internacional. Además, el efecto de la crisis económica internacional ha sido más reducido que en el resto de países de la zona y las perspectivas de crecimiento económico se mantienen favorables.

El sector de la construcción en nuestro país, al ser una de las actividades económicas más importantes, ha contribuido con este bienestar económico nacional debido a su capacidad de generar empleo por ser intensivo en mano de obra, es decir, la actividad de la construcción involucra ingenieros y arquitectos que hacen el diseño, fabricantes y distribuidores de los materiales y equipos usados, personal técnico que dirige el trabajo de campo, personal técnico que realiza el trabajo, supervisores que revisan los planos y hacen cumplir los reglamentos y muchos más. Por tanto, como industria de la construcción se entiende no sólo la actividad de los constructores, sino también desde los profesionales proyectistas hasta los productores de insumos para la construcción. En conclusión, que ya sea de manera directa o indirecta, la industria de la construcción genera miles de puestos de trabajo.

Según los analistas del sector de construcción, se cuenta con un elevado potencial de crecimiento tanto en la actividad residencial como en la obra civil y estas perspectivas de crecimiento del sector viene motivado por tres factores que se consideran fundamentales:

- El mantenimiento de las políticas de inversión pública;
- La apertura del gobierno a las inversiones privadas; y
- La mayor dinámica de la actividad inmobiliaria.

En el Cuadro N° 1.2 se indican las perspectivas de crecimiento por cada segmento que forma parte del sector de construcción en el país.

ITEM	SEGMENTO	SITUACION
1	Inmuebles	Se tiene un déficit habitacional y la mayor demanda de vivienda se concentra en los segmentos de poder adquisitivo bajo y medio bajo, por lo que el mayor potencial de este mercado se encuentra en la construcción de viviendas sociales, que aportan un menor margen pero también tienen una menor riesgo al haber un exceso de demanda en el mercado; de ello, el principal mercado es Lima pero se observan la evolución de nuevos focos en ciudades como Arequipa, Trujillo, Chiclayo o Piura.
2	Oficinas	Según los analistas, el potencial de crecimiento de este segmento se orienta al tipo de oficinas tipo B. Si bien el mercado de oficinas se encuentra saturado en los distritos tradicionales de negocios (San Isidro, Miraflores) en términos de oferta y falta de terrenos para construcción de nuevos edificios corporativos; sin embargo aparecen en la capital peruana nuevos centros de negocios, como Surco, donde hay mucha disponibilidad de terreno y se encuentra en una ubicación estratégica en cuanto a las zonas residenciales de la ciudad. Se prevé también el desarrollo de otros focos de demanda en el mercado limeño, como la zona de Los Olivos. A nivel de provincias, no hay un mercado ni una demanda desarrollada, por lo que el foco en este segmento se reduce a la capital de país.
3	Locales y centros comerciales	La distribución se encuentra todavía muy atomizada; sin embargo cada vez hay más inversión en la construcción de grandes superficies y centro comerciales, sobre todo en Lima, aunque se observa avances del sector también en provincias.
4	Obra civil e infraestructura	Hay una brecha de inversión estimada de más de 37.000 millones de dólares. La mayor parte de recursos se están destinando a la construcción de redes viales.
5	Agua y saneamiento	Hay una gran carencia de infraestructura, y un gran potencial de crecimiento y desarrollo de este sector. La brecha estimada en el sector alcanza los 6.000 millones de dólares.

Cuadro N° 1.2: Situación de los segmentos que componen el sector de la construcción.

Interés en la construcción por la calidad

Debido al auge económico, en los trabajos del sector de la construcción vienen sucediendo un cambio radical en la forma de gestionar debido al alto nivel de competencia que surgió entre las empresas de este sector. A raíz de ello se empieza a aplicar las herramientas de gestión de calidad que ya se utilizaban en otras industrias con miras de buscar el menor costo sin alterar la calidad del producto. Con esto se genera un lenguaje común en los proyectos, facilitando la interacción entre empresas de diferentes áreas, sectores y nacionalidades.

Las principales causas que contribuyeron al fortalecimiento de la calidad, como herramienta de gestión en el sector de la construcción son:

- Los clientes son cada vez más exigentes y reclaman mayor calidad en un producto que les supone un gran esfuerzo económico.
- El uso de diferentes normativas y leyes en temas de calidad a nivel mundial, las cuales están irrumpiendo con fuerza en la actividad constructora para garantizar la calidad.
- Se ha tomado conciencia que el “costo de no calidad” en construcción puede llegar a ser importante para la obtención de sus utilidades.

Estas razones justifican que el aumento de la calidad sea hoy un objetivo prioritario para la supervivencia en el sector.

Avance de la calidad en el sector de la construcción

Debido al aumento considerable de la competencia entre empresas del sector construcción y para que puedan mantenerse vigentes, estas han tenido que incluir dentro de sus formas de trabajo herramientas de gestión, diferentes a las tradicionales, como calidad y seguridad utilizadas por empresas del primer mundo.

El desarrollo de la calidad como herramienta de gestión en el sector de la construcción no presenta el mismo avance que se puede observar en otros sectores de la industria, esto debido a que el mercado de la construcción aún se comporta como un mercado inmaduro, tradicional y con un gran porcentaje de trabajos realizados en forma artesanal, en el cual prevalece el precio.

Además, en la mayoría de las empresas constructoras en el país se percibe que no existe un compromiso y liderazgo por parte de la alta dirección en cuanto a la calidad, lo que se traduce en la falta de capacitación, trabajo en equipo deficiente y falta de coordinación entre quienes participan en el proceso, lo que se refleja en poca capacidad para el análisis de fallas y detección de las causas que afectan la calidad de las obras.

Son pocas las empresas que han tomado el reto de implementar sistemas de calidad con la seriedad requerida, posiblemente estas sean las que logren los objetivos buscados.

Tipos de calidad para el sector de la construcción

Según Rubén Gómez-Sánchez, docente post-grado de la Universidad Nacional de Ingeniería, para poder comprender la gestión de la calidad en la construcción se debe dividir el concepto de calidad en tres tipos distintos:

- **Calidad deseada por el cliente:** son aquellas necesidades implícitas o explícitas del cliente, son las expectativas que tiene el cliente de su producto final y que deberían verse plasmados en el proyecto.
- **Calidad programada:** Es la calidad implícita y explícita descrita en los documentos del proyecto y el expediente técnico. Si existen diferencias entre el deseo del cliente y la calidad programada entonces se generará

la región 7 mostrada en la Figura 1.1. Es aquí donde se inician los problemas de calidad, ya que el proyecto no dejará satisfacer al cliente.

- **Calidad conseguida:** es el nivel de calidad alcanzado al culminar el proyecto, y dependerá del trabajo del contratista y el supervisor.



Figura N° 1.1: Tipos de calidad en la construcción.

Observando la Figura N° 1.1, se distingue que el éxito de la satisfacción total del cliente es sobreponer los tres tipos de calidad con lo cual se entiende que el concepto de calidad debe de trabajarse desde la etapa de diseño del proyecto y aquellos que se desempeñan como contratistas deben de asegurarse que la calidad programada sea igual a la calidad conseguida.

Mejoras que se pretende obtener al usar la calidad en la construcción

Las principales mejoras que se deberían obtener en una empresa constructora al aplicar un sistema de calidad en sus procesos, son:

- Reconocimiento por parte del mercado, ya que el uso de sistemas de calidad en una empresa constructora evidencia seriedad y compromiso de ella respecto a la obtención de la calidad en sus productos o servicios.
- Mejora la imagen de la organización frente a sus clientes, la comunidad y a su propio personal.
- Desarrollo de técnicas de producción de bajo costo, produciendo un liderazgo en costo respecto a los competidores.
- Creación de responsabilidades (especialización) del personal que trabaja con sistemas de calidad
- Menor número de disconformidades encontradas (re-trabajos o rechazos) en los proyectos durante su ejecución.
- Mejor control de los procesos de construcción.

- Reducción considerable de los costos de producción, reparación de errores (rechazos), accidentes de trabajo y post venta.
- Acceso a nuevos mercados.
- Cumplimiento con los clientes que requieren proveedores certificados, como empresas mineras o petroleras.
- Mejora de la gestión de la documentación, reforzar confianza entre cliente y contratista, mejorando así el nivel de satisfacción del cliente.
- Mejora la eficiencia interna de la empresa.
- Dinamizan su funcionamiento, aumentan la motivación y participación del personal y mejoran la gestión de los recursos.
- Incremento de la calidad en los servicios, plazos de entrega y garantía.
- Mejora en la selección y contratación de proveedores y subcontratistas.

Normalización de la calidad en el Perú

En nuestro país, el Instituto Nacional de la Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual (INDECOPI) es la entidad encargada de desarrollar normas en todas las especialidades.

Actualmente se encuentra vigente la norma de calidad para el sector construcción NTP 833.930 que desarrolla una guía de interpretación para el sector construcción de la NTP-ISO 9001:2001. El modelo bajo el cual se trabaja esta norma se sustenta en el planteamiento de la aplicación simultánea de la Gestión de Calidad y la Gerencia de Proyectos.

Esta norma fue elaborada por el Sub Comité Técnico de Normalización de Gestión y Aseguramiento de la Calidad en el Sector de la Construcción en el año 2003, y utilizó como antecedente la NTP-ISO 9001:2001 Sistemas de Gestión de la Calidad.

En esta norma se transcribe la norma NTP-ISO 9001:2001 adicionándole comentarios a cada título de la norma original, los cuales tiene como objetivo darnos una interpretación de la norma aplicada para el sector construcción acordada por consenso del comité.

1.2. DESCRIPCIÓN DE LA PROBLEMÁTICA EN LA CONSTRUCCIÓN

Los problemas que debe afrontar la construcción en nuestro país guardan relación con la obsoleta gestión tradicional que aún se aplica en los proyectos.

Esta forma de tradicional de gestionar los proyectos de construcción conlleva a la falta de competitividad de las empresas constructoras en un mercado cada vez más exigente y además es fuente de diversos problemas y críticas debido a:

- Fallas en el intercambio de información y recursos entre las diferentes áreas involucradas en el proyecto (actividades no estandarizadas y duplicadas, personal con funciones y responsabilidades indefinidas, especificaciones no definidas, etc.)
- Falta de implicación, motivación y comunicación de las personas, por la separación entre “los que piensan” y “los que trabajan” y por un estilo de dirección autoritario en lugar de participativo. Además, no se promueve la realización de los trabajos utilizando las buenas prácticas constructivas.
- Consideración de la producción como la única fuerza impulsora de decisiones en la gestión del proyecto.
- No se entrega valor al cliente hasta que se produce la entrega final del producto (los problemas permanecen encubiertos y cuando se descubren es demasiado tarde para repararlos).

Como consecuencia de esta forma de gestionar se ha vuelto común encontrar problemas constructivos que generan rechazos en diferentes disciplinas especializadas de los proyectos de construcción, ver Cuadro N° 1.3.

ITEM	TRABAJO ESPECIALIZADO	SITUACIONES QUE PRODUCEN RECHAZOS
1	Control topográfico.	Equipos topográficos sin documentos que garanticen calibración.
		Utilización de malas prácticas en los trabajos topográficos.
2	Excavaciones.	Realización de sobre-excavaciones sin coordinación ni autorización.
3	Relleno y compactación.	Utilización de materiales de relleno no autorizados.
		Incumplimiento de requerimientos en el grado de compactación.
		Presencia de fallas estructurales en los rellenos entregados.
		Asentamiento de los rellenos entregados.
4	Albañilería.	Utilización de materiales en mal estado.
		Verticalidad y horizontalidad de muros fuera de tolerancias.
		Utilización de malas prácticas constructivas en los trabajos de albañilería.
5	Armaduras de acero.	Utilización de refuerzos de acero corroídos.
		Almacenaje inadecuado de refuerzos de acero.
		Colocación del refuerzo sin respetar los planos de construcción.
		Utilización de malas prácticas constructivas en los trabajos de acero.
6	Encofrado.	Verticalidad y horizontalidad de elementos fuera de tolerancias.
		Utilización de malas prácticas constructivas en los trabajos de encofrado.

Cuadro N° 1.3: Situaciones que generan rechazos en una obra civil.

ITEM	TRABAJO ESPECIALIZADO	SITUACIONES QUE PRODUCEN RECHAZOS
7	Concreto simple y armado.	Utilización de mezcla sin diseño ni aprobación.
		Presencia de fisuras estructurales en elemento estructural.
		Incumplimiento de ensayos de control del concreto colocado <i>in situ</i> .
		Utilización de malas prácticas constructivas en los trabajos de concreto.
8	Ensayos de laboratorio.	Equipos de laboratorio sin documentos que garanticen calibración.
		Utilización de malas prácticas en los ensayos de laboratorio.
9	Tuberías/Geosintéticos.	Utilización de materiales en mal estado.
		Almacenaje inadecuado de materiales.
		Incumplimiento de ensayos previos a trabajos de soldadura.
		Utilización de malas prácticas constructivas en los trabajos de tuberías.

Cuadro N° 1.3: Situaciones que generan rechazos en una obra civil (continua).

1.3. JUSTIFICACION

Conocida la problemática que genera la gestión tradicional en la construcción, se hace necesario realizar los esfuerzos para contribuir al cambio de paradigmas en este tipo de gestión. Para ello, en este informe se aborda el tema de calidad y su uso como herramienta de gestión en la industria de la construcción; y se desarrolla en una obra civil del tipo “Botadero de Desmonte Minero”. Se sustenta la aplicación en este tipo de obra debido a que en su diseño se tiene una participación significativa de estructuras que en su conjunto contienen una diversidad de disciplinas que es poco usual encontrarlas en otro proyecto.

La herramienta de gestión que se desarrolla en este *Informe de Competencia Profesional* es el Aseguramiento de Calidad, el cual es una herramienta de calidad que se basa en la Gestión por Procesos. Ello consiste en la identificación e interacción de los procesos que se desarrollan en la organización de un proyecto y su propósito es asegurar que los mismos se desarrollen de forma coordinada y eficaz, logrando con esto la satisfacción de las partes interesadas.

1.4. DEFINICION DEL OBJETIVO

El objetivo del presente informe es establecer los lineamientos generales que se deben considerar para implementar un plan de aseguramiento de calidad en la ejecución de una obra civil, con el propósito de mejorar los procesos y calidad de las actividades componentes, y reducir los rechazos de los trabajos concluidos; de ese modo se busca brindar la confianza necesaria al cliente de que los trabajos que se ejecutan son conformes a los requisitos de calidad establecidos en los documentos técnicos, legales y reglamentarios que apliquen al proyecto.

CAPÍTULO II: MARCO TEORICO

2.1. CALIDAD Y PRODUCTIVIDAD

A menudo, aún en nuestros días, la relación entre calidad y productividad confunde a los directivos de las empresas. Tradicionalmente se ha considerado que ambas son opuestas, ello se debe a que la mayor fuerza impulsora de las decisiones en las industrias ha sido la *producción eficaz*, por ello, muchos directivos afirman aún que no se puede mejorar la calidad sin afectar considerablemente a la producción y por ende, generar mayores costos.

Ello hace necesario revisar y entender mejor dichos conceptos para establecer mejor las diferencias y similitudes entre ellas.

2.2. ¿QUE ES PRODUCTIVIDAD?

Hablar de productividad implica relacionarla con los resultados que se obtienen en un proceso o un sistema productivo, por lo que incrementarla implica lograr mejores resultados considerando los recursos empleados para generarlos.

Es decir, generalmente la productividad se mide relacionando los resultados logrados y los recursos empleados, tal como se aprecia en el Cuadro N° 2.1.

$$Productividad = \frac{Resultados\ logrados}{Recursos\ empleados}$$

Donde:

- Los **resultados logrados** pueden medirse en unidades producidas, en piezas vendidas o en utilidades,
- Los **recursos empleados** pueden cuantificarse por número de trabajadores, tiempo total empleado, horas máquina, etc.

Cuadro N° 2.1: Representación de la productividad.

En otros términos; la medición de la productividad resulta de estimar adecuadamente los recursos empleados para producir y generar ciertos resultados esperados.

2.2.1. DEFINICIONES RELACIONADAS A LA PRODUCTIVIDAD

A continuación se mencionan brevemente algunas definiciones básicas que se encuentran en toda lectura relacionada a la productividad:

Planificación: Acto de definir el criterio para generar las estrategias de producción así como las directivas para lograr que se cumplan con éxito dichos criterios.

Planificación maestra: Planificación general del proyecto, generada antes de iniciar los trabajos de construcción.

Capacidad de producción: La cantidad de trabajo que se puede llevar a cabo en un determinado tiempo una unidad de producción, ya sea individualmente o como grupo.

Flujo de trabajo: El movimiento de información y materiales a través de la red de unidades de producción establecidas, cada uno de las cuales los procesa antes de dejarlos pasar a las unidades de corriente abajo.

Trabajo productivo (TP): Trabajo que aporta en forma directa a la producción.

Trabajo contributorio (TC): Trabajo de apoyo, que debe ser realizado para que pueda ejecutarse el trabajo productivo. Actividad aparentemente necesaria, pero que no aporta valor. Es una pérdida de segunda categoría.

Trabajo no contributorio (TNC): Cualquier actividad que no genera valor, y que caiga directamente en la categoría de pérdida. Son actividades que no son necesarias, tienen un costo y no agregan valor.

Pérdidas: Es toda aquella actividad que tiene un costo, pero que no agrega valor al producto terminado.

Producción sin pérdidas (lean production): Es aquel tipo de producción cuyo manejo operacional apunta a la eliminación/reducción de pérdidas. Cuenta con una serie de herramientas de gestión de producción que le permiten reducir las pérdidas a niveles bastante bajos.

Construcción sin pérdidas (lean construction): Es una nueva filosofía orientada hacia la administración de la producción en la construcción, cuyo objetivo fundamental es la eliminación de las actividades que no agregan valor (pérdidas).

Benchmarking: Se refiere a la comparación de la performance actual contra la del líder del negocio en un área en particular. En esencia significa encontrar e implementar la mejor práctica en el campo que se desea mejorar.

2.2.2. COMPONENTES DE LA PRODUCTIVIDAD

La productividad tiene como componentes, según la ref. (1), a la eficiencia y a la eficacia; y se puede lograr un mejor entendimiento de ella mediante el estudio de la relación de sus ambos componentes.

La eficiencia es sencillamente la relación entre el resultado alcanzado y los recursos utilizados, mientras que la eficacia es el grado en que se realizan las actividades planeadas y se alcanzan los resultados planeados.

Así, buscar **eficiencia** es tratar de optimizar los recursos y procurar que no haya desperdicio de recursos; mientras que la **eficacia** implica utilizar los recursos para el logro de los objetivos trazados (hacer lo planeado).

Se puede ser eficiente y no generar desperdicio, pero al no ser eficaz no se están alcanzando los objetivos planeados. Adicionalmente, por efectividad se entiende que los objetivos planteados son trascendentes y éstos se deben alcanzar.

2.3. ¿QUE ES CALIDAD?

La calidad tiene varias definiciones; para Juran (1990): "Calidad es que un producto sea adecuado para su uso. Así, la calidad consiste en ausencia de deficiencias en aquellas características que satisfacen al cliente".

También, la ASQ establece: "Calidad es un término subjetivo para el que cada persona o sector tiene su propia definición. En un sentido técnico, la calidad puede tener dos significados: a) Son las características de un producto o de un servicio que influyen en su capacidad de satisfacer necesidades implícitas o específicas; b) Es un producto o un servicio libre de deficiencias".

Ahora, en la norma ISO 9000:2005 se define como "el grado en el que un conjunto de características inherentes cumple con los requisitos", entendiéndose al requisito como una expectativa establecida, que es implícita u obligatoria.

En términos menos formales: La calidad la define el cliente, ya que es el juicio que éste tiene sobre un producto o servicio que por lo general es la aprobación o rechazo. Así, la calidad es ante todo la satisfacción del cliente, la cual está ligada a las expectativas que éste tiene sobre el producto o servicio. Tales expectativas son generadas de acuerdo con las necesidades, los antecedentes, el precio, la

publicidad, la tecnología, la imagen de la empresa, etc. Se dice que hay satisfacción si el cliente percibió en el producto o servicio lo que esperaba.

Una forma de ver la calidad en donde se integran varios de los elementos anteriores es definiéndola como la "creación de valor para el cliente", en el Cuadro N° 2.2 se aprecia el cociente que representa este valor.

$$\text{valor} = \frac{\text{atributos del producto} + \text{imagen} + \text{relaciones}}{\text{precio}}$$

Donde:

- Los **atributos del producto**: se refieren a las características del producto mismo que influyen en su funcionamiento así como en su estética.
- La **imagen** (o reputación): es el prestigio actual de la organización según la percepción y opinión del cliente, y es el resultado de la historia de la organización a los ojos del mercado que atiende.
- Las **relaciones**: están determinadas por la calidad en el servicio y en general por la calidad en las relaciones que la empresa mantiene con los diferentes actores o factores externos.
- El **precio**: Es lo que el cliente paga por el producto, para así obtener el valor que el cliente percibe por lo que pagó.

Cuadro N° 2.2: La calidad como creación de valor para el cliente. Ref. (8)

Lo deseable es que el valor sea mayor que uno (valor > 1), lo que indicará que el cliente recibe más de lo que paga por el producto.

2.3.1. DEFINICIONES RELACIONADAS A LA CALIDAD

A continuación se menciona brevemente parte del vocabulario básico que se encuentra en toda lectura relacionada a la calidad:

Requisito: *Expresión en el contenido de un documento formulando los criterios a cumplir a fin de declarar la conformidad con el documento, y para los que no se permite ninguna desviación.*

Satisfacción del cliente: *Percepción del cliente sobre el grado en que se han cumplido sus requisitos.*

Sistema de gestión de la calidad: *Sistema de gestión para dirigir y controlar una organización con respecto a la calidad.*

Política de la calidad: *Intenciones globales y orientación de una organización relativas a la calidad tal como se expresan formalmente por la alta dirección.*

Objetivo de la calidad: *Algo ambicionado o pretendido, relacionado con la calidad.*

Alta dirección: Persona o grupo de personas que dirigen y controlan al más alto nivel una organización.

Control de la calidad: Parte de la gestión de la calidad orientada al cumplimiento de los requisitos de la calidad.

Aseguramiento de la calidad: Parte de la gestión de la calidad orientada a proporcionar confianza en que se cumplirán los requisitos de la calidad.

Mejora continua: Actividad recurrente para aumentar la capacidad para cumplir los requisitos.

Cliente: Organización o persona que recibe un producto.

Proceso: Conjunto de actividades mutuamente relacionadas o que interactúan, las cuales transforman elementos de entrada en resultados.

Producto: Resultado de un proceso.

Procedimiento: Forma especificada para llevar a cabo una actividad o un proceso.

Trazabilidad: Capacidad para seguir la historia, la aplicación o la localización de todo aquello que está bajo consideración.

Conformidad: Cumplimiento de un requisito.

No conformidad: Incumplimiento de un requisito.

Acción preventiva: Acción tomada para eliminar la causa de una no conformidad potencial u otra situación potencial no deseable.

Acción correctiva: Acción tomada para eliminar la causa de una no conformidad detectada u otra situación no deseable.

Concesión: Autorización para utilizar o liberar un producto que no es conforme con los requisitos especificados.

Liberación: Autorización para proseguir con la siguiente etapa de un proceso.

Especificación: Documento que establece requisitos.

Plan de la calidad: Documento que especifica qué procedimientos y recursos asociados deben aplicarse, quién debe aplicarlos y cuándo deben aplicarse a un proyecto, producto, proceso o contrato específico.

Registro: Documento que presenta resultados obtenidos o proporciona evidencia de actividades desempeñadas.

2.3.2. EVOLUCION DE LA CALIDAD

La búsqueda constante por hacer las cosas mejor, más rápido y a un menor costo, mediante los tres componentes de una estrategia de calidad (innovación, control y mejora), también ha provocado un cambio continuo en los conceptos y métodos de la calidad; ello queda claro al analizar la historia del movimiento por la calidad.

En el Cuadro N° 2.3 se muestra las etapas en la evolución del movimiento por la calidad, según Humberto Gutiérrez Pulido, Ref. (1). Cada etapa se ha construido sobre la siguiente, es decir, una nueva etapa es una mezcla de los mejores métodos, prácticas e ideas de las etapas anteriores, más las mejores ideas y prácticas que han generado los profesionales de la calidad y la administración; por ejemplo, la administración de la calidad total incluye nuevos supuestos y prácticas sobre la calidad, pero se queda con algunos de los métodos de las etapas previas de la inspección, control estadístico y aseguramiento. De esta manera, no es posible decir que el control estadístico sea obsoleto, más bien es insuficiente como estrategia de calidad.

Etapas del movimiento por la calidad					
Criterios considerados (Etapa)	Inspección	Control estadístico de la calidad	Aseguramiento de la calidad	Administración de la calidad total	Reestructurar las organizaciones y mejora sistémica de procesos
Fecha de inicio	(1800)	(1930)	(1950)	(1980)	(1995)
Preocupación principal	Detección	Control	Coordinación	Impacto estratégico	Competir eficazmente por los clientes, con calidad, precio y servicio, en la era de la información y en un mercado globalizado
La calidad se ve como:	Un problema a resolver	Un problema a resolver	Un problema a resolver, pero que es atacado en forma preventiva (proactiva)	Una ventaja competitiva	Una ventaja competitiva, y la condición para permanecer en el negocio
Énfasis	Uniformidad del producto	Uniformidad del producto con reducción de la inspección	Todas las etapas, desde el diseño hasta las ventas, y la contribución de todos los grupos funcionales, especialmente diseñadores para prevenir fallas	Necesidades del cliente y el mercado	Enfoque en el cliente y en el mercado, reducción de defectos a un nivel de 3.4 DPMO y reducción del tiempo de ciclo

Cuadro N° 2.3: Etapas en la evolución del movimiento por la calidad. Ref. (8)

Etapas del movimiento por la calidad					
Criterios considerados (Etapa)	Inspección	Control estadístico de la calidad	Aseguramiento de la calidad	Administración de la calidad total	Reestructurar las organizaciones y mejora sistémica de procesos
Fecha de inicio	(1800)	(1930)	(1950)	(1980)	(1995)
Métodos	Estándares y mediciones	Herramientas y metodologías estadísticas	Programas y sistemas	Planeación estratégica, establecimiento de metas y movilización de la organización para lograr la mejora continua. Un amplio menú de herramientas	Planeación y gestión estratégica, la mejora continua del sistema como parte de las responsabilidades del área directiva. Un amplio menú de metodologías y estrategias
Papel de los profesionales de la calidad	Inspeccionar, contar y clasificar	Encontrar problemas y aplicación de métodos estadísticos	Medición y planeación de la calidad, y diseño de programas	Establecimiento de metas, educación y entrenamiento, asesoría a otros departamentos y diseño de programas	Detección de oportunidades de mejora, entrenamiento y educación, facilitador de la mejora, diseño de programas de acción
Quién tiene la responsabilidad por la calidad	El departamento de inspección	Los departamentos de manufactura e ingeniería	Todos los departamentos, aunque la alta dirección sólo se involucra periféricamente en diseñar, planear y ejecutar las políticas de calidad	Todo el mundo en la organización, con la alta dirección ejerciendo un fuerte liderazgo	Todo el mundo, principalmente la gente que tiene mando es responsable de mejorar el desempeño de sus procesos. La alta dirección encabeza el esfuerzo para generar visiones compartidas, alinear los esfuerzos, eliminar barreras organizacionales, propiciar el aprendizaje organizacional, facultar y potenciar la labor y creatividad del talento humano
Orientación y enfoque	Inspeccionar la calidad del producto terminado	Controlar la calidad	Construir la calidad	Dirigir la calidad	Orientación directa y total al cliente, al mercado y a mejorar el desempeño de los procesos

Cuadro N° 2.3: Etapas en la evolución del movimiento por la calidad. Ref. (8). (continua)

2.3.3. COSTOS DE CALIDAD

Los **costos de calidad** son los costos totales asociados al sistema de gestión de la calidad y pueden utilizarse como medida de desempeño del sistema de calidad.

Estos costos se dividen en: (a) Costos originados en la empresa para asegurar que los productos tengan calidad, y (b) Costos por no tener calidad que resultan de las deficiencias en los productos y procesos. A estos últimos se les conoce como **costos de no calidad** o de **mala calidad**.

La **mala calidad** significa una utilización deficiente de los recursos financieros y humanos, con lo que entre más deficiencias y fallas se tengan, los costos por lograr la calidad y por no tenerla serán más elevados. En el Cuadro N° 2.4 se indican los tipos de costos de calidad y los elementos de cada uno de ellos.

COSTOS DE CALIDAD	
Costos para asegurar la calidad	Costos de no calidad
De prevención <ul style="list-style-type: none"> ▪ Evitar y prevenir errores, fallas y desviaciones ▪ Planeación de calidad. ▪ Planeación de procesos. ▪ Control de procesos. ▪ Entrenamiento. 	Por fallas internas <ul style="list-style-type: none"> ▪ Originados por fallas, defectos o incumplimiento de especificaciones ▪ Desperdicio y reprocesos. ▪ Reinspecciones. ▪ Reparaciones.
De evaluación <ul style="list-style-type: none"> ▪ Medir, verificar y evaluar la calidad ▪ Inspección, pruebas y ensayos. ▪ Auditorías de calidad. ▪ Equipos de pruebas y ensayos. 	Por fallas externas <ul style="list-style-type: none"> ▪ Atención de quejas del cliente. ▪ Servicios de garantía. ▪ Devoluciones, costos de imagen y pérdidas de ventas. ▪ Castigos y paralizaciones. ▪ Juicios, demandas y seguros.

Cuadro N° 2.4: Tipos de costos de calidad. Ref. (8)

Así, se tiene que:

Los **costos de prevención** son aquellos en los que incurre una empresa y son destinados a evitar y prevenir errores, fallas, desviaciones o defectos durante cualquier etapa del proceso productivo y administrativo.

Los **costos de evaluación** son en los que incurre una empresa para medir, verificar y evaluar la calidad de materiales, productos o procesos, así como para mantener y controlar la producción dentro de las especificaciones de calidad.

Los **costos por fallas internas** son aquellos que resultan de la falla, defecto o incumplimiento de los requisitos establecidos de los materiales, elementos, partes, semi-productos, productos y servicios, y cuya falla o defecto es detectada dentro de la empresa antes de la entrega del producto o servicio al cliente.

Por último, los **costos por fallas externas** resultan de la falla, defecto o incumplimiento de los requisitos de calidad establecidos, y cuya falla se pone de manifiesto después de su embarque y entrega al cliente.

En resumen, la mala calidad no sólo trae como consecuencia clientes insatisfechos, también genera costos de calidad altos y, en consecuencia, no se puede competir en calidad ni en precio, ni en tiempos de entrega, ya que un proceso que produce mala calidad es errático, inestable y difícil de predecir.

2.3.4. NORMATIVIDAD EN LA CALIDAD

La normalización consiste en la elaboración, difusión y aplicación de normas, que pretenden ser reconocidas como soluciones a situaciones repetitivas o continuadas que se desarrollan en cualquier actividad humana.

La normalización tiene como objetivo unificar criterios, mediante acuerdos voluntarios y por consenso entre todas las partes involucradas para elaborar normas sobre cualquier tipo de producto o proceso, basadas en la experiencia y el desarrollo tecnológico, que son aprobadas por un organismo de normalización reconocida, y con un objetivo de beneficio óptimo para la comunidad. Se trata, pues, de una actividad colectiva. Es además, una actividad racionalizadora, que permite inyectar orden en un mundo complejo, que podría ser caótico sin normas de referencia comunes.

La normalización facilita la adecuación de los productos a los usos a que van destinados, protege la salud laboral y del consumidor así como el medio ambiente, previendo los obstáculos al libre comercio y fomentando la cooperación tecnológica.

Las normas son documentos técnicos públicos que unifican la terminología en un campo de actividad y establecen especificaciones de aplicación voluntaria extraídas de la experiencia y de la frontera del conocimiento y la tecnología en un momento dado.

Las normas de calidad definen el camino a seguir para establecer los estándares de productos y procesos, así como los requisitos que aseguren que los niveles de calidad no van a ser inferiores a los establecidos y comunicados a los clientes.

La norma puede definirse de dos formas:

- Un estándar, o sea, un valor que ha de cumplir una cierta característica de un producto o proceso.
- Un procedimiento, o sea, una recomendación sobre cómo organizar actividades.

La estandarización de normas de calidad nace en la década de 1940 en Estados Unidos, cuando la ANSI inicia la normalización de la industria militar. El proceso de crecimiento arranca en los dos decenios siguientes por la necesidad de

industrias tecnológicas de asegurar el cumplimiento por sus productos de las especificaciones de calidad.

Sin embargo, el despegue definitivo de la normalización y de la certificación de la calidad como factores clave del comercio internacional se inicia en 1984, cuando el BSI convenció a la ISO para desarrollar un estándar de sistema de gestión de calidad de uso universal y basado en su norma de 1979.

La serie de normas ISO 9000 surge finalmente en 1987, con dos actualizaciones posteriores en 1994 y 2000. Las normas fundamentales que recogen los elementos que deben formar un sistema de gestión de calidad son las familias de normas ISO 9000 e ISO 14000, que en relación con otros sistemas de certificación tienen la ventaja de su reconocimiento universal en el ámbito internacional.

La normalización en calidad es competencia de los organismos de normalización nacionales e internacionales, que trabajan en cualquier área o bien están especializados en campos específicos. Se trata de organizaciones sin ánimo de lucro, cuya misión es precisamente la elaboración de normas.

Según el ámbito del organismo de normalización, las normas se clasifican en tres tipos:

- **Normas nacionales.** Se trata de normas elaboradas y sancionadas por un organismo legalmente reconocido para desarrollar actividades de normalización en un ámbito nacional, tras haber sido expuestas a un periodo de información pública. En el Perú, las labores de normalización están a cargo del Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual (INDECOPI), creado por Ley 25818 del 24 de noviembre de 1992.
- **Normas regionales.** Son normas elaboradas en el seno de un organismo de normalización regional, que agrupa a un número de organismos nacionales de normalización. El ámbito regional más común es el continental. Algunos organismos de normalización son: COPANT (en latinoamericano); CEN, CENELEC y ETSI (en Europa); ARSO (en África).
- **Normas Internacionales.** Tienen características similares a las normas regionales en cuanto a su elaboración, pero se distinguen en que su ámbito es mundial. Las normas internacionales pueden ser usadas como

tales o bien pueden ser adoptadas a través de su incorporación como normas nacionales en cada país cuando así lo haya hecho el organismo nacional de normalización competente. Las normas internacionales más representativas son las normas CEI/IEC (área eléctrica), las normas UIT/ITU (sector de telecomunicaciones) y las normas ISO para el resto.

2.3.5. HERRAMIENTAS DE LA CALIDAD

Un sistema de gestión de la calidad requiere la utilización de una serie de herramientas o técnicas que permitan el control y la mejora de la calidad y, por tanto, ayuden en la resolución de problemas. Este conjunto de técnicas contribuyen indudablemente a la implantación de los principios de la mejora continua, la orientación al cliente, la cooperación interna y el trabajo en equipo.

El primer grupo de herramientas suponen el uso de métodos estadísticos para el control y la mejora de la calidad y constituyen las llamadas “siete herramientas clásicas de la calidad”. Son herramientas estadísticas básicas, fáciles de comprender y aplicables en cualquier departamento de la organización y por cualquier persona.

Estas herramientas son:

- Hoja de recogida de datos.
- Histograma.
- Diagrama de Pareto.
- Diagrama de espina.
- Estratificación.
- Diagrama de correlación.
- Gráfico de control.

En general, estas herramientas pueden ser utilizadas para detectar y solucionar la inmensa mayoría de los problemas que surgen en la organización. En el Cuadro N° 2.5 se muestran las herramientas mencionadas, ello nos permite diferenciarlos según los fundamentos, pilares e instrumentos auxiliares.

Según Ishikawa (1994), aplicadas y utilizadas correctamente permiten la resolución del 95% de los problemas de los puestos de trabajo, quedando sólo un 5% de los casos en que se necesitan otras herramientas con utilización de métodos estadísticos mucho más complejos y avanzados.

	FUNCIONES	HERRAMIENTAS
Fundamentos	Recoger los datos.	Hoja de recogida de datos.
	Interpretar los datos.	Histograma.
Pilares	Estudiar las relaciones causa-efecto.	Diagrama de espina.
	Fijar prioridades.	Diagrama de Pareto.
Instrumentos auxiliares	Estratificar los datos.	Estratificación.
	Determinar las correlaciones.	Diagrama de correlación.
	Determinar si un proceso está bajo control o si no lo está.	Gráfico de control.

Cuadro N° 2.5: Herramientas clásicas de calidad y sus funciones. Ref. (4)

La utilización de una herramienta u otra dependerá del objetivo perseguido, por lo que resulta necesario conocer todas para saber cuál aplicar en cada situación concreta. En la práctica todas se utilizan de manera conjunta y simultánea.

El segundo conjunto de herramientas son las denominadas “siete nuevas herramientas de la calidad” y son instrumentos no estadísticos utilizados para la gestión y la planificación de la calidad. Estas herramientas son:

- Diagrama de afinidad.
- Diagrama de relaciones.
- Diagrama de árbol.
- Matrices de priorización.
- Diagrama matricial.
- Diagrama del proceso de decisión.
- Diagrama de flechas.

Este conjunto de herramientas surgieron en los años 70 cuando el reto de la época consistía en que todas las áreas de la organización se implicaran y asumieran responsabilidad sobre la calidad y no sólo el área de producción.

El objetivo de éstas es la resolución de pocos problemas e importantes, a diferencia de las herramientas clásicas utilizadas para muchos y triviales.

En el Cuadro N° 2.6 se resume el contexto de las siete nuevas herramientas en el proceso tradicional de resolución de problemas.

ETAPA	OBJETIVO	HERRAMIENTAS
¿Cuál es el problema?	Identificar problemas.	DIAGRAMA DE AFINIDAD.
¿Cuáles son las causas del problema?	Identificar causas raíz del problema.	DIAGRAMA DE RELACIONES.
¿De qué forma se resuelve el problema?	Identificar todas las soluciones posibles del problema.	DIAGRAMA DE ARBOL.
¿Qué opción tomar?	Seleccionar la mejor solución.	MATRICES DE PRIORIZACION. DIAGRAMA MATRICIAL.
¿Cuándo y cómo actuar?	Planificar la puesta en práctica de la mejor solución.	DIAGRAMA DE PROCESO DE DECISION. DIAGRAMA DE FLECHAS.

Cuadro N° 2.6: Aplicación de nuevas herramientas en los problemas de calidad. Ref. (4)

Estas herramientas se aplican fundamentalmente durante la etapa de planificación del ciclo de mejora de la calidad o “rueda de Deming” (ciclo PDCA), que consta de cuatro fases: Plan, Do, Check, Act. En el Cuadro N° 2.7 se clasifican las herramientas según el estado de la fase de planificación en la que normalmente se encuentren los trabajos.

ESTADO PLANIFICACION	HERRAMIENTAS PARA LA MEJORA DE LA CALIDAD
Planificación general.	Diagrama de afinidad. Diagrama de relaciones
Planificación intermedia.	Diagrama de árbol. Matrices de priorización. Diagrama matricial.
Planificación detallada.	Diagrama de proceso de decisión. Diagrama de flechas.

Cuadro N° 2.7: Fases de planificación y herramientas de la calidad. Ref. (4)

Las principales características de estas herramientas es el uso de una sencilla metodología; capacidad de tratar datos cualitativos; se promueve la creatividad; y resultan complementarias a las herramientas clásicas ya estudiadas.

Existe también un tercer conjunto de herramientas de calidad los cuales son llamados “otras herramientas para la mejora de la calidad”, y allí se tiene:

- Análisis modal de fallos y efectos.
- Diseño de experimentos.
- Diagrama de flujo.
- Seis Sigma.

De estas herramientas, el Seis Sigma es la más popular y se utiliza para la mejora de procesos, y se centra en la reducción de la variabilidad de los mismos, buscando reducir o eliminar los defectos/fallas en la entrega de un producto o servicio al cliente.

CAPÍTULO III: ASPECTOS GENERALES DEL CASO DE ESTUDIO

3.1. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO EN ESTUDIO

El botadero de desmonte de la mina Pallancata (en adelante Botadero), ubicado en la Unidad Operativa del mismo nombre, está conformado por un conjunto de estructuras convenientemente dispuestas, indicadas en el Cuadro N° 3.1, que permitirán el apilamiento del desmonte proveniente de las labores de mina y de las pilas temporales existentes, de manera segura y minimizando la posibilidad de impactos negativos en el medio ambiente.

- | |
|--|
| <p>A. El depósito.</p> <ul style="list-style-type: none">▪ Los sistemas de Sub-drenaje.▪ Corte y relleno masivo de nivelación (terraplén de nivelación).▪ Estructuras de contención del lado este (terraplén de contención).▪ Sistema de recubrimiento del depósito.▪ Sistema de colección de infiltración.▪ Sistema de cobertura de cierre.▪ Sistema de evacuación de aguas de lluvia. <p>B. Canales de derivación.</p> <p>C. Pozas de monitoreo.</p> <p>D. Variante.</p> |
|--|

Cuadro N° 3.1: Estructuras que conforman el Botadero de Desmonte

En la Figura N° 3.1 se muestra el esquema en planta donde se muestra la conjunción de las estructuras que conforman el Botadero de desmonte.

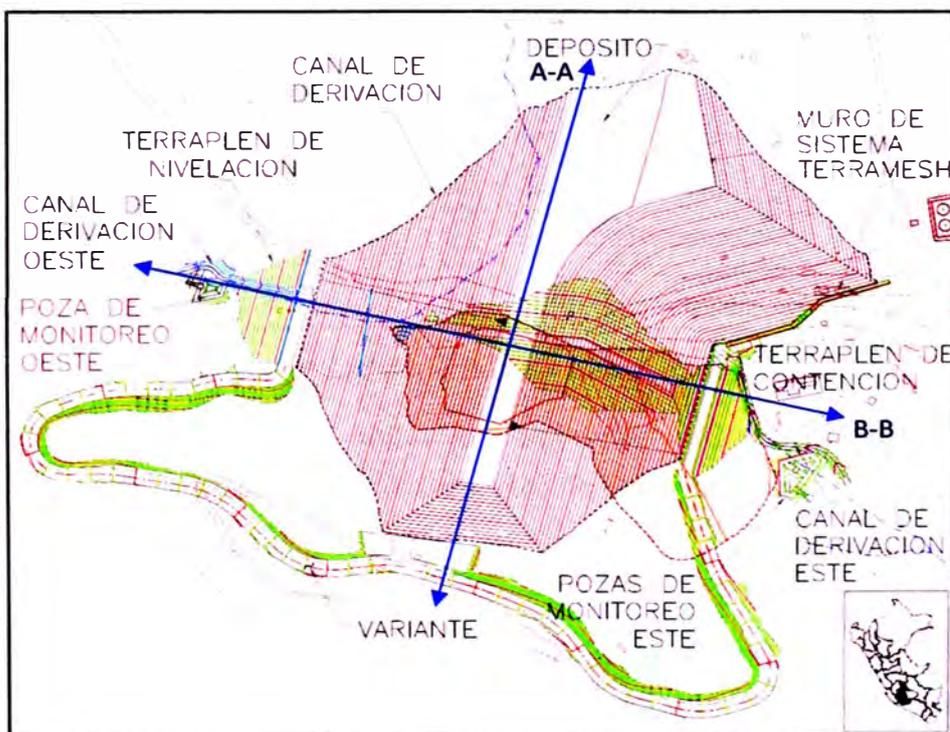


Figura N° 3.1: Esquema en Planta del Botadero de Desmonte

Este Botadero y sus estructuras abarcarán una extensión aproximada de 62,000 m² (6.2 Ha), sin incluir a la Variante (el depósito propiamente dicho tiene una extensión de 55,000 m² ó 5.5 Ha).

Además, la capacidad total estimada del Depósito es de 900,000 m³; donde la altura máxima del desmonte depositado alcanzará los 49 m, aproximadamente.

En las Figuras N° 3.2 y 3.3 se muestran los cortes A-A y B-B, para un mejor entendimiento del proyecto en estudio.

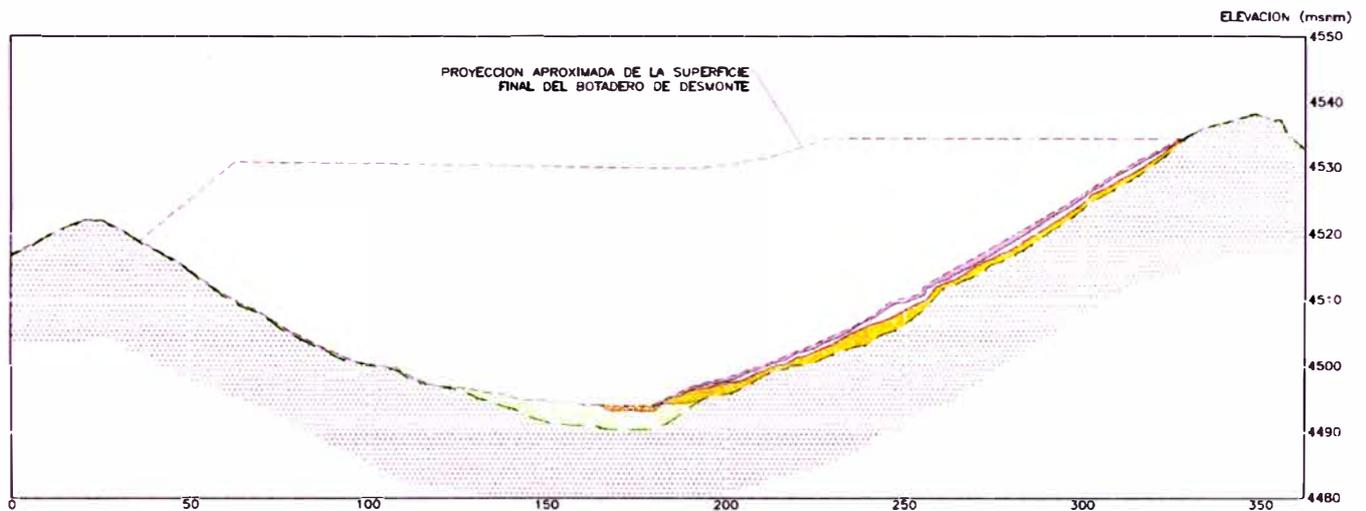


Figura N° 3.2: Corte A-A del Botadero de Desmonte

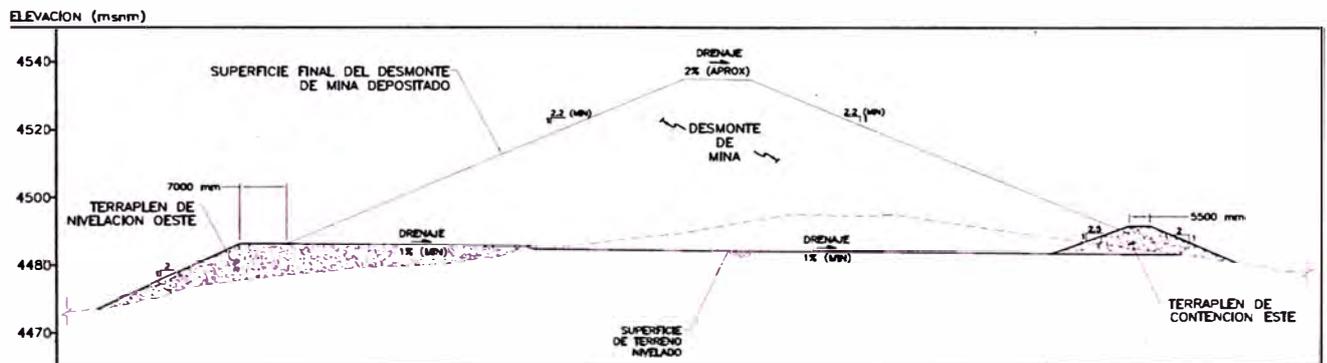


Figura N° 3.3: Corte B-B del Botadero de Desmonte

A continuación se describe, según lo indicado en el Cuadro N° 3.1, cada una de las estructuras que componen el Botadero de Desmonte.

A. El Depósito.-

Es el lugar debidamente acondicionado para alojar de manera definitiva, eficiente y segura al desmonte proveniente de las labores de mina y al desmonte proveniente de las pilas existentes del lugar.

El Depósito se compone de los siguientes sistemas o estructuras:

- Los sistemas de Sub-drenaje.- Sirven para la captación, conducción y eliminación del agua sub-superficial existente dentro de los límites del Depósito, mediante un conjunto de tuberías de 4" y 6" debidamente conectadas, encapsuladas en material de drenaje y envueltas en geotextil, instaladas en el interior de zanjas previamente excavadas y de dimensiones establecidas en los Planos de Construcción.

Debido a la ubicación particular del Botadero se han planteado dos sistemas de sub-drenaje: uno que descarga hacia el lado este; y el otro, que descarga hacia el lado oeste del Botadero, a través de dos tuberías de salida de HDPE (SDR17) de 8" de diámetro (una para cada sistema), que conducirá el flujo hasta cada una de las pozas de monitoreo, para luego descargarlo al medio ambiente o a una planta de tratamiento de agua, según lo determine el Propietario.

- Corte y relleno masivos de nivelación.- Para lograr que el sistema de colección de infiltración drene hacia el lado este del Depósito, el diseño contempla la ejecución de un relleno masivo en el lado oeste (terraplén de nivelación oeste) y corte del material existente en la parte central del Depósito; todo el material para relleno común, obtenido del corte, podrá ser usado en la conformación de los rellenos.

- Estructuras de contención del lado este.- Conformado por el terraplén de contención este y la estructura de contención con gaviones. El terraplén de contención este será construido de material relleno común compactado, según los requerimientos de las especificaciones técnicas, con taludes interior y exterior de 2.5H:1V y 2H:1V, respectivamente.

El acceso del terraplén oeste servirá para conectar al acceso principal con la Variante, para lo cual se ha planteado la construcción de un badén que permita cruzar el canal de derivación este. El badén estará cubierto con grouted riprap hasta el empalme con el canal de derivación este.

Las estructuras de contención con gaviones, está conformado por gaviones tipo caja, rellenas con piedras de características igualmente dadas en las especificaciones técnicas. La altura de la estructura de gaviones, desde la cimentación es de 3 m. a 4 m; la cara interior de la estructura está cubierta con geomembrana HDPE lisa de 60 mil (1.5 mm), para impermeabilizarla; entre el

desmonte de mina depositado y la geomembrana, así como entre la geomembrana y los gaviones, se instalarán geotextil no tejido de 270 gr/m² para proteger a la geomembrana.

- Sistema de recubrimiento del Depósito (suelo de recubrimiento).- Consistirá de una capa de suelo (grava, arena, limo y arcilla) de baja permeabilidad (menor a 1×10^{-6} cm/s), de 300 mm de espesor, conformada y compactada según los requerimientos de las especificaciones técnicas sobre toda la superficie de terreno nivelado del Depósito.

- Sistema de colección de infiltración.- Sirve para la captación, conducción y eliminación del agua que pudiera infiltrarse a través del desmonte de mina depositado, con cierto potencial de general acidez, por medio de un conjunto de tuberías perforadas CPT de 4" y 6" conectadas apropiadamente y cubiertas con material de drenaje.

El flujo será conducido hacia la zona este del Depósito para continuar a través de la tubería de salida de HDPE de 8" de diámetro, que cruza el terraplén de contención, hasta llegar al punto de entrega en la poza de monitoreo del sistema de colección de infiltración, ubicado en el lado este del Botadero.

El flujo proveniente de este sistema podrá enviarse al medio ambiente o a una planta de tratamiento de agua, según sea dispuesto por el Propietario. Con la finalidad de minimizar la posibilidad de que parte del flujo infiltrado, en la zona del terraplén de nivelación oeste, llegue hasta el terreno natural, se ha planteado un sistema de contingencia que se encontrará por debajo del sistema de colección de infiltración en toda la zona del relleno masivo.

Este sistema consistirá de un conjunto de tuberías perforadas CPT (tipo SP) de 4" y 6" de diámetros, instaladas sobre una capa de material arcilloso (suelo de recubrimiento) de 300 mm de espesor. Las tuberías estarán instaladas dentro de una capa de material de contingencia (blanket) de 500 mm de espesor. La tubería principal de 6" del sistema de contingencia se conectará con la tubería principal del sistema de colección de infiltración, también de 6". Las capas de suelo de recubrimiento (del sistema de colección de infiltración y de contingencia) deberán estar unidas en los extremos, encapsulando la capa de material de contingencia (blanket).

- Sistema de cobertura de cierre.- Este sistema estará comprendido por el emplazamiento de dos o tres capas de diferentes materiales, que provean en conjunto una barrera que reduzca la infiltración desde la superficie del desmote hacia el interior de este, un medio de crecimiento que permita el desarrollo de vegetación y un medio con suficiente resistencia a la erosión.

Para el botadero de desmonte de Pallancata se proponen dos modelos típicos de recubrimiento, uno de dos capas y otro de tres capas, estos modelos deberán ser probados y evaluados en campo antes de iniciar su colocación, para definir la configuración de capas más apropiada. Es así que se deberá planificar un trabajo de evaluación en campo en base a las coberturas propuestas, para realizarse cuando el Cliente decida dar inicio a los trabajos de implementación de la cobertura de cierre.

- Sistema de evacuación de aguas de lluvia.- Sirve para la captación, derivación y eliminación del agua de escorrentía proveniente del interior del Depósito (siempre y cuando la superficie cuente con el sistema de cobertura de cierre) y del terreno natural aledaño.

El sistema está dividido en dos subcuencas principales, cada una de ellas aportan el flujo a un canal principal (canal de derivación este y canal de derivación oeste). Cada uno de los sistemas está conformado por canales perimetrales, de sección triangular con protección contra erosión (grouted o grouted riprap), los que serán construidos de manera progresiva conforme vaya creciendo la pila de desmonte depositado y los taludes vayan siendo cubiertos con la capa de cobertura de cierre, hasta la altura final de diseño.

Durante la etapa de construcción, la derivación de la escorrentía superficial se hará mediante canales temporales de sección triangular cubiertos con geomembrana HDPE lisa de 60 mil (1.5 mm), con dirección hacia los drenajes naturales existentes ubicados al este y al oeste del Botadero. Según sea necesario, el agua podrá almacenarse en las pozas de monitoreo previamente construidas para luego enviarlas al medio ambiente o a una planta de tratamiento de agua, según sea determinado por el Propietario.

B. Canales de derivación.-

Los canales perimetrales del Depósito descargan en dos canales principales denominados canal de derivación este y canal de derivación oeste.

Estos canales serán de sección trapezoidal, protegidos con grouted riprap y descargarán en los respectivos drenajes naturales existentes.

En todo el trayecto de ambos canales se plantea la construcción de estructuras de sedimentación denominados check dams, para minimizar la cantidad de partículas en suspensión producto de la erosión y que serán transportados por los canales.

C. Pozas de monitoreo.-

El diseño contempla la construcción de 3 pozas de monitoreo: dos en el lado este del Botadero (poza de monitoreo del sistemas de sub-drenaje este y poza de monitoreo del sistema de colección de infiltración) y una poza en el lado oeste (poza de monitoreo del sistema de sub-drenaje oeste).

Las pozas servirán para monitorear la calidad de agua proveniente de cada uno de los sistemas de sub-drenaje y del sistema de colección de infiltración.

Serán construidas mediante labores de corte y relleno, hechas en el terreno existente luego del retiro de la capa orgánica y del material inadecuado. Los taludes interiores de las pozas serán de 2H:1V y estarán cubiertas con un geotextil no tejido de 270 gr/m² y sobre éste una geomembrana HDPE lisa de 60 mil (1.5 mm), ambos anclados en el perímetro superior de cada pozas.

La descarga de la poza del sistema de sub-drenajes hacia la poza del sistema de colección este se hará mediante un aliviadero; la descarga de la poza del sistema de colección este y de la poza del sistema de subdrenaje oeste, ambos hacia el drenaje natural, se hará mediante una estructura de descarga construida en corte y protegida con grouted riprap.

Además, cada una de las pozas contará con cunetas de derivación y evacuación del agua superficial.

D. Variante.-

Dentro de los trabajos previos a realizar está la reubicación de las estructuras existentes que se encuentran dentro de los límites propuestos, entre ellos está la reubicación del tramo del acceso principal comprometido con la construcción del Botadero; para lo cual, se plantea la construcción de la Variante, de aproximadamente 776 m. de longitud, ubicada al sur del Botadero.

La sección típica consta, de izquierda a derecha, de una cuneta de 500 mm de profundidad, de una faja de rodadura de 4 m a 6 m de ancho y una berma de seguridad de 500 mm de altura, el espesor de la capa de rodadura es de 300 mm; en total, el ancho de la plataforma está entre 8 m y 10 m.; la pendiente máxima es 8%.

La Variante, por su ubicación estratégica, además de servir como acceso principal de ingreso a la Unidad Operativa Pallancata, servirá también para ingresar al Botadero por la parte alta lado sur, mediante un desvío a la altura de la progresiva 0+400, aproximadamente.

3.2. UBICACIÓN GEOGRAFICA

La Unidad Operativa Pallancata pertenece al grupo minero peruano Hochschild Mining (Perú) S.A. y se encuentra ubicada en el distrito de Coronel Castañeda, provincia de Parinacochas del departamento de Ayacucho (Ver Figura N° 3.4).

Este grupo minero (Hochschild Mining) es una compañía líder en metales preciosos y su negocio está enfocado principalmente en exploración, minería, procesamiento y producción de plata y oro.

En la actualidad, Hochschild Mining ha centralizado sus operaciones en el desarrollo, expansión y explotación de sus minas de oro y plata, Arcata y Pallancata y en sus proyectos Azuca, Inmaculada y Fosfatos de Pacífico.

En los últimos tres años, Pallancata se ha convertido en la mina estrella y la mayor productora de oro y plata del grupo Hochschild en el Perú.

Para acceder a la Unidad Operativa Pallancata, se puede utilizar dos vías:

(a) Por vía terrestre desde la ciudad de Lima, por la carretera Panamericana Sur hasta la ciudad de Nazca, y de la ciudad de Nazca a través de la carretera de penetración Nazca – Abancay, hasta el km 300 de dicha carretera donde se encuentra la población de Izcahuaca que es el punto de desvío para ingresar a la Unidad Operativa a través de una vía afirmada de aproximadamente 40 km de longitud.

(b) También por vía terrestre desde la ciudad de Cusco a través de la carretera Cusco – Abancay – Nazca, hasta el cruce de Izcahuaca y de ahí por el tramo de vía afirmado antes mencionado.

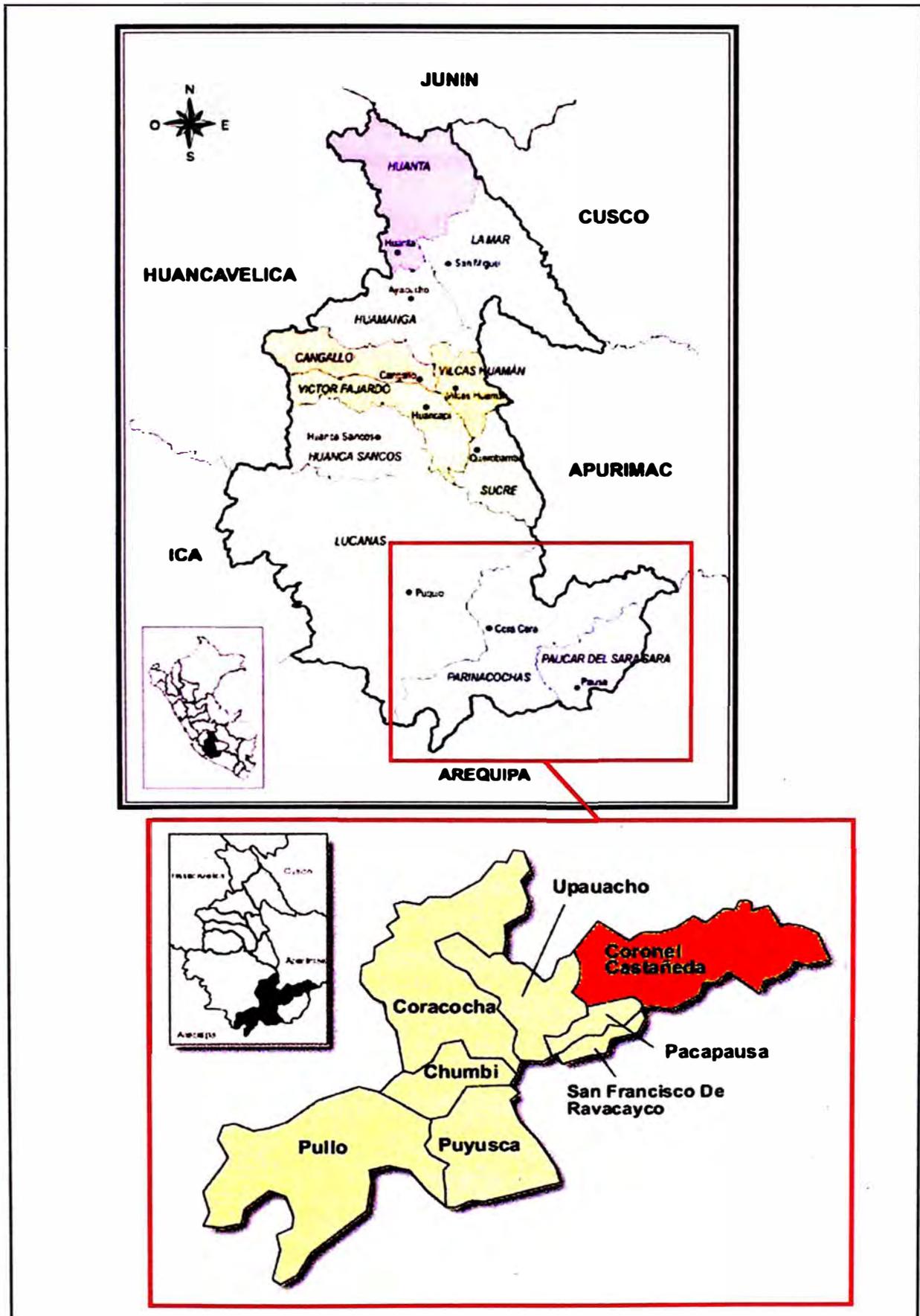


Figura N° 3.4: Ubicación geográfica de la obra en estudio

3.3. ALCANCE DEL PROYECTO

El alcance del proyecto contempla ejecutar los trabajos de acuerdo a los planos emitidos para construcción y a las especificaciones técnicas de Movimiento de Tierras y Geosintéticos preparadas y presentadas por el diseñador del proyecto.

3.4. DOCUMENTOS DEL PROYECTO

Los documentos que sustentan los requerimientos mínimos necesarios para la ejecución de los trabajos que contempla la Construcción del Botadero de Desmonte de la U.O. Pallancata, son los indicados en los Cuadros N° 3.2 y 3.3.

ITEM	TIPO DE DOCUMENTO	REVISION
1	Alcance de Trabajo.	0
2	Especificaciones Técnicas para Movimiento de Tierras, Tuberías y Concreto.	0
3	Especificaciones Técnicas para Geosintéticos.	0

Cuadro N° 3.2: Alcance de Trabajo y Especificaciones Técnicas del proyecto.

ITEM	DESCRIPCION PLANO	CODIGO	REVISION
1	UBICACIÓN GENERAL	201-256-03-100	0
2	UBICACIÓN DE CALICATAS Y CANTERAS EXISTENTES	201-256-03-200	0
3	PLANO GEOTECNICO	201-256-03-210	0
4	SECCION GEOTECNICA	201-256-03-220	0
5	SISTEMA DE SUBDRENAJE-PLANTA	201-256-03-230	0
6	SISTEMA DE SUBDRENAJE-SECCIONES Y DETALLES	201-256-03-240	0
7	SISTEMAS DE COLECCIÓN Y CONTINGENCIA-PLANTA	201-256-03-250	0
8	SISTEMAS DE COLECCIÓN Y CONTINGENCIA-PLANTA, SECCIONES Y DETALLES	201-256-03-260	0
9	SISTEMAS DE COLECCIÓN Y CONTINGENCIA-SECCIONES Y DETALLES	201-256-03-270	0
10	BOTADERO DE DESMONTE-PLANTA	201-256-03-300	0
11	BOTADERO DE DESMONTE-SECCIONES Y DETALLES	201-256-03-310	0
12	BADENES Y CANALES DE DERIVACION-PLANTA, PERFILES Y DATOS DE CONTROL.	201-256-03-320	0
13	BADENES Y CANALES DE DERIVACION-SECCIONES Y DETALLES	201-256-03-330	0
14	POZAS DE MONITOREO-PLANTA, SECCIONES Y DETALLES	201-256-03-340	0
15	BOTADERO DE DESMONTE-ETAPA 1 DE CONSTRUCCION	201-256-03-350	0
16	BOTADERO DE DESMONTE-ETAPA 1 DE CONSTRUCCION-SECCIONES Y DETALLES	201-256-03-360	0
17	VARIANTE-PLANTA, PERFIL Y DETALLES (HOJA 1 DE 2)	201-256-03-400	0
18	VARIANTE-PLANTA, PERFIL Y DETALLES (HOJA 2 DE 2)	201-256-03-410	0
19	VARIANTE-SECCIONES (HOJA 1 DE 2)	201-256-03-420	0
20	VARIANTE-SECCIONES (HOJA 2 DE 2)	201-256-03-430	0

Cuadro N° 3.3: Planos de construcción del proyecto.

CAPÍTULO IV: ELABORACION - PLAN DE ASEGURAMIENTO DE CALIDAD

4.1. IDENTIFICACION DE LA IMPORTANCIA DEL PROYECTO

La importancia del proyecto en estudio guarda relación con la problemática de la generación de drenaje ácido que se origina en la unidad minera debido a las operaciones de explotación y procesamiento de minerales que se realizan; entre los efectos específicos de la acidificación de los cursos de agua se encuentran el daño a los ecosistemas y la contaminación de las fuentes de agua potable aledañas. De ello, el propósito de la construcción del Botadero de Desmonte radica en que sirva como depósito y permita restringir el contacto de las *aguas meteóricas* con el material que tiene potencial de generar acidez, afín de reducir el volumen de drenaje ácido y producir escurrimiento ambientalmente aceptable.

4.2. ESTUDIO DE LOS COMPONENTES DEL PROYECTO

El diseño de este Botadero de Desmonte obedece a un sistema conformado por un conjunto de estructuras convenientemente dispuestas, que fueron indicadas y descritas en el ítem 3.1. En la Figura N° 4.1 se esquematiza dichas estructuras para identificar las disciplinas y labores específicas que las componen.

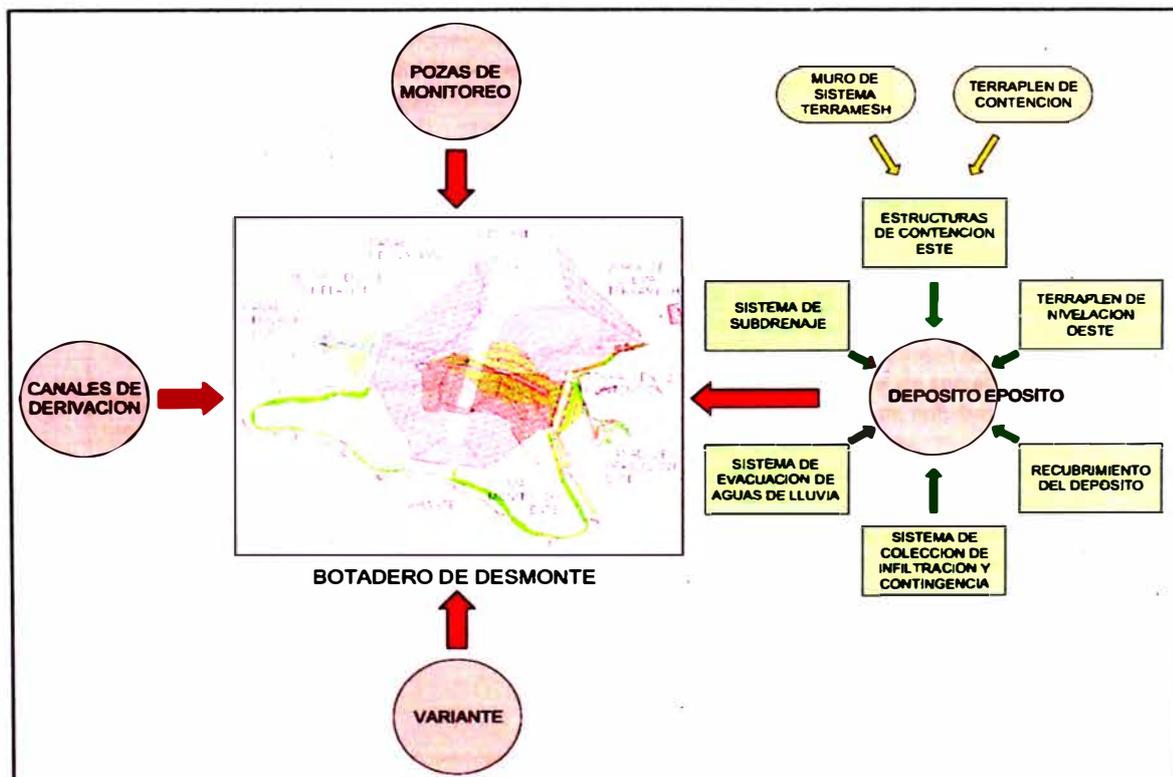


Figura N° 4.1: Estructuras componentes del Botadero de Desmonte.

ITEM	ESTRUCTURAS	LABORES ESPECIALIZADAS	TRABAJOS A REALIZAR POR ESTRUCTURA
1	Depósito.		
	Sistema de sub-drenaje.	Movimiento de tierras. Tuberías. Geosintéticos.	Excavación y limpieza de zanjas. Instalación de geotextil. Instalación de tubería perforada CPT de 4" y 6". Colocación de material de drenaje. Relleno y compactación con material común.
	Terraplén de nivelación.	Movimiento de tierras. Concreto. Tuberías.	Excavación y limpieza de fundación. Instalación de tubería de colección HDPE de 8". Relleno y compactación con material de asiento de tuberías. Relleno y compactación con material selecto. Relleno y compactación con material común. Relleno y compactación con material de sub-base preparada. Instalación de geotextil. Colocación de riprap ó grouted riprap.
	Estructuras de contención del lado oeste (terraplén de contención y sistema terramesh)	Movimiento de tierras. Geosintéticos. Concreto. Tuberías.	Excavación y limpieza de fundación. Instalación de tubería de colección HDPE de 8". Relleno y compactación con material de asiento de tuberías. Relleno y compactación con material selecto. Relleno y compactación con material común. Relleno y compactación con material de sub-base preparada. Instalación de geotextil. Colocación de riprap ó grouted riprap. Habilitación e instalación de cajas metálicas. Relleno en cajas metálicas con roca seleccionada. Instalación de geomembrana.
	Recubrimiento del depósito.	Movimiento de tierras.	Excavación y limpieza de fundación. Relleno y compactación con material de recubrimiento.
	Sistema de colección de infiltración y contingencia.	Movimiento de tierras. Tuberías. Geosintéticos.	Limpieza de superficie. Instalación de geotextil. Instalación de tubería perforada CPT de 4" y 6". Colocación de material de drenaje. Relleno con material de capa de drenaje (blanket).
	Sistema de evacuación de aguas de lluvia.	Movimiento de tierras. Geosintéticos. Concreto.	Limpieza de superficie. Instalación de geotextil. Armado de encofrados. Colocación de riprap ó grouted riprap.
2	Canales de derivación	Movimiento de tierras. Geosintéticos. Concreto.	Limpieza de superficie. Relleno y compactación de material de sub-base preparada. Instalación de geotextil. Armado de encofrados. Colocación de riprap ó grouted riprap.
3	Pozas de monitoreo	Movimiento de tierras. Geosintéticos. Tuberías.	Excavación y limpieza de superficie. Excavación y limpieza de zanjas de anclaje. Preparación de superficie de terreno nivelado. Relleno y compactación de sub-base preparada. Instalación de geosintéticos. Relleno y compactación de material para zanjas de anclaje. Colocación de riprap ó grouted riprap.
4	Variante	Movimiento de tierras. Geosintéticos.	Corte de material suelto y roca (ripeable y voladura). Relleno y compactación de material común. Construcción de cunetas. Preparación de superficie de terreno nivelado. Relleno y compactación de capa de rodadura. Construcción de bermas de seguridad. Habilitación e instalación de cajas metálicas. Relleno en cajas metálicas con rocas seleccionadas.

Cuadro N° 4.1: Análisis de la obra e identificación de estructuras componentes.

El análisis de las estructuras componentes del Botadero nos da como resultado la identificación de los trabajos que se deben realizar durante la construcción del mismo; éstos se resumen en el Cuadro N° 4.1 y se simplifican en labores de:

- **Movimiento de tierras:** excavación masiva y controlada; producción de materiales de préstamo; relleno y compactación.
- **Concreto:** colocación de grout.
- **Tuberías:** Instalación de tubería CPT y HDPE.
- **Geosintéticos:** Instalación de geotextil y geomembrana.

También se obtiene la estimación de los recursos necesarios para las labores de aseguramiento y control de la calidad que se utilizarán durante la ejecución de la obra. La estimación se obtiene considerando un sistema de trabajo en mina de 20x10 (20 días de trabajo en el campamento por 10 días de descanso).

Personal: 1 Coordinador de Calidad; 2 Inspectores QA; 2 Supervisores QC-Civil; 1 Supervisor QC-Tuberías y Geosintéticos; 2 Técnicos de laboratorio-Suelos y Concreto; 1 Técnico de tuberías; 1 Técnico de geosintéticos.

Movilidad: 1 Camioneta 4x4 (incluye conductor).

Laboratorio: 1 Laboratorio de Suelos y Concreto (incluye oficina).

Sub-contratos: 1 Subcontrato para tuberías; 1 Subcontrato de geosintéticos.

Oficina y Almacén: 1 Oficina QA; 1 Oficina QC; 1 Almacén.

Cada una de estas labores especializadas tiene una forma propia y particular de ser ejecutada, y para ello se propone un Plan de Aseguramiento de Calidad donde se plantean los mecanismos que deberán ser ejecutados durante todo el desarrollo de la obra.

4.3. PLAN DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD DE LA OBRA

Este plan se propuso como herramienta de gestión a utilizar por la organización en la ejecución de la obra, y en ella se plantean las estrategias para conseguir la satisfacción del cliente mediante el cumplimiento de los requisitos de calidad de cada uno de los productos identificados en la construcción de la obra.

4.3.1. PROPOSITO

Establecer, implementar y mantener actividades de aseguramiento de calidad que permitan alcanzar los requisitos del proyecto.

4.3.2. METODOLOGIA DE TRABAJO

La metodología de trabajo que se aplicará para desarrollar el Plan de Aseguramiento de Calidad es:

- Identificación de los elementos del proyecto y las disciplinas implicadas.
- Identificación y descripción de los requisitos de cada producto.
- Elaboración de diagramas de flujo de las actividades de gestión.
- Difusión y aplicación de los diagramas de flujo.
- Determinación de los Planes de Inspección y Ensayo (PIE).
- Establecimiento de límites críticos para cada PIE
- Establecimiento de un sistema de vigilancia para cada PIE.
- Establecimiento de medidas de prevención y corrección.
- Establecimiento de procesos de verificación y conformidad.
- Establecimiento de un sistema de documentación y registro.

Esta metodología será desarrollada a lo largo del ciclo de vida de la obra, toda desviación que se identifique será tratada de tal forma que no se tenga reflujos; en cambio, toda propuesta de mejora será evaluada para su implementación.

4.3.3. DOCUMENTOS DEL PROYECTO

Las actividades de aseguramiento de calidad demandan la creación de diversos documentos e información por cada fase que compone la construcción del proyecto. Estos documentos, indicados en el Cuadro N° 4.2, serán los necesarios para asegurar la eficaz planificación, operación y control de los procesos que componen la obra.

ITEM	DOCUMENTO	PERSONAL	
		ELABORA	REVISAR
1	Manual de Aseguramiento de la Calidad.	QA	PROPIETARIO
2	Plan de Control de Calidad.	QC	QA
3	Plan de Puntos de Inspección.	QC	QA
4	Procedimientos de construcción.	QC	QA
5	Formatos de control en campo.	QC	QA
6	Formatos de control en laboratorio.	QC	QA
7	Programa de auditorías internas.	QA	PROPIETARIO
8	Reportes diarios de calidad.	QC	QA
9	Reportes semanales de ensayos.	QC	QA
10	Certificados de calidad de materiales (compra).	Proveedor	QC, QA
11	Certificados de calibración de equipos de medición y ensayo.	Proveedor	QC, QA
12	Informes mensuales.	QC	QA
13	Dossier de Calidad	QC	QA

Cuadro N° 4.2: Documentos de gestión de calidad requeridos en la construcción.

4.3.4. MECANISMOS DE ASEGURAMIENTO Y CONTROL DE CALIDAD

Estos mecanismos se proponen como resultado de realizar el análisis de la obra e identificar las labores especializadas que forman parte de la obra. De la revisión de la Figura N° 4.1 y Cuadro N° 4.1, se tiene:

PARA LOS TRABAJOS DE MOVIMIENTO DE TIERRAS

Excavaciones

- Verificar que todas las excavaciones se realicen hasta los niveles indicados en los planos de construcción.
- Definir con la Supervisión de Obra los materiales inadecuados para la realización de las excavaciones.
- Verificar que el material inadecuado sea eliminado dentro de los límites de la excavación y a las áreas de disposición indicadas en la obra.
- Verificar que las excavaciones permanezcan secas y estables.
- Verificar que las aguas superficiales acumuladas en una excavación sean drenadas o bombeadas hacia una estructura de retención de sedimentos establecida en la obra.

Explotación de las áreas de préstamo (desarrollo de canteras)

- Verificar que los límites de las canteras sean establecidos según los planos.
- Verificar el adecuado apilamiento de los materiales de relleno producidos (con cobertura de protección para evitar la saturación con aguas meteóricas).
- Coordinar y programar los ensayos físicos en el laboratorio de suelos de obra, por material de relleno producido para determinar el cumplimiento de las especificaciones técnicas. (granulometría, contenido de humedad, peso específico, límites de atterberg, proctor estándar ó modificado).
- Verificar la identificación de las pilas de los materiales de relleno aprobados.

Materiales de relleno

- Verificar que todos los materiales de relleno se encuentren libres de basura, materia orgánica, etc. antes de su utilización.
- Verificar que la colocación por capas no exceden los espesores indicados en la especificación técnica.

- Verificar que cada pila de material de relleno producido haya sido aprobado mediante ensayos realizados en el laboratorio de obra en cumplimiento a lo establecido en la especificación técnica.

Relleno común

- Verificar que cada pila de material que se utilice haya sido aprobado mediante ensayos realizados en el laboratorio de obra en cumplimiento a lo establecido en la especificación técnica.
- Verificar que las capas compactadas con material común no presenten vacíos y sean estables.
- Verificar que la colocación de este material sea conforme a lo indicado en los planos de construcción y especificaciones técnicas.
- Verificar que las capas de relleno no sean colocados sobre agua estancada o empozada, además el material no debe tener exceso de humedad.
- Verificar la adherencia entre capas de relleno.
- Verificar que el proceso de compactación de cada capa sea realizada sistemática, ordenada y continua para garantizar el grado de compactación solicitado en la especificación técnica.
- Verificar que se utilicen equipos de compactación adecuados para cada capa de relleno.
- Verificar que el grado de compactación del material compactado se ejecute dentro de la frecuencia de ensayo establecido y sea conforme a lo solicitado en la especificación técnica.

Sub-base preparada

- Verificar que cada pila de material que se utilice haya sido aprobado mediante ensayos realizados en el laboratorio de obra en cumplimiento a lo establecido en la especificación técnica (granulometría, contenido de humedad, peso específico, proctor estándar).
- Verificar el cumplimiento del grado de compactación de las capas de relleno conformadas y compactadas (método del cono de arena), según lo indicado en la especificación técnica.
- Verificar que se retire todo material sobresaliente en la capa final que pueda perforar a los geosintéticos que se instalen sobre ella.
- Generar los formatos de conformidad de los trabajos de preparación de superficie que estará debajo de los geosintéticos.

Suelo de recubrimiento

- Verificar que cada pila de material que se utilice haya sido aprobado mediante ensayos realizados en el laboratorio de obra en cumplimiento a lo establecido en la especificación técnica (granulometría, contenido de humedad, peso específico, proctor estándar, límites de atterberg).
- Verificar que las capas se conformen y acondicionen para que su espesor después de su compactación no excedan de 300mm.
- Verificar el cumplimiento del grado de compactación de las capas de relleno conformadas y compactadas (método del cono de arena), según lo indicado en la especificación técnica.

Capa de drenaje (Blanket)

- Verificar que cada pila de material que se utilice haya sido aprobado mediante ensayos realizados en el laboratorio de obra en cumplimiento a lo establecido en la especificación técnica (granulometría).
- Verificar que la capa se conforme y acondicione evitando la segregación del material, y dentro de los límites que se establece en los planos de construcción.

Agregado de drenaje

- Verificar que cada pila de material que se utilice haya sido aprobado mediante ensayos realizados en el laboratorio de obra en cumplimiento a lo establecido en la especificación técnica (granulometría).
- Verificar que la capa se conforme y acondicione evitando la segregación del material, y dentro de los límites que se establece en los planos de construcción.

Capa de rodadura

- Verificar que cada pila de material que se utilice haya sido aprobado mediante ensayos realizados en el laboratorio de obra en cumplimiento a lo establecido en la especificación técnica (granulometría, contenido de humedad, peso específico, proctor estándar, límites de atterberg).
- Verificar que la capa de rodadura sea colocada según las líneas y rasantes indicadas en los planos de construcción (superficie lisa, libre de protuberancias y con drenaje adecuado).

- Verificar el cumplimiento del grado de compactación de las capas de relleno conformadas y compactadas (método del cono de arena), según lo indicado en la especificación técnica.

Relleno para zanja de anclaje

- Verificar que cada pila de material que se utilice haya sido aprobado mediante ensayos realizados en el laboratorio de obra en cumplimiento a lo establecido en la especificación técnica (granulometría, contenido de humedad, peso específico, proctor estándar, límites de atterberg).
- Verificar que las capas se conformen y acondicionen para que su espesor después de su compactación no excedan de 200mm.
- Verificar el cumplimiento del grado de compactación de las capas de relleno conformadas y compactadas (método del cono de arena), según lo indicado en la especificación técnica.

Relleno para asiento de tuberías

- Verificar que cada pila de material que se utilice haya sido aprobado mediante ensayos realizados en el laboratorio de obra en cumplimiento a lo establecido en la especificación técnica (granulometría, contenido de humedad, peso específico, proctor estándar, límites de atterberg).
- Verificar que las capas se conformen y acondicionen para que su espesor después de su compactación no excedan de 150mm o lo indicado en los planos de construcción.
- Verificar el cumplimiento del grado de compactación de las capas de relleno conformadas y compactadas (método del cono de arena), según lo indicado en la especificación técnica.

Relleno selecto

- Verificar que cada pila de material que se utilice haya sido aprobado mediante ensayos realizados en el laboratorio de obra en cumplimiento a lo establecido en la especificación técnica (granulometría, contenido de humedad, peso específico, proctor estándar, límites de atterberg).
- Verificar que las capas se conformen y acondicionen para que su espesor después de su compactación no excedan de 200mm.
- Verificar el cumplimiento del grado de compactación de las capas de relleno conformadas y compactadas (método del cono de arena), según lo indicado en la especificación técnica.

Riprap

- Verificar que cada pila de material que se utilice haya sido aprobado mediante ensayos realizados en el laboratorio de obra o externo en cumplimiento a lo establecido en la especificación técnica (granulometría, resistencia a la abrasión).
- Verificar que la capa se conforme y acondicione evitando la segregación del material, y dentro de los límites que se establece en los planos de construcción.

PARA LA CONSTRUCCION DE MUROS DE GAVIONES

- Revisión de mallas metálicas y accesorios (cumplimiento de especificaciones técnicas, normas, buen estado de conservación y almacenamiento).
- Revisión de geotextiles y equipos de soldadura por aire caliente.
- Selección de material de relleno para gaviones (cantera).
- Envío de muestras para ensayos químicos en laboratorio externo.
- Envío de muestras para ensayos físicos en laboratorio externo (peso unitario, granulometría, resistencia a la abrasión, Absorción).
- Verificar el correcto apilamiento del material de relleno.
- Preparación de fundación para muros de gaviones (excavación, limpieza y superficie de terreno nivelado)
- Verificar el trazo y replanteo de los componentes de los muros de gaviones.
- Verificar la correcta habilitación e instalación de las cajas metálicas.
- Verificar la colocación de materiales de relleno dentro de las cajas metálicas (aplicación de buenas prácticas).
- Verificar la entrega de cada caja metálica culminada (horizontalidad, verticalidad, amarre de tapas, estabilidad de cajas, uniformidad del relleno)
- Verificar la correcta instalación de geotextiles (despliegue, traslape de paños, cocido de geotextiles).

PARA LA CONSTRUCCION DEL MURO DE SISTEMA TERRAMESH

- Revisión de los materiales que conforman el sistema terramesh y accesorios (paño de malla hexagonal a doble torsion, alambre de amarre, geotextil).

- Verificar el buen estado de conservación y almacenamiento de los materiales y accesorios que conforman el sistema terramesh.
- Revisión de los rollos de geomembranas y equipos para pruebas e instalación.
- Selección de material de relleno para el sistema terramesh (piedra y relleno común).
- Envío de muestras de piedras para ensayos químicos y físicos en laboratorio externo.
- Muestreo y ejecución de ensayos físicos en laboratorio de obra del relleno común (granulometría, contenido de humedad, límites de atterberg, peso unitario y proctor)
- Verificar el correcto apilamiento de los materiales de relleno.
- Preparación de la fundación para la estructura (excavación, limpieza y superficie de terreno nivelado)
- Verificar el trazo y replanteo antes de colocar los paneles de malla hexagonal (previo al armado de las cajas metálicas).
- Verificar la correcta habilitación e instalación de los elementos terramesh (caja y cola de malla hexagonal).
- Verificar la colocación de piedras dentro de los elementos terramesh (aplicación de buenas prácticas).
- Verificar la entrega de cada elemento terramesh relleno y amarrado (horizontalidad, verticalidad, amarre de tapas, estabilidad de cajas, uniformidad del relleno).
- Verificar la habilitación e instalación de los paños de geotextil (despliegue, traslape de paños, cocido de geotextiles). Verificar la correcta instalación de geotextiles (despliegue, traslape de paños, cocido de geotextiles).
- Inspeccionar la conformación de las capas de relleno con material común en la cola del sistema terramesh (espesor, humedad, ciclos de compactación).
- Verificar el grado de compactación del material común colocado en la cola del sistema terramesh.
- Verificar la instalación de geosintéticos (geotextil y geomembrana) en la parte posterior de la estructura de contención del sistema terramesh (zona de contacto con material de desmonte).

- Ejecución de ensayos destructivos y no destructivos en soldadura de geomembrana.

PARA INSTALACION DE TUBERIAS

Tubería CPT con interior liso

- Verificar el buen estado y condición de almacenaje, por lotes, de las tuberías y accesorios CPT que llegan a obra.
- Verificar la correspondencia de los certificados de calidad con los materiales recibidos en obra.
- Verificar que las labores de instalación (incluye labores de acoplamiento entre tuberías y control topográfico) se realicen en conformidad a las recomendaciones vertidas en la especificación técnica y en los planos de construcción de la obra.

Tuberías HDPE

- Verificar el buen estado y condición de almacenaje, por lotes, de las tuberías y accesorios HDPE que llegan a obra.
- Verificar la operatividad del equipo de termofusión de las tuberías HDPE (incluye revisión de acoples y certificados de calidad).
- Verificar que se establezcan los parámetros de termofusión previo a los trabajos oficiales de soldadura (preparación de probeta de tubería y correas HDPE, ensayos de flexión y tracción de correas HDPE).
- Dar conformidad al proceso de calificación del personal técnico de soldadura por fusión a tope.
- Verificar que los trabajos de termofusión de las tuberías HDPE se realicen conforme a los parámetros de soldadura establecidos previamente.
- Verificar que las labores de instalación de las tuberías HDPE (incluye control topográfico) se realicen en conformidad a las recomendaciones vertidas en la especificación técnica y en los planos de construcción de la obra.

PARA LA INSTALACION DE GEOSINTETICOS

Geomembranas

- Verificar el buen estado y condición de almacenaje, por lotes, de las geomembranas que llegan a obra.

- Verificar la correspondencia de los certificados de calidad con los materiales recibidos en obra.
- Verificar que se realicen los planos de despliegue, y aprobarlos antes de realizar las labores de instalación de las geomembranas.
- Verificar que todas las superficies sobre las cuales se desplegaran las geomembranas estén en condiciones óptimas para la instalación.
- Verificar que no se dejen costuras de geomembrana sin soldar en el día, además se dejará elementos de sujeción para prevenir levantamientos y daños a causa del viento.
- Verificar que la instalación de la geomembrana se realice en condición libre de tensión o esfuerzo, hasta que se culmine la labor.
- Verificar que las costuras de los paneles estén orientados en paralelo a la línea del talud.
- Verificar que las condiciones climáticas del terreno de instalación (temperatura, humedad) sean favorables para los trabajos de soldaduras de geomembrana.
- Verificar la ejecución de soldaduras de pruebas al inicio de cada labor diaria y cada 5 horas como mínimo durante la operación de costura, sin ello no se autoriza ningún equipo para labor de soldadura de producción.
- Verificar que las soldaduras de prueba se realicen bajo la misma superficie y condiciones ambientales que las soldaduras de producción.
- Verificar que las muestras de soldadura de prueba cumplan con las dimensiones, cantidad, datos técnicos (fecha, nombre del técnico, temperatura ambiente, número y temperatura de la soldadura) y ensayos (adherencia al desgarramiento, resistencia de de la costura a la adherencia) solicitadas en la especificación técnica de la obra.
- Verificar que todas las costuras realizadas en campo (parches, extrusiones) sean sometidas a prueba, registradas y cumplan los requerimientos solicitados en las pruebas destructivas y no destructivas indicadas en la especificación técnica de la obra.
- Verificar que se realicen las reparaciones a aquellas costuras dañadas o defectuosas que no pasen las pruebas destructivas o no destructivas. Todo ello debe ser registrado en los formatos establecidos para dichas labores.

Geotextiles

- Verificar el buen estado, condición de almacenaje y rotulado por lotes, de los geotextiles que llegan a obra.
- Verificar la correspondencia de los certificados de calidad con los materiales recibidos en obra.
- Verificar que los rollos del geotextil no sufran daños durante su manipulación, transporte e instalación.
- Verificar que el geotextil sea cocido con métodos de costura o punteado mecánico, donde se respete las recomendaciones del fabricante. Se deberá comprobar que las costuras sean continuas.
- Verificar el cumplimiento de los traslapes mínimos durante la instalación o parchado de los paños de geotextiles.

PARA LOS TRABAJOS DE CONCRETO

- Verificar que se tenga aprobado el diseño del grout (incluye ensayos) antes de iniciar los trabajos de colocación.
- Verificar la tenencia de los equipos de control de calidad para los trabajos de colocación de grout en obra.
- Verificar que se ejecuten las pruebas del grout, respetando la frecuencia de ensayos establecido para la obra.

4.3.5. GESTION DE RECURSOS

Los recursos que son requeridos para la realización de los trabajos de calidad en la obra, según el análisis de la obra realizado, se plantean a continuación:

Personal QA/QC

En la Figura N° 4.2 se muestra la propuesta de organigrama para el área de calidad de la obra. El personal que forme parte de este equipo debe tener experiencia comprobada en la ejecución de obras similares, como mínimo 3 años en los cargos que desempeñen. Los auxiliares serán personal en formación y la cantidad es variable, deben contar con estudios demostrables en las labores que se les encomiende.

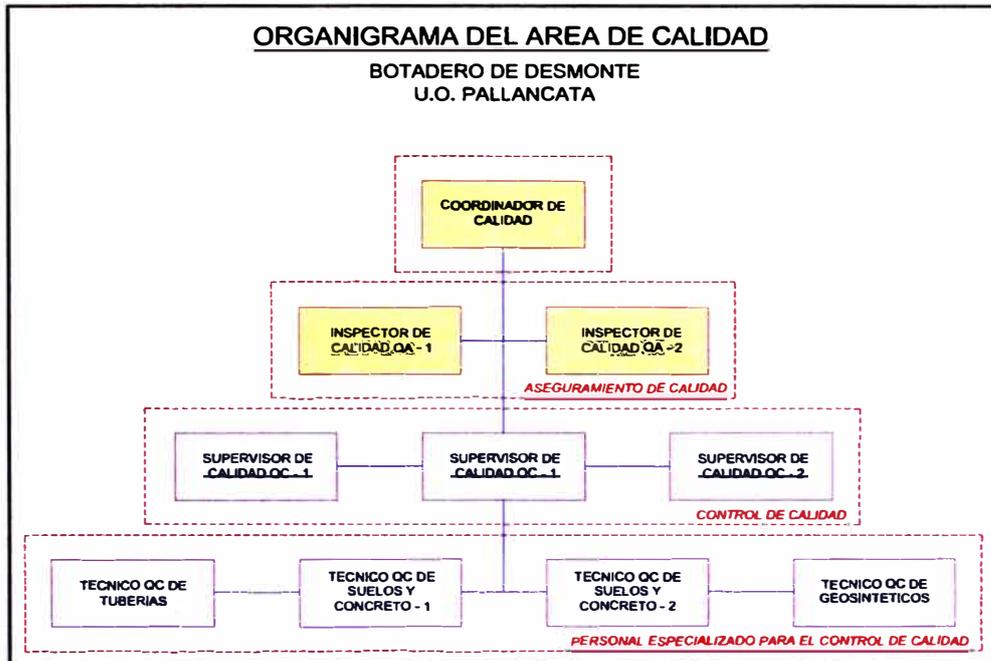


Figura N° 4.2: Organigrama propuesto para el área de calidad en obra.

Movilidad

- 1 Camioneta 4x4.

Equipos, accesorios y herramientas - Laboratorio Suelos y Concreto

- Tamices Ø 8" (3", 2 ½", 2", 1 ½", 1", ¾", ½", 3/8", N°4, N°8, N°10, N°16, N°20, N°30, N°40, N°50, N°60, N°80, N°100, N°200, fondo y tapa, N°200 para lavado).
- Tamices Ø 12" (4", 3", 2 ½", 2", 1 ½", 1", ¾", ½", 3/8", ¼", N°4, fondo y tapa).
- Balanzas electrónicas digitales (150 Kg, 30 Kg, 20 Kg, 4000 gr, 400 gr).
- Prensa portátil de 350,000 lbs. con accesorios.
- Medidor de aire confinado para concreto fresco.
- Equipo de control de humedad rápido con accesorios.
- Equipo de proctor estándar con pizón, molde y accesorios.
- Equipo de proctor modificado con pizón, molde y accesorios.
- Horno eléctrico para secado de muestras, 400 lt. de capacidad.
- Mezclador eléctrico de 1 pie³.
- Vernier digital de 12".
- Cono y frasco con plato perforado para densidad de campo Ø 6".
- Cucharas para densidad de campo de acero inoxidable.
- Brochas: 2", 4", 6".
- Punta y cincel, 1"x30cm.
- Termómetros ambientales (digital).
- Termómetro para concreto con vástago de 13cm (digital).
- Equipo Casagrande para límites de Atterberg.
- Vidrio esmerilado de 30cmx30cmx1/4".
- Cocina industrial de 3 hornillas.
- Moldes para testigos de concreto.
- Platina para enrazar de ¼"x30cm.
- Moldes de bronce de 2"x2" para moldeo de grouting.
- Equipo de Asentamiento (Cono de Abrahams con base y varilla).

- Recipientes volumétricos de 1 pie³, ½ pie³, ¼ pie³.
- Canastilla para pesos específicos de la grava.
- Fiola de vidrio de 50 ml.
- Picnómetro de vidrio de 1000 ml.
- Probetas graduadas de plástico, 1000 ml.
- Probetas graduadas de plástico, 500 ml.
- Probetas graduadas de plástico, 100 ml.
- Probetas graduadas de plástico, 50 ml.
- Probetas graduadas de plástico, 10 ml.
- Jarra graduada de plástico de 2 lt.
- Balde transparente de plástico graduada de 20 lt.
- Sacos de rafia de 50 Kg.
- Bolsas plásticas gruesas de 30cmx40cm.
- Carburo de calcio en polvo, para el Speedy.
- Arena calibrada para ensayo de densidades.
- Juego de desarmadores (plano, estrella).
- Arco y sierra.
- Alicata de 12".
- Regla metálica de 60 cm, 100 cm.
- Winchas metálicas (5mt, 8mt).
- Badilejos.
- Planchas de batir, pulir.
- Carretillas tipo buggie.
- Lampas, picos.
- Barretas.
- Artículos de limpieza: Escoba y recogedor.
- Lavatorios plásticos de 12 lt.
- Cucharones de despacho: ¼ Kg, ½ Kg, 1 Kg.
- Combas de goma: 600gr, 900gr.
- Espátulas flexibles: 2", 4", 6", 8".
- Tazones de acero inoxidable: 1lt, 3lt, 5lt.
- Tazones de porcelana: ½ lt, 1lt, 3lt.
- Bandejas de aluminio de 30x40 cm (h=10cm).
- Bandejas de aluminio de 40x60 cm (h=10cm).
- Bandejas galvanizadas de 30x40cm (h=10cm).
- Bandejas galvanizada de 40x60 cm (h=10cm).
- Comba para densidad de campo: 4lb, 6lb.

Sub-contratos

- Subcontrato para trabajos de soldadura por termofusión de las tuberías HDPE (incluye personal técnico, equipos y accesorios).
- Subcontrato para trabajos de soldaduras de geomembranas (incluye personal técnico, equipos y accesorios).

4.3.6. ESTANDARES, METODOS Y FRECUENCIA DE PRUEBAS

Los estándares, métodos y frecuencia de pruebas (número mínimo de pruebas) para los trabajos que se ejecutarán en la obra son descritas mediante tablas en las especificaciones técnicas del proyecto. En el desarrollo de la obra pueden solicitarse pruebas adicionales y dependerá de la variabilidad de los materiales que puedan afectar a la obra.

Frecuencia de pruebas para Movimiento de Tierras

Para los trabajos de Movimiento de Tierras se debe cumplir como mínimo con lo solicitado en los cuadros (N° 4.3, 4.4, 4.5, 4.6, 4.7, 4.8, 4.9, 4.10, 4.11, 4.12) siguientes, para cada material de relleno que se utilice en la obra.

ITEM	TIPO DE PRUEBA	FRECUENCIA (una vez cada)
1	Límites de Atterberg	2500 m3
2	Contenido de Humedad – Laboratorio	2500 m3
3	Contenido de Humedad – Campo	2500 m3
4	Análisis de Tamaño de Partículas	2500 m3
5	Relación Humedad – Densidad	1 por cada tipo de material ó cada 5000 m3
6	Densidad de Campo – Método Nuclear	2500 m3
7	Densidad de Campo – Método del Cono de Arena	4000 m3
8	Permeabilidad – Pared Flexible	Opcional

Cuadro N° 4.3: Frecuencia de registro de pruebas – Suelo de recubrimiento.

ITEM	TIPO DE PRUEBA	FRECUENCIA (una vez cada)
1	Límites de Atterberg	2500 m3
2	Contenido de Humedad – Laboratorio	2500 m3
3	Contenido de Humedad – Campo	2500 m3
4	Análisis de Tamaño de Partículas	2500 m3
5	Relación Humedad – Densidad	1 por cada tipo de material ó cada 5000 m3
6	Densidad de Campo – Método Nuclear	2500 m3
7	Densidad de Campo – Método del Cono de Arena	4000 m3

Cuadro N° 4.4: Frecuencia de registro de pruebas – Sub-base preparada.

ITEM	TIPO DE PRUEBA	FRECUENCIA
1	Límites de Atterberg	1 por cada estructura o cada 2000 m3
2	Contenido de Humedad – Laboratorio	1 por cada estructura o cada 2000 m3
3	Contenido de Humedad – Campo	4 por cada estructura o cada 1000 m3
4	Análisis de Tamaño de Partículas	1 por cada estructura o cada 2000 m3
5	Relación Humedad – Densidad	1 por cada tipo de material
6	Densidad de Campo – Método Nuclear	4 por cada estructura o cada 1000 m3

Cuadro N° 4.5: Frecuencia de registro de pruebas – Relleno para asiento de tuberías.

ITEM	TIPO DE PRUEBA	FRECUENCIA
1	Límites de Atterberg	1 por cada estructura o cada 2000 m3
2	Contenido de Humedad – Laboratorio	1 por cada estructura o cada 2000 m3
3	Contenido de Humedad – Campo	4 por cada estructura o cada 1000 m3
4	Análisis de Tamaño de Partículas	1 por cada estructura o cada 2000 m3
5	Relación Humedad – Densidad	1 por cada tipo de material
6	Densidad de Campo – Método Nuclear	4 por cada estructura o cada 1000 m3

Cuadro N° 4.6: Frecuencia de registro de pruebas – Relleno selecto.

ITEM	TIPO DE PRUEBA	FRECUENCIA (una vez cada)
1	Límites de Atterberg	5000 m3
2	Contenido de Humedad – Laboratorio	5000 m3
3	Contenido de Humedad – Campo	2000 m3
4	Análisis de Tamaño de Partículas	5000 m3
5	Relación Humedad – Densidad	1 por cada tipo de material ó cada 5000 m3
6	Densidad de Campo – Método Nuclear	2000 m3
7	Densidad de Campo – Método de Reemplazo de Agua	5000 m3

Cuadro N° 4.7: Frecuencia de registro de pruebas – Relleno común.

ITEM	TIPO DE PRUEBA	FRECUENCIA (una vez cada)
1	Límites de Atterberg	Según lo requiera el Ingeniero
2	Análisis de Tamaño de Partículas	2500 m3

Cuadro N° 4.8: Frecuencia de registro de pruebas – Capa de grava para cobertura.

ITEM	TIPO DE PRUEBA	FRECUENCIA (una vez cada)
1	Límites de Atterberg	Según lo requiera el Ingeniero
2	Análisis de Tamaño de Partículas	2500 m3

Cuadro N° 4.9: Frecuencia de registro de pruebas – Capa de drenaje.

ITEM	TIPO DE PRUEBA	FRECUENCIA (una vez cada)
1	Análisis de Tamaño de Partículas	Área de préstamo
2	Abrasión Los Angeles	Opcional

Cuadro N° 4.10: Frecuencia de registro de pruebas – Riprap.

ITEM	TIPO DE PRUEBA	FRECUENCIA
1	Límites de Atterberg	1 por tipo de material
2	Contenido de Humedad – Laboratorio	1 por tipo de material
3	Contenido de Humedad – Campo	1 por tipo de material
4	Análisis de Tamaño de Partículas	1 por tipo de material
5	Relación Humedad – Densidad	1 por tipo de material
6	Densidad de Campo – Método Nuclear	1 por tipo de material

Cuadro N° 4.11: Frecuencia de registro de pruebas – Capa de rodadura.

ITEM	TIPO DE PRUEBA	FRECUENCIA (una vez cada)
1	Análisis de Tamaño de Partículas	1 por estructura o cada 500 m3
2	Límites de Atterberg	Según lo requiera el Ingeniero

Cuadro N° 4.12: Frecuencia de registro de pruebas – Agregado para drenaje.

Frecuencia de pruebas para Concreto

Para los trabajos de Concreto se debe cumplir como mínimo con lo solicitado en los siguientes cuadros (Cuadro N° 4.13).

ITEM	MATERIAL	DESIGNACION DE PRUEBA	FRECUENCIA DE PRUEBA
1	Concreto estructural	Cilindros de concreto	1 grupo de 4 por cada 50 m ³ vaciados ó por estructura si los vaciados son menores
		Revenimiento	1 por lote ó cada 5 m ³
		Temperatura	1 por lote ó cada 5 m ³
		Resistencia a la compresión (por grupos de cilindros de concreto)	1 – 3 días; 2 – 7 días; 2 – 28 días 2 - Retenidas
2	Concreto de relleno	Prisma de concreto relleno	1 grupo de 4 por cada 10 m ³
		Temperatura	1 por cada 10 m ³
		Resistencia a la compresión (por grupos de prismas)	1 – 7 días; 2 – 28 días; 1 - Retenidas

Cuadro N° 4.13: Frecuencia de registro de pruebas – Concreto.

Tolerancia de construcción para Movimiento de Tierras

Para lograr la conformidad de los trabajos se debe tener en cuenta el cuadro de tolerancias siguiente (Cuadro N° 4.14):

ITEM	LUGAR	DESVIACION MAXIMA ADMISIBLE	
		LINEA	RASANTE
1	Taludes de Berma de Estabilidad	1	± 150 mm
2	Taludes de Berma de Construcción	1	± 150 mm
3	Taludes de Poza (terraplén interior y aguas abajo)	1	± 150 mm
4	Cresta de Poza	1	± 150 mm – 0 mm
5	Carretera (tope de capa final de rodadura)	1	± 300 mm – 0 mm
6	Suelo de Recubrimiento	1	± 150 mm – 0 mm
7	Capa de Drenaje y Capas de Rodadura	1	± 150 mm – 0 mm
8	Riprap	1	± 150 mm – 0 mm
9	Zanjas	1	± 100 mm

Cuadro N° 4.14: Tolerancias de construcción para Movimiento de Tierra.

Tolerancia de construcción para Concreto

Para lograr la conformidad de los trabajos se debe tener en cuenta el cuadro de tolerancias siguiente (Cuadro N° 4.15):

ITEM	TIPO	DESVIACION MAXIMA
1	Altura	+6 mm
2	Variación de la vertical	+6 mm en 3 m
3	Variación en todas las dimensiones estructurales	-6mm a +12 mm
4	Variación en ubicación de insertos, aberturas, piezas empotradas	-6 mm a +6 mm
5	Variación de cubierta de protección para el acero de refuerzo	+12 mm a +0 mm

Cuadro N° 4.15: Tolerancia de Construcción para Concreto.

Parámetros para las pruebas de continuidad en geomembranas

Para los trabajos en geomembranas se debe tener en cuenta el cuadro de tolerancias siguiente (Cuadro N° 4.16):

ITEM	ESPESOR		RANGO DE PRESION				Fuga permitida después 5 minutos	
			MINIMO		MAXIMO			
	HDPE		KPa	(psi)	KPa	(psi)	KPa	(psi)
1	1.0 mm	(40 mil)	193	(28)	241	(35)	21	(3)
2	1.5 mm	(60 mil)	193	(28)	241	(35)	21	(3)
3	2.0 mm	(80 mil)	193	(28)	241	(35)	21	(3)
4	2.5 mm	(100 mil)	193	(28)	241	(35)	21	(3)

Cuadro N° 4.16: Cronograma de presión inicial de HDPE para pruebas de aire.

4.3.7. REVISIONES Y AUDITORIAS

Esta actividad será realizada para obtener suficiente evidencia del grado de cumplimiento de las actividades de calidad planificadas. Se propone que estas revisiones y auditorías sean llevadas a cabo al 30% y 70% del avance real del desarrollo de la obra.

4.3.8. REPORTE DE DESVIACIONES EN LA GESTION

Toda comunicación en obra se realizará a través de las áreas de Control Documentario; vía cartas, transmittal u otros documentos establecidos para dicho propósito. Los trabajos de gestión de calidad requerirán de informes de vigilancia y conformidades que den evidencia de las desviaciones y conformidad de los trabajos ejecutados, los cuales se complementan entre sí y son:

Informe de Vigilancia (SVR)

Serán emitidas después de las auditorías rutinarias de campo, esta auditoría se realiza durante la ejecución del trabajo y previo a la inspección final teniendo en cuenta los requisitos de los planos de construcción y especificaciones técnicas.

Informe de No Conformidad (NCR)

Son emitidas cuando el resultado de la inspección no es positivo, en ella se describe la acción correctiva e incluye el plazo para su ejecución. Se volverá a realizar la inspección para verificar que las medidas tomadas han estado de acuerdo con lo instruido. De ser así, se dará la aprobación y se liberará el área para la siguiente operación.

4.3.9. ROLES Y RESPONSABILIDADES DEL PERSONAL CLAVE

Gerente de Proyecto

El Gerente de Proyecto, en relación con el Plan de Aseguramiento de Calidad del proyecto, es responsable de:

- Aprobar el Plan de Aseguramiento de Calidad del proyecto, autorizar y proveer los recursos adecuados para su implementación y mantención.
- Proveer instrucciones y apoyo, para garantizar que las actividades de aseguramiento de calidad sean planificadas, implementadas y monitoreadas.
- Establecer las medidas para asegurar que todo el personal relacionado en las diferentes áreas del proyecto, conozca los requisitos específicos del producto.
- Promover el desarrollo de acciones preventivas dentro del proyecto, ello debe servir para generar lecciones aprendidas, para el mejoramiento continuo de los procesos.
- Dar cumplimiento a las responsabilidades particulares definidas para cada actividad de aseguramiento de calidad.

Residente de Obra

El Residente de Obra, en relación con el Plan de Aseguramiento de Calidad del proyecto, es responsable de:

- Establecer e identificar las variables de calidad influyentes en los entregables de su proceso.
- Instruir a su personal respecto de la aplicación y desarrollo del plan de aseguramiento de calidad y verificar su cumplimiento.
- Emitir instrucciones de trabajo que sean necesarias para el apoyo de las actividades que afecten la calidad de los entregables su área.
- Evaluar, autorizar y verificar las acciones correctivas y preventivas tomadas en su área.
- Implementar cambios a procesos, procedimientos, instructivos, documentos, formatos de registros u otros similares, como producto de acciones correctivas y/o preventivas tomadas en su área.
- Establecer reuniones cada vez que ocurra una desviación significativa respecto de los requerimientos del cliente, o cuando un cambio en su área altere las normas, prácticas o disposiciones legales.

Coordinador de Calidad

El coordinador de calidad del proyecto, en relación con el Plan de Aseguramiento de Calidad del proyecto, es responsable de:

- Planificar, organizar, coordinar y controlar las actividades relacionadas con la implementación del Plan de Aseguramiento de Calidad.
- Coordinar y controlar el plan de auditorías establecido para el proyecto.
- Registrar, analizar y coordinar acciones correctivas y preventivas informadas desde las distintas áreas del proyecto.
- Dar cumplimiento a las responsabilidades particulares definidas para cada actividad de aseguramiento de calidad.
- Elaborar un registro de No Conformidades del proyecto.

4.3.10. DOCUMENTOS DE REFERENCIA

Los documentos indicados en el Cuadro N° 4.17, son necesarios en el desarrollo del aseguramiento de la calidad propuesto para la obra.

ITEM	DOCUMENTO	REV.	CODIGO
Contractuales			
01	Condiciones generales.	2	----
02	Condiciones particulares.	2	----
03	Alcance de trabajo.	0	----
04	Especificación Técnica – Movimiento de tierras, Tuberías y Concreto.	0	----
05	Especificación Técnica - Geosintéticos.	0	----
Planos de Construcción			
06	Ubicación general	0	201-256-03-100
07	Ubicación de calicatas y cantera existentes	0	201-256-03-200
08	Plano geotécnico.	0	201-256-03-210
09	Sección geotécnica.	0	201-256-03-220
10	Sistema de subdrenaje – Planta.	0	201-256-03-230
11	Sistema de subdrenaje – Secciones y detalles.	0	201-256-03-240
12	Sistema de colección y contingencia – Planta.	0	201-256-03-250
13	Sistema de colección y contingencia – Planta, secciones y detalles.	0	201-256-03-260
14	Sistema de colección y contingencia – Secciones y detalles.	0	201-256-03-270
15	Botadero de desmonte – Planta.	0	201-256-03-300
16	Botadero de desmonte – Secciones y detalles.	0	201-256-03-310
17	Badenes y canales de derivación – Planta, perfiles y datos de control.	0	201-256-03-320
18	Badenes y canales de derivación – Secciones y detalles.	0	201-256-03-330
19	Pozas de monitoreo – Planta, secciones y detalles.	0	201-256-03-340
20	Botadero de desmonte – Etapa 1 de construcción.	0	201-256-03-350
21	Botadero de desmonte – Etapa 1 de construcción – Secciones y detalles.	0	201-256-03-360

Cuadro N° 4.17: Documentos de referencia a utilizar para el Aseguramiento de la Calidad.

ITEM	DOCUMENTO	REV.	CODIGO
Planos de Construcción			
22	Variante – Planta, perfil y detalles (Hoja 1 de 2).	0	201-256-03-400
23	Variante – Planta, perfil y detalles (Hoja 2 de 2).	0	201-256-03-410
24	Variante – Secciones (Hoja 1 de 2).	0	201-256-03-420
25	Variante – Secciones (Hoja 2 de 2).	0	201-256-03-430
Normatividad de Gestión			
26	Norma ISO 9000:2005_Sistemas de Gestión de Calidad – Fundamentos y Vocabulario.		
27	Norma ISO 9001:2008_Sistemas de Gestión de la Calidad – Requisitos.		
Normatividad Técnica para trabajos de Concreto			
28	ASTM C 31 / C 172: Cilindros de concreto.		
29	ASTM C 143: Prueba de revenimiento.		
30	ASTM C 1064: Temperatura del concreto fresco.		
31	ASTM C 39: Resistencia a la compresión de especímenes cilíndricos de concreto.		
32	ASTM C 1019: Muestreo y pruebas del grout..		
33	ASTM D 4318: Límites de Atterberg.		
34	ASTM D 2216: Contenido de humedad en laboratorio.		
35	ASTM D 3017: Contenido de humedad en campo.		
36	ASTM D 422: Análisis de tamaño de partículas de suelos..		
37	ASTM D 698: Relación humedad-densidad. Proctor estándar.		
38	ASTM D 1557: Relación humedad-densidad. Proctor modificado.		
39	ASTM D 2922: Densidad de campo por el Método Nuclear.		
40	ASTM D 1556: Densidad de campo por el Método del Cono de Arena.		
41	ASTM D 5030: Densidad de campo por el Método del Reemplazo de Agua.		
42	ASTM D 5084: Permeabilidad – pared flexible.		
43	ASTM C 131: Abrasión “Los Angeles”.		
Normatividad Técnica para trabajos en tuberías			
44	ASTM D 638: Esfuerzo de tracción a la cedencia.		
45	ASTM F 1473: Resistencia al desarrollo tardío de grietas.		
Normatividad Técnica para trabajos en tuberías			
46	ASTM D 1004: Resistencia al desgarro.		
47	ASTM D 4833: Resistencia al punzonamiento.		
48	ASTM D 5397: Resistencia al agrietamiento por esfuerzos.		
49	ASTM D 6392: Resistencia de las costuras por desgarramiento y cizallamiento.		

Cuadro N° 4.17: Documentos de referencia a utilizar para el Aseguramiento de la Calidad (continua).

CAPÍTULO V: IMPLEMENTACION DEL ASEGURAMIENTO DE CALIDAD

5.1. LABORES REALIZADAS POR EL PERSONAL DE CALIDAD

Antes de proceder con la descripción de la implementación del plan de aseguramiento de calidad, es necesario mencionar que los trabajos del personal de calidad que participó en la obra estuvo diferenciado en:

- A. Trabajos de Aseguramiento de Calidad.**
- B. Trabajos de Control de Calidad.**

Los trabajos de Aseguramiento de Calidad (QA) fueron responsabilidad de un tercero designado por el Propietario y los trabajos de Control de Calidad (QC) fueron responsabilidad del Contratista de la obra.

La responsabilidad del personal que realizó los trabajos de Aseguramiento de Calidad (QA) fue el de supervisar que el personal del área de calidad del Contratista (QC) realice sus trabajos en conformidad a los planos y especificaciones técnicas entregadas para la ejecución del proyecto. Además, elaboró un “Manual de Aseguramiento de la Calidad” en base a las características particulares de las estructuras involucradas, los planos de diseño y las especificaciones técnicas proporcionadas para el proyecto.

El contratista elaboró y presentó para revisión y aprobación del personal QA, un “Plan de Control de Calidad”, en el cual se consideró:

- La metodología de conducción de las pruebas de control de calidad y la presentación de los resultados obtenidos durante la construcción.
- La relación de los equipos que se proporciona para llevar a cabo las pruebas de control de calidad.
- Los currículos de vida del personal clave, propios y subcontrato, propuesto para realizar las pruebas de control de calidad e inspección.

Para entenderlo mejor, en el desarrollo de la obra el personal QA y QC realizaron labores dentro de los equipos conformados para la Supervisión y el Contratista de la Obra, respectivamente; ver Figura N° 5.1. De ello, los trabajos de aseguramiento de calidad fueron gestionados y administrados por el personal QA y la parte operativa del mismo la tuvo el personal QC (en coordinación y bajo la vigilancia del personal QA).

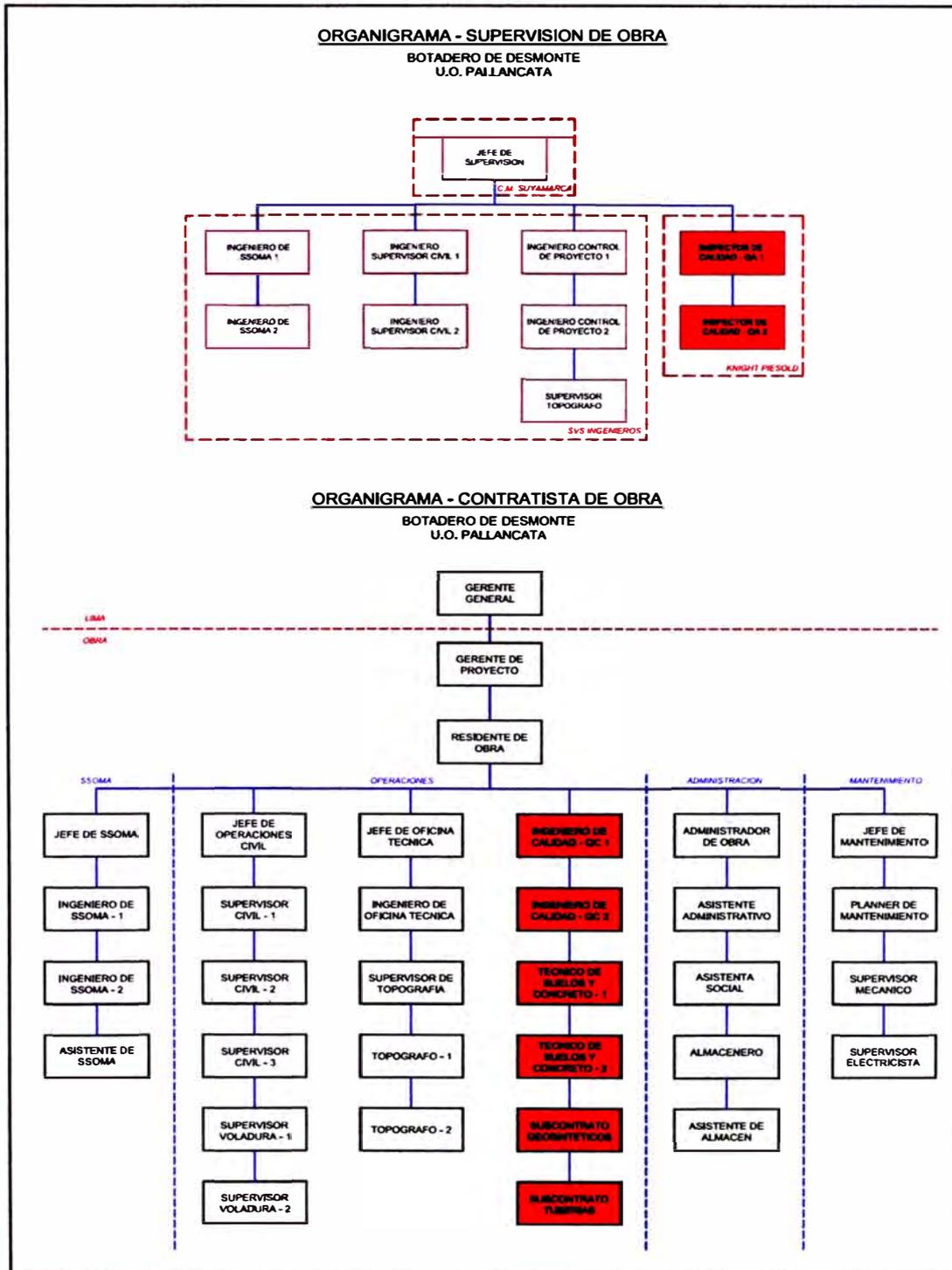


Figura N° 5.1: Organigrama de la supervisión y contratista de la obra.

Las actividades cotidianas del personal de calidad del proyecto estuvieron orientadas, aparte del aseguramiento y control de la calidad de las actividades de obra, a realizar coordinaciones frecuentes que permitieron realizar los trabajos de manera fluida; para ello se mantuvo una comunicación eficiente y efectiva entre ambas partes involucradas.

En la Figura N° 5.2 se presenta un esquema donde se aprecian las actividades de gestión que realizaron el personal de calidad del proyecto.



Figura N° 5.2: Actividades del personal del área de calidad.

A continuación se explican brevemente estas actividades realizadas por el personal QA y QC, durante el desarrollo del proyecto:

- **Reunión previa a la construcción:** Fueron realizada antes de iniciar la construcción del proyecto y en ella se trató, entre otros, los siguientes puntos: Revisión de las especificaciones técnicas y planos de construcción; Revisión de tareas y responsabilidades; Revisión del programa de actividades; Revisión de los equipos y métodos de ensayo en obra; Definición de los canales de comunicación y autoridad; Establecimiento de los procedimientos de trabajo, información y documentación; Inspección conjunta del área de trabajo entregada.

- **Reuniones de coordinación:** Fueron realizadas para coordinar las actividades de calidad en obra, en ella se comunicaron el progreso y/o deficiencias que se encontraron durante la construcción o cualquier otro tema de importancia para el proyecto.
- **Reuniones de avance diario:** Fueron realizadas antes de iniciar las labores diarias donde se indicaba brevemente del progreso de las actividades y las tareas planificadas para la jornada de trabajo.
- **Reuniones por deficiencia en el trabajo:** Se realizaron según las circunstancias presentadas, y estuvieron orientadas hacia los problemas específicos o deficiencias surgidas durante la construcción y que no se resolvieron fácilmente. La finalidad de estas reuniones fue, entre otras: Identificar la naturaleza, alcance y posibles causas del problema; Estudiar medidas necesarias para corregir los problemas o deficiencias; Establecer una solución e implementarla adecuadamente.
- **Aseguramiento y Control de la calidad de los materiales:** Realizada frecuentemente con el propósito de asegurar que los materiales que se utilizaron en la construcción cumplieran con los parámetros mínimos establecidos en las especificaciones técnicas del proyecto.

Aquí se documentaron todos los certificados de calidad firmados por un representante del fabricante del material que se utilizó, tanto para los comprados por el contratista como para los proveídos por el propietario. El personal QC documentó y custodió los certificados de calidad de los materiales que fueron comprados por el contratista, la copia de estos fueron entregados al personal QA para su revisión y aprobación.

Si se identificaban materiales que no cumplieran con las especificaciones, éstos eran separados y se analiza la gravedad del incumplimiento para determinar la autorización o desaprobación del uso de éste. En ocasiones el personal QA se encargaba de generar y emitir las No Conformidades respectivas para evitar una situación similar a futuro.

Para los materiales producidos en obra, el personal QC se encargaba de que se realicen los ensayos correspondientes en el laboratorio de obra u en otro externo. Los resultados obtenidos también fueron registrados en formatos de control, se verificaba que cumplan los requisitos solicitados

en las especificaciones técnicas del proyecto; se comunicaba y presentaba al personal QA para su revisión y aprobación.

- **Aseguramiento y Control de la calidad de la construcción:** Realizada frecuentemente en la obra, para garantizar que los trabajos en campo se ejecutaron siguiendo los lineamientos de los procedimientos constructivos y las buenas prácticas propias de cada actividad constructiva. El personal QC se encargaba de inspeccionar los trabajos de construcción y velaba que lo obtenido esté en conformidad a los requisitos solicitados para cada especialidad, mediante aprobación y registro en sus respectivos formatos de control; los cuales se entregaban al personal QA para su revisión y aceptación. Además, se registraba diariamente todas las actividades efectuadas en campo y al final del día elaboraba un reporte donde se resumían las tareas realizadas por el contratista del proyecto.
- **Auditorías de la gestión de la calidad del proyecto:** Realizadas para determinar el cumplimiento de la gestión de calidad con las disposiciones planificadas por la organización. La labor de auditor y auditado la realizaron el personal QA y QC, respectivamente.

Por último, es importante indicar que el personal de calidad no tuvo la responsabilidad de dirigir los trabajos de construcción del proyecto, sin embargo, se realizaban asesorías al constructor para mejorar y optimizar los procesos que ejecutaba en obra.

5.2. EXPLICACION DE LA IMPLEMENTACION POR ETAPAS

A continuación se describen las actividades, por etapas, que se ejecutaron para la implementación del plan de aseguramiento de calidad propuesto para la obra.

Etapas 1. Análisis de la Situación Actual: Aquí se plantearon preguntas que nos indicaron la situación actual de la organización para poder realizar la implementación. Conocer esta situación fue importante para establecer el punto de partida, y de este modo planificar hacia donde se quiere llegar, estableciendo los objetivos y metas de calidad. En esta etapa se debió responder a preguntas como: En qué estado se encuentra la empresa? (Se cuenta o no con sistemas y procesos, Qué tiempo se lleva en el mercado, El personal está preparado para un cambio, etc.), Qué es lo que se está haciendo en el presente? (Para el control

de sus operaciones, relación con clientes y otros recursos), Cómo lo está haciendo?, Qué es lo que debe hacer?, Qué es lo que no debe hacer?, Cómo lo debe hacer?, Qué pasos debe seguir?, a donde se quiere llegar?, etc.

Etapa 2. Mapeo de Procesos: Aquí se establecieron y registraron los procesos que forman parte del desarrollo de la obra y se obtuvo una mejor visión de éstos y la interacción entre ellos, además del tipo de información que fluye entre ellos. Estos procesos identificados nos ayudaron a tener una visión clara de lo que se debe hacer para establecer los procedimientos, controles e indicadores de calidad para el logro de las metas planteadas, ver Anexo N° 02.

Etapa 3. Documentación del Aseguramiento de la Calidad: Aquí es donde se documentó el aseguramiento de la calidad, en este documento se especificó los procedimientos y recursos asociados que deben aplicarse, quién debe aplicarlos y cuándo deben aplicarse a un proyecto, proceso, producto o contrato específico. En ella se incluye el objetivo de calidad principal, el compromiso que existe con el cliente, y de qué manera se va a lograr a través de la mejora continua.

Etapa 4. Elaboración de Procedimientos e Instrucciones de Trabajo: Aquí se documentan los procedimientos de los trabajos, y es donde se plasma todo lo que se realizará, cómo lo hacemos, los alcances y quiénes son los responsables de cada actividad. Aquí se incluyen los registros y formatos de control necesarios para cada proceso.

Etapa 5. Capacitación: En esta etapa se trabajó para cambiar la mentalidad del recurso humano (obreros y empleados) hacia un cambio basado en normas y procesos controlados. En esta etapa se capacita a todo el personal sobre temas de la gestión de calidad como una herramienta para mejorar las actividades de la obra y concientizarlos de lo que significa trabajar con dicha herramienta.

Etapa 6. Implementación del Aseguramiento de la Calidad: Teniendo creado, desarrollado y estructurado todo, además de la capacitación al personal, llega esta etapa de la implementación, en donde se pone en marcha todo el sistema y el personal comienza con el uso de esta herramienta. En esta etapa se buscó dejar de hacer como antes, y se comenzó con la nueva estructura propuesta.

Etapa 7. Primera Auditoría Interna: Aquí se buscó revisar el sistema propuesto para ver como se estaba operando; se observaron las fallas para corregirlas y se detectaron oportunidades de mejora para el crecimiento del mismo.

Etapa 8. Revisión General: Se realizó una revisión general de cómo iba resultando la implementación y de cómo funcionaba el sistema propuesto. Se revisaron las fallas encontradas en las auditorías internas y se buscó la manera de corregirlas para evitar que vuelvan a suceder; para ello se propusieron acciones correctivas y preventivas dependiendo del caso. También se revisó y observó aquellas actividades que estaban impactando de manera positiva al sistema de calidad, se buscó reforzarlas e implementarlas en las áreas donde el sistema era débil y se necesitaba un empuje mayor.

Etapa 9. Acciones Correctivas y Preventivas: Se generaron acciones correctivas y preventivas de los resultados de la primera auditoría interna y la revisión general, para comenzar a trabajar sobre las observaciones y/o No Conformidades encontradas en el Sistema de Calidad.

Etapa 10. Segunda Auditoría Interna (Opcional): Se propuso para asegurar que todo marche de la mejor manera y verificar que las acciones correctivas y preventivas resultantes de la primera auditoría interna se resuelvan desde su causa raíz y en tiempo. Esta auditoría fue opcional, si se observa que con la primera auditoría interna es suficiente como para saber que el sistema está funcionando como debe, entonces no es necesaria esta etapa.

Etapa 11. Acciones Correctivas y Preventivas (Opcional): Al igual que la etapa 10, estas acciones correctivas y preventivas se generan de la segunda auditoría interna, la cual también puede ser opcional.

Etapa 12. Procesos de Análisis y Mejora: Aquí se analizó los resultados obtenidos durante las auditorías y las acciones correctivas implementadas y completadas. De esta manera se pudo identificar que observaciones fueron No Conformidades y que observaciones fueron Oportunidades de Mejora.

Etapa 13. Procesos de Cierre: En esta etapa se entregó mediante el Dossier de Calidad todos los documentos y registros que evidenciaron que los trabajos se ejecutaron conformes y en cumplimiento a los requisitos de calidad establecidos para el proyecto. Este documento se preparó a lo largo del período de vida del proyecto y tuvo las firmas de aceptación de la supervisión de obra.

5.3. DESARROLLO DE FLUJOGRAMAS DE GESTION DE CALIDAD

En la obra se elaboraron e implementaron esquemas gráficos (flujogramas) donde se describían las actividades de la gestión de calidad en los procesos de obra, tanto para las labores del personal de construcción, personal QC y personal QA. El propósito de estos flujogramas fue el de proporcionar una ayuda gráfica que permita el mejor entendimiento del personal de la obra sobre las actividades de aseguramiento de la calidad que están presentes en sus labores cotidianas.

Estos flujogramas fueron desarrollados, además, para cada una de las labores especializadas identificadas en el proyecto (revisar ítem 3.1) y estas son:

- Flujograma de Gestión de calidad – Trabajos de movimiento de tierras.
- Flujograma de Gestión de calidad – Trabajos de concreto.
- Flujograma de Gestión de calidad – Trabajos de tuberías.
- Flujograma de Gestión de calidad – Trabajos de geosintéticos.

Cada uno de estos flujogramas fue difundido para el personal propio de la labor especializada con la intención de que los procesos de liberación se agilicen y no representen un retraso para la culminación de los mismos.

En el Anexo N° 04 se muestra el flujograma de las actividades de gestión de calidad generado para los trabajos de movimientos de tierra; en este flujograma se describen las actividades de los procesos de calidad que deben ser tomadas en cuenta durante los trabajos de excavación, producción de materiales de préstamo, relleno y compactación.

En la Figura N° 5.3 se indica la secuencia de las etapas que se desarrollan para obtener un producto en los trabajos de movimiento de tierras del proyecto.



Figura N° 5.3: Etapas para la obtención de productos en trabajos de movimiento de tierra.

De manera complementaria a lo mostrado en el Anexo N° 04, se muestran en la Figura N° 5.4 los flujogramas establecidos para los procesos de aprobación y aceptación de los trabajos en campo y laboratorio de suelos, perteneciente a movimiento de tierras; cada uno de ellos se difundió en el área de trabajo.

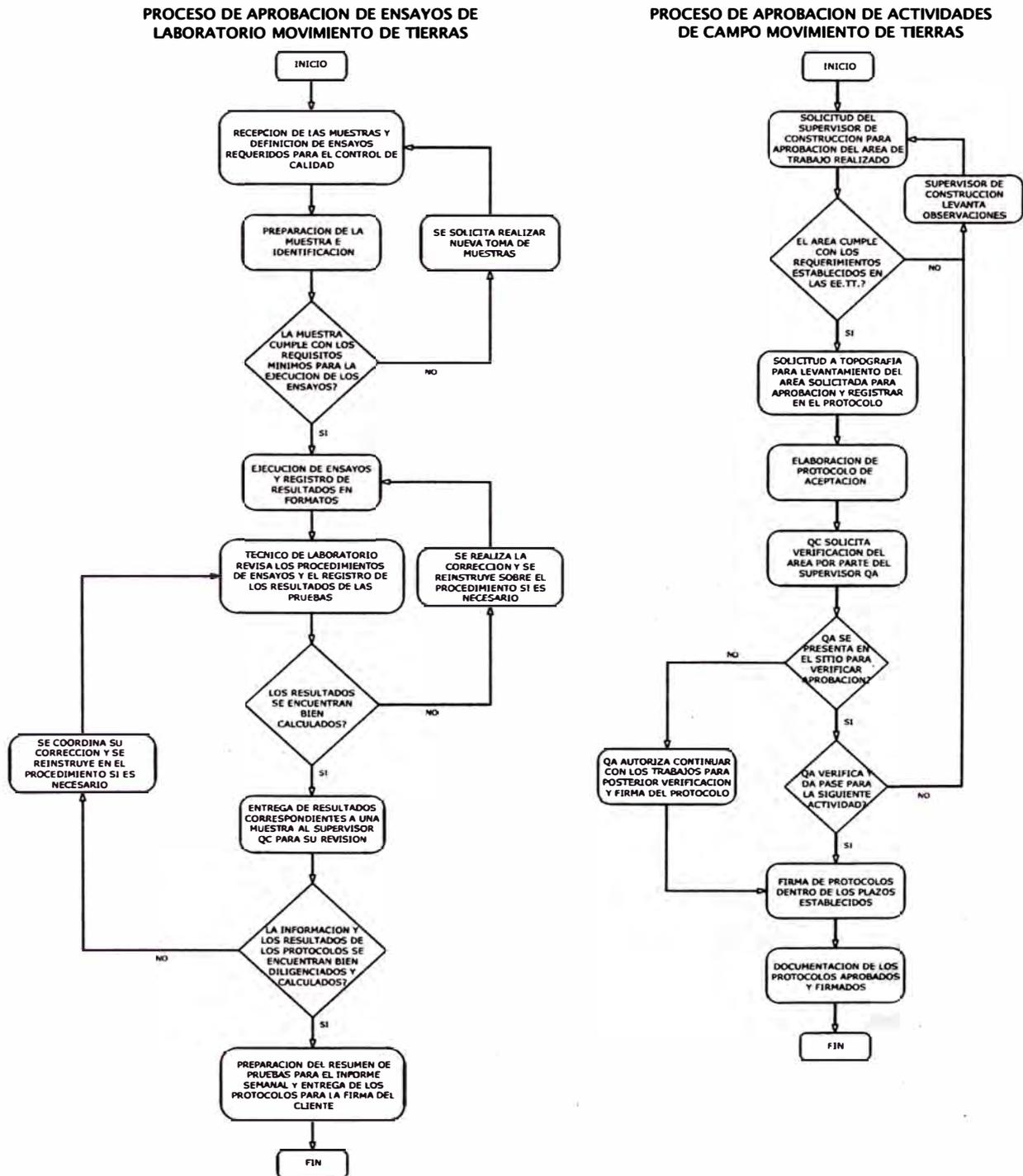


Figura N° 5.4: Flujogramas para conformidad en campo y laboratorio de suelos.

Similar a lo mostrado en la Figura N° 5.4, se elaboraron también los flujogramas de gestión para las otras labores específicas identificadas para el proyecto.

5.4. DESARROLLO DEL PLAN DE ASEGURAMIENTO DE CALIDAD

Los esfuerzos que se realizaron para la “puesta en marcha” del Plan de Aseguramiento de Calidad descrito, variaron en complejidad y estuvieron influenciados por el tipo de empresa constructora donde se laboró.

A continuación se indican y muestran cada uno de los documentos generados por el personal QA y QC, y sus responsabilidades, durante el desarrollo del plan de aseguramiento de calidad en la ejecución de la obra.

Todos estos documentos tienen una importancia única, según el tipo, por lo que el orden en que se muestran no representa un orden jerárquico.

5.4.1. Manual de aseguramiento de la calidad

Cómo se explicó en el ítem 5.1, la elaboración de este documento fue responsabilidad del personal QA del proyecto, su contenido es único en base a las características particulares de las estructuras a construir en el proyecto.

En el Anexo N° 01 se adjunta el Manual de Aseguramiento de la Calidad elaborado por la empresa encargada de la gestión de calidad del proyecto.

Este documento fue elaborado y entregado antes de iniciar los trabajos de construcción del proyecto, y fue transmitido a todo el personal clave de la ejecución afín de sensibilizarlos sobre la importancia de la ejecución de las actividades de gestión de calidad. El contenido de este documento, entre otros, consideró:

- Los objetivos del aseguramiento de calidad,
- Responsabilidades del personal de aseguramiento de calidad,
- Los procedimientos y herramientas para la ejecución de las actividades de aseguramiento de calidad, y
- Los entregables a generar como producto de la gestión de la calidad.

Este documento fue complementado con esquemas tipo flujogramas (ver Anexo N° 04) de las actividades relevantes dentro de la gestión de calidad propuesta, ello sirvió de ayuda para la mejor comprensión de los trabajos a realizar.

Durante el desarrollo de la obra, el personal QA realizó los trabajos de implementación y mantenimiento del Manual de Aseguramiento de Calidad, con el apoyo del contratista, afín de lograr los resultados planificados.

5.4.2. Control de calidad

La elaboración de este documento fue responsabilidad del personal QC del proyecto, su contenido fue específico para el proyecto y se realizó en base a las características particulares de las estructuras a construir y contempló:

- Definición de los objetivos y alcance de los trabajos.
- Funciones y responsabilidades del personal QC involucrados.
- Determinación de los recursos para realizar los trabajos.
- Descripción de los formatos de control aplicables a las labores de obra.
- Identificación de los entregables a obtener en los trabajos QC.

Este documento, al igual que el Manual QA, se elaboró antes de iniciar los trabajos de construcción del proyecto (revisado y aprobado por el personal QA), y fue transmitido a todo el personal del contratista para sensibilizarlos sobre la importancia de la ejecución de dichas actividades.

La ejecución operativa de este documento se realizó al ritmo de ejecución de los trabajos por el área de producción, afín de lograr los resultados en el tiempo que se fueron planificados.

Para el caso en estudio se elaboraron dos (02) Planes de Control de Calidad específicos, por la empresa contratista del proyecto, uno para los trabajos de Movimientos de Tierra y otro para los trabajos con Geosintéticos; los cuales se adjuntan en los Anexos N° 05 y 06, respectivamente.

5.4.3. Puntos de inspección

Este documento fue elaborado por el personal QC del proyecto y su contenido es específico para las actividades de relevancia en el proyecto. El propósito de este documento es identificar de manera precisa los aspectos técnicos y de gestión que se deben cumplir en los trabajos que se ejecutan, logrando de ese modo las conformidades de los requerimientos especificados.

El contenido de este documento, entre otros, contempló:

- Identificación de las labores principales de ejecución y descomposición en sus actividades secundarias.
- Identificación de los puntos de inspección y controles propios de cada actividad secundaria.

- Identificación de las normativas que gobiernan cada actividad.
- Determinación de los niveles, frecuencia y herramientas de inspección a realizar y ejecutar.
- Determinación de los criterios de aceptación y los registros de control asociados.
- Determinación de las responsabilidades de ejecución y seguimiento de las inspecciones.

Para el caso de estudio, en el caso de movimiento de tierras; la empresa contratista elaboró los Puntos de Inspección para las siguientes actividades:

- Trabajos de control topográfico.
- Trabajos de desbroce, corte y excavación de material.
- Trabajos de relleno y compactación.
- Trabajos de relleno para drenajes.
- Trabajos de construcción de terramesh.

Estos Planes de Inspección y Ensayo (PIE) se adjuntan en el Anexo N° 07. De ello, revisando el PIE de los trabajos de control topográfico se aprecia que:

- Se compone de tres (03) actividades secundarias: (1) Inspección de los equipos de topografía; (2) Construcción de la red de puntos de acercamiento; y (3) Ejecución de control topográfico para trabajos de excavación, relleno y compactación.
- Se identifican los puntos de inspección y control para cada actividad secundaria, por ejemplo: La inspección de equipos topográficos juega un rol importante la verificación del estado de la calibración para cuidar la confiabilidad de las lecturas realizadas; la frecuencia de estas inspecciones se debe realizar semestralmente y sólo se acepta aquellos equipos que cuentan con calibración demostrable vigente.
- La responsabilidad de ejecutar la inspección de los equipos topográficos es del personal usuario, y el personal QC se encarga de velar el cumplimiento del mismo.

Estos documentos son fáciles de manejar y fueron de utilidad en los procesos de capacitación del personal obrero, sobre los trabajos de calidad en campo.

5.4.4. Procedimientos de construcción

Estos documentos fueron elaborados, revisados y aprobados antes de la ejecución de cada actividad descrita.

El propósito de estos documentos fue establecer los lineamientos de trabajo que se deben ser considerados para ejecutar cada una de las actividades del proyecto de manera particular; considerando en ello los requisitos de calidad, seguridad, salud ocupacional y medio ambiente que las gobierna.

El contenido de estos documentos están referidos, entre otros, a:

- Determinación del propósito y alcance de cada actividad.
- Determinación de las funciones y responsabilidades del personal involucrado con la ejecución del trabajo.
- Identificación de los recursos (material, equipo y personal) que se requiere para la ejecución del trabajo.
- Identificación de las consideraciones de operación, seguridad y calidad que se deben tener antes de iniciar las labores.
- Establecimiento del desarrollo del procedimiento específico, tomando en cuenta las consideraciones de seguridad y calidad propias de cada actividad.
- Análisis y evaluación de los riesgos asociados.
- Establecimiento de los inspecciones de calidad y formatos de control asociados.

La correcta identificación, en el tiempo, de los procedimientos constructivos del proyecto contribuyó a lograr el éxito requerido en las labores de gestión de calidad propuesto.

Para el caso de estudio, debido a que el alcance del contratista en el proyecto se limitó al Control de Calidad, se establecieron en los PIE's las consideraciones suficientes, en algunas actividades, para controlar las labores constructivas del proyecto.

Sin embargo, para casos muy especializados se desarrollaron los procedimientos de trabajo. En los Anexo N° 08 y 09 se adjuntan procedimientos constructivos que se usaron en los trabajos en geosintéticos y tuberías HDPE; estos procedimientos fueron elaborados considerando la integración de las áreas de Producción, Calidad y Seguridad en la ejecución del proyecto.

5.4.5. FORMATOS DE CONTROL EN CAMPO Y LABORATORIO

Los formatos de control o protocolos fueron los documentos que se utilizaron para registrar convenientemente toda la información de utilidad para el establecimiento de la conformidad del trabajo ejecutado; su administración y registro fueron de responsabilidad del personal QC de la obra.

El contenido de este documento fue variable y diverso, dependiendo de la actividad que se registre; sin embargo, la práctica frecuente en los trabajos de gestión de calidad estableció considerar, entre otros, los siguientes lineamientos:

- Tener un encabezado donde se aprecie: La descripción general del sistema de gestión de calidad; El nombre y la disciplina a la que pertenece el registro; Código, número de revisión y fecha de edición del registro; Numerativo de páginas; Logos del Cliente y Contratista.
- En el contenido, propiamente dicho, se aprecia: La identificación del documento (fecha de ejecución, número de registro, nombre del contratista, nombre del proyecto, número de contrato, área o sistema, ubicación, identificación del elemento, información del equipo de ensayo e inspección utilizado, número de plano); Esquema de la ubicación; Criterios de control de calidad aplicables; Comentarios u observaciones.
- Tener un pie de página donde se contará con campos para las firmas del personal responsable de la aceptación de los trabajos.

Es común, entonces, encontrar en otros proyectos diferencias en los formatos que se utilicen para la aceptación de un mismo trabajo.

Un aspecto concluyente que se debe tener en cuenta es que no importa el tipo o modelo de formato que se use, siempre y cuando se respeten los lineamientos mencionados y además, de que el formato de control elaborado debe ser de fácil interpretación y llenado por parte de las personas que los utilicen en sus actividades diarias.

Esto último es relevante mencionarlo y reiterarlo, porque ocurre ocasiones en algunos proyectos donde se realizan trabajos en frentes de trabajo de forma paralela y el programa de culminación de estos trabajos se desarrolla de tal forma que un protocolo de llenado tedioso puede generar tiempos muertos que se pueden transformar en pérdidas económicas.

Es importante recordar el cumplimiento de los requisitos de la Norma ISO 9001:2008 (ítem 4.2.4.) aplicativo a los registros y es que éstos deben permanecer legibles, fácilmente identificables y recuperables; ello implica que se debe velar la adecuada administración de estos documentos.

Para el caso de estudio se han elaborado formatos de control para las actividades de aceptación realizadas en campo: movimientos de tierra, concreto, tuberías, geosintéticos y laboratorio; cuya versión académica se adjunta en el Anexo N° 10.

En el Cuadro N° 5.1 se muestra la lista de formatos de control, identificados por disciplina y que fueron utilizados en la obra.

ITEM	FORMATO DE CONTROL	SIGLAS	CODIGO
Movimientos de Tierra y Concreto (campo):			
1	Limpieza y preparación de fundación.	ALPE	DESP-2010-F01
2	Fundación.	AF	DESP-2010-F02
3	Excavación, relleno y compactación.	AERC	DESP-2010-F03
4	Drenaje y sub-drenaje.	ADSD	DESP-2010-F04
5	Superficie de terreno nivelado.	ASTN	DESP-2010-F05
6	Área de recubrimiento.	AAR	DESP-2010-F06
7	Área de sub-base preparada.	ASBP	DESP-2010-F07
8	Área de capa de drenaje-blanket.	ACDB	DESP-2010-F08
9	Área de rip-rap	AARR	DESP-2010-F09
10	Área de capa de rodadura.	ACR	DESP-2010-F10
11	Rehabilitación con material orgánico.	ARMO	DESP-2010-F11
12	Relleno para asiento de tuberías.	ARAT	DESP-2010-F12
13	Colocación de gaviones.	ACG	DESP-2010-F13
14	Área descarga de desmonte.	AADD	DESP-2010-F14
15	Área de grava para cobertura.	AAGC	DESP-2010-F15
16	Área de material orgánico para cobertura.	AAMOPC	DESP-2010-F16
17	Muro de contención – Sistema terramesh.	AMCST	DESP-2010-F17
Movimientos de Tierra (laboratorio):			
18	Límites de consistencia.	---	DESP-2010-LAB-F01
19	Contenido de humedad.	---	DESP-2010-LAB-F02
20	Análisis granulométrico.	---	DESP-2010-LAB-F03
21	Relación densidad-humedad.	---	DESP-2010-LAB-F04 A
22	Corrección del proctor por grava.	---	DESP-2010-LAB-F04 B

Cuadro N° 5.1: Formatos de control utilizados en la construcción del Botadero.

ITEM	FORMATO DE CONTROL	SIGLAS	CODIGO
Movimientos de Tierra (laboratorio):			
23	Peso específico del agregado grueso.	---	DESP-2010-LAB-F05
24	Ensayo del cono de arena.	---	DESP-2010-EC-F06
Geosintéticos:			
25	Despliegue de geomembrana	DG	DESP-2010-IG-F01
26	Registro de soldadura por fusión.	RSF	DESP-2010-IG-F02
27	Registro de soldadura por extrusión.	RSE	DESP-2010-IG-F03
28	Prueba inicial de soldadura de geomembrana por fusión.	PISF	DESP-2010-IG-F04
29	Prueba inicial de soldadura de geomembrana por extrusión.	PISE	DESP-2010-IG-F05
30	Control de calidad – soldadura de fusión.	CCSF	DESP-2010-IG-F06
31	Control de calidad – soldadura de extrusión.	CCSE	DESP-2010-IG-F07
32	Croquis para entrega de área.	CEA	DESP-2010-IG-F08

Cuadro N° 5.1: Formatos de control usados en la construcción del botadero (continua).

Para la conformidad de los trabajos en cada formato de control se tuvieron que registrar cuatro firmas: Construcción-Contratista; QC-Contratista; QA-Cliente; Construcción-Cliente. Una vez obtenidas estas firmas, se considera que los trabajos son aceptados en concordancia a los requisitos que lo gobierna.

5.4.6. Capacitaciones referentes a la gestión de calidad

En la obra se realizaron los esfuerzos para realizar capacitaciones al personal de la obra (empleados y obreros) sobre la herramienta de gestión de calidad propuesta, ello estuvo orientado a la difusión de los flujogramas de gestión mencionados líneas arriba y de los Planes de Puntos de Inspección.

Estas capacitaciones se realizaron de forma incipiente debido a la limitación de recursos que se tuvo en obra, a pesar de ello se pudo apreciar que el personal obrero se mostraba con mejor entusiasmo a la propuesta, ya que ellos son el personal especializado que realiza el trabajo directamente y son los involucrados directos en las No Conformidades que se identificaron.

Una situación diferente se encontró con el personal empleado y directriz de la obra, con ellos no se pudo establecer una estructura de capacitaciones debido a la poca disposición de los tiempos ya que su mayor preocupación estaba en el cumplimiento de los hitos del cronograma de obra y en la gestión de recursos que se debía cumplir para la realización de los trabajos.

Sin embargo, las lecciones aprendidas por la ejecución de las capacitaciones es un intangible que se puede mejorar en futuros proyectos.

5.4.7. Programa de auditorías internas

Este documento fue elaborado por el personal QA y su propósito fue determinar la eficacia de la implementación y mantenimiento, en el proyecto, del sistema de gestión de calidad propuesto.

Para la elaboración de este documento se definieron los criterios de auditoría, alcance de la misma, su frecuencia y metodología; además, se procuró asegurar la objetividad e imparcialidad del proceso de auditoría.

En el caso de estudio; el contratista fue auditado por el personal QA, en ella se revisaba el estado de los puntos más relevantes del Manual de Aseguramiento de Calidad del proyecto.

Con un propósito académico, en el Anexo N° 11 se adjuntan formatos que son utilizados para programar las auditorías internas en un proyecto.

5.4.8. Reportes diarios y semanales del área de calidad

Estos documentos fueron elaborados por el contratista, y el propósito de su aplicación obedeció a la necesidad de registrar las actividades diarias y/o semanales que se realizan como parte de los trabajos de calidad en el proyecto.

La información registrada en estos reportes fue de utilidad, también, para aquellos casos donde se requirió obtener la trazabilidad de los productos que se entregaron al cliente.

El contenido de estos reportes son variables y distintos de un proyecto a otro, lo importante es que pueda contar con la siguiente información:

- En el encabezado: Logo del cliente y contratista; El nombre del tipo de registro; Código, número de revisión y fecha de edición del registro; Numerativo de páginas.
- En el contenido: Fecha de ejecución; Número de registro; Nombre del contratista; Nombre del proyecto; Información las condiciones climáticas; Información del personal responsable del turno donde se ejecutan los

trabajos; Descripción de las actividades por frente de trabajo; Panel fotográfico de las actividades relevantes del día/semana.

- En el pie: Debe contar con campos para registrar las observaciones encontradas y la firma de la persona que genera el reporte.

Los formatos que se utilizaron para los reportes diarios de actividades, reporte semanal de ensayos en campo, reporte semanal de ensayos en laboratorio se adjuntan en el Anexo N° 12; respectivamente.

5.4.9. Certificados de calidad de materiales

Los certificados de calidad fueron solicitados para aquellos materiales utilizados directamente en la realización de las labores constructivas, con ello se dieron validez al cumplimiento de los requisitos solicitados por las especificaciones técnicas del proyecto. No se permitió la utilización de material que no cumplían con los requisitos, éstos fueron retirados de la obra (sólo en situaciones puntuales, algunas fueron autorizadas mediante una concesión brindada por personal autorizado).

Para el caso del proyecto en estudio, en los trabajos se utilizaron tres (03) tipos de materiales y fueron debidamente identificados como:

- **Producidos en obra.-** Estos fueron ensayados en el laboratorio de obra (materiales de préstamo) y externos (piedra para gaviones y terramesh). Los resultados fueron documentos y dan conformidad al cumplimiento de los requisitos solicitados en las especificaciones técnicas del proyecto.
- **Comprados por el Contratista.-** Son acompañados por los certificados de calidad del lote de producción, debidamente firmados por un representante del fabricante.
- **Entregados por el Propietario.-** Similar a los comprados por el Contratista.

Estos tipos de documentos fueron administrados y velados por el contratista y forman parte de los documentos de calidad generados en obra.

5.4.10. Certificados de calibración de equipos

Estos documentos fueron solicitados para aquellos equipos que se utilizaron en los trabajos de inspección y ensayo. Para asegurar que los resultados obtenidos por un equipo de medición y ensayo sean confiables, el equipo debe:

- Calibrarse o verificarse a intervalos especificados.
- Estar identificado para poder determinar su estado de calibración.
- Protegerse contra ajustes que puedan invalidar el resultado de medición.
- Protegerse contra los daños y el deterioro durante la manipulación, el mantenimiento y el almacenamiento.

Para una adecuada gestión de estos equipos; se elaboró un Plan de Calibraciones y Verificaciones de los equipos de medición y ensayo, lo cual estuvo administrado y monitoreado por el personal QC.

En el caso de estudio se identificaron que estos equipos se utilizaron en:

- Ensayos de materiales de relleno en el laboratorio de obra.
- Trabajos de control topográfico.
- Trabajos de termofusionado de tuberías HDPE e instalación de geomembrana, ver Anexo N° 13.

Estos equipos fueron debidamente identificados y se gestionó la obtención de sus respectivos certificados de calibración, emitidos y firmados por personal calificado de la empresa proveedora de la calibración. La responsabilidad de la obtención y resguardo de estos documentos la tuvo el personal QC del proyecto, quienes lo entregaron al cliente en los documentos de cierre.

5.4.11. Dossier de calidad

En la obra, la entrega del Dossier de Calidad se coordinó y organizó de forma mensual y para ello se utilizó una estructura de contenido coordinada y aprobada con el personal QA. En el Anexo N° 14 se puede apreciar el Índice del Dossier de Calidad utilizado en el proyecto. Este dossier de calidad fue elaborado, administrado y resguardado por el Contratista, durante todo el proceso de construcción del proyecto. Este documento estuvo conformado por: registros de inspección y ensayos de control de calidad, listas de verificación, certificados de calibración de instrumentos, documentos de calificación de personal especializado, instructivos y procedimientos de construcción aprobados, etc.

En este documento se detalló mediante evidencias objetivas, el control de todas las actividades realizadas durante el desarrollo de los procesos programados; su organización y control se establece mediante el Índice del Dossier de Calidad, el cual se coordinó y estableció entre el personal QA/QC.

Los documentos que componen este Dossier de Calidad fueron refrendados con las firmas de todos los responsables y entregados al personal QA para su revisión y aceptación final como constancia que se cumplió en la obra con los requerimientos especificados en los documentos contractuales.

5.5. DESARROLLO EN LAS ACTIVIDADES PRODUCTIVAS DE CAMPO

La aplicación y desarrollo de las actividades de aseguramiento de la calidad en las actividades productivas de campo se realizó siguiendo el análisis descrito en el Anexo N° 03, en ella se muestra la descomposición del proyecto en estudio y ello sirvió como base para la ejecución de los trabajos de calidad en la obra. Este análisis se mantuvo en actualización de forma periódica debido a que en la obra aparecieron algunas actividades que no fueron consideradas inicialmente y cuya ejecución representó adicionales o deductivos en el presupuesto de obra.

En la Figura N° 5.5 se muestra la sectorización de la obra según los puntos cardinales, de esta forma nos permite identificar las estructuras principales mediante un lenguaje común entre los involucrados del proyecto.

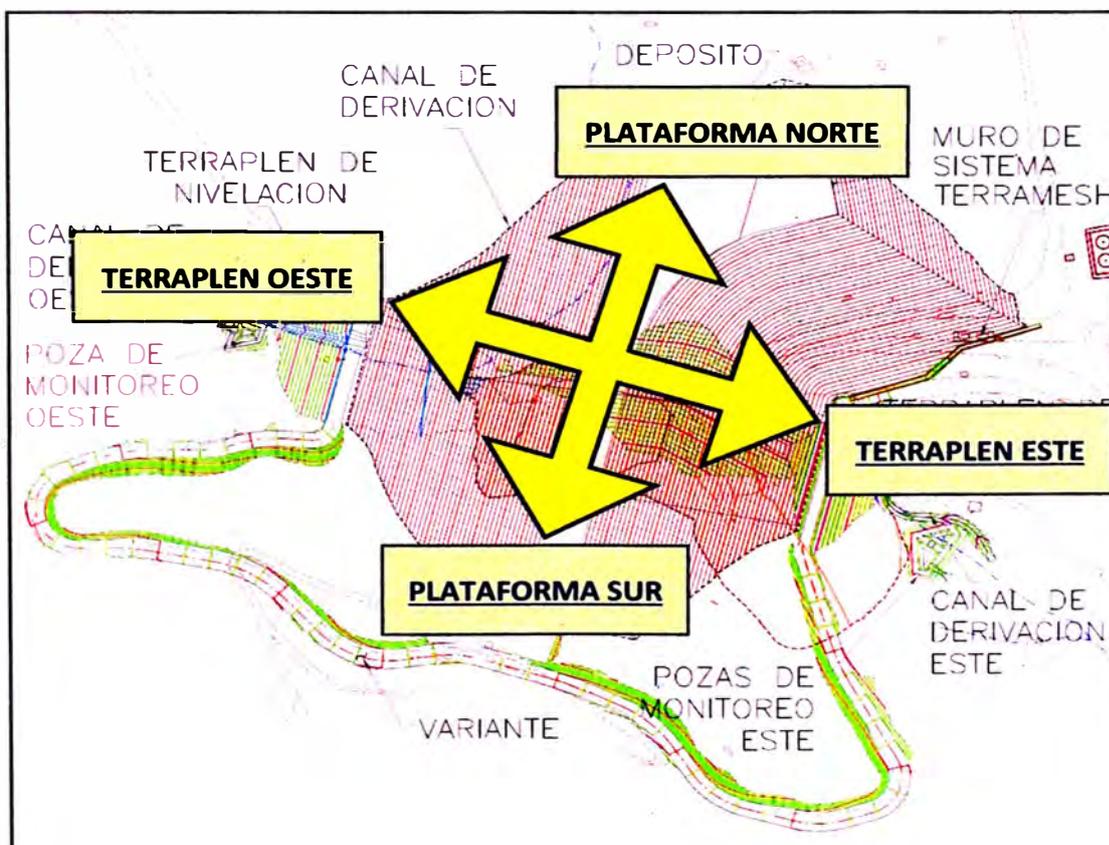


Figura N° 5.5: Sectorización del Botadero de Desmonte.

Con un propósito académico del presente informe, y debido al voluminoso material que representa toda la información obtenida en la obra, se consideró mostrar aquellos documentos que se generaron durante la aplicación de la herramienta de gestión en dos actividades importantes del proyecto en estudio:

- Construcción del terraplén de nivelación oeste, y
- Construcción del muro de contención este - sistema terramesh.

5.5.1. Construcción del terraplén de nivelación oeste

Para la construcción de esta estructura se tomó como referencia los análisis de los mecanismos de aseguramiento y control de la calidad para la construcción de las estructuras de la obra, elaborados antes de iniciar las labores constructivas..

De ello, la primera actividad realizada fue la excavación y eliminación de material inadecuado para la determinación de la fundación del terraplén, en esta etapa se encontró la zona fangosa y con presencia de agua subterránea que afloraba a medida que se profundizaba en la excavación, ello generó que se realicen sobre-excavaciones y una vez que se halló una superficie estable se construyó drenajes (tipo francés) en los puntos más bajos de la plataforma, Figura N° 5.6, los cuales permitieron la evacuación de las aguas en la zona de la fundación.



Figura N° 5.6: Fotografías de los trabajos de excavación para la determinación de fundación y construcción de drenaje tipo francés.

Estabilizada la fundación, se procedió a fusionar e instalar las tuberías HDPE de 8", Figura N° 5.7, que pasan por debajo del terraplén oeste; estas labores de termofusión fue realizado por personal subcontratado especializado.

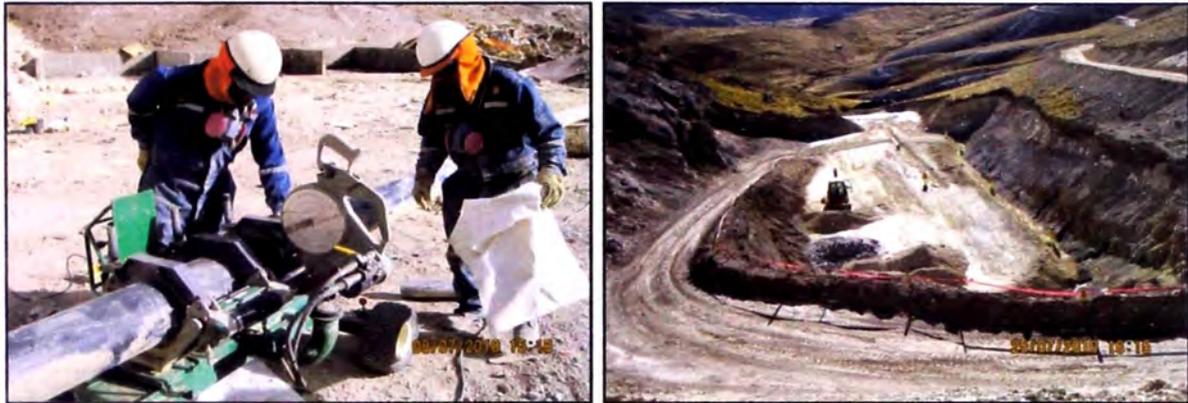


Figura N° 5.7: Fotografías de los trabajos de termofusión e instalación de la tubería HDPE que pasa por debajo de los rellenos del terraplén oeste.

De forma paralela a los trabajos de excavación de fundación del terraplén, se realizaron labores en las canteras (ver Figura N° 5.8) afin de ensayar y determinar los materiales de relleno a usar en la construcción de la estructura.



Figura N° 5.8: Fotografías de los trabajos de explotación de canteras y ensayos en laboratorio de los materiales de relleno.



Figura N° 5.9: Fotografías de los trabajos de relleno controlado y compactación por capas en el terraplén de nivelación oeste.

Determinados los materiales de relleno, se procedió a realizar los trabajos de relleno controlado conformados en capas de 0.30 m de espesor. Se verificó el

grado de compactación mediante el método del cono de arena, esta labor fue realizada en todas las capas de relleno del terraplén, ver Figura N° 5.9.

Estas actividades se registraron en los protocolos establecidos para la obra. En el Cuadro N° 5.2 se muestra la relación y clasificación de los protocolos que se generaron para la construcción de esta estructura (ver Anexo N° 15).

ITEM	ACTIVIDAD	CODIGO	
Determinación de plataforma de fundación			
1	Plataforma de fundación del terraplén de nivelación oeste.	AF-001	
2	Limpieza y preparación de la plataforma de fundación.	ALPE-003	
Construcción del drenaje para aguas subterráneas			
3	Excavación-drenaje en plataforma de fundación.	AERC-001	
4	Construcción drenaje en plataforma de fundación-Tramo 1.	ADSD-001	
5	Construcción drenaje en plataforma de fundación-Tramo 2 y 3.	ADSD-002	
6	Construcción drenaje en plataforma de fundación-Tramo 4.	ADSD-003	
7	Construcción drenaje en plataforma de fundación-Revisión final.	ADSD-004	
Material de relleno (parámetros de ensayo)			
8	Ensayos de laboratorio- Proctor de relleno común (Plataforma Norte)	LAB-001	
9	Ensayos de laboratorio- Proctor de relleno común (Cantera Tucsa)	LAB-012	
10	Ensayos de laboratorio- Proctor relleno recubrimiento (Cantera Cosapi)	LAB-015	
Relleno por capas-Terraplén de nivelación oeste			
11	Capa N° 01 al 56. Terraplén de nivelación Oeste.	AERC-020 al AERC-075	
12	Capa N° 57 al 74. Terraplén de nivelación Oeste.	AERC-079 al AERC-099	
13	Capa N° 75. Terraplén de nivelación Oeste.	AERC-103	
Control de compactación de los trabajos de relleno		% COMP.	
14	Capa N° 09. Ensayo de densidad en sitio: Cono de Arena	99	ECA-023
15	Capa N° 15. Ensayo de densidad en sitio: Cono de Arena	100	ECA-024
16	Capa N° 23. Ensayo de densidad en sitio: Cono de Arena	97	ECA-025
17	Capa N° 28. Ensayo de densidad en sitio: Cono de Arena	100	ECA-026
18	Capa N° 32. Ensayo de densidad en sitio: Cono de Arena	98	ECA-027
19	Capa N° 37. Ensayo de densidad en sitio: Cono de Arena	100	ECA-028
20	Capa N° 38. Ensayo de densidad en sitio: Cono de Arena	100	ECA-029
21	Capa N° 40. Ensayo de densidad en sitio: Cono de Arena	100	ECA-030
22	Capa N° 42. Ensayo de densidad en sitio: Cono de Arena	100	ECA-031
23	Capa N° 44. Ensayo de densidad en sitio: Cono de Arena	100	ECA-032
24	Capa N° 45. Ensayo de densidad en sitio: Cono de Arena	95	ECA-033
25	Capa N° 48. Ensayo de densidad en sitio: Cono de Arena	99	ECA-034
26	Capa N° 50. Ensayo de densidad en sitio: Cono de Arena	97	ECA-035
27	Capa N° 53. Ensayo de densidad en sitio: Cono de Arena	97	ECA-036
28	Capa N° 55. Ensayo de densidad en sitio: Cono de Arena	100	ECA-037
29	Capa N° 58. Ensayo de densidad en sitio: Cono de Arena	98	ECA-038
30	Capa N° 60. Ensayo de densidad en sitio: Cono de Arena	97	ECA-039
31	Capa N° 62. Ensayo de densidad en sitio: Cono de Arena	97	ECA-040
32	Capa N° 64. Ensayo de densidad en sitio: Cono de Arena	100	ECA-041
33	Capa N° 68. Ensayo de densidad en sitio: Cono de Arena	96	ECA-042
34	Capa N° 70. Ensayo de densidad en sitio: Cono de Arena	97	ECA-043
35	Capa N° 72. Ensayo de densidad en sitio: Cono de Arena	100	ECA-046
36	Capa N° 74. Ensayo de densidad en sitio: Cono de Arena	97	ECA-047

Cuadro N° 5.2: Formatos de control utilizados en la construcción del terraplén de nivelación.

Estos protocolos fueron validados por la supervisión de obra y su administración y archivo se realizó en conformidad al índice de dossier de calidad establecido para la obra.

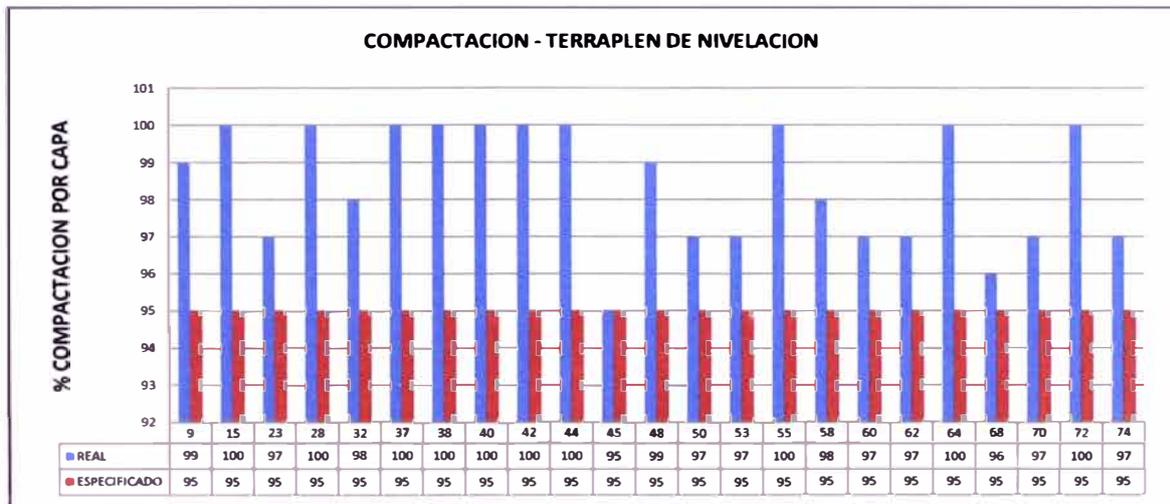


Figura N° 5.10: Grado de compactación obtenido por capa de relleno conformada en el terraplén de nivelación.

Con la información propia de cada liberación se realiza un análisis más estricto de los resultados con los cuales nos ayude a entender mejor el trabajo realizado y las mejoras que se pueden aplicar. En la Figura N° 5.10 se aprecia los resultados de los trabajos de compactación al momento de construir el terraplén de nivelación oeste, de ello se observa que el trabajo cumplió con lo solicitado.

4.5.2. CONSTRUCCION DE LA ESTRUCTURA DE SUELO REFORZADO

La primera labor fue la excavación y eliminación de material inadecuado para la determinación de la fundación de la estructura, en esta etapa se encontró una zona con exceso de material inadecuado lo que generó sobre-excavación que luego fue reemplazado con relleno estructural controlado (Figura N° 5.11).



Figura N° 5.11: Fotografías de la plataforma de fundación y trabajos de relleno controlado para llegar al nivel de fundación indicado en los planos.

Las actividades de selección de materiales de relleno y habilitación de cajas metálicas fueron labores que se realizaron de forma paralela a lo anterior (Figura N° 5.12). Este material de relleno también fue sometido a ensayos en el laboratorio de obra y los resultados fueron validados por el personal QA.



Figura N° 5.12: Fotografías de la preparación de materiales de relleno y habilitación de cajas metálicas del sistema terramesh.

Establecido los niveles de fundación se procedió a realizar el armado y relleno con rocas de las cajas metálicas (Figura N° 5.13), la verificación topográfica fue una labor permanente en la zona de trabajo y se estuvo verificando el alineamiento horizontal y vertical de cada fila de cajas metálicas instaladas.



Figura N° 5.13: Fotografías donde se observa los trabajos de armado y relleno con rocas de las cajas metálicas del muro terramesh.

Por cada fila de las cajas metálicas rellenas, verificada por topografía y aprobada por el personal QA, se conformaron capas de material de relleno granular (Figura N° 5.14). Estas capas fueron conformadas en espesores no mayores a 0.30m, humedecidas y compactadas con rodillo de 10 Ton y apisonadores manuales; además, se utilizó el método del cono de arena para verificar el grado de compactación de cada capa trabajada.



Figura N° 5.14: Fotografías donde se observa los trabajos de conformación de capas con material granular pre-seleccionado, y las pruebas realizadas por capa.

Se monitoreo cada una de las labores y se instruí al personal obrero cada vez que se encontraba una desviación en el proceso constructivo afin de realizar las correcciones a tiempo. En el Cuadro N° 5.3 se muestra la relación de protocolos que se generaron (ver Anexo N° 16).

ITEM	ACTIVIDAD	CODIGO
Determinación de plataforma de fundación		
1	Plataforma de fundación – Sistema terramesh (con irregularidades)	AF-003
2	Fundación del sistema terramesh – Tramo 1.	AF-008
3	Fundación del sistema terramesh – Tramo 2.	AF-009
Relleno y compactación de irregularidades de fundación		
4	Relleno y compactación – Irregularidades de fundación.	AERC-007
Material de relleno (parámetros de ensayo)		
5	Ensayos de laboratorio- Proctor de relleno común (Cantera Cosapi)	LAB-017 A
6	Ensayos de laboratorio- Proctor de relleno común (Cantera Cosapi)	LAB-022
Construcción de cajas metálicas del sistema terramesh		
7	Fila N° 01 al 18. Caja metálica del sistema terramesh.	AMCST-001 al 018
Conformación del relleno estructural del sistema terramesh		
8	Capa N° 01 al 02. Relleno estructural del sistema terramesh	AERC-094 al 095
9	Capa N° 03 al 04. Relleno estructural del sistema terramesh	AERC-101 al 102
10	Capa N° 05 al 06. Relleno estructural del sistema terramesh	AERC-104 al 105
11	Capa N° 07. Relleno estructural del sistema terramesh	AERC-119
12	Capa N° 08. Relleno estructural del sistema terramesh	AERC-121
13	Capa N° 09 al 10. Relleno estructural del sistema terramesh	AERC-128 al 129
14	Capa N° 11 al 25. Relleno estructural del sistema terramesh	AERC-147 al 161
15	Capa N° 26 al 40. Relleno estructural del sistema terramesh	AERC-165 al 179
Control de compactación de los trabajos de relleno		% COMP
16	Capa N° 01 al 02. Ensayo de densidad en sitio: Cono de Arena	99, 99
17	Capa N° 03 al 04. Ensayo de densidad en sitio: Cono de Arena	98, 97
18	Capa N° 05 al 08. Ensayo de densidad en sitio: Cono de Arena	99, 98, 97, 98
19	Capa N° 09 al 10. Ensayo de densidad en sitio: Cono de Arena	(94) 98, (91) 98
20	Capa N° 11 al 12. Ensayo de densidad en sitio: Cono de Arena	97, 97
21	Capa N° 13. Ensayo de densidad en sitio: Cono de Arena	97
22	Capa N° 14. Ensayo de densidad en sitio: Cono de Arena	97
		ECA-044 al 045
		ECA-048 al 049
		ECA-054 al 057
		ECA-059 al 060
		ECA-062 al 063
		ECA-066
		ECA-064

Cuadro N° 5.3: Formatos de control utilizados en la construcción de la estructura de suelo reforzado-sistema terramesh.

ITEM	ACTIVIDAD	CODIGO
Control de compactación de los trabajos de relleno		% COMP
23	Capa N° 15 al 15A. Ensayo de densidad en sitio: Cono de Arena	(80), 98 ECA-067 al 068
24	Capa N° 16 al 16A. Ensayo de densidad en sitio: Cono de Arena	(80), 98 ECA-069 al 070
25	Capa N° 17 (T-1). Ensayo de densidad en sitio: Cono de Arena	96 ECA-073
26	Capa N° 18. Ensayo de densidad en sitio: Cono de Arena	(92), 96 ECA-074
27	Capa N° 17 (T-2). Ensayo de densidad en sitio: Cono de Arena	98 ECA-075
28	Capa N° 19. Ensayo de densidad en sitio: Cono de Arena	98 ECA-079
29	Capa N° 20 al 20A. Ensayo de densidad en sitio: Cono de Arena	(92), 100 ECA-076 al 077
30	Capa N° 21 al 22. Ensayo de densidad en sitio: Cono de Arena	99, 96 ECA-081 al 082
31	Capa N° 23 al 24. Ensayo de densidad en sitio: Cono de Arena	96, 99 ECA-085 al 086
32	Capa N° 25 (T-1). Ensayo de densidad en sitio: Cono de Arena	99 ECA-088
33	Capa N° 26 al 28. Ensayo de densidad en sitio: Cono de Arena	98, 98, 97 ECA-090 al 092
34	Capa N° 25 (T-2). Ensayo de densidad en sitio: Cono de Arena	96 ECA-094
35	Capa N° 29. Ensayo de densidad en sitio: Cono de Arena	99 ECA-095
36	Capa N° 30 al 33. Ensayo de densidad en sitio: Cono de Arena	97, 98, 96, 100 ECA-097 al 100
37	Capa N° 34. Ensayo de densidad en sitio: Cono de Arena	100 ECA-102
38	Capa N° 35 al 40. Ensayo de densidad en sitio: Cono de Arena	98, 99, 98, 96, 98, 98 ECA-104 al 109

Cuadro N° 5.3: Formatos de control utilizados en la construcción de la estructura de suelo reforzado-sistema terramesh (continua).

La información registrada en estos formatos de control puede ser procesada y analizada para entender mejor el desarrollo de las actividades y realizar las mejoras en el tiempo de manera oportuna.

En la Figura N° 5.15 se aprecia los resultados de los trabajos de compactación al momento de construir el muro de contención – sistema terramesh, de ello se observa que el trabajo cumplió con el requisito solicitado.

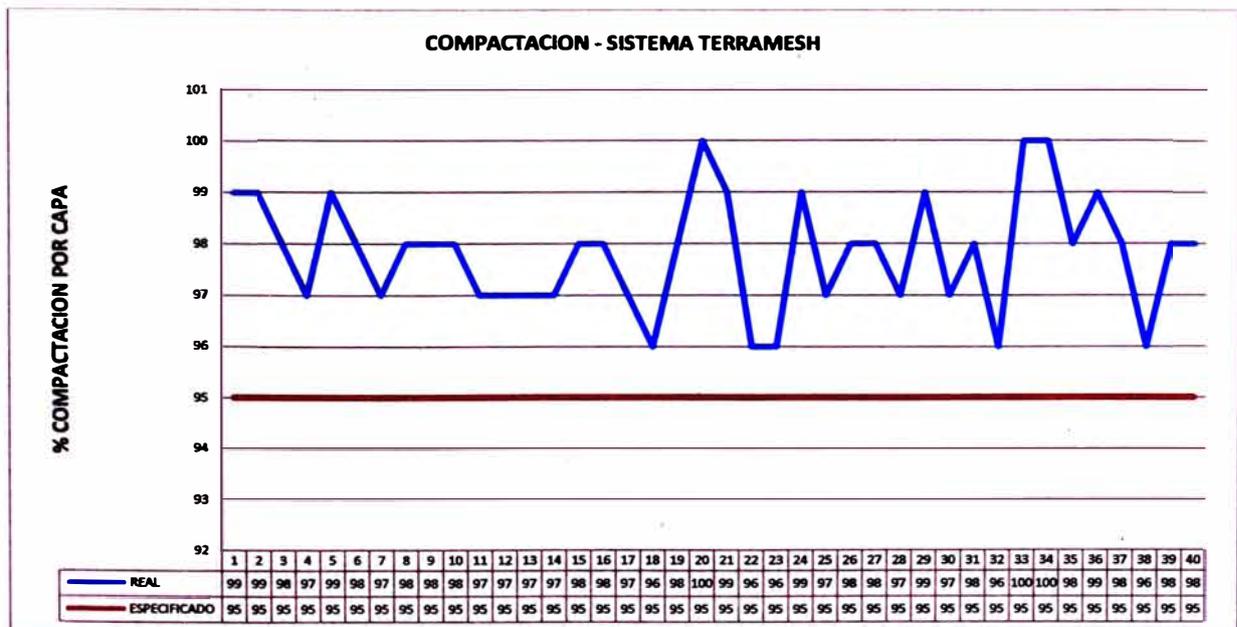


Figura N° 5.15: Grado de compactación obtenido por capa de relleno conformada en el muro de contención – sistema terramesh.

5.6. RESTRICCIONES ENCONTRADAS EN LA IMPLEMENTACION

La implementación de la herramienta de aseguramiento de calidad en la obra tuvo varias restricciones por parte de la empresa contratista, éstas fueron identificadas, evaluadas y tratadas en el desarrollo de la obra.

Estas restricciones se presentaron tanto en las labores operativas como en las de gestión de la obra, en ambos casos se tuvo que manejar la situación de una forma particular y es en la parte operativa donde la desviación en la gestión se pudo corregir durante la ejecución de la obra.

Las restricciones de relevancia que fueron identificadas en la obra fueron:

- Desconocimiento por parte del personal directivo de la obra sobre las herramientas que integran la gestión de calidad y su aplicación en la construcción del proyecto.
- El contratista no tuvo personal calificado para que desarrolle y ejecute las labores de calidad en la obra (personal QC).
- El personal directivo de la empresa contratista no apoyaba a los esfuerzos de gestión emprendidos por la organización de la obra.
- La oferta técnica y económica realizada por el contratista para obtener la *buena pro* de la obra no contemplaba los costos de ejecutar el proyecto con una gestión de calidad, ello produjo una asignación presupuestal mínima para las labores de aseguramiento de la calidad.
- Desconocimiento por parte del personal del área de construcción (residente de obra y supervisores de construcción) de la empresa contratista sobre los procesos de la gestión de calidad en los trabajos de liberación y conformidad de la obra.
- Desconocimiento del personal de producción, Supervisores de Campo, de los parámetros básicos de control de calidad de las actividades que ejecutaban en obra.
- Deficiencia de la organización de obra del contratista sobre el manejo de herramientas gestión de calidad en las actividades de planificación y control de proyectos.

- Recursos limitados para la ejecución de las labores de calidad en la obra (equipos de ensayo, personal técnico calificado, supervisores QC).
- Poco interés del personal de la organización de la obra en las actividades de capacitación programadas.

Estas restricciones jugaron un rol importante en el desarrollo de la obra, e influyeron significativamente en el cronograma de entrega de la obra.

Lo que se pudo identificar es que estas restricciones obedecen mayoritariamente a condiciones de desconocimiento, y ello se puede trabajar mediante capacitaciones agresivas que permitan levantar esa condición.

Una situación destacable fue el hecho de encontrar en el personal obrero el mayor interés en aprender las herramientas de control de calidad, ellos consideraban que mediante ese aprendizaje podrían mejorar su desempeño personal y con ello poder solicitar mejoras salariales en nuevos trabajos.

CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. CONCLUSIONES

Referente a la dirección de obra

- Se demostró que se pueden ejecutar proyectos de construcción utilizando a la calidad como herramienta de gestión; para ello se deben realizar mayores esfuerzos en la capacitación del personal que participa en el proyecto, además de investigar e identificar las herramientas estadísticas de calidad que aplican en la naturaleza de los procesos de construcción.
- En la obra de estudio no se pudo obtener mayor rentabilidad a la planificada debido a las restricciones que se tuvo a lo largo de la ejecución pero se obtuvo las evidencias necesarias para continuar con los esfuerzos de implementar la gestión de calidad en nuevos proyectos.
- A pesar de la implementación de la herramienta del aseguramiento de calidad, igual se presentaron No Conformidades en la obra (ninguna de severidad alta) y estas fueron tratadas en la brevedad posible mediante acciones correctivas y preventivas para que no vuelvan a aparecer.
- Durante la implementación de la herramienta de calidad se identificó que la determinación de las funciones y responsabilidades del personal que dirige la obra es relevante para el éxito de la gestión propuesta, sin ello se observa mucho desorden y duplicidad de las funciones en la organización que no aportan al logro de las metas planteadas.
- El involucramiento de la Alta Dirección de la empresa con el sistema propuesto es una situación que no se pudo lograr en el tiempo que se ejecutó la obra, este hecho generó problemas que se reflejaron en el pobre desempeño de la gestión de recursos, en el incumplimiento del cronograma de obra y entrega retrasada de obra.
- Una mala práctica de gestión que se pudo observar con frecuencia fue el de buscar el “ahorro” reduciendo los recursos; esta forma de pensar contribuyó mayormente a los problemas que se presentaron en la obra, ya que la falta de recursos generó, contrariamente, que se dejaran de hacer actividades que aportan a la producción.

- Quedó demostrado que las actividades de calidad no son de exclusividad del personal del área de calidad de la obra; sino también deben ser adoptadas en las actividades cotidianas de las otras áreas, tales como: control de proyectos; oficina técnica; producción; gerencia de obra, etc.
- La poca experiencia del personal QC de la obra fue una situación crítica en la implementación de la herramienta de gestión, ello generó que el inicio de la implementación sea lento y hasta se puso en riesgo a la herramienta de gestión; sin embargo, el personal QA tuvo que realizar capacitaciones al personal QC para mejorar la performance de las labores; por ello, la consideración de ejecutar capacitaciones referentes a la calidad no es de exclusividad para personal obrero sino también debe involucrar al personal empleado que participa en la dirección de la obra.
- Se contribuyó al cambio del paradigma mental del personal involucrado en la dirección de la construcción del Botadero de Desmonte; en la obra se adoptaron como nuevos hábitos de gestión: las acciones preventivas y/o correctivas, la evaluación de restricciones, la gestión de las no conformidades, mapeo de procesos, aseguramiento y control de calidad.
- Una de las actividades de gestión que mejor se pudo desarrollar fue las reuniones de coordinación, donde se analizaba cada actividad de la obra y para ello se contaba con la participación de todo el personal involucrado en el proyecto (producción, calidad, seguridad, oficina técnica, administración y mantenimiento).
- Una labor que quedó pendiente de implementar fueron los “costos de calidad” y la relación que guarda con la utilidad de obra.
- El incumplimiento del cronograma de obra no tuvo relación con la implementación de las herramientas de calidad; al contrario, el no utilizar esta herramienta en las labores de planificación influyó de que en la obra se incumplan los tiempos de entrega.

Referente a labores de campo

- Se demostró que el personal que realiza las labores de calidad en la obra contribuye con el mejor trabajo del personal de producción ya que les brinda las herramientas de soporte que les permite avanzar sin observaciones, rechazos, ni re-trabajos.

- Se identificó la importancia de que el profesional de calidad en campo deba contar con la experiencia necesaria, según la especialidad, para agilizar el uso de esta herramienta de gestión.
- Se identificó el desconocimiento del personal de producción sobre el propósito de las No Conformidades, al inicio lo consideraban como un “acto de traición” del personal de calidad al equipo de la obra; pero luego, con las charlas de capacitación, se logró que esta herramienta fuese mejor entendida y se promovió el uso de las acciones preventivas como herramienta de gestión en campo.
- Las capacitaciones realizadas en la obra sobre las actividades de aseguramiento de calidad fue incipiente debido a la limitación de los recursos que se tuvo para su ejecución, sin embargo se observó que el personal obrero fue el que tuvo mejor aceptación a la propuesta realizada.
- Una conducta habitual que se identificó en el personal de producción en campo es que obvia aspectos técnicos relevantes en su intención de “producir” más, esta conducta fue una de las restricciones que se tuvo que lidiar en toda la ejecución de la obra y para ello se tuvo que organizar charlas dirigidas al personal específico a manera de re-inducciones que nos permitió educar y concientizar al personal sobre el cumplimiento de las buenas prácticas constructivas.
- Se identificó la importancia de implementar formatos de control (protocolos de liberación) de fácil entendimiento y llenado por parte del personal usuario de este documento, de tal forma que su aplicación sea ágil y no demande mucho tiempo en los procesos de liberación, con el propósito de no alterar el ritmo de trabajo establecido por producción.

6.2. RECOMENDACIONES

- Se deben realizar los esfuerzos para implementar e implantar la gestión de calidad en las obras de construcción, ello con la intención de mejorar la gestión de la construcción y lograr la confianza de los clientes al entregar productos conformes a la calidad solicitada.

- Se deben establecer *programas de capacitaciones*, relacionadas a la gestión de calidad, dirigido a todo el personal obrero y empleado involucrado en el desarrollo del proyecto con el propósito de concientizarlos y comprometerlos con las actividades que se ejecutarán propias del Aseguramiento y Control de la Calidad.
- Se debe monitorear de forma constante los resultados obtenidos en los formatos de control para identificar los errores cometidos y prevenir que vuelvan a suceder.
- Se debe contar con personal calificado para las actividades del Control de la Calidad en el proyecto, para agilizar los procesos de liberación en campo y laboratorio.
- Se deben establecer oportunamente los procedimientos de trabajo críticos para el desarrollo de la obra, estos documentos deben describir adecuadamente las actividades de inspección y ensayo que les corresponda.
- Se debe promover en las instituciones educativas (universidades e institutos) la creación de cursos referidos a la gestión de calidad en la construcción, de ese modo poder contar con profesionales capacitados.
- Se deben enfocar los indicadores de calidad hacia los resultados operativos de la obra, para poder lograr el interés de la alta dirección de la obra y de la empresa.
- Se deben implementar reconocimientos de forma periódica (premios al trabajador mensual de calidad) al personal que realice sus labores considerando la calidad, tales como: aplicación de las buenas prácticas constructivas, cumplimiento de los requisitos técnicos, etc.

REFERENCIA BIBLIOGRAFICA

1. Alfaro Félix, Omar C.
Sistemas de Aseguramiento de la Calidad en la Construcción
Tesis de Grado, Pontificia Universidad Católica del Perú.
Lima, 2008.
2. Besterfield, Dale H.
Control de Calidad
8va Edición, PEARSON EDUCACIÓN S. A.
México, 2009.
3. Botero Botero, Luis F.
Construcción sin pérdidas
1era Edición, LEGIS S.A.
Colombia, 2004.
4. Camisón, César; Cruz, Sonia; González, Tomás
Gestión de la Calidad: Conceptos, Enfoques y Sistemas
1era Edición, PEARSON EDUCACIÓN S. A.
Madrid, 2006.
5. Charalla Pfuño, Mauro
Plan de Aseguramiento de Calidad en obras de edificación
Tesis de Grado, Universidad Nacional de Ingeniería.
Lima, 2000.
6. Deming, W. Edwards
Calidad, Productividad y Competitividad: La salida de la crisis
1era Edición, Ediciones Diaz de Santos S. A.
Madrid, 1989.
7. Ghio Castillo, Virgilio
Productividad en Obras de Construcción: Diagnóstico, Crítica y Propuesta
1era Edición, Fondo Editorial de la Pontificia Universidad Católica del Perú.
Lima, 2001.
8. Gutiérrez Pulido, Humberto
Calidad Total y Productividad
3era Edición, Mc Graw-Hill / Interamericana Editores.
México D.F., 2010.

ANEXOS

Anexo N° 01: Manual de aseguramiento de calidad.

Anexo N° 02: Mapa de procesos.

Anexo N° 03: Cuadro sinóptico del aseguramiento de calidad.

Anexo N° 04: Flujograma de aseguramiento de calidad - movimiento de tierras.

Anexo N° 05: Plan de control de calidad para movimiento de tierras.

Anexo N° 06: Plan de control de calidad para geosintéticos.

Anexo N° 07: Plan de inspección y ensayo para movimiento de tierras.

Anexo N° 08: Procedimiento de trabajo – Soldadura por termofusión.

Anexo N° 09: Procedimiento de trabajo – Soldadura por extrusión.

Anexo N° 10: Formatos de control para movimiento de tierras y geosintéticos.

Anexo N° 11: Formatos para auditorías internas.

Anexo N° 12: Formatos de reportes.

Anexo N° 13: Certificado de calibración de equipos.

Anexo N° 14: Índice del dossier de calidad.

Anexo N° 15: Protocolos de la construcción del terraplén de nivelación.

Anexo N° 16: Protocolos de la construcción del muro de contención terramesh.