



UNIVERSIDAD  
PRIVADA  
DEL NORTE

# FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Industrial

“ASEGURAMIENTO DE CALIDAD EN LA INGENIERÍA DE DETALLE PARA EL RECRECIMIENTO DE LA PRESA DE COLAS SAN JOSÉ, A TRAVÉS DE LA EMPRESA BISA INGENIERÍA DE PROYECTOS S. A.”

Trabajo de suficiencia profesional para optar el título profesional de:

**Ingeniero Industrial**

**Autor:**

Bach. Roberto Gustavo Rodriguez Mendoza

**Asesor:**

Mg. Ing. Elmer Aguilar Briones

Lima – Perú

2021

## DEDICATORIA

A mi madre Adriana Mendoza Mejía, a mis hijos Roberto Sebastián Rodríguez Rodríguez y Renzo Rodríguez Rodríguez quienes han sido mi principal motivo de superación y guía esencial para poder llegar a este punto de mi carrera, les dedico todo mi esfuerzo, en reconocimiento a todo el sacrificio y apoyo incondicional que me brindaron para poder lograr este gran objetivo; que con su ejemplo, dedicación y palabras de aliento me sirvieron de gran motivación para nunca bajar los brazos y seguir siempre adelante.

“La dicha de la vida consiste en tener siempre algo que hacer, alguien a quien amar y alguna cosa que esperar”.

Thomas Chalmers  
(1845)

## AGRADECIMIENTO

El presente trabajo de tesis primeramente me gustaría agradecerle a ti Dios por haberme acompañado y guiado a lo largo de mi carrera.

A la UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE por darme la oportunidad de estudiar y ser un gran profesional.

A mis catedráticos por sus sabias enseñanzas y mostrarnos el camino para ser un buen profesional.

A mi madre Adriana Mendoza Mejía por ser un ejemplo de humildad y sencillez, por ser mi amiga incondicional y ayudarme a dar lo mejor de mí, tener la habilidad y pasión por las personas que amamos, la familia.

A mis hijos Roberto Sebastián y Renzo Rodríguez Rodríguez por su amor incondicional y ser el mejor motivo para seguir saliendo adelante y superarme y ser su guía.

De manera especial mi agradecimiento al Ing. Elmer Aguilar Briones, por su valiosa asesoría y apoyo para el desarrollo de este informe.

En general a todas las personas que de alguna u otra manera han colaborado para lograr concretar este trabajo de investigación.

A todos ustedes, ¡Gracias!

Roberto Gustavo Rodríguez Mendoza

## TABLA DE CONTENIDOS

DEDICATORIA.....	2
AGRADECIMIENTO.....	3
ÍNDICE DE TABLAS.....	5
ÍNDICE DE FIGURAS.....	6
RESUMEN EJECUTIVO.....	7
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....	8
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....	21
CAPÍTULO IV. RESULTADOS.....	48
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMEDADIONES.....	54
REFERENCIAS.....	57

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Análisis FODA .....	19
Tabla 2. Operacionalización de Variables .....	20
Tabla 3. Recurso humano en el área de Aseguramiento de Calidad .....	31

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Valores Institucionales.....	9
Figura 2. Plana Gerencial de Bisa Ingeniería de Proyectos S.A.....	10
Figura 3. Directorio de Bisa Ingeniería de Proyectos S.A.....	11
Figura 4. Organigrama General de la Empresa. ....	14
Figura 5. Servicios que ofrece BISA .....	15
Figura 6. Proyecto Pad Caracgugo – Yanacoha .....	16
Figura 7. Proyecto Celda Columna. Línea Relave - Antapaccay .....	16
Figura 8. Relavera y desvió carretera – Kolpa .....	17
Figura 9. Actividades de la ingeniería conceptual.....	23
Figura 10. Tareas de la fase de ingeniería de detalle del proyecto .....	25
Figura 11. Actividades de aseguramiento de calidad .....	30
Figura 12. Organigrama específico del talento humano.....	31
Figura 13. Funciones desempeñadas en la experiencia profesional .....	32
Figura 14. Gestión de oficina técnica de aseguramiento de la calidad.....	33
Figura 15. Instrumentos de recolección de datos .....	38
Figura 16. Planificación y Programación de la ejecución del Proyecto laboral (Etapas)...	47
Figura 17. Trabajos de desbroce y eliminación de capa orgánica .....	48
Figura 18. Conformación de capa de arcilla en dique principal.....	49
Figura 19. Conformación de transición en dique principal .....	50
Figura 20. Conformación del dique principal para instalar geomembrana .....	51
Figura 21. Conformación de área para instalar geomembrana.....	51
Figura 22. Evaluación de técnicos y equipos para Instalación de Geomembrana.....	52
Figura 23. Pruebas de Control de Calidad Geomembrana .....	53

## RESUMEN EJECUTIVO

El presente documento tiene como objetivo plasmar la experiencia profesional obtenida en la ejecución del proyecto “La ingeniería de detalle para el recrecimiento de la presa de colas San José”. Dicha experiencia se desarrolló en la Empresa BISA INGENIERIA DE PROYECTOS S.A. La función desempeñada en la obra fue supervisar la metodología para el Servicio de Aseguramiento de la Calidad en la fase de construcción del proyecto, verificar que se garantice el nivel de calidad acorde al diseño y requerimientos del cliente. Igualmente, se atendieron las especificaciones técnicas dirigidas a todas las actividades necesarias para la construcción del recrecimiento de la Presa de Colas San José. Se realizaron inspecciones periódicas para comprobar el cumplimiento de métodos especificados y obteniendo muestras de material para ensayos de laboratorio para comprobar su cumplimiento con los requisitos de calidad. Obteniendo como resultado la aprobación de la etapa de construcción por Control de Calidad según el Plan de Control de calidad implementado; obteniendo los resultados de las auditorías por Aseguramiento de la Calidad la conformidad con el producto y procediéndose luego a su instalación en campo.

## CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

El presente documento está diseñado para plasmar la experiencia profesional obtenida en la ejecución del proyecto “Aseguramiento de calidad en la ingeniería de detalle para el recrecimiento de la Presa de colas San José, donde se pueden evidenciar los aspectos más resaltantes de la misma.

### 1.1. Contextualización de la Experiencia Profesional

La experiencia profesional se realizó en la empresa BISA Ingeniería de Proyectos S.A., se llevado a cabo en el año 2018, la función desempeñada se fundamentó de manera general en supervisar la metodología para el Servicio de Aseguramiento de la Calidad en la fase de construcción del proyecto “Ingeniería de detalle para el Recrecimiento de la Presa de Colas San José”, con el fin de asegurar que el Plan de Aseguramiento de Calidad de la Construcción sea implementado de acuerdo a los procedimientos y documentación técnica aprobados.

Para tal fin, la Gestión de Aseguramiento de Calidad de BISA Ingeniería de Proyectos SA. se orientó en verificar que su eficacia garantice el nivel de calidad acorde al diseño y requerimientos del cliente. la supervisión de los requerimientos técnicos mínimos a cumplir para la construcción de la segunda etapa de recrecimiento del Depósito de Colas la cota 240 msnm.

Igualmente, se atendieron las especificaciones técnicas dirigidas a todas las actividades necesarias para la construcción del recrecimiento del Depósito de Colas, con la finalidad de contar con estándares adecuados para garantizar la calidad de las obras y ser aplicables a todas las partidas contractuales incluidas en el presupuesto de construcción (código CSGB-PRO-ECA- 13201-0000-00-2001, BISA 2017). (BISA, 2018)



## 1.2. Descripción general de la empresa/proyecto

La experiencia profesional se desarrolló en la Empresa BISA Ingeniería de Proyectos S.A., según, Palomino, Postigo y Sánchez (2015) esta empresa fue fundada el 23 de agosto de 1977 y forma parte del Grupo Buenaventura. Ha avanzado sus actividades como la primera empresa peruana de consultoría dedicada a la minería e industria en general. Es una compañía dedicada no solo a la consultoría, sino también a la ingeniería, gestión y desarrollo de proyectos integrales para los sectores de minería, energía e industria en general.

### Misión

Somos una empresa peruana de ingeniería que desarrolla soluciones técnicas y de gestión en los sectores de minería e infraestructura, con el fin de generar valor a nuestros clientes, colaboradores y accionistas.

### Visión

Ser la empresa de ingeniería líder, reconocida por brindar soluciones eficientes a sus clientes.

### Valores Institucionales



Figura 1. Valores Institucionales.

Fuente: Palomino, Postigo y Sánchez (2015)

### Política de calidad

Somos una Empresa Peruana de Ingeniería que desarrolla soluciones técnicas y de gestión en los sectores de minería e infraestructura para sus clientes, brindando un servicio de calidad. Es por ello que en BISA contamos con un Sistema de Gestión de la Calidad y nos comprometemos a:

- Satisfacer los requisitos de nuestros clientes.
- Cumplir los requisitos legales y las normativas de organización aplicables a nuestro sistema de gestión de la calidad.
- Mejorar continuamente el sistema de gestión de calidad.

Según, Fernandez (2021) la empresa BISA Ingeniería de Proyectos S.A., deja de ser parte del grupo Buenaventura e inicia una nueva etapa en el año 2018, con un nuevo directorio compuesto por: Carlos Gálvez Pinillos, César Vidal Cobián, Federico Schwalb Helguero (gerente general) y Carlos Santa Cruz Bendezú (presidente), quedando organizada estructuralmente de la siguiente manera:



*Figura 2.* Plana Gerencial de BISA Ingeniería de Proyectos S.A  
Fuente: BISA (2020)



**Figura 3.** Directorio de BISA Ingeniería de Proyectos S.A  
Fuente: BISA (2020)

### **1.2.2 Destacar el know how de la empresa, tecnología, sistemas y procesos.**

BISA está dedicada a ejecutar soluciones de ingeniería y gestión de proyectos, en los sectores de minería e infraestructura, y conscientes de los riesgos asociados a las actividades que asume el compromiso por la prevención en Seguridad, Salud en el Trabajo y Medio Ambiente.

Para tal fin, la empresa mantiene un sistema integrado de gestión, que garantiza el desarrollo sostenible de sus operaciones mediante:

1. El cumplimiento de la legislación, normatividad, regulación nacional vigente y los requisitos aplicables asumidos por la compañía.
2. Brindando condiciones de trabajo seguras y saludables para la prevención de accidentes y enfermedades ocupacionales.
3. Estableciendo y cumpliendo objetivos y metas que buscan la protección de nuestros trabajadores y del medio ambiente, mediante la mejora continua del sistema.
4. Identificando, controlando, reduciendo y previniendo:
  - Riesgos y enfermedades ocupacionales.

- Impactos ambientales negativos en el entorno.
- Deterioro de recursos naturales y uso responsable de la energía.
- Integrando las consideraciones en Seguridad, Salud Ocupacional y Medio Ambiente en la consulta y participación de los trabajadores y sus representantes.

5. Capacitando y entrenando a sus trabajadores y asociados para que asuman con responsabilidad la Seguridad, Salud Ocupacional y Medio Ambiente en todas sus operaciones, basados en un ambiente de valores, ética y respeto (Buenaventura Ingeniería de Proyectos S.A. (BISA) , 2020).

### **1.2.3 Descripción general del proyecto**

El objetivo general del proyecto fue “Proveer una metodología para el Servicio de Aseguramiento de la Calidad en la fase de construcción del proyecto Ingeniería de detalle para Crecimiento de la Presa de Colas San José”, con el fin de asegurar que el Plan de Aseguramiento de Calidad de la Construcción sea implementado de acuerdo a los procedimientos y documentación técnica aprobados por el cliente.

La Gestión de Aseguramiento de Calidad de BISA Ingeniería de Proyectos SA. (BISA) está orientada a verificar que su eficacia garantice el nivel de calidad acorde al diseño y requerimientos del cliente.

El proyecto está ubicado en una concesión minera en NICARAGUA a 3.3 km al Nor-este de Bonanza en la comunidad del municipio de Bonanza, Región Autónoma de la Costa Caribe Norte, Nicaragua. Las instalaciones de la mina se encuentran entre 200 y 300 msnm.

El acceso a la mina es a través de carretera, siguiendo la ruta Managua- Bonanza a una distancia aproximada de 411 km y toma aproximadamente ocho horas, por tránsito terrestre y 1 hora y 10 minutos vía aérea.

El Sistema de Gestión del Aseguramiento de la Calidad en la Construcción (CQA)

En primer lugar, es importante definir el término Aseguramiento de la Calidad en la Construcción (CQA) el cual, de acuerdo al Manual de Calidad de BISA presentado al cliente como parte de la propuesta para la adjudicación del presente proyecto, se define como:

Es en base a este Manual CQA que BISA planificó y ejecutó la Gestión de Calidad utilizando las herramientas propias del sistema, así como de la Mejora Continua.

BISA como responsable del CQA ha preparado un presente Informe el cual tiene como alcance el Recrecimiento de la Presa de Colas San José, donde se incluyen los planos As-Built, y los correspondientes Dossier de Calidad. En el Informe se indica que en esta etapa se encuentra construida de acuerdo a las especificaciones técnicas y planos del proyecto. Sin embargo, el responsable de la instalación de Geosintéticos, la empresa GEMCO Perú, es a su vez responsable por los trabajos y los resultados de todos los ensayos realizados para este proyecto. El presente documento ha sido preparado por el responsable de la Gestión de Aseguramiento de la Calidad - CQA (BISA) y firmado por el Gerente CQA de BISA.

### 1.2.4 Organigrama general (destacando el área de estudio)

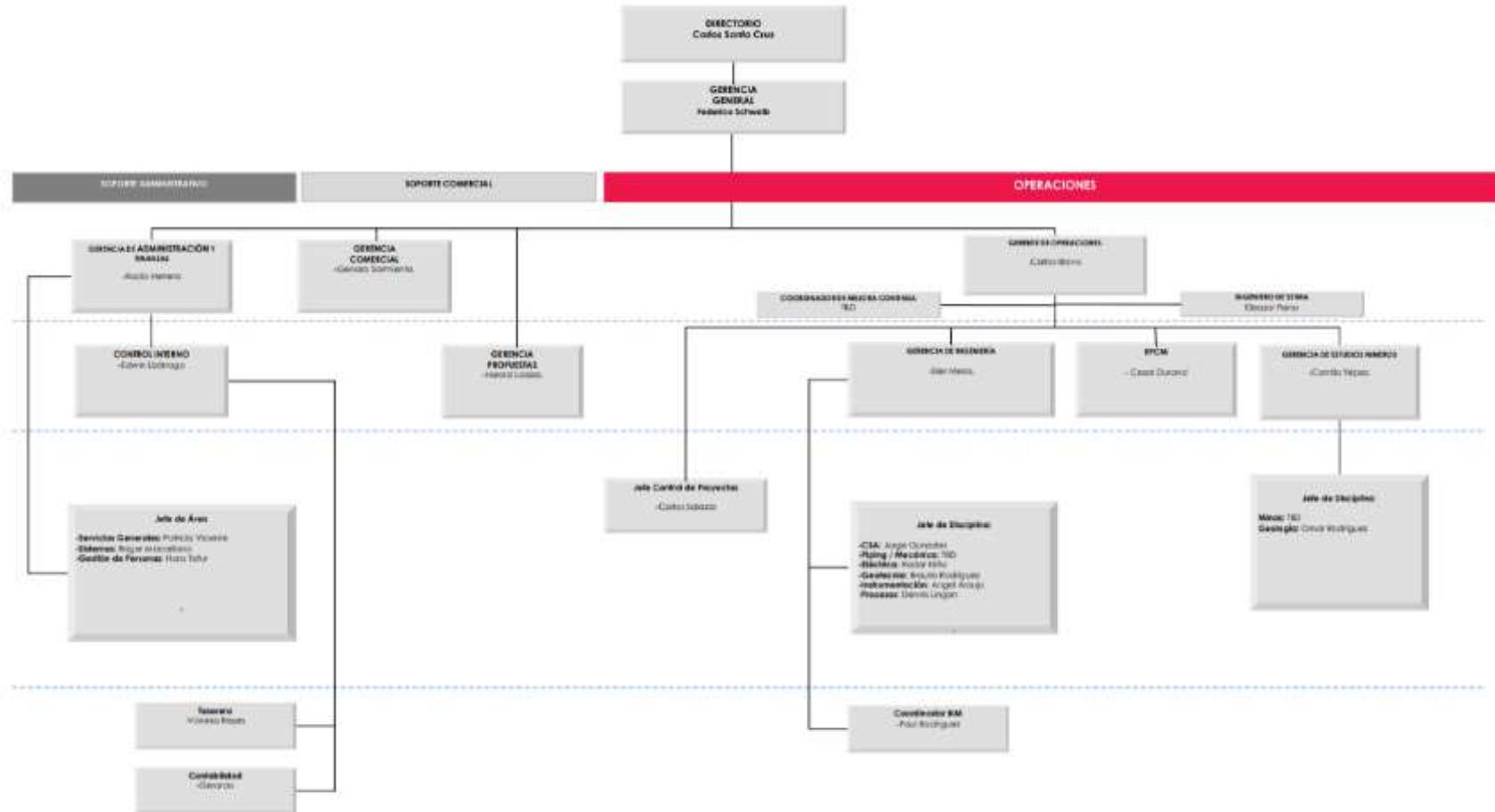


Figura 4. Organigrama General de la Empresa.  
Fuente: BISA (2020)

### 1.2.5. Principales bienes/servicios que ofrece la empresa

La actividad productiva y de servicio que brinda Bisa Ingeniería de Proyectos S.A., se encuentra distribuida en los sectores económicos de minería, infraestructura e industria, cuenta con personal de reconocida experiencia en proyectos multidisciplinarios de gran envergadura a nivel nacional e internacional.



Figura 5. Servicios que ofrece BISA  
Fuente: Buenaventura Ingeniería de Proyectos S.A. (BISA) (2020)

### 1.2.6 Principales clientes

**Empresa:** Minería Yanacocha S.R.L. **Proyecto:** Pad Caracugugo – Yanacocha.

**Sector:** Infraestructura.

**Periodo:** mayo 2018 - octubre 2020.

**Objetivo General:** Construcción de la plataforma de lixiviación, poza de operaciones, poza de eventos, caminos de acarreo como parte del desarrollo del proyecto de Quecher Main.

**Actividad:** Producción de Oro (Au)

**Capacidad:** Procesamiento proyecto Quecher Main de 200 mil onzas/año. Pad Carachugo: Área 52 ha.



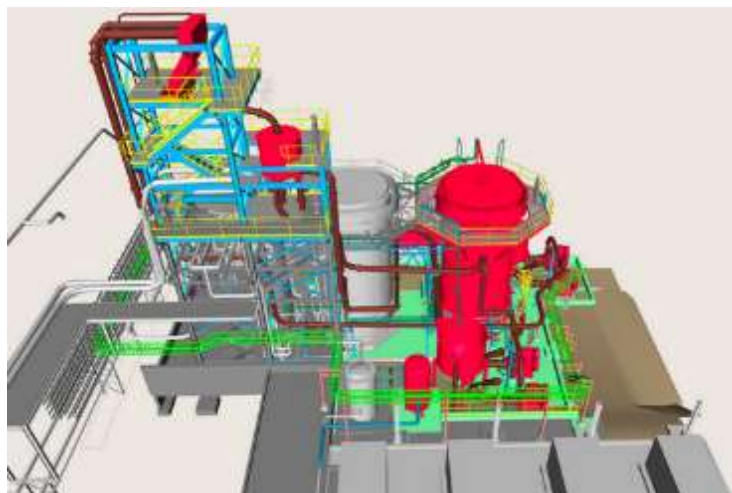
*Figura 6. Proyecto Pad Caracgugo – Yanacoha*  
*Fuente: BISA (2020)*

**Empresa:** Compañía Minera Antapaccay S.A. **Proyecto:** Celda Columna. Línea Relave - Antapaccay

**Sector:** Infraestructura

**Periodo:** abril 2019 - septiembre 2019

**Objetivo General:** Instalación de celdas columna y línea de relave para incrementar la capacidad de tratamiento del mineral para mantener la rentabilidad de la mina ante la caída de la ley de mineral. **Actividad:** Producción de cobre (Cu). **Capacidad:** Procesamiento de 85 mil tn/año



*Figura 7. Proyecto Celda Columna. Línea Relave - Antapaccay*  
*Fuente: BISA (2020)*



**Empresa:** Compañía Minera Kolpa. S.A. **Proyecto:** Relavera y desvío carretera - Kolpa

**Sector:** Infraestructura. **Periodo:** diciembre 2017 - diciembre 2018.

**Objetivo general:** Construcción nuevo depósito de relaves D, recrecimiento de relaves C, canal de desvío y carretera de desvío.

**Actividad:** Producción polimetálica de plomo (Pb), zinc (Zn) y cobre (Cu). **Capacidad:** Procesamiento de 1,200 tn/día.



*Figura 8. Relavera y desvío carretera – Kolpa  
Fuente: BISA (2020)*

### 1.2.7 Principales procesos

El aseguramiento de calidad se lleva a cabo en las siguientes actividades:

- Revisión y aprobación del Plan de Control de Calidad del Contratista encargado de la construcción del Proyecto.
- Evaluación y aceptación del personal de Control de Calidad, de la empresa constructora.
- Registrar las desviaciones a las especificaciones, estándares, planos, etc. En documentos de auditoria, como los Reportes de No Conformidad y los Reportes de Vigilancia.
- Revisión de Planos “As Built”.

- Instalación de geosintéticos (geomembrana), validación de equipos y personal permanentemente de acuerdo a las especificaciones.
- Revisión de dossier mensual de control de calidad hasta su aceptación.
- Emisión mensual de informes de Aseguramiento de Calidad.

**En cuanto al procedimiento de la auditoria:**

- El Supervisor QA/BISA coordina con el QC Contratista las correcciones necesarias y los nuevos ensayos o inspecciones, hasta que se cumpla con la documentación técnica y se apruebe la etapa de construcción para continuar con el desarrollo del proyecto, esto será formalizado mediante un SVR.
- En caso QA/BISA detecte observaciones en forma reiterativa o halle una situación no conforme que afectará la calidad del producto final, comunica por escrito al Supervisor de Control de Calidad las no conformidades encontradas mediante un NCR.
- El Supervisor QA/BISA comunica al Contratista las acciones correctivas necesarias, durante el proceso, para evitar que el ensayo o inspección se vuelva a efectuar en forma subestándar. Implementadas las acciones correctivas, se volverán a ejecutar ensayos e inspecciones hasta lograr la aprobación de la etapa constructiva y proceder al cierre del documento.
- Dentro del proceso de construcción, el Supervisor QA desempeña una función muy importante que es la de aceptar o rechazar el producto terminado ejecutado por el contratista y aprobado por el Control de Calidad basando su veredicto en las observaciones técnicas dadas por Aseguramiento de la Calidad y, en algunos casos, en pruebas acordes a las especificaciones técnicas del proyecto.

- En caso el Supervisor QA/BISA rechace el producto terminado observado, el Contratista volverá a ejecutar el trabajo y realizar la aprobación por Control de Calidad hasta que se apruebe el producto terminado en cumplimiento con la documentación técnica. En caso se apruebe el producto terminado, el proceso de calidad en construcción ha concluido y se continúa con la siguiente etapa de construcción hasta la conclusión del proyecto

## 1.2.8 Análisis FODA

Tabla 1. Análisis FODA

<b>FORTALEZAS</b>	<b>DEBILIDADES</b>
(F1) Personal profesional capacitado. (F2) Personal reconocido por su experiencia en el medio. (F3) Buenas interrelaciones personales (F4) Personal de aseguramiento de la calidad y gestión de proyectos. (F5) Experiencia multidisciplinaria. (F6) Proactividad.	(D1) No contar con un personal staff permanente por disciplina, (D2) Ser una empresa nueva en el mercado. (D3) No tiene sociedades estratégicas inicialmente para obtener presencia en el mercado. (D4) Lento proceso de reclutamiento de personal calificado y profesional. (D5) Infraestructura aun no identificada y/o dimensionada.
<b>OPORTUNIDADES</b>	<b>AMENAZAS</b>
(O1) Crecimiento de la industria minera, energética e hidrocarburos. (O2) Inversiones privadas destinadas al crecimiento constante de los rubros de interés. (O3) Demanda muy alta de ingenieros en diferentes áreas de la industria minera, energética e hidrocarburos. (O4) Demanda de personal técnico. (O5) Sociedades estratégicas para afrontar proyectos de envergadura (O6) Crecimiento del conocimiento por las sociedades estratégicas que se constituyan.	(A1) Personal calificado tenga alta rotación (A2) Leyes gubernamentales que paralicen un proyecto ya iniciado. (A3) Falta de sociedades estratégicas para ser mas competitivos. (A4) Falta de personal especializado por la alta demanda de los mismos. (A5) Costos directos afectados por el cambio monetario.

Fuente: BISA (2020)

### 1.3 Operacionalización de Variables/Tabla de Indicadores/Especificaciones o estándares de cumplimiento de Calidad.

Tabla 2. Operacionalización de Variables

Variables	Dimensiones	Indicadores
Ingeniería de detalle	Fases de la ingeniería de detalle	La Ingeniería Conceptual
		La Ingeniería Básica
Recrecimiento de la presa	Tipos de relaves	Tranque de Relave
		Embalse de relave
		Relave Espesado
		Relave en pasta
Aseguramiento de la calidad	Tipos de aseguramiento de la calidad	Información
		Evaluación
		Fomento

Elaboración propia

## CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

### **2.1 Teorías y conceptos básicos desarrollados y aplicados en la experiencia profesional**

El presente trabajo de suficiencia profesional está basado en la experiencia de la aplicación de ingeniería de detalle para el recrecimiento de la presa de colas San José, para lo cual, el fundamento teórico del mismo se describe a través de la ingeniería de detalle y el recrecimiento de presas como variables teóricas del estudio.

#### **Concepto de Ingeniería de detalle**

La Ingeniería de detalle según, el Present Group (2019) es un proceso en cualquier proyecto que requiera la aplicación del conocimiento en acción. Es la última de las tres fases de implementación en ingeniería donde los modelos creativos en las dos primeras fases se describen con gran detalle.

Para, la Corporación Ingeniería y Desarrollos Integrales S.L. (2018), la ingeniería de detalle es el aspecto más importante del desarrollo de las ideas que al inicio del proyecto fueron concebidas como posibilidad y que en esta etapa pasan a ser algo más real. En esta fase quedan definidos todos y cada uno de los subsistemas, componentes o partes que forman el proyecto, desarrollados en una serie de documentos que deben ser suficientes para llevar el proyecto a la práctica.

PM Projen (2020) considera que, el diseño y la Ingeniería de detalle siguen un proceso que implica el diseño conceptual, el diseño de la realización y el diseño de los detalles y, cuando se realizan de manera profesional, eventualmente dan como resultado una solución bien diseñada.

## **Fases de la ingeniería de detalle**

Según, Ingeniería y Desarrollos Integrales S.L. (2018) las fases de implementación de ingeniería detallada se fundamentan en tres etapas:

### **La Ingeniería Conceptual**

Es la que se aplica inicialmente para identificar la viabilidad tanto técnica como económica del proyecto y es la que marcará la pauta para el desarrollo de la ingeniería básica y la ingeniería de detalle. Se basa en un estudio previo (o estudio de viabilidad) y en la determinación de los requerimientos del proyecto.

A continuación, se presentan los principales puntos a analizar y estudiar en esta primera fase de ingeniería:



Figura 9. Actividades de la ingeniería conceptual  
Fuente: Ingeniería y Desarrollos Integrales S.L. (2018)

## La Ingeniería Básica

Por su parte, Geek de la ingeniería (2020) considera que la fase de diseño de ingeniería básica generalmente está asociada a un estudio de viabilidad económico-financiera: para una o dos soluciones que emergen como las más adecuadas en la fase anterior, se dan detalles del diseño incluyendo estudios de campo, especialmente de tipo topográfico, geológico, geotécnico, hidrológico e hidráulico. En el proyecto de ingeniería se detallan los costos unitarios de los materiales y de las diferentes fases de construcción. Este proceso sirve para

proporcionar una estimación de costos del proyecto más cercana a la realidad. En la segunda fase correspondiente a la ingeniería básica se reflejarán definitivamente todos los requerimientos de usuario, las especificaciones básicas, el cronograma de realización y la valoración económica. Más en concreto, durante esta fase se definen los siguientes trabajos:

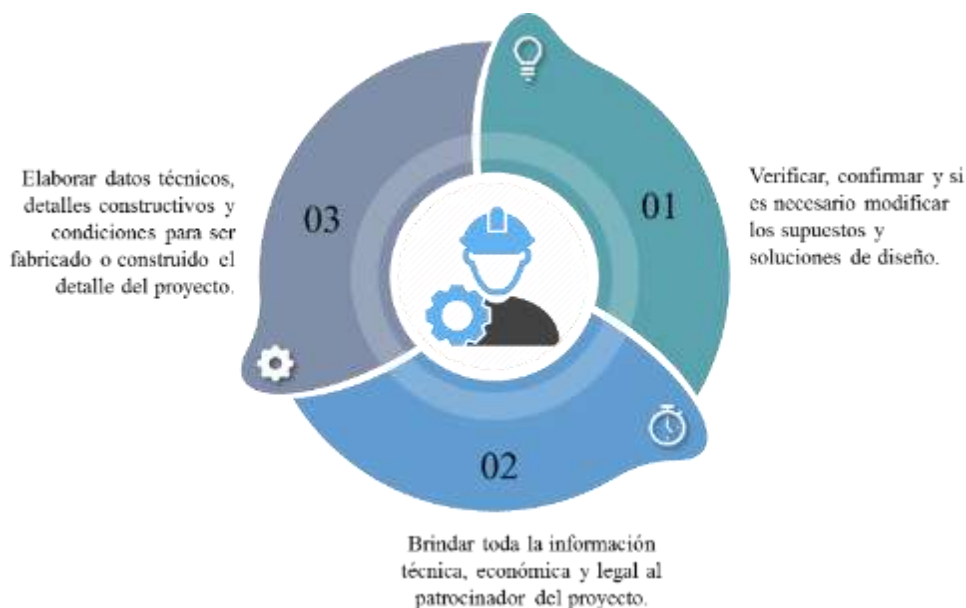
- La revisión detallada de la ingeniería conceptual y los requerimientos del usuario.
- Las hojas de datos de todas las salas (críticas y no críticas), los equipos y las instalaciones.
- El cálculo de cargas térmicas y el caudal de aire en cada una de las salas, etc.,
- Los Diagramas de Tuberías e Instrumentación (P&ID) básicos de aguas, los sistemas HVAC y de routing para tuberías.
- La distribución de puntos de uso de servicios.
- La revisión del layout de salas, las implantaciones de equipos, incluyendo las áreas de servicios
- Listas de consumos y de equipos.

La ingeniería básica la desarrollamos en dos etapas: la primera consiste en la toma de datos y elaboración de los requerimientos de usuario y en la segunda se desarrolla el resto de trabajos recopilados en la lista anterior.

Para, Ingeniería y Desarrollos Integrales S.L. (2018) cuando la ingeniería básica está validada, es entonces el punto en el que ya estamos en disposición de contar con una base sólida para el siguiente y más importante paso: la ingeniería de detalle.

La fase de ingeniería de detalle del proyecto consta de las siguientes tareas:





*Figura 10.* Tareas de la fase de ingeniería de detalle del proyecto  
Fuente: Ingeniería y Desarrollos Integrales S.L. (2018)

### **Finalidad de la Ingeniería de Detalle**

Según, Present Group (2019) las actividades de Diseño e Ingeniería pueden adquirir diferentes características y características, según el tipo y definición del Proyecto, pero no hay que olvidar que, en cualquier caso, el objetivo final es permitir que la organización de la obra no solo adquiera los equipos necesarios. y materiales, sino también para realizar los trabajos de construcción, puesta en marcha y puesta en marcha de forma fluida y segura.

### **Recrecimiento de la presa**

Desde la perspectiva de Kossoff, Dubbin y Alfredsson (2014) los relaves son mezclas de roca triturada y fluidos de procesamiento de molinos, lavanderías o concentradores que quedan después de la extracción de metales económicos, minerales, combustibles minerales o carbón de la mina. La palabra relaves es genérico, ya que describe el subproducto de varias industrias extractivas, incluidos los de aluminio, carbón, arenas petrolíferas, uranio y metales preciosos y básicos

Por su parte, Hygesen, (2017) afirma que, la mayoría de las instalaciones de almacenamiento de relaves se construyen utilizando diseños que dependen parcialmente de los propios relaves para su soporte.

Las instalaciones de almacenamiento de relaves generalmente se construyen de forma incremental y se operan durante esta fase de construcción incremental. La construcción de una instalación de almacenamiento de relaves puede llevar muchas décadas hasta que alcance la altura de diseño final, con una única instalación de almacenamiento de relaves que a menudo se utiliza durante toda la vida útil de la mina.

Igualmente, se puede decir que, las represas de relave pueden ser de enorme tamaño, tan grandes como lagos, y pueden alcanzar 300 metros de altura. Cuando el lodo de los desechos se lleva a la represa, los productos sólidos se depositan en el fondo y el agua se recicla para usarla nuevamente en el proceso de separación (Industrial, 2021).

Según, Kossoff, Dubbin y Alfredsson (2014) los enfoques para el manejo y almacenamiento de relaves incluyen eliminación fluvial, eliminación submarina, retención de humedales, relleno, apilamiento y almacenamiento en seco detrás de embalses con represas. El principal método empleado actualmente (especialmente por las grandes empresas del mundo desarrollado) es con las estructuras producidas a menudo denominadas "estanques de relaves" o "presas de relaves"

### **Propósito de los relaves**

Para, la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (2014) el propósito último de un depósito de relaves es contener relaves de grano fino, a menudo con un depósito secundario o Co-propósito de conservar agua para uso en mina y molino. Esto debe lograrse de una manera rentable de manera que proporciona la estabilidad a largo plazo de la

estructura del terraplén y los relaves incautados y la protección del medio ambiente a largo plazo.

En el proceso de diseño de cualquier terraplén de relaves se establecen tres factores de interés como los son: costo, estabilidad y desempeño ambiental, estos deben estar equilibrados, con condiciones específicas de la situación que establecen el equilibrio en cada etapa del proceso. Vale la pena señalar que los costos a largo plazo de la eliminación de relaves dependen en parte de la estabilidad mecánica y la integridad ambiental, tales como las estructuras estables y ambientalmente aceptables promueven la rentabilidad.

### **Aseguramiento de la calidad**

El aseguramiento de la calidad puede definirse como "parte de la gestión de la calidad centrada en brindar confianza en que se cumplirán los requisitos de calidad ". La confianza que brinda la garantía de calidad es doble: internamente a la administración y externamente a los clientes, agencias gubernamentales, reguladores, certificadores y terceros (Plataforma ISOTools, 2021).

Una definición alternativa es "todas las actividades planificadas y sistemáticas implementadas dentro del sistema de calidad que pueden demostrarse para brindar confianza en que un producto o servicio cumplirá con los requisitos de calidad.

Según, BISA (2018) en su Manual de Calidad Manual de Calidad presentado al cliente, el sistema de aseguramiento de la calidad se puede definir como:

Sistema planificado de ensayos estandarizados y procedimientos de inspección que se implementan durante la construcción; en materiales, equipos, instrumentos y producto terminado; en campo y laboratorio, para verificar que el Plan y Manual de Control de Calidad aprobado esta implementándose adecuadamente en sus etapas de control, inspección, aprobación y registro reflejando condiciones de terreno y ensayos existentes; y auditar la efectividad del Plan y Manual de Control de la Calidad de la Construcción e informar al cliente de los resultados de las auditorias para que se ejecuten las correcciones necesarias para obtener un nivel de calidad que asegure el cumplimiento de los objetivos del proyecto. Este sistema debe ser implementado por un grupo de profesionales y técnicos con experiencia

comprobada en la ejecución de ensayos e inspecciones de aseguramiento de calidad en construcción en el tipo de proyecto a desarrollar, previa aprobación del plan de aseguramiento de la Calidad en construcción por el Cliente (pág.5)

## **2.2 Descripción y explicación de las funciones desarrolladas en la experiencia profesional**

En cuanto a la experiencia profesional realizada en la empresa antes descrita se puede decir que, se llevado a cabo en el año 2018, la función desempeñada se fundamentó de manera general en supervisar la metodología para el Servicio de Aseguramiento de la Calidad en la fase de construcción del proyecto “Aseguramiento de Calidad en la Ingeniería de detalle para Recrecimiento de la Presa de Colas en San José”, con el fin de asegurar que el Plan de Aseguramiento de Calidad de la Construcción sea implementado de acuerdo a los procedimientos y documentación técnica aprobados por el cliente.

Para tal fin, la Gestión de Aseguramiento de Calidad de BISA Ingeniería de Proyectos SA. (BISA) está orientada a verificar que su eficacia garantice el nivel de calidad acorde al diseño y requerimientos del cliente. la supervisión de los requerimientos técnicos mínimos a cumplir para la construcción de la segunda etapa de recrecimiento del Depósito de Colas San José hasta la cota 240 msnm.

Igualmente, se atendieron las especificaciones técnicas dirigidas a todas las actividades necesarias para la construcción del recrecimiento de la Presa de Colas san José, con la finalidad de contar con estándares adecuados para garantizar la calidad de las obras y ser aplicables a todas las partidas contractuales incluidas en el presupuesto de construcción (código CSGB-PRO-ECA- 13201-0000-00-2001, BISA 2017). (BISA, 2018)

## **2.3 Limitaciones en el desarrollo del proyecto o problema laboral ejecutado**

En cuanto a la soldadura por termofusión de tuberías sólidas de HDPE se presentaron las siguientes limitaciones:

- No se realizaron soldaduras de termofusión de tuberías sólidas de HDPE cuando la temperatura del medio ambiente sea menor a 4 °C;
- No se realizaron soldaduras de termofusión en presencia de lluvia, escarcha, nevada, suciedad, polvo en el ambiente u otros agentes contaminantes.

Al encontrarse los factores antes descritos el Instalador debía detener la operación y acondicionar un ambiente cerrado para la ejecución de las uniones.

## CAPÍTULO III. DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA

### 3.1 Explicar y detallar el proceso de incorporación del Bachiller en el Proyecto

Como parte de las funciones asignadas a mi persona se realizaron inspecciones periódicas para comprobar el cumplimiento de métodos especificados y obteniendo muestras de material para ensayos de laboratorio para comprobar su cumplimiento con los requisitos de calidad del material. Siendo este proceso la base de aceptación de lotes fabricados en cuanto a la calidad.

El aseguramiento de calidad se llevó a cabo bajo la supervisión de mi persona comprendiendo las siguientes actividades:

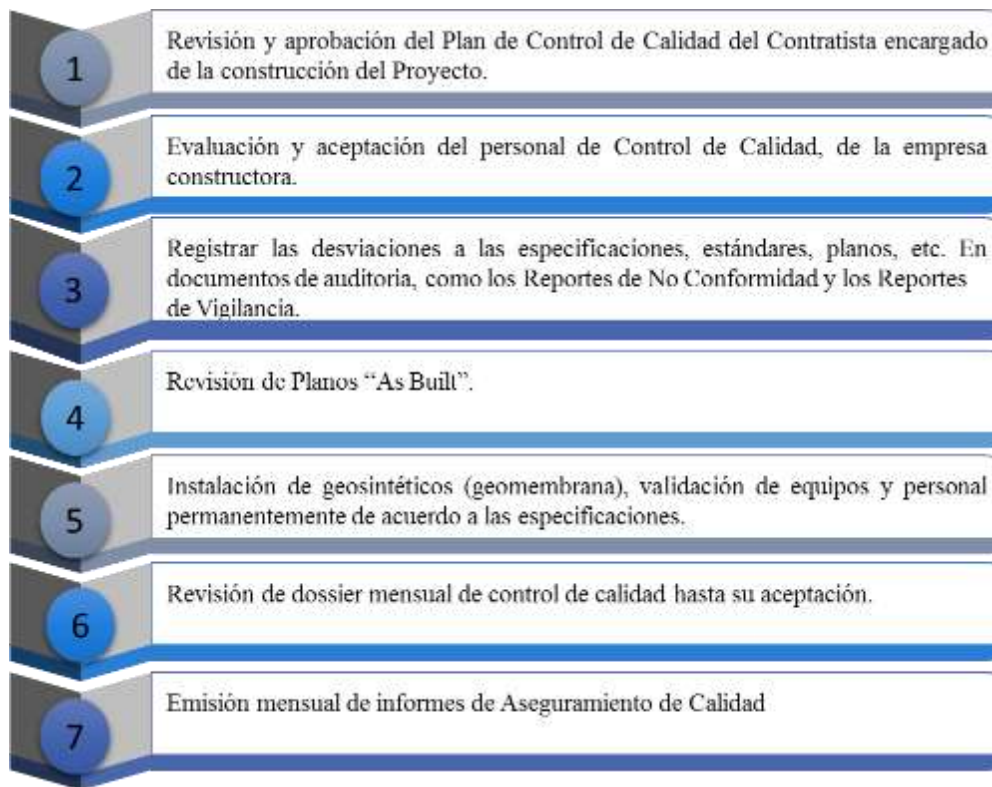


Figura 11. Actividades de aseguramiento de calidad  
Fuente: BISA (2018)

### 3.2 Matriz de Involucrados del Proyecto laboral

Desde el punto de vista el talento humano encargado de la Gestión y Administración del Aseguramiento de Calidad de la Obra cumplió con el perfil solicitado por el Cliente durante

el proceso de licitación del servicio y también de acuerdo con la función y cargo. El personal QA/BISA cuenta con la experiencia para desarrollar el servicio de QA de acuerdo a los requerimientos y Especificaciones Técnicas aplicables al proyecto.

El talento humano en el área de Aseguramiento de Calidad encargado de supervisar dichas actividades fue:

Tabla 3. Recurso humano en el área de Aseguramiento de Calidad

Nombres y Apellidos	Cargo
Walter Aliaga Gallardo	Jefe QA
Roberto Rodríguez	Supervisor QA Mov. Tierras / Geosintéticos

Fuente: BISA (2018)

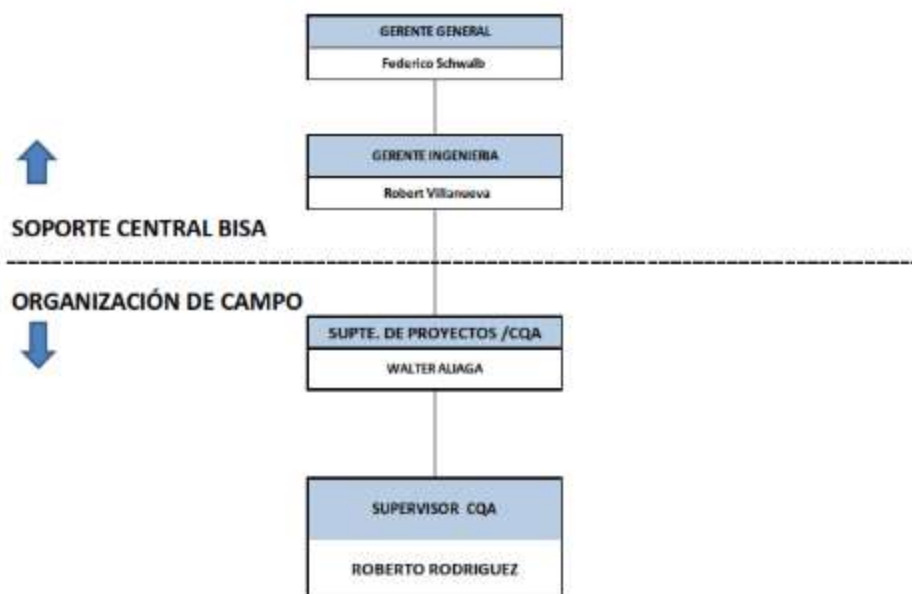


Figura 12. Organigrama específico del talento humano

Fuente: BISA (2018)

### 3.3 Funciones que desempeño en el Proyecto y descripción de la experiencia.

Con respecto a, la Gestión del Aseguramiento de Calidad en Construcción como parte de la responsabilidad asumida en la implementación y ejecución del “Plan de Aseguramiento de Calidad para la Construcción” se puede decir que, como Supervisor de Aseguramiento de Calidad, y como representante del Cliente, la principal responsabilidad fue aceptar el

producto terminado, basándose específicamente en las aceptaciones previas de las etapas de construcción del Proyecto, sustentando su aceptación en:

a) aprobación de la etapa de construcción por Control de Calidad según el Plan de Control de calidad implementado y b) resultados de las auditorias por Aseguramiento de la Calidad según el Plan de Aseguramiento de la Calidad implementado; y además verificando personalmente el cumplimiento de la documentación técnica o modificación aprobada por el Ingeniero de Diseño y/o Cliente en cada etapa de construcción a ser aceptada.

Las funciones específicas fueron las siguientes:



Figura 13. Funciones desempeñadas en la experiencia profesional  
Fuente: BISA (2018)



### 3.4. Proceso como se llevó a cabo el Proyecto

Establecidas las funciones personales dentro de la experiencia profesional realizada, se describen a continuación las tareas llevadas a cabo por la Oficina Técnica como parte de la gestión y aseguramiento de la calidad en la obra por parte de BISA:



Figura 14. Gestión de oficina técnica de aseguramiento de la calidad.  
Fuente: BISA (2018)

Esta oficina también realizó la revisión mensual de los “dossiers” de calidad alcanzados por el área de CQC de los Contratistas. Asimismo, elaboración de un compendio de los todos los “dossiers” correspondientes a las entregas parciales avanzadas al Ministerio de Energía y Minas.

#### 3.4.1 Identificación de la necesidad

El cliente ha solicitado a BISA Ingeniería de Proyectos S.A., la elaboración de la “Ingeniería de Detalle para el Recrecimiento de la Presa de Colas San José”. A continuación, se presentan los criterios de diseño civil e hidráulico, adoptados para la presente ingeniería de detalle

Descripción	Unidad	Criterio usado	Comentario	Fuente
<b>Información general</b>				
Ubicación	-	3.3 km al Nor-este de Bonanza	--	BISA
Centro poblado más cercano	-	Bonanza	--	BISA
Sistema de coordenadas	-	NAD 27 Central	--	BISA
Ubicación del eje de la presa actual (referencial)	m	762 050 E	--	BISA
	m	1 554 700 N		
Rango de elevación del depósito	msnm	200 - 260	--	BISA
Base topográfica	-	Proporcionada por HEMCO	En febrero de 2018	BISA
<b>Parámetros de Operación</b>				
Producción de colas secas	tmsd	1600	--	BISA
Contenido sólido de colas	%	50 - 55	--	BISA
Densidad seca de las colas	t/m <sup>3</sup>	1.5	--	BISA
Gravedad específica de las colas	-	2.6	--	BISA
Vida operativa de la etapa II	meses	72	--	BISA
Pendiente de disposición de colas	%		--	A definir por BISA
Cota corona de la presa a la etapa II	msnm	240	--	BISA
<b>Estabilidad física</b>				
Análisis de estabilidad	Método	Equilibrio límite	--	BISA
Factor de seguridad mínima en condición estática	--	1.5	Según: US Army Corp of Engineers. Publicación: EM 1110-21902	BISA
Factor de seguridad mínima en condición pseudoestática	--	1.0	--	BISA
<b>Sismicidad</b>				
Periodo de retorno sísmico de diseño	Años	10 000	Según CDA, 2014	BISA
PGA (Peak ground aceleratiom)	g	0.36	Según estudio de peligro sísmico (AMEC 2014)	BISA
<b>Información Hidrológica</b>				
Área de Cuenca	Km <sup>2</sup>	1,989	--	BISA
Perímetro de Cuenca	Km	6,261	--	BISA
Longitud de Cuenca	Km	2,323	--	BISA
Coefficiente de Compacidad		1,252	--	BISA
Factor de Forma		0,369	--	BISA
Altitud Máxima	msnm	456.0	--	BISA

Altitud Mínima	msnm	185.0	--	BISA
Altitud Media	msnm	320.5	--	BISA
Temperatura Máxima	°C	33	--	BISA
Temperatura Mínima	°C	20	--	BISA
Velocidad del viento	m/s	1.10	--	BISA
Velocidad Promedio	m/s	1.10	--	BISA
Precipitación anual promedio	mm	2,966	--	BISA
Precipitación mínima	mm	742	--	BISA
Precipitación máxima	mm	6,322	--	BISA
Precipitación anual promedio	mm	2966	--	BISA
Evaporación mensual promedio	mm	162.75	--	BISA
Evaporación anual promedio	mm	1953	--	BISA
Precipitación máxima en 24 horas	mm	258	Periodo de retorno 1:1000 años	BISA
<b>Balance de Aguas</b>				
Infiltración en el vaso del depósito	m <sup>3</sup> /hr	Impermeable	--	BISA
Coefficiente de evaporación	-	Playa de colas = 0.7; Laguna = 1.0	--	BISA
Tormenta de diseño	años	1:1000	--	BISA
Coefficiente de escorrentía	-	0.5	--	BISA
Borde libre	m	1.70	--	BISA
Recuperación de agua	-	Sí, recirculación de agua sobrenadante	--	BISA
<b>Mejoramiento de Terreno</b>				
Limpieza y desbroce de terreno	-	Eliminación de vegetación, suelo orgánico y/o rellenos	--	BISA
Eliminación de material inadecuado	-	Basado en investigaciones geotécnicas previas proporcionadas por HEMCOy complementarias ejecutadas por BISA	El nivel de cimentación deberá ser verificado durante la construcción	BISA
<b>Sistemas de drenaje y subdrenaje</b>				
Periodo de retorno sistema de drenaje superficial	años	50	Considerando vida útil de 10 años como máximo	BISA
Precipitación máxima en 24 horas para un Tr=50 años.	mm	116.85		BISA
Caudal de diseño - Canal de coronación norte	m <sup>3</sup> /s	3.25	--	BISA

Caudal de diseño - Canal de coronación sur	m <sup>3</sup> /s	3.13	--	BISA
Sistema de drenaje superficial (longitudinal)	-	Canal de coronación Sur del embalse con pendiente de 0.8% y Canal de coronación Norte del embalse con pendiente de 0.4%.	--	BISA
Sistema de drenaje superficial (transversal)	-	Encauzamiento de quebradas existentes a un nivel promedio entre 240 y 260 msnm, con estructuras de enrocado	--	BISA
Sistema de subdrenaje	-	Zanja de material drenante más tubería perforada	--	BISA
Tubería de sistema de subdrenaje	-	HDPE	--	BISA
<b>Sistema de Impermeabilización</b>				
Altura máxima de colas	m	70	En su etapa final 275 msnm	BISA
Escarificación y compactación de superficie de apoyo	m	0.3 m espesor mínimo	--	BISA
Revestimiento	simple/ doble	Simple	Una sola barrera impermeable de geomembrana	BISA
Revestimiento actual del depósito	-	Geomembrana LLDPE doble texturada, 1.5 mm	--	BISA
Revestimiento actual de los taludes	-	Geomembrana HDPE doble texturada, 1.5 mm	--	BISA
<b>Acceso perimetral del depósito</b>				
Máxima pendiente de diseño	%	12	--	BISA
Radio mínimo de curva horizontal	m	25	--	BISA
Ancho efectivo de la superficie de rodadura	m	5.5	--	BISA

### 3.4.2 Objetivos

Proveer una metodología para el Servicio de Aseguramiento de la Calidad en la fase de construcción del proyecto "Ingeniería de detalle para el Recrecimiento de la Presa de Colas San José", con el fin de asegurar que el Plan de Aseguramiento de Calidad de la Construcción sea implementado de acuerdo a los procedimientos y documentación técnica aprobados por el cliente.

La Gestión de Aseguramiento de Calidad de BISA Ingeniería de Proyectos SA. (BISA) está orientada a verificar que su eficacia garantice el nivel de calidad acorde al diseño y requerimientos del cliente.

### **3.4.3 Estrategias**

La gestión de la calidad es el acto de supervisar diferentes actividades y tareas dentro de una organización para garantizar que los productos y servicios ofrecidos, así como los medios utilizados para proporcionarlos, sean consistentes. Ayuda a lograr y mantener el nivel deseado de calidad dentro de la organización, por lo tanto, BISA Ingeniería de Proyectos SA., pone en practica estrategias como:

- El proceso comienza cuando la organización establece objetivos de calidad a cumplir y que se acuerdan con el cliente.
- Luego, la organización define cómo se medirán los objetivos. Toma las acciones necesarias para medir la calidad. Luego identifica cualquier problema de calidad que surja e inicia mejoras.
- El paso final consiste en informar el nivel general de la calidad lograda.

### **3.4.4 Diagnóstico de la situación problemática**

El cliente en Nicaragua requiere que la empresa BISA Ingeniería de Proyectos S.A. elabore la Ingeniería de Detalle para Crecimiento de una Presa de Colas.

### **3.4.5 Técnicas, Herramientas y Modelos aplicadas en el Diseño y desarrollo del Proyecto.**


Para recolectar la información necesaria para el desarrollo del proyecto se utilizo la investigación por observación, a través de técnicas observacionales donde los ingenieros y personal encargado de la obra los investigadores observaron las características generales de la obra.



Se aplicaron los siguientes instrumentos de recolección de datos antes, durante y después:

ITÉM	FORMATOS CALIDAD GEOSINTETICOS GEMCO		
	CODIGO	REV.	DESCRIPCIÓN
01	REG-GEM-01	0	Prueba Inicial de Soldadura Geomembrana Extrusión
02	REG-GEM-02	0	Prueba Inicial de Soldadura Geomembrana Fusión
03	REG-GEM-03	0	Despliegue de Geomembrana
04	REG-GEM-04	0	Registro Uniones por Fusión
05	REG-GEM-05	0	Control de Calidad Soldadura por Fusión
06	REG-GEM-06	0	Control de Calidad Soldadura por Extrusión
07	REG-GEM-07	0	Registro de Ensayo Destructivo por Fusión
08	REG-GEM-08	0	Registro de Ensayo Destructivo por Extrusión
09	REG-GEM-09	0	Aceptación de Paneles y Unión - Geomembrana
10	REG-GEM-10	0	Croquis de Entrega de Área

Figura 15. Instrumentos de recolección de datos  
Fuente: BISA (2018)

CONTROL DE CALIDAD											REG-GEN-01		
 <p><b>PRUEBA INICIAL DE SOLDADURA GEOMEMBRANA</b></p> <p><b>TIPO DE SOLDADURA: EXTRUSION</b></p>											Revisión	0	
											Fecha	03 Mar 18	
											Firma	.....	
<b>PROYECTO:</b> <b>ESTRUCTURA/FRENTE:</b> <b>CLIENTE:</b> <b>OBSERVACIONES:</b> <b>INSTALADOR: GEMCO - GEOSINTÉTICOS, MINERIA Y CONSTRUCCIÓN S.A.C.</b>						<b>N° DE REGISTRO:</b> <b>N° DE PLANO:</b> <b>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS REF.:</b> <b>FECHA:</b>							
<b>DATOS ESPECIFICOS</b>													
Valores Mínimos para Geomembrana 2.00 mm Peel ( LLDPE , HDPE ) ; Shear ( LLDPE , HDPE )													
Valores Mínimos para Geomembrana 1.50 mm Peel ( LLDPE , HDPE ) ; Shear ( LLDPE , HDPE )													
Proble N°	Hora	Fecha	Temperatura		Máquina	Técnico	Peel		Shear		Geomembrana		Técnico Q.C.
			Anti. °C	Reflexión °G / A.C.			Máx.Tracción ...../Pulg	Falla ó Falla	Máx.Tracción ...../Pulg	% Strain	Falla ó Falla	Exponer (mm)	
Cargo			TÉCNICO DE GEMCO			SUPERVISOR DE GEMCO			COA-BISA		REPRESENTANTE - BEMCO		
Firma													
Nombre													
Fecha (dd/mm/aa)													

CONTROL DE CALIDAD											REG-GEN-02		
 <p><b>PRUEBA INICIAL DE SOLDADURA GEOMEMBRANA</b></p> <p><b>TIPO DE SOLDADURA: FUSION</b></p>											Revisión	0	
											Fecha	03 Mar 18	
											Firma	.....	
<b>PROYECTO:</b> <b>ESTRUCTURA/FRENTE:</b> <b>CLIENTE:</b> <b>OBSERVACIONES:</b> <b>INSTALADOR: GEMCO - GEOSINTÉTICOS, MINERIA Y CONSTRUCCIÓN S.A.C.</b>						<b>N° DE REGISTRO:</b> <b>N° DE PLANO:</b> <b>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS REF.:</b> <b>FECHA:</b>							
<b>DATOS ESPECIFICOS</b>													
Valores Mínimos para Geomembrana 2.00 mm Peel ( LLDPE , HDPE ) ; Shear ( LLDPE , HDPE )													
Valores Mínimos para Geomembrana 1.50 mm Peel ( LLDPE , HDPE ) ; Shear ( LLDPE , HDPE )													
Proble N°	Hora	Fecha	Temperatura		Máquina	Técnico	Peel		Shear		Geomembrana		Técnico Q.C.
			Anti. °C	Calo °C / Velocid.			Máx.Tracción ...../Pulg	Falla ó Falla	Máx.Tracción ...../Pulg	% Strain	Falla ó Falla	Exponer (mm)	
Cargo			TÉCNICO DE GEMCO			SUPERVISOR DE GEMCO			COA-BISA		REPRESENTANTE DE GEMCO		
Firma													
Nombre													
Fecha (dd/mm/aa)													



		CONTROL DE CALIDAD										REG-GEN-03	
		DESPLIEGUE DE GEOMEMBRANA										Revisión	0
												Fecha	03 mar 16
												Página	... de ...

**PROYECTO :**  
ESTRUCTURA/FRENTE:  
**CLIENTE :**  
OBSERVACIONES:  
**INSTALADOR: GEMCO - GEOSINTÉTICOS, MINERIA Y CONSTRUCCIÓN S.A.C.**

**N° DE REGISTRO :**  
**N° DE PLANO :**  
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS REF.:  
**FECHA :**

Punto N°	Medio N°	Hora de medida	Zona Busto			Zona Mito			Observaciones			OBSERVACIONES	Técnico Q.C.
			Largo [m]	Ancho [m]	Area punto [m <sup>2</sup> ]	Largo [m]	Ancho [m]	Area punto [m <sup>2</sup> ]	Requiso [m <sup>2</sup> ]	Cantidad	Textura		
<b>RECIB. INSTALACION</b>			<b>TOTAL DIA [m<sup>2</sup>]</b>			<b>TOTAL DIA [m<sup>2</sup>]</b>			<b>MBPS DISEÑO [m<sup>2</sup>]</b>			<b>MBPS ACUMULADO [m<sup>2</sup>]</b>	
<b>PORCE. INSTALACION</b>			<b>ACUMULADO [m<sup>2</sup>]</b>			<b>ACUMULADO [m<sup>2</sup>]</b>			<b>MBPS DISEÑO [m<sup>2</sup>]</b>			<b>MBPS ACUMULADO [m<sup>2</sup>]</b>	

Cargo	TÉCNICO Q.C GEMCO	SUPERVISOR Q.C GEMCO	CGA-BISA	REPRESENTANTE DE HEMCO
Firma				
Nombre				
Fecha (dd/mm/aa)				

		CONTROL DE CALIDAD										REG-GEN-04	
		REGISTRO DE UNIONES POR FUSION										Revisión	0
												Fecha	03 mar 16
												Página	... de ...

**PROYECTO :**  
ESTRUCTURA/FRENTE:  
**CLIENTE :**  
OBSERVACIONES:  
**INSTALADOR: GEMCO - GEOSINTÉTICOS, MINERIA Y CONSTRUCCIÓN S.A.C.**



**N° DE REGISTRO :**  
**N° DE PLANO :**  
ESPEC. TÉCNICAS REF.:  
**FECHA :**


No. Unión	Fecha de soldado	Hora [h:m:s]	Metros [m]	Medidas [m]	Temperatura y tipo de sold. [°C / metodo]	Técnico [Nombre]	Longitud		Comentarios	TÉCNICO Q.C.
							Unión [m]	Acum. Dia [m]		
<b>TOTAL DIA (m)</b>									Cuñe No.	[m]
<b>TOTAL ACUM. (m)</b>									Cuñe No.	[m]



Cuñe. Soldadura Dia / Máquina



Cargo	TÉCNICO Q.C GEMCO	SUPERVISOR Q.C GEMCO	CGA-BISA	REPRESENTANTE DE HEMCO
Firma				
Nombre				
Fecha (dd/mm/aa)				



 		CONTROL DE CALIDAD				REG-GEM-05									
<b>CONTROL DE CALIDAD SOLDADURA POR FUSIÓN</b>						Revisión	0								
						Fecha	01 mar 16								
						Página	... de ...								
<b>PROYECTO :</b> <b>ENTREGABLE/AREA:</b> <b>ELEMENTO/FASE/SECTOR:</b> <b>CLIENTE :</b> <b>OBSERVACION:</b>					<b>N° DE REGISTRO :</b> <b>N° DE PLANO :</b> <b>ESTRUCTURA/FRENTE:</b> <b>ESPEC. TECNICAS REF.: Technical Specifications</b> <b>FECHA:</b>										
<b>MANOMETRO:</b>															
N°	PUNTO	USO/N de control	Fecha de control	Tecnico Operador	MAQUINA N°	AIR TEST					N°	PCR TEST			Tecnico Q.C.
						Temperatura (T°)		Presión (PSI)		Fase 0		Fase 1	Fase 2	Temperatura	
						Inicio	Termino	Inicio	Termino					Inicio	Termino
Cargo	TÉCNICO QC GEMCO			SUPERVISOR QC GEMCO			CGA-BISA			REPRESENTANTE DE HEMCO					
Firma															
Nombre															
Fecha (dd/mm/aa)															

 		CONTROL DE CALIDAD										REG-GEM-05		
<b>CONTROL DE CALIDAD SOLDADURA POR EXTRUSIÓN</b>												Revisión	0	
												Fecha	01 mar 16	
												Página	... de ...	
<b>PROYECTO :</b> <b>ESTRUCTURA/FRENTE:</b> <b>CLIENTE :</b> <b>DESCRIPCION:</b> <b>INSTRUMENTACION: INSTRUMENTOS, MATERIALES Y CONSUMIBLES, ETC.</b>												<b>N° DE REGISTRO :</b> <b>N° DE PLANO :</b> <b>ESPEC. TECNICAS REF.: Technical Specifications</b> <b>FECHA:</b>		
Punto de Control N°	N° Serie de placa	Fecha de control	Hora de control	Materia de control	Tamaño	Temperatura T°/C	Ubicación	Longitud controlada m	WELDED TEST		RIGIDITY TEST		Comentarios	Tecnico QC
									T°	Presión (PSI)	T°	Presión (PSI)		
Cargo	TÉCNICO QC GEMCO			SUPERVISOR QC GEMCO			CGA-BISA			REPRESENTANTE DE HEMCO				
Firma														
Nombre														
Fecha (dd/mm/aa)														

CONTROL DE CALIDAD		REG-GEN-07								
		<b>REGISTRO DE ENSAYOS DESTRUCTIVOS POR FUSIÓN</b>								
		Revisión	1							
		Fecha	03 mar 15							
		Página	... de ...							
<b>PROYECTO :</b>		<b>N° DE REGISTRO :</b>								
<b>ESTRUCTURA/FRENTE:</b>		<b>N° DE PLANO :</b>								
<b>CLIENTE:</b>		<b>ESPEC. TÉCNICAS REF.:</b>								
<b>OBSERVACIONES:</b>		<b>FECHA :</b>								
<b>INSTALADOR: GEMCO - GEOSINTÉTICOS, MINERÍA Y CONSTRUCCIÓN S.A.S.</b>		<b>TENSIOMETRO:</b>								
IDENTIFICACION DE LA DESTRUCTIVA	PEEL ( Min. .... )			Fase 1 Falla	SHEAR ( Min. .... )			Fase 2 Falla	ESPESOR (mm)	
	...Pulg	Tipo Falla	%Despegue		...Pulg	Tipo Falla	%Strain		Superior	Inferior
Destructiva No.	/									
Fecha de Soldado	/									
N° de Máquina	/									
Técnico	/									
Unión de Paneles	/									
Destructiva No.	/									
Fecha de Soldado	/									
N° de Máquina	/									
Técnico	/									
Unión de Paneles	/									
Destructiva No.	/									
Fecha de Soldado	/									
N° de Máquina	/									
Técnico	/									
Unión de Paneles	/									
Destructiva No.	/									
Fecha de Soldado	/									
N° de Máquina	/									
Técnico	/									
Unión de Paneles	/									
<b>OBSERVACIONES :</b>										
<b>NOTES :</b>										
Peel and Shear Strength test were performed at of 2 inch/minute or 20 inch/minute Peel and Strain test done in accordance with ASTM D 6302-09 The test were performed in accordance with approved standar procedures										
Cargo	TÉCNICO QC GEMCO	SUPERVISOR QC GEMCO	CGA-BISA	REPRESENTANTE DE HEMCO						
Firma										
Nombre										
Fecha (dd/mm/aa)										

 	CONTROL DE CALIDAD				REG-GEM-08					
	REGISTRO DE ENSAYOS DESTRUCTIVOS POR EXTRUSIÓN				Revisión	0				
					Fecha	01 mar 15				
					Página	de				
<b>PROYECTO :</b> <b>ESTRUCTURA/FRENTE:</b> <b>CLIENTE:</b> <b>OBSERVACIONES:</b> <b>INSTALADOR: GEMCO - GEOSINTÉTICOS, MINERIA Y CONSTRUCCIÓN S.A.C.</b>			<b>N° DE REGISTRO :</b> <b>N° DE PLANO :</b> <b>ESPEC. TÉCNICAS REF.:</b> <b>FECHA:</b> <b>TENSIOMETRO</b>							
IDENTIFICACION DE LA DESTRUCTIVA	RESI (Mn: _____)			Paso 6 Falla	SHEAR (Mn: _____)			Paso 6 Falla	ESPELSON (mm)	
	Plg	Tipo Falla	%Desarrollo		Plg	Tipo Falla	%Desarrollo		Superior	Inferior
Destructiva No:										
Fecha de Solicitud										
N° de Máquina										
Técnicos										
Unión de Perforas										
N° VT										
Destructiva No:										
Fecha de Solicitud										
N° de Máquina										
Técnicos										
Unión de Perforas										
N° VT										
Destructiva No:										
Fecha de Solicitud										
N° de Máquina										
Técnicos										
Unión de Perforas										
N° VT										
Destructiva No:										
Fecha de Solicitud										
N° de Máquina										
Técnicos										
Unión de Perforas										
N° VT										

**OBSERVACIONES :**

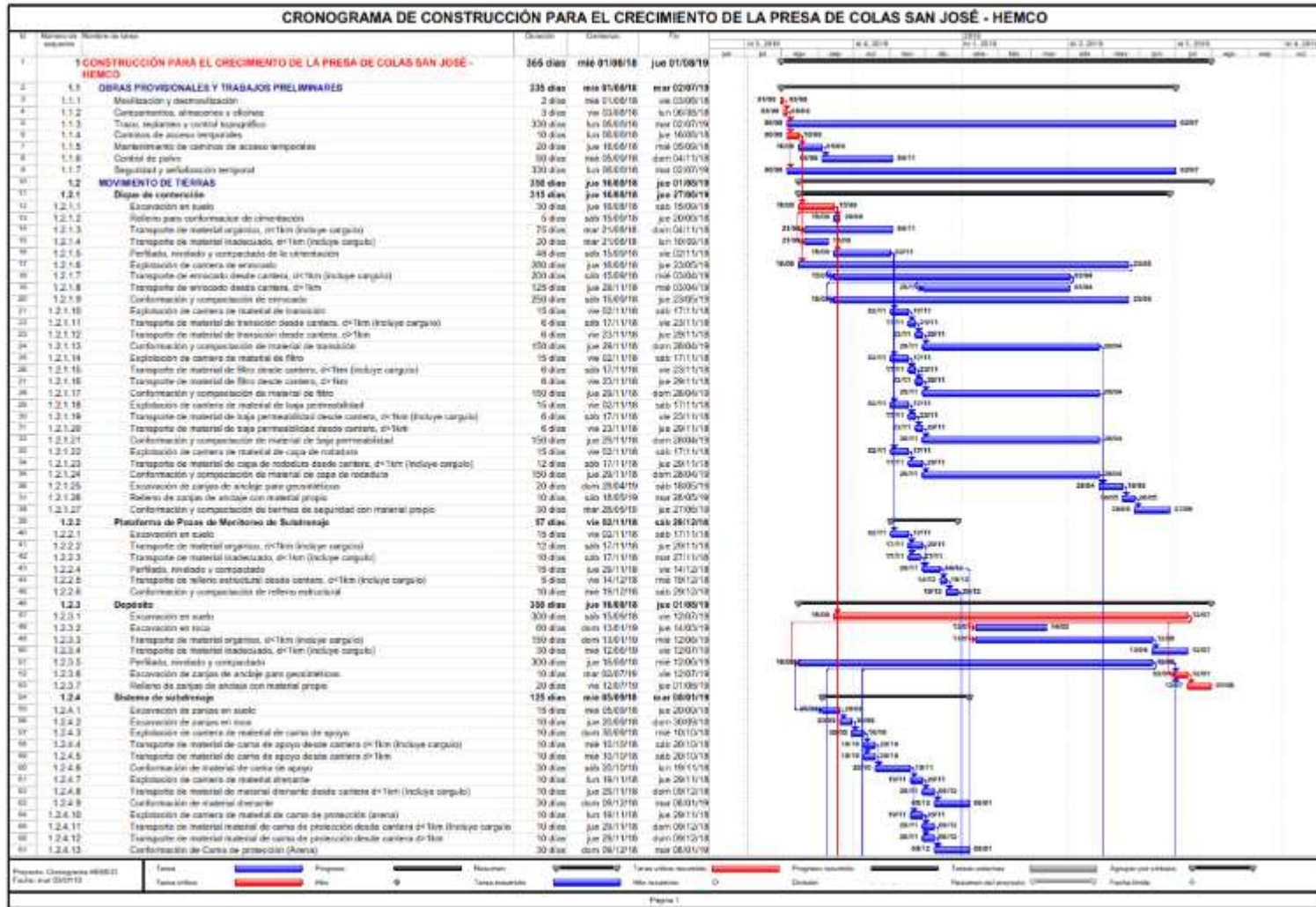
**NOTES :**  
 Peel and Shear Strength test were performed at of 2 inch/min or 30 inch/min Peel and Shear test done in accordance with ASTM D 895-08  
 The test were performed in accordance with approved standard procedures

Cargo	TÉCNICO DE GEMCO	SUPERVISOR DE GEMCO	COA-BISA	REPRESENTANTE DE HEMCO
Firma:				
Nombre:				
Fecha (dd/mm/aa)				

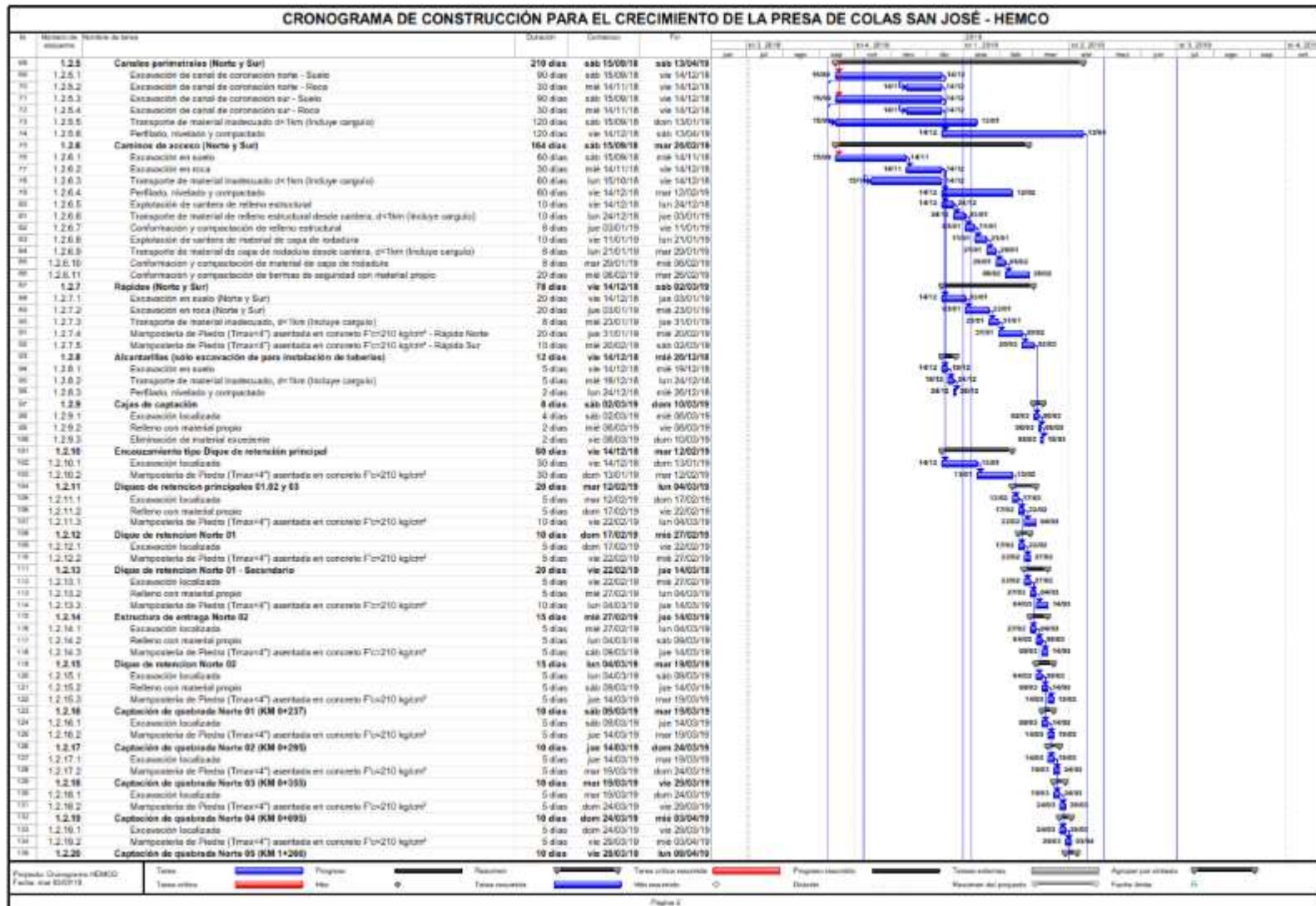
HEMCO		CONTROL DE CALIDAD												REG-GEN-08			
GEMCO		ACEPTACIÓN DE PANELES Y UNION - GEOMEMBRANA												Revisión	0		
														Fecha	01 mar 10		
														Página	de		
<b>PROYECTO :</b> <b>ESTRUCTURA/FRENTE:</b> <b>CLIENTE:</b> <b>OBSERVACIONES:</b> <b>INSTALADOR: GEMCO - GEOSINTETICOS, MINERIA Y CONSTRUCCIÓN S.A.C.</b>						<b>N° DE REGISTRO :</b> <b>N° DE PLANO:</b> <b>ESPEC. TÉCNICAS REF.:</b> <b>FECHA :</b>											
Panel N°	Área Panel (m <sup>2</sup> )	Fecha Aprobación	Nombre QC	Panel N°	Área Panel (m <sup>2</sup> )	Fecha Aprobación	Nombre QC	Panel N°	Área Panel (m <sup>2</sup> )	Fecha Aprobación	Nombre QC	Panel N°	Área Panel (m <sup>2</sup> )	Fecha Aprobación	Nombre QC		
<small>EL AREA FIRMANTE, AUTORIZADO POR LA FIRMA DE RESPONSABILIDAD, RECONOCE QUE LOS PLANOS Y UNIONES DE GEOSINTETICO REGISTRADOS ARRIBA, HAN SIDO INSTALADOS Y APROBADOS DE ACUERDO CON LOS PLANOS Y COORDINACIONES DEL PROYECTO.</small>														<small>AREA ENTREGADA (M<sup>2</sup>):</small>			
														<small>AREA ENTREGADA ACUM. (M<sup>2</sup>):</small>			
Cargo	TÉCNICO DE GEMCO			SUPERVISOR DE GEMCO			COA-BISA			REPRESENTANTE DE HEMCO							
Firma																	
Nombre																	
Fecha (dd/mm/aa)																	

HEMCO		CONTROL DE CALIDAD												REG-GEN-10			
GEMCO		CROQUIS PARA ENTREGA DE AREA												Revisión	0		
														Fecha	01 mar 10		
														Página	de		
<b>PROYECTO :</b> <b>ESTRUCTURA/FRENTE:</b> <b>CLIENTE:</b> <b>OBSERVACIONES:</b> <b>INSTALADOR: GEMCO - GEOSINTETICOS, MINERIA Y CONSTRUCCIÓN S.A.C.</b>						<b>N° DE REGISTRO :</b> <b>N° DE PLANO:</b> <b>ESPEC. TÉCNICAS REF.:</b> <b>FECHA :</b>											
Cargo	TÉCNICO DE GEMCO			SUPERVISOR DE GEMCO			COA-BISA			REPRESENTANTE DE HEMCO							
Firma																	
Nombre																	
Fecha (dd/mm/aa)																	

### 3.4.6 Planificación y Programación de la ejecución del Proyecto laboral (Etapas).







“Aseguramiento de calidad en la Ingeniería de detalle para el  
recrecimiento de la presa de colas San José, a través de la  
empresa BISA Ingeniería de Proyectos S.A.”

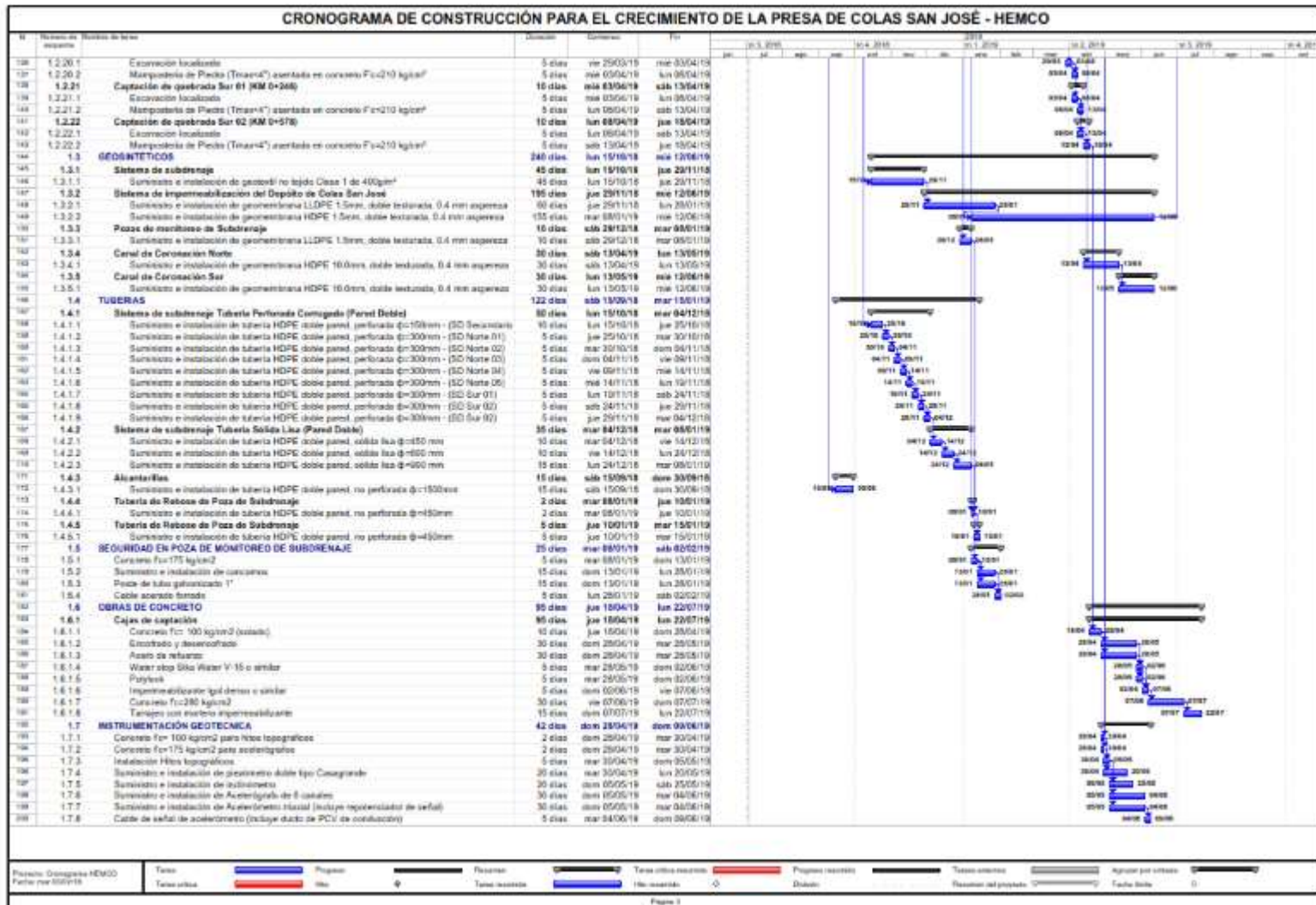


Figura 16. Planificación y Programación de la ejecución del Proyecto laboral (Etapas).  
Fuente: BISA (2018)

## CAPÍTULO IV. RESULTADOS

### 4.1 Resultados del diagnóstico de la situación problemática

La experiencia laboral fue realizada en una concesión minera en Nicaragua a 3.3 km al Nor-este de Bonanza en la comunidad del municipio de Bonanza, Región Autónoma de la Costa Caribe Norte, Nicaragua. Las instalaciones de la mina se encontraron entre 200 y 300 msnm. El acceso a la mina se realizó través de carretera, siguiendo la ruta Managua- Bonanza a una distancia aproximada de 411 km y toma aproximadamente ocho horas, por tránsito terrestre y 1 hora y 10 minutos vía aérea.

### 4.2 Resultados de la Aplicación de la Mejora en el proyecto laboral

Según el informe presentado al cliente los resultados obtenidos por la gestión de aseguramiento de la calidad de la empresa BISA son los siguientes:

#### Gestión de Campo

- **Movimiento de Tierras**

Todas las actividades ejecutadas que considera el movimiento de tierras, se desarrollaron en estricto cumplimiento de los detalles definidos en los Planos del Proyecto y acorde con los requerimientos de las Especificaciones Técnicas del Proyecto SP-1247GP00012A-600-00-4001-Rev0.



*Figura 17. Trabajos de desbroce y eliminación de capa orgánica*  
*Fuente: BISA (2018)*



- **Excavaciones**

Los trabajos de excavación consistieron en el retiro de pequeños árboles, arbustos y la capa de suelo orgánico, el cual recubre toda la zona con espesores variables. Dicho material es removido cuidadosamente para ser depositado en las zonas denominadas como botaderos donde se disponen para su conservación y posterior utilización; para este caso el material se dispuso en los depósitos denominados Capitán Norte, Elefante Blanco y Neblin

- **Fundaciones**

En el área del Recrecimiento del Dique principal y Embalse, las superficies excavadas fueron aprobadas por CQC y verificadas por CQA-BISA, considerando la estabilidad de las mismas y registradas por topografía.

En las zonas donde se identificó material inadecuado se excavó hasta alcanzar niveles de fundación de acuerdo a los criterios del Ingeniero CQA.

Asimismo, se tuvo especial cuidado en identificar y captar todas las filtraciones encontradas durante el proceso de excavación, los mismos que fueron encausados hacia el sistema de subdrenaje construido.



Figura 18. Conformación de capa de arcilla en dique principal  
Fuente: BISA (2018)

- **Sistema de sub drenaje**

El sistema de subdrenaje principal de la Presa, ha sido construido en esta etapa, captando todas las líneas de flujo de agua subterráneas expuestas en la superficie, CQA BISA ha decidido el encausamiento de las mismas hacia los drenes principales.

- **Rellenos.**

Se realizaron rellenos de material permeable, proveniente de los mismos cortes del vaso y de la cantera de arcilla dentro del vaso. Adicionalmente se ha transportado material estéril que provinieron de la Cantera “Capitán Sur”; la misma que en combinación con materiales finos de las propias excavaciones resulta un material estable y sin excesivos vacíos. El relleno de material permeable ha sido conformado y compactado en espesores de 300mm. Las aprobaciones y verificaciones se realizaron con pruebas de densidad y humedad de campo por el método de Cono de arena y visualmente realizando calicatas a fin de verificar el espesor de capa. Las aprobaciones se encuentran registradas en los formatos de relleno común, así como en los formatos de Ensayos de Campo.



Figura 19. Conformación de transición en dique principal  
Fuente: BISA (2018)

- **Superficie de Terreno Nivelado**

Las superficies resultantes de las excavaciones y rellenos, han sido conformadas y compactadas con la finalidad de dejar superficies compactadas y lisas, el grado de compactación fue de mayor al 95% de la máxima densidad seca determinada por la norma ASTM D698 (ensayo de próctor estándar) las misma que fueron aprobadas por CQC y verificada por CQA BISA.

- **Capa de Rodadura**

Las superficies de los accesos han sido conformadas y compactadas para aprobación del CQC y posterior liberación del CQA de BISA y luego proceder con la colocación de la Capa de Rodadura en capa de 300 mm colocando 10 mm más de lo que indica la ingeniería, ya que existe tráfico de equipos de línea amarilla y volquetes.

## Geosintéticos

La geomembrana usada es de Polietileno de Alta Densidad (HDPE) de 1.5mm. (60 mil) de espesor, doble texturada (texturada por ambas caras). Los materiales utilizados en el proyecto cuentan con sus respectivos Certificados de Calidad y en general, podemos afirmar que se han utilizado métodos adecuados de transporte, manipulación y almacenamiento.

- **Instalación de Geomembrana**

Previo al despliegue de geomembrana, el proveedor. presentó la documentación de calidad de los rollos involucrados, los mismos que fueron revisados por CQA-BISA como parte de la gestión de calidad emitiendo su conformidad con el producto y procediéndose luego a su instalación en campo.



*Figura 20.* Conformación del dique principal para instalar geomembrana  
Fuente: BISA (2018)



*Figura 21.* Conformación de área para instalar geomembrana  
Fuente: BISA (2018)

En las etapas de desarrollo del proyecto contó con sus respectivos Certificados de Calidad para lo cual la gestión de laboratorio realizó ensayos a los materiales usados, la empresa encargada en campo fue DYSCONCSA los protocolos y aprobaciones están incluidos en el correspondiente Dossier de Control de Calidad.

- Análisis Granulométrico: PCSJ-DYSCONCSA-GRAN-01 al PCSJ-DYSCONCSA-GRAN66
- Límites de Consistencia: PCSJ-DYSCONCSA-LIM-01 al PCSJ-DYSCONCSA-LIM-39
- Próctor Estándar: PCSJ-DYSCONCSA-PREST-01 al PCSJ-DYSCONCSA-PREST-34
- Cono de Arena: PCSJ-DYSCONCSA-COYAR-01 al PCSJ-DYSCONCSA-COYAR-151.
- Peso Específico: PCSJ-DYSCOMCSA-PESPEC-01 al PCSJ-DYSCONCSA-PESPEC-17
- Intemperismo: PCSJ-DYSCONCSA-INTEMP-01 al PCSJ-DYSCONCSA-INTEMP-13



*Figura 22.* Evaluación de técnicos y equipos para Instalación de Geomembrana  
Fuente: BISA (2018)





*Figura 23.* Pruebas de Control de Calidad Geomembrana  
Fuente: BISA (2018)

#### **4.3 Impacto de la aplicación de la mejora en la empresa o en el entorno donde se desarrolla el proyecto**

Los principales impactos causados por el equipo y su tránsito, se presentaron por las emisiones de ruido, gases y material en partículas a la atmósfera. El equipo tuvo que estar ubicado adecuadamente en sitios donde no perturbara a la población y al medio ambiente y contar, además, con sistemas de silenciadores (especialmente el equipo de compactación de material y plantas de trituración), sobre todo si se trabajaba en zonas vulnerables o se perturba la tranquilidad, autorizado del Supervisor.

Asimismo, el equipo mecánico no alteraba cauces naturales ni cuerpos de agua, de operar en zonas potencialmente sensibles ambientalmente, las cuales debían contar con la aprobación del supervisor y cliente.

Se tuvo cuidado también con el peligro de derrame de aceites y grasas de la maquinaria, para lo cual se realizaron revisiones periódicas a la maquinaria, así como la construcción de rellenos sanitarios donde se depositaban los residuos.

Los equipos a utilizar debían operar en adecuadas condiciones de carburación y lubricación para evitar y/o disminuir las emanaciones de gases contaminantes a la atmósfera. Estas acciones deben complementarse con revisiones técnicas periódicas. El Contratista instruyó al personal para que por ningún motivo se lave los vehículos o maquinarias en cursos de agua o próximos a ellos

## CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMEDADIONES

El desarrollo del proyecto y la experiencia profesional adquirida en la concesión minera en Nicaragua, presenta para mi persona la puesta en práctica de habilidades y destrezas en torno al conocimiento en el área de aseguramiento de la calidad, las cuales se pueden **concluir por objetivos de la siguiente manera:**

- Identificar y captar las filtraciones encontradas durante el proceso de excavación, los mismos que fueron encausados hacia el sistema de subdrenaje construido.
- Captar las líneas de flujo de agua subterráneas expuestas en la superficie.
- Aprobar y verificar la realización de pruebas de densidad y humedad de campo por el método de Cono de arena.
- Verificar el espesor de capa (ensayo de Proctor estándar).
- Conocer y utilizar métodos adecuados de transporte, manipulación y almacenamiento de materiales en el proyecto.
- Certificar que los materiales utilizados sean los adecuados.
- Revisar la documentación de calidad previa al despliegue de geomembrana presentada por el proveedor.
- Emitir conformidad con el producto y procediéndose luego a su instalación en campo.
- Aplicar análisis Granulométrico.

En la ejecución del proyecto se participó poniendo en práctica las competencias profesionales en la elaboración del informe presentado al cliente en Nicaragua con los resultados obtenidos por la gestión de aseguramiento de la calidad de la empresa BISA donde se redactaron los surgentes documentos:

- a) Emisión de cartas mensuales de revisión y aceptación del (o de los) dossier(s) mensuales del (o de las) área(s) de CQC del (o de los) Contratista(s).
- b) Reporte Semanal de los documentos de auditoría que ha emitido el CQA (NCRs y SVRs).
- c) Informe Mensual de la Gestión del Aseguramiento de la Calidad de cada Proyecto.
- d) Revisión y aceptación de los Planos As-built de Construcción.
- e) Entrega de los Informes de CQA del proyecto

## RECOMENDACIONES

En función a la experiencia profesional adquirida en el desarrollo del proyecto “Ingeniería de detalle para el recrecimiento de la presa de colas San José, 2018”, se presentan las siguientes recomendaciones:

- Se debe aplicar un marco amplio de desarrollo sostenible al diseño inicial de relaves, instalaciones de almacenamiento, manejo de relaves y cierre de instalaciones de almacenamiento de relaves.
- Se necesitan sistemas que incorporen un enfoque basado en el riesgo de vida de la mina para garantizar que y se cumplen los objetivos de cierre.
- Las instalaciones de almacenamiento de relaves deben proporcionar un almacenamiento seguro, estable y económico de relaves.
- La gestión, el almacenamiento y el cierre deben sopesarse frente a los factores sociales y Riesgos ambientales y altos costos de reparación asociados si ocurre una falla.



## REFERENCIAS

- Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos. (10 de agosto de 2014). *Diseño y evaluación de presas de colas*. Obtenido de [https://translate.googleusercontent.com/translate\\_f#6](https://translate.googleusercontent.com/translate_f#6)
- BISA. (10 de septiembre de 2018). *Código CSGB-PRO-ECA- 13201-0000-00-2001*. Obtenido de <http://www.bisa.com.pe/>
- BISA. (10 de enero de 2018). *Manual de Calidad de BISA*. Obtenido de <http://www.bisa.com.pe/>
- Buenaventura Ingeniería de Proyectos S.A. (BISA) . (10 de diciembre de 2020). *Nosotros*. Obtenido de <http://www.bisa.com.pe/noticia/politica-integrada-de-seguridad-salud-en-el-trabajo-y-medio-ambiente/>
- Fernandez, J. (10 de enero de 2021). *Revista Energiminas*. Obtenido de BISA confirma su desvinculación del grupo Buenaventura: <https://energiminas.com/bisa-confirma-su-desvinculacion-del-grupo-buenaventura/>
- Geek de la ingeniería. (17 de febrero de 2020). *Factores a considerar en el proceso de ingeniería detallado*. Obtenido de <https://engineeringgeek01.medium.com/factors-to-consider-in-detailed-engineering-process-8bba6703ed49>
- Industriall. (10 de enero de 2021). *Lo que se debe saber sobre las represas de relave*. Obtenido de <http://www.industrialunion.org/es/lo-que-se-debe-saber-sobre-las-represas-de-relave>
- Ingeniería y Desarrollos Integrales S.L. (15 de mayo de 2018). Obtenido de <https://idisl.info/que-es-y-como-realizar-una-ingenieria-de-detalle-1a-parte/#segundo>
- Kossoff, D., Dubbin, W., & Alfredsson, M. (4 de octubre de 2014). *Mine tailings dams: Characteristics, failure, environmental impacts*. Obtenido de ScienceDirect: [https://www.researchgate.net/publication/266620476\\_Mine\\_Tailings\\_Dams\\_Characteristics\\_Failure\\_Environmental\\_Impacts\\_and\\_Remediation](https://www.researchgate.net/publication/266620476_Mine_Tailings_Dams_Characteristics_Failure_Environmental_Impacts_and_Remediation)
- Palomino, P., Postigo, L., & Sánchez, A. (2015). *Propuesta de gestión para el proyecto de ingeniería de detalle de la planta de procesos del proyecto minero Tambomayo*. Lima: Universidad Peruana de las Ciencias Aplicadas. Obtenido de <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/594801/TEISIS%20MADP%20GESTION%20PROYECTO%20MINERO%20TAMBOMAYO.pdf?squence=1&isAllowed=y>
- Plataforma ISOTools. (10 de enero de 2021). *¿Qué es el aseguramiento de la calidad y cómo se consigue?* Obtenido de <https://www.isotools.org/2015/03/20/que-es-el-aseguramiento-de-la-calidad-y-como-se-consigue/>
- PM Projen. (20 de diciembre de 2020). *¿Por qué es importante el diseño y la ingeniería de detalle?* Obtenido de <https://www.projen.co.uk/info-centre/why-is-detailed-design-engineering-important/>
- Present Group. (14 de octubre de 2019). *¿Qué es el diseño de ingeniería de detalle?* Obtenido de <https://presentgroup.com.au/what-is-detailed-engineering-design/>
- Thygesen, K. (02 de marzo de 2017). *Almacenamiento de relaves de minas: la seguridad no es un accidente*. Obtenido de Diferencias entre presas de retención de agua y presas de relaves: <https://www.grida.no/resources/11422>

ANEXOS

Anexo 1. Instalación de Geomembrana en Dique principal.



## Anexo 2. Evaluación de técnicos y equipos para Instalación de Geomembrana



### Anexo 3. Excavación de zanja de anclaje para la Instalación de Geomembrana

