

## **CAPÍTULO IV**

### **DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO**

#### **4.1. Introducción**

Fosfatos del Pacífico S.A., en adelante FOSPAC, proyecta la explotación de un yacimiento de fosfatos, mineral no metálico en la concesión Bayóvar 9, su procesamiento para producir roca fosfórica concentrada, su traslado a través de una carretera industrial exclusiva y su posterior embarque en un puerto propio. Al conjunto de estas etapas se denominará en adelante, el Proyecto Fosfatos

El Proyecto Fosfatos se ubica en el distrito de Sechura, provincia de Sechura y región Piura, dentro de la franja desértica del territorio peruano. La concesión se encuentra aproximadamente a 950 km al norte de la ciudad de Lima, a 110 km al sur de la ciudad de Piura y a 30 Km de la línea costera del Océano Pacífico. El plano **830MA0001A-010-20-001**, muestra la ubicación del Proyecto.

El acceso al área del proyecto desde Lima se puede realizar vía aérea y por vía terrestre. En el cuadro 4.1-1 se presenta las rutas de acceso al proyecto y en el cuadro 4.1-2 las distancias a los centros poblados más cercanos.

La inversión total para el proyecto asciende aproximadamente a 500 millones de dólares americanos.

**Cuadro 4.1-1. Rutas de acceso al Proyecto**

| <b>Ruta</b>                         | <b>Tramo</b>   | <b>Tipo de acceso</b> | <b>Distancia<br/>km</b> | <b>Tiempo<br/>h</b> |
|-------------------------------------|--|-----------------------|-------------------------|---------------------|
| <b>Vía<br/>terrestre</b>            | Lima – Chiclayo – Cruce<br>Bayóvar, km 902<br>panamericana norte | Carretera asfaltada   | 902                     | 12,00               |
|                                     | Chiclayo, km 902<br>panamericana norte - Bayóvar                 | Carretera asfaltada   | 37                      | 0,50                |
|                                     | Bayóvar- Proyecto  | Carretera afirmada    | 5                       | 0,25                |
|                                     | <b>Total</b>   |                       | <b>944</b>              | <b>12,75</b>        |
| <b>Vía<br/>Aérea-<br/>terrestre</b> | Lima-Piura   | Aéreo                 | 1 000                   | 1,25                |
|                                     | Piura -Sechura   | Carretera asfaltada   | 110                     | 1,50                |
|                                     | Sechura - Parachique   | Carretera asfaltada   | 35                      | 0,75                |
|                                     | Parachique - Proyecto  | Carretera afirmada    | 5                       | 0, 5                |
|                                     | <b>Total</b>   |                       | <b>1 150</b>            | <b>4,00</b>         |

Fuente: BISA

**Cuadro 4.1-2. Distancias entre centros poblados y las operaciones  
FOSPAC**

| <b>Poblados</b> | <b>Distancias (Km)</b>     |             |
|-----------------|----------------------------|-------------|
|                 | <b>Planta de beneficio</b> | <b>Mina</b> |
| Puerto Rico     | 24,55                      | 26,30       |
| Illescas        | 12,65                      | 14,34       |
| Parachique      | 20,69                      | 22,63       |
| Vichayo         | 14,37                      | 16,52       |
| Sechura         | 43,64                      | 45,49       |

Nota: Las distancias son calculadas en línea recta. Fuente: BISA

#### **4.1.1 Componentes del proyecto fosfatos**

El proyecto fosfatos, está compuesto por 07 componentes principales y obras auxiliares comunes a los componentes principales, que en el tiempo podrán ser permanentes durante la vida útil del proyecto. Por otro lado, dentro de cada componente principal existen obras auxiliares específicas las cuales serán cerradas al final de la etapa de construcción. Los principales componentes permanentes y temporales son:

##### **Componentes principales y permanentes**

- 1 Instalaciones de mina (tajo a cielo abierto)
- 2 Instalaciones de procesamiento (planta de beneficio)
- 3 Instalaciones de manejo de desechos (poza lodos residuales y poza de evaporación)
- 4 Instalaciones de suministro de agua de mar y planta de ósmosis
- 5 Instalaciones portuarias marítimas y terrestres (puerto de embarque de concentrados)
- 6 Instalaciones de abastecimiento de energía eléctrica (línea de transmisión de 138 kV, 60 kV y subestaciones)
- 7 Carretera de la planta de beneficio al puerto Bayóvar.

##### **Componentes temporales**

- 1 Campamento de contratistas para la construcción
- 2 Botadero de excedentes
- 3 Accesos temporales

##### **Componentes auxiliares**

- 1 Posta médica
- 2 Oficinas
- 3 Almacenes

- 4 Talleres de mantenimiento
- 5 Instalaciones de suministro eléctrico
- 6 Depósito de combustibles
- 7 Depósito temporal de residuos sólidos (domésticos e industriales)
- 8 Sistemas de tratamiento de aguas residuales (domésticas e industriales)
- 9 Sistema de tratamiento de agua de consumo humano
- 10 Sistema de protección contra incendios
- 11 Sistemas de comunicaciones, informática y gerencia

## **4.2. Descripción general del proyecto fosfatos**

Fosfatos del Pacífico S.A. (FOSPAC) proyecta una producción del mineral bruto extraído de mina de 6,3 millones de toneladas para poder producir un promedio de 2,5 millones de toneladas de concentrado de fosfatos según las especificaciones del mercado.

El plan de mina, a través del método de explotación a cielo abierto (tajo), establece que el mineral extraído será clasificado por capas según la caracterización y accesibilidad del mineral y luego conducido a la planta de procesos.

La planta de procesos (beneficio) tratará un nominal de 20 225 toneladas métricas por día de mineral a través de un proceso desarrollado en forma específica, el cual incluye tambores restregadores, celdas de atrición y deslamado en etapas múltiples, flotación inversa, espesado y filtrado de concentrados, así como el espesado y filtrado de los residuos. Finalmente los concentrados de roca fosfórica serán secados y calcinados para su embarque al mercado internacional. Existirán 2 líneas de proceso, una para las capas que sólo requieren lavado, y una línea de procesamiento independiente para las capas que requieren lavado y flotación. Ver figura 4.2-1.

El proceso (beneficio) del mineral se inicia con el traslado del mineral del Tajo en camiones mineros hacia las tolvas de alimentación, del cual se alimenta al sistema de fajas que transportará el mineral hacia las 4 pilas de almacenamiento, 2 para apilamiento y 2 para recuperación, con una capacidad total para 5 días de procesamiento.

El mineral será mezclado por medio de un sistema de recojo con el fin de alimentar a la planta el tonelaje predeterminado de cada pila de almacenamiento. El mineral mezclado será transportado al tambor de restregado y se le agregará agua reciclada. Luego, la criba de descarga del tambor de restregado separará los materiales grueso de mayor tamaño (+ 2 360 micrones), los cuales serán transportados los primeros cuatro años a la poza de desechos mediante camiones, y los siguientes dieciséis años a la mina mediante fajas. El producto de menor tamaño de la zaranda -2 360 micrones será deslamado y el producto será enviado al circuito de atricción, el cual consta de tres etapas para la línea 1, y dos etapas en la línea 2, cada etapa tiene un proceso de deslamado para eliminar la fracción del tamaño < 53 micrones como lamas. Las lamas serán recolectadas y desaguadas antes de ser dispuestas como desechos.

El producto de la última atricción será zarandeado en una criba de 425 micrones, donde las partículas mayores a 425 micrones será tratado en un molino de barras para su posterior alimentación al proceso de flotación.

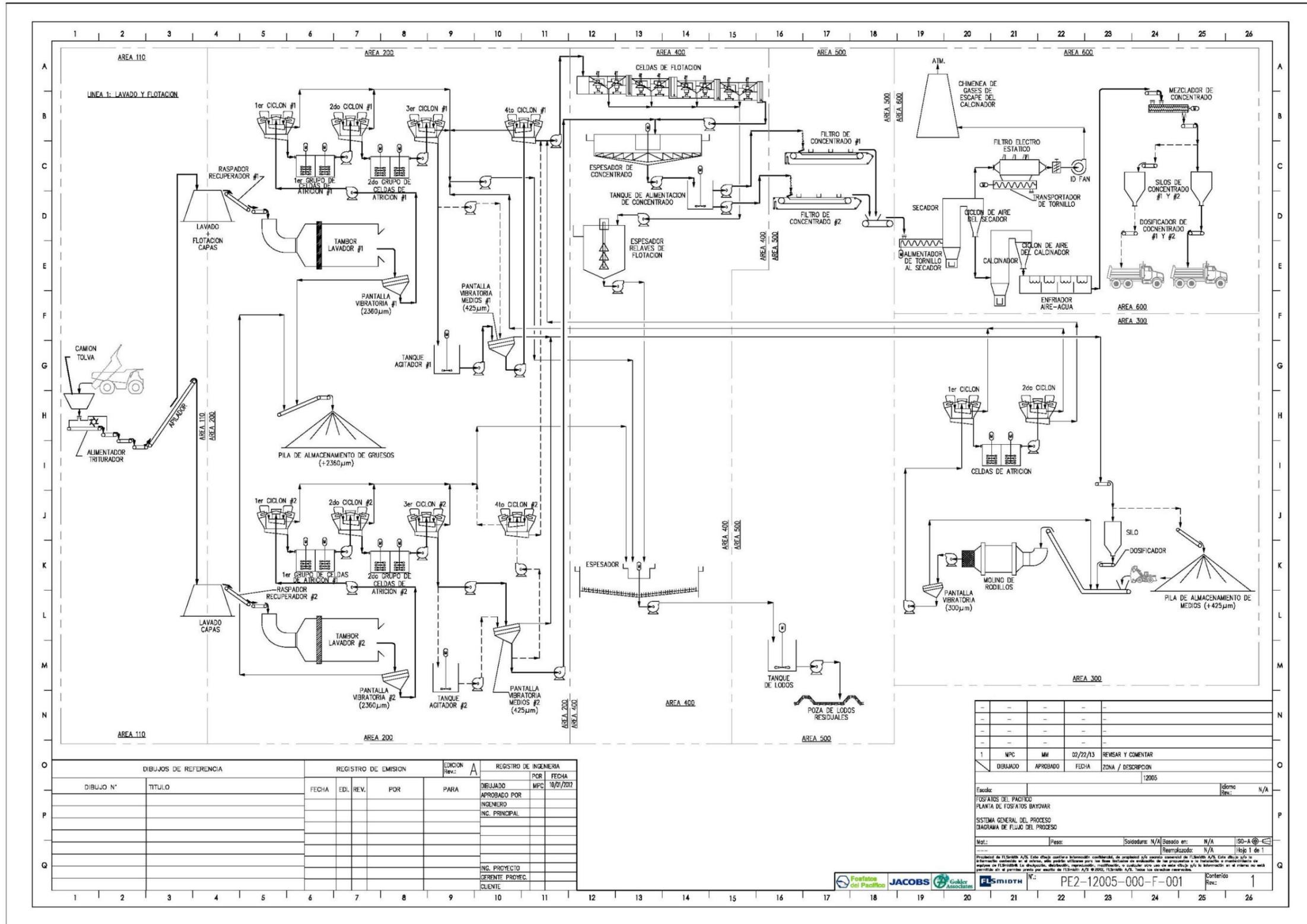
El producto de la atricción de la línea 2 es enviado al espesador de concentrado, mientras que el de la línea 1 es enviado al circuito de flotación, en donde los contaminantes de sílice serán retirados en las espumas, el producto de la flotación es enviado al espesador de concentrado, para luego ser filtrado. El producto filtrado es enviado a la planta de secado/calcinado para obtener un producto conforme a las exigencias del mercado.

Es necesario bombear agua de mar para usarla en la planta de beneficio y la planta de ósmosis inversa en donde el agua es desalinizada. .

El agua desalinizada de la planta de ósmosis inversa, se usa para lavar el producto y para alcanzar en el concentrado final una humedad máxima de 6% para su transporte al puerto ubicado a 40 km de la planta.

La figura 4.2-1 muestra el diagrama proceso para la obtención de roca fosfórica concentrada a partir de mineral de roca fosfórica (mineral no metálico).

Figura 4.2-1. Diagrama general del proceso



| DIBUJOS DE REFERENCIA |        | REGISTRO DE EMISION |      |      |     | EDICION | REGISTRO DE INGENIERIA |     |            |
|-----------------------|--------|---------------------|------|------|-----|---------|------------------------|-----|------------|
| DIBUJO N°             | TITULO | FECHA               | EDL. | REV. | POR | PARA    | PREP.                  | PCR | FECHA      |
|                       |        |                     |      |      |     |         | DISEÑADO POR           | MPC | 10/01/2012 |
|                       |        |                     |      |      |     |         | APROBADO POR           |     |            |
|                       |        |                     |      |      |     |         | INGENIERO              |     |            |
|                       |        |                     |      |      |     |         | ING. PRINCIPAL         |     |            |
|                       |        |                     |      |      |     |         |                        |     |            |
|                       |        |                     |      |      |     |         | ING. PROYECTO          |     |            |
|                       |        |                     |      |      |     |         | GERENTE PROYEC.        |     |            |
|                       |        |                     |      |      |     |         | CLIENTE                |     |            |

|  |          |            |   |                    |
|--|----------|------------|---|--------------------|
| 1  | MPC      | MM         | 02/22/13                                      | REVISAR Y COMENTAR |
| DIBUJADO   | APROBADO | FECHA      | ZONA / DESCRIPCION                            |                    |
|  |          |            | 12005   |                    |
| Escalera:  |          | Idioma:    |   | N/A                |
| FOSFATOS DEL PACIFICO  |          |            |   |                    |
| PLANTA DE FOSFATOS BAYOVAR   |          |            |   |                    |
| SISTEMA GENERAL DEL PROCESO  |          |            |   |                    |
| DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO  |          |            |   |                    |
| Mat:   | Peso:    | Soldadura: | N/A   | Basado en:         |
|  |          |            | N/A   | N/A                |
| Propiedad de FOSFATOS S.A.S. Este dibujo contiene información confidencial, de propiedad y/o secreto comercial de FOSFATOS S.A.S. Este dibujo y/o información contenida en el mismo, solo puede utilizarse para los fines descritos en el momento de su producción y no debe ser utilizada o modificada en cualquier otro caso sin el consentimiento escrito de FOSFATOS S.A.S. La reproducción, distribución, modificación, copia o cualquier otro uso de esta información en el presente sin el consentimiento escrito de FOSFATOS S.A.S. se considerará una infracción de las leyes de propiedad intelectual. |          |            |   |                    |
|  |          |            | PE2-12005-000-F-001<br>Contenido: 1<br>Rev: 1 |                    |

Fuente: Fosfatos del Pacifico S.A.

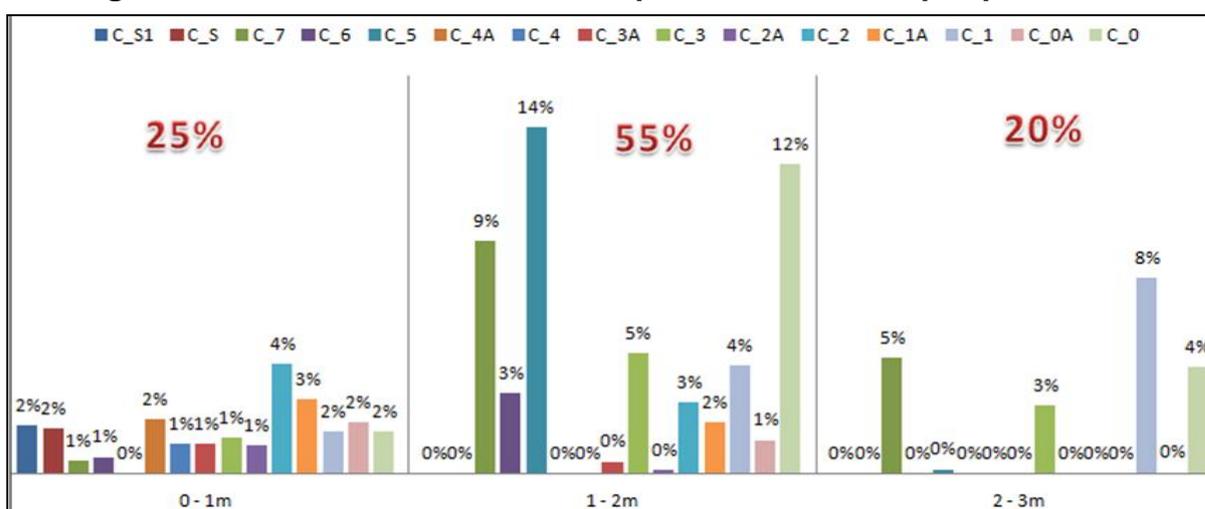
### 4.3. Descripción etapa de construcción

#### 4.3.1 Instalaciones de mina (etapa pre operativa construcción)

El yacimiento de fosfato de Bayóvar es de origen sedimentario y se ha formado como consecuencia de la deposición de componentes orgánicos en los sucesivos eventos de ingreso del mar a la costa. Este yacimiento está compuesto por capas de roca fosfórica intercaladas con capas de arenas y diatomitas. Hasta el momento se han reconocido quince (15) capas de roca fosfórica de diferente espesor (en adelante “potencia”). Estas capas pueden ser clasificadas en principales y ramales, dependiendo de su continuidad y potencia.

El 25% de las capas tienen una potencia que varía de 0 a 1 metro; el 55% de capas tiene una potencia de 1 a 2 metros; y el 20% restante tiene una potencia que varía de 2 a 3 metros. En la figura 4.3-1 se observa un histograma que clasifica las diferentes capas encontradas en función a los rangos de potencia ya mencionados.

**Figura 4.4.3-1. Distribución de las capas mineralizadas por potencia**



Fuente: FOSPAC

Las capas de fosfatos (en adelante “mineral”) son sub-horizontales y están

intercaladas con capas de diferentes tipos de diatomita (inca, tufácea clara, tufácea oscura) y arena (clambore, sobrecarga). La diatomita y la arena serán denominadas en adelante “estéril”. El espesor total del yacimiento es de aproximadamente 90 metros, medido desde el fondo del tajo abierto hasta el nivel natural del terreno.

El Proyecto contempla la explotación mediante el minado a cielo abierto de las capas reconocidas. Se ha determinado un recurso medido indicado minable equivalente a 130 millones de toneladas métricas secas (MTMS) con una ley promedio de 17,5%  $P_2O_5$ .

Las características físicas del yacimiento permiten una explotación sin necesidad de perforación y voladura, por lo que el minado se realizará mediante la excavación directa. El mineral se excavará mediante una fresadora (en adelante Surface Miners) y luego será cargado a camiones, los cuales lo acumularán en una zona de almacenamiento de mineral (en adelante “stock pile en Operación”). Desde esta zona se abastecerá a una tolva, luego mediante un sistema segmentado de fajas transportadoras de aproximadamente 2 000 metros de longitud se entregará a la planta. El desmote se extraerá derribando con tractores al talud en el piso del tajo abierto y de aquí se acumulará hacia la zona ya explotada con tractores y finalmente con un sistema de faja perfilando el talud del relleno del desmote en 17°C.

Los componentes relacionados con el movimiento masivo de tierras son los siguientes:

- a) Mina
- b) Depósito de desmontes
- c) Stock pile en operación (zona de transferencia)

#### **4.3.1.1 Estudios básicos para la construcción de la mina**

FOSPAC, ha realizado las investigaciones de campo necesarias para justificar los diseños de ingeniería para la construcción de la mina y sus componentes principales, el tajo y el depósito de desmonte. En este sentido se han realizado evaluaciones topográficas, geológicas, geotécnicas e hidrogeológicas.

Para evaluar las condiciones geológicas, geotécnicas e hidrogeológicas se han ejecutado seis (6) sondajes geotécnicos, ochenta (80) ensayos SPT y doce (12) sondajes hidrogeológicos en el área del tajo de fosfatos durante el año 2012, se instalaron seis (6) piezómetros de cuerda vibrante y doce (12) piezómetros de tubo abierto (12). Asimismo, se realizaron sesenta y nueve (69) pruebas de permeabilidad de carga variable, cinco (5) ensayos de permeabilidad de tipo Lefrac a nivel constante, once (11) pruebas de Slug Test y una (1) prueba de bombeo. Asimismo, se registró datos geotécnicos básicos de testigos de perforaciones y se seleccionó muestras más representativas de testigos para la ejecución de ensayos básicos y especiales en el laboratorio de Golder (Lima) y en el laboratorio de la Universidad de Piura.

Además de los datos obtenidos en la campaña de perforación del 2012, se han realizado ensayos de Laboratorio a partir de muestras obtenidas de la campaña de perforación de 2010. Los trabajos de perforación fueron realizados por el contratista RAM Perú SAC.

Las investigaciones geotécnicas de campo se detallan en el Informe Geotécnico Ver.04 (13-04-16\_021-119-415-5041\_IF\_Ver.04) (Golder, 2013a), adjunto al presente informe como **Anexo 4-1**. Por otro lado, las investigaciones hidrogeológicas se detallan en el informe hidrogeológico (13-04-16\_022-119-415-5041\_IF\_Ver.04-A) (Golder, 2013a), adjunto al presente informe como **Anexo 4-2**.

Las conclusiones de los estudios geotécnico e hidrogeológico son las siguientes:

1. Sobre la base de investigaciones geológicas y geotécnicas del área se ha definido cinco unidades geotécnicas:
  - Suelo Cuaternario.
  - Diatomita Inca.
  - Arena Clambore.
  - Diatomita Tufácea Clara.
  - Diatomita Tufácea Oscura
  
2. Las propiedades de resistencia consideradas para este análisis han sido reducidas apropiadamente para tomar en cuenta la variabilidad espacial que son comunes en los estratos geológicos y eventos extremos como el Fenómeno El Niño; dichos parámetros de resistencia son presentados en la Tabla 3. Por otro lado, se ha considerado un coeficiente sísmico horizontal (Kh) de 0,21 para este sitio sobre la base del “Informe del Estudio de Peligro sísmico” (Golder, 2011b) y el informe “Parameters for seismic analysis and design - Bayovar Phosphate Project, Perú V3” (129-415-1008)
  
3. La información disponible indica que en el área de Bayóvar 9 no impacta las aguas superficiales durante eventos lluviosos importantes, como por ejemplo durante un eventual Fenómeno El Niño. Sin embargo, las implicancias sobre las operaciones, producto de la precipitación directa durante dichos eventos, deben ser considerados en el plan de minado.
  
4. Los resultados obtenidos del análisis de estabilidad de las cinco (5) secciones del diseño de tajo de fosfatos muestran factores de seguridad mayores que los mínimos recomendados en los criterios de diseño asumidos en este Estudio, por lo tanto, se estima que los taludes de las paredes finales del tajo se mantendrán estables tanto para condiciones estáticas como para condiciones pseudoestáticas.

5. En el cuadro 4.3.1.1-1 se resume los ángulos de taludes de las paredes finales del tajo que fueron analizados y recomendados para el tajo de fosfatos.

**Cuadro 4.3.1.1-1. Resumen de ángulos de taludes finales del tajo de fosfatos**

| <b>Unidad geotécnica</b> | <b>Ángulo de la cara de banco<br/>(°)</b> | <b>Ángulo del talud final<br/>(°)</b> |
|--------------------------|---|---------------------------------------|
| Suelo Cuaternario        | 20  | 26° - 30°                             |
| Diatomita Inca           | 53  |                                       |
| Arena Clámbore           | 20  |                                       |
| Diatomita Tufácea Clara  | 55  |                                       |
| Diatomita Tufácea Oscura | 60  |                                       |

6. Pueden ocurrir variaciones de las condiciones geotécnicas durante la explotación del tajo; por lo que el control de los taludes durante la explotación deberá realizarse bajo la supervisión de un ingeniero geotécnico. Se recomienda el uso del monitoreo topográfico con estación total para el control de desplazamientos horizontal y vertical de los paredes del tajo.

Por su parte, las recomendaciones que se derivan del estudio se resumen en:

- En el informe no se contempla un sistema de drenaje superficial ante eventos pluviales. Se recomienda considerar un sistema de drenaje para el manejo de estas aguas superficiales. Este manejo debe realizarse en toda vida útil del tajo.
- Se recomienda establecer un desaguado permanente en el fondo del tajo durante el periodo de vida útil del tajo para deprimir el nivel freático natural existente.
- Deberá implementarse una instrumentación topográfica (puntos de control) para el monitoreo de las deformaciones de los taludes del tajo en forma

continua. De notarse pequeños desprendimientos en las paredes del tajo, estas deben ser controlados de inmediato para evitar su propagación a mayor escala y que comprometan la estabilidad global del tajo.

#### **4.3.1.2 Construcción de la mina (tajo)**

##### **A. Planificación de Pre construcción y soporte de ingeniería**

El periodo previo al inicio de la construcción se utilizará para llevar a cabo las actividades de planificación de la construcción. Las tareas de construcción que deberán ejecutarse durante esta fase inicial son:

- Desarrollo de un plan de construcción detallado.
- Identificación de los requisitos para las instalaciones de construcción provisionales tales como el campamento de construcción, oficinas locales, almacenes, vías de acceso, depósitos de materiales y zonas de parqueo, junto con los servicios provisionales tales como agua, energía, alcantarillado y comunicación. El diseño de tales ítems se llevará a cabo en la medida que sea necesario para la adjudicación de contratos, según se establece en el plan de construcción.
- Brindar información sobre la construcción para el desarrollo del cronograma general del proyecto y la secuencia de construcción.
- Conexión con las áreas de Ingeniería y Adquisiciones. Verificar la factibilidad de construcción de los conceptos de ingeniería y evaluar las alternativas y técnicas de construcción para acortar los cronogramas y minimizar los costos.
- Establecer el alcance de los paquetes de contratación propuestos e identificar los requisitos de la interfaz de ingeniería con una lista de candidatos a contratistas.

– **Secuencia de construcción**

Los trabajos de construcción se llevarán a cabo siguiendo la secuencia que se presenta a continuación:

- Contratista de teléfono y cable
- Contratista de comunicaciones por radio
- Campamento de construcción
- Vía de acceso a los componentes de mina
- Oficinas e instalaciones provisionales del contratista
- Sistema de energía provisional para la construcción
- Explanación inicial del área

Se dará inicio a la instalación de los servicios básicos tan pronto como sea posible, una vez culminada la preparación del emplazamiento.

El equipo encargado de verificar la factibilidad de la construcción proporcionará información con respecto a qué elementos se deberán tener un mayor control.

– **Plan de salud, seguridad, medio ambiente y comunidad**

El contratista desarrollará un Plan de Seguridad e Higiene (HSE) exhaustivo para el proyecto con el fin de brindar un enfoque amplio y proactivo que permita cumplir la meta de “cero daños” del proyecto. La implementación temprana del plan HSE permitirá encaminar el cronograma hacia la obtención de los permisos requeridos. Se proporcionará un plan de seguridad en el emplazamiento para la protección del personal y la propiedad, incluyendo el control de acceso a las áreas de construcción activa. Se brindará seguridad 24 horas al día, siete días a la semana.

**- Planeamiento mina**

Planeamiento Mina constituirá el nexo entre el grupo de ingeniería de diseño de la oficina principal y el equipo de construcción. Ésta contará con el respaldo de ingenieros de distintas áreas, topógrafos y personal de control de documentos.

El área de Planeamiento Mina brindará asistencia en la interpretación de planos y especificaciones así como en el control de calidad de los trabajos de campo. El área de planeamiento mina apoyará al área de Control de Calidad (QC) en la realización y registro de inspecciones, tal y como se especificará en el Plan QC. Sus informes proporcionarán información de respaldo para los paquetes de aceptación en la fecha de cierre.

El área de Planeamiento Mina también será responsable del control de documentos en el emplazamiento así como de la distribución en el emplazamiento de todos los planos, especificaciones, información de proveedores y manuales de operación y mantenimiento.

El área de Planeamiento Mina brindará asistencia a los servicios para la mina proporcionando cantidades estimadas que permitirán evaluar cualquier cambio en el alcance que se pudiera producir. El área de Planeamiento Mina también suministrará documentación completa con respecto a éstas y otras condiciones conforme a obra.

**- Residencia en etapa de construcción**

Para la pre operación de la mina se va a contratar la infraestructura de viviendas y hoteles en Sechura y las oficinas temporales en la zona de operación serán containers que al final de la pre operación serán totalmente removidas del lugar.

En la zona de operación contará con un comedor y la alimentación será elaborada en Sechura y trasladada 45 minutos antes de la hora de refrigerio.

FOSPAC, dispone en la zona de operación de acceso celular, telefonía fija e Internet, se implementara una cabina pública para uso de los trabajadores.

El centro de primeros auxilios está en la planta de Ladrillos que cuenta con un tópico médico y ambulancia para las 24 h del día.

Fosfatos del Pacifico cuenta con una estación principal de seguridad y su personal estará distribuida en todos los componentes de la mina donde se ejecute labores de construcción.

#### **- Manejo de desperdicios**

El proyecto contemplará la construcción de instalaciones provisionales y permanentes para la eliminación de desechos domésticos, reciclables y peligrosos. La eliminación de cada uno de estos tipos de desperdicios cumplirá con las normas y políticas municipales, regionales y las que se apliquen al proyecto. Estas instalaciones de desecho tendrán el tamaño y la capacidad adecuados para satisfacer los requisitos de la fase de construcción del proyecto.

La operación y las instalaciones de eliminación de desechos del proyecto estarán a cargo de una compañía responsable. Se distribuirán contenedores móviles en todas las áreas del proyecto para que los contratistas de las distintas áreas depositen el tipo de desperdicio correspondiente en los contenedores designados para tal fin.

Las áreas del emplazamiento del proyecto se equiparán con baños químicos.

## **B. Construcción de la mina (tajo abierto)**

Previamente a la construcción de la mina, habrá un control topográfico de partida, donde se establecerán las cotas de referencia (hitos). A partir de estas cotas, de referencias, se referenciarán todas las obras actividades de todos los componentes del proyecto.

La etapa de construcción de la mina se inicia con la construcción de instalaciones temporales en el emplazamiento definido y durante el periodo de trabajo pre operativo. Dentro de las instalaciones temporales tenemos oficinas, servicio de comedor, zona de servicios higiénicos, almacén y un área para instalar una cisterna de abastecimiento temporal de combustible. Así mismo, áreas de almacenamiento temporal de residuos domésticos e industriales y áreas para oficinas y almacenes de los contratistas. El taller para la maquinaria de la contratista, durante la pre operación estará ubicado temporalmente en las inmediaciones de la mina, el área destinada es de 600 m<sup>2</sup>. Al lado del taller, se ubicará el grifo de combustible el cual abastecerá diariamente a los equipos.

Las oficinas temporales serán construidas utilizando contenedores y el operador minero mantendrá dichas oficinas mientras dure el periodo de construcción. Por otro lado, se instalarán sistemas sépticos de alcantarillado provisionales para los servicios higiénicos.

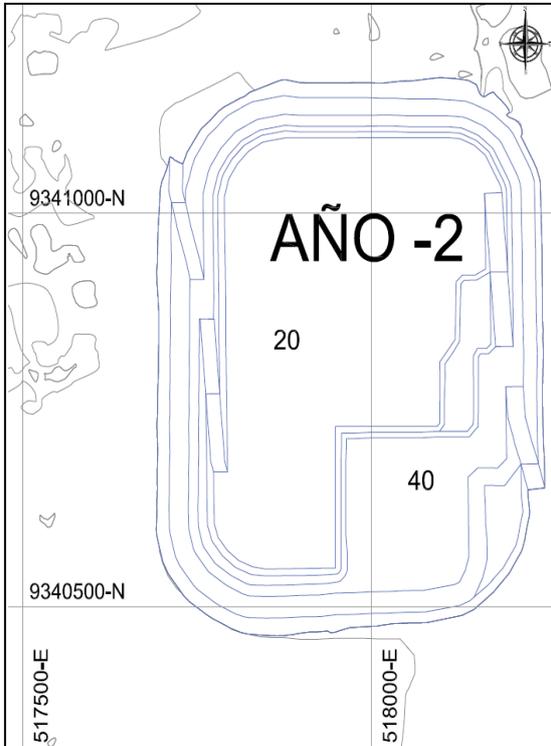
### **- Pre operación (pre minado) en el área del tajo abierto (años -2 y -1)**

FOSPAC ha proyectado manejar la pre operación del movimiento de material en mina, mediante un operador minero que proponga un sistema de trabajo eficiente con su propia maquinaria, incluyendo combustible, lubricantes, neumáticos, además de utilizar el personal obrero, técnico y profesional de la zona de Sechura y Piura.

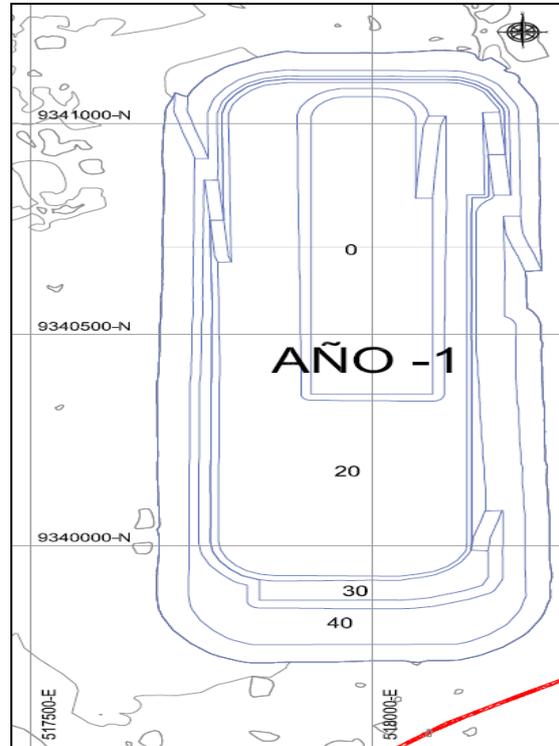
La pre operación (pre minado) en el tajo abierto se inicia con el desbroce, el cual comenzará por el norte e irá avanzando y profundizando hacia el sur. El desbroce culmina al obtener un tajo inicial que se extiende de un extremo a otro. Por otro lado, y en forma paralela, se irán ejecutando dentro de esas áreas, caminos (carreteras) de accesos para el tajo, el depósito de desmonte y el stock pile. Las carreteras y rampas tendrán un ancho 20 metros con pendientes máximas de +- 10%. Se considera utilizar un ancho máximo del camión de 4 metros. Los accesos contarán con un sistema de drenaje permanente en todas las vías.

El pre minado corresponde a los años -2 y -1. En el periodo -2 se extraerá aproximadamente 10 MTMS de desmonte, entre sobrecarga y diatomita inca. El tajo tendrá un área de 35,7 Ha, un perímetro de 2 268 m y profundizará hasta los 23 m.s.n.m. Ver figura 4.3.1.2-1. Por su parte, en el año -1 se extraerá aproximadamente 19.0 MTMS de desmonte entre sobrecarga, diatomita inca, arenisca clambore, diatomita clara y diatomita oscura; con 1,5 MTMS de mineral de roca fosfórica ( $P_2O_5$ ). El tajo tendrá un área de 78,3 Ha, un perímetro de 3 803 m y profundizará hasta los 0 m.s.n.m. Ver figura 4.3.1.2-2. El desmonte se almacenará en el depósito ubicado a 4 km de distancia.

**Figura 4.3.1.2-1. Configuración de la superficie Año -2.**



**Figura 4.3.1.1-2. Configuración de la superficie del Año -1.**



Fuente: FOSPAC

En el último trimestre del periodo de pre operación se obtendrán aproximadamente 1,5 MTMS de mineral de las diferentes capas y ramales. El mineral se almacenará en forma temporal en la zona de stock pile aledaña a la planta, lo cual garantizará la cantidad suficiente para el arranque de la planta benefició.

**Cuadro 4.3.1.2-1. Materiales proyectados mover en la etapa de pre operación**

| Año | Meses | %P2O5 | Mineral | Desmante |
|-----|-------|-------|---------|----------|
|     |       |       | MTMS    | MTMS     |
| -2  | 6     |       |         | 10.0     |
| -1  | 12    | 15.6  | 1.5     | 19.0     |

Fuente: FOSPAC

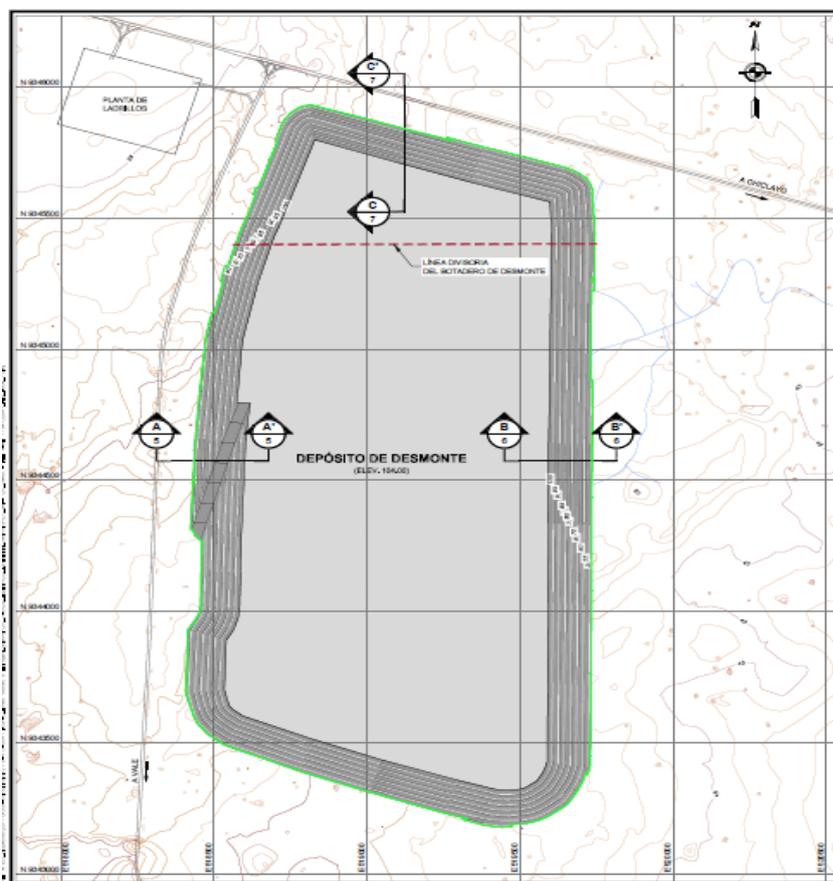
### 4.3.1.3 Construcción del Stock pile

El mineral proveniente de la mina en el último trimestre del año -1 se almacenará en dicho stock pile. Esta área ocupará una superficie de 26,6 Ha en un perímetro de 2 176 metros en las siguientes coordenadas: E 515702 y N 9341535 y está ubicada al noreste de la zona de operación.

### 4.3.1.4 Construcción del Depósito de desmonte

El depósito de desmonte tendrá un área de 320 hectáreas y estará ubicado al nor este de la mina y al este de la planta de beneficio y área de Stock pile, en las coordenadas: E 519 000 y N 9 344 000.

**Figura 4.3.1.4-1. Depósito de desmonte**



Fuente: FOSPAC

La configuración del depósito de desmonte, alcanzará una altura máxima de 108 m.s.n.m. Consta de bancos cada 8 m de altura y taludes interbancos de 0,8 H:1V. Los bancos deberán tener un ancho de 10m, con la finalidad de permitir el tránsito de los camiones de acarreo, además de garantizar la estabilidad de la estructura. El material será apilado al volteo, y estará bajo la acción de una compactación no controlada debido únicamente al paso de los camiones.

El depósito de desmonte, en su etapa de construcción es un apilamiento de material de relleno que presentará las siguientes características geométricas: altura entre bancos de 8 m, talud parcial ángulo de reposo del material 2,5: 1 H: 1V, un ancho de banqueta de 7 m; altura máxima 56 m. sobre la superficie. Ver **Anexo 4-4**, donde se adjunta el estudio de estabilidad de taludes correspondiente.

El plan de apilamiento propuesto para esta instalación tiene el pie a 52 m.s.n.m., y el arreglo en bancos, tienen elevaciones iguales a 60 m.s.n.m., 68 m.s.n.m., 76 m.s.n.m., 84 m.s.n.m., 92 m.s.n.m., 100 m.s.n.m., 108 m.s.n.m., que es la cresta final. En el **Anexo 4-4** se presenta el estudio de estabilidad de taludes para el depósito de desmontes.

Los trabajos de movimiento de tierras necesario para configurar el depósito se inicia con el corte y nivelación del perímetro donde se ubicará el depósito en un ancho de aproximadamente 20 m. Por otro lado, se proyecta el mantenimiento del camino de acceso temporal, nivelación de la subrasante, y construcción de un dique temporal.

El desbroce se hará con el contratista, quien debe entregar el listado del equipamiento propuesto para efectuar los trabajos antes de iniciar la construcción.

### - **Corte y nivelación**

Es necesario realizar la nivelación del terreno en el perímetro de todo el depósito de desmonte. Para este propósito, se llevará a cabo el corte de material suelto con tractor y moto niveladora, el material producto del corte será utilizado para rellenar las depresiones dentro del área indicada. En toda la zona ha de realizarse esta nivelación con condiciones de seguridad al personal y equipo involucrado.

No se eliminara material, si hubiese material excedente producto del corte, este será extendido sobre la superficie nivelada.

### - **Disposición de desmonte en el depósito Área 1 y Área 2**

Se deberá colocar el desmonte (estériles) producto de las excavaciones, por medio de camiones en franjas horizontales y para el transporte se han considerado camiones de 30 m<sup>3</sup> de carga, además de utilizar tractores de oruga, para la conformación y nivelación del material por capas.

La disposición del desmonte cada año requiere de áreas diferenciadas a depositar por el tipo de material que ello constituye, y se ha proyectado efectuarlo en orden de sur a norte.

### - **Disposición del desmonte en área 1.**

El área 1 estará colindando con el Sur y comprende 175,7 ha de superficie. En esta área estará conformada por diatomita inca que proviene de la zona de explotación producto de 6 meses de extracción de desmonte en la etapa pre operativa.

- **Disposición del desmonte en área 2**

El área 2 ubicado al extremo Sur del área almacenará principalmente la sobrecarga y su límite colindará por el Norte con el área 1 que sirve para acumular la diatomita inca. Esta área estará conformada por material de sobrecarga, clambore, diatomita clara y diatomita oscura que constituye el desmonte en la etapa pre operativo.

- **Cronograma de construcción del depósito de desmonte**

La construcción del depósito de desmonte ha sido estimada en base a las cantidades mostrados anteriormente y asumiendo la utilización de equipo minero así como los rendimientos de las cuadrillas para la ejecución las actividades. En la figura 4.3.1.2-2 se indica las tareas y la duración de los trabajos realizados.

**Figura 4.3.1.2-2. Cronograma de actividades etapa de construcción del depósito de desmonte**

| Nombre de la Tarea                    | Duración (mes) | M1 | M2 | M3 | M4 | M5 | M6 | M7 | M8 | M9 | M10 | M11 | M12 | M13 | M14 | M15 | M16 | M17 | M18 |
|---------------------------------------|----------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| <b>Instalaciones provisionales</b>    |                |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| Oficinas, Comedor, Talleres           | 1              | ■  |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| <b>Depósito de Desmonte</b>           |                |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| Corte y Nivelación                    | 2              |    | ■  | ■  |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| Movimiento de tierras                 | 17             |    | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■   | ■   | ■   | ■   | ■   | ■   | ■   | ■   | ■   |
| Instrumentación                       | 2              | ■  | ■  |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| Piezómetros Inclímetro                | 1              |    | ■  |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| Hito Topográficos                     | 0.5            | ■  |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|                                       |                |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| <b>Acceso a Componentes de Mina</b>   |                |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| Corte, Relleno y Lastrado de vías     | 2              |    | ■  | ■  | ■  | ■  |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| <b>Plataformas Stock Pile Mineral</b> | 2              |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     | ■   | ■   |     |     |     |

Fuente: FOSPAC, 2012.

## **4.3.2 Instalaciones de procesamiento (planta de proceso y pozas de lodos residuales)**

### **4.3.2.1 Estudios básicos para la construcción de la planta de beneficio y pozas de lodos residuales**

FOSPAC, ha realizado las investigaciones de campo necesarias para justificar los diseños de ingeniería para la construcción de la mina, la planta de beneficio y de los depósitos de desmontes y lodos residuales.

Teniendo en cuenta que los componentes de mina y de la planta de beneficio se encuentran relativamente cercanas unas de otras, las evaluaciones topográficas, geológicas, geotécnicas e hidrogeológicas que se describen en el ítem 4.3.1.1, cubre con creces las necesidades para el diseño de las obras de la planta de beneficio y de las pozas de lodos residuales.

Como se dijo en referido ítem 4.3.1.1, para evaluar las condiciones geológicas, geotécnicas e hidrogeológicas se han ejecutado seis (6) sondajes geotécnicos, ochenta (80) ensayos SPT y doce (12) sondajes hidrogeológicos en el área del tajo de fosfatos durante el año 2012, se instalaron seis (6) piezómetros de cuerda vibrante y doce (12) piezómetros de tubo abierto (12). Asimismo, se realizaron sesenta y nueve (69) pruebas de permeabilidad de carga variable, cinco (5) ensayos de permeabilidad de tipo Lefrac a nivel constante, once (11) pruebas de Slug Test y una (1) prueba de bombeo. Asimismo, se registraron datos geotécnicos básicos de testigos de perforaciones y se seleccionó muestras más representativas de testigos para la ejecución de ensayos básicos y especiales en el laboratorio de Golder (Lima) y en el laboratorio de la Universidad de Piura.

Además de los datos obtenidos en la campaña de perforación del 2012, se han

realizado ensayos de Laboratorio a partir de muestras obtenidas de la campaña de perforación de 2010. Los trabajos de perforación fueron realizados por el contratista RAM Perú SAC.

Las investigaciones geotécnicas de campo, así como las investigaciones hidrogeológicas se detallan en los informes: Investigaciones Geotécnicas (13-04-16\_021-119-415-5041\_IF\_Ver.04 - Golder, 2013a) e Investigaciones hidrogeológicas Ver .04 (13-04-16\_022-119-415-5041\_IF\_Ver.04-A-Golder, 2013a), adjunto al presente informe como **Anexos 4-1 y 4.2** respectivamente.

#### **4.3.2.2 Actividades constructivas de la planta de beneficio**

##### **A. Estudios básicos para la construcción de la planta**

FOSPAC, ha realizado las investigaciones de campo necesarias para justificar los diseños de ingeniería para la construcción de la planta de beneficio. En este sentido se han realizado evaluaciones topográficas, geológicas, geotécnicas e hidrogeológicas del área, estudio que también sustenta la construcción de la mina

Las investigaciones geotécnicas de campo se detallan en el Informe Geotécnico Ver.04 (13-04-16\_021-119-415-5041\_IF\_Ver.04) (Golder, 2013a), adjunto al presente informe como **Anexo 4-1**. Por otro lado, las investigaciones hidrogeológicas se detallan en el informe hidrogeológico (13-04-16\_022-119-415-5041\_IF\_Ver.04-A) (Golder, 2013a), adjunto al presente informe como **Anexo 4-2**.

## **B. Construcción de la planta de beneficio**

En forma similar a la mina, el periodo previo al inicio de la construcción se utilizará para llevar a cabo las actividades de planificación de la construcción. Las tareas de construcción que deberán ejecutarse durante esta fase inicial son:

- Desarrollo de un plan de construcción detallado.
- Identificación de los requisitos para las instalaciones de construcción provisionales tales como el campamento de construcción, oficinas locales, almacenes, vías de acceso, depósitos de materiales y zonas de parqueo, junto con los servicios provisionales tales como agua, energía, alcantarillado y comunicación. El diseño de tales ítems se llevará a cabo en la medida que sea necesario para la adjudicación de contratos, según se establece en el plan de construcción.
- Brindar información sobre la construcción para el desarrollo del cronograma general del proyecto y la secuencia de construcción.
- Conexión con las áreas de ingeniería y adquisiciones. Verificar la factibilidad de construcción de los conceptos de ingeniería y evaluar las alternativas y técnicas de construcción para acortar los cronogramas y minimizar los costos.
- Establecer el alcance de los paquetes de contratación propuestos e identificar los requisitos de la interfaz de ingeniería con una lista de candidatos a contratistas.
  
- **Secuencia de construcción**

Los trabajos de construcción se llevarán a cabo siguiendo la secuencia que se presenta a continuación:

- Contratista de comunicaciones (radio, telefonía, internet, etc.)
- Campamento de construcción
- Vía de acceso a la planta de beneficio
- Oficinas e instalaciones provisionales para la construcción
- Sistema de energía provisional para la construcción
- Explanación inicial del área

Se dará inicio a la instalación de los servicios básicos tan pronto como sea posible, una vez culminada la preparación del emplazamiento.

El equipo encargado de verificar la factibilidad de la construcción proporcionará información con respecto a qué elementos se deberán tener un mayor control.

– **Plan de salud, seguridad, medio ambiente y comunidad**

El contratista desarrollará un plan HSE exhaustivo para el proyecto con el fin de brindar un enfoque amplio y proactivo que permita cumplir la meta de “cero daños” del proyecto. La implementación temprana del plan HSE permitirá encaminar el cronograma hacia la obtención de los permisos requeridos. Se proporcionará un plan de seguridad en el emplazamiento para la protección del personal y la propiedad, incluyendo el control de acceso a las áreas de construcción activa. Se brindará seguridad 24 horas al día, siete días a la semana.

### 4.3.3 Actividades constructivas de los depósitos de residuos

#### 4.3.3.1 Poza de lodos residuales

La Poza de lodos residuales permitirá acumular el volumen que se producirá durante los primeros cuatro (04) años. La construcción de los diques perimétricos a la Poza de lodos residuales será realizada por una empresa contratista externa, cumpliendo con la normativa vigente, la cual se encargará de obtener los materiales de construcción requeridos para la obra. El plano PE-12005-850-C-002 del **Anexo 4-6** muestra el arreglo general de la poza de lodos residuales en relación a los otros componentes del Proyecto.

La capacidad de la poza de lodos residuales varía según la elevación de la cresta del dique perimétrico, tal como se observa en cuadro 4.3.3.1-1. Se observa que en la cota de 49 metros sobre el nivel del mar (m.s.n.m.) la poza de lodos residuales permite acumular un volumen de 46,21 millones de metros cúbicos. Considerando que el volumen de lodos residuales producidos en el período del año 1 al año 4 es de alrededor de 55,56 millones de metros cúbicos, se puede concluir que la capacidad de la poza de lodos residuales no llegaría al final del quinto año, siendo necesaria la puesta en operación del sistema de filtros prensa al final del cuarto año.

**Cuadro 4.3.3.1-1. Capacidad de la Poza de Lodos Residuales**

| Elevación de cresta (m.s.n.m.) | Altura máxima de dique (m) | Volumen parcial de dique (m <sup>3</sup> ) | Volumen acumulado de dique (m <sup>3</sup> ) | Lodo depositado volumen parcial (Mm <sup>3</sup> ) | Lodo depositado volumen acumulado (Mm <sup>3</sup> ) |
|--------------------------------|----------------------------|--|--|--|--|
| 43                             | 5,30                       | 51 091                                     | 51 091                                       | 5,46   | 5,46   |
| 45                             | 7,30                       | 67 068                                     | 118 159                                      | 7,45   | 12,91  |
| 47                             | 9,30                       | 124 619                                    | 242 778                                      | 12,08  | 24,99  |
| 49                             | 11,30                      | 246 763                                    | 489 541                                      | 21,22  | 46,21  |
| 50                             | 12,30                      | 176 400                                    | 665 941                                      | 15,23  | 61,44  |

Fuente: FOSPAC

Para la configuración de los diques de la poza de lodos residuales se han considerado taludes de 2,5H:1V. La cresta del dique tiene ocho (08) metros de ancho y ha sido diseñada de tal manera que exista una superficie de rodadura al lado externo de la cresta, de cinco (05) metros de ancho, dejando el ancho restante de tres (03) metros para la ubicación de la tubería de relaves de polietileno de alta densidad (HDPE) de veintidós pulgadas (22”) de diámetro, la cual recorre el lado sur de la cresta de la presa. El recorrido de la tubería de HDPE de disposición de los desechos en la poza de lodos residuales se muestra en los planos PE2-12005-850-C-522, 523, 524, 525, 526, 527, 528 y 529, incluidos en el **Anexo 4-6**. La máxima altura de la cresta en relación al nivel natural del terreno es de 10 metros.

#### **4.3.3.2 Poza de evaporación**

La poza de evaporación contendrá un solo tipo de flujo procedente de la planta de beneficio

La ubicación de la poza de evaporación se muestra en el plano PE-12005-850-C-002 del **Anexo 4-7**, donde se observa como parte de los otros componentes del Proyecto.

El diseño contempla conformar la poza de evaporación con tres diques, uno al sur, uno al este y otro al norte, los que tienen longitudes de 1 700, 3 731 y 885 metros respectivamente. Los diques se elevarán con material de préstamo hasta la cota de 10 metros sobre el nivel natural del terreno y la acumulación máxima de lodos residuales será dejando un borde libre de 1 metro. La poza de evaporación se muestra en los planos PE-12005-850-C-101, 102, 103, 104, 105, 106, 107 y 108 del **Anexo 4-7**.

Para la configuración de los diques de la Poza de Evaporación se han considerado taludes de 2,5H: 1V. La cresta del dique tiene seis (06) metros de

ancho y ha sido diseñada de tal manera que permita ser usada por vehículos como superficie de rodadura. Por el lado interno de la poza de evaporación se colocará geomembrana de 1,5 mm de HDPE.

La sección típica de la presa de la poza de evaporación se muestra en el plano PE-12005-850-C-106, incluido en el **Anexo 4-7**.

Hacia el norte de la poza de evaporación se construirá un aliviadero de emergencia con reforzamiento de sistema geoweb relleno con mortero, de 10 metros de ancho, con el fondo del canal a 1 metro debajo del borde libre y lados con taludes de 2,5H : 1V.

#### **4.3.4 Instalaciones de suministro de agua de mar**

El Sistema de Bombeo de Agua de Mar del Proyecto Fosfatos, consiste en el transporte de agua, desde la Planta de bombeo, ubicada en el Muelle a ser construido por FOSPAC, hasta la planta de beneficio. El cuadro 4.3.4-1 muestra las coordenadas UTM del inicio y fin de la línea de suministro de agua de mar.

**Cuadro 4.3.4-1. Coordenadas UTM de inicio y fin de la línea de suministro de agua de mar**

| <b>Línea de conducción</b> | <b>Norte</b>  | <b>Este</b> | <b>Lugar</b>   |
|----------------------------|---------------|-------------|----------------|
| Inicio                     | 9 360 453,710 | 493 100,490 | Puerto Fospac  |
| Fin                        | 9 342 304,800 | 515 574,000 | Mina Bayóvar 9 |

Fuente: FOSPAC

El transporte se realizará mediante tubería de Ø 20", en el tramo de Illescas la longitud de la tubería será de 16 km de material hierro fundido dúctil con revestimiento interior para agua de mar; en el tramo saliendo de Illescas la longitud de la tubería será de 23 km de material fibra de vidrio reforzado (PRFV). Gran parte del tendido irá enterrado, se contará con válvulas de compuerta en

determinados tramos con el fin de poder aislar la línea en caso de ruptura. Estos puntos contarán con derivaciones para poder realizar una conexión de emergencia en el caso mencionado y no dejar de abastecer a Planta. La longitud total del acueducto es de 39 km aproximadamente.

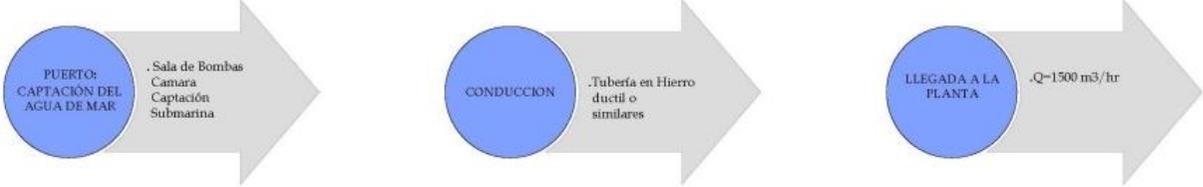
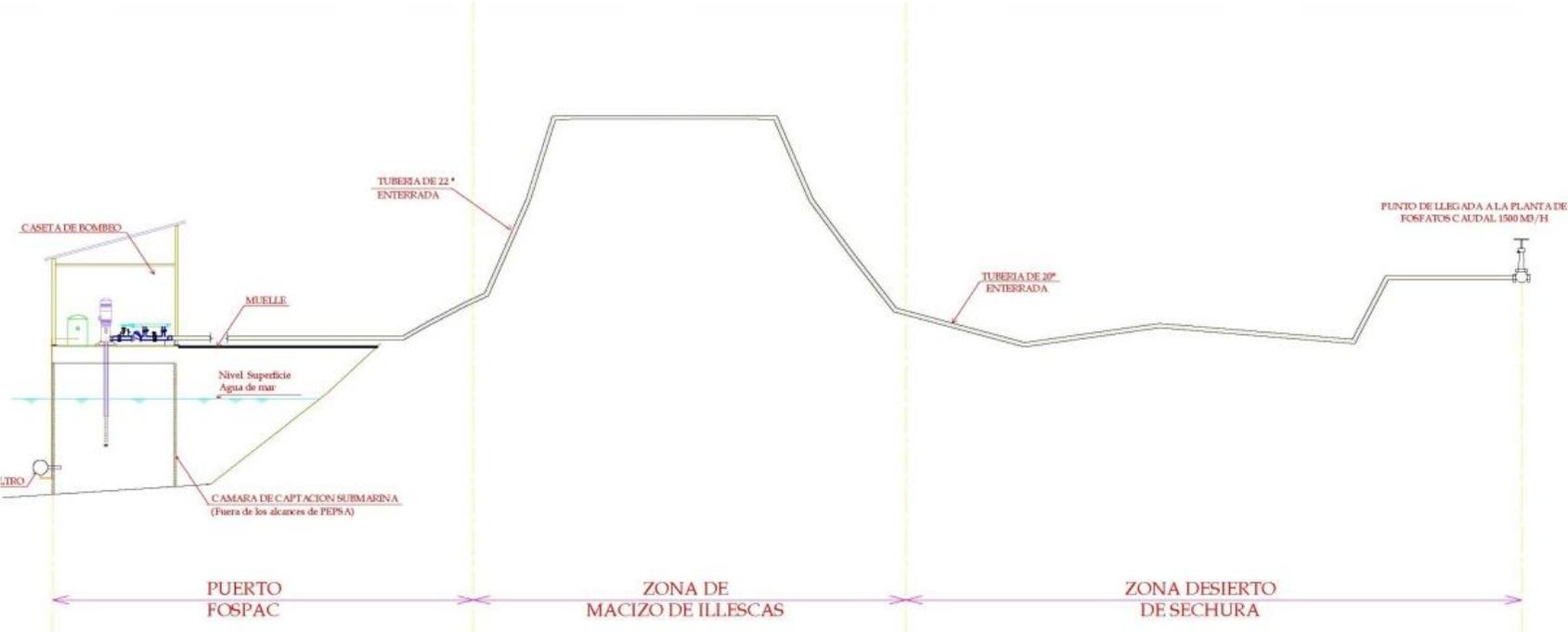
El Sistema de captación cuenta con una batería de bombas conectadas en paralelo, cada una de estas, puede trabajar en forma independiente. Las descargas de cada bomba están conectadas a una Manifold.

El acueducto en su recorrido tiene una altura máxima de 218 m.s.n.m., en la zona de reserva de Illescas, el agua será transportada por las bombas desde el Puerto de FOSPAC siguiendo la ruta de la carretera proyectada hasta la Planta (ver figura 4.3.4-1).

Desde la salida de Illescas el acueducto seguirá paralelo a la línea eléctrica de 60kV, en todo este tramo el terreno es llano teniendo como cota mínima 14 m.s.n.m., antes de llegar a la mina de fosfatos existe un desnivel en la cual la tubería tendrá que subir hasta un nivel de 64 m.s.n.m.

El caudal teórico bombeado deberá ser 1500 m<sup>3</sup>/h durante las 24 horas/día; 335 días/año. Por otro lado, la caseta de bombeo se encontrará ubicada en la plataforma del muelle, junto con la caseta de control.

Figura 4.3.4-1. Layout del sistema de conducción de agua de mar



Fuente: FOSPAC

El Contratista encargado del proyecto, será el responsable de trasladar al lugar donde se ejecutará la Obra todo el equipo necesario para la ejecución de los trabajos comprendidos dentro del proyecto.

Todos los equipos de los Contratistas deberán ser inspeccionados por personal de FOSPAC antes de ingresar a realizar los trabajos a Obra, esto incluyen los trabajos antes de iniciar el proyecto y durante su ejecución.

Al término de la obra, el Constructor eliminará y alejará del sitio todo el equipo de construcción, maquinaria, etc., dejando el área utilizada de maniobra, totalmente limpia y nivelada a satisfacción de la Inspección.

#### **4.3.4.1 Alternativas de suministro de agua de mar**

FOSPAC, ha realizado un estudio de alternativas para la captación del agua de mar y con el cual se ha determinado el trazo del acueducto más óptimo para la conducción del agua de mar hacia la planta de beneficio. El estudio de alternativas de captación de agua de mar se presenta en el Capítulo VIII.

El trazo del acueducto seleccionado, en su mayor parte tendrá un recorrido paralelo a la ruta de la carretera industrial en el tramo de Illescas. En las otras zonas, donde el terreno presente mayor planitud (pasando Illescas en dirección a la planta de beneficio), el acueducto seguirá en forma paralela a la línea de transmisión de 60KV.

En los tramos donde la ruta de la carretera no favorezca al recorrido del acueducto, éste se modificará con la finalidad de mejores facilidades constructivas y operativas.

#### **4.3.4.2 Descripción de las actividades constructivas**

Es imprescindible controlar la manipulación del material durante el proceso de carga y descarga en la fabricación y/o instalación de equipos. El uso de cuerdas de guía atadas a los tubos o a los embalajes de los mismos facilita el control manual de los tubos durante la elevación y posterior manipulación en el tendido de las tuberías. En caso de que se necesiten varios puntos de anclaje se pueden utilizar barras o cáncamos.

##### **A. Equipos y materiales para obras electromecánicas**

Estos, serán suministrados por el contratista encargado de la construcción. De acuerdo a la programación de obra, deberá establecerse oportunamente su ingreso a obra, para evitar retrasos en la realización de los trabajos.

Los más relevantes se refieren a la adquisición de las bombas, filtros y demás accesorios.

Para el equipamiento de la caseta de bombeo y la tubería del acueducto, será indispensable conseguir el suministro total antes de iniciar los trabajos de campo, dado que por las condiciones del medio ambiente y seguridad de la obra estará prohibido que las zanjas queden expuestas sin cubrir.

##### **a. Captación de agua de mar**

Tiene la finalidad de filtrar y almacenar el agua de mar para su posterior bombeo. Entre sus principales características tenemos:

- El punto de succión de las bombas va dentro de un tubo de 2.2 metros de diámetro que tiene como finalidad desacelerar la velocidad del fluido a la entrada de la succión.

- En los tubos se instalarán filtros pasivos ubicados cuando menos a 5 metros por encima del fondo marino, para evitar la succión de sedimentos y otros organismos marinos.
- Los filtros cuentan con un sistema de auto limpieza con aire comprimido.

#### **b. Caseta de bombeo y caseta de control**

La caseta de bombeo será fabricada en un taller seleccionado para tal fin, las coberturas de las instalaciones serán pintadas en fábrica con la pintura adecuada y con el procedimiento que garantice la calidad para las condiciones de exposición. Igualmente los perfiles de la estructura de soporte, será pintada en el taller, previa perforación de los huecos para el ensamble.

El montaje será efectuado cuidadosamente para evitar resanes de pintura, efectuado por personal especializado con equipos y herramientas adecuadas.

Las actividades para la construcción serán:

- Verificación de equipos, materiales, herramientas y personal.
- Verificación de cronogramas, planos, valorizaciones, etc.
- Movilización de equipos, materiales, herramientas y personal.
- Trazo y preparación, de acuerdo a los planos del proyecto, de la zona designada para obra.
- Preparación de bases para levantamiento de paredes.
- Levantamiento de columnas y paredes.
- Techado, instalación de puertas y accesos.
- Acabados de obras civiles, e instalación de luminarias.
- Instalación de sistemas de protección.
- Construcción de lozas para bases de equipos.
- Pintado en general.

### **c. Instalación de bombas, red de tuberías y accesorios en caseta de bombeo**

Como parte de la estructura de la caseta, se construirán ménsulas de concreto reforzado en las cuales se apoyará un puente grúa por el cual circulará un polipasto manual móvil con capacidad para 7,5 ton que facilitará los movimientos de instalación y mantenimiento necesarios para los equipos de bombeo (motores, bombas, etc.). Las actividades para la Instalación serán:

- Movilización de equipos, materiales, herramientas y personal
- Instalación y alineamiento de electrobombas.
- Tendido de tuberías de succión y de descarga, instalación de filtros de succión.
- Instalación de válvulas y accesorios en general.
- Tendido de tubería para líneas de tensión y de control.
- Instalación de paneles y tableros de control.
- Pruebas de equipos controladas según procedimientos y protocolos.
- Pintado y rotulado.

### **d. Tendido de Tubería desde la caseta de bombeo hasta la Planta de Beneficio**

Las actividades para la construcción son:

- Verificación de equipos, materiales, herramientas y personal.
- Verificación de cronogramas, planos, valorizaciones, etc.
- Movilización de equipos, materiales, herramientas y personal
- Trazo y preparación, de acuerdo a los planos del Proyecto, de la zona designada para obra.
- Excavación de zanjas para los tramos en donde las tuberías irán enterradas.

- Empate de tuberías a tope o con curvas, dependiendo del material, estas serán soldadas.
- Verificación de las uniones mediante ensayos no destructivos.
- Fabricación de pozas para inspección y/o para válvulas de paso.
- Instalación de soportes para el caso en donde la configuración de la tubería es aérea.
- Instalación de elementos de protección.
- Pruebas de tuberías a zanja abierta controladas según procedimientos y protocolos.
- Pruebas de tuberías a zanja con relleno compactado controladas según procedimientos y protocolos.
- Pintado y rotulado.

#### **4.3.4.3 Recursos y suministros necesarios para el proceso constructivo**

##### **A. Contratista**

Será una empresa especializada en este tipo de trabajos, será responsable de suministro de los materiales, de la totalidad de los consumibles aplicables a las instalaciones de manejo de agua, mano de obra especializada y todos los equipos, máquinas, herramientas, y elementos de protección personal que éste tipo de labores requiere cumpliendo con los más altos estándares de calidad.

El contratista suministra todos los materiales de obras civiles tales como: cemento, arena, piedra chancada, acero corrugado de construcción, alambre de amarre, etc. de igual manera suministrará todos los consumibles tales como soldadura, oxígeno, acetileno, discos de esmeril y corte, tintes penetrantes, etc., todos los materiales consumibles para la protección anticorrosivas de los equipos: arena o granalla de cobre, pinturas y sus diluyentes. Igualmente, suministrará máquinas, equipos y herramientas tales como: máquinas de soldar con generador propio según sea el caso, equipos de oxi-corte, esmeriles,

roladora, mezcladora de concreto, máquinas de movimiento de tierra, camión grúa, andamios tubulares, grupo electrógeno, entre otros.

Para las obras mecánicas el contratista suministra todos los materiales y accesorios necesarios tales como: planchas, tuberías, perfiles metálicos, válvulas, bridas, codos, reducciones, soportes, pernos, empaquetaduras, etc.

Para las obras eléctricas el contratista suministra todos los materiales necesarios tales como: tuberías conduits, cables de alimentación, postes, cajas de paso, buzones, pastorales, etc. El contratista asume todos los gastos de la instalación de las obras eléctricas.

Para las obras de instrumentación el contratista suministrará todos los equipos y materiales necesarios tales como: sensores tipo swich y accesorios de instalación para toda la instrumentación. El contratista cargará con todos los gastos de la instalación de las obras de instrumentación. Así mismo, el contratista suministrará todos los materiales que se requieran para su puesta en operación y pruebas previas.

## **B. Facilidades**

El contratista instalará en el frente de trabajo, una caseta de servicio, la cual dará las facilidades que sean requeridas por su organización o sistema de trabajo. La caseta será instalada provisionalmente mientras dure el servicio por el contratista.

Se instalarán baños químicos portátiles. Cada baño constará de un inodoro más un urinario, hecho de fibra de vidrio con un químico para eliminar los desechos. La limpieza y mantenimiento de los baños químicos estará a cargo de una Empresa Prestadora de Servicios de Residuos Sólidos (EPS RS) debidamente autorizada y acreditada, contratada por el contratista.

El contratista efectuará todos los trabajos necesarios para suministrar, reunir y transportar sus equipos, herramientas y personal a los lugares donde se ubicará la obra, incluyendo sus materiales, insumos, enseres y todo lo necesario para instalarse en los lugares de trabajo.

La desmovilización debe incluir el retiro de equipos y herramientas, una vez finalizados los trabajos, efectuando una limpieza total de escombros y basura de las áreas que fueron ocupadas directamente o indirectamente por el contratista.

### **C. Abastecimiento de combustible**

En la etapa de construcción, el suministro de combustible para los contratistas, será proporcionada en las zonas cercadas a obra, a través de un proveedor único, el cual debe implementar todas las instalaciones necesarias para cumplir con todas las normativas medioambientales y de seguridad. Así mismo, obtendrá los permisos correspondientes para el suministro de combustibles. Para el equipo pesado el abastecimiento de combustible será en el sitio de la obra a través de camiones cisternas.

### **D. Abastecimiento de energía**

Para la ejecución de los trabajos en obra, requerirán energía eléctrica para su operación y funcionamiento. Esta energía será suministrada por el contratista mediante grupos de generación junto a la obra.

### **E. Abastecimiento de agua**

El agua necesaria para las obras civiles y para otras actividades, deberá ser proporcionada por el contratista y será transportado en cisternas hasta el lugar de la obra.

Para la etapa constructiva, el agua para uso doméstico será adquirida de los pozos subterráneos existentes de la zona de Illescas los cuales son administrados por el gobierno regional de Piura. (Coordenadas UTM WGS 84: E 504 706, N 9345 664). Por su parte, para el consumo humano se utilizará agua envasada en bidones.

#### **F. Manejo y disposición de los residuos sólidos**

Los residuos sólidos generados durante la etapa de construcción de las instalaciones de suministro de agua serán industriales y domésticos. Dentro de los residuos industriales y domésticos se tendrán peligrosos y no peligrosos. En ambos casos, el manejo incluye una disposición temporal en el área de trabajo y luego una disposición final a cargo de una empresa prestadora de servicios de residuos sólidos EPS-RS y una Empresa Comercializadora de Residuos (EC-RS), autorizada y acreditada. Este servicio estará a cargo de la empresa contratista. Por otro lado, el manejo de los residuos sólidos cumplirá los lineamientos establecidos en el Plan de manejo de residuos de FOSPAC.

#### **G. Manejo y disposición de residuos líquidos de origen industrial y doméstico (aguas residuales)**

Los residuos líquidos de origen industrial resultantes de los trabajos efectuados en la construcción de las instalaciones de suministro de agua deberán ser tratadas por el contratista según el método que mejor sea aplicable (método físico, método químico y/o método biológico). Los efluentes líquidos tratados serán reciclados y/o utilizados para humedecer las áreas y los materiales. Los residuos sólidos producto del tratamiento serán dispuestos a través de una EPS-RS

Por otro lado, el contratista, a través de una EPS-RS, se encargará de la limpieza de los baños químicos y el reemplazo de los baños en mal estado. Estos últimos, serán retirados por completo del área y ser cambiados por otros en buenas condiciones.

#### 4.3.4.4 Equipo pesado y liviano a movilizar para el proyecto

El cuadro 4.3.4.4-1 se presenta la relación de equipos y maquinarias utilizadas durante la etapa de construcción de las instalaciones de suministro de agua y en el cuadro 4.3.4.4-2 los equipos para control de emisiones.

**Cuadro 4.3.4.4-1. Equipamiento mínimo requerido a movilizar**

| Ítem                           | Descripción  |
|--------------------------------|--|
| <b>Equipamientos civiles</b>   |  |
| 1                              | Herramientas manuales                                |
| 2                              | Mira topográfica                                     |
| 3                              | Mezcladora de concreto de 9 -11p <sup>3</sup>        |
| 4                              | Camión cisterna 4x2 (agua) 1 500 GI                  |
| 5                              | Camión volquete 4x2 140-210 HP 15 m <sup>3</sup> .   |
| 6                              | Vibrador de concreto 4 HP 1.35"                      |
| 7                              | Compactador vibratorio Tipo plancha 7 HP             |
| 8                              | Cargador s/llantas 100-115 HP 2-2,25 Yd <sup>3</sup> |
| 9                              | Cargador frontal                                     |
| 10                             | Motoniveladora de 125 HP                             |
| 11                             | Tractor D7   |
| 12                             | Rodillo liso vibratorio autopropulsado 10-12 t       |
| 13                             | Nivel topográfico                                    |
| <b>Equipamientos mecánicos</b> |  |

| Ítem                                      | Descripción  |
|---|--|
| 1   | Caseta metálica  |
| 2   | Grupo electrógeno de 150 kw-220/440 volt   |
| 3   | Camión grúa hidráulico de 6 t. Modelo HIAB   |
| 4   | Roladora accionada a motor eléctrico de 50 HP  |
| 5   | 6 máquinas de soldar de 400 AMP. Con cable, tenazas, porta electrodo, etc.                                       |
| 6   | 4 equipos de corte oxiacetilénico, completo.   |
| 7   | 6 amoladoras angular de 1200 kW- 9"  |
| 8   | Equipo de gateo completo   |
| 9   | Andamios tubulares   |
| 10  | 2 equipos de maniobras: balzos, sogas, arnés, líneas de vida, etc.   |
| 11  | Equipos de protección personal   |
| <b>Equipamientos de arenado y pintado</b> |  |
| 1   | Compresora accionada a motor diesel de 350 cfm @ 150 psi.  |
| 2   | Tolva de arenado de 0,5 m <sup>3</sup> de capacidad, con válvula reguladora de arena, válvula de seguridad, etc. |
| 3   | Filtro separador aceite-agua   |
| 4   | Manguera de aire de 1/4" @300 psi  |
| 5   | Manguera de arenado de 1 1/4" @600 psi   |
| 6   | Boquilla de arenado de 5/16"* 6". Tipo Venturi   |
| 7   | Escafandra de arenado, tipo CLEMCO o similar   |
| 8   | Equipo de pintar airless de min 3300 psi@ 4,4 lpm  |
| 9   | Manguera de pintar de 1/4" @ 5000 psi  |
| 10  | Boquilla de pintar reversible de 4" de abanico, calibres: 417 y 421  |
| 11  | Pistola de pintar airlees, modelo contractor   |
| 12  | Mascara protector facial, tipo 3 m.  |

| Ítem                            | Descripción  |
|---------------------------------|--|
| <b>Equipamientos eléctricos</b> |  |
| 1                               | Multímetro   |
| 2                               | Pinza amperimétrica                                      |
| 3                               | Megómetro  |
| 4                               | Telurómetro (equipo de medición de resistencia a tierra) |
| 5                               | Wincha de acero pasa cable                               |
| 6                               | Lap top con software adecuado a los equipos instalados   |

Fuente: FOSPAC

#### **Cuadro 4.3.4.4-2. Maquinaria requerida**

| Ítem                           | Descripción                                      |
|--------------------------------|--|
| <b>Equipamientos civiles</b>   |  |
| 3                              | Mezcladora de concreto de 9 -11P3                |
| 4                              | Camión cisterna 4x2 (AGUA) 1,500 gl              |
| 3                              | Camión volquete 4x2 140-210 HP 15 M3.            |
| 4                              | Vibrador de concreto 4 HP 1.35"                  |
| 5                              | Compactador vibrador tipo plancha 7 HP           |
| 5                              | Cargador s/llantas 100-115 HP 2-2.25 YD3         |
| 5                              | Cargador frontal                                 |
| 6                              | Motoniveladora de 125HP                          |
| 3                              | Tractor D7                                       |
| 5                              | Rodillo liso vibratorio autopropulsado 10-12 TON |
| <b>Equipamientos mecánicos</b> |  |
| 2                              | Grupo electrógeno de 150 KW-220/440 VOLT         |

| Ítem                                      | Descripción   |
|---|---|
| 3   | Camión grúa hidráulico de 6 t. Modelo HIAB                |
| 4   | Equipos de corte oxiacetilénico, completo.                |
| <b>Equipamientos de arenado y pintado</b> |   |
| 2   | Compresora accionada a motor diesel de 350 CFM @ 150 PSI. |

Fuente: FOSPAC

#### 4.3.4.5 Fuerza laboral

El cuadro 4.3.4.5-1 muestra la fuerza laboral necesaria para la etapa de construcción de las instalaciones de manejo de agua.

**Cuadro 4.3.4.5-1. Fuerza laboral para la etapa de construcción**

| <b>Personal directivo</b>                   |   |                 |
|---|---|-----------------|
| <b>Descripción del puesto</b>               |   | <b>Cantidad</b> |
| 1   | Ingeniero residente                     | 1               |
| 2   | Ingeniero de seguridad y medio ambiente | 1               |
|   | Total                                   | 2               |
| <b>Personal mínimo para obras civiles</b>   |   |                 |
| <b>Descripción del puesto</b>               |   | <b>Cantidad</b> |
| 1   | Ingeniero civil                         | 1               |
| 2   | Topógrafo                               | 1               |
| 3   | Capataz                                 | 1               |
| 4   | Operario                                | 3               |
| 5   | Peón                                    | 6               |
| 6   | Ayudantes                               | 4               |
|   | Total                                   | 16              |
| <b>Personal mínimo para obras mecánicas</b> |   |                 |
| <b>Descripción del puesto</b>               |   | <b>Cantidad</b> |
| 1   | Almacenero                              | 1               |
| 2   | Capataz                                 | 1               |
| 3   | Operador de rola                        | 2               |

| <b>Personal directivo</b>                    |  |                 |
|--|--|-----------------|
| 4  | Soldador                               | 4               |
| 5  | Oxiginista                             | 2               |
| 6  | Maniobrista                            | 2               |
| 7  | Ayudante 01                            | 4               |
| 8  | Ayudante 02                            | 4               |
| 9  | Arenador                               | 2               |
| 10   | Pintor                                 | 2               |
|  | Total                                  | 24              |
| <b>Personal mínimo para obras eléctricas</b> |  |                 |
| <b>Descripción del puesto</b>                |  | <b>Cantidad</b> |
| 1  | Capataz                                | 1               |
| 2  | Operario                               | 2               |
| 3  | Peón                                   | 4               |
| 4  | Programador. Ingeniero electrónico     | 1               |
| 5  | Instrumentista. Ingeniero electricista | 1               |
| 6  | Electricista                           | 1               |
| 7  | Ayudante                               | 1               |
|  | Total                                  | 11              |

Fuente: FOSPAC

#### 4.3.4.6 Cronograma de actividades - Etapa de construcción

El cuadro 4.3.4.6-1 muestra los días necesarios para cada una de las etapas de construcción de las instalaciones de suministro de agua.

**Cuadro 4.3.4.6-1. Cronograma de actividades (días)**

|   |     |
|---|-----|
| <b>SUMINISTRO DE AGUA DE MAR</b>          | 541 |
| <b>SUMINISTRO DE EQUIPOS Y MATERIALES</b> | 237 |
| Equipos Electromecánicos                  | 200 |
| Caseta de Bombeo                          | 45  |
| Suministro de Tubería                     | 180 |
| Materiales de Obras Civiles               | 45  |

|                                     |     |
|-------------------------------------|-----|
| <b>INSTALACIONES EN EL MUELLE</b>   | 111 |
| Instalaciones submarinas            | 30  |
| Montaje de Equipos Electromecánicos | 90  |
| Instalación de tubería en el muelle | 30  |
| <b>INSTALACIÓN DE TUBERÍA</b>       | 303 |
| <b>Tramo Illescas</b>               | 175 |
| Excavación de zanja (2 frentes)     | 30  |
| Instalación de tubería              | 160 |
| <b>Tramo Desierto de Sechura</b>    | 218 |
| Excavación de zanja (2 frentes)     | 15  |
| Instalación de tubería              | 75  |
| Obras de concreto                   | 50  |

Fuente: FOSPAC

### **4.3.5 Instalaciones portuarias marítimas y terrestres**

#### **4.3.5.1 Introducción**

Para el embarque de concentrados de fosfatos, FOSPAC ha proyectado la construcción de un terminal portuario, ubicado en la bahía de Bayóvar, en la ensenada de Sechura, el cual, será utilizado para exportar Fosfatos a granel en naves de hasta 100 000 DWT, en tanto que el volumen anual de exportación es de 2,5 millones de t/año.

Las instalaciones marinas comprenden la construcción de un puente de acceso de dos tramos, de 112 metros y 51 metros de largo respectivamente; y una plataforma de apoyo de 29 metros de largo, para el cargador del tipo radial giratorio de carguío a la nave y Dolphins de amarre.

Las embarcaciones requerirán, según el diseño del puerto, de una profundidad de 21 metros para realizar operaciones portuarias en forma segura. Para éste propósito, se aprovechará el abrigo natural que ofrece el lugar denominado Punta Aguja, permitiendo el atraque de las naves al muelle sin necesidad de obras de abrigo, igualmente, no será necesario realizar dragado del fondo marino para facilitar el ingreso de las naves durante la etapa de operación.

#### **4.3.5.2 Instalaciones**

El puerto contará con un sistema mecanizado para el carguío de fosfatos mediante un sistema de fajas transportadoras y un cargador de barcos del tipo radial giratorio, apoyado sobre una plataforma de concreto armado. En las figuras 4.3.5.2-1 y 4.3.5.2-2 se muestra un arreglo general de las instalaciones del Puerto.

## **A. Instalaciones en tierra**

Las instalaciones en tierra, considera las siguientes obras principales:

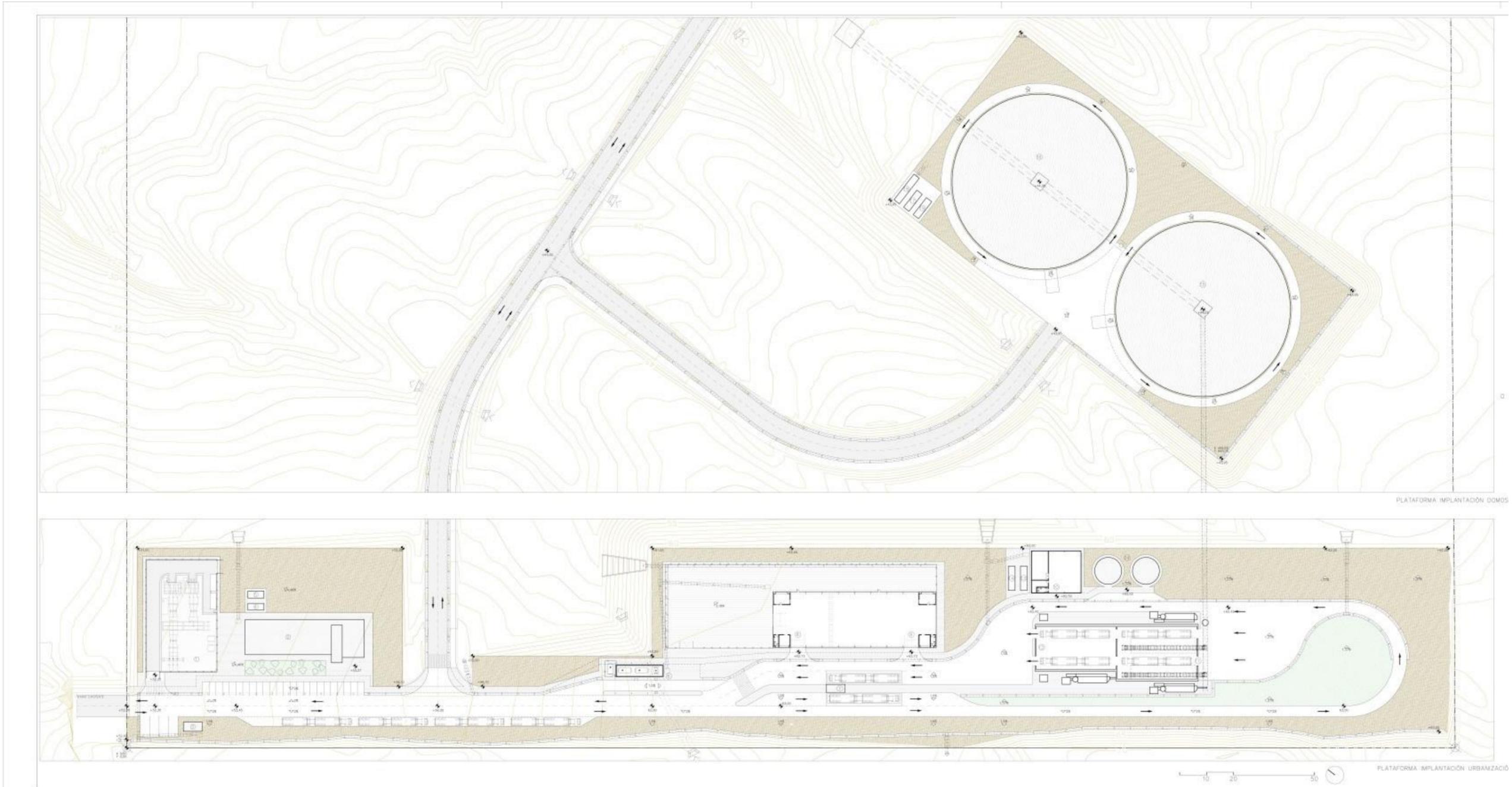
- Plataforma de descarga y de control
- Almacenes.
- Carretera de conexión.
- Faja transportadora desde el almacén al muelle.

## **B. Instalaciones Marítimas**

Las instalaciones marítimas consideran las siguientes obras principales:

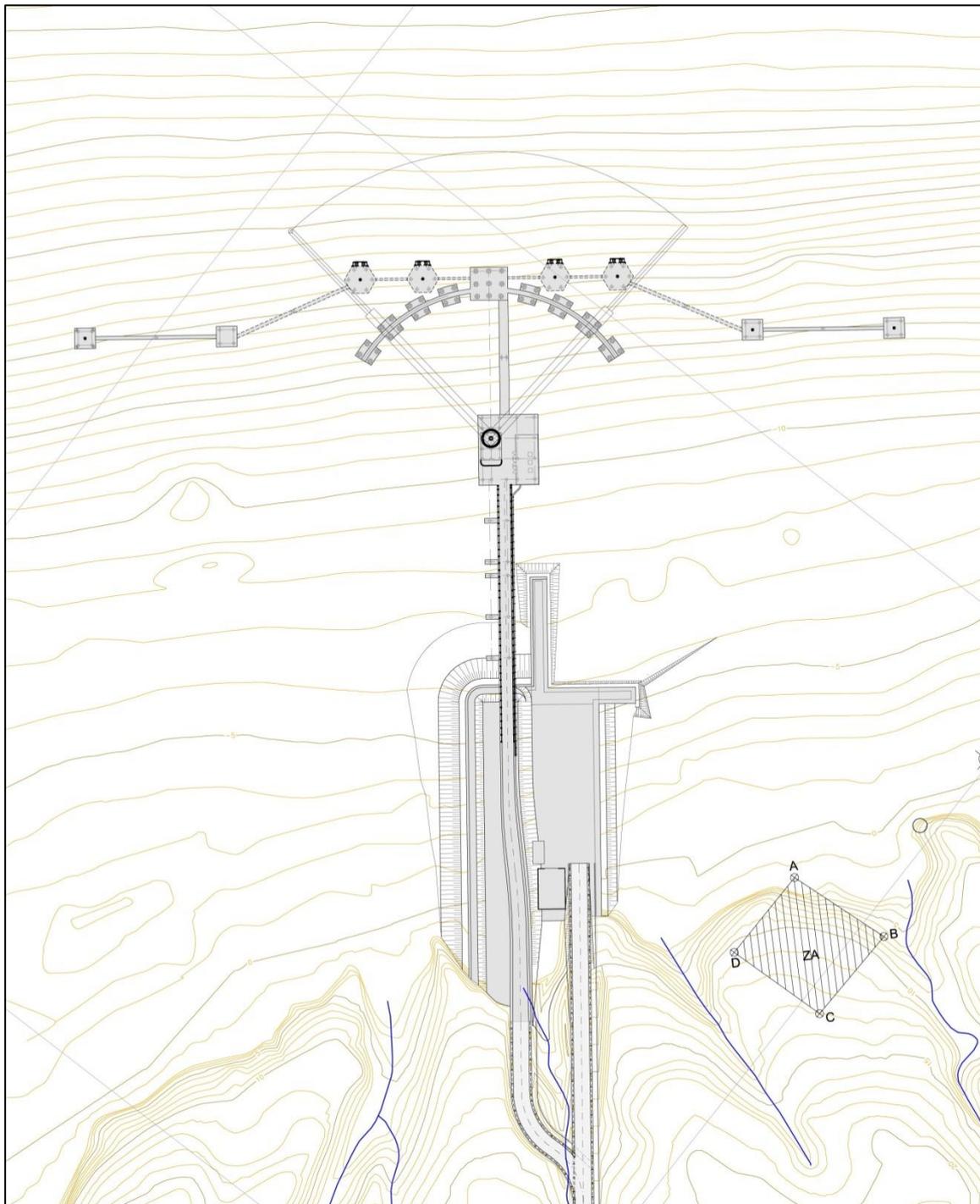
- Puente de acceso principal
- Puente de acceso secundario
- Pasarelas de conexión de dolphins
- Plataforma del cargador
- Plataforma de mantenimiento
- Dolphins de atraque y amarre
- Dolphins de amarre
- Puerto auxiliar
- Viga de traslación

Figura 4.3.5.2-1. Arreglo general de las instalaciones terrestres del Puerto.



Fuente: FOSPAC

**Figura 4.3.5.2-2. Arreglo general de las instalaciones marítimas del Puerto**



**Fuente: FOSPAC**

#### **4.3.5.3 Estudios básicos de ingeniería**

Para el proyecto se han realizado los estudios básicos de ingeniería, los cuales se adjuntan en el **Anexo 4-10**. Las conclusiones de tales estudios se resumen a continuación.

#### **Sismicidad**

De acuerdo con la información sísmica existente, se recomienda utilizar como terremoto de diseño el valor de aceleración máxima horizontal correspondiente al evento de 475 años de periodo de retorno, equivalente a 0,43g, para las estructuras que son parte de este informe. De acuerdo con esto, el coeficiente sísmico a utilizar para el diseño de taludes y estructuras de tierra será de  $\frac{1}{2}$  la aceleración máxima horizontal, siendo de 0,22 g.

#### **Geología**

La geología regional del proyecto Bayóvar corresponde a rocas metamórficas del Zócalo Paleozoico y rocas sedimentarias del terciario de la Formación Verdún, Chira, Máncora-Heath, Montera y Zapallal, y rocas coquiníferas del Tablazo Talara del Pleistoceno. Cubriendo el basamento rocoso del Zócalo Paleozoico, y ubicado principalmente en las quebradas, se presentan depósitos aluviales y en porcentaje reducido en las laderas del macizo de Illescas se presentan depósitos coluviales del Cuaternario. Por su parte, la geología local se compone del Complejo Basal de Illescas y los Depósitos Cuaternarios (depósitos aluviales, coluviales y coluvio-aluviales).

#### **Geomorfología**

La geomorfología regional del área del proyecto se compone de cordones litorales, playas recientes, estuario, llanura aluvial, terrazas marinas y cordillera

de Illescas y las quebradas aluviales. De otra parte, la geomorfología local se compone de las siguientes unidades geomorfológicas: montañoso, terraza marina, terraza aluvial reciente, laderas coluviales, cauces aluviales de régimen estacionario y llanura aluvial.

### **Geodinámica**

La geodinámica activa en el área de estudio está representada por los cauces de las quebradas principales, en el cual existen huellas de escorrentía superficial con tirantes variables entre 0,2 y 0,5 m, producto de eventos pluviales extremos o de ocurrencia del fenómeno del Niño. En consecuencia se pueden considerar como peligros geodinámicos la erosión por escorrentía e inundación por colmatación de cauces. La ocurrencia de estos eventos es favorecido por las características de los afloramientos rocosos bastante foliada y fracturada, y la presencia localizada de material coluvio-aluvial acumulado en las laderas; así como los largos intervalos de ocurrencia de los periodos lluviosos y la intensidad de los mismos. Así, se recomienda proyectar canales de derivación que protejan el área de estructuras para el siguiente nivel de ingeniería.

### **Geotecnia lado tierra**

La investigación de campo fue realizada en los meses de octubre a noviembre 2012, el cual consistió en la ejecución de 16 perforaciones diamantinas durante el mes de octubre y noviembre 2012 y la ejecución de 05 calicatas superficiales durante el mes de noviembre del 2012.

El basamento rocoso se caracteriza por estar compuesto principalmente de rocas metamórficas (pizarras), de bajo grado, con foliación tipo pizarrosidad, de grano fino, muy fracturadas en superficie y fracturada en profundidad, de dureza R3 a R4 mejorando con la profundidad. Las pizarras son derivadas originalmente de las rocas sedimentarias las cuales bajo el efecto de la presión y temperatura

dan origen a una re-cristalización de los minerales formando rocas metamórficas de bajo grado y más densas. El macizo rocoso presenta intercalación de cuarcitas de mayor resistencia y venillas de cuarzo.

Según los ensayos de permeabilidad Lefranc efectuados en el área, se obtienen coeficientes de permeabilidad característicos de la matriz rocosa que varían de  $1,686 \times 10^{-4}$  a  $4,114 \times 10^{-7}$  cm/s, siendo su permeabilidad muy baja. Asimismo, los resúmenes de resultados de los ensayos Lugeon proporcionan bajos valores del coeficiente de permeabilidad variando desde  $4,94 \times 10^{-5}$  hasta  $1,30 \times 10^{-6}$  cm/s. Estos resultados en conjunto puede interpretarse como una baja permeabilidad del macizo rocoso y que las juntas y fracturas características del basamento se encuentran cerradas.

De acuerdo a los resultados de los ensayos químicos realizados en los materiales de fundación, podemos concluir que el medio no es agresivo químicamente a estructuras de cimentación de concreto armado, dado los bajos niveles de cloruros, sulfatos y sales solubles totales.

De acuerdo con los resultados de la caracterización y análisis geotécnico del basamento rocoso metamórfico, los parámetros geotécnicos Mohr-Coulomb en términos de esfuerzos efectivos varían de 117 a 204 kPa para la cohesión y de  $25^\circ$  a  $31^\circ$  para el ángulo de fricción. Asimismo, los parámetros elásticos del basamento rocoso varían de 0,84 a 1,50 GPa para el módulo de elasticidad y de 0,34 a 0,60 GPa para el módulo de corte. El estudio se adjunta en el **Anexo 4-10.**

### **Geotecnia lado mar**

El área de estudio está ubicada en la Zona 3, correspondiente a una sismicidad alta y de intensidad VI a VII en la escala de Mercalli Modificada, correspondiéndole un Factor de Zona  $Z = 0,4$ . Para cimentaciones apoyadas en

el basamento rocoso, los materiales existentes dentro de la profundidad activa corresponderá al Tipo S1, por lo que el Factor de Suelo aplicable es:  $S = 1,0$ .

Dadas las características erráticas y heterogéneas de los suelos encontrados sobreyaciendo al basamento rocoso, se concluye que estos dan un indicativo muy claro que en un período determinado de su formación, la zona en estudio ha sufrido modificaciones producto de deslizamientos por escorrentía, por lo que en términos generales se puede determinar que el perfil geotécnico está conformado por un primer estrato de arena, por debajo de ésta se encuentra un depósito aluvial reciente, subyaciéndolo se halla un estrato de roca sedimentaria, por debajo una brecha sedimentaria y por último roca metamórfica.

Dado lo errático de los estratos, en algunos casos fue imposible extraer muestras de suelos que permiten realizar ensayos a fin de determinar, en ciertos tramos, los parámetros necesarios para el diseño de la cimentación, por lo que mediante los valores de N60 del SPT se determinó los valores de ángulo de fricción de las arenas y por medio de correlaciones se determinó el peso específico y el ángulo de fricción de las rocas.

Las estructuras marinas tienen una profundidad considerable que debe extenderse a través del agua para llegar al fondo marino. Por lo tanto, el uso de pilotes es el tipo de cimentación adecuado para estas estructuras, siendo así que se ha calculado como ejemplo la capacidad de carga en compresión de una cimentación con un tipo de pilote tubular de acero por ser el más adecuado por su comportamiento dúctil, de un diámetro de 0,85 m, con un espesor de 2,54 cm y longitudes variables, las mismas que dependen de la profundidad del agua y del espesor de los estratos. Este tipo de pilotes tendrán capacidades de carga admisibles en compresión (con factor de seguridad de 3) variables.

No se recomienda apoyar los pilotes en el estrato del depósito aluvial reciente debido a su heterogeneidad. A fin de tener asentamientos aceptables, se

recomienda apoyar los pilotes en el estrato de roca sedimentaria, penetrando un mínimo de 3,00 m en este estrato.

Se recomienda efectuar un análisis de pre-hincado utilizando el método de la ecuación de propagación de ondas. Este análisis puede ser realizado mediante el programa GRLWEAP (GRL Wave Equation Analysis of Piles), el cual permite calcular el número de golpes por unidad de penetración requerido para alcanzar la capacidad de carga última requerida, para un martillo determinado.

Al inicio de la construcción se recomienda instalar un mínimo de dos pilotes de prueba para verificar las condiciones de hincado y la capacidad de carga en compresión. Estas pruebas se podrán ejecutar por el método tradicional de aplicación de carga estática o por medio de una prueba dinámica utilizando un martillo de hincado y el Pile Driving Analyzer (PDA). El mismo que permite calcular la capacidad de carga última para un golpe al final del hincado, utilizando la ecuación de propagación de ondas y el programa CAPWAP (Case Pile Wave Analysis Program).

La capacidad de carga de los pilotes debe ser verificada mediante el monitoreo de las condiciones de hincado. Entre los métodos existentes, se recomienda el método denominado PDA (Pile Driving Analyzer), el cual permite controlar la hincada durante la instalación de los pilotes de producción. En este caso se recomienda monitorear el hincado del 5 al 10% de los pilotes por medio del PDA. Este monitoreo permite estimar la capacidad de carga última en función de la penetración en tiempo real durante el hincado, utilizando un método simplificado. Adicionalmente, luego de concluido el hincado se efectúa el análisis CAPWAP de un golpe al final del hincado, lo cual permite verificar la capacidad de carga última con mayor precisión y calcular las propiedades dinámicas de los suelos (quake y amortiguamiento) para ser utilizadas en el monitoreo de los hincados posteriores. La utilización de monitoreo con el PDA permite utilizar un factor de seguridad menor y reducir el costo total del pilotaje.

En nuestro caso se tiene que la exposición a los sulfatos contenidos en el suelo es muy alta, lo que significa que el concreto de la cimentación estará expuesto a un ataque severo, en consecuencia se tiene que usar un tipo de concreto resistente a los sulfatos y una relación agua cemento de 0,45 como máximo, una resistencia a la compresión mínima de 35 MPa y usar un cemento tipo V más puzolana. El estudio se adjunta en el **Anexo 4-10**.

#### **4.3.5.4 Actividades proyectadas - Etapa de construcción**

Como se sabe, las obras de infraestructura que configuran la terminal de carga de fosfatos se desarrollarán en tierra y en mar. El único nexo de conexión que tienen las obras encuadradas en uno y otro grupo son los accesos viarios para la maquinaria y la utilización para algunas obras marítimas de los materiales residuales de obras de excavación realizadas en tierra. Asimismo, podrán compartir maquinaria y equipos que son igualmente aplicables a la construcción maquinaria de tipo general. Por lo demás, la obra de tipo marítimo que plantea el proyecto requiere de unos medios y procesos de ejecución que son específicos de ella y que no tienen equivalencia en las obras de carácter terrestre.

Debido a este alto grado de independencia en los medios especializados en los materiales, será posible, y hasta recomendable, operar en ambas zonas de la obra de forma casi independiente pudiendo avanzar de forma paralela sin que por ello se produzcan interferencias sino, al contrario, aprovechando algunas sinergias (utilización de medios generales, control y vigilancia común, etc.).

A continuación se propone una secuencia lógica de los trabajos a realizar indicando aquellos que constituyen cuellos de botella para la realización de otros. Como se ha justificado, se hará una división de los trabajos según las dos clases citadas; trabajos marítimos y trabajos terrestres. Sin embargo, previamente al inicio de cada uno de ellos se habrá de cubrir una serie de

trabajos comunes de carácter general que se consideran necesarios para ambos.

#### **A. Actividades previas de carácter común**

En la fase inicial de ejecución de las obras se consideran los trabajos que son necesarios para su preparación. Entre ellos se consideran los siguientes.

- 1 Replanteo de la zona terrestre (levantamiento topográfico, establecimiento de hitos geográficos y puntos-base). Se realizará con equipos topográficos terrestres.
- 2 Identificación de los caracteres naturales del terreno (inspección visual, identificación de singularidades (fracturas, cauces, pendientes, suelos, sondeos complementarios, etc.). Se realizará con equipos técnicos dotados de vehículos ligeros y equipos de sondeos.
- 3 Replanteo de la zona marítima (levantamiento batimétrico, establecimiento de hitos y puntos-base). Se realizará con equipos técnicos sobre embarcaciones ligeras.
- 4 Identificación de los caracteres naturales de los fondos marinos (situación de bloques, sondeos complementarios). Se realizará con equipos sobre embarcaciones ligeras y sobre plataforma jack-up.
- 5 Ejecución del acceso desde los viarios generales utilizables hasta el puerto. Se considera una actuación previa a las obras comprendidas en el proyecto. La maquinaria y metodología a realizar se prolongará en la ejecución de la explanada NW y en la formación del viario interior.
- 6 Formación de la explanada NW de la plataforma superior. Requiere el empleo de maquinaria de excavación (retroexcavadoras), movimiento de tierra (palas cargadoras, dumpers, motoniveladoras) y compactación (apisonadora). La naturaleza de los terrenos en la zona y su alto grado de fracturación no indica la necesidad de empleo de explosivos de forma general.

- 7 Instalación del campamento de obra. Se propone en la explanada NW y se realizará mediante la conexión de módulos prefabricados transportados hasta el lugar en camiones y montados con grúas automóbiles.
- 8 Pre Instalación de subestación eléctrica de obra o centro de generación. Se propone su ubicación en la explanada NW y se realizará con equipos de generación modulares y transportables.
- 9 Preparación de parques de almacenamiento de maquinaria y materiales. Se propone la zona septentrional de la explanada SW.
- 10 Instalación de la planta de hormigonado. La instalación requiere el empleo de maquinaria de movimiento de tierras, compactación y grúas móviles.
- 11 Ejecución del viario de conexión interna. Requiere el empleo de maquinaria de excavación (retroexcavadoras), movimiento de tierra (palas cargadoras, dumpers, motoniveladoras) y compactación (apisonadora). La formación del pavimento provisional requerirá la intervención de camiones mezcladores de concreto o de extendido de pavimento asfáltico. La conservación de cauces requerirá la intervención de grúas sobre camión para la colocación de piezas prefabricadas.

## **B. Obras terrestres**

Las actividades proyectadas para la ejecución de las obras terrestres se presentan a continuación. El orden con el que se enumeran no implica necesariamente su precedencia en el tiempo ya que existen tareas que pueden realizarse en paralelo por no estar relacionadas o requerir maquinaria específica.

- 1 Excavación y formación de la explanada SW de la plataforma superior Requiere el empleo de maquinaria de excavación (retroexcavadoras), movimiento de tierra (palas cargadoras, dumpers, motoniveladoras) y compactación (apisonadora). La naturaleza de los terrenos en la zona y

su alto grado de fracturación no indica la necesidad de empleo de explosivos de forma general.

- 2 Excavación y formación de la explanada de la plataforma de almacenamiento. Requiere el empleo de maquinaria de excavación (retroexcavadoras), movimiento de tierra (palas cargadoras, dumpers, motoniveladoras) y compactación (apisonadora). La naturaleza de los terrenos en la zona y su alto grado de fracturación no indica la necesidad de empleo de explosivos de forma general.
- 3 Formación de la plataforma del viario de la plataforma superior. Requiere el empleo de maquinaria de compactación (apisonadora). La formación del pavimento provisional requerirá la intervención de camiones mezcladores de concreto o de extendido de pavimento asfáltico. La conservación de cauces requerirá la intervención de grúas sobre camión para la colocación de piezas prefabricadas.
- 4 Instalación de conducciones de redes de servicio y drenajes. Requiere el empleo de maquinaria de excavación (retroexcavadoras, martillos neumáticos), movimiento de tierra (palas cargadoras, dumpers) y compactación (pisones). El hormigonado se realizará con camiones cuba y la colocación de elementos prefabricados con grúa automóvil o camión-grúa.
- 5 Formación de cierre perimetral de protección de la parcela. Requiere el empleo de maquinaria de excavación (retroexcavadoras, martillos neumáticos), movimiento de tierra (palas cargadoras, dumpers) y compactación (pisones). El hormigonado se realizará con camiones cuba y la colocación de elementos prefabricados con grúa automóvil o camión-grúa.
- 6 Ejecución de cimentaciones en plataforma superior. El hormigonado de las cimentaciones se realizará mediante camión-grúa o camión-bomba de concreto.

- 7 Ejecución de estructuras de naves y edificios. Se emplearán los medios convencionales para transporte de materiales y elementos (camión, dumper ligero) y colocación (grúa automóvil)
- 8 Ejecución de cubiertas y cerramientos exteriores. Se emplearán los medios convencionales (grúa automóvil, camión, dumper ligero, etc.).
- 9 Ejecución de interiores e instalaciones en edificación. Se emplearán los medios convencionales ligeros.
- 10 Urbanización (viaros, alumbrado, etc.). Se emplearán los medios convencionales para transporte de materiales y elementos (camión, dumper ligero), excavación (martillo neumático) colocación (grúa automóvil), pavimentación (asfaltado, camión-hormigonera, apisonadora).
- 11 Instalación del sistema de pesaje. Se emplearán los medios convencionales para transporte de materiales y elementos (camión, dumper ligero) y colocación (grúa automóvil).
- 12 Instalación del sistema de descarga de camiones. Se emplearán los medios convencionales para transporte de materiales y elementos (camión, dumper ligero) y colocación (grúa automóvil).
- 13 Instalación del sistema de limpieza de camiones. Se emplearán los medios convencionales para transporte de materiales y elementos (camión, dumper ligero) y colocación (grúa automóvil)
- 14 Instalación de depósitos de agua. Se emplearán los medios convencionales para transporte de materiales y elementos (camión, dumper ligero), colocación (grúa automóvil) y hormigonado (camión mezcladora de concreto, bomba de concreto)
- 15 Instalación de estación de combustible. Se emplearán los medios convencionales para excavación (retroexcavadora, martillo neumático) transporte de materiales y elementos (camión, dumper ligero) y colocación (grúa automóvil).

- 16 Instalación de estructuras auxiliares. Se emplearán los medios convencionales para transporte de materiales y elementos (camión, dumper ligero) y colocación (grúa automóvil).
- 17 Excavación y cimentación de domos de almacenamiento. Se realizarán sobre la plataforma de almacenamiento. Se emplearán los medios específicos para excavación (retroexcavadora, martillo neumático) transporte de materiales y elementos (camión, dumper ligero) y colocación (grúa automóvil). En principio, dada la naturaleza esquistosa y fracturada de los terrenos, no se estima necesaria la utilización de explosivos.
- 18 Construcción de domos. Además de los medios convencionales de transporte de materiales, se emplearán medios de elevación específicos (grúa automóvil especial) y los sistemas de formación del domo (bombas neumáticas, camión mezclador de concreto, bomba de proyección, etc.).
- 19 Excavación y cimentación de fajas transportadoras. Se emplearán los medios convencionales para excavación (retroexcavadora, martillo neumático), transporte de materiales y elementos (camión, dumper ligero), colocación (grúa automóvil) y hormigonado (camión mezclador de concreto, bomba de concreto)
- 20 Construcción de apoyos de fajas transportadoras. Se emplearán los medios convencionales para transporte de materiales y elementos (camión, dumper ligero), colocación (grúa automóvil) y hormigonado (camión-hormigonera, bomba de concreto)
- 21 Instalación de fajas transportadoras. Se emplearán los medios convencionales para transporte de materiales y elementos (camión, dumper ligero), colocación (grúa automóvil) y hormigonado (camión mezclador de concreto, bomba de concreto)
- 22 Construcción de edificio de oficinas y control. Se emplearán los medios convencionales para transporte de materiales y elementos (camión, dumper ligero) y colocación (grúa automóvil)

- 23 Montaje de subestación eléctrica. Se emplearán los medios convencionales para transporte de materiales y elementos (camión, dumper ligero) y colocación (grúa automóvil).
- 24 Pruebas.

### **C. Obras marítimas**

La construcción de las obras marítimas proyectadas se realizará siguiendo las siguientes etapas que a continuación se describen. Su orden no implica necesariamente su precedencia en el tiempo ya que existen tareas que pueden realizarse en paralelo por no estar relacionadas o requerir maquinaria específica.

- 1 Formación del dique de protección de la explanada del puerto auxiliar. Se realizará una vez finalizada el viario de conexión interna con la costa desde la explanada NW. Se emplearán medios terrestres de movimiento de tierras (dumpers, palas cargadoras, retroexcavadora). El material de núcleo y relleno podrá ser procedente de las excavaciones en la parcela terrestre. Los bloques de concreto del manto de protección, fabricados en el sitio, se colocarán con grúa automóvil.
- 2 Formación de los muelles y la explanada del puerto auxiliar. Se realizará desde tierra utilizando retroexcavadora para la formación de la banqueta y grúa automóvil para la colocación de bloques de muelle.
- 3 Hincas de pilotes de la pasarela de conexión a tierra. Requerirá el trabajo de una máquina de hincas de pilotes (IHC S-500 o equivalente) montada sobre plataforma jack-up con grúa. Como medios auxiliares para el transporte de pilotes se requerirá una pontona autopropulsable y una embarcación ligera para el control.
- 4 Hincas de pilotes de la plataforma del cargador. Requerirá el trabajo de una máquina de hincas de pilotes (IHC S-500 o equivalente) montada sobre plataforma jack-up con grúa. Como medios auxiliares para el

transporte de pilotes se requerirá una pontona autopropulsable y una embarcación ligera para el control.

- 5 Hincia de pilotes de la plataforma de mantenimiento. Requerirá el trabajo de una máquina de hincia de pilotes (IHC S-500 o equivalente) montada sobre plataforma jack-up con grúa. Como medios auxiliares para el transporte de pilotes se requerirá una pontona autopropulsable y una embarcación ligera para el control.
- 6 Hincia de pilotes de la viga frontal del cargador. Requerirá el trabajo de una máquina de hincia de pilotes (IHC S-500 o equivalente) montada sobre plataforma jack-up con grúa. Como medios auxiliares para el transporte de pilotes se requerirá una pontona autopropulsable y una embarcación ligera para el control.
- 7 Hincia de pilotes de dolphins. Requerirá el trabajo de una máquina de hincia de pilotes (IHC S-500 o equivalente) montada sobre plataforma jack-up con grúa. Como medios auxiliares para el transporte de pilotes se requerirá una pontona autopropulsada y una embarcación ligera para el control.
- 8 Ejecución de dinteles de los pórticos y vigas in situ de las plataformas. Se requiere la utilización de pontona autopropulsada y embarcación auxiliar para el transporte de materiales y elementos auxiliares así como camión cuba y bomba de concreto.
- 9 Fabricación y colocación de vigas prefabricadas. Se requiere la utilización de pontona autopropulsada y embarcación auxiliar para el transporte de vigas y elementos auxiliares así grúa sobre pontona.
- 10 Ejecución de superestructura de pasarela principal. Se requiere la utilización de camiones y grúas para el transporte y colocación de elementos prefabricados y camión hormigonera con bomba para la colocación de concreto in situ.
- 11 Ejecución de plataforma de cargador. Se requiere la utilización de camiones y grúas para el transporte y colocación de elementos

- prefabricados y camión hormigonera con bomba para la colocación de concreto in situ.
- 12 Ejecución de superestructura de plataforma de mantenimiento. Se requiere la utilización de pontona autopropulsada y embarcación auxiliar para el transporte y colocación de elementos prefabricados y camión hormigonera con bomba para la colocación de concreto in situ.
  - 13 Ejecución de cabezales de apoyos de la viga frontal del cargador. Se requiere la utilización de pontona autopropulsada y embarcación auxiliar para el transporte y colocación de elementos prefabricados y camión hormigonera con bomba para la colocación de concreto in situ.
  - 14 Ejecución de la viga frontal del cargador. Se requiere la utilización de pontona autopropulsada y embarcación auxiliar para el transporte y colocación de elementos prefabricados y camión hormigonera con bomba para la colocación de concreto in situ.
  - 15 Ejecución de cabezales de dolphins. Se requiere la utilización de pontona autopropulsada y embarcación auxiliar para el transporte y colocación de elementos prefabricados y camión hormigonera con bomba para la colocación de concreto in situ.
  - 16 Instalación de elementos de amarre y defensas. Se requiere la utilización de pontona autopropulsada con grúa y embarcación auxiliar para el transporte y colocación de defensas, bolardos y otros elementos.
  - 17 Instalación del cargador. Se emplearán los medios específicos (pontona con grúa, grúa automóvil terrestre, etc.) que el suministrador del cargador estime necesarios y provea.
  - 18 Instalación de elementos auxiliares (escalas, señalización marítima, protecciones, etc.). En el caso de que los sitios de colocación no tengan accesibilidad desde tierra (p.e. Pasarelas de conexión entre dolphins) se utilizarán los medios marinos habituales (pontona con grúa y embarcación auxiliar). En los otros casos se utilizarán camiones y grúas automótiles.
  - 19 Pruebas. A determinar en cada caso.

#### **4.3.5.5 Recursos y suministros necesarios para la construcción**

##### **A. Campamento para la etapa de construcción**

El campamento para los trabajadores durante la etapa de construcción se ubicará en el puerto de Fosfatos en Bayóvar, próximo al acceso por carretera al terminal terrestre, en la explanada donde se construirá el edificio de control. Tendrá un área total de edificación de 892,5 m<sup>2</sup> y un área total del campamento de 3 610 m<sup>2</sup>.

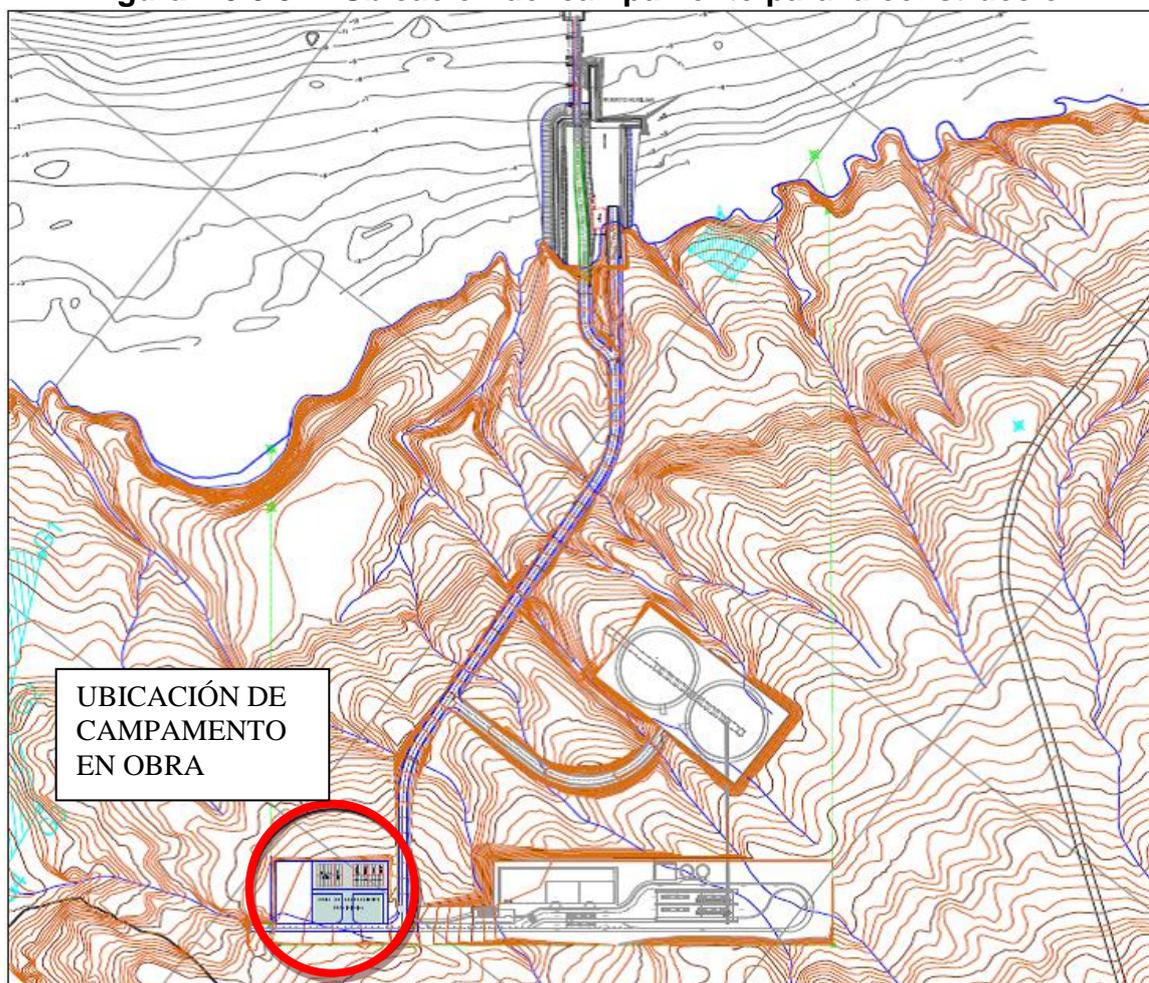
Se prevé una duración de 1,5 meses para la construcción y habilitación del campamento de obra.

El campamento ha sido diseñado para atender a 90 trabajadores. Las consideraciones para la construcción del campamento son: régimen de trabajo: 14 días laborables y 7 de descanso; tipo de edificación: modulares.

El edificio tiene dimensiones de 26,9 m x 18,3 m y se compone de 22 módulos de 30 pies de longitud. Se han considerado la siguiente infraestructura de servicios:

- Comedor con una capacidad de 35 personas
- Cocina y despensa
- Sala de Recreación
- Lavandería
- Policlínico
- Módulos higiénicos
- Vestuario

**Figura 4.3.5.5-1. Ubicación del campamento para la construcción**



Fuente: FOSPAC

## **B. Suministro de agua potable**

Para la etapa constructiva, el agua para uso doméstico e industrial será adquirida de los pozos subterráneos existentes ubicados en la zona de Illescas, el cual es administrado por el gobierno regional de Piura. (Coordenadas UTM WGS 84: E 504 706, N 9345 664). Por su parte, para el consumo humano se utilizará agua envasada en bidones adquirida localmente.

En el campamento el agua potable para uso doméstico (limpieza y servicios higiénicos) será suministrada a través de un depósito provisional de agua

potable. Por su parte, el agua industrial será suministrada mediante camiones cisternas.

#### **C. Suministro de energía eléctrica**

Hasta que no ingrese a operar la subestación eléctrica, en la etapa de construcción, el suministro de electricidad a los edificios y para las obras será por medio de centros de generación (grupos electrógeno).

#### **D. Suministro de combustibles**

En la etapa de construcción del puerto, el suministro de combustible para los equipos y maquinarias, será suministrada, a través de un proveedor único, el cual debe implementar todas las instalaciones necesarias para cumplir con todas las normativas medioambientales y de seguridad. Así mismo, obtendrá los permisos correspondientes para el suministro de combustibles.

#### **E. Manejo de residuos**

El manejo de los residuos domésticos e industriales durante la etapa de construcción se enmarcará dentro de los lineamientos generales del Plan de manejo de residuos de FOSPAC. Se estima producir un promedio de 0,03 t/d residuos domésticos y aproximadamente 0,010 t/d de residuos industriales.

## F. Necesidades de personal

En la etapa de construcción se proyecta utilizar una fuerza laboral total equivalente a 90 personas. El detalle se presenta en la siguiente tabla.

**Cuadro 4.3.5.5-1. Personal de construcción del puerto**

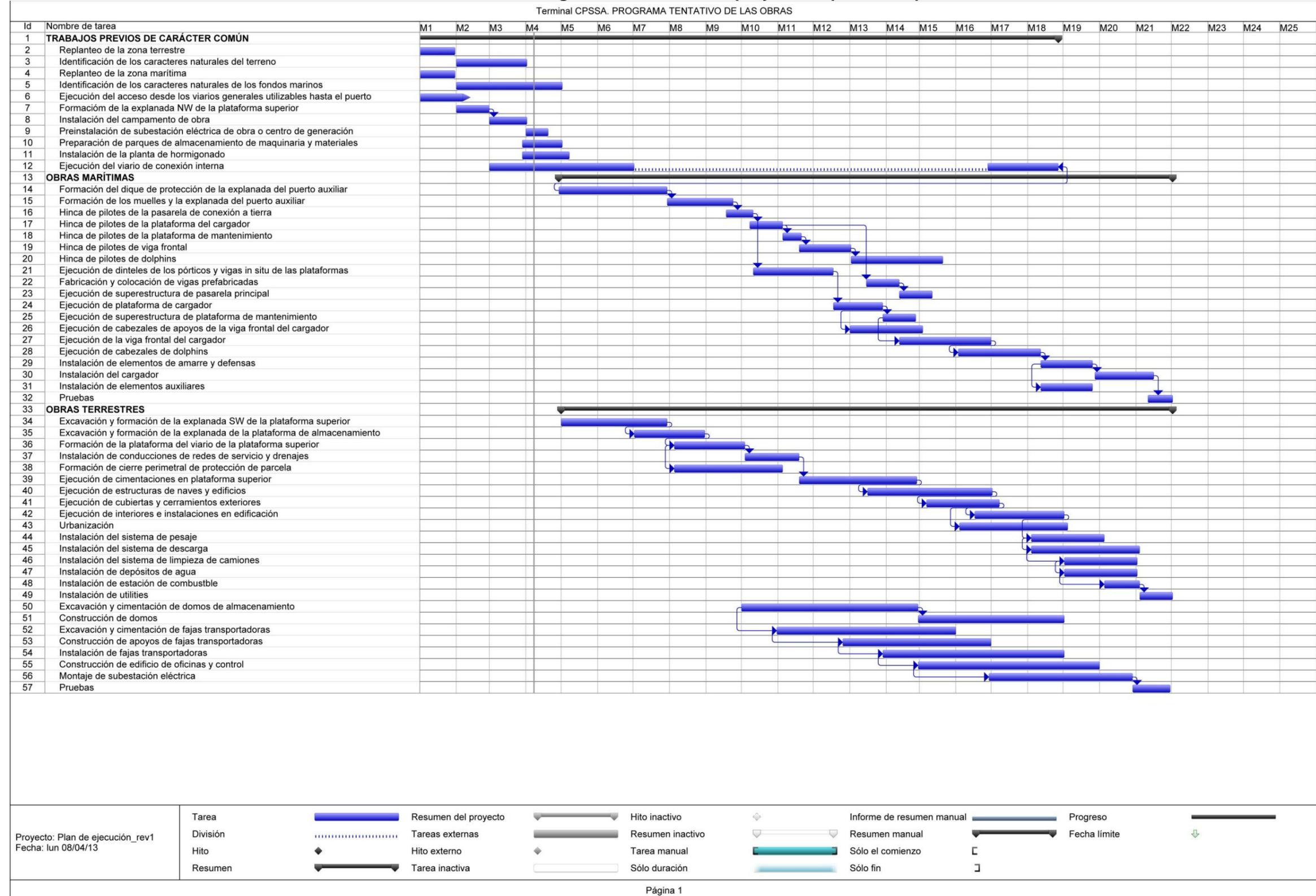
| <b>Posición</b>    | <b>Cantidad</b> |
|--------------------|-----------------|
| Administrativo     | 4               |
| Supervisores       | 12              |
| Técnico Calificado | 52              |
| Obrero             | 22              |
| <b>TOTAL</b>       | <b>90</b>       |

Fuente: FOSPAC

## G. Cronograma de actividades

En el cuadro 4.3.5.5-2 se presenta el cronograma de actividades proyectado para la etapa constructiva.

**Cuadro 4.3.5.5-2. Cronograma de actividades proyectado para la etapa constructiva**



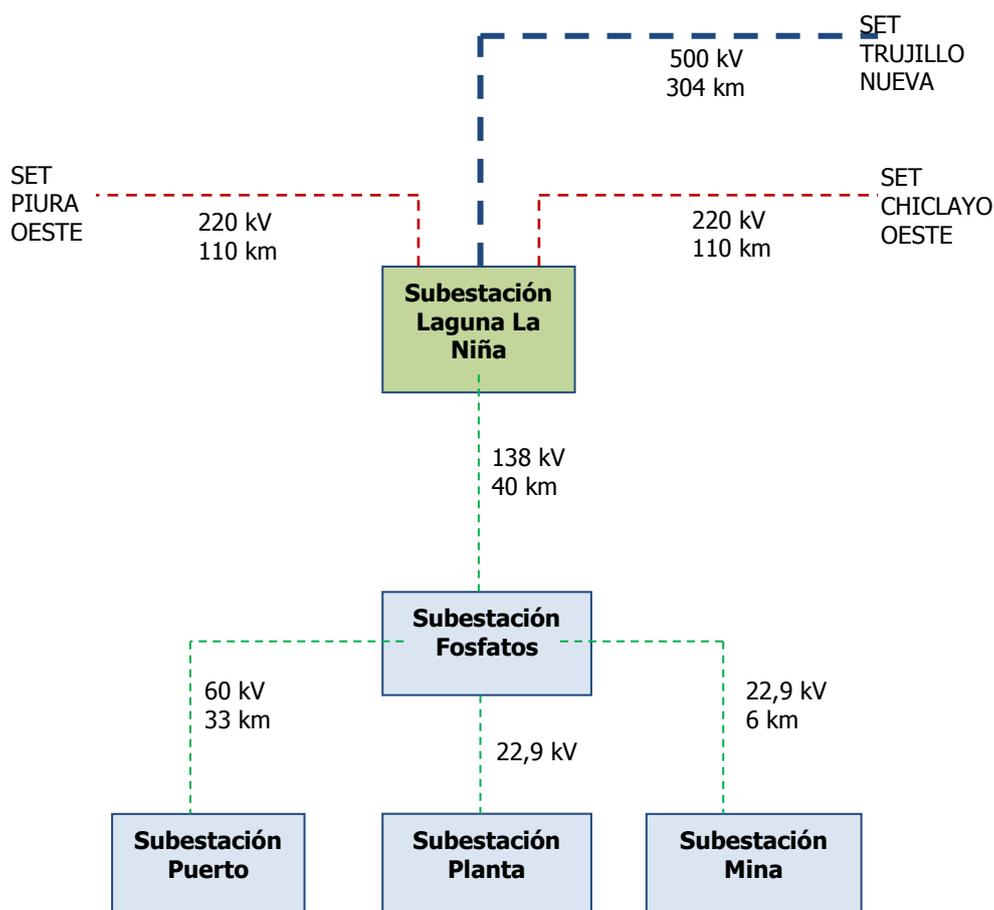
Fuente:

Fuente: FOSPAC

#### 4.3.6 Instalaciones de abastecimiento de energía eléctrica (subestaciones y líneas de transmisión eléctrica)

La energía eléctrica necesaria para la mina, la planta de beneficio y el puerto, será suministrada desde la red del sistema interconectado nacional, específicamente desde la subestación laguna La Niña ubicada en la margen derecha de la Panamericana Norte a la altura del kilómetro 912,40 entre las estructuras 374 - 375 de la línea de 220 kV Chiclayo Oeste – Piura Oeste (L-238). A esta subestación se enlazarán la línea de 500 kV que viene de la SET Trujillo nueva (figura 4.3.6-1).

Figura 4.3.6-1. Diagrama de bloques – suministro eléctrico



Fuente: FOSPAC

El proyecto tiene previsto ampliar la barra de 220 kV para instalar un autotransformador de 220/138 kV que alimentará a una barra de 138 kV la misma que será compartida con la Empresa Salmueras Sudamericanas. La Barra de 138 kV será el punto de suministro eléctrico del proyecto.

En la subestación Laguna La Niña se instalará un autotransformador de 65 MVA ONAN, 220/138 kV, la misma que alimentará una barra de 138 kV, desde este punto se iniciará una línea de transmisión, con conductores de aluminio tipo ACAR de 250 mm<sup>2</sup>. Esta línea de transmisión se dirigirá hacia la Subestación Fosfatos que estará ubicada en un extremo de la planta de Fosfatos, recorriendo una distancia aproximada de 40 km. Las estructuras de la Línea de transmisión serán metálicas.

A través de la subestación Fosfatos se distribuirá la energía eléctrica a la planta de Fosfatos y Mina en 22,9 kV. Adicionalmente, de esta subestación se derivará una línea de transmisión en 60 kV con conductores de aluminio tipo ACAR de 250 mm<sup>2</sup> recorriendo una longitud aproximada 33 km hasta llegar a la Subestación Puerto, ubicada en la zona del puerto. Para las líneas de transmisión de 22,9 kV y 60 kV se utilizarán postes de madera. Desde la subestación Puerto se distribuirá una línea de transmisión de 22,9 kV en forma subterránea que alimentará a las subestaciones del puerto y la subestación de bombeo de agua de mar.

#### **4.3.6.1 Etapas**

##### **A. Etapa de planeamiento e ingeniería**

Esta etapa se inicia con la formulación de alternativas y tiene como objetivo progresar sobre el análisis de las alternativas identificadas, reduciendo la incertidumbre y mejorando la calidad de la información.

## **B. Etapa de construcción**

La construcción de una línea de transmisión consiste en una serie de actividades vinculadas unas con otras, que han de desarrollarse en forma secuencial. Esta etapa será desarrollada por empresas constructoras especializadas.

## **C. Etapa de operación y mantenimiento**

Comprende el control y explotación de un sistema integrado de subestaciones y líneas de transmisión a través del cual se transportará energía a la red integrada para su uso final. Así mismo, dentro de esta etapa está considerado el mantenimiento de todo el sistema.

## **D. Etapa de cierre**

El cierre del proyecto, considera un cierre definitivo para los componentes, estructuras y módulos auxiliares, al final de la fase constructiva, y un cierre final de los componentes principales al final de la vida útil u horizonte del proyecto. Según las circunstancias lo ameriten el titular por propia decisión, o el titular y los stakeholders con el conocimiento y anuencia de las autoridades, podría cambiar la administración del proyecto, de tal forma que los componentes del proyecto no sean cerrados. Siendo esta decisión la condicionante para el desarrollo de las actividades señaladas, al término de su tiempo de vida.

### **4.3.6.2. Proceso constructivo de las subestaciones eléctricas**

#### **A. Obras civiles ampliación SE laguna La Niña**

Las obras civiles que forman parte de la ampliación de la SE laguna La Niña son las siguientes:

- Base de cimentación de columna del pórtico de línea en 138 KV y de soportes de equipos eléctricos en 138 KV
- Base de cimentación del transformador de potencia, incluyendo la poza de almacenamiento y un buzón recolector de aceite
- Losa de acceso con bloque de anclaje para ingreso y retiro de los transformadores.
- Muro cortafuego para protección y seguridad de equipos cercanos.
- Sistema de canaletas para tendido de cables.

- **Bases de pórticos y equipos**

La cimentación de bases del pórtico de línea y equipos eléctricos, está conformada por pedestales y zapatas de concreto armado de resistencia  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ . Los pedestales son columnas cortas (25 cm sobre el nivel del terreno) de sección cuadrada, en donde se apoya la estructura metálica. Las patas de apoyo de las estructuras metálicas están soldadas a una plancha de acero que tienen agujeros para la colocación de pernos de anclaje que fijan la plancha a la base de concreto. Por su parte, la zapata será una losa de espesor mínimo de 40 cm de sección cuadrada donde se apoya el pedestal.

- **Base del transformador de potencia**

La cimentación del transformador de potencia consiste en una poza de concreto armado, para almacenamiento de aceite, con 4 muros perimetrales: dos muros transversales y dos muros longitudinales; en la parte central se ubican dos muros pedestales paralelos a los muros longitudinales diseñados para recibir el peso del transformador. Todos los muros se apoyan en una losa de concreto que tiene una inclinación para el escurrimiento del aceite derramado en la poza, hacia un buzón colector adyacente a la base. Los muros pedestales llevan rieles por donde se desplaza el transformador.

- **Losa de acceso**

La losa de acceso, que une la base del transformador con la pista de acceso, consiste en una losa de concreto armado donde se apoyan los rieles para el acceso del transformador hacia su base.

- **Muro cortafuego**

El muro cortafuego será de concreto armado de 210 kg/cm<sup>2</sup> de resistencia y tendrá una altura de 9,15 metros. La sección el muro será trapezoidal. En la base tendrá un espesor de 60 cm y en la parte superior 25 cm.

- **Canaletas**

Las canaletas proyectadas tendrán dos tipos de dimensiones interiores de 30 x 30 cm y de 55 x 55 cm. Los muros y piso de la canaleta serán de concreto armado de 10 cm de espesor y llevarán tapas de concreto reforzado prefabricadas para poder desmontarlas cuando se realice mantenimiento de los cables. Las canaletas llevarán un solado de 5 cm.

## **B. Obras civiles subestación planta Fosfatos**

Las obras civiles que forman parte de la nueva SE Fosfatos son las siguientes:

- Plataforma de la subestación.
- Cerco perimétrico.
- Movimiento de tierras para la instalación de la malla puesta a tierra.
- Bases de pórticos y equipos eléctricos del patio de 138 y 60 kV.
- Bases de transformadores de potencia y losas de acceso.
- Muro cortafuego.
- Canaletas y ductos en patio de llaves de 138 y 60 kV.
- Edificio y garita de control.

- Base de banco de condensadores y cerco de malla.
  - Base de transformadores de servicios auxiliares y muros separadores con puerta de malla.
  - Sistema de drenaje: buzones, cunetas y tuberías de drenaje.
  - Instalaciones sanitarias de agua y desagüe.
  - Vía de acceso interior: sardineles, pistas y veredas.
  - Capa de balasto.
- **Plataforma de la subestación.**

Consiste en hacer un corte superficial del terreno de aproximadamente 10 cm de altura con equipo mecánico para eliminar el material fino eólico depositado en el área de la subestación. Luego del corte se procederá con la nivelación y compactación del terreno natural para conformar el nivel de plataforma de la subestación.

- **Cerco perimétrico.**

El cerco perimetral consiste en un muro de albañilería de bloquetas de concreto confinada por columnas y vigas de concreto armado de 175 kg/cm<sup>2</sup>. El cerco perimetral tendrá 2 puertas de ingreso vehicular y una puerta de ingreso peatonal. Todas las puertas serán de plancha metálica acanalada.

- **Movimiento de tierras para la instalación de la malla puesta a tierra**

Comprende los trabajos de excavación de zanja y relleno compactado luego de la instalación de la malla puesta a tierra.

- **Bases de pórticos y equipos eléctricos**

La cimentación de bases de pórticos de barra y de línea y bases de equipos eléctricos, está conformada por pedestales y zapatas de concreto armado de resistencia  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ .

Los pedestales son columnas cortas (25 cm sobre el nivel del terreno) de sección cuadrada de concreto armado en donde se apoya la estructura metálica. Las patas de apoyo de las estructuras metálicas están soldadas a una plancha de acero que tienen agujeros para la colocación de pernos de anclaje que fijan la plancha a la base de concreto. Por su parte, la zapata es una losa de espesor mínimo de 40 cm de sección cuadrada donde se apoya el pedestal.

- **Bases de Transformadores de potencia y losas de acceso.**

El proyecto comprende dos bases para transformadores de potencia con sus respectivas losas de acceso. Las bases y losas de acceso serán de concreto armado  $210 \text{ kg/cm}^2$ .

La base del transformador está compuesta de una poza para almacenamiento de aceite, con 4 muros perimetrales: dos muros transversales y dos muros longitudinales; en la parte central se ubican dos muros pedestales paralelos a los muros longitudinales diseñados para recibir el peso del transformador. Por su parte, las losas de acceso son losas de concreto armado de  $210 \text{ kg/cm}^2$  que se ubican entre la base del transformador de potencia y la pista.

- **Muro cortafuego.**

Se construirá un muro cortafuego entre los 2 transformadores de potencia del patio de llaves.

### C. **Obras civiles subestación Puerto**

Las obras civiles que forman parte de la nueva SE Puerto son las siguientes:

- Plataforma de la subestación.
- Cerco perimétrico.
- Movimiento de tierras para la instalación de la malla puesta a tierra.
- Bases de pórticos y equipos eléctricos del patio de 60 kV.
- Base del transformador de potencia y losa de acceso.
- Canaletas y ductos en patio de llaves de 60 kV.
- Edificio y garita de control.
- Base de banco de condensadores y cerco de malla.
- Base de transformadores de servicios auxiliares y muros separadores con puerta de malla.
- Sistema de drenaje: buzones, cunetas y tuberías de drenaje.
- Instalaciones sanitarias de agua y desagüe.
- Vía de acceso interior: sardineles, pistas y veredas.
- Capa de balasto.

- **Plataforma de la subestación.**

Consiste en hacer un corte superficial del terreno de aproximadamente 10 cm de altura con equipo mecánico para eliminar el material fino eólico depositado en el área de la subestación. Luego del corte se procederá con la nivelación y compactación del terreno natural para conformar el nivel de plataforma de la subestación.

- **Cerco perimétrico.**

El cerco perimetral consiste en un muro de albañilería de bloquetas de concreto confinada por columnas y vigas de concreto armado de 175 kg/cm<sup>2</sup>. El cerco

perimetral tendrá 2 puertas de ingreso vehicular y una puerta de ingreso peatonal. Todas las puertas serán de plancha metálica acanalada.

- **Movimiento de tierras para la instalación de la malla puesta a tierra**

Comprende los trabajos de excavación de zanja y relleno compactado luego de la instalación de la malla puesta a tierra.

- **Bases de pórticos y equipos eléctricos**

La cimentación de bases de pórticos de barra y de línea y bases de equipos eléctricos, está conformada por pedestales y zapatas de concreto armado de resistencia  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ .

Los pedestales son columnas cortas (25 cm sobre el nivel del terreno) de sección cuadrada de concreto armado en donde se apoya la estructura metálica. Las patas de apoyo de las estructuras metálicas están soldadas a una plancha de acero que tienen agujeros para la colocación de pernos de anclaje que fijan la plancha a la base de concreto. Por su parte, la zapata es una losa de espesor mínimo de 40 cm de sección cuadrada donde se apoya el pedestal.

- **Base de Transformador de potencia y losa de acceso.**

El proyecto comprende una base para transformador de potencia con su respectiva losa de acceso. La base y losa de acceso será de concreto armado  $210 \text{ kg/cm}^2$ .

La base del transformador está compuesta de una poza para almacenamiento de aceite, con 4 muros perimetrales: dos muros transversales y dos muros longitudinales; en la parte central se ubican dos muros pedestales paralelos a los muros longitudinales diseñados para recibir el peso del transformador. Por su

parte, las losas de acceso son losas de concreto armado de  $210 \text{ kg/cm}^2$  que se ubican entre la base del transformador de potencia y la pista.

#### **D. Obras electromecánicas en las subestaciones**

Las obras electromecánicas que forman parte de las subestaciones son las siguientes:

- Montaje de transformadores de potencia
- Montaje de interruptor de potencia
- Montaje de seccionadores
- Montaje de equipo menor
- Montaje de tableros de control, medición y protección
- Montaje de tableros de servicios auxiliares
- Montaje de banco y cargador de baterías
- Tendido y conectado de cables de control
- Sistema de iluminación
- Colocación del sistema de puesta a tierra.

- **Montaje de transformadores de potencia**

Los equipos que se montarán serán el transformador de potencia, ya sean suministrados por el propietario o por el contratista.

- **Montaje de interruptor de potencia**

Se entenderá por interruptor trifásico al conjunto de tres unidades de interrupción que podrán estar integrados en una sola estructura, o bien estar constituido por tres interruptores monofásicos que operarán en un sistema trifásico.

- **Montaje de seccionadores**

Se entenderá por seccionadores al conjunto de tres unidades monopolares que operarán simultáneamente en un sistema trifásico bajo accionamiento manual y/o eléctrico.

- **Montaje de equipo menor**

Dentro de este concepto se considera la colocación y conexión de los pararrayos, aisladores soporte tipo columna, transformadores de corriente y tensión monofásicos tipo pedestal para servicios intemperie, trampas de onda, dispositivos de potencial y transformadores de servicios auxiliares, etc.

- **Montaje de tableros de control, medición y protección**

Se entiende por “Tablero”, al conjunto de paneles y/o tableros que contiene todos los aparatos que registran, miden, supervisan y controlan las funciones eléctricas de todos los equipos instalados en la Subestación.

- **Montaje de tableros de servicios auxiliares**

Se entenderá por “Tablero de Servicios Auxiliares”, a los centros de carga para corriente alterna y corriente continua, que se montarán en la sala de control y casetas de campo. Estos centros de carga controlarán y distribuirán los circuitos que requiera la Subestación, para el alumbrado y servicio de emergencia eléctrica en general, en sistema BT en corriente alterna y en corriente continua en las subestaciones del proyecto.

- **Montaje de banco y cargador de baterías**

Comprende el montaje de fuentes de corriente continua para satisfacer las necesidades de protección, medición y alumbrado de emergencia. Los bancos de baterías, son del tipo plomo-ácido.

- **Tendido y conectado de cables de control**

Se entiende por “Cable de Control”, a los conductores que unen los “cajas de borneras y de agrupamiento” de los equipos que se montarán en la parte exterior de las subestaciones, con los instrumentos y aparatos que se localicen en los tableros de control; ubicados en las “Casetas de Control” y “Sala de Control”.

- **Sistema de iluminación**

Dentro de este concepto se considera la instalación colocación, conexión, pruebas y puesta en servicio del sistema de Iluminación, exterior e interior, del patio y caseta de control en cada subestación incluyendo el alumbrado de emergencia.

- **Colocación del sistema de puesta a tierra**

El sistema de tierras consiste en una malla de conductores de cobre enterrados y conectados entre sí y a electrodos de acero recubiertos con cobre, localizados en la periferia de la cuadrícula. En algunos puntos de la cuadrícula; los electrodos de acero recubiertos con cobre, irán alojados en pozos que permitan hacer lecturas al sistema de puesta a tierra.

- **Montaje de cables de energía**

Comprende la instalación, colocación, conexión, pruebas y puesta en servicio de los cables de energía en media tensión que serán instalados en las subestaciones.

#### **4.3.6.3 Proceso constructivo de las líneas de transmisión de 138 kV y 60 kV**

A diferencia de otros proyectos, la construcción de una línea de transmisión consiste en una serie de actividades civiles y electromecánicas vinculadas unas con otras, que han de desarrollarse en forma secuencial.

Las obras civiles, seguirán lo establecido en las normas y códigos peruanos vigentes y normas internacionales complementarias. Dentro de las cuales se mencionan las siguientes:

- Norma de Cargas NTE.020 - Cargas
- Norma Técnica de Edificación NTE E.030 - Diseño Sismorresistente
- Norma Técnica de Edificación NTE E.050 - Suelos y Cimentaciones
- Norma Técnica de Edificación NTE E.060 - Concreto Armado
- American Concrete Institute ACI-318/99
- American Society for Testing and Materials – ASTM

Las actividades de construcción se realizarán en dos frentes de trabajo, aspecto que se describe en el cuadro 4.3.6.3-1.

**Cuadro 4.3.6.3-1. Frentes de trabajo**

| <b>Frentes</b> | <b>Línea de 138 KV</b>   | <b>Línea de 60 KV</b>  |
|----------------|--|--|
| <b>1</b>       | Construcción del tramo desde la SE Laguna La Niña hacia la SE Fosfatos | Construcción del tramo desde la SE Fosfatos hacia la SE Puerto |

| Frentes | Línea de 138 KV  | Línea de 60 KV   |
|---------|--|--|
| 2       | Construcción del otro tramo, que parte desde la SE Fosfatos hacia la SE Laguna La Niña | Construcción del otro tramo, que parte desde la SE Puerto hacia la SE Fosfatos |

Fuente: Fosfatos del Pacifico S.A.

Las actividades más importantes en obras civiles tenemos:

- Obtención de los permisos de los propietarios para la construcción de accesos, ubicación de las estructuras y la instalación de conductores.
- Construcción de accesos.
- Despeje y preparación del terreno
- Instalación de almacenes, campamentos y oficinas, y patio de maquinas
- Suministro de los anclajes para la obra civil
- Excavación y vaciado de concreto armado a través de procedimientos manuales y/o mecánicos. Estos trabajos serán efectuados en los lugares destinados a la instalación de estructuras. Los movimientos de tierra serán de mayor envergadura, y tendrán por finalidad realizar la nivelación de superficies para la formación de plataformas para las subestaciones, etc.
- Transporte de materiales para rellenos.
- Trazado e instalación de la malla de puesta a tierra profunda de las subestaciones.
- Relleno y compactación del área alrededor de las cimentaciones o bloques de concreto.
- Construcción de las subestaciones.
- Eliminación de desmonte producto de las obras civiles.
- Transporte y acopio del material de la estructura metálica, cables y otros elementos.
- Ensamble e izado de estructuras metálicas.
- Acopio de materiales para el tendido.

Por su parte, las actividades más importantes del montaje de los equipos electromecánicos comprenden:

- Fletes de los equipos y materiales de fabricación nacional e importado desde la fábrica o almacenes hasta el terreno de las obras.
- Desembalaje, almacenamiento, cuidado y mantenimiento de todos los equipos incluidos.
- Transporte y montaje de las estructuras de suspensión, anclaje y terminales.
- Tendido de conductores
- Montaje de la cadenas de aisladores
- Regulado y engrapado de conductores.
- Instalación de la puesta a tierra en las estructuras de las líneas
- Periodo de pruebas: antes de la entrada en servicio de las nuevas instalaciones se ejecutarán pruebas para asegurar el buen funcionamiento de todas las instalaciones antes de su energización.

#### **A. Descripción de las actividades constructivas civiles**

Las actividades y acciones puntuales de mayor importancia, comprendidas para la construcción de los tramos de la línea de transmisión, son:

##### **1. Obtención de los permisos**

Consiste en obtener los permisos de los propietarios para la construcción de accesos, ubicación de las estructuras y la instalación de conductores.

##### **2. Construcción de accesos**

La construcción de accesos comprende actividades de corte y perfilamiento del terreno y la pavimentación respectiva.

- **Corte y perfilamiento de terreno:** consiste en el seccionamiento vertical de terreno como parte del proceso de excavación para los caminos de acceso.

Para la ejecución de la red de caminos necesarios se aprovecharán los accesos existentes (carreteras, caminos, senderos, trochas, etc.), mejorándolos en anchura y resistencia, si ello fuera necesario.

En general, si se utilizan carreteras o caminos existentes, al final de la obra, el Contratista bajo responsabilidad del titular será responsable de la restauración de las características y condiciones que mostraban antes de que sean usadas.

En terrenos sueltos se mejorará la superficie mediante limpieza, nivelación y/o lastrado, para facilitar el tránsito de vehículos. Los caminos de herradura tendrán un desarrollo tal que les permitirá el transporte pedestre de los materiales y equipos necesarios para la construcción de las líneas de transmisión.

**Cuadro 4.3.6.3-3. Longitudes estimadas de los caminos de acceso a construirse**

| Líneas de Transmisión                  | Longitud por Tipo de Acceso (km) |         |          |         |                                |
|--|----------------------------------|---------|----------|---------|--------------------------------|
|  | Tipo I                           | Tipo II | Tipo III | Tipo IV | Total por Línea de Transmisión |
| LT 138kV SE Laguna La Niña-SE FOSFATOS | 0                                | 0       | 0        | 0       | 0                              |
| LT 138kV SE FOSFATOS -SE PUERTO        | 10                               | 7,5     | 2,5      | 15      | 35                             |
| <b>Total por Tipo de Acceso (km)</b>   | 10                               | 7,5     | 2,5      | 15      | 35                             |

Fuente: Fosfatos del Pacifico S.A.

### **3. Despeje y preparación del terreno**

El despeje y la preparación del terreno se refiere a la limpieza de las áreas que ocuparán las obras del proyecto y remoción de la capa superficial del terreno natural, compuesto por tierra vegetal, turba, materia orgánica y demás materiales inadecuados que se encuentran en la superficie del terreno natural, dentro de las zonas previstas para la construcción de las obras del proyecto, incluyendo las áreas de almacenamiento y zonas de depósito.

### **4. Instalación de almacenes, campamentos y oficinas, y patio de maquinas**

Para cada una de los tramos líneas de transmisión, se ha previsto contar con campamentos principales, secundarios e intermedios, seleccionándose la ubicación de acuerdo al radio de acción o influencia y a la disponibilidad de servicios básicos adecuados (agua, luz y teléfono), como es el caso de los campamentos principales pues se ubicarán en ciudades debidamente equipadas; asimismo para el caso de los campamentos secundarios se han tomado en cuenta para su ubicación las ciudades y/o centros poblados en los cuales el impacto del establecimiento de campamentos sea el mínimo posible.

Como alternativas, se ha previsto que los campamentos sean instalaciones construidas y/o alquiladas a terceros por el Contratista. Estos campamentos contarán con las siguientes facilidades:

- Alojamiento para personal del Contratista.
- Oficinas de administración del Contratista.
- Oficinas para la supervisión y el Propietario.
- Almacenes de equipos y materiales.
- Tópico de atención para primeros auxilios.
- Servicios higiénicos.

- Servicios auxiliares.

## **5. Movilización y desmovilización de equipos y herramientas**

La actividad de movilización y desmovilización consiste en traslado de equipos y herramientas al lugar que se desarrollará la obra antes de iniciar y al finalizar los trabajos. El traslado de equipo pesado se efectuará en camiones de cama baja, mientras que el equipo liviano se trasladará por los propios medios del contratista.

## **6. Suministro de los anclajes para la obra civil**

El suministro de los anclajes para la obra civil estará a cargo de la contratista y deberá ser de acuerdo a lo indicado en los planos del proyecto.

Los anclajes serán trasladados a cada punto designado para la cimentación de las torres y deberán tener especial cuidado para no sufrir daños por el medio ambiente.

## **7. Excavación y vaciado de concreto armado a través de procedimientos manuales y/o mecánicos**

La actividad de excavación implica la extracción de tierra o una mezcla de tierra y roca para, posteriormente, realizar la instalación de las bases de concreto armado de las torres eléctricas.

El tipo de cimentación que se empleará en la Línea de Transmisión del proyecto será de concreto armado por las siguientes consideraciones:

- Las torres se ubicarán en zonas rurales de fácil acceso.
- El trazo de la línea de transmisión 138 Kv cruza zonas inundables.

- Las bases de las torres por la cercanía al mar presentan alto índice de exposición al ataque químico.
- La durabilidad de la cimentación.

El diseño de la cimentación de las torres metálicas de las líneas de transmisión de 138 kV y 60 kV ha tomado en cuenta:

- Tipo y magnitud de las cargas actuantes transmitidas a la cimentación.
- Distancia entre las patas de la torre en el punto donde las cargas son transferidas a la cimentación.
- La inclinación de las patas de la torre.
- El tamaño y características de los perfiles angulares de las montantes de las torres
- La topografía del terreno.
- El tipo de suelo basado en el informe geotécnico.

## **8. Transporte de materiales para rellenos**

Los materiales de relleno de suelos provendrán de las excavaciones y/o material de préstamo. Los agregados para el concreto se obtendrán de terceros, quienes suministrarán los materiales, bajo el concepto, de puesto en obra.

## **9. Trazado y replanteo**

A través de esta actividad se busca tener conocimiento sobre las dimensiones y formas del terreno donde se va a ejecutar la obra. Por otro lado, con respecto replanteo se cuenta con “ejes de replanteo”, las cuales son líneas de referencia a las cuales hay que referir cualquier medida de la obra.

## **10. Relleno y compactación del área alrededor de las cimentaciones o bloques de concreto**

El relleno se realizará con material procedente de la misma excavación. El compactado es la actividad que obliga a las partículas a estar más en contacto las unas con las otras. Los métodos empleados para la compactación de suelos dependen del tipo de materiales con que se trabaje en cada caso; en la práctica, estas características se reflejan en el equipo disponible para el trabajo, tales como: plataformas vibratorias, rodillos lisos, neumáticos.

## **11. Eliminación del desmorte producto de las obras civiles**

Una vez finalizadas las diferentes actividades, el lugar de obra debe quedar en condiciones similares a las existentes antes de comenzar los trabajos, en cuanto a orden y limpieza, eliminando los materiales sobrantes de la obra. El material excedente de los rellenos compactados, se extenderá en las proximidades de la estructura, adaptándolas lo más posible al terreno natural.

## **12. Transporte y acopio del material de la estructura metálica, cables, y otros elementos de la torre**

Las estructuras serán trasladadas a pie de torre empleando para ello los medios mecánicos y/o manuales necesarios a través de los caminos de acceso construidos. Para realizar este transporte, los paquetes con los materiales se encuentran debidamente numerados y clasificados, al igual que las piezas de la torre, que cuentan con una identificación que las relaciona con su correspondiente apoyo.

Los materiales de relleno de suelos provendrán de las excavaciones y/o material de préstamo. Los agregados para el concreto se obtendrán de canteras cercanas a la obra debidamente autorizadas; sin embargo, no se descarta la posibilidad de

recurrir a procedimientos mecánicos para cubrir los requerimientos de agregado grueso.

### **13. Ensamble e izado de estructuras metálicas**

Una vez que los materiales son acopiados en la proximidad del apoyo, se procede con el armado e izaje de los mismos.

#### **B. Descripción de las obras constructivas electromecánicas**

- 1 Fletes de los equipos y materiales de fabricación nacional e importado desde la fábrica o almacenes hasta el terreno de las obras**

Comprende las actividades de adquisición de los diversos equipos y materiales para el proyecto eléctrico en el país y en el exterior, así como el traslado desde la aduana y/o almacén del proveedor hasta el terreno de las obras.

- 2 Desembalaje, almacenamiento, cuidado y mantenimiento de todos los equipos incluidos**

Comprende las actividades de desembalaje, almacenamiento y mantenimiento de todos los equipos y partes de los equipos en el terreno de la obra.

- 3 Transporte y montaje de las estructuras de suspensión, anclaje y terminales**

#### **Torres de línea de transmisión.**

Una torre eléctrica o apoyo eléctrico es una estructura de gran altura, normalmente construida en celosía de acero, usada para el soporte de los conductores eléctricos aéreos de las líneas de transmisión de energía eléctrica.

Se utilizan tanto en la distribución eléctrica de alta, y baja tensión como en sistemas de corriente continua tales como la tracción ferroviaria. La erección de una torre eléctrica es una de las principales actividades constructivas del proyecto, el cual seguirá procedimientos estandarizados.

#### **4 Tendido de conductores**

##### **Tendido de cables en línea de transmisión**

Consiste en la colocación de cables de alta tensión sobre las torres eléctricas a través de las cuales se producirá el flujo de corriente eléctrica, permitiendo la transmisión y conexionado de energía. En el caso de una línea de transmisión se utiliza el tendido aéreo a través de las torres eléctricas.

La fase de tendido comienza cuando los apoyos están convenientemente izados y se han acopiado los materiales necesarios para su ejecución. También con anticipación a esta actividad se realiza la apertura de una franja con la tala de árboles, para facilitar las labores de tendido.

Las plataformas para el tendido se ubicarán a una distancia de la torre, que permita ubicar los equipos de manera que el conductor no ejerza esfuerzos peligrosos sobre la estructura. El contratista sólo podrá iniciar la habilitación del terreno para la instalación de equipos y/o materiales cuando la Supervisión apruebe la ubicación de estas plataformas.

El tendido del conductor se realizará por el método de tensión controlada, utilizando equipos de tensionado con tambor revestido de neopreno. El freno será accionado por un sistema que minimizará el riesgo de daño a los conductores.

Las poleas para el tendido serán de giro libre, con un diseño que no permitirá daños en el conductor y deberán inspeccionarse y engrasarse antes y durante el

tendido. Cualquier polea que muestre evidencia de rotura, rodamientos defectuosos o imperfecciones que puedan frenar su libre giro o dañar al conductor, será reparada antes de su utilización.

El equipo de tendido y las poleas tendrán capacidad suficiente para lanzar por lo menos un haz (fase completa) de conductores por tiro. No se permitirá el tendido de subconductores que no estén dentro de los conjuntos compatibles “Matched Sets”.

Deberá verificarse que el componente vertical de la tensión no sobrepase el vano peso admisible en la torre.

### **Controles especiales**

Durante la ejecución del tendido deberá verificarse el cumplimiento de las siguientes especificaciones:

- Colocación correcta de las medias de tiro (punteras e intermedias).
- Señales apropiadas de comunicación con radio base y portátiles.
- Ubicación de operarios (con radios portátiles) en sitios tales como estructuras con ángulos fuertes; cruces con líneas eléctricas y telefónicas; carreteras; y estructuras intermedias convenidas con el Supervisor.
- Medición de la longitud del conductor.
- Control de la tensión aplicada durante el tendido.
- Control del número y orden de las bobinas utilizadas.
- Examen, supresión o reparación de las partes dañadas del conductor en cada bobina.

Se evitará la aplicación de esfuerzos superiores a los del diseño en las torres o en las cadenas de aisladores durante el tendido y flechado. Asimismo, los cálculos

para que las torres adyacentes a las plataformas de tendido no queden sometidas a cargas superiores a las de diseño, deberán contar con la aprobación de la Supervisión

Al final del tendido en cada sector, el conductor debe quedar lo suficientemente elevado como para no ser dañado por personas o animales; asimismo, se deben anclar sus extremos en forma segura, con el fin de evitar accidentes. Estos anclajes deben ser aprobados por la Supervisión y no deberán introducirse cargas no contempladas a las estructuras.

### **Regulado de cables en línea de transmisión**

Las operaciones de regulación deberán realizarse de modo que en ningún momento las torres de suspensión queden sometidas a cargas longitudinales, ni las torres de retención sujetas a la torsión resultante de fuerzas longitudinales mayores de las definidas en los árboles de carga.

De preferencia, la operación de puesta en flecha no deberá efectuarse 24 horas después del tendido. La flecha y la tensión de los conductores y cables de guarda, serán controladas por lo menos en dos (2) vanos por cada tramo. Estos dos vanos estarán lo suficientemente alejados como para permitir una verificación correcta de la uniformidad de la tensión.

Durante todas las operaciones de regulación deberá mantenerse un buen sistema de comunicaciones y señales permanentes.

## **5 Montaje de la cadenas de aisladores**

Los aisladores serán manipulados cuidadosamente durante el transporte, ensamble y montaje. Antes de instalarse deberá controlarse que no tengan defectos y que estén limpios de polvo, grasa, material de embalaje, tarjetas de identificación, etc.

Los aisladores de anclaje y suspensión serán montados por el contratista de acuerdo con los detalles mostrados en los planos del proyecto.

Durante el montaje, el Contratista cuidará que los aisladores no se golpeen entre ellos o con los elementos de la estructura, para cuyo fin aplicará métodos de izaje adecuados.

## **6 Engrapado de cables en línea de transmisión**

Una vez que el conductor haya sido tensionado a las condiciones de flechas previstas, deberá permanecer en las poleas, antes de ser cortado y fijado definitivamente en sus grapas, no menos de 5 ni más de 72 horas, para que las tensiones iniciales en el tramo de tendido sean iguales y para evitar el daño del conductor por efectos de la vibraciones eólicas.

Después que el conductor haya sido regulado, se anclará a las grapas de las torres de retención y permanecerá en las poleas de las torres intermedias antes de fijarse definitivamente en las grapas de suspensión respectivas.

Una vez montados y regulados los conductores y antes de ser fijados en sus grapas, el supervisor medirá las flechas y permitirá una diferencia máxima del 1% con respecto a las dadas en las tablas de tendido.

Tan pronto los conductores y el cable de guarda hayan sido engrapados, el Contratista instalará los separadores de conductor.

## **7 Instalación de la puesta a tierra en las estructuras de las líneas**

La puesta a tierra en las estructuras de las líneas de transmisión estará basada en los estudios de mediciones de resistividad eléctrica mediante el método de

Wenner. El diseño final de las puestas a tierras de las estructuras será definido en base a la geometría final de estas estructuras; para un adecuado diseño de puestas a tierra el Código Nacional de Electricidad – suministro (CNE) limita el valor de la resistencia de puesta a tierra a 25 Ohm. El conductor de puesta a tierra estará conformado por alambres de alma de acero con recubrimiento de cobre tipo Copperweld, 7 N° 10 AWG, con una conductividad del 30%, de alta resistencia, y útiles para evitar sustracciones (robos); su fabricación estará en concordancia con la última versión de la normas ASTM.

## **8 Periodo de pruebas:**

Antes de la entrada en servicio de las nuevas instalaciones se ejecutarán pruebas para asegurar el buen funcionamiento de todas las instalaciones antes de su energización. Esto se realizará mediante terceros los cuales se encargarán de emitir certificaciones (protocolos) y garantizar el buen funcionamiento.

### **4.3.6.4 Recursos y suministros para las obras constructivas**

#### **A. Fuentes de abastecimiento y consumo de agua**

Para la etapa constructiva, el agua para uso doméstico e industrial será adquirida de los pozos subterráneos existentes ubicados en la zona de Illescas, el cual es administrado por el gobierno regional de Piura. (Coordenadas UTM WGS 84: E 504 706, N 9345 664). Por su parte, para el consumo humano se utilizará agua envasada en bidones adquirida localmente.

#### **B. Canteras**

El contratista de construcción será responsable de la adquisición de materiales de construcción proveniente de canteras de proveedores locales. Los terceros que

abastezcan de material de préstamo y de agregados para las obras constructivas deberán contar con las autorizaciones respectivas.

### **C. Requerimiento de personal (mano de obra calificada y no-calificada).**

La mano de obra para la construcción de este tipo de instalaciones, consta de un personal fijo (calificado) del contratista y personal local eventual (no calificado), el cual representa entre un 50 y 70% del personal necesario en la obra civil. El personal fijo soporta el aspecto técnico de la ejecución de las obras. Su número suele ser menor que el del personal local eventual, por el costo que representa su desempeño profesional y grado de especialización.

Se ha previsto contratar mano de obra no calificada para la ejecución de las obras civiles y electromecánicas. Este personal será requerido para las siguientes actividades:

- Levantamiento topográfico
- Construcción de accesos
- Excavaciones en roca
- Vaciado de concreto
- Puesta a tierra
- Acopio de material para el armado de torres y tendido de cables
- Armado e izado de apoyos
- Tendido de cables
- Eliminación de materiales y rehabilitación de daños
- Conformación de terraplenes para plataformas de tendido

En el cuadros 4.3.6.4-1 se presenta un estimado de la cantidad promedio de personal que será requerido mensualmente.

**Cuadro 4.3.6.4-1. Mano de obra Línea de Transmisión y Subestaciones (138 kV y 60kV)**

| Obras            | Línea de transmisión y SE de 138 KV |               |            |               | Línea de transmisión y SE de 60 KV |               |            |               |
|------------------|-------------------------------------|---------------|------------|---------------|------------------------------------|---------------|------------|---------------|
|                  | Frente 1                            |               | Frente 2   |               | Frente 1                           |               | Frente 2   |               |
|                  | Calificada                          | No calificada | Calificada | No calificada | Calificada                         | No calificada | Calificada | No calificada |
| Civiles          | 100                                 | 180           | 100        | 180           | 100                                | 180           | 100        | 180           |
| Electromecánicas | 72                                  | 85            | 72         | 85            | 72                                 | 85            | 72         | 85            |
| Total personas   | 172                                 | 265           | 172        | 265           | 172                                | 265           | 172        | 265           |
| Personas/mes     | 35                                  | 60            | 35         | 60            | 35                                 | 60            | 35         | 60            |

Fuente: Fosfatos del Pacífico S.A.

Se ha proyectado el traslado de los trabajadores y supervisores, desde el campamento central y localidades más cercanas hacia los frentes de trabajo y viceversa. El traslado del personal staff, (Ingenieros residentes, supervisores, administrativos, etc.), se realizará mediante camionetas Pickup 4x4 de propiedad del contratista. Por su parte, el traslado del personal diario (trabajadores) se realizará mediante el alquiler de buses proveídos por la contratista. El personal no calificado será tomado de las zonas cercanas al proyecto.

**D. Equipos y maquinarias necesarias en la etapa constructiva**

**- Movilización y desmovilización de equipos y maquinaria**

La actividad de movilización y desmovilización consiste en traslado de equipos y maquinarias al lugar que se desarrollará la obra antes de iniciar y al finalizar los trabajos.

El traslado de equipo pesado se efectuará en camiones de cama baja, mientras que el equipo liviano se trasladará por los propios medios del contratista.

– **Mantenimiento de los equipos y maquinarias**

El mantenimiento de los equipos y maquinarias estará a cargo del contratista de construcción.

– **Relación de equipos y maquinarias por frente de trabajo**

Los equipos y maquinarias necesarias para la etapa constructiva para cada uno de los frentes se presenta en los cuadros 4.3.6.4-2 y 4.3.6.4-3.

**Cuadro 4.3.6.4-2. Relación de maquinarias y equipos - frente 1**

| Ítem | Equipo  | Descripción   |
|------|---|---|
| 1    | Caballote alzabobina p/conductor s/freno          | Estructura para soportar bobinas de madera para conductores.                  |
| 2    | Caballote alzabobina para conductor con freno     | Estructura para soportar bobinas de madera para conductores.                  |
| 3    | Camión baranda máx. 6 t                           | Camión cerrado para transporte de carga.                                      |
| 4    | Camión cama alta                                  | Camión con plataforma para transporte de equipos y maquinarias.               |
| 5    | Camión cama baja                                  | Camión con plataforma no motorizada para transporte de equipos y maquinarias. |
| 6    | Camión cisterna 4 x 2 (Agua) 178-210 HP 3000 Gl   | Transporte de fluidos de 3000gl   |
| 7    | Camión cisterna 4000 Gln.                         | Transporte de fluidos de 4000gl   |
| 8    | Camión Grúa Hiab 6 t                              | Equipo de carga para construcción de 6ton                                     |
| 9    | Camión grúa máx. 8 t                              | Equipo de carga para construcción   |
| 10   | Camión plataforma 4x4 122 HP 8 t                  | Vehículo para transporte de carga   |
| 11   | Camión volquete 4 x 2 140-210 HP 8 m <sup>3</sup> | Vehículo para transporte de carga   |
| 12   | Camión volquete de 15m <sup>3</sup>               | Vehículo para transporte de carga suelta                                      |
| 13   | Camioneta pick up 4 x 4 90 HP 1 ton               | Vehículo para transporte de personal  |

| Ítem | Equipo   | Descripción  |
|------|--|--|
| 14   | Camioneta Pick Up Doble cabina 4x4                           | Vehículo para transporte de personal   |
| 15   | Compactadora de columna de 8 HP                              | Equipo de compactación   |
| 16   | Compresoras 10m 3,6 m <sup>3</sup>                           | Equipo para perforación de roca o demolición de concreto.  |
| 17   | Empalmadora hidráulica                                       | Equipo para tensar conductor aéreo y fibra óptica.   |
| 18   | Excavadora sobre oruga 115-165 HP 0.75 - 1.4 yd <sup>3</sup> | Maquinaria pesada para excavación en construcción.   |
| 19   | Frenadora hidráulica 5 t                                     | Equipo para tensar conductor aéreo y fibra óptica.   |
| 20   | Martillo Neumático de 29 kg                                  | Apropiado para trabajos de obras públicas como extracción de bloques de material, levantamiento de pavimento en calles y aceras, etc.      |
| 21   | Mezcladora de concreto 11 pies <sup>3</sup> (23 HP)          | Equipo diseñado para obtener mezclas homogéneas adaptadas para ser fácilmente desplazadas.   |
| 22   | Mezcladora de concreto tambor 18 HP 11 pies <sup>3</sup>     | Equipo para mezclas de concreto  |
| 23   | Mezcladora de trompo 9 pies <sup>3</sup> (8 HP)              | Equipo liviano para mezclas de concreto  |
| 24   | Minicargador Bobcat Multipropósito                           | Cargador frontal compacto para espacios estrechos.   |
| 25   | Motoniveladora 130 - 135 HP                                  | Máquina de construcción que cuenta con una larga hoja metálica empleada para nivelar terrenos.   |
| 26   | Pluma para montaje de torres                                 | Accesorio de equipos para montaje de estructuras metálicas.  |
| 27   | Poleas de conductor  | Poleas para tendido de conductores.  |
| 28   | Rodillo tandem vibratorio autopropulsado 15-35 HP 2,5-4 t    | Maquinaria para compactación de terrenos   |
| 29   | Rodillo Vibratorio Autopropulsado 101-135HP 10-12 t          | Maquinaria para compactación de terrenos   |
| 30   | Tecla tipo Racchet   | Para poder utilizarse fácilmente en áreas de trabajo elevadas, requiere de un esfuerzo de accionamiento mínimo para tirar o elevar cargas. |

| Ítem | Equipo                                       | Descripción   |
|------|--|---|
| 31   | Tirfor 1,5 t                                 | Para trabajos de montaje, sobre todo de grandes alturas y tendido de cables aéreos.                           |
| 32   | Tirfor 3 t                                   | Para trabajos de montaje, sobre todo de grandes alturas y tendido de cables aéreos.                           |
| 33   | tractor de Orugas 240 - 310HP                | Maquinaria pesada para construcción.  |
| 34   | Vibrador para concreto                       | Diseñado para el vertido de cimientos, losas y paredes en concreto con bajo asentamiento.                     |
| 35   | Vibro apisonador manual                      | Equipo para compactación de suelos cohesivos, mixtos y de grano grueso en áreas estrechas o zonas confinadas. |
| 36   | Vibro pizón                                  | Equipo para compactación.   |
| 37   | Winche máx. 2 t                              | Equipo para tendido de conductores.   |
| 38   | Winche para tendido 5 t                      | Equipo para tendido de conductores.   |
| 39   | Amoladora de concreto                        | Equipo para alisar y/o pulir pisos de concreto  |
| 40   | Autoelevador de 3 t                          | Equipo montacargas  |
| 41   | Autoelevador de 4 t                          | Equipo montacargas  |
| 42   | Autoelevador de 5 t                          | Equipo montacargas  |
| 43   | Camión Grúa 4 t                              | Equipo de carga para construcción   |
| 44   | Camión plataforma 10 t                       | Vehículo de transporte de carga   |
| 45   | Camión plataforma 16 t                       | Vehículo de transporte de carga   |
| 46   | Cargador de 150HP                            | Maquinaria pesada para construcción y minería.  |
| 47   | Cargador frontal                             | Maquinaria pesada para construcción y minería.  |
| 48   | Cizallas                                     | Herramienta para cortes   |
| 49   | Compresores con martillo                     | Equipo con compresora para perforación de pavimentos, roca, etc.  |
| 50   | Cortadora Biseladora Electroneumática 8"a12" | Herramienta para corte de tuberías  |
| 51   | Cortadora hidráulica p/tuberías              | Herramienta para corte de tuberías  |
| 52   | Electrobombas                                | Equipo para recirculación de fluidos.   |
| 53   | Elevador de 3,6 t (12,7m)                    | Equipo montacargas  |

| Ítem | Equipo                            | Descripción  |
|------|-----------------------------------|--|
| 54   | Elevador de 4,5 t (16,4m)         | Equipo montacargas   |
| 55   | Grilletes 5/8"                    | Herramientas para aseguramiento.   |
| 56   | Grúa de 25,4 t                    | Equipo de carga para construcción  |
| 57   | Grúa de 40 t                      | Equipo de carga para construcción  |
| 58   | Grupos electrógenos de 25kW y 5kW | Generadores de energía móviles.  |
| 59   | Maletín electricista              | Juego completo de herramientas de electricista.  |
| 60   | Maletín mecánico                  | Juego completo de herramientas de mecánico.  |
| 61   | Máquina de flexión de tuberías    | Equipo para trabajo con tuberías.  |
| 62   | Montacarga                        | Equipo de elevación  |
| 63   | Multímetro digital                | Instrumento eléctrico portátil para medir directamente magnitudes eléctricas activas como corrientes y potenciales (tensiones) o pasivas como resistencias, capacidades y otras. |
| 64   | Percutor de concreto              | Equipo para trabajos de obras públicas como extracción de bloques de material, levantamiento de pavimento en calles y aceras, etc.   |

Fuente Fosfatos del Pacifico S.A.

#### Cuadro 4.3.6.4-3. Relación de maquinarias y equipos - frente 2

| Ítem | Equipo  | Descripción   |
|------|---|---|
| 1    | Caballote alzabobina p/conductor s/freno        | Estructura para soportar bobinas de madera para conductores.                  |
| 2    | Caballote alzabobina para conductor con freno   | Estructura para soportar bobinas de madera para conductores.                  |
| 3    | Camión baranda máx. 6 t                         | Camión cerrado para transporte de carga.                                      |
| 4    | Camión cama alta                                | Camión con plataforma para transporte de equipos y maquinarias.               |
| 5    | Camión cama baja                                | Camión con plataforma no motorizada para transporte de equipos y maquinarias. |
| 6    | Camión cisterna 4 x 2 (Agua) 178-210 HP 3000 GI | Transporte de fluidos de 3000gl   |
| 7    | Camión cisterna 4000Gln.                        | Transporte de fluidos de 4000gl   |

| Ítem | Equipo   | Descripción   |
|------|--|---|
| 8    | Camión Grúa Hiab 6 t   | Equipo de carga para construcción de 6ton   |
| 9    | Camión grúa máx. 8 t   | Equipo de carga para construcción   |
| 10   | Camión plataforma 4x4 122 HP 8 t                             | Vehículo para transporte de carga   |
| 11   | Camión volquete 4 x 2 140-210 HP 8 m <sup>3</sup>            | Vehículo para transporte de carga   |
| 12   | Camión volquete de 15m <sup>3</sup>                          | Vehículo para transporte de carga suelta  |
| 13   | Camioneta pick up 4 x 4 90 HP 1 t                            | Vehículo para transporte de personal  |
| 14   | Camioneta Pick Up Doble cabina 4x4                           | Vehículo para transporte de personal  |
| 15   | Compactadora de columna de 8 HP                              | Equipo de compactación  |
| 16   | Compresoras 10m <sup>3</sup> ,6m <sup>3</sup>                | Equipo para perforación de roca o demolición de concreto.   |
| 17   | Empalmadora hidráulica                                       | Equipo para tensar conductor aéreo y fibra óptica.  |
| 18   | Excavadora sobre oruga 115-165 HP 0.75 - 1.4 yd <sup>3</sup> | Maquinaria pesada para excavación en construcción.  |
| 19   | Frenadora hidráulica 5 ton                                   | Equipo para tensar conductor aéreo y fibra óptica.  |
| 20   | Martillo Neumático de 29kg                                   | Apropiado para trabajos de obras públicas como extracción de bloques de material, levantamiento de pavimento en calles y aceras, etc. |
| 21   | Mezcladora de concreto 11 pies <sup>3</sup> (23 HP)          | Equipo diseñado para obtener mezclas homogéneas adaptadas para ser fácilmente desplazadas.  |
| 22   | Mezcladora de trompo 9 pies <sup>3</sup> (8 HP)              | Equipo para mezclas de concreto   |
| 23   | Mezcladora de trompo 9 P <sup>3</sup> (8 HP)                 | Equipo liviano para mezclas de concreto   |
| 24   | Minicargador Bobcat Multipropósito                           | Cargador frontal compacto para espacios estrechos.  |
| 25   | Motoniveladora 130 - 135 HP                                  | Máquina de construcción que cuenta con una larga hoja metálica empleada para nivelar terrenos.  |
| 26   | Pluma para montaje de torres                                 | Accesorio de equipos para montaje de estructuras metálicas.   |

| <b>Ítem</b> | <b>Equipo</b>   | <b>Descripción</b>   |
|-------------|---|--|
| 27          | Poleas de conductor   | Poleas para tendido de conductores.  |
| 28          | Rodillo tandem vibratorio autopropulsado 15-35 HP 2.5-4 ton | Maquinaria para compactación de terrenos   |
| 29          | Rodillo Vibratorio Autopropulsado 101-135HP 10-12 ton       | Maquinaria para compactación de terrenos   |
| 30          | Tecele tipo Racchet   | Para poder utilizarse fácilmente en áreas de trabajo elevadas, requiere de un esfuerzo de accionamiento mínimo para tirar o elevar cargas. |
| 31          | Tirfor 1,5 t  | Para trabajos de montaje, sobre todo de grandes alturas y tendido de cables aéreos.  |
| 32          | Tirfor 3 t  | Para trabajos de montaje, sobre todo de grandes alturas y tendido de cables aéreos.  |
| 33          | tractor de Orugas 240 - 310HP                               | Maquinaria pesada para construcción.   |
| 34          | Vibrador para concreto                                      | Diseñado para el vertido de cimientos, losas y paredes en concreto con bajo asentamiento.  |
| 35          | Vibro apisonador manual                                     | Equipo para compactación de suelos cohesivos, mixtos y de grano grueso en áreas estrechas o zonas confinadas.                              |
| 36          | Vibro pizón   | Equipo para compactación.  |
| 37          | Winche máx. 2 t   | Equipo para tendido de conductores.  |
| 38          | Winche para tendido 5 t                                     | Equipo para tendido de conductores.  |
| 39          | Amoladora de concreto                                       | Equipo para alisar y/o pulir pisos de concreto   |
| 40          | Autoelevador de 3 t   | Equipo montacargas   |
| 41          | Autoelevador de 4 t   | Equipo montacargas   |
| 42          | Autoelevador de 5 t   | Equipo montacargas   |
| 43          | Camión Grúa 4 t   | Equipo de carga para construcción  |
| 44          | Camión plataforma 10 t                                      | Vehículo de transporte de carga  |
| 45          | Camión plataforma 16 t                                      | Vehículo de transporte de carga  |
| 46          | Cargador de 150HP   | Maquinaria pesada para construcción y minería.   |
| 47          | Cargador frontal  | Maquinaria pesada para construcción y minería.   |

| Ítem | Equipo  | Descripción  |
|------|---|--|
| 48   | Cizallas                                      | Herramienta para cortes  |
| 49   | Compresores con martillo                      | Equipo con compresora para perforación de pavimentos, roca, etc.   |
| 50   | Cortadora Biseladora Electro neumática 8"a12" | Herramienta para corte de tuberías   |
| 51   | Cortadora hidráulica p/tuberías               | Herramienta para corte de tuberías   |
| 52   | Electrobombas                                 | Equipo para recirculación de fluidos.  |
| 53   | Elevador de 3,6 t (12,7 m)                    | Equipo montacargas   |
| 54   | Elevador de 4,5 t (16,4 m)                    | Equipo montacargas   |
| 55   | Grilletes 5/8"                                | Herramientas para aseguramiento.   |
| 56   | Grúa de 25,4 t                                | Equipo de carga para construcción  |
| 57   | Grúa de 40 t                                  | Equipo de carga para construcción  |
| 58   | Grupos electrógenos de 25kW y 5kW             | Generadores de energía móviles.  |
| 59   | Maletín electricista                          | Juego completo de herramientas de electricista.  |
| 60   | Maletín mecánico                              | Juego completo de herramientas de mecánico.  |
| 61   | Máquina de flexión de tuberías                | Equipo para trabajo con tuberías.  |
| 62   | Montacarga                                    | Equipo de elevación  |
| 63   | Multímetro digital                            | Instrumento eléctrico portátil para medir directamente magnitudes eléctricas activas como corrientes y potenciales (tensiones) o pasivas como resistencias, capacidades y otras. |
| 64   | Percutor de concreto                          | Equipo para trabajos de obras públicas como extracción de bloques de material, levantamiento de pavimento en calles y aceras, etc.   |
| 65   | Plancha compactadora                          | Equipo para compactación.  |
| 66   | Retroexcavadoras                              | Maquinaria pesada para construcción.   |
| 67   | Rodillo liso y neumático                      | Equipo para compactación en construcción.  |
| 68   | Soldadoras                                    | Equipo de soldadura.   |
| 69   | Taladro con percusión                         | Equipo para elementos de sujeción.   |

| Ítem | Equipo                       | Descripción  |
|------|------------------------------|--|
| 70   | Taladro de columna           | Taladro estacionario con movimiento vertical.  |
| 71   | Taladro eléctrico            | Herramienta para perforación manual.   |
| 72   | Tecles 4 t                   | Para poder utilizarse fácilmente en áreas de trabajo elevadas, requiere de un esfuerzo de accionamiento mínimo para tirar o elevar cargas. |
| 73   | Tirfor 2 ½ t                 | Para trabajos de montaje, sobre todo de grandes alturas y tendido de cables aéreos.  |
| 74   | Topadora (Tractor de orugas) | Máquina que dispone de movimiento vertical de corto recorrido.   |
| 75   | Torres de iluminación        | Equipos de iluminación portátil con generador independiente.   |
| 76   | Trailer para bobinas 10 t    | Vehículo para carga pesada.  |

Fuente Fosfatos del Pacífico S.A.

#### E. **Suministro de combustibles**

El suministro de combustible para los contratistas en la etapa de construcción, de las líneas y subestaciones eléctricas será proporcionado en las zonas cercanas a obra, mediante un proveedor el cual debe implementar todas las instalaciones necesarias para cumplir con todas las normativas medioambientales y de seguridad. Bajo este contexto, el abastecimiento de combustible para los equipos y los grupos electrógenos será abastecido a través de cisternas, que se desplazarán a la obra.

#### F. **Manejo de residuos (EPS-RS y EC-RS)**

El manejo de los residuos sólidos domésticos e industriales durante la etapa constructiva será a través de empresas prestadoras de servicios de residuos sólidos y de acuerdo a los lineamientos establecidos en el Plan de manejo de residuos de FOSPAC. Temporalmente, en cada área de trabajo se dispondrá de lugares de acopio para almacenar los residuos en cilindros utilizando códigos de colores. La disposición de los residuos que se generen en esta etapa de

construcción de las subestaciones y líneas de transmisión será realizado a través de empresas (EPS–RS y EC-RS) autorizadas por la DIGESA.

#### 4.3.7 Carretera industrial

##### 4.3.7.1 Ubicación

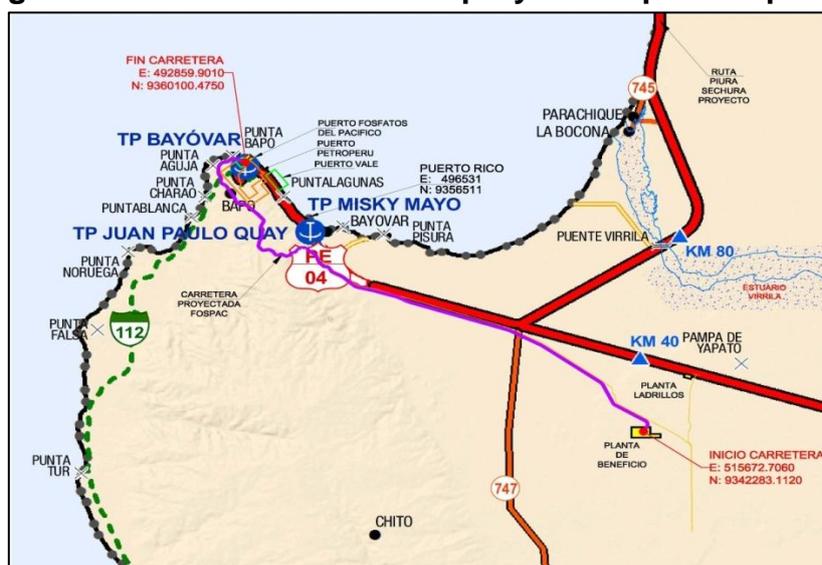
La carretera se ubicará entre las cotas 54 a 220 m.s.n.m., a 30 minutos de la ciudad de Bayóvar. Tiene como límite de batería las coordenadas de inicio y fin del trazo geométrico, en un ancho de 40m de franja de nueva servidumbre. El cuadro 4.3.7.1-1 muestra las coordenadas UTM de inicio y fin de la vía, así mismo la figura 4.3.7.1-1 muestra el trazo de la vía.

**Cuadro 4.3.7.1-1. Coordenadas UTM de inicio y fin de la vía**

| Longitud de franja de carretera | Coordenadas UTM, WGS84, Zona 17 |                |
|---------------------------------|---------------------------------|----------------|
|                                 | Inicio                          | Final          |
| 35,5 Km                         | 515 672,70 E                    | 492 317,90 E   |
|                                 | 9 342 283,11 N                  | 9 360 158,90 N |

Fuente: FOSPAC

**Figura 4.3.7.1-1. Trazo de la vía proyectada planta - puerto**



Fuente: FOSPAC

#### **4.3.7.2 Objetivo y alcance**

La construcción de una carretera industrial entre la planta de beneficio y el puerto de embarque, tiene como objetivo, transportar los concentrados de fosfatos hacia el puerto por una vía independiente, sin interferir en la calidad de vida de la población del área de influencia y de las vías existentes. Por otro lado, las vías existentes no están diseñadas para soportar mayores cargas de lo que fueron proyectadas. Por lo tanto, la vía de acceso industrial será exclusivo al transporte del concentrado y estará compuesta por una superficie de rodadura con su ensanche necesario, construcción de obras de arte: alcantarillas, muros, sub-drenajes y cunetas; para garantizar la transitabilidad de los camiones bitren y una eficiente vida útil del camino durante todo el periodo que dure la explotación del mineral. En el **Anexo 4-11** se adjunta las características proyectadas de los vehículos a utilizar. Por otro lado, se proyecta que la vía será asfaltada en los 36 km de su recorrido.

Los alcances de las obras a ejecutar son:

- Construcción de carretera asfaltada.
- Construcción de obras de arte: alcantarillas de drenaje, cunetas de evacuación pluvial, pontones, badenes y puentes.
- Mejoramiento de vías existentes

#### **4.3.7.3 Descripción técnica**

La carretera industrial será el único acceso carrozable entre el puerto de embarque de Fosfatos del Pacífico y la planta de beneficio. La vía atravesará el desierto llano de Bayóvar en 21,8 Km (cruzando caminos existentes y sus áreas de servidumbre), para luego acceder a la zona de montaña Illescas de 13,7 Km, llegando luego al nuevo puerto de embarque de FOSPAC en Punta Aguja,

próximo al puerto Petroperú y al final del Oleoducto Nor-Peruano. La carretera total tiene 35,5 Km de eje.

El diseño de la nueva carretera industrial de FOSPAC recorrerá cinco zonas diferenciadas topográfica y geológicamente. La primera y segunda zona se encuentra en zona llana del desierto de Sechura, la tercera y cuarta zona atraviesan la parte montañosa de Illescas, a media ladera, en zona de corte, atravesando quebradas sin nombre para luego acceder por la quebrada Las Rocas. La quinta zona corresponde a un tramo ondulante y cruce en las partes altas de varias quebradas en sus nacientes hasta la llegada al futuro Puerto de FOSPAC en Punta Aguja.

#### **A. Condiciones locales del entorno**

- Temperatura: entre 12,3 a 36,1 °C (23.8°C de gradiente) x Humedad relativa: entre 70 a 82%
- Las cotas son desde 54 a 220 m.s.n.m.
- Precipitación de diseño: 100 mm en un día de máxima carga en FEN (aunque según histogramas se tiene en el desierto precipitaciones de 4 mm en temporada media).
- Evaporación promedio mensual de una estación próxima oscila entre 210 mm y 129 mm para marzo y julio respectivamente<sup>1</sup>.
- Zona Sísmica: Zona III, sismos de magnitud 7 (escala de Richter) e hipocentros de profundidad intermedia y de intensidad entre VIII y IX.
- Velocidad de viento: entre 3,5 m/s y 4,9 m/s, con extremos máximos entre 1,6 y 8,2 m/s. x Dirección del viento: de Sur a Norte.

---

<sup>1</sup>La información consignada ha sido tomada en base a los datos de las Tablas B-1 a la B-49 del Apartado B del Anexo VIII del EIA (SENAMHI), y el Proyecto Especial Chira Piura (PECHP) consideradas como las principales fuentes de información

## **B. Condiciones locales de operación**

- Las condiciones de operación corresponden a una construcción de carretera industrial de FOSPAC sin afectación a terceros.
- El trazo y sección respetarán los cruces de caminos de acceso a canteras, zonas de pastoreo, cruces de animales, y todo elemento ambiental protegido como restos arqueológicos, fauna silvestre y vegetación endémica.

## **C. Términos de referencia de planta**

- Producción de fosfato anual de 2 500 000 tm
- Densidad del concentrado: 1,3 tm/m<sup>3</sup>
- Producción media diaria: 8 065 tm
- Carga de transporte del fosfato: 70 tm
- Velocidad media de operación de camiones tipo bitren a la ida: 40 km/h, al regreso de 40 km/h

## **D. Términos de referencia de puerto**

- Capacidad de almacenamiento: 2 domos de 100 000 ton cada uno
- Capacidad del barco: 100 000 ton
- Velocidad de llenado del Barco: 3 000 t/h
- Tiempo de llenado del barco: 33,3 h o 1,4 días.
- Número de viajes de camión para llenar un domo: 1 429 viajes.
- Número de viajes del barco al año: 25 veces al año o cada 15 días.

### **4.3.7.4 Estudios básicos**

Se desarrollaron estudios básicos de geo-referenciación, topografía, mecánica de suelos y geotecnia, geología e hidrología, los cuales han sido la base para los

diseños de geometría de trazo, de carpeta de rodadura y de obras de arte asociadas al proyecto.

#### **A. Geo-referenciación**

Se fijó la monumentación en campo de hitos de concreto estableciendo la base física para los controles horizontal y vertical del proyecto. Se desarrolló una red de puntos de control para la realización del control horizontal mediante la lectura de todos los puntos de la poligonal topográfica empleando receptores geodésicos. Los trabajos de control vertical se desarrollaron mediante una nivelación geométrica tomando como referencia un BM de Petroperú (denominado “BRAVO”), cuya cota es de 46,69 m referida al Nivel Medio de Bajamares de Sicigias Ordinarias (NMBSO).

#### **B. Topografía**

Los trabajos desarrollados, con base en el Datum: WGS-84 y ubicado en la Zona: 17L, consisten en un levantamiento topográfico de una franja proyectada de 20 m del eje conceptual, levantados a partir de la red de monumentos georreferenciados. Este levantamiento topográfico ha sido “amarrado” a la información digital de los planos aéreo-fotogramétricos del Instituto Geográfico Nacional (IGN) con curvas de nivel cada 5 m, dando como resultado un híbrido que ha dado lugar a una Red Irregular Triangular (TIN) mixta con información antigua y con nueva información propia.

La geoforma del terreno discurre por terrenos de topografía plana del Km 0+000 al Km 21+800, montañosa del Km 21+800 al Km 26+300 y ondulada con cruce en el inicio de quebradas hasta la llegada a Punta Aguja en el Km 35+506. Ver cuadro 4.3.7.4-1.

**Cuadro 4.3.7.4-1. Caracterización de la topografía del tramo de carretera**

| Inicio | Final     | Longitud<br>km | Topografía  | Orografía | Inclinación<br>transversal |
|--------|-----------|----------------|-------------|-----------|----------------------------|
| 0+000  | 21+800    | 21800          | Plana       | Tipo 1    | Varían entre 0 y 30%       |
| 21+800 | 24+100    | 2300           | Ondulada    | Tipo 2    | Varían entre 30 y 50%      |
| 24+100 | 26+100    | 2000           | Accidentada | Tipo 3    | Varían entre 50 y 100%     |
| 26+100 | 31+500    | 5400           | Ondulada    | Tipo 2    | Varían entre 30 y 50%      |
| 31+100 | 32+100    | 1000           | Accidentada | Tipo 3    | Varían entre 50 y 100%     |
| 32+100 | 36+006,94 | 3906,94        | Ondulada    | Tipo 2    | Varían entre 30 y 50%      |

Fuente: FOSPAC

### **C. Mecánica de suelos y geotecnia**

Las características físicas mecánicas de suelos con fines de pavimentación de la vía, fue diseñada considerando la norma EG-CBT 2005 Especificaciones Técnicas del Ministerio de Transporte y Comunicaciones.

El estudio de mecánica de suelos y geotecnia, determina la identificación de canteras para afirmado, del comportamiento estructural del suelo, fuentes de agua, y material que cumpla con los requerimientos técnicos mínimos exigidos como material de préstamo. En la exploración de calicatas a un metro de profundidad cada kilómetro se encontró un suelo arenoso en el tramo llano, y no se ha localizado ningún vestigio de nivel freático.

La vía proyectada se sustenta bajo tres tipos diferentes de suelos de sustento, el primero sobre un suelo arenoso de plasticidad nula con un CBR mínimo de 14,4%, el segundo sobre un suelo granular cuyo CBR mínimo es de 49%, y el tercero sobre un basamento rocoso intemperizado.

### **D. Geología**

El estudio de geología, se centró en la clasificación de materiales del tramo, determinando los parámetros geotécnicos de suelos y macizos rocosos para

diseño de taludes, la evaluación de condiciones de estabilidad de laderas inestables y la determinación de ángulos de taludes de corte. El estudio también definió las características fisiográficas y geomorfológicas de los tramos, y definió las condiciones de Geodinámica Externa del tramo, evaluando la posible ocurrencia de derrumbes, deslizamientos y desplazamientos de masas que puedan tener incidencia en la futura plataforma vial.

Los esquistos y filitas son las rocas más ampliamente desarrolladas en la zona de montaña, quedando las cuarcitas confinadas hacia las partes superiores de la secuencia litológica. Por su parte, los depósitos aluviales corresponden a las cubiertas más jóvenes, depositadas en los cauces del río Cascajal y quebradas afluentes, así como aquellas acumuladas al pie del Macizo de Illescas. Estos depósitos conforman abanicos, principalmente a lo largo de Valle de Cascajal, litológicamente constituidas por conglomerados inconsolidados en una matriz arenolimososa o arcillas lenticulares.

En el área de Bayóvar, este tipo de depósitos son brechas con materiales provenientes exclusivamente del Macizo de Illescas y representan depósitos de piedemonte, posteriormente removidos en un medio húmedo. Los sedimentos muestran evidencias de por lo menos cuatro crisis climáticas, consistentes en ciclos áridos y secos seguidos por épocas de precipitación vigorosa; las terrazas aluviales desarrolladas en estos depósitos apoyan esta interpretación.

La carretera atravesará en su mayor parte terrenos de estabilidad moderada como la zona de montaña, y en menor porcentaje por terrenos de mala estabilidad como en la primera zona de siete kilómetros y de regular estabilidad en la segunda zona del tramo llano.

Los fenómenos de geodinámica externa tienen ocurrencia principalmente en los sectores donde la vía transcurre a media ladera con cortes en roca muy fracturada (rocas sedimentarias), debiéndose prever la ejecución de obras de

prevención y control de las mismas. Para el ingreso a los frentes de trabajo se deberán desarrollar caminos de acceso carrozables.

En los trabajos de movimiento de tierras (explanaciones), es conveniente el uso de métodos adecuados (voladura controlada) para los taludes en roca, no siendo recomendable el empleo de calambucos, para las voladuras ni anfo como explosivo, a fin evitar el fracturamiento excesivo en la cara final del talud de corte.

Los botaderos se deben ubicar en las cabezas de quebrada o cauces secos donde el caudal de avenida en FEN no represente un riesgo de huayco o avenida.

Finalmente, el estudio con llevó en analizar la cantera Príncipe que cumple con las condiciones para un material de base de 80% de CBR, por lo que FOSPAC debe explorar las dos quebradas en sus concesiones 01, 02 y 15 con fines de material de relleno.

#### **E. Zonificación sísmica**

De acuerdo al Mapa de Zonificación sísmica de Perú, el área de estudio se encuentra ubicada en la Zona V1. De acuerdo a la distribución de fuentes sismogénicas o hipocentros sísmicos, como se puede apreciar en el Mapa del Instituto Geofísico del Perú, se determina que la Región del Proyecto, está expuesto a una actividad sísmica superficial e intermedia con hipocentros localizados por encima de los 60 Km de Profundidad, cuyo tipo de actividad son: (a) temblores superficiales debajo del océano Pacífico al Oeste del área de estudio y (b) terremotos profundos con hipocentro debajo de la zona de estudio.

#### **F. Hidrología**

Tuvo como objetivo estimar los caudales de diseño de las obras de drenaje transversal y longitudinal de la carretera, evaluando la conveniencia y dirección para el control del flujo de agua superficial y subsuperficial en épocas críticas de

avenida de Fenómeno de El Niño considerando precipitaciones extraordinarias de 100 mm en un día de carga máxima.

La determinación de los caudales de diseño para las estructuras transversales y longitudinales ha sido hallada bajo el método Hidrograma Unitario Triangular y el método Racional Modificado. La ubicación y tipo de estructuras de drenaje han sido colocadas de acuerdo a las características topográficas de los cruces, tomando como referencia los planos del diseño de la carretera de planta, perfil longitudinal y secciones transversales. Si bien, el régimen de la precipitación pluvial máxima de 24 horas (según el registro histórico de los últimos 10 años ha sido de 45,10 mm presentado en abril de 2002 según el reporte de la estación Chasis), estos datos resultan insuficientes para predecir una avenida máxima en Fenómeno del Niño, por lo que se usará como diseño la precipitación máxima registrada en FEN de 1981 y 1997.

Las obras de drenaje longitudinal estarán constituidas por cunetas no revestidas excepto los tramos que presentan pendiente fuertes mayores de 8%, para tal caso se recomienda revestir con mampostería con piedra a finalidad de evitar erosión. La calidad del concreto para el emboquillado será  $f_c = 175 \text{ Kg/cm}^2$ . Las cunetas triangulares tendrán medidas de:  $L = 0,70 \text{ m}$  y  $H = 0,35 \text{ m}$ . El caudal de diseño es 140,10 l/s.

En el **Anexo 4-11** Reporte Final (Ingeniería básica Carretera Industrial de Planta a Puerto) se presenta el inventario de alcantarillas y badenes a lo largo de la vía.

#### **4.3.7.5 Características técnicas de la vía proyectada**

- **Características de tránsito proyectado**
  - Índice Medio diario anual TPD: 230 bitren diarios en los 2 sentidos.
  - Factor camión cargado: 13,36

- Factor camión descargado: 0,72
- Periodo de diseño: 20 años
- Composición de tránsito VC: 100% camiones
- Distribución direccional del tránsito DD: 0,50
- Proporción vehículos comerciales DC: 1,0
- Número de días de un año D: 310
- Crecimiento anual 0%
- Vehículo tipo: camión bitren
- Carga útil a transportar de fosfato: 70 tm
- Dimensiones: longitud: 26,55 m; ancho máximo: 3,16 m; altura: 3,34 m
- Peso bruto: 106,5 t; peso seco: 36,5 tm
- Numero de ejes del bitren: 11 ejes,
- Simple dos ruedas: eje 1
- Tándem doble: eje 2 + eje 3
- Tándem triple: eje 4 + eje 5 + eje 6
- Tándem doble: eje 7 + eje 8
- Tándem triple: eje 9 + eje 10 + eje 11.

- **Características técnicas de la vía**

- Longitud de carretera: 35,5 km
- Velocidad directriz: 40,00 km/h
- Radio mínimo 40,00 m
- Ancho de la calzada: 8,00 m
- Ancho de berma: 1,00 m, a cada lado
- Pendiente máxima: 9%
- Peralte máximo: 7%
- Bombeo: 2%
- Número de curvas: 54
- Cunetas: triangular de 0,70 m x 0,30 m, Q diseño: 140 l/s
- Taludes: 1: 3; 1:4 en corte, 1:1.5 en relleno

- Canteras a usar: nueva cantera en concesiones N° 01, 02 y 15 de FOSPAC, cantera Km 11, cantera Km 17 y cantera Km 19+300 (cantera Príncipe).
  - Alcantarillas: TMC de 36, 48, 60, 72”.
  - Alcantarillas especiales consideradas para salvar desniveles.
  - Muros: de suelo reforzado y muros de gravedad.
- **Parámetros de ingeniería para diseño estructural de pavimento**
    - CBR Primera zona (Km 0 a Km 7): 40% terraplén MR= 14 085
    - CBR Segunda zona (Km 7 a Km 21.8): 49.0% MR= 30 880 PSI
    - CBR Tercera, Cuarta y Quinta zona (Km 21,8 a Km 35,5): Zona rocosa
    - Servicialidad inicial: 4,2
    - Servicialidad final: 2,0
    - Diferencia PSI: 2,2
    - Confiabilidad Fr: 90%
    - Desviación estándar normalizada Zr -1,282
    - Desviación estándar de error combinado So: 0,45
    - Número de vehículos en el año de operación cero (NESE): 468 134
    - Ejes equivalentes W18: 9 362 688
    - Número estructural primera zona: 2,98
    - Número estructural segunda zona: 2,84
    - Número estructural tercera, cuarta y quinta zona: roca.

#### **4.3.7.6 Actividades constructivas de la vía proyectada**

A continuación se presenta un resumen de las actividades constructivas para el proyecto. El detalle del proceso constructivo se presenta en el **Anexo 4-11 (Especificaciones Técnicas)**.

## **A. Obras preliminares**

### **- Movilización y desmovilización de equipos**

Comprende el suministro de equipos y maquinaria, el cual será de la ciudad de Piura y Sechura. La cantidad suficiente de equipos comprometidos será a tiempo completa con presencia en obra de un personal capacitado para su mantenimiento oportuno y operatividad sin contratiempos. La ubicación de los talleres y zonas de estacionamiento será próxima a la zona de campamento de la obra.

### **- Trazo y replanteo de la obra**

Actividad que comprende en verificar los levantamientos topográficos para obra, el cual se realizará con equipo experimentado en topografía, así como con equipos calibrados y certificados. Tendrán una movilidad únicamente para su desplazamiento a cada una de las partes de la obra. El número de miembros de la cuadrilla será independiente para los dos tramos.

## **B. Movimiento de tierras**

Están incluidos dentro de esta actividad: el desbroce y limpieza, el corte de material, la remoción de los derrumbes y el relleno de terraplenes

### **- Desbroce y limpieza**

Consiste en reubicar y retirar de trazo replanteado todos los arbustos, plantones y demás objetos que se encuentren en la zona de influencia de la construcción. El retiro de los materiales será dentro del área de servidumbre por una cuadrilla especializada. La remoción de toda la vegetación será autorizada por el área de medio ambiente de FOSPAC.

### **- Corte de material**

El corte sobre material suelto a nivel de sub rasante en la parte plana será con equipo mecánico mínimo, acondicionando el material dentro del área de

servidumbre de 40 m de sección. El material que no pueda reubicarse deberá ser acondicionado en botaderos de material excedente. En la zona de montaña no existe material suelto. Por su parte, el corte sobre roca suelta a nivel de subrasante en el tramo llano no existe; sin embargo, en el tramo de montaña representa el mayor obstáculo del proyecto por los niveles de corte. Existe un tramo de 1 km donde se obtendrán los mayores volúmenes de corte que servirán en una buena parte para usarlos como material de relleno.

- **Remoción de derrumbes**

Consiste en remover los derrumbes producto del corte, el cual será realizado por personal especializado y equipo apropiado.

- **Terraplenes**

Consiste en rellenar con material propio tramos llanos adyacentes a la vía. Los terraplenes deben ser con material libre de vegetación y restos que no cumplan las especificaciones para relleno de la vía. En la zona de montaña se usará principalmente en las zonas ondulantes en la parte alta de Illescas. El relleno con material de préstamo de excedente de corte se usará de acuerdo a los requerimientos de cada zona.

- **En zonas de corte**

El movimiento de tierras para el perfilado y compactado de subrasante será en todos los casos controlados por el equipo de topografía. El mejoramiento de suelo por debajo de la Subrasante se realizará únicamente en la primera zona del proyecto, cuando se tenga evidencia de un mal suelo de soporte.

En los **Anexos 4-11** se adjunta las especificaciones técnicas para el transporte de material y de explanaciones respectivamente.

## **C. Pavimentos**

Las actividades incluidas dentro de pavimentos comprende: base granular, estabilización de la base granular, imprimación del asfalto MC-30, carpeta asfáltica en caliente de 3" de espesor y micropavimento de espesor 1,5 cm. Ver planos 28NG1402-820-0-ENG-DWG-000 y 28NG1402-820-0-ENG-PAV-DWG-001 en el **Anexo 4-11**, donde se presentan las secciones típicas del pavimento.

### **- Base granular**

Comprende en la colocación de una base granular y el compactamiento correspondiente de la vía. La extracción y el apilamiento, junto al chancado se realizarán de una cantera tercerizada por FOSPAC. Luego el material será transportado para su extendido y Compactado final hasta alcanzar un grado de compactación apropiado. Toda el material granular se compactará en una humedad óptima.

### **- Base granular estabilizada con emulsión asfáltica**

Consiste en estabilizar la base granular utilizando una emulsión asfáltica.

## **D. Obras de arte y drenaje**

Las obras de arte y drenaje comprenden obras de alcantarillas metálicas que garanticen el paso por las quebradas de los cerros Illescas, garanticen un flujo de escorrentía de las quebradas en FEN y no dificulte en absoluto el tránsito por el acceso de las operaciones de Nemo así como no interrumpan las operaciones de VALE. En el **Anexos 4-11** se presentan las especificaciones técnicas de las obras de arte, así como el inventario de alcantarillas y badenes que tendría la vía proyectada.

Se ha proyectado cunetas triangulares en la zona de montaña, alcantarillas TMC de 36", 48", 60" y 72", con un emboquillado de Piedra ( $e=0,10$ .m.). El diseño de

cunetas y drenaje ha sido realizado considerando los resultados del estudio de hidrología que determina el uso de alcantarillas tipo arco para las principales quebradas y de alcantarillas TMC para las quebradas menores.

Las dimensiones de las cunetas triangulares son de sección 0,30 m de profundidad por 0,70 m de ancho, para un caudal de diseño de 140 l/s. Para las quebradas de cruce importantes en la zona de montaña, donde haya que guardar una cota de rasante se han proyectado hasta tres sistemas de alcantarillas metálicas. En el estudio Reporte Final Ingeniería que se adjunta en **Anexo 4-11**, se presentan los planos 28NG11402-820-0-HID-DWG-001 y 28NG11402-820-0-HID-DWG-002. En ellos se muestran las secciones típicas de alcantarillas utilizadas a lo largo de la vía.

- **Muros de gravedad y muros de suelo reforzado**

En las zonas de relleno de las alcantarillas se usarán mallas de refuerzo multiaxial a nivel de la subrasante, así como muros terramesh en los cruces más importantes como muros de suelo reforzado. Los muros de gravedad se ubicarán en sitios donde la vía corta un relleno complicado. Todas estas zonas de muros tendrán guardavías importantes y protección reflectiva para la noche.

- **Badenes**

Se han proyectado badenes en la zona plana y zona de montaña donde se atraviesan cruces de caminos y cursos secos de agua.

## **E. Transporte**

En esta actividad se incluyen: el transporte de material excedente, el transporte de material granular de cantera y el transporte de mezcla asfáltica.

Se estima que el material excedente sea dispuesto como relleno de terraplenes, hondonadas del terreno, por lo tanto no sería necesario establecer botaderos de

excedentes. Para este propósito se utilizarán equipos de carga y volquetes para su transporte. Se estima mover 322 462 m<sup>3</sup> de material una distancia menor o igual a 1 km y 70 634 m<sup>3</sup> distancias mayores a 1 km.

El transporte de material granular de cantera a cada frente será realizado mediante equipos y volquetes, los cuales deben ser racionalizados para estar holgado a fin de conseguir los volúmenes de material para todo el proyecto.

El transporte de mezcla asfáltica se desarrollará principalmente con la empresa que realice la colocación de la mezcla asfáltica.

#### **F. Señalización y seguridad vial**

Se utilizarán tres tipos de señalización: señales preventivas, informativas y postes kilométricos. Las especificaciones técnicas se pueden apreciar en el **Anexo 4-11**.

Las señales preventivas constituyen parte de la Señalización Vertical Permanente. Se utilizarán para indicar con anticipación la aproximación de ciertas condiciones de la vía o concurrentes a ella que implican un peligro real o potencial que puede ser evitado tomando las precauciones necesarias. Se incluye también en este tipo de señales las de carácter de conversación ambiental como la presencia de zonas de cruce de animales silvestres o domésticos.

La forma, dimensiones, colocación y ubicación a utilizar en la fabricación de las señales preventivas se halla en el Manual de Dispositivos de Control de Tránsito Automotor para Calles y Carreteras de la Entidad y la relación de señales a instalar será la indicada en los planos y documentos del Expediente Técnico.

La fabricación, materiales, exigencias de calidad, pruebas, ensayos e instalación son los que se indican en estas especificaciones.

Las señales informativas constituyen parte de la Señalización Vertical Permanente. Se utilizarán para guiar al conductor de un vehículo a través de una determinada ruta, dirigiéndolo al lugar de su destino. Tiene también por objeto identificar puntos notables tales como: ciudades, ríos, lugares históricos, etc. y la información que ayude al usuario en el uso de la vía y en la conservación de los recursos naturales, arqueológicos humanos y culturales que se hallen dentro del entorno vial.

La forma, dimensiones, colocación y ubicación a utilizar en la fabricación de las señales informativas se halla en el Manual de Dispositivos de Control de Tránsito Automotor para calles y carreteras de la entidad y la relación de señales a instalar será la indicada en los planos y documentos del expediente técnico. La fabricación, materiales, exigencias de calidad, pruebas, ensayos e instalación son los que se indican en estas especificaciones.

Los postes kilométricos consisten en registrar con pintura indicaciones del kilometraje en los sitios establecidos en los planos del proyecto o indicados por el supervisor. El diseño del poste deberá estar de acuerdo con lo estipulado en el "Manual de Dispositivos de Control de Tránsito Automotor para Calles y Carreteras" del MTC y demás normas complementarias.

#### **G. Manejo de residuos**

El manejo de residuos seguirá los procedimientos y lineamientos establecidos en el plan de manejo de residuos del contratista y que será aprobado por el área de Seguridad, Salud Ocupacional y Medio Ambiente (SSOMA) de FOSPAC.

#### **4.3.7.7 Maquinaria y equipo utilizado en la construcción**

El cuadro 4.3.7.7-1 muestra la relación de equipos y maquinaria que se utilizará en la construcción de la carretera.

**Cuadro 4.3.7.7-1. Relación de equipos y maquinaria**

| Equipos  | Nº Equipos |
|--|------------|
| CAMION CISTERNA 4 X 2 (AGUA) 122 HP 2,000 gl               | 4          |
| CAMIONETA 4X4 PICK UP DOBLE CABINA 84 HP                   | 2          |
| CAMION VOLQUETE 6 X 4 330 HP 10 m3                         | 34         |
| CARGADOR SOBRE LLANTAS 160-195 HP 3.5 yd3                  | 8          |
| MOTONIVELADORA DE 125 HP                                   | 7          |
| RETROEXCAVADOR SOBRE ORUGA 80-110HP 0.5-1.3 Y              | 1          |
| RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 101-135HP 10-12 ton | 8          |
| RODILLO NEUMATICO AUTOPROPULSADO 127 HP 8-23 ton           | 3          |
| TRACTOR DE ORUGAS DE 140-160 HP                            | 8          |
| PAVIMENTADORA SOBRE ORUGA DE 105 HP                        | 2          |
| BARREDORA MECANICA 10-20 HP 7 p LONGITUD                   | 2          |
| CIZALLA PARA ACERO CONSTRUCCION HASTA 1"                   | 1          |
| COMPACTADOR VIBRATORIO TIPO PLANCHA 4 HP                   | 1          |
| COMPRESORA NEUMATICA 87 HP 250-330 PCM                     | 1          |
| COMPRESORA NEUMATICA 93 HP 335-375 PCM                     | 1          |
| EQUIPO DE SOLDAR   | 1          |
| ESTACION TOTAL   | 1          |
| GRUPO ELECTROGENO DE 90 KW                                 | 1          |
| MARTILLO NEUMATICO DE 25 kg                                | 1          |
| MEZCLADORA DE CONCRETO TAMBOR 18 HP 11 p3                  | 1          |
| MOTOBOMBA 10 HP 4"   | 1          |
| NIVEL  | 1          |
| VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 2.40"                            | 1          |
| ZARANDA METALICA DE 2 1/2"                                 | 1          |
| ZARANDA METALICA DE 3/4"                                   | 1          |

Fuente: FOSPAC

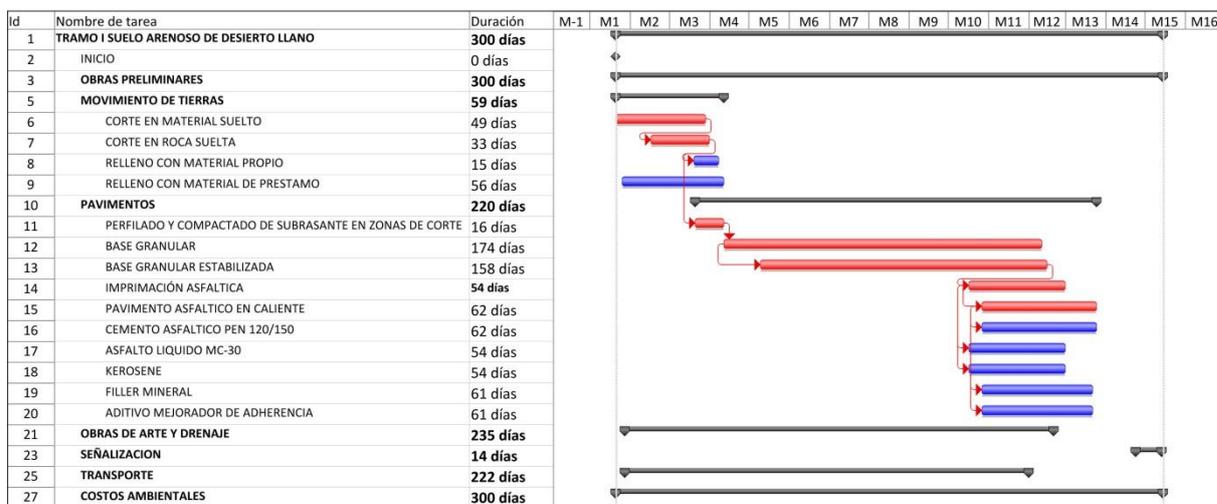
### 4.3.7.8 Cronogramas

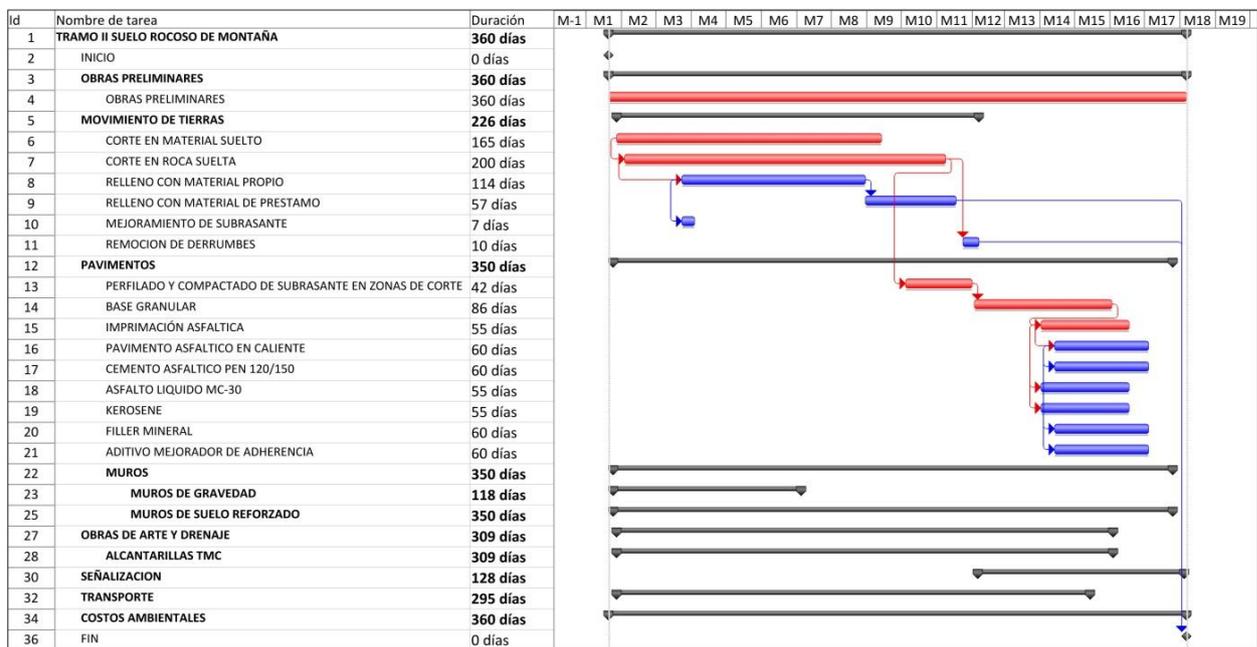
El inicio de la construcción está proyectado para junio de 2014, operando a su plena capacidad en 20 años. El cronograma estimado para la construcción es:

Primer y segunda zona: 10 meses calendario. Tercera, cuarta y quinta Zona (tramo montañoso): 12 meses calendario.

Todas estas estimaciones son válidas tomando como referencia rendimientos normales para 8 horas de trabajo diario en seis días a la semana, los plazos se reducirán si se incrementase una mayor cantidad de recursos y frentes de trabajo.

**Cuadro 4.3.7.9-1. Cronograma de actividades para la etapa constructiva**





#### 4.3.8 Depósitos de material de préstamo/canteras

Se estima utilizar aproximadamente 250 000 m<sup>3</sup> de material granular con una granulometría aproximada de 1,5". Para este propósito FOSPAC, adquirirá el material de préstamo a través de terceros, quienes deben tener la autorización correspondiente.

#### 4.3.9 Instalaciones auxiliares – Etapa constructiva

La construcción del proyecto Fosfatos requerirá el establecimiento de instalaciones para campamentos, tanto provisionales como permanentes.

##### 4.3.9.1 Alcance de las instalaciones auxiliares

Se contará previamente con una adecuada planificación, organización y capacitación en la Estrategia de Intervención Social, que significa un punto vital en este proceso.

La ubicación remota del proyecto requiere de la vivienda y los servicios de campamento para el personal del proyecto y la mano de obra de la construcción. Habrá dos ubicaciones principales, un campamento menor para el trabajo en el área de puerto suministrado por el contratista del puerto y un segundo campamento (denominado mayor) ubicado en el área de planta de beneficio, ubicado a 5 km al norte del sitio de la construcción cerca de la planta de ladrillos existente. La ubicación aprovechará los servicios públicos y vías públicas cercanas a la planta de ladrillo.

El campamento de construcción para el proyecto Fosfatos, a ubicarse próximo a la actual planta de Ladrillos y a 3,8 km de la futura planta de beneficio; considera lo siguiente:

- Edificios principales
- Edificios de servicios
- Obras complementarias

Se ha considerado la capacidad del campamento mayor para 2752 personas que desarrollarán las actividades de construcción del proyecto Fosfatos. Las zonas de campamentos e instalaciones deben estar construidas cumpliendo con todos los códigos locales y se incluyen típicamente:

- Camas, dormitorios
- Baños
- Cafetería y comedores
- Lavandería
- Seguridad
- Áreas recreativas, espacios verdes,
- Espacios para fumadores
- Oficinas de proyectos, espacios de reunión

- Generación de energía de emergencia
- Muebles
- Tratamiento de agua
- Clínica médica y consultorios médicos
- Zonas de entrega
- Estacionamientos
- Áreas para el personal de procesos
- Entrenamiento y áreas de conferencia
- Teléfono, internet y televisión
- Brigada contra incendios, instalaciones y equipos
- Ambulancias y equipos de emergencia

Como los campamentos serán proporcionados por un subcontratista generalmente llave en mano, los detalles exactos de cómo estas instalaciones pueden ser construidas y operadas puede variar. Las viviendas serán prefabricadas, minimizando cualquier potencial impacto en el sitio de construcción. La instalación se limita generalmente al movimiento de tierras requerido para limpieza y nivelación del sitio, asegurar y nivelar las estructuras de alojamiento y de apoyo y conexiones de servicios públicos. Todos los materiales asociados utilizados en la puesta en marcha de estas estructuras se eliminan junto con las instalaciones del campamento.

#### **4.3.9.2 Características principales del campamento**

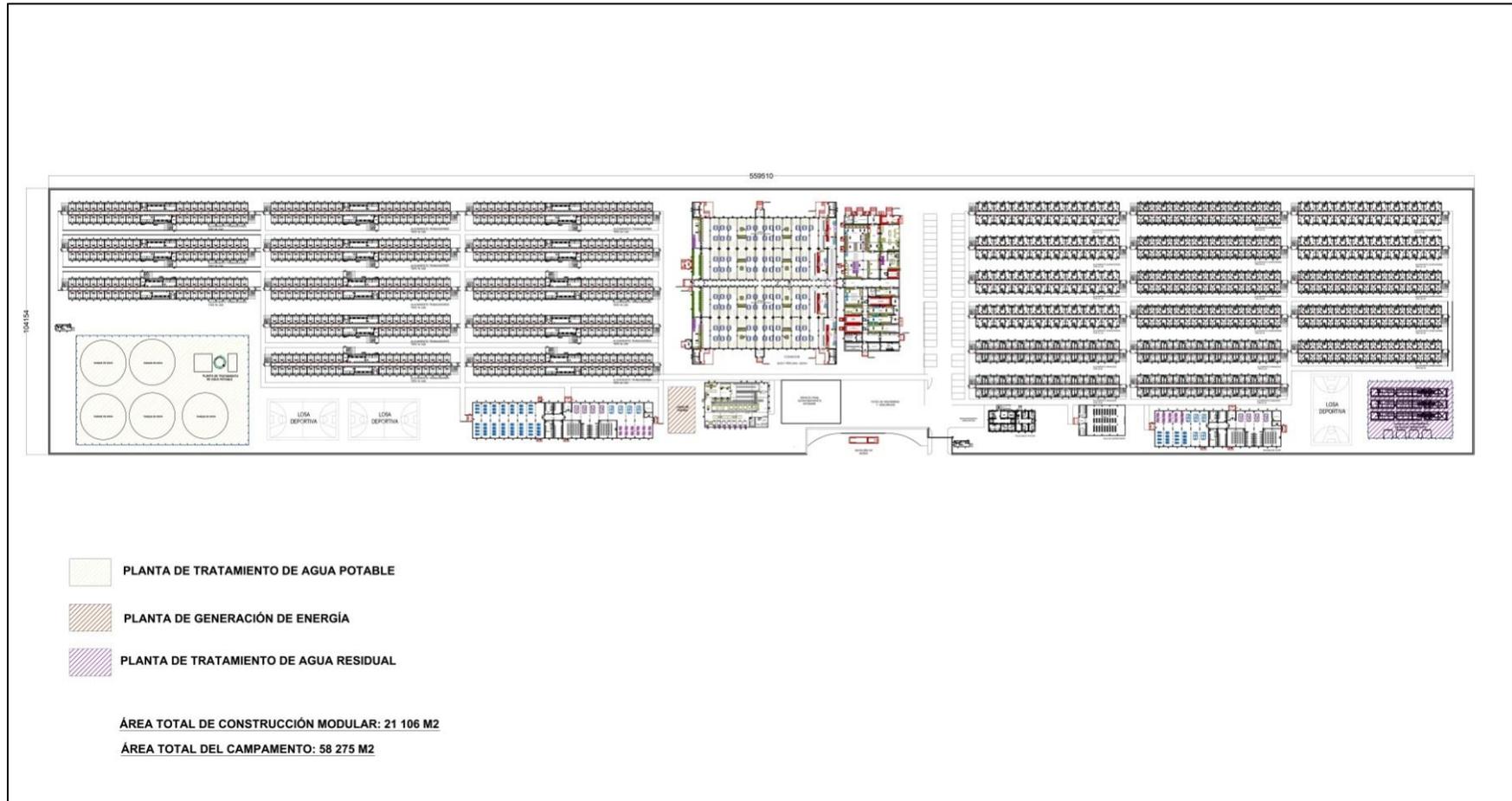
El campamento de construcción ha sido diseñado para atender a 2 752 trabajadores en el momento pico de la construcción del proyecto, esto considerando principalmente un régimen de trabajo de 14x7, compresión del cronograma y un 25% de trabajadores locales.

- La adquisición de los módulos será del tipo compra.

- Área total de construcción modular: 21 106 m<sup>2</sup>
- Área total del campamento: 58 275 m<sup>2</sup>
- Consumo de agua, de 440 m<sup>3</sup> por día, en el momento pico del proyecto.
- Desechos líquidos, de 440 m<sup>3</sup> por día, en el momento pico del proyecto.
- Desechos orgánicos, de 30 toneladas por mes, en el momento pico del proyecto.
- Potencia instalada del campamento, de 2 MVA.

La distribución de los ambientes se muestra en la Figura 4.3.9.2-1.

Figura 4.3.9.2-1. Distribución del campamento



Fuente: FOSPAC

## A. Ubicación del campamento

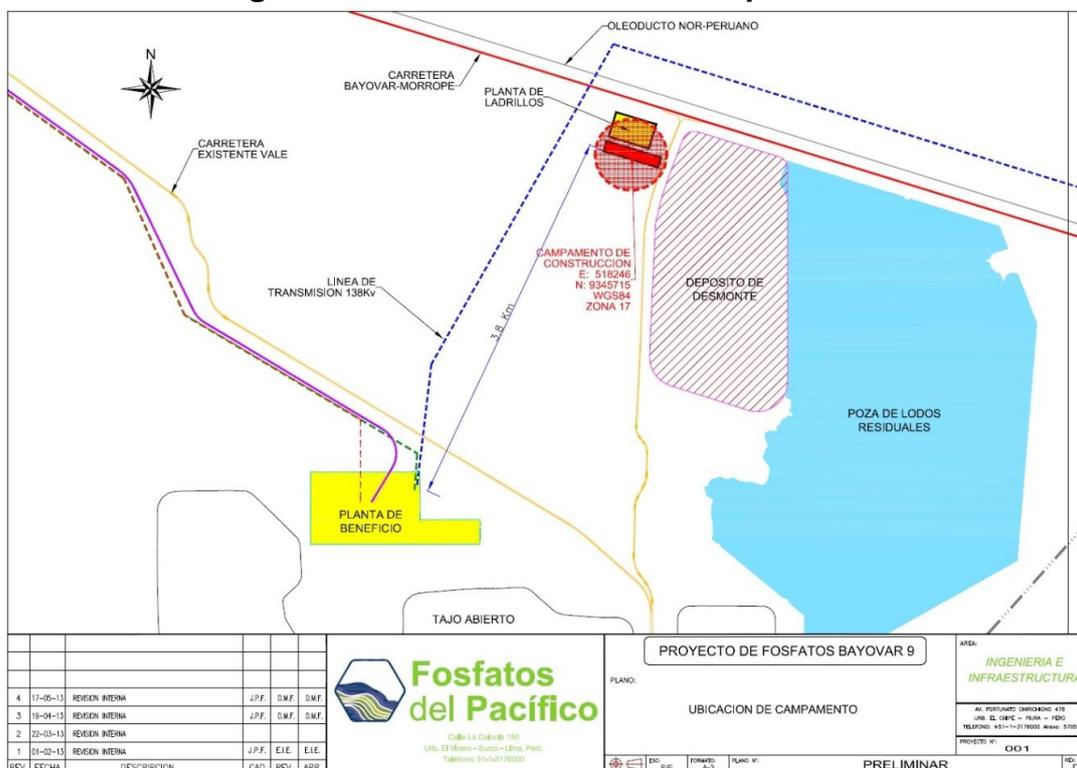
El campamento tiene como centro de gravedad las coordenadas centrales UTM: 518 246 E y 9 345 715 N.

**Cuadro 4.3.9-1. Ubicación de campamento**

| Ubicación  | Coordenadas UTM, WGS 84, Zona 17 |           |
|------------|----------------------------------|-----------|
|            | ESTE                             | NORTE     |
| Campamento | 518 246                          | 9 345 715 |

Fuente: FOSPAC

**Figura 4.3.9.3-2. Ubicación de campamento**



Fuente: FOSPAC

## **B. Edificios principales**

Los edificios donde se alojará el personal para el proyecto son considerados como del tipo modular y contarán con un solo nivel. Se han considerado la siguiente distribución de módulos por tipo de edificio:

- Gerencia: 04 edificios, 128 personas
- Supervisión I: 05 edificios, 160 personas
- Supervisión II: 06 edificios, 384 personas
- Obreros 13: edificios, 2 080 personas
- Total: 2 752 personas

## **C. Edificios de servicios**

Se ha considerado la siguiente infraestructura de servicios:

- 02 Comedores con una capacidad de 702 personas c/u.
- 01 Edificio de cocina
- 01 Garita de control de acceso
- 02 Centros de recreación
- 03 Losas deportivas
- 01 Lavandería
- 01 Policlínico
- 01 Sala de entrenamiento

## **D. Obras Complementarias**

Se ha considerado las siguientes obras complementarias:

- Planta de tratamiento de agua potable (con tanques de agua fresca de 500 m<sup>3</sup>)
- Planta de tratamiento de agua residual (440 m<sup>3</sup>/día)
- Cerco perimétrico

- Casa de Fuerza
- Urbanización Sanitaria
- Urbanización Eléctrica

#### **E. Mobiliario y equipo**

La estimación considera el mobiliario de todos los edificios, y el equipo necesario para el centro de recreación y lavandería.

#### **F. Suministro eléctrico**

Se ha considerado el suministro eléctrico a través de terceros con grupos diesel de generación eléctrica y generadores eléctricos como sistema de emergencia.

#### **G. Suministro de agua**

El agua para uso doméstico será adquirida de los pozos subterráneos ubicados en la zona de Illescas, el cual es administrado por el gobierno regional de Piura. (Coordenadas UTM WGS 84: E 504 706, N 9345 664). Por su parte, para el consumo humano se utilizará agua envasada en bidones adquirida localmente.

#### **H. Tratamiento de las aguas residuales**

Las aguas residuales serán recolectadas y tratadas a través de pozos sépticos. El efluente será utilizado para regar vegetales, humedecimiento de accesos y materiales. Los lodos generados por el tratamiento serán dispuestos a través de una EPS – RS.

### **4.3.9.3 Proceso constructivo**

#### **A. Fabricación y movilización de los edificios modulares**

La fabricación de los módulos para campamento se realizan en plantas industriales acondicionadas por nuestro proveedor y luego de su manufactura son trasladadas a obra.

En cuanto a la movilización de los edificios modulares, el proyecto contempla suministrar los equipos desde la ciudad de Piura y Sechura. La cantidad suficiente de equipos comprometidos será a tiempo completo con presencia en obra de un personal capacitado para su mantenimiento oportuno y operatividad sin contratiempos. Por otro lado, se movilizarán las grúas necesarias para el izaje y colocación de los módulos en los lugares que indiquen los planos.

Los módulos se transportarán en plataformas desde la planta de producción hacia la ciudad de Sechura, una vez trasladados a su destino final, las plataformas serán ubicadas en zonas aledañas a la ubicación final para el correspondiente izaje y colocación.

#### **B. Trabajos en sitio para la instalación de los módulos**

- **Trazo y replanteo de la obra**

Habrá un equipo experimentado en topografía con equipos calibrados y certificados, que realizarán los trabajos de trazo y replanteo de las plataformas finales sobre las que se instalarán los módulos.

- **Movimiento de tierras**

Se realizarán trabajos corte o relleno donde sea necesario hasta conseguir la uniformidad de la superficie de acuerdo a las cotas establecidas. El corte sobre material suelto en la parte plana será con equipo mecánico mínimo,

acondicionando el material dentro del área. El material que no pueda reubicarse deberá ser acondicionado en hondonadas autorizadas por el área de Medio Ambiente y que deberán ser propuestas por el contratista.

Los volúmenes de material de corte servirán como material de relleno.

- **Fundaciones**

Las fundaciones estarán constituidas por bloques de concreto distribuidos en una cuadrícula base de 3.00 X 3.00 m. o de acuerdo a los cálculos de ingeniería. El criterio de diseño es transferir las cargas al terreno a una tensión de contacto máxima de 2.0 kg/cm<sup>2</sup>. En zonas sísmicas será de 2.5 kg/cm<sup>2</sup>.

- **Montaje**

Consiste en el izaje y colocación de los módulos en su ubicación final, se realizará el izaje con grúas aprobadas quienes desplazarán y colocarán los módulos sobre las fundaciones respetando las cotas y dimensiones establecidas en planos.

- **Terminaciones**

Consiste en todos los trabajos de carpintería, instalaciones sanitarias y eléctricas, habilitación de pasillos y techos, necesarios para la puesta en marcha y uso de los distintos ambientes del campamento.

**C. Cerco perimétrico**

Consiste en los trabajos necesarios para la colocación de un cerco compuesto de postes metálicos que sirven de soporte y confinamiento de paneles compuestos por perfiles metálicos de confinamiento y malla.

#### **D. Casa de Fuerza**

Consiste en la construcción de instalaciones e implementación con Transformador y sus equipos auxiliares para la alimentación de los sistemas eléctricos del campamento.

#### **E. Urbanización Eléctrica**

Consiste en la colocación de postes, pastorales, luminarias y tendido de cables para la iluminación necesaria de los accesos dentro y alrededores del campamento.

#### **F. Urbanización Sanitaria**

Consiste en la construcción de buzones, colocación de tuberías respetando las pendientes indicadas en los planos para el recojo de las aguas residuales generadas por el personal dentro del campamento y su traslado a los tanques de almacenamiento de agua residual para su procesamiento y disposición final por una EPS autorizada por DIGESA.

#### **4.3.9.4 Cronograma**

La duración para la construcción de los campamentos es de 8 meses para cubrir tanto la fabricación e instalación de todo el campamento.

#### **4.3.10 Recursos y suministros**

##### **4.3.10.1 Alcances generales**

En esta sección se describe la gestión de los recursos y suministros necesarios para la construcción. En el proyecto Fosfatos se realizará una planificación de órdenes de compra, incluyendo compra, transporte / logística, seguimiento de la fabricación, elaboración y administración de los contratos. Se debe tener presente

el almacenamiento de los equipos y materiales desde el embarque en fábrica, pasando por los almacenes durante el transporte y la recepción en campo.

#### **4.3.10.2 Compras y sub-contratos**

Los departamentos de Logística, Ingeniería y Control de Proyecto del contratista de la construcción, desarrollarán un cronograma de los requerimientos de materiales para identificar todas las adquisiciones requeridas de materiales, equipos y subcontratos, fechas de inicio y culminación. Los materiales, equipos y subcontratos entonces serán asignados con las prioridades basadas en el cronograma integrado del proyecto.

Las órdenes de compra serán solicitadas por el departamento de ingeniería y el departamento de construcción utilizando los formatos de requerimientos de compra por los ingenieros de proyecto, y los materiales de campo serán solicitados por los responsables de construcción.

Los requerimientos de compra para la mayoría de los materiales y equipos serán ejecutados, después de haberse realizado una evaluación por concurso de propuestas de los proveedores bajo los formatos del contratista de la construcción.

#### **4.3.10.3 Seguimiento en fábrica**

Los departamentos de Logística, Ingeniería y Construcción del Contratista de la construcción, elaborarán una lista para determinar específicamente cuáles serán las órdenes de suministro que requerirán inspección en fábrica. Se realizará seguimiento en campo y en fábrica como sea necesario para las órdenes de compra importantes. El alcance de los seguimientos en fábrica puede incluir los siguientes:

- Evaluación de los hitos en el cronograma del proveedor.
- Revisión y guía a los proveedores con respecto a compras de participaciones importantes.
- Organización de kick-off meetings para confirmación de los compromisos de entregas y procedimientos del proveedor.
- Reuniones (generalmente semanales) seguimiento del estado de la entrega, incluyendo los planes de acción para recuperar tiempos en el cronograma.
- Entrega de documentación según programa.

Se mantendrá un control de calidad sobre los productos que se vienen fabricando por los proveedores de equipos o de los materiales importantes. La ingeniería del Proyecto Fosfatos determinará el nivel de la inspección requerido para los materiales. Una vez que se determine el nivel de la inspección se designarán los inspectores de campo.

Los representantes del control de calidad de los proveedores realizarán la inspección final antes del envío de los componentes críticos. Una liberación para el envío no será concedido hasta no conformidad o levantamiento de las desviaciones que hayan sido corregidas por el proveedor o aprobadas por contratista de la construcción.

Este aseguramiento será parte de una gestión del aseguramiento de calidad se define como el análisis crítico, seguimiento y control de procesos, adquisiciones, fabricación, control de calidad y cumplimiento de los requisitos de calidad.

#### **4.3.10.4 Suministros en campo / contratos de construcción**

Los subcontratos del campo serán administrados por un administrador de contratos con el apoyo de los superintendentes de las áreas y de los ingenieros de campo respectivos del contratista de la construcción.

#### **4.3.10.5 Gestión de materiales**

La gestión de materiales del Contratista de la Construcción incluirá al menos lo siguiente:

- Establecer un sistema de control para la gestión de materiales
- Determinar la cantidad y la localización del espacio para almacenamiento, el inventario, embarque, y excedentes, incluyendo embalaje.
- Verificar que los materiales y el equipo entrantes concuerden la orden de compra y los manifiestos de embarque.
- Verificar el ingreso de materiales y equipamiento de daños, y documentar todas las discrepancias de las órdenes de compra
- Manejar el control y el inventario de materiales
- Proporcionar la seguridad física apropiada para los materiales y equipamiento adquiridos.
- Manejar la disposición de los materiales excedentes.

Durante la etapa de construcción se requerirá el transporte de personal de contratistas, materiales de construcción, estructuras y equipos, combustibles, insumos y alimentos. Se estima que el número de viajes de vehículos hacia las distintas áreas del proyecto Fosfatos alcanzará un promedio de 150 vehículos al día, de los cuales se anticipa que aproximadamente el 25% corresponderá a buses y mini-buses que transportarán la mano de obra para la construcción; el 75% restante corresponderá a camiones que transportarán los equipos, materiales de construcción, combustibles, alimentos, entre otros, los cuales serán transportados principalmente en camiones desde diferentes lugares, a través de la ruta Lima - Bayóvar usando la derivación y Piura - Bayóvar donde la vía principal seguirá usando la derivación y como vía secundaria la ruta Sechura. Para el transporte de materiales desde Lima y Piura se tendrá un operador transportista que acopiara todas las cargas para el traslado a obra.

De este volumen de tráfico de vehículos transportando materiales se estiman que un 40% serán para transporte de materiales de construcción, un 30% transportando estructuras metálicas y el resto 30% serán para transporte de insumos, alimentos y otros.

Algunos equipos o insumos podrían requerir transporte especial debido a que sus dimensiones y pesos excederán los límites normales. En tales casos, el contratista solicitará a las autoridades el permiso respectivo de carga en camiones que exceden las dimensiones y pesos máximos permitidos en carreteras, para el caso de insumos se tomarán las medidas y reglamentaciones necesarias.

Para el transporte de materiales y equipos se considerarán las medidas de seguridad correspondientes, donde también el transportista incluirá entre otras medidas: Reglamento Interno de Seguridad, Reglamento de Cuidado del Medio Ambiente, Plan de Seguridad, Plan de Protección Ambiental y Plan de Respuesta a Emergencias Ambientales. Estos documentos incluirán en detalle las medidas contempladas por la empresa transportadora para garantizar la minimización de impactos ambientales, la prevención de accidentes y la respuesta a emergencias.

**Cuadro 4.3.10.5-1. Pesos de estructuras metálicas.**

| <b>1. ZONA DE MINA</b>              |                      |                 |                  |
|-------------------------------------|----------------------|-----------------|------------------|
| <b>DESCRIPCION</b>                  | <b>DIMENSION (m)</b> | <b>Material</b> | <b>PESO (kg)</b> |
| Fajas Transportadoras               | Diversos             | ASTM A36        | 829 150          |
| Otras Estructuras metálicas         | Diversos             | -               | 128 100          |
| <b>2. ZONA PLANTA CONCENTRADORA</b> |                      |                 |                  |
| <b>DESCRIPCION</b>                  | <b>DIMENSION (m)</b> | <b>Material</b> | <b>PESO (kg)</b> |

|                                       |                      |                 |                  |
|---------------------------------------|----------------------|-----------------|------------------|
| Fajas Transportadoras                 | Diversos             | ASTM A36        | 237 010          |
| Otras Estructuras metálicas           | Diversos             | -               | 378 000          |
| <b>3. ZONA DESCARGA DE CAMIONES</b>   |                      |                 |                  |
| <b>DESCRIPCION</b>                    | <b>DIMENSION (m)</b> | <b>Material</b> | <b>PESO (kg)</b> |
| Fajas Transportadoras                 | Diversos             | ASTM A36        | 1 426 580        |
| Otras Estructuras metálicas           | Diversos             | -               | 41 000           |
| <b>4. ZONA DE ALMACENAMIENTO</b>      |                      |                 |                  |
| <b>DESCRIPCION</b>                    | <b>DIMENSION (m)</b> | <b>Material</b> | <b>PESO (kg)</b> |
| Fajas Transportadoras                 | Diversos             | ASTM A36        | 146 730          |
| Otras Estructuras metálicas           | Diversos             | -               | 381 512          |
| <b>5. ZONA DEL PUERTO</b>             |                      |                 |                  |
| <b>DESCRIPCION</b>                    | <b>DIMENSION (m)</b> | <b>Material</b> | <b>PESO (kg)</b> |
| Pilotes metálicos puente de acceso    | -                    | -               | 800 000          |
| Pilotes metálicos plataforma de carga | -                    | -               | 2 130 000        |
| <b>5. ZONA DEL PUERTO</b>             |                      |                 |                  |
| <b>DESCRIPCION</b>                    | <b>DIMENSION (m)</b> | <b>Material</b> | <b>PESO (kg)</b> |
| Postes de amarre                      | -                    | -               | 2 800 000        |
| Pasarelas metálicas                   | -                    | -               | 320 000          |
| Soportes de cañerías                  | -                    | ASTM A53        | 10 000           |
| <b>6. ZONA SUBESTACION DERIVACION</b> |                      |                 |                  |
| <b>DESCRIPCION</b>                    | <b>DIMENSION (m)</b> | <b>Material</b> | <b>PESO (kg)</b> |
| Estructuras metálicas                 | -                    | Acero           | 40 000           |

|                                 |   |                   |         |
|---------------------------------|---|-------------------|---------|
| de pórticos y barras            |   | Galvanizado       |         |
| Estructuras metálicas de torres | - | Acero Galvanizado | 120 000 |

Fuente: FOSPAC

El cuadro anterior muestra el resumen estimado de pesos de estructuras metálicas que serán transportadas al proyecto por los Contratistas hasta los diferentes frentes de trabajo.

También se tienen materiales de construcción para el Proyecto como es el concreto en una cantidad estimada de: 153 000m<sup>3</sup> en planta y puerto.

#### **4.3.10.6 Servicios adicionales de construcción**

Laboratorio del control de calidad: Proporcionar el personal y el equipo técnicos para controlar la calidad del trabajo directos y monitoreo de los subcontratistas. Los servicios incluyen asistencia técnica y equipo de laboratorio para la supervisión movimiento de tierra civil, cimentaciones, estructural, mecánica y eléctrica.

Levantamiento Topográfico: Proporcionar el personal y el equipo técnicos para el levantamiento de topografía de los trabajos directos de los Contratistas y monitoreo de la calidad de los trabajos de los Subcontratistas.

Alquiler con opción a compra del material de construcción: Facilitar y apoyar para la adquisición de los materiales de construcción requerido para los Contratistas.

- Servicios de la ambulancia
- Seguridad
- Asistencia técnica Automotriz
- Contrato de servicios generales

- Zona de eliminación de materiales desmonte
- Limpieza

#### **4.3.11 Transporte de personal e insumos**

##### **4.3.11.1 Transporte y logística de equipos**

El Departamento de Logística del contratista coordinará con los departamentos de Ingeniería, Construcción, Seguridad y Salud Ocupacional las órdenes de suministro que por su peso, geometría, volumen, etc., requieran un cuidado especial para su transporte y almacenamiento.

El encargado de la logística de campo preparará un plan de embarque del Proyecto Fosfatos para identificar el método óptimo para enviar los materiales y el equipo al proyecto. Los pesos, las dimensiones y los orígenes de envíos también serán revisados, para asegurarse de no tener ningún inconveniente en el transporte.

Se ha realizado un estudio de las rutas para el transporte de los equipos durante la Construcción y se tienen las siguientes conclusiones:

- Sobre la carga no dimensionada y que puede transitar desde el Callao hasta Bayóvar con un ancho de 5,10 m, existen costos que asumir por retirar guardavías y habilitar pases alternos a partir de un ancho de 4 m, a partir de estos anchos considerar siempre costos adicionales y son por cada embarque.
- En referencia únicamente a la carga extra dimensionada y los costos son por cada embarque y son a partir de un ancho de 4 m para los casos de retiro de Guardavías y habilitar peajes. En el caso que venga juntos carga Extra dimensionada y No dimensionada se asume los costos detallados en el punto por los Puertos de Salaverry y Paita.

- El puerto del Callao no es escogido para la carga extra dimensionada mayor de 5,10 m, porque es necesario hacer trabajos de ampliación y habilitación de vías alternas.
- La carga que no es extra dimensionada y con ancho menor de 5,10 m, puede venir por cualquiera de los 3 puertos: Callao, Salaverry o Paita.
- Para carga extra dimensionada se descarta el Puerto del Callao, y en este tipo de Equipos como por ejemplo el caso las tolvas y de aquellos cuyo ancho sea superior a 5,10 m se recomienda que llegue por: Salaverry o Paita.

Estas consideraciones de dimensiones y pesos se tomarán en cuenta, para el transporte de los equipos hasta la ubicación de instalación. Del estudio y evaluación de las hojas de ruta por los tres puertos alternativos podemos concluir que las dimensiones máximas para el traslado de carga sobredimensionada son las siguientes:

**Cuadro 4.3.11.1-1. Dimensiones máximas en las vías.**

|                     | VIA CALLAO | VIA SALAVERRY | VIA PAITA |
|---------------------|------------|---------------|-----------|
| Largo máximo. 1 (m) | 20,00      | 20,00         | 20,00     |
| Largo máx. 2 (m)    | 25,00      | 25,00         | 25,00     |
| Ancho máx. 1 (m)    | 5,10       | 5,10          | 6,00      |
| Ancho máx. 2 (m)    | 7,10       | 8,00          | 7,80      |
| Alto máx. 1 (m)     | 5,20       | 5,50          | 5,20      |
| Alto máx. 2 (m)     | 5,40       | 5,50          | 6,00      |
| Peso máx. 1 (ts)    | 37         | 37            | 37        |
| Peso máx. 2 (ts)    | 80         | 80            | 80        |

Nota: Máx. 1: En condiciones actuales

Máx. 2: Con trabajos adicionales y/o vías alternas

Para el transporte de los equipos de dimensiones considerables se tomarán en cuenta los horarios de circulación, estas cargas conjuntamente con sus escoltas tendrán paradas intermedias programadas en lugares previamente identificados en un plan de ruta.

#### **4.3.11.2. Transporte y logística de combustibles e insumos**

El transporte de los combustibles, lubricantes, aditivos e insumos para las diferentes frentes de trabajo serán transportados tomando las previsiones de control. Con los medios de transporte especialmente acondicionados. En caso de derrame de combustible se dispondrá en almacén de paños absorbentes, salchichas absorbentes, trapos industriales o waipes, pala de metal anti chispa, pico de metal anti chispa, martillo de goma, tacos de madera de diferentes tamaños, kit para parchado de tanques y tuberías, cinta amarilla de peligro, sacos para tierra y bolsas plásticas gruesas para desechos.

#### **4.3.11.3 Transporte de explosivos**

Otro insumo para el Proyecto Fosfatos son los explosivos, para los cuales el almacenamiento, transporte y manejo de explosivos estará a cargo del contratista especialista en voladura. No obstante lo anterior, FOSPAC velará por el cumplimiento de las normas establecidas por la DISCAMEC, Reglamento de seguridad e higiene minera y otras normas vigentes en esta materia.

Consideraciones para el transporte:

- Se realizará en los envases originales en perfecto estado de conservación.
- Se prohibirá transportar en el mismo vehículo y en forma simultánea detonadores y otros accesorios de voladura con explosivos.

- Los vehículos utilizados para el transporte de explosivos, serán de construcción sólida, se mantendrán limpios y libres de materiales inflamables, estarán recubiertos interiormente con madera tratada y provistos de barandas suficientemente altas para evitar caídas accidentales; estarán además provistos de por lo menos dos (2) extintores de incendio de polvo químico seco multipropósito.
- El personal responsable del traslado deberá ser especializado y conocedor de todas las precauciones pertinentes en el manipuleo de sustancias explosivas.

#### **4.3.11.4. Transporte de personal**

El personal para los diferentes frentes de trabajo será transportado tomando las previsiones y medidas de control indicadas por el departamento de seguridad y salud ocupacional. Los medios de transporte a emplear serán vehículos diseñados autorizados para el transporte: buses, minivan, etc. Los vehículos consignados para el transporte de personal no podrán ser utilizados para el transporte de cargas o mercancías.

Durante la fase de construcción el personal pernochará en los campamentos acondicionados en la zona de trabajo y se movilizarán a través de las vías habilitadas para el proyecto, carretera industrial y carretera de asfalto existente desde Sechura a Bayóvar.

#### **4.3.11.5 Volúmenes de tráfico diario.**

Para la etapa de construcción el volumen de tráfico se verá incrementado principalmente por las maquinarias de movimiento de tierras y por las unidades para el transporte del personal obrero y de supervisión hacia los diversos puntos de trabajo donde se desarrolle el Proyecto Fosfatos. En el cuadro adjunto se muestra el tipo de unidades principales que circularan por las vías con su

frecuencia indicada en horas por día, su periodo estimado de permanencia en obra y el frente de trabajo al cual estaría asignado.

**Cuadro 4.3.11.5-1. Volúmenes de tráfico vehicular diario.**

| Construcción                |                    |       |                          |                      |
|-----------------------------|--------------------|-------|--------------------------|----------------------|
| Descripción                 | Número de unidades | h/día | Periodo estimado (meses) | Frente de trabajo    |
| Camión grúa tipo Hiab 9 ton | 8                  | 8     | 20                       | Planta Concentradora |
| Camión grúa tipo Hiab 9 ton | 2                  | 8     | 10                       | Línea impulsión      |
| Camión grúa tipo Hiab 9 ton | 3                  | 8     | 18                       | Zona de secado       |
| Camión grúa tipo Hiab 9 ton | 2                  | 8     | 20                       | Puerto               |
| Camión grúa tipo Hiab 9 ton | 1                  | 8     | 13                       | Línea transmisión    |
| Camión cama baja            | 2                  | 3     | 15                       | Planta Concentradora |
| Camión cama baja            | 2                  | 3     | 20                       | Zona de secado       |
| Camión plataforma           | 7                  | 5     | 15                       | Planta Concentradora |
| Camión plataforma           | 2                  | 5     | 18                       | Zona de secado       |
| Camión plataforma           | 1                  | 5     | 16                       | Puerto               |
| Camión plataforma           | 10                 | 5     | 13                       | Línea transmisión    |
| Camiones carga ancha        | 1                  | 2     | 6                        | Todo el proyecto     |
| Camión mixer concreto.      | 7                  | 6     | 12                       | Planta Concentradora |
| Camión mixer concreto.      | 3                  | 6     | 12                       | Zona de secado       |
| Camión mixer concreto.      | 2                  | 6     | 12                       | Puerto               |
| Camión mixer concreto.      | 1                  | 8     | 13                       | Línea transmisión    |
| Camión volquete 15 m3       | 15                 | 10    | 12                       | Planta Concentradora |
| Camión volquete 15 m3       | 10                 | 10    | 12                       | Zona de secado       |
| Camión volquete 15 m3       | 35                 | 10    | 12                       | Carretera Industrial |
| Camión volquete 15 m3       | 1                  | 10    | 10                       | Línea transmisión    |
| Cisterna de agua.           | 3                  | 8     | 20                       | Planta Concentradora |
| Cisterna de agua.           | 2                  | 8     | 20                       | Zona de secado       |
| Cisterna para riego         | 1                  | 10    | 20                       | Todo el proyecto     |
| Camión de cemento a granel. | 4                  | 2     | 20                       | Planta de concreto   |
| Motoniveladora              | 5                  | 4     | 12                       | Carretera Industrial |
| Retroexcavadora.            | 6                  | 6     | 20                       | Todo el proyecto     |
| Cargador Frontal            | 6                  | 6     | 20                       | Todo el proyecto     |
| Rodillo de 12 Ton           | 6                  | 6     | 20                       | Todo el proyecto     |
| Grúa móvil 80 Ton           | 4                  | 6     | 20                       | Todo el proyecto     |
| Cargador tipo BobCat        | 2                  | 4     | 20                       | Todo el proyecto     |
| Transporte de personal      |                    |       |                          |                      |
| Descripción                 | Número de unidades | h/día | Periodo estimado (meses) | Frente de trabajo    |
| Ómnibus personal 45p        | 20                 | 3     | 20                       | Planta Concentradora |

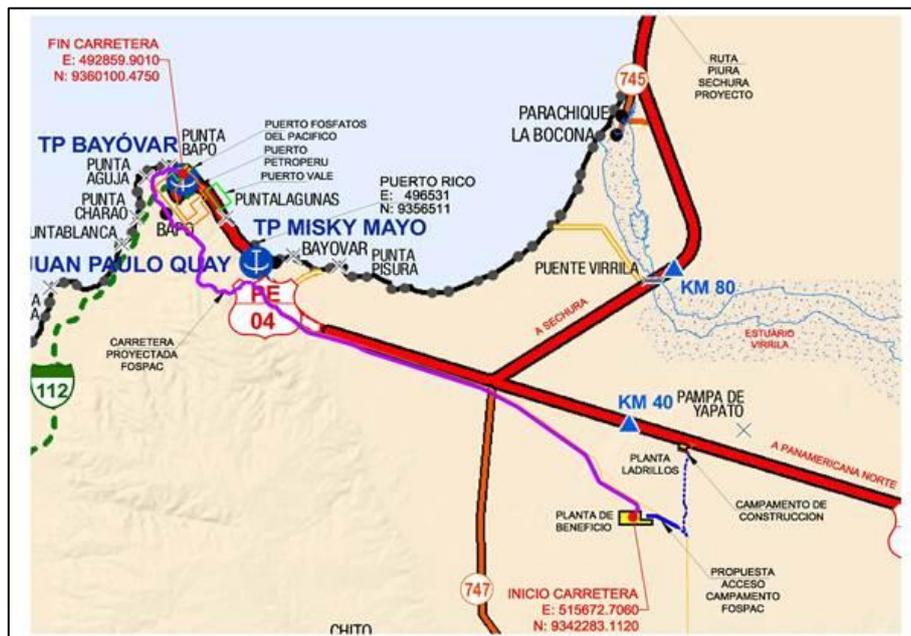
| Ómnibus personal 45p    | 10                 | 3     | 20                       | Zona de secado       |
|-------------------------|--------------------|-------|--------------------------|----------------------|
| Ómnibus personal 45p    | 5                  | 3     | 20                       | Puerto               |
| Ómnibus personal 45p    | 12                 | 3     | 13                       | Línea transmisión    |
| Camionetas tipo coaster | 6                  | 3     | 20                       | Todo el proyecto     |
| Camionetas tipo combi   | 6                  | 6     | 20                       | Todo el proyecto     |
| Camionetas 4x4          | 20                 | 8     | 20                       | Planta Concentradora |
| Camionetas 4x4          | 10                 | 8     | 20                       | Zona de secado       |
| Camionetas 4x4          | 10                 | 8     | 12                       | Carretera Industrial |
| Camionetas 4x4          | 8                  | 8     | 20                       | Puerto               |
| Camionetas 4x4          | 10                 | 8     | 13                       | Línea transmisión    |
| Servicios               |                    |       |                          |                      |
| Descripción             | Número de unidades | h/día | Periodo estimado (meses) | Frente de trabajo    |
| Cisterna de combustible | 2                  | 2     | 20                       | Todo el proyecto     |
| Camión lubricador       | 1                  | 6     | 20                       | Todo el proyecto     |
| Camión frigorífico      | 1                  | 2     | 20                       | Todo el proyecto     |
| Ambulancia              | 2                  | 6     | 20                       | Todo el proyecto     |

Fuente: FOSPAC

Las horas donde se verá el mayor incremento del tráfico vehicular será de 6 a.m. a 8 a.m. y de 5 p.m. a 7 p.m., que son las horas en las que se desplazarán los buses de transporte de personal obrero así como las camionetas de supervisión de los contratistas desde sus zonas de campamento hacia sus puntos de trabajo y viceversa. La mayoría de los vehículos de construcción se desplazarán mayormente al interior del Proyecto Fosfatos utilizando las vías de acceso internas, en tanto que los vehículos de transporte de personal y de servicios utilizarán además de las vías internas las vías públicas y la carretera nacional. En las figuras 4.3.11.5-1 y 4.3.11.5-2 se muestran las principales rutas de tránsito vehicular en la zona de trabajo y en las vías públicas durante la etapa de construcción.

La ruta Paita-Piura será utilizada en los casos de transporte de maquinaria que ingresará a través del puerto de Paita, en forma similar las cargas que provengan de Chiclayo o Lima ingresarán por el desvío Bayóvar, ubicado en el Km. 900 de la vía panamericana norte en dirección hacia la mina, tomando la ruta de la antigua panamericana norte.

Figura 4.3.11.5-1 Plano de vías a utilizar durante la construcción.



Fuente: Fosfatos del Pacífico S.A.

Figura 4.3.11.5-2 Plano de vías públicas a utilizar durante la construcción.



Fuente: Fosfatos del Pacífico S.A.

#### **4.3.12 Residuos, efluentes y emisiones de la etapa de construcción**

El personal del Contratista que interviene directa o indirectamente en las labores de metal-mecánica y obras civiles donde se usan máquinas de combustión interna, deben tener conocimientos en temas de residuos efluentes y emisiones.

##### **4.3.12.1 Inspección de vehículos para control de emisiones**

- Las unidades móviles que dispondrá el Contratista estarán en concordancia con las necesidades del desarrollo del Servicio. Como mínimo habrá una camioneta para el transporte de personal y facilidades. Este vehículo deberá contar con todos los implementos de seguridad y encontrarse en buen estado mecánico principalmente su sistema de encendido y afinamiento.
- Un camión plataforma Hiab brindará el servicio de maniobras y traslado de material pesado en las diferentes etapas de la obra. Debe contar con todos los implementos de seguridad exigidos por ley y debe encontrarse en buen estado mecánico según lo indicado en el párrafo anterior.
- Todos los vehículos antes del inicio de la obra deberán haber sido revisados y eliminadas todas las condiciones inseguras a fin de realizar los trabajos sin ningún inconveniente.
- El sistema de gases de escape de los vehículos estará en buen estado mecánico de tal manera que la emisión al ambiente sea mínima y no genere problemas de contaminación ambiental local (en el área de trabajo).

##### **4.3.12.2 Trabajos de metal-mecánica**

- La energía eléctrica que proporcione el contratista será suministrada por un generador eléctrico en buenas condiciones mecánicas, principalmente el sistema de gases de escape. Las máquinas de combustión interna que sea necesario utilizar ingresarán solo si tienen las correspondientes fichas técnicas en orden y aprobadas por el área de SSOMA de FOSPAC. El

personal del contratista inspeccionará frecuentemente sus equipos para verificar la condición mecánica de éstos.

- El corte de los materiales metálicos se hará con esmeril y eventualmente se utilizará el soplete de oxicorte (generación de gases de combustión). Este proceso por ser esporádico y al aire libre no generará problemas de contaminación local.
- En las condiciones descritas, la generación de gases durante los trabajos de carpintería metálica no creará problemas de contaminación ambiental en el área de trabajo.
- Todos los equipos de corte deberán tener sus accesorios en buenas condiciones mecánicas (manómetros, mangueras, cañas, boquillas).
- Las mangueras deberán tener la longitud apropiada.
- La cubierta de los cables eléctricos no presentarán quemaduras ni cortes.
- Las botellas de gas y oxígeno deben permanecer en su carreta y estar aseguradas mediante cadena.
- Las tenazas del equipo de soldar deben estar en buen estado mecánico.
- La grapa a tierra debe estar lo más cerca posible al área del soldeo y estar bien fijada a la estructura.
- Durante el desarrollo de la obra se realizarán inspecciones periódicas a fin de constatar que los equipos mantienen su buen estado mecánico con lo que se asegurará que éstos no serán la causa de un incendio que pudiera generar gases al ambiente. Se reportará la inspección de los equipos de corte en el formato correspondiente.

#### **4.3.12.3 Manejo de residuos metálicos**

##### **4.3.12.3.1 Carga de desecho metálico**

- De ser necesario, efectuar el metraje o pesaje del material a transportar (para el caso del metraje), definir el peso haciendo uso de la densidad de los

materiales o de tablas de peso equivalente aprobadas previamente entre el Administrador del contrato y el contratista.

- Durante el metraje ubicar por separado planchas, estructuras, tuberías y accesorios.
- Cargar el material al vehículo sin perder la clasificación efectuada y sin sobrecargarlo.
- Durante el manipuleo de los materiales, por ningún motivo el personal transitará o quedará por debajo de la carga.
- Para el caso de camión plataforma Hiab, se instalarán barandas, tablonces (rodapiés) o algo similar para evitar que la carga se deslice hacia los lados y caiga al pavimento durante el transporte o por el camino.
- Antes de iniciar el tránsito, colocar un trapo rojo en la parte posterior del vehículo y/u otros elementos de precaución que el personal de Seguridad de FOSPAC haya aprobado.
- Llenar y hacer firmar el formato “Retiro de residuos metálicos”.
- Transportar la carga al lugar señalado por el cliente teniendo cuidado de no perder material durante el transporte.

#### **4.3.12.3.2. Descarga del Desecho Metálico**

- Si el área de descarga se encuentra dentro de las instalaciones de FOSPAC, al llegar, verificar con el personal encargado de la vigilancia del área la carga que se va a depositar y consignar en el formato de retiro de chatarra u otro similar. Si el área es externa, disponer el material conforme lo indique el encargado de esa dependencia.
- Proceder a la descarga del vehículo tomando en todo momento las mismas precauciones habidas durante la carga. Los materiales dejados no deben perder su clasificación inicial.
- Antes del retiro del área de desechos, verificar con el personal del cliente que la unidad ha sido totalmente descargada.

#### **4.3.12.3.3 Abandono del Área de Trabajo**

Cumplida la jornada de trabajo el área deberá quedar ordenada y acordonada con cinta de seguridad para prohibir el ingreso. Si el trabajo ha concluido en su totalidad, el área deberá quedar libre, eliminando todo residuo sólido existente, basura, etc.

#### **4.3.12.3.4 Manejo de residuos químicos**

Se debe obtener el permiso de trabajo proporcionado por el personal encargado de FOSPAC antes de proceder al retiro del baño químico para su limpieza.

Cuando se manipulan disolventes, líquidos de limpieza del baño químico u otros similares, el personal deberá contar en todo momento con respiradores nasales apropiados, utilizar guantes de polietileno, anteojos de seguridad, mandiles plásticos y su indumentaria normal de trabajo.

Si es necesario, recibir el producto en bandejas apropiadas, preferiblemente de material plástico.

Los solventes que por alguna razón sean desechados, se transportarán en depósitos plásticos, y será responsabilidad de la compañía contratista el manejo de éstos.

Cualquiera sea el destino de éstos, se procederá a llenar el formato de Retiro de Residuos Químicos.

Concluido el trabajo, los recipientes que vayan a ser reutilizados para otro servicio dentro del área, serán lavados con agua y detergente industrial y enjuagados con abundante agua limpia, igualmente los implementos de seguridad utilizados.

En caso de alguna exposición a la piel, inmediatamente se lavará la parte afectada con abundante agua limpia y luego se transportará al afectado al Centro de Salud para el chequeo médico.

#### **4.3.12.3.5.- Residuos sólidos industriales**

Los residuos sólidos industriales deben clasificarse según lo siguiente:

- Grupo 1: Papeles, plásticos, cartones, depósitos plásticos, restos de empaquetaduras.
- Grupo 2: Residuos de soldadura, discos de esmeril, latas vacías.
- Grupo 3: Trapo industrial waype, implementos de seguridad deteriorados o de limpieza gastados.
- Grupo 4: Restos de madera o de madera deteriorada.

Se dispondrá en el área por lo menos de 04 cilindros donde se depositará la basura generada, los que serán marcados como sigue:

- Cilindro pintado color verde con la descripción “Grupo 1: Papeles, plásticos, cartones, restos de empaquetadura”.
- Cilindro pintado color azul con la descripción “Grupo 2: Restos de: soldadura, discos de esmeril, alambre, lastas vacías, etc.
- Cilindro pintado color amarillo con la descripción “Grupo 3: Trapo industrial, waype, implementos de seguridad, etc.
- Cilindro pintado color blanco con la descripción “Grupo 4: Madera.

Una vez llenos los cilindros se efectuarán la disposición de acuerdo al tipo de residuo y en concordancia con el Plan de manejo de residuos.

Antes del retiro de la basura se llenarán los Formatos de Control preparados para la basura industrial de los grupos 1 al 4 y para el desmonte según sea el caso.

### **4.3.13 Cronograma de construcción**

En la figura 4.3.13-1 se presenta el cronograma general de la etapa constructiva del proyecto.



#### **4.4. Descripción de la etapa de operación**

##### **4.4.1 Justificación del proyecto**

Para el grupo Cementos Pacasmayo, a través de la subsidiaria Fosfatos del Pacífico, representa su primera incursión en el sector de fosfatos con el desarrollo del Proyecto Fosfatos del Pacífico. Esto permitirá a Cementos Pacasmayo una diversificación como grupo industrial con la mira a ser el grupo industrial más grande del Perú, siempre teniendo en cuenta el equilibrio entre la actuación del Estado, la participación de las comunidades y la iniciativa privada en el sector minero.

El interés de Fosfatos del Pacífico, de proponer el Proyecto Fosfatos es el de explotar y tratar roca fosfórica con la finalidad de obtener anualmente 2,5 Mt de concentrados de fosfatos con una ley mínima de 29% de  $P_2O_5$ , con una inversión global de aproximadamente 500 millones de dólares. Parte de la inversión será destinada en ejecutar medidas de prevención y mitigación de posibles impactos ambientales y para apoyar en proyectos que permitan mejorar y establecer una buena relación con las comunidades.

Fosfatos del Pacífico tiene como compromiso actuar de manera social y ambientalmente responsable y nos esmeramos para que nuestra trayectoria de crecimiento impulse el desarrollo de las regiones donde estemos presentes.

##### **4.4.2 Ubicación y accesos al área del proyecto**

El Proyecto Fosfatos se ubica en el distrito de Sechura, provincia de Sechura y región Piura, dentro de la franja desértica del territorio peruano. La concesión se encuentra a aproximadamente 950 km al norte de la ciudad de Lima, a 110 km al sur de la ciudad de Piura y a 30 Km de la línea costera del Océano Pacífico.

El acceso al área del proyecto desde Lima se puede realizar vía aérea y por vía terrestre. En el cuadro 4.4.2-1 se presenta las rutas de acceso al proyecto.

**Cuadro 4.4.2-1. Rutas de acceso al proyecto**

| <b>Ruta</b>                         | <b>Tramo</b>   | <b>Tipo de Acceso</b> | <b>Distancia<br/>km</b> | <b>Tiempo<br/>h</b> |
|-------------------------------------|--|-----------------------|-------------------------|---------------------|
| <b>Vía<br/>terrestre</b>            | Lima – Chiclayo – Cruce<br>Bayóvar, km 902<br>panamericana norte | Carretera asfaltada   | 902                     | 12,00               |
|                                     | Chiclayo, km 902<br>panamericana norte - Bayóvar                 | Carretera asfaltada   | 37                      | 0,50                |
|                                     | Bayovar- Proyecto  | Carretera afirmada    | 5                       | 0,25                |
|                                     | <b>Total</b>   |                       |                         | <b>944</b>          |
| <b>Vía<br/>Aérea-<br/>terrestre</b> | Lima-Piura   | Aéreo                 | 1 000                   | 1,25                |
|                                     | Piura - Sechura  | Carretera asfaltada   | 110                     | 1,50                |
|                                     | Sechura - Parachique   | Carretera asfaltada   | 35                      | 0,75                |
|                                     | Parachique - Proyecto  | Carretera afirmada    | 5                       | 0, 5                |
|                                     | <b>Total</b>   |                       |                         | <b>1 150</b>        |

Fuente: Fosfatos del Pacífico S.A.

#### **4.4.3 Plan de minado**

##### **4.4.3.1 Recursos geológicos**

###### **A. Geológica regional**

El área del Proyecto se encuentra ubicada en la parte oeste de la cuenca terciaria de Sechura, una franja alargada y deprimida de orientación N-S, con basamento Pre-Cambriano a Paleozoico inferior, sujeta a continuas subsidencias durante el Cenozoico y a un ascenso continuo desde fines del

Plioceno hasta la actualidad. Se encuentra delimitada al oeste por el macizo de Illescas (remanente norte de la cordillera de la costa) y al este por las estribaciones del flanco occidental de la cordillera de los andes. En la figura 4.4.3.1-2 se muestra el mapa geológico regional del área del Proyecto Fosfatos.

Geomorfológicamente, la zona del Proyecto se caracteriza por conformar 6 unidades geomorfológicas principales, de oeste a este se denominan:

- El Macizo de Illescas, remanente norteño de la Cordillera de la Costa compuesto por cerros de moderada a fuerte pendiente, con altitudes que llegan hasta los 530 m.s.n.m.;
- Las Terrazas Marinas, compuestas de superficies de abrasión y depositación marina, comprenden hasta 9 niveles y están próximas al Macizo de Illescas;
- Los Estuarios, ubicados en la parte norte de la cuenca, comprenden los de Virrilá y San José;
- La Zona de Tablazos, una gran superficie casi plana compuesta por las porciones emergidas de la Cuenca de Sechura, cubiertas por dunas y cuya altitud varía desde los 5 m.s.n.m. hasta los 65 m.s.n.m.;
- La depresión de Salina Grande, ubicada al sur de la zona de tablazos, con una topografía plana y cuya elevación mínima es de -25 m.s.n.m.;
- Las Estribaciones de la cadena occidental de los andes, ubicadas al este, compuestas por cerros de moderada pendiente con alturas que llegan hasta los 800 m.s.n.m.

El medio litoestratigráfico agrupa rocas más antiguas en la zona que corresponden a rocas metamórficas e ígneas que afloran en la península de Illescas, en el sector conocido como macizo de Illescas. Estas consisten de gneises y tonalitas de edad del Pre-Cambriana y migmatitas, granitos, esquistos, filitas y pizarras de edad Paleozoica inferior. Estas rocas presentan una marcada esquistosidad y foliación, así como un plegamiento intenso y están afectadas por fallas de dirección NO-SE, SO-NE y E-O. Por su

datación estas rocas pertenecen al complejo basal de la costa, sector Illescas-Amotapes.

Entre el Paleozoico Inferior y el Cretáceo Inferior la zona sufrió un hiato estratigráfico. En el Cretáceo Inferior, se depositaron las areniscas cuarzosas de la formación Chimú, que en la actualidad afloran en el extremo este del área (cuadrángulos de la Redonda y Olmos). Estas se encuentran ligeramente metamorfizadas a cuarcitas.

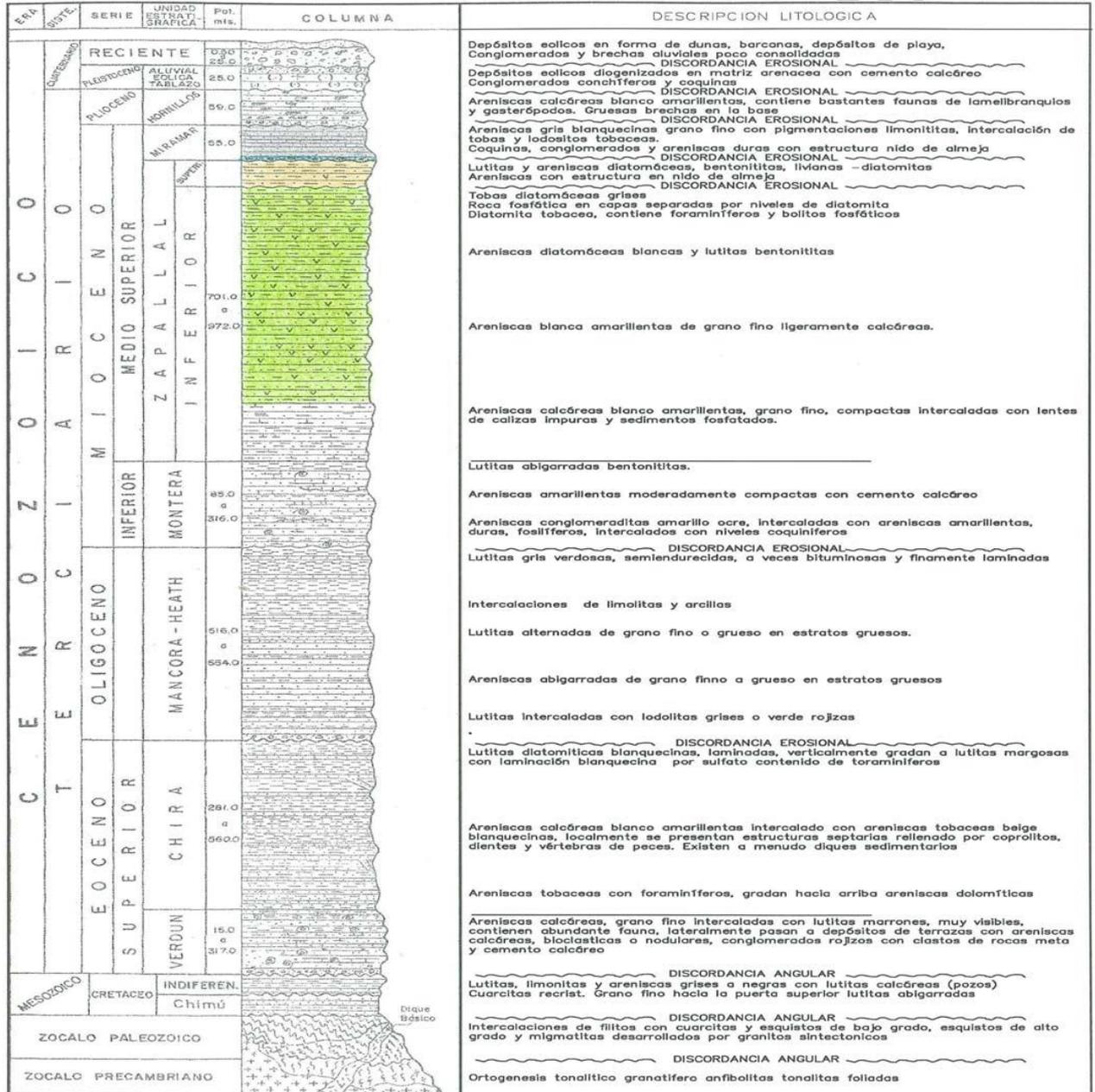
En el Cenozoico la actividad tectónica en la zona fue intensa, con el levantamiento intermitente del bloque occidental (macizo de Illescas) y el hundimiento constante de la cuenca Sechura, ambos eventos controlado por fallas normales. En este escenario se depositan secuencias estratigráficas marinas compuestas por areniscas, lutitas, calizas de las formaciones Verdúm, Chira y Heath del Eoceno-Oligoceno, y areniscas intercaladas con diatomitas, fosfatos, yeso y conglomerados en las formaciones Montera, Zapallal, Miramar y los Tablazos Hornillos, Talara y Lobitos del Mioceno hasta el Pleistoceno. Los tipos de depósitos indican a su vez eventos de rápida subsidencia en una cuenca semiárida.

Los depósitos cuaternarios están representados por terrazas marinas y tablazos recientes, ubicados a lo largo del litoral. Sus principales afloramientos están en el borde occidental del Macizo de Illescas y en los alrededores del estuario de Virrilá. Se tiene además depósitos fluviales y aluviales ubicados en los márgenes de los ríos Piura, Olmos, Cascajal y los estuarios de San José y Virrilá; y finalmente depósitos eólicos presentes en todo el desierto de Sechura, formando dunas de diversos tipos. En la figura 4.4.3.1-1 se presenta la columna estratigráfica del área del proyecto Fosfatos.

El contexto estructural se caracteriza porque el basamento de la zona fue afectado desde el Pre-Cámbrico hasta el Paleozoico Inferior (Eoherciniano) por

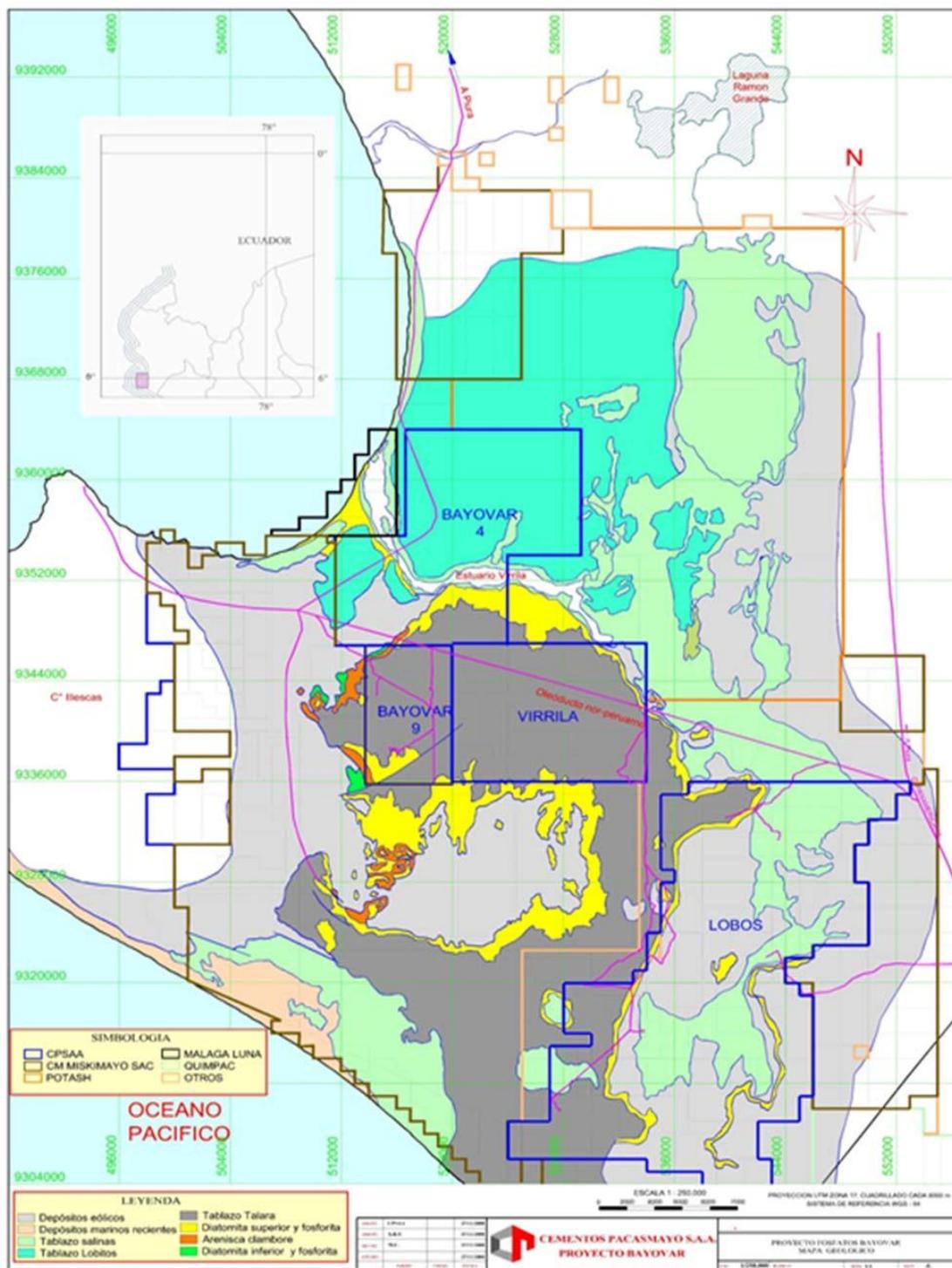
una tectónica compresiva polifásica. Desde fines del Mesozoico y durante todo el Cenozoico el tectonismo fue de tipo compresivo hacia la zona de la península de Illescas y distensivo en la depresión de la cuenca de Sechura. La reactivación de fallas normales de rumbo NW-SE como la Falla de Illescas o la falla Tric Trac hicieron posible la subsidencia rápida y profunda de la cuenca. Una nueva etapa tectónica desde fines del Plioceno hasta la actualidad ha permitido el ascenso de la cuenca hasta su altura actual, con una leve subsidencia hacia la parte Sur-Este. Además de las fallas mencionadas existen otras estructuras ocultas detectadas por geofísica y sondajes con fines de exploración por hidrocarburos, las cuales controlan la cuenca y tienen actividad hasta periodos relativamente recientes (Pleistoceno).

Figura 4.4.3.1-1. Columna estratigráfica del área del proyecto Bayovar 9



Fuente: FOSPAC

Figura 4.4.3.1-2. Mapa geológico regional del área del proyecto fosfatos



Fuente: FOSPAC

## **B. Geológica local**

El escenario geológico local es principalmente de edad Cenozoica, predominando en el área del depósito la Formación Zapallal (Terciario Mioceno) y está cubierto por materiales del Cuaternario Pleistoceno y Reciente.

### **a. Formación Zapallal**

Esta formación del Mioceno inferior-medio es producto de una sedimentación rápida en un medio de una cuenca que sufre una rápida y profunda subsidencia. En esta formación se pueden distinguir 3 miembros principales:

#### **- Miembro Inferior**

Cuya base está bien expuesta en el acantilado de Punta Zorro y en los alrededores de Salina Grande. Esta presenta 3 niveles diferenciados: el primero es de diatomitas tobáceas de color marrón a gris claro con oolitos fosfáticos y microfósiles; el segundo nivel es la zona mineralizada Diana, compuesta de 7 capas de arenas fosfóricas de diferentes espesores (0.20-1.80 m. de espesor en promedio en nuestras áreas) separados por diatomitas blandas de color gris verdoso oscuro; y el tercer nivel es de tobas grises y diatomitas tobáceas algo arenosas de color gris verdosas claras.

#### **- Miembro Arenisca Clambore (Almejas Huecas)**

Es considerado un estrato “guía” por su facilidad para reconocerlo y su ubicuidad en la secuencia. Está compuesto de arenas arcosas de grano fino a medio, con litificación débil a moderada y con abundantes fósiles de pelecípodos, gasterópodos y dientes de peces, presenta por zonas en la parte inferior niveles de conglomerados con clastos de cuarcitas y areniscas. El grosor de esta secuencia es variable y puede llegar hasta los 30 m como en el sector

Ramón-Zapallal, en nuestra zona de trabajo su grosor varía entre 7-12 m.

**- Miembro Superior**

Ubicado por encima de la arenisca Clambore, en contacto gradacional, aflora parcialmente. Está compuesta de 5 niveles: el nivel Mineralizado Cero, compuesto de arenas fosfóricas gruesas pobremente clasificadas color gris pardusco a marrón y con delgados niveles de diatomitas a la base; el nivel Diatomita Inca, de diatomitas limpias fosfatadas color marrón y brillo resinoso; el nivel Mineralizado Minerva, compuesto por arenas fosfóricas similares al del nivel Cero pero con mayor cantidad de impurezas, puede contener huesos de cetáceos; el nivel Diatomita Quechua, con diatomitas limpias con algo de fosfato, arenas cuarzosas y hueso de peces, y finalmente en nivel de Diatomita Estéril, con diatomitas blancas limpias, presentan pigmentaciones naranjas a rojizas por zonas.

**b. Depósitos Cuaternarios**

**- Tablazo Talara (Qm-tt)**

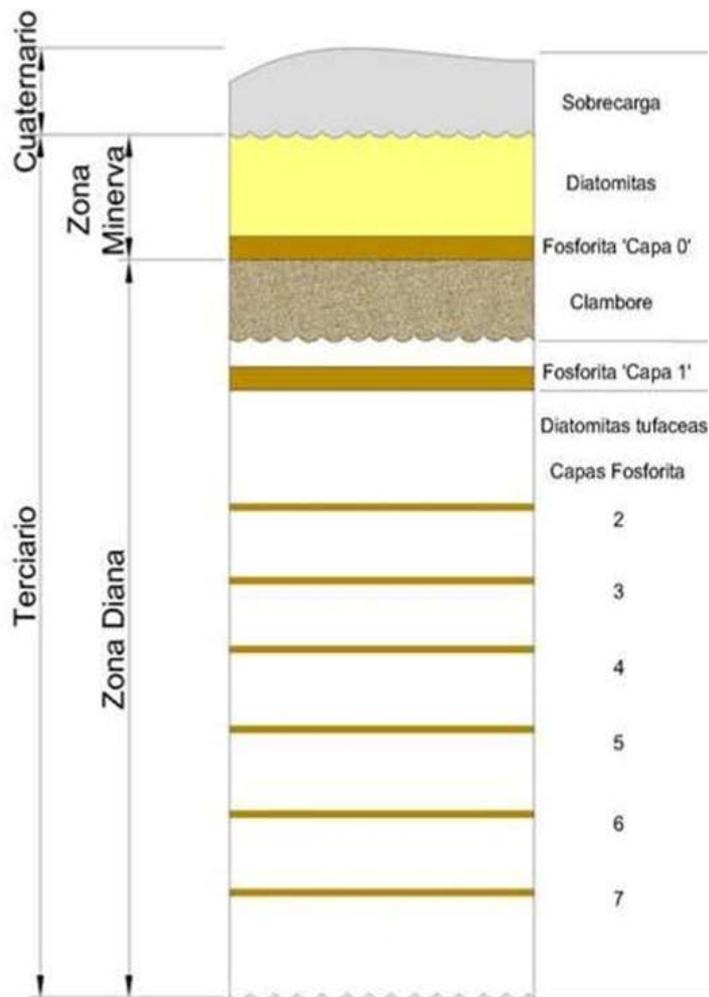
Presente en toda la parte superior de la pampa Yapato, es una costra sedimentaria de 3 – 7 m de espesor, yace horizontalmente o con una ligera inclinación hacia el SE. Está compuesta por capas lenticulares de arenas arcosas de grano medio a grueso, con estratificación cruzada marina y conglomerados de tamaño medio, intercaladas con secuencias coquiníferas de pelecípodos y gasterópodos, la secuencia presenta poca consolidación.

**- Depósitos Eólicos (Q-e)**

Se encuentran presentes en toda la zona, a manera de dunas de tipo barján, longitudinales y algunas transversales alrededor de algarrobos, los

depósitos son variables en extensión y profundidad, en la zona del depósito de materiales las dunas van desde 30-40 cm hasta 4-5 m de altitud, existiendo pequeñas quebradas tributarias cubiertas por 7-10 m de arenas eólicas. Ver figura 4.4.3.1-3.

**Figura 4.4.3.1-3. Columna estratificada esquematizada, proyecto fosfatos**



Fuente: FOSPAC.

### C. Aspectos estructurales

A nivel local se observan 3 episodios de deformación importantes: el primero antes de la deposición del miembro Clambore; el segundo antes de la

deposición de los sedimentos pliocénicos (Tablazo Talara); y el tercero después de la deposición de los sedimentos pliocénicos, tal como se describe a continuación:

#### **a) Primer episodio de deformación**

Ocurrió después de la depositación de las diatomitas inferiores de la formación Zapallal; se caracteriza por un basculamiento de las capas con plunge hacia el NE, teniendo el eje una dirección N 340° - 350° y una gradiente de 1,0 – 1,4%.

Las capas están ligeramente plegadas y presentan microfallamientos. Durante y/o después de ese basculamiento de las capas miocénicas, éstas fueron levantadas y erosionadas. El miembro Clambore se depositó sobre las diatomitas a lo largo de una superficie erosiva esencialmente plana.

#### **b) Segundo episodio de deformación**

Posterior a la depositación del último miembro de diatomita de la formación Zapallal, presenta un basculamiento suave hacia el SE, con una dirección del eje N 10° - 20° y una gradiente entre 0,6 – 0,8%, una ligera compresión de los estratos produjo pliegues pequeños y asimétricos y fallamientos menores. Al igual que en el caso anterior, durante y/o después de ese basculamiento de las capas miocénicas estas fueron levantadas y erosionadas. Las capas pliocénicas se depositaron sobre la superficie erosiva horizontal hasta la actualidad.

#### **c) Tercer episodio de deformación**

El último episodio deformacional conocido y que puede haber afectado las rocas sedimentarias es post- pliocénico y de edad reciente, esto es evidenciado por las fallas que cortan las capas pleistocénicas y recientes y que se observan en

algunos afloramientos de la zona.

Esos episodios de plegamiento son los responsables por las estructuras mayores observadas en secciones geológicas verticales y horizontales de los depósitos de fosfatos de Sechura. El mapeo estructural regional indica la presencia de una falla de basamento de rumbo NO-SE en las proximidades de Bayovar 9, así como 2 fallas normales cercanas de rumbo SO-NE.

#### **D. Mineralización y tipo de yacimiento**

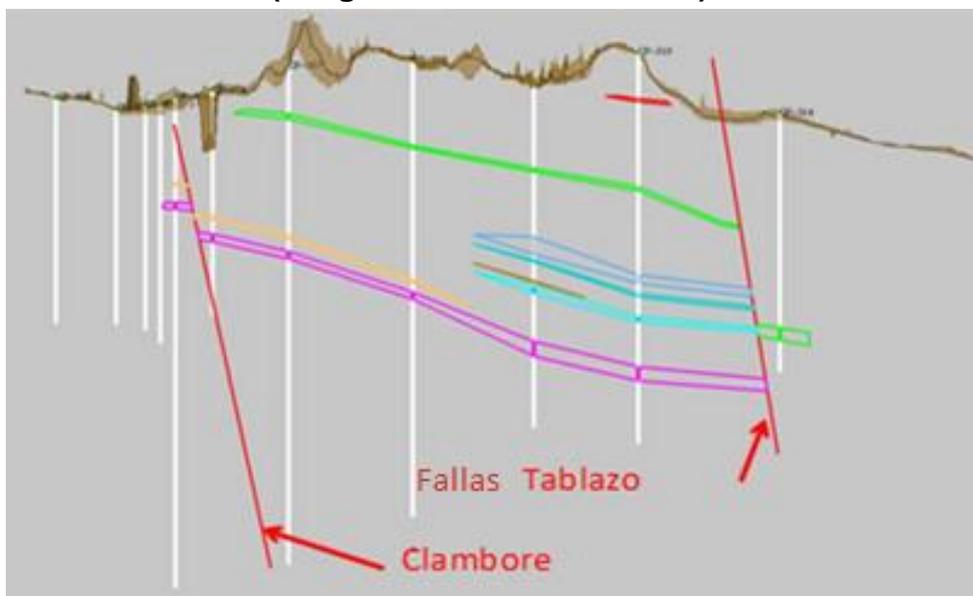
El yacimiento de Bayóvar 9 corresponde a un depósito sedimentario de roca fosfórica de mar somero con 8 capas principales de fosfatos que buzcan entre 1° y 2° hacia el Norte-Noreste. La depositación de los niveles ricos en fósforo corresponde a oolitas y pellets asociados con restos orgánicos depositados durante el Mioceno.

Con la información obtenida en el laboratorio y en el campo, se definieron 8 capas principales de fosfatos (0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, y 7) que buzcan entre 1° y 2° hacia el Norte-Noreste. La mayor potencia y distribución de estas capas de fosfatos se encuentra en la zona central de mayor densidad de información.

#### **E. Modelo de estructura**

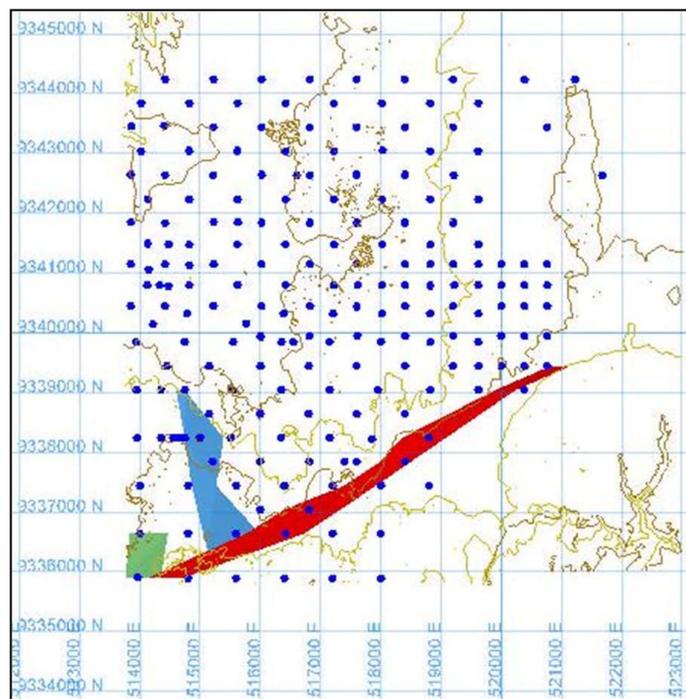
El modelo consiste en 3 estructuras principales: Fallas Uno, Clambore y Tablazo. Estas estructuras poseen importante control en la geometría de las capas como se muestra en la figura 4.4.3.1-4 y la figura 4.4.3.1-5. Las estructuras fueron generadas por FOSPAC como líneas interpretadas en secciones verticales y afectan la porción Sur del yacimiento.

**Figura 4.4.3.1-4. Sección vertical con las capas desplazadas por la fallas (Exageración vertical de 33x)**



Fuente: FOSPAC.

**Figura 4.4.3.1-5. Estructuras principales del proyecto: Clambore (azul claro), Tablazo (rojo) y Uno (verde claro)**

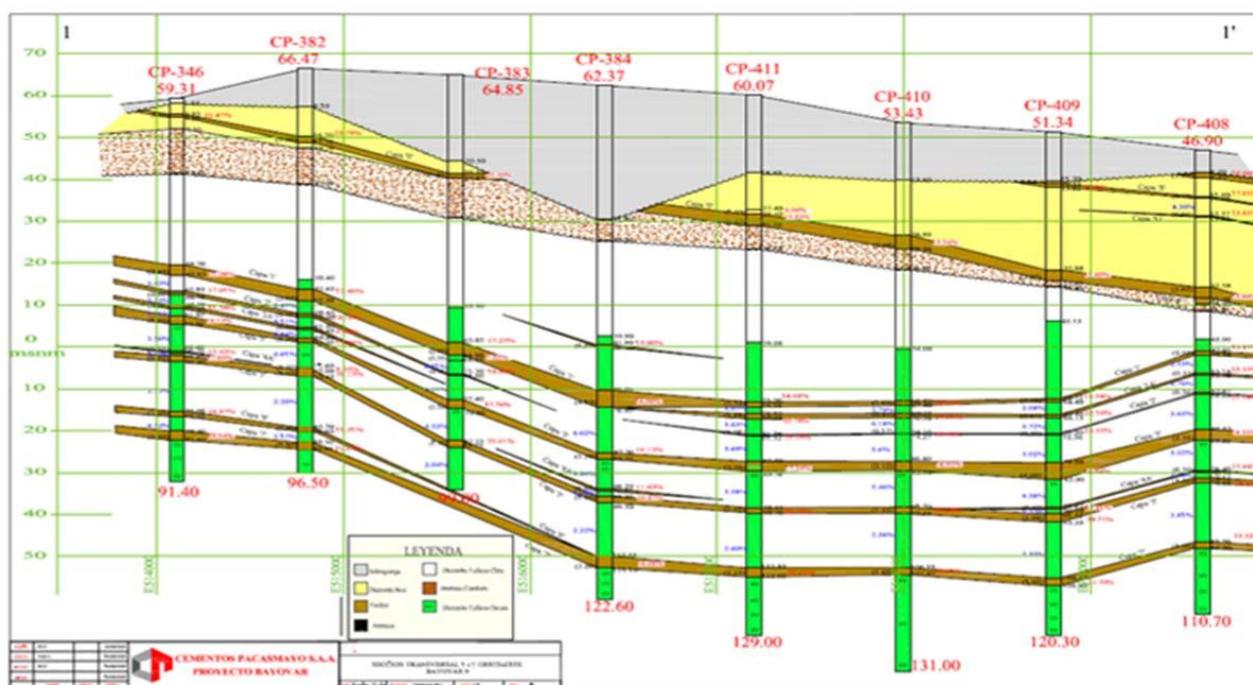


Fuente: FOSPAC

## F. Interpretación geológica

FOSPAC, interpretó 21 secciones EW y 18 secciones NS. En la figura 4.4.3.1-6 a modo de ejemplo, se aprecia una de las secciones. Las secciones están espaciadas entre sí, aproximadamente 400 m. Estas interpretaciones consideran los 192 sondajes disponibles (Bayóvar 9 + Virrilá). Todos los sondajes caen dentro del área de mapeos de afloramientos, calicatas y trincheras.

**Figura 4.4.3.1-6. Sección W-E Interpretada por Fosfatos del Pacífico**



Fuente: FOSPAC

En total fueron interpretadas 15 capas fosfáticas (S, S1, 0a, 0, 1, 1a, 2, 2a, 3, 3a, 4, 4a, 5, 6 y 7), una superficie de sobrecarga y 3 fallas (fallas Clambore, Tablazo y Uno).

Se utilizó tres criterios para el modelamiento de las superficies geológicas:

- Extender la interpretación hasta la mitad de la distancia del próximo sondaje, donde no aparezca la capa y conexión de capas, donde un taladro no se profundizó y la geología alrededor permite inferir la continuidad;
- Una capa no termina en contacto con otra capa – no hay evidencia en los taladros de mezcla de capas;
- A los bordes extender la interpretación hasta  $\frac{1}{4}$  de la malla;

Las fallas mapeadas en etapas previas del terreno también fueron modeladas como superficies y el desplazamiento de las capas fue considerado en el modelamiento.

#### a. Modelo de bloques geológicos

Se elaboró una estimación de recursos mediante el software minero Vulcan. El cuadro 4.4.3.1-1 muestra la extensión del modelo y sus características principales.

**Cuadro 4.4.3.1-1. Geometría del modelo de bloques geológico**

| <b>Numero de Bloques</b>                 | <b>8 551 765</b> |           |      |
|--|------------------|-----------|------|
| Origen Este/Norte/Cota                   | 513 750          | 9 335 500 | -100 |
| Bearing/Dip/Plunge                       | 90,0             | 0,0       | 0,0  |
| Extensión Este/Norte/Cota                | 7 250            | 8 800     | 170  |
| Tamaño máximo de bloques Este/Norte/Cota | 50,0             | 50,0      | 10,0 |
| Tamaño mínimo de bloques Este/Norte/Cota | 10,0             | 10,0      | 0.1  |

Fuente: FOSPAC

## **b. Densidad**

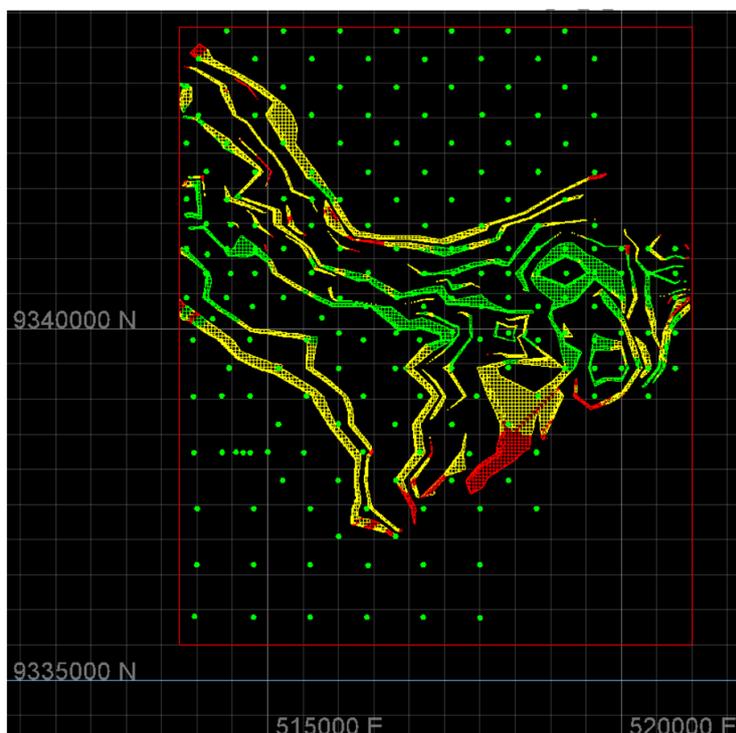
En el 2011, FOSPAC realizó un análisis que derivó en la asignación de valores de densidad por unidad de litología, húmeda y seca. La asignación se aplica utilizando los códigos de la litología en los bloques, conforme al requerimiento de los códigos JORC y la Norma Canadiense 43-101.

## **c. Categorización**

La categorización de los recursos de Bayovar 9 se llevó a cabo en el modelo de bloques de 50 x 50 x 10m con sub-bloques de 10 x 10 x 0,1 m. El esquema de clasificación se basó en el espaciamiento de la grilla de perforación. Para ello se desarrolló un kriging global independiente que permitió obtener la distancia media a las cuatro compósitos más cercana para cada bloque en la capa. El plan de kriging fue establecido de manera que las distancias se calcularon horizontalmente.

Para evitar que se generen artefactos artificiales o volúmenes pequeños que se inserten dentro de una categoría (Por ejemplo, inferido dentro de indicado) se ejecutan procedimientos matemáticos que permiten suavizar el resultado. Este procedimiento altera las pequeñas "islas" de material que se fusionaron en la categoría de los alrededores. Las proporciones de las categorías están adecuadamente reproducidas por el proceso de suavizamiento (ver figura 4.4.3.1-7).

**Figura 4.4.3.1-7. Vista en Planta de la categorización suavizada, medido (verde), indicado (amarillo) e inferido (rojo)**



Fuente: FOSPAC.

Para la categorización de los recursos del Proyecto Fosfatos se aplicaron los siguientes criterios:

**i Recursos Medidos**

- Distancia promedio para las 3 o 4 muestras menor o igual a 350 m;
- Bloques estimados con muestras de por lo menos 3 sondajes.

**ii Recursos Indicados**

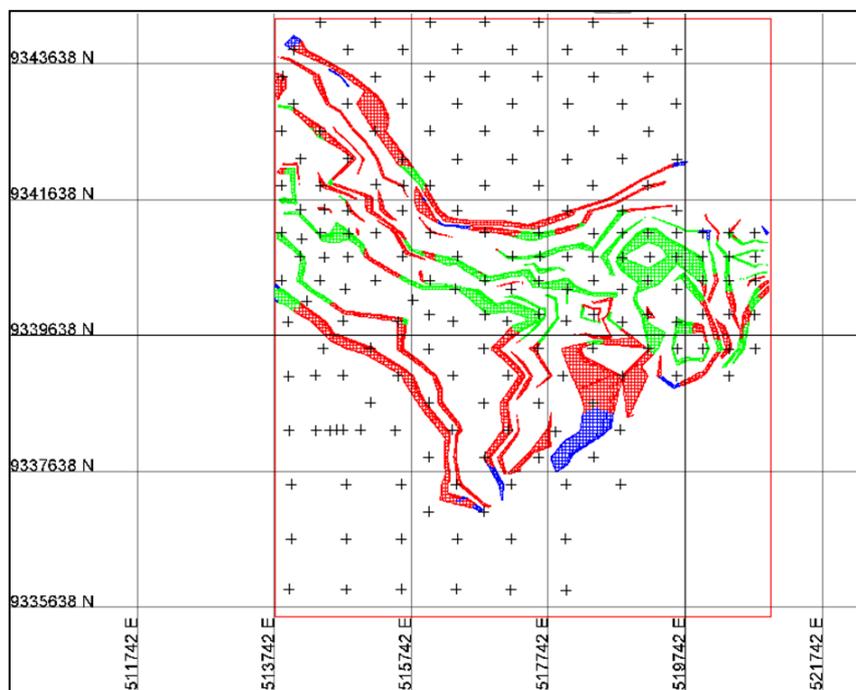
- Distancia promedio para las 3 o 4 muestras menor o igual a 650 m;
- Bloques estimados con muestras de por lo menos 3 sondajes.

**iii Recursos Inferidos**

- Bloques estimados que no fueron categorizados como material Medido o Indicado pero están dentro del modelo geológico.

La categorización de los recursos se puede observar en la figura 4.4.3.1-8.

**Figura 4.4.3.1-8. Vista en planta de la categorización suavizada, medido (verde), indicado (rojo) e inferido (azul)**



Fuente: FOSPAC.

El inventario de los recursos se calculó utilizando el modelo de sub-bloques con la Densidad seca. Por otro lado, el cálculo de recursos se realizó teniendo en cuenta la siguiente restricción: la topografía actual disponible fue utilizada para calcular con precisión los volúmenes y tonelajes de los bloques.

El inventario del modelo de recursos de Bayóvar 9, utilizando densidad seca y un *cut-off* de 12% en  $P_2O_5$  es presentado en el cuadro 4.4.3-5. Las proporciones de la categorización y sus respectivas leyes son presentadas en la figura 4.4.3-13. Por su parte, el cuadro 4.4.3.1-2 muestra el resultado de la estimación de recursos considerando densidad húmeda y una ley de corte de 12% de  $P_2O_5$ .

**Cuadro 4.4.3.1-2. Inventario de recursos Bayóvar 9 - (densidad seca)**

|                  | Mt           | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub><br>% | Cd<br>ppm   | U<br>ppm    | SiO <sub>2</sub><br>% | MgO<br>%   | CaO<br>%    | Pb<br>ppm   | F<br>%     |
|------------------|--------------|------------------------------------|-------------|-------------|-----------------------|------------|-------------|-------------|------------|
| <b>Medido</b>    | 122,1        | 19,1                               | 48,4        | 33,6        | 23,2                  | 1,2        | 31,8        | 18,0        | 1,7        |
| <b>Indicado</b>  | 286,2        | 18,4                               | 46,0        | 51,2        | 23,3                  | 1,4        | 31,1        | 14,7        | 1,5        |
| <b>Med + ind</b> | <b>408,2</b> | <b>18,7</b>                        | <b>46,7</b> | <b>45,9</b> | <b>23,3</b>           | <b>1,3</b> | <b>31,3</b> | <b>15,7</b> | <b>1,6</b> |
| <b>Inferido</b>  | 33,9         | 18,2                               | 42,9        | 56,5        | 22,2                  | 1,4        | 30,1        | 12,3        | 1,2        |

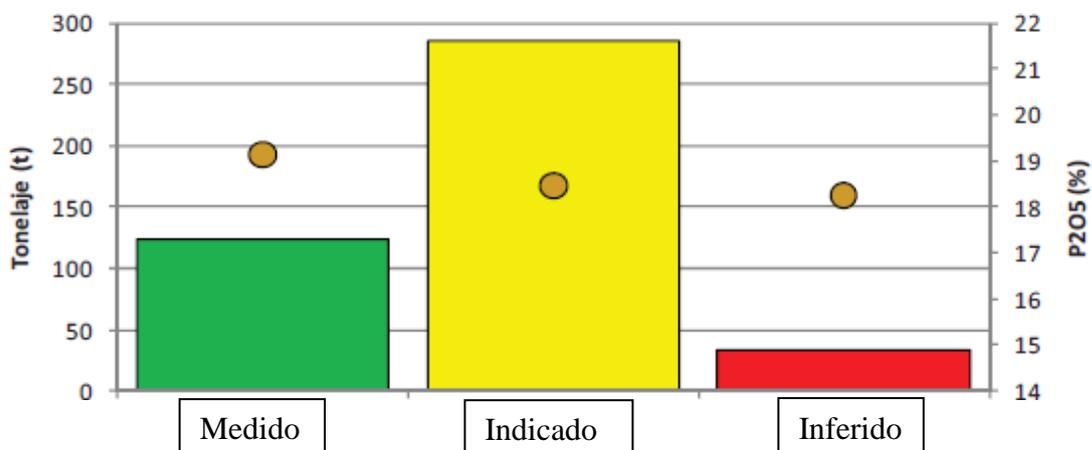
Fuente: FOSPAC.

**Cuadro 4.4.3-6. Inventario de recursos Bayóvar 9 - (densidad húmeda)**

|                  | Mt           | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub><br>% | Cd<br>ppm   | U<br>ppm    | SiO <sub>2</sub><br>% | MgO<br>%   | CaO<br>%    | Pb<br>ppm   | F<br>%     |
|------------------|--------------|------------------------------------|-------------|-------------|-----------------------|------------|-------------|-------------|------------|
| <b>Medido</b>    | 162,2        | 19,1                               | 48,8        | 32,8        | 23,2                  | 1,2        | 38,7        | 17,6        | 203,4      |
| <b>Indicado</b>  | 379,2        | 18,3                               | 46,0        | 49,5        | 23,7                  | 1,4        | 18,8        | 14,7        | 1,5        |
| <b>Med + ind</b> | <b>541,4</b> | <b>18,5</b>                        | <b>46,8</b> | <b>44,5</b> | <b>23,6</b>           | <b>1,3</b> | <b>24,8</b> | <b>15,6</b> | <b>1,5</b> |
| <b>Inferido</b>  | 43,8         | 18,1                               | 42,9        | 54,9        | 22,5                  | 1,4        | 96,9        | 12,4        | 1,2        |

Fuente: FOSPAC.

**Figura 4.4.3.1-9. Categorización de recursos en el Bayóvar 9 – (densidad seca)**



Fuente: FOSPAC.

#### **4.4.3.2 Volumen de producción.**

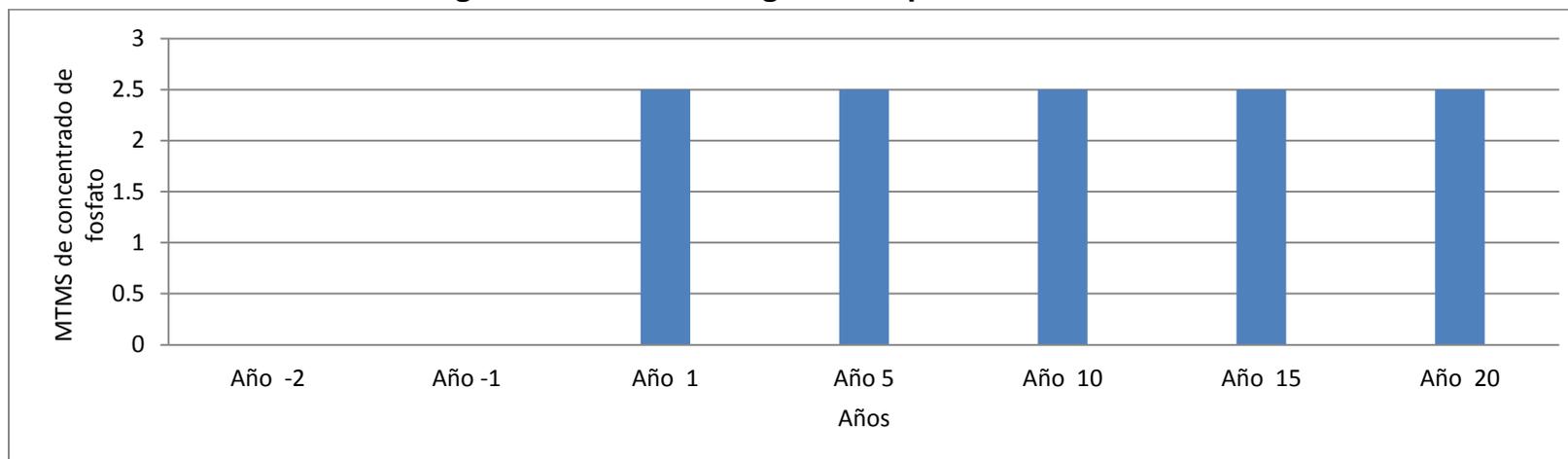
Se ha considerado un horizonte de explotación de las reservas de mineral, de acuerdo a un escenario inicial de 20 años. La planta de beneficio demandará anualmente en promedio 6,3 MTMS de mineral con una ley de 17,5 % de  $P_2O_5$ , para producir 2,5 MTMS de concentrado anual con una ley aproximada de 29 % de  $P_2O_5$ . El ratio de concentración promedio es de 2,5. La relación desmonte mineral, en adelante "Stripping ratio", es en promedio 6. La recuperación de minado se estima en 96%. En el cuadro 4.4.3.2-1 se observan los volúmenes anuales de mineral, concentrado y desmonte en miles de toneladas métricas seca (KTMS). La figura 4.4.3.2-1 presenta un histograma de la producción de concentrado durante los primeros veinte (20) años del proyecto.

**Cuadro 4.4.3.2-1. Volumen de producción anual**

|   | Etapa | Pre Operación |        | Operación |       |        |        |        | GRAN  |
|---|-------|---------------|--------|-----------|-------|--------|--------|--------|-------|
|   | Años  | Año -2        | Año -1 | Año 1     | Año 5 | Año 10 | Año 15 | Año 20 | TOTAL |
| <b>Producción</b>                                   | Meses | 6             | 12     | 12        | 12    | 12     | 12     | 12     | 258   |
| Total de Mineral                                    | MTMS  | 0             | 1.5    | 5.0       | 6.5   | 6.5    | 6.5    | 6.5    | 130.6 |
| Recuperación del Método de minado                   | 96%   | 96%           | 96%    | 96%       | 96%   | 96%    | 96%    | 96%    | 96%   |
| <b>Mineral que ingresaría a Planta de Beneficio</b> | MTMS  | 0             | 0      | 6.3       | 6.3   | 6.3    | 6.3    | 6.3    | 125.4 |
| Relación de Concentración                           | 2.5   | 2.5           | 2.5    | 2.5       | 2.5   | 2.5    | 2.5    | 2.5    | 2.5   |
| Total de Concentrado                                | MTMS  | 0             | 0      | 2.5       | 2.5   | 2.5    | 2.5    | 2.5    | 50.0  |
| <b>Total de Desmonte</b>                            | MTMS  | 10.0          | 19.0   | 22.4      | 43.0  | 37.3   | 44.8   | 33.8   | 808.1 |

Fuente: FOSPAC.

**Figura 4.4.3.2-1. Cronograma de producción anual**

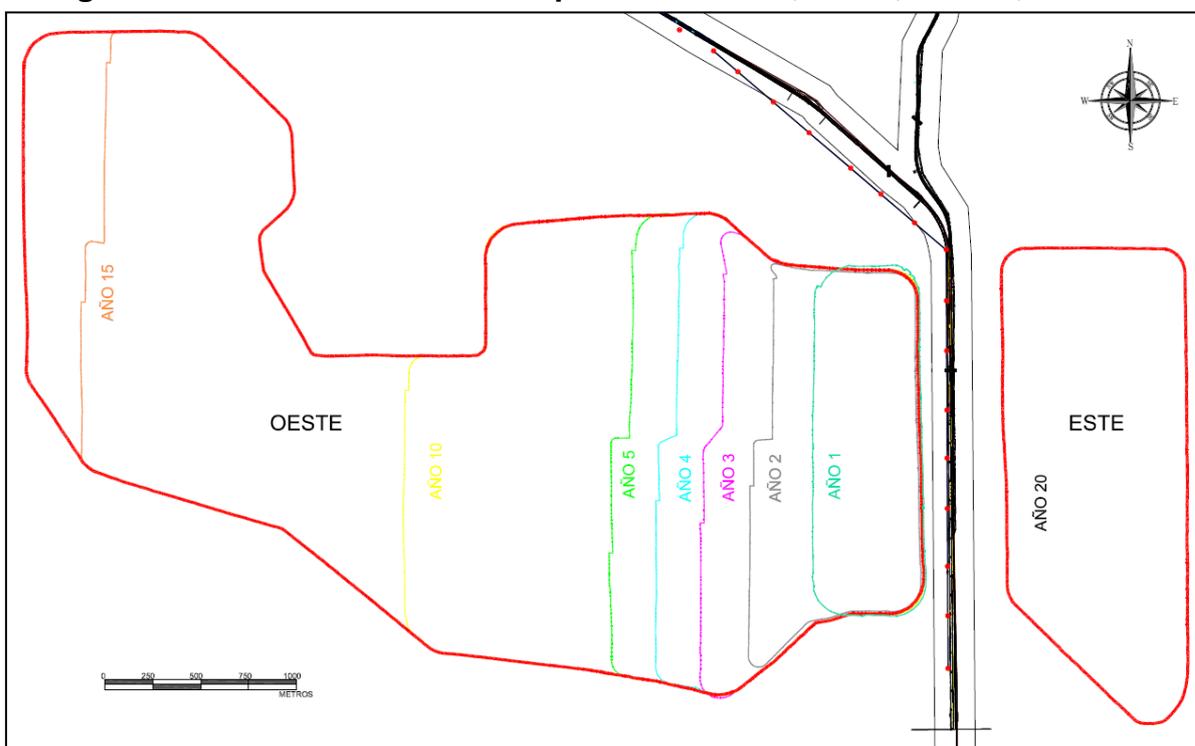


Fuente: FOSPAC.

La secuencia de explotación para lograr los volúmenes de producción anuales se inicia en la zona este del yacimiento oeste, a una distancia de 100 metros al este de la carretera que sigue dirección norte-sur, y conduce a la operación minera vecina. En los años siguientes, la secuencia de explotación continúa con dirección hacia el oeste, en el yacimiento oeste. El yacimiento oeste se explota hasta el año 17.

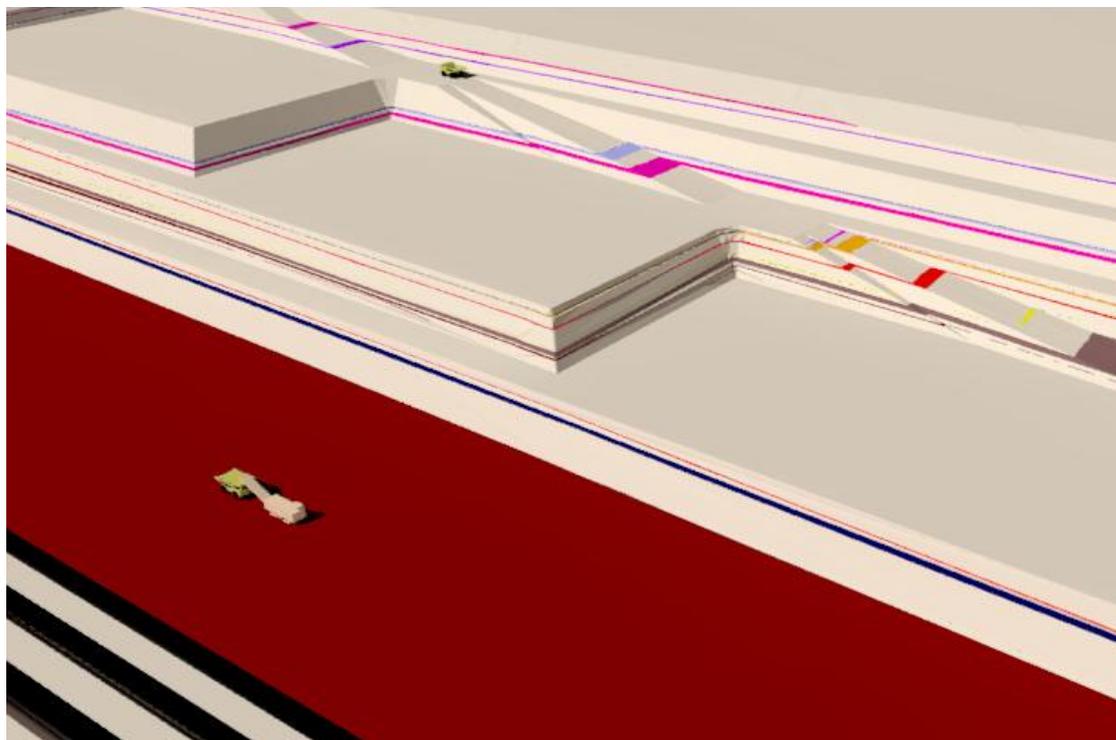
En el año 17 se finaliza la explotación del yacimiento oeste, y se continúa explotando el yacimiento este durante los años 18 al 20. El secuenciamiento anual de la explotación de los dos yacimientos (oeste y este) se observa en la figura 4.4.3.2-2. Por su parte, la figura 4.4.3.2-3 muestra la visión conceptual de las zonas y bloques de explotación.

**Figura 4.4.3.2-2. Secuencia de explotación año 1, año 5, año 15, año 20**



Fuente: FOSPAC.

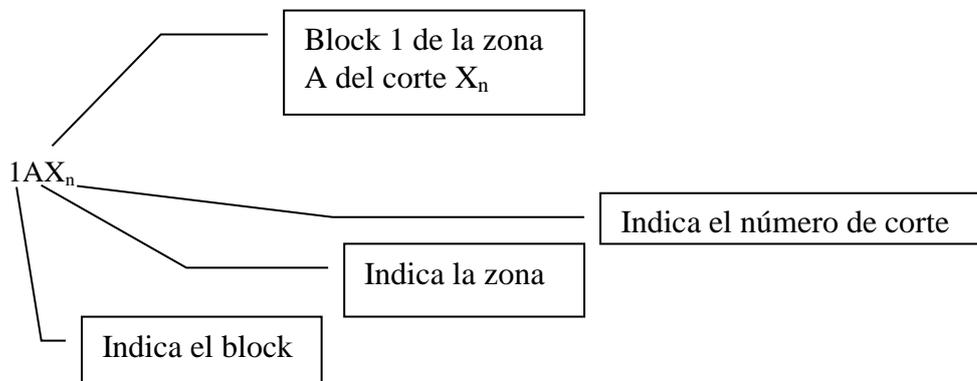
**Figura 4.4.3.2-3. Visión conceptual de las zonas y bloques de explotación**



#### **A. Procedimiento de Minado**

Antes de continuar con el procedimiento de minado, es importante explicar que se ha sistematizado la explotación corte, zona y bloques, para un año es necesario realizar tres cortes ( $X_{n-1}$ ,  $X_n$  y  $X_{n+1}$ ), por cada corte existe 4 zonas con las denominaciones A, B, C y D, y para cada zona existen 4 bloques 1, 2, 3 y 4 con las siguientes dimensiones: de 250 a 450 metros de largo y 100 metros de ancho con 20 metros. La figura 4.4.3.2-4 muestra de forma esquemática el sistema de explotación.

**Figura 4.4.3.2-4. Sistema de explotación en bloques**



|   |       | 1 AÑO     |                    |                    |                    |                              |                    |                    |           |       |                       |
|---|-------|-----------|--------------------|--------------------|--------------------|------------------------------|--------------------|--------------------|-----------|-------|-----------------------|
|   |       | 3 CORTE   |                    |                    |                    | 12 ZONAS                     |                    | 48 BLOQUES         |           |       |                       |
| MOVIMIENTO DE MATERIAL EN UN AÑO          |       |           |                    |                    |                    |                              |                    |                    |           |       |                       |
|   |       | ZONA      |                    |                    |                    | PROFUNDIDAD DESDE SUPERFICIE |                    |                    |           |       |                       |
|   |       | A         | B                  | C                  | D                  |                              |                    |                    |           |       |                       |
| DIRECCIÓN DE MINADO<br>ESTE<br>↓<br>OESTE | CORTE | $X_{n-1}$ | BLOQUE             | 1                  | 1AX <sub>n-1</sub> | 1BX <sub>n-1</sub>           | 1CX <sub>n-1</sub> | 1DX <sub>n-1</sub> | 20 metros |       |                       |
|   |       |           |                    | 2                  | 2AX <sub>n-1</sub> | 2BX <sub>n-1</sub>           | 2CX <sub>n-1</sub> | 2DX <sub>n-1</sub> | 40 metros |       |                       |
|   |       |           |                    | 3                  | 3AX <sub>n-1</sub> | 3BX <sub>n-1</sub>           | 3CX <sub>n-1</sub> | 3DX <sub>n-1</sub> | 60 metros |       |                       |
|   |       |           |                    | 4                  | 4AX <sub>n-1</sub> | 4BX <sub>n-1</sub>           | 4CX <sub>n-1</sub> | 4DX <sub>n-1</sub> | 80 metros |       |                       |
|   |       | $X_n$     |                    | 1                  | 1AX <sub>n</sub>   | 1BX <sub>n</sub>             | 1CX <sub>n</sub>   | 1DX <sub>n</sub>   | 20 metros | Mes 1 | MOVIMIENTO DE BLOQUES |
|   |       |           |                    | 2                  | 2AX <sub>n</sub>   | 2BX <sub>n</sub>             | 2CX <sub>n</sub>   | 2DX <sub>n</sub>   | 40 metros | Mes 2 |                       |
|   |       |           |                    | 3                  | 3AX <sub>n</sub>   | 3BX <sub>n</sub>             | 3CX <sub>n</sub>   | 3DX <sub>n</sub>   | 60 metros | Mes 3 |                       |
|   |       |           |                    | 4                  | 4AX <sub>n</sub>   | 4BX <sub>n</sub>             | 4CX <sub>n</sub>   | 4DX <sub>n</sub>   | 80 metros | Mes 4 |                       |
|   |       | $X_{n+1}$ |                    | 1                  | 1AX <sub>n+1</sub> | 1BX <sub>n+1</sub>           | 1CX <sub>n+1</sub> | 1DX <sub>n+1</sub> | 20 metros | Mes 5 |                       |
|   |       |           |                    | 2                  | 2AX <sub>n+1</sub> | 2BX <sub>n+1</sub>           | 2CX <sub>n+1</sub> | 2DX <sub>n+1</sub> | 40 metros | Mes 6 |                       |
|   |       |           |                    | 3                  | 3AX <sub>n+1</sub> | 3BX <sub>n+1</sub>           | 3CX <sub>n+1</sub> | 3DX <sub>n+1</sub> | 60 metros | Mes 7 |                       |
|   |       |           |                    | 4                  | 4AX <sub>n+1</sub> | 4BX <sub>n+1</sub>           | 4CX <sub>n+1</sub> | 4DX <sub>n+1</sub> | 80 metros | Mes 8 |                       |
| $X_{n+2}$                                 |       | 1         | 1AX <sub>n+2</sub> | 1BX <sub>n+2</sub> | 1CX <sub>n+2</sub> | 1DX <sub>n+2</sub>           | 20 metros          | Mes 9              |           |       |                       |
|   |       | 2         | 2AX <sub>n+2</sub> | 2BX <sub>n+2</sub> | 2CX <sub>n+2</sub> | 2DX <sub>n+2</sub>           | 40 metros          | Mes 10             |           |       |                       |
|   |       | 3         | 3AX <sub>n+2</sub> | 3BX <sub>n+2</sub> | 3CX <sub>n+2</sub> | 3DX <sub>n+2</sub>           | 60 metros          | Mes 11             |           |       |                       |
|   |       | 4         | 4AX <sub>n+2</sub> | 4BX <sub>n+2</sub> | 4CX <sub>n+2</sub> | 4DX <sub>n+2</sub>           | 80 metros          | Mes 12             |           |       |                       |

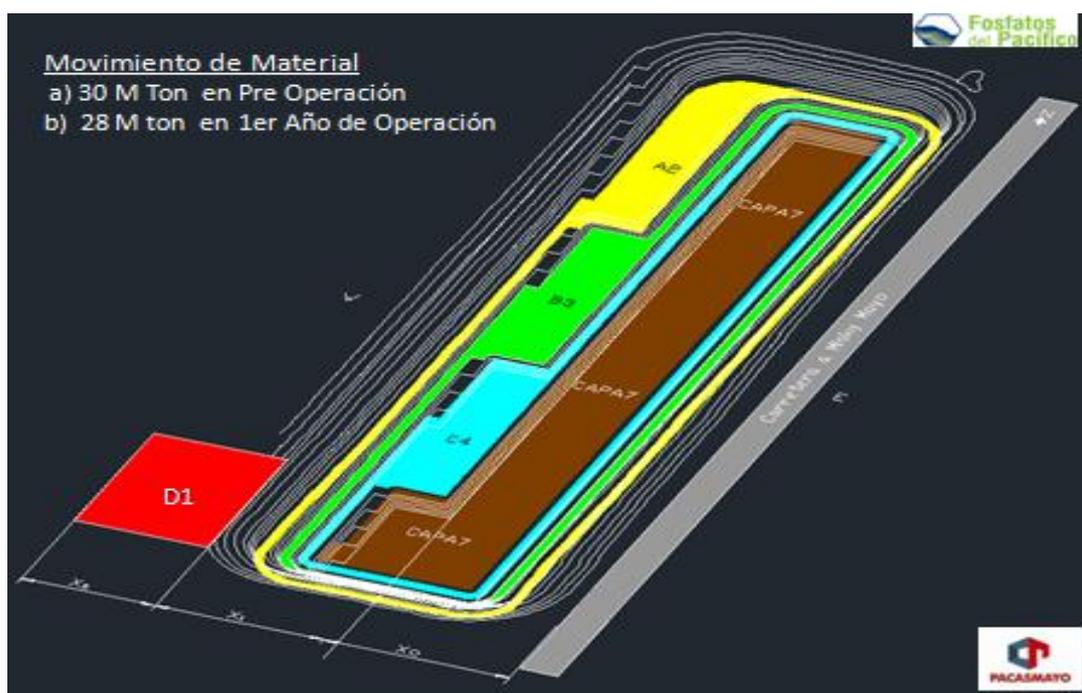
Fuente: FOSPAC

Como se ve en la figura 4.4.3-17, en el mes 1 se minan los bloques 1AX<sub>n-1</sub>, 2BX<sub>n-1</sub>, 3CX<sub>n-1</sub> y 4DX<sub>n-1</sub>; en el mes 2 se minan los bloques 2AX<sub>n-1</sub>, 3BX<sub>n-1</sub>, 4CX<sub>n-1</sub> y 1DX<sub>n</sub>; en el mes 3 se minan los bloques 3AX<sub>n-1</sub>, 4BX<sub>n-1</sub>, 1CX<sub>n</sub> y 2DX<sub>n</sub> y en el mes 12 se minan los bloques 4AX<sub>n+1</sub>, 1BX<sub>n+2</sub>, 2CX<sub>n+2</sub> y 3DX<sub>n+2</sub>

En la figura 4.4.3.2-5. Vista horizontal del método de minado al final del año 1 y en la figura 4.4.3.2-6. Vista representativa del método de minado a partir del año 2 se nota la disposición de los bloques.

El ancho del tajo en el fondo será de 100 metros, y la longitud del tajo variará anualmente entre 1.0 km y 1.8 km, dependiendo del contorno dado por el modelo de las reservas minerales. La profundidad del tajo varía en un rango de 80 a 100 metros. La altura de cada banco es igual a 20 metros y coincide con la altura de bloques. La Figura 4.4.3.2-5 muestra la vista horizontal del método de minado al final del primer año de minado.

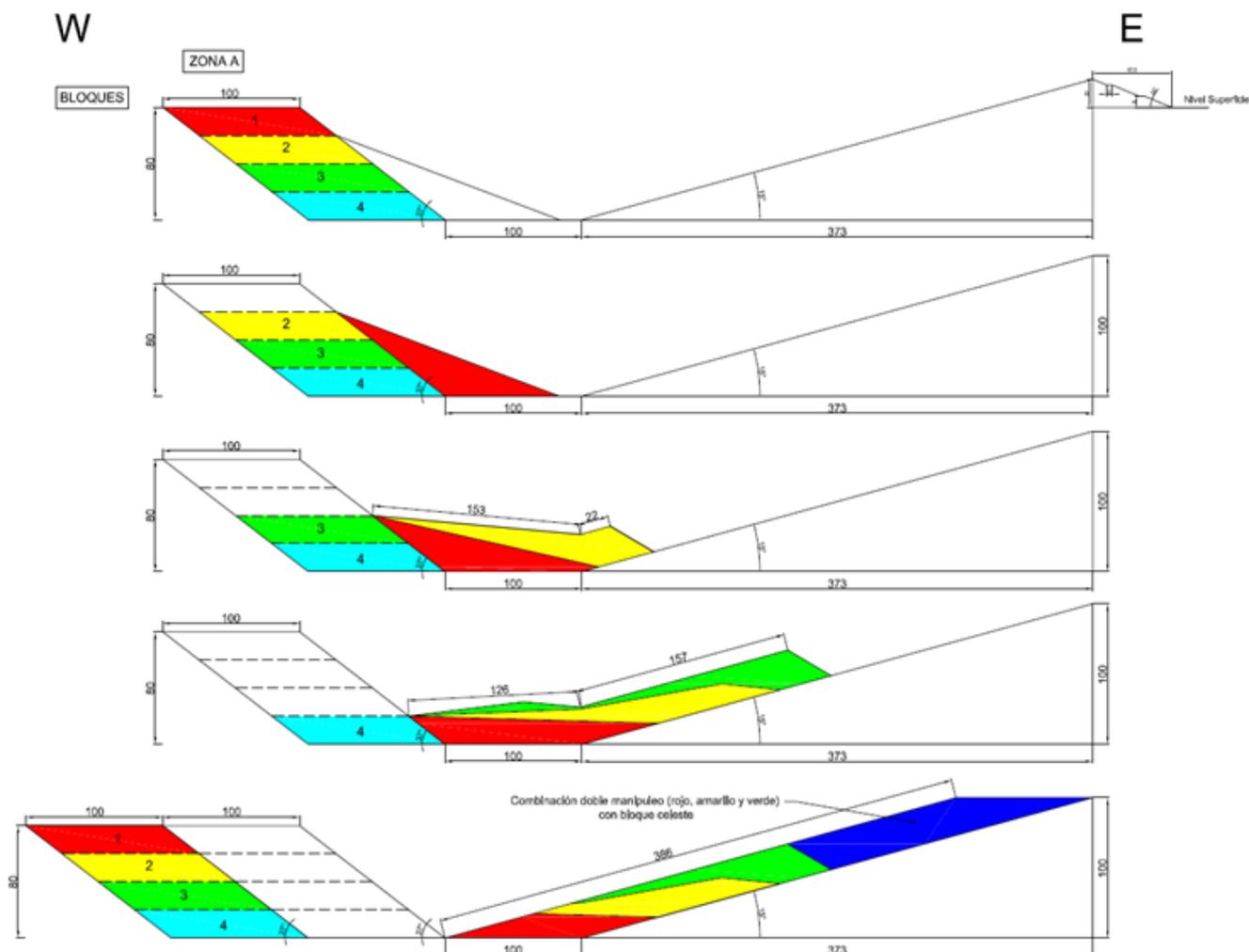
**Figura 4.4.3.2-5. Vista horizontal del método de minado al final del Año 1**



Fuente: FOSPAC

A continuación mostramos la secuencia de minado del desmonte, en las secciones representativas, en las que se indica el orden de corte del material y su traslado al destino final.

**Figura 4.4.3.2-6. Vista representativa del método minado a partir del año 2**



Fuente: FOSPAC.

El desmonte de todas las zonas se cortará, trasladará y empujará usando tractores hacia el lado este, aprovechando la gravedad. El procedimiento se iniciará cortando con el lampón del tractor y empujando una distancia de 50 m en promedio el desmonte, hacia la cara libre del talud, usando la gravedad, hasta dejar una cubierta de 0,2 a 0,5 metros de espesor sobre el mineral, y de esta manera evitar la dilución que resultaría de continuar el corte con el tractor.

El mineral será removido usando un equipo denominado Surface Miner o Minador Superficial (en adelante "Surface Miner"), el cual es similar a una fresadora de

rodillo dentado con eje horizontal. Este equipo permite hacer el corte del mineral en rebanadas horizontales con una precisión de +/- 5 cm, obteniendo para el 95% del mineral cortado, un tamaño de partícula menor a 100mm. El mineral fragmentado es evacuado mediante una faja transportadora directamente sobre los volquetes de 40 toneladas de capacidad. Esta operación se observa en la figura 4.4.3.2-7.

**Figura 4.4.3.2-7. Corte y carguío del mineral con Surface Miners a volquetes**



Fuente: FOSPAC.

Los volquetes trasladan el mineral por la rampa de acceso hacia la superficie y lo descargan en la tolva y en stock pile en operación. Desde esta zona se realizará la alimentación a la Planta Beneficio mediante un sistema segmentado de fajas transportadoras.

Las figuras 4.4.3.2-8 y 4.4.3.2-9 permiten observar la operación de descarga de volquetes a la tolva y la alimentación a la faja transportadora que direcciona el mineral a la planta beneficio.

Figura 4.4.3.2-8. Descarga de mineral



Fuente: FOSPAC.

**Figura 4.4.3.2-9. Descarga de camiones en la tolva y traslado de mineral con fajas hacia la planta beneficio.**

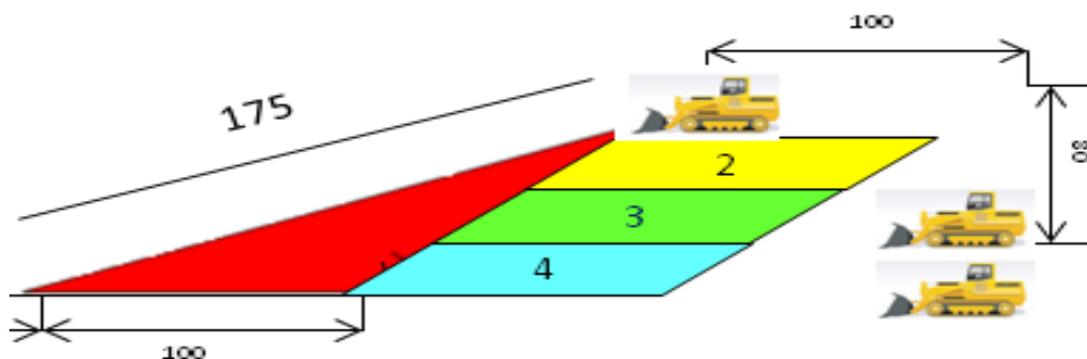


Fuente: FOSPAC.

El desmonte excavado por los tractores en el lado oeste será depositado en el lado este del tajo, llenando el espacio vacío producto de la excavación realizada en el periodo anterior. En la figura 4.4.3.2-10 se observa la operación de derribo o excavación y caída del desmonte del bloque 1, en color rojo. Similarmente, los

bloques 2 y 3 de color amarillo y verde serán empujados por el tractor hacia la cara libre del talud, aprovechando la gravedad. Luego el desmonte será nivelado, para permitir la transitabilidad de los equipos.

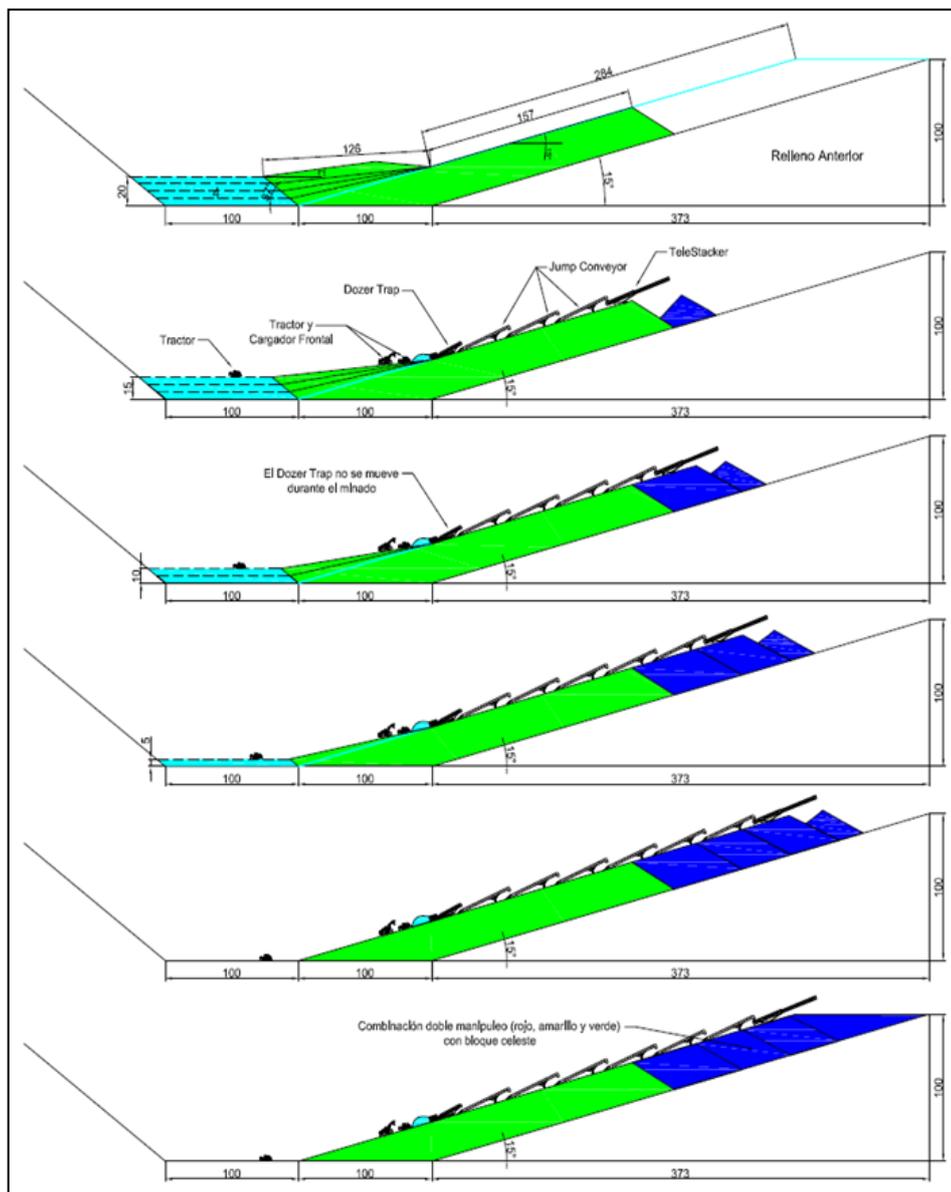
**Figura 4.4.3.2-10. Secuencia de minado del bloque 1**



Fuente: FOSPAC.

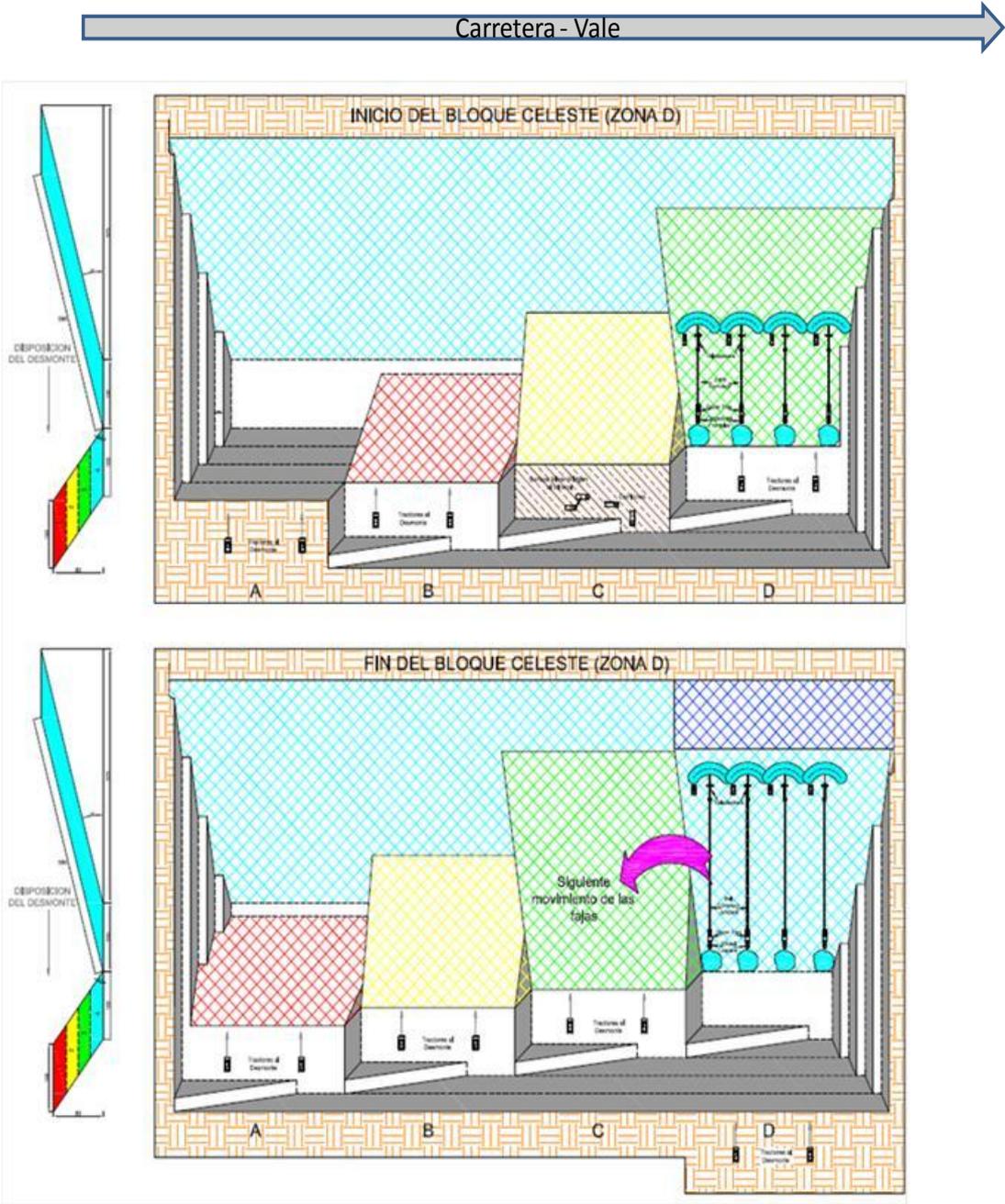
El bloque 4, de color celeste, se corta con tractor y se acumula el desmonte en el extremo, para luego ser empujado directamente a una tolva receptora de desmonte (en adelante "Dozer Trap") la cual, alimenta a un conjunto de fajas transportadoras portátiles que suben el desmonte desde el fondo del tajo a los bancos superiores. Esta operación se observa en la figura 4.4.3.2-11. La cantidad de fajas transportadoras a usar dependerá de la distancia necesaria a transportar el material. Se estima que en promedio, se requerirán siete (7) fajas por cada sistema. En el extremo superior del sistema de fajas transportadoras se colocará una faja telescópica de Movimiento radial (en adelante "telestacker"), la cual permitirá distribuir uniformemente el desmonte antes de ser nivelado y compactado. Se tiene previsto tener 3 sistemas de fajas transportadoras permanentes en el tajo. La figura 4.4.3.2-12 muestra las vistas esquemáticas de cómo se forman los diferentes bloques de explotación y la disposición del movimiento de desmonte en la cara opuesta.

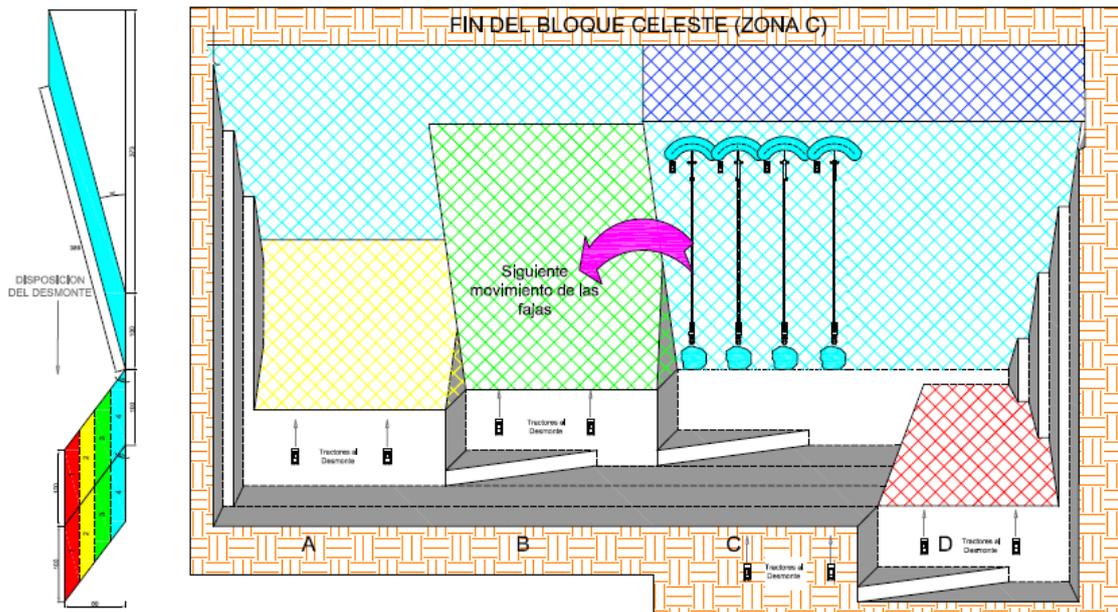
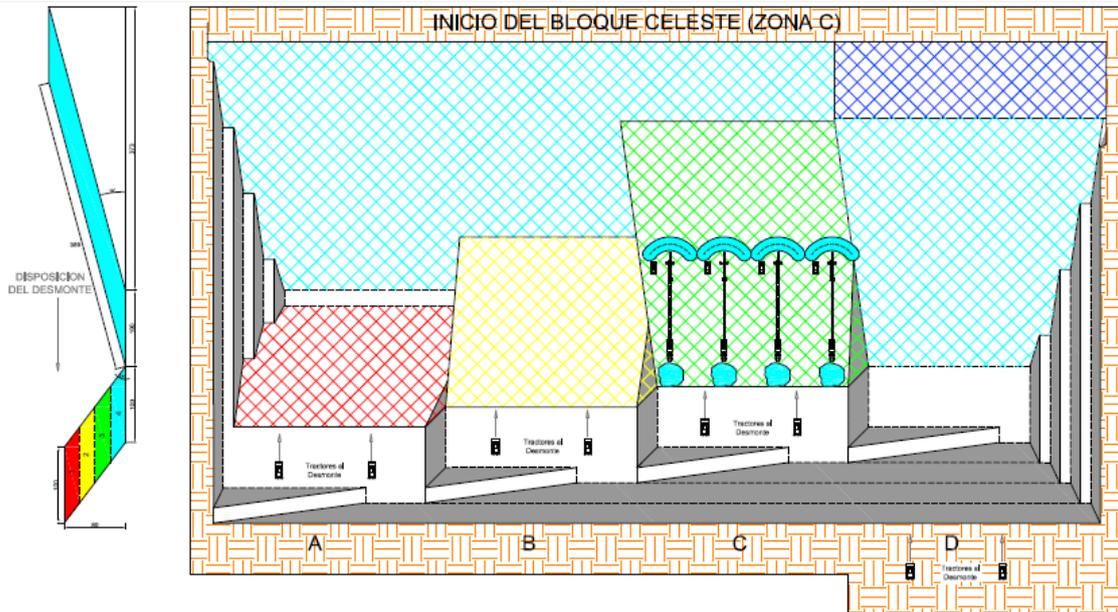
Figura 4.4.3.2-11. Secuencia de minado del bloque 4



Fuente: FOSPAC.

Figura 4.4.3.2-12. Vista horizontal como se forman los diferentes bloques de explotación y la disposición del movimiento de desmonte en la cara opuesta





Fuente: FOSPAC.

El control en la operación de los estratos mineralizados se realizará con perforación diamantina de corta longitud entre 20 a 30 m espaciados en una malla cuadrada de 50 x 50 con el fin de delimitar los contactos de las capas de mineral y estéril, para continuar el corte y derribo con el tractor, por ello es preciso contar esta delimitación y así programar las horas de tractor.

## **B. Secuencia del programa de Operación**

El plan de explotación de 20 años de la mina comprende dos etapas: la Pre-operación (años -2 y -1) y la operación a partir del año 1 hasta el 20. Para el corto plazo (años -2, -1 y 1) se ha determinado períodos mensuales, y luego del año 2 al 5 en períodos anuales y del año 6 al año 20 en períodos quinquenales.

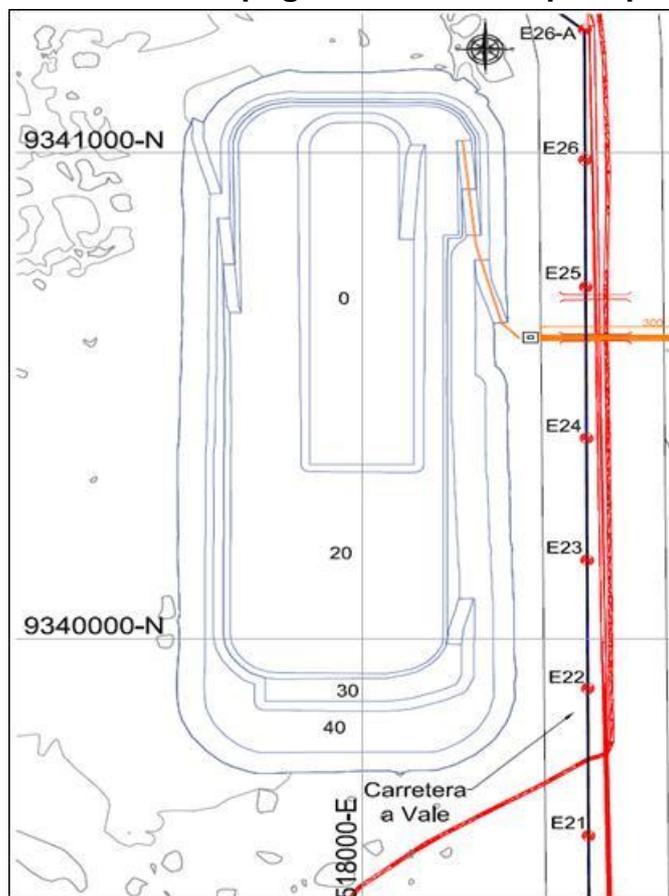
El plan de explotación menciona las siguientes etapas:

### **a. Pre-Operación.**

Es necesaria una etapa de pre-operación antes del inicio de la producción. Esta etapa, se ejecutará durante 18 meses en los años -2 y -1, esta excavación inicial tiene el objetivo de obtener un espacio vacío que permita aplicar el relleno inmediato o cierre progresivo. El desmonte se evacuará al depósito de desmonte ubicado a 4 km de distancia.

En el último trimestre del periodo de pre operación se obtendrán 1,5 MTMS de mineral de las diferentes capas y ramales. El mineral se almacenará en forma temporal en la zona de stock pile aledaña a la planta, lo cual garantizará la cantidad suficiente para el arranque de la planta beneficio. Durante la etapa de pre operación se removerán 29 MTMS de desmonte. La figura 4.4.3.2-13 muestra la topografía al final del período de pre operación. La ejecución de la etapa de pre-operación será realizada mediante una empresa especializada.

**Figura 4.4.3.2-13. Topografía al final del pre operación**

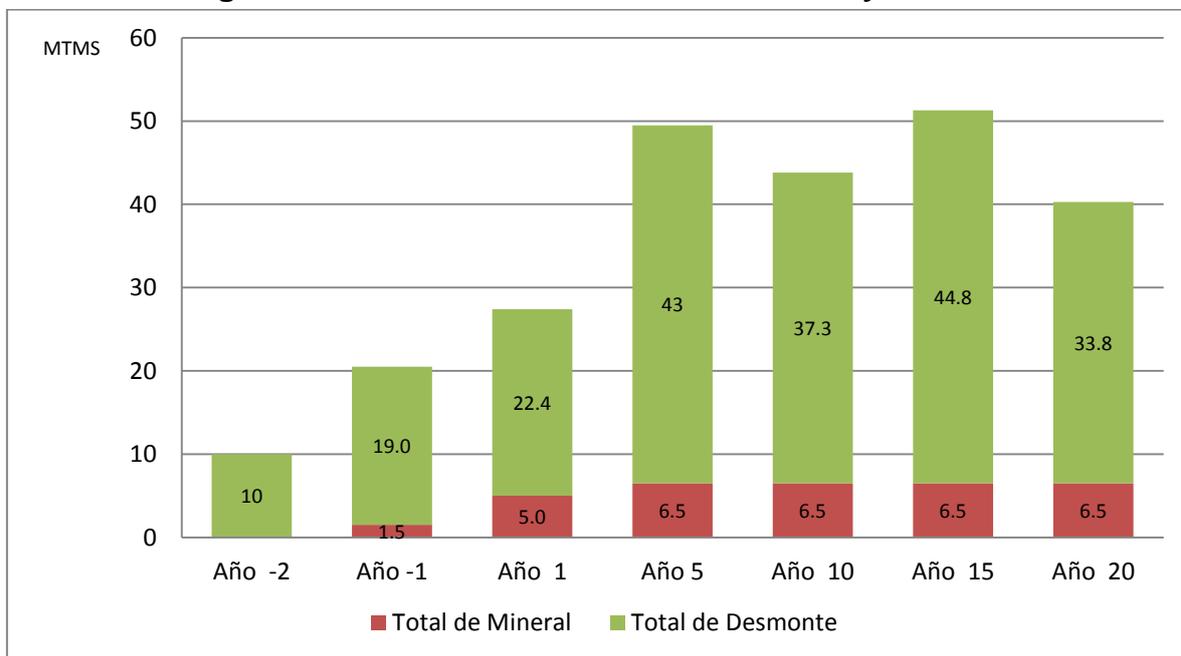


Fuente: FOSPAC.

**b. Operación**

La etapa de operación se inicia a partir del año 1, y su ejecución será licitada a una empresa especializada. La figura 4.4.3.2-14 presenta un histograma con los volúmenes de producción de desmonte y mineral anuales en MTMS.

**Figura 4.4.3.2-14. Movimiento de Desmonte y Mineral**



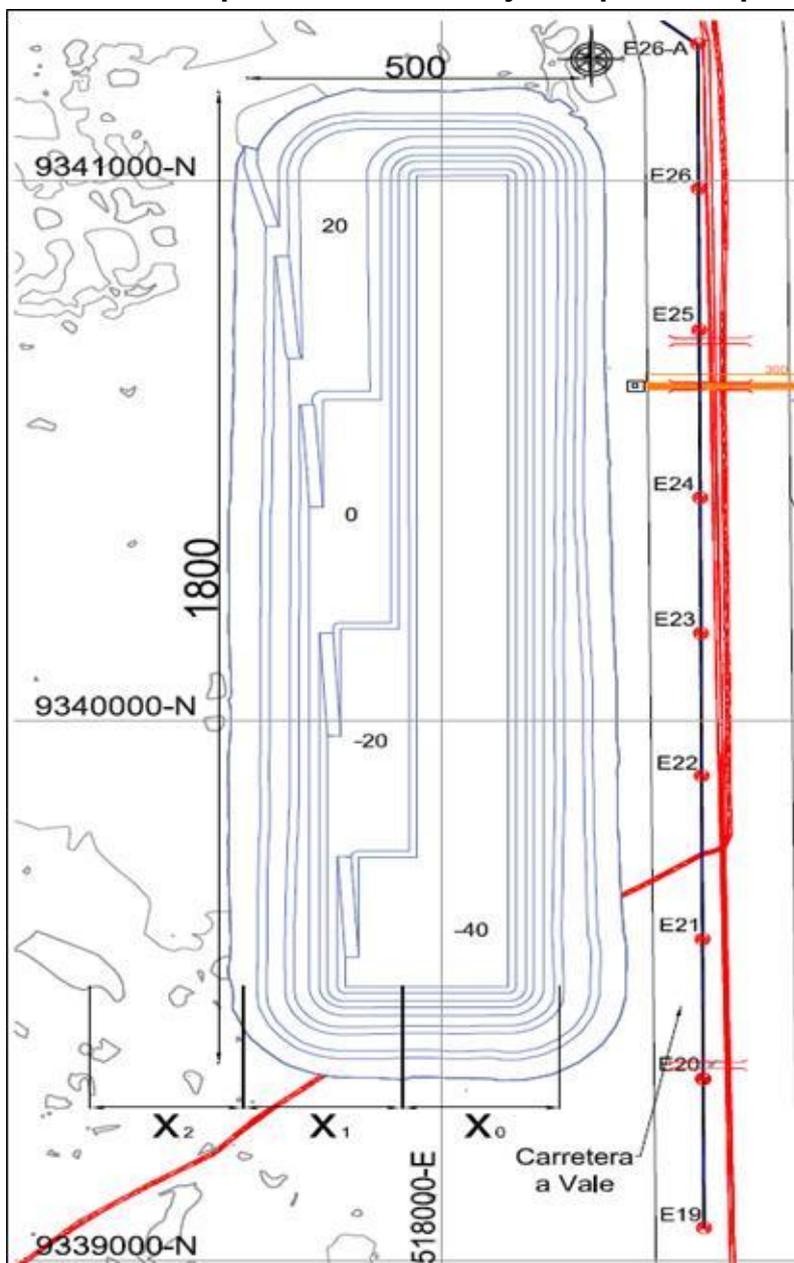
Fuente: FOSPAC.

#### - Operación del primer año

En el año 1 se tiene programado extraer 5,0 MTMS de mineral que sumado al mineral apilado en la etapa de pre operación, ascendente a 1,5 MTMS, totalizan 6.5 MTMS de mineral. De los cuales el 96% (6,3 MTMS) pasará el proceso de concentración, siendo la pérdida por el método de explotación el 4% restante equivalente a 0,2 MTMS.

Los volúmenes de extracción de mineral diario en la etapa pre operación en su último trimestre será de 19,3 KTMS. La figura 4.4.3.2-15 muestra la superficie final del tajo después del primer año.

Figura 4.4.3.2-15. Superficie final del tajo después del primer año



Fuente: FOSPAC.

En la figura 4.4.3.2-15. *Superficie Final del Tajo después del primer año*, se nota que la secuencia de minado contempla cortes de minado ( $X_0, X_1, \dots, X_n$ ) y en cada corte se mina 16 bloques de 100 m de ancho, 300 a 450 m de largo y 20 m de alto. Cada año se explotarán 48 bloques. En consecuencia, la producción mensual equivale a la explotación de 4 bloques, estos 4 bloques se explotarán de

manera simultánea.

#### - **Operación del segundo al quinto año**

La secuencia de arranque para alimentar a la planta beneficio es de este a oeste, empezando por la corte  $X_2$  en el segundo año, y terminando en el año 20, en el Corte  $X_{57}$ . En estos períodos también se realizará el desbroce en todas las zonas desde  $X_3$  hasta la  $X_{57}$ .

En cuanto a los volúmenes de producción de mineral en este período, se alcanzarán el orden de las 6,30 MTMS como promedio anual y 20 000 TMS como promedio diario. Por otro lado, se extraerán 44,50 MTMS de desmonte anual.

#### - **Programa de Operación del sexto al vigésimo año**

El volumen de producción promedio durante este período será de 45,15 MTMS anual, de los cuales 6,3 MTMS corresponden a mineral y 38,90 MTMS será de desmonte. El plano 830MI0009A-100-31-035 – Layout General (ver **Anexo 4-5**), muestra la topografía del tajo, las pozas de lodos y depósito de desmonte, al término de los 20 años de producción.

El plano 830MI0009A-100-31-035 – Layout General (ver **Anexo 4-5**), muestra la topografía del tajo, las pozas de lodos y depósito de desmonte, al término de los 20 años de producción.

#### **4.4.3.3 Etapas y operaciones de minado**

El método de explotación es sencillo y flexible, y permite regular la velocidad de corte del desmonte redistribuyendo los tractores en cualquiera de los 4 frentes de trabajo. Esta forma de explotar reduce el consumo de combustible por tonelada explotada utilizado en otras operaciones mineras. A continuación se describe las

operaciones unitarias primarias y las funciones de apoyo en la operación a tajo abierto.

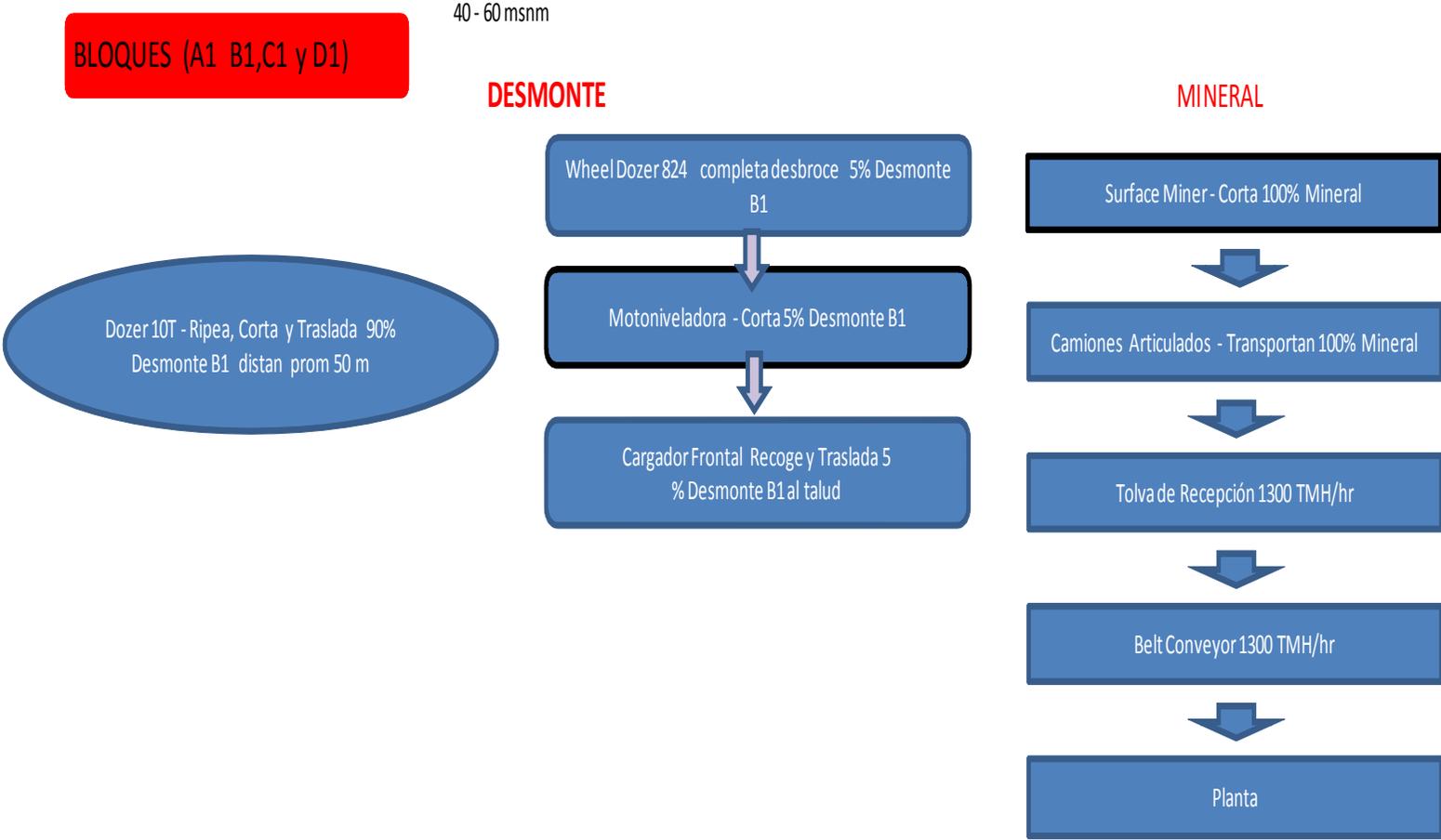
#### **A. Extracción de desmonte y mineral**

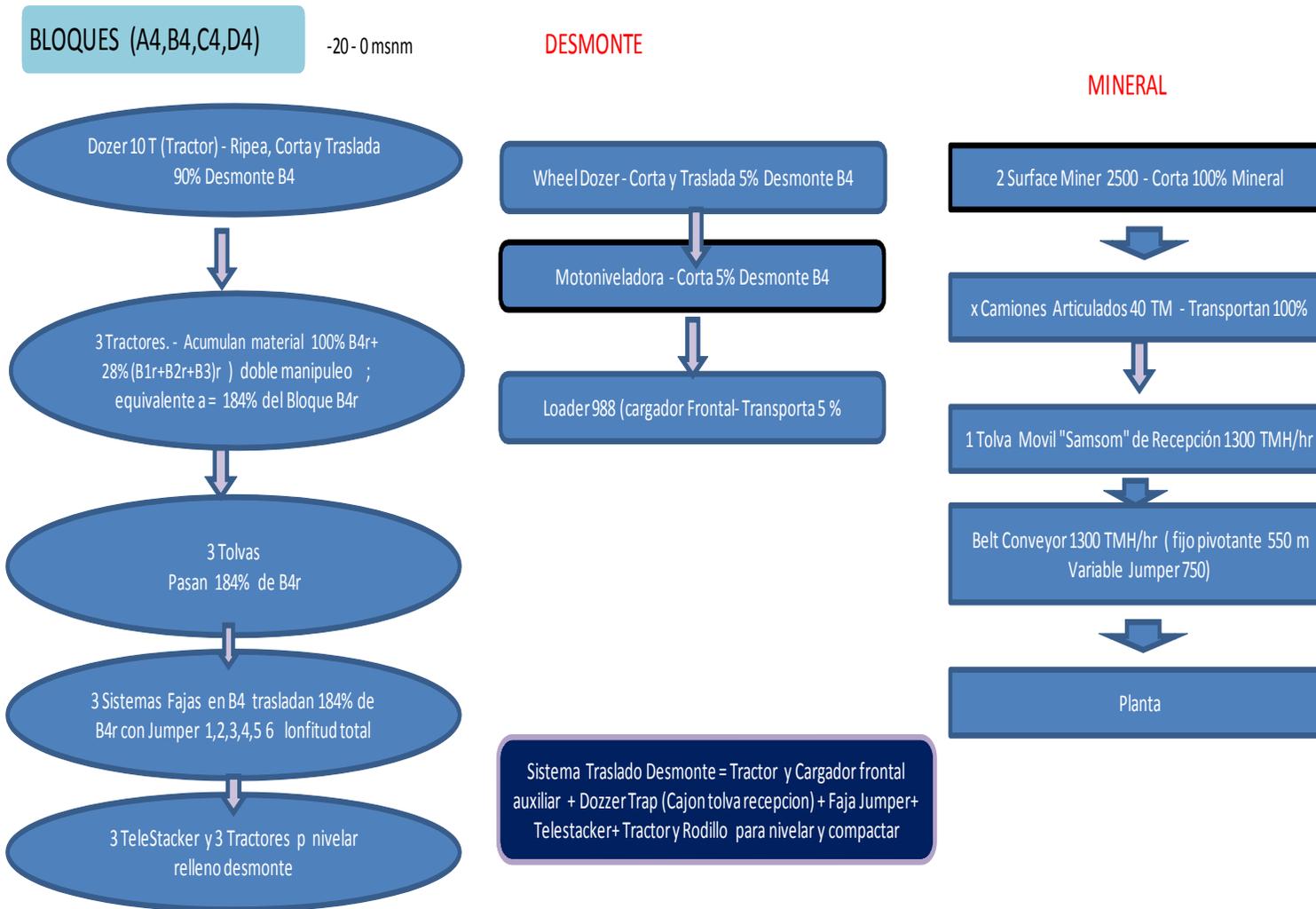
La excavación o arranque del desmonte se realizará con tractor convencional y la excavación del mineral se realizará con Surface Miner, este equipo permite disminuir la dilución del mineral.

Por la configuración geométrica del yacimiento, su gran área y su reducida profundidad de excavación (menor a 100 metros), se han seleccionado el método de minado de tajo abierto con cierre progresivo. Este método tiene la gran ventaja de impactar muy poco el entorno y aprovecha los espacios ya explotados para el depósito del desmonte, permitiendo conseguir una geometría regular y manteniendo un orden en la secuencia de explotación, minimizando las distancias de acarreo del desmonte.

La figura 4.4.3.3-1 presenta diagramas de bloques donde se visualiza el proceso de extracción del desmonte en los bloques superior e inferior.

Figura 4.4.3.3-1. Diagrama de bloques del proceso de extracción de mineral y desmonte





Fuente: FOSPAC.

### **a) Rendimiento en el arranque desmonte**

El tractor es el equipo principal destinado al arranque del material de sobrecarga, o desmonte. El desmonte tiene una densidad baja de 1,29 t/m<sup>3</sup>. El tractor, con una potencia del orden de 574 caballos de fuerza (en adelante “HP”) que equivale a 428 kW, y una capacidad de corte de 46 m<sup>3</sup> por ciclo, será el equipo que excavará y transportará el desmonte una distancia promedio de 50 m. Este equipo realizará el arranque hasta dejar una cubierta de espesor aproximado de 0,2 a 0,5 m sobre la capa de mineral con el objeto de no diluir el mineral.

El tipo y cantidad de equipos a utilizar en el proceso de excavación de desmonte se presenta en el cuadro 4.4.3.3-1.

**Cuadro 4.4.3.3-1. Equipos a utilizar en el arranque de desmorte**

| N° Cantidad                      | 13   | 6                                    | 2  | 3                                      | 4                                | 3  | 3  | 3  | 3                              | 3                    |
|----------------------------------|--|--------------------------------------|--|--|----------------------------------|--|--|--|--------------------------------|----------------------|
| <b>Equipo</b>                    | Tractor                                      | Tractor                              | Tractor  | Tractor                                | Tractor sobre Neumáticos         | Cargador F   | Cargador F                                       | Tolva Alimentadora                                     | Faja Jumper 40 m c/u           | Telestacker          |
| <b>Donde y Que hace</b>          | In Situ En Bco corta / traslada 90% desmorte | Desmorte Esponjado Traslada en Talud | Nivelar desmorte en relleno (+) luego que descarga telestacker | Construcción Rpa (operación + Relleno) | En Bco corta acumula 5% desmorte | Carga trasladada 10% Desmorte que Motoniveladora y SM realizan | En bco inferior ayuda a mantener con carga Tolva | En Bco inferior, Recepciona Desmorte e inicia traslado | Bco inferior traslada desmorte | Descarga el desmorte |
| <b>Modelo Equipo</b>             | <b>D10 T</b>                                 | <b>D8T</b>                           | <b>D8T</b>   | <b>D8T</b>                             | <b>816M</b>                      | <b>990H</b>  | <b>990H</b>                                      | <b>with 60" x 70'</b>                                  | <b>42" X 130'</b>              | <b>42" X 190'</b>    |
| Energia /Diesel                  | Diesel                                       | Diesel                               | Diesel   | Diesel                                 | Diesel                           | Diesel   | Diesel   | <b>Electrico</b>                                       | <b>Electrico</b>               | <b>Electrico</b>     |
| Movimiento Toneladas Húmedas/año | 51,374,910                                   | 19,265,591                           | 4,923,429  | 5,336,370                              | 2,854,162                        | 5,708,323  | 3,938,743  | 19,693,715   | 19,693,715                     | 19,693,715           |
| Mov en m3 /año                   | 44,155,148                                   | 16,558,181                           | 4,231,535  | 4,589,125                              | 2,453,064                        | 4,906,128  | 3,385,228  | 16,926,140   | 16,926,140                     | 16,926,140           |
| Distancia de trabajo (m.)        | 50   | 90                                   | 20   | <b>30</b>                              | 50                               | 50   | 126  | 10   | 280                            | 50                   |
| Rdto esperado m3/hr              | 523  | 425                                  | 353  | 255                                    | 102                              | 273  | 205  | 1,128  | 1,128                          | 1,128                |
| Rdto esperado TMH/h              | 608  | 494                                  | 410  | 296                                    | 119                              | 317  | 239  | 1,313  | 1,313                          | 1,313                |

Fuente: FOSPAC.

## **b) Rendimiento en el arranque mineral**

Para realizar el arranque del mineral, se usará el equipo Surface Miner, de la marca Wirtgen, modelo SM 2500. Para llegar a definir el contacto entre el material estéril y el mineral con mayor precisión, se va a tener en cuenta un procedimiento adicional para evitar la dilución: 10 centímetros antes de llegar al contacto de mineral, el tractor dejará de cortar y continuará el tractor sobre neumáticos, la que dejará la superficie superior de la capa de mineral sin contaminación.

Cuando el espesor o potencia de la capa de mineral sea mayor a 1,5 m el tractor puede ayudar en el desgarre y apilamiento, y cuando el espesor es menor a 1,5 m el surface miner es el equipo adecuado para realizar el corte. También, se contempla la participación de la motoniveladora para definición de contacto en la intercapa. Estas actividades se definirán en el terreno y en función a la experiencia acumulada con la práctica.

El cuadro 4.4.3.3-2 muestra los equipos a utilizar en el arranque de mineral y la cantidad de los mismos.

**Cuadro 4.4.3.3-2. Equipos a utilizar en el arranque de mineral**

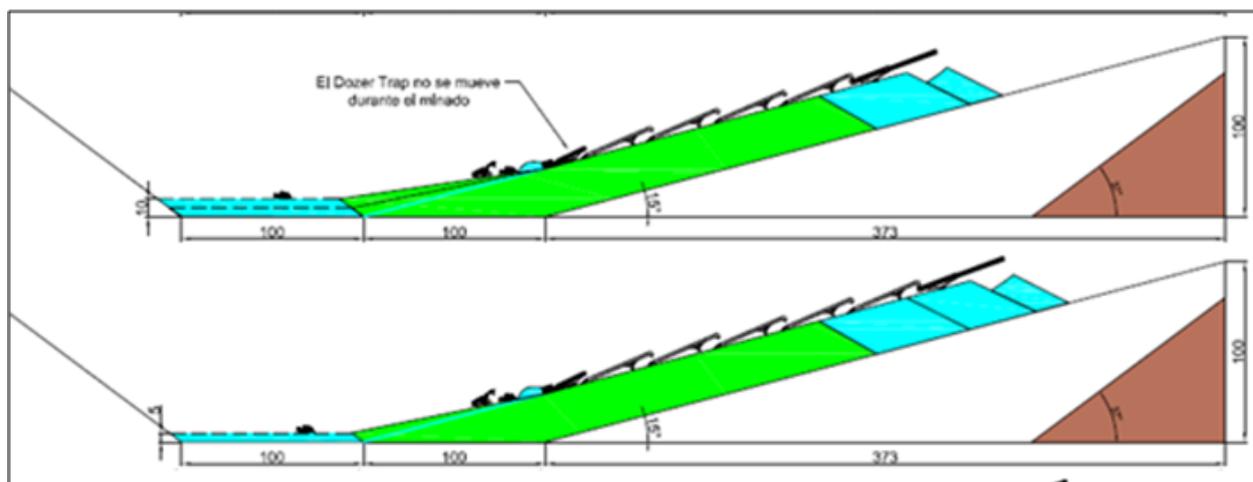
| <b>N° Cantidad</b>                      | <b>2</b>   | <b>14</b>                  | <b>2</b>                         |
|---|--|----------------------------|----------------------------------|
| <b>Equipo</b>                           | <b>Surface Miner</b>                             | <b>Volquete Articulado</b> | <b>Tolva Mineral</b>             |
| <b>Donde y Que hace</b>                 | corta evita dilucion<br>Fragmenta y carga a volq | Trasporta a superficie     | En superficie recepciona mineral |
| <b>Modelo Equipo</b>                    | SM 2500  | 740 B                      | Samson 1600                      |
| <b>Energia /Diesel</b>                  | Diesel   | Diesel                     | Electrico                        |
| <b>Movimiento Toneladas Humedas/año</b> | 8,974,532  | 8,974,532                  | 8,974,532                        |
| <b>Mov en m3 /año</b>                   | 7,003,082  | 7,003,082                  | 7,003,082                        |
| <b>Distancia de trabajo (m.)</b>        |  | 1,530                      |                                  |
| <b>Rdto esperado m3/hr</b>              | 637  | 91                         | 637                              |
| <b>Rdto esperado TMH/h</b>              | 816  | 117                        | 816                              |

Fuente: FOSPAC.

## **B. Carguío y traslado**

El corte y traslado del desmonte será mediante tractor sobre orugas (90%) y tractor sobre neumáticos (10%), el corte y traslado por los tractores sobre neumáticos se realizará para el desmonte que está en contacto con el mineral para evitar mezclar el desmonte con el mineral. El desmonte sólo requiere ser derribado hacia la cara libre del talud y luego ser emparejado con el mismo tractor en un posterior momento en el banco inferior. El tractor y el cargador frontal alimentan el desmonte a una tolva de abastecimiento a faja transportadora (dozers trap) portátil instalada en serie con otras fajas transportadoras, las que tienen un apilador radial sobre orugas (telestacker) en la parte final. Estos equipos trabajan en pendiente positiva depositando el desmonte en un talud final de 17°. Ver figura 4.4.3.3-2.

**Figura 4.4.3.3-2. Carguío y traslado de desmonte**



Fuente: FOSPAC.

### **C. Operaciones secundarias**

#### **a) Operaciones de bombeo**

Para el alivio hidráulico del tajo se tiene previsto instalar una estación de bombeo. Su función es drenar las aguas provenientes del subsuelo y las aguas de lluvia en un eventual Fenómeno El Niño (en adelante “FEN”).

El agua evacuada del tajo no constituirá un peligro para el medio ambiente, porque su composición es de tipo neutralizante o de tipo básico.

El bombeo regular puede efectuarse usando una sola línea. En caso se produzca un FEN trabajarán otras líneas de bombeo.

#### **b) Riego y mantenimiento de caminos en mina**

Como medida de evitar la polución en estas vías, debido a la acción del viento o el paso de vehículos motorizados, se ha considerado utilizar 02 camiones de riego. La capacidad de estos camiones será de 6000 galones, con una frecuencia

de 2 camiones por día, lo cual equivale a 12000 galones por día.

La calidad de agua utilizada para el riego de caminos es fundamentalmente el agua de mar y el agua evacuada del fondo del tajo.

Para el mantenimiento de caminos se utilizarán maquinarias como rodillo y moto niveladora, cuando las condiciones lo ameriten.

#### **4.4.3.4 Diseño del límite final de minado a cielo abierto**

El límite final se calculó a partir del modelo de recursos, sobre la cual se utilizó el algoritmo de Lerchs-Grossmann dando valor económico únicamente a los recursos medidos e indicados. El cono óptimo se generó para el  $P_2O_5$  con precio base de 100 US\$/t de 29% de contenido de  $P_2O_5$ . A cada bloque se aplicó una recuperación metalúrgica promedio 68%. Como resultado de este proceso, se obtuvo un cono óptimo en base al cual se diseñó el tajo operativo con sus respectivas rampas y con los parámetros geométricos recomendados a partir del estudio de “Análisis de estabilidad de taludes del tajo de fosfatos Bayóvar” que se indica en el **Anexo 4-3**.

#### **A. Parámetros geotécnicos de diseño**

Para el diseño se han utilizado los siguientes parámetros geotécnicos.

- El ángulo general de las paredes finales del Tajo varía de 26° a 30°.
- Los bancos son de 20 m de altura con bermas de 14 m de ancho.

Los parámetros geotécnicos se obtuvieron en base a la investigación geológica de cinco unidades geotécnicas que a continuación se describen.

### **a) Unidad Geotécnica I – Suelo Cuaternario (SC)**

La Unidad Geotécnica I está conformada por material cuaternario o sobrecarga en un primer nivel geológico de naturaleza eólica desde la superficie natural del terreno (65,00 m.s.n.m.) hasta 0,40 m debajo del nivel natural del terreno (64,60 m.s.n.m.) que son formados por la fuerte actividad dinámica del viento en toda el área, ésta se encuentra en estado suelto seco a ligeramente húmedo, clasificado con “SC-SM”, “SP-SM”, “SP-SC”, “SP”, “SM”, “SW-SM”, “SC”, “SC-SM”, “SC”.

Seguidamente, está compuesto según el sistema de clasificación SUCS por arenas pobremente gradadas con limos (SP-SM) y arenas limosas (SM) que varía de 0,40 m (64,60 m.s.n.m.) hasta 29,50 m (35,50 m.s.n.m.), en promedio forman potencia de 15 m en el área del tajo. El material que pasa la malla 200 varía de 18,30% a 98,2%, el índice de plasticidad alcanza hasta 2%; se encuentran en estado semi-compacto y seco, color pardo y estructura homogénea. La compacidad de las arenas varía de denso a muy denso.

### **b) Unidad Geotécnica II – Diatomita Inca (DI)**

Estas rocas son de naturaleza sedimentaria, se presentan en estratos horizontales con potencia de 20 m en promedio. Está compuesta principalmente por limos elásticos (MH). Se ubica por debajo de los depósitos cuaternarios y se presenta como un estrato horizontal continuo. Según el sistema SUCS se clasifica como limo de alta plasticidad (MH). Los finos varían de 90% a 99,5%, el límite líquido varía de 121% a 175%, límite plástico va de 81% a 142% y el índice de plasticidad de 27% a 60%. La densidad promedio de esta Unidad en el área del Tajo es 11,8 kN/m<sup>3</sup>.

### **c) Unidad Geotécnica III – Arena Clámbore (ACL)**

La Unidad Geotécnica III conformado por arena clámbore se encuentra subyacente a la unidad geotécnica diatomita inca. La potencia del estrato aproximadamente horizontal varía desde 1 m hasta 6 m en el área del Tajo; El horizonte de arena clámbore tiene características similares al estrato de arena

eólica, es muy densa y progresivamente disminuye la densidad de la arena hasta llegar a medianamente densa a profundidad y son estratos de menor potencia. Según el sistema SUCS se clasifica como arena mal gradada con algo de limo (SP-SM), color gris pardo, arena limosa arcillosa (SC-SM); arena limosa (SM) y arena pobremente gradada (SP). Los finos varían de 1,1% a 31,4%, el porcentaje de límite líquido es nulo, el límite plástico es 0% y el índice de plasticidad no plástico.

#### **d) Unidad Geotécnica IV – Diatomita Tufácea Clara (DTC)**

La Unidad Geotécnica IV está formada por la diatomita tufácea clara (DTC) que se encuentran a continuación de la unidad geotécnica arena clámbores, su potencia varía desde 5 m hasta 29 m en el área. Está compuesta principalmente por limos elásticos (MH) y con menor presencia de arcilla de alta plasticidad (CH), se ubica por debajo de los depósitos de arena clámbores y se presenta en forma de un estrato horizontal continuo; Se caracterizan por su color claro y grano fino. Los finos varían de 97,4% a 99,3%, el límite líquido va de 53% a 145%, límite plástico va de 33% a 104% y el índice de plasticidad va de 20% a 44%.

#### **e) Unidad Geotécnica V – Diatomita Tufácea Oscura (DTO)**

La Unidad Geotécnica V está formada por la diatomita tufácea oscura, se encuentran a continuación de la unidad geotécnica diatomita tufácea clara, Son estratos sedimentarios de grano fino y de color oscuro con tonalidad verduzca. Está compuesta principalmente por limos (ML) y limos elásticos (MH). Se ubica por debajo de los depósitos de diatomita tufácea clara y se presenta como un estrato horizontal continuo, el material de limo (ML) que pasa la malla N° 200 va de 83% a 100%, no presenta límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad. El limo elástico (MH) presenta de 86,5% a 99,7% de finos.

Las propiedades de resistencia de los materiales es otro parámetro para obtener los parámetros geotécnicos. Dichos parámetros de resistencia son presentados en el cuadro 4.4.3.4-1.

**Cuadro 4.4.3.4-1. Resumen de Propiedades de los Materiales – Tajo de Fosfatos**

| Material                 | Peso Unitario     | Cohesión | Ángulo de Fricción |
|--------------------------|-------------------|----------|--------------------|
|                          | KN/m <sup>3</sup> | KPa      | (o)                |
| Cuaternario              | 18,5              | 3        | 30                 |
| Diatomita Inca           | 11,8              | 25       | 28                 |
| Arena Clámbore           | 19,2              | 0        | 34                 |
| Diatomita Tufácea Clara  | 15                | 60       | 45                 |
| Diatomita Tufácea Oscura | 14,2              | 400*     | 6*                 |

(\*) En términos de esfuerzos totales y el resto en términos de esfuerzos efectivos

Fuente: FOSPAC.

Por otro lado, se ha considerado un coeficiente sísmico horizontal (Kh) de 0,21 para este tajo sobre la base del “Informe del Estudio de Peligro sísmico” (Golder, 2011b) y el informe “Parameters for seismic analysis and design- Bayovar Phosphate Project, Perú V3” (129-415-1008).

La información disponible indica que en el área de Bayóvar 9 no impacta las aguas superficiales durante eventos lluviosos importantes, durante un eventual Fenómeno de El Niño. Sin embargo, las implicancias sobre las operaciones, producto de la precipitación directa durante dicho evento, deben ser considerado en el plan de minado.

Los resultados obtenidos de análisis de estabilidad de los cinco (5) secciones del diseño de tajo de fosfatos presentados en la figura 4.4.3.4-1 y en el cuadro 4.4.3.4-2, muestran factores de seguridad mayores que los mínimos recomendados en los criterios de diseño asumidos en este estudio, por lo tanto, se estima que los taludes de las paredes finales del tajo se mantendrán estables tanto para condiciones estáticas como para condiciones pseudoestáticas. Ver **Anexo 4-3**.

**Cuadro 4.4.3.4-2. Resultados de los análisis de estabilidad a nivel local en las paredes finales del tajo**

| Sección | Factor de Seguridad |                | Figura           |
|---------|---------------------|----------------|------------------|
|         | Estático            | Pseudoestático |                  |
| D-D´    | 1,82                | 1,1            | Figura 4.4.3.4-1 |

Fuente: FOSPAC.

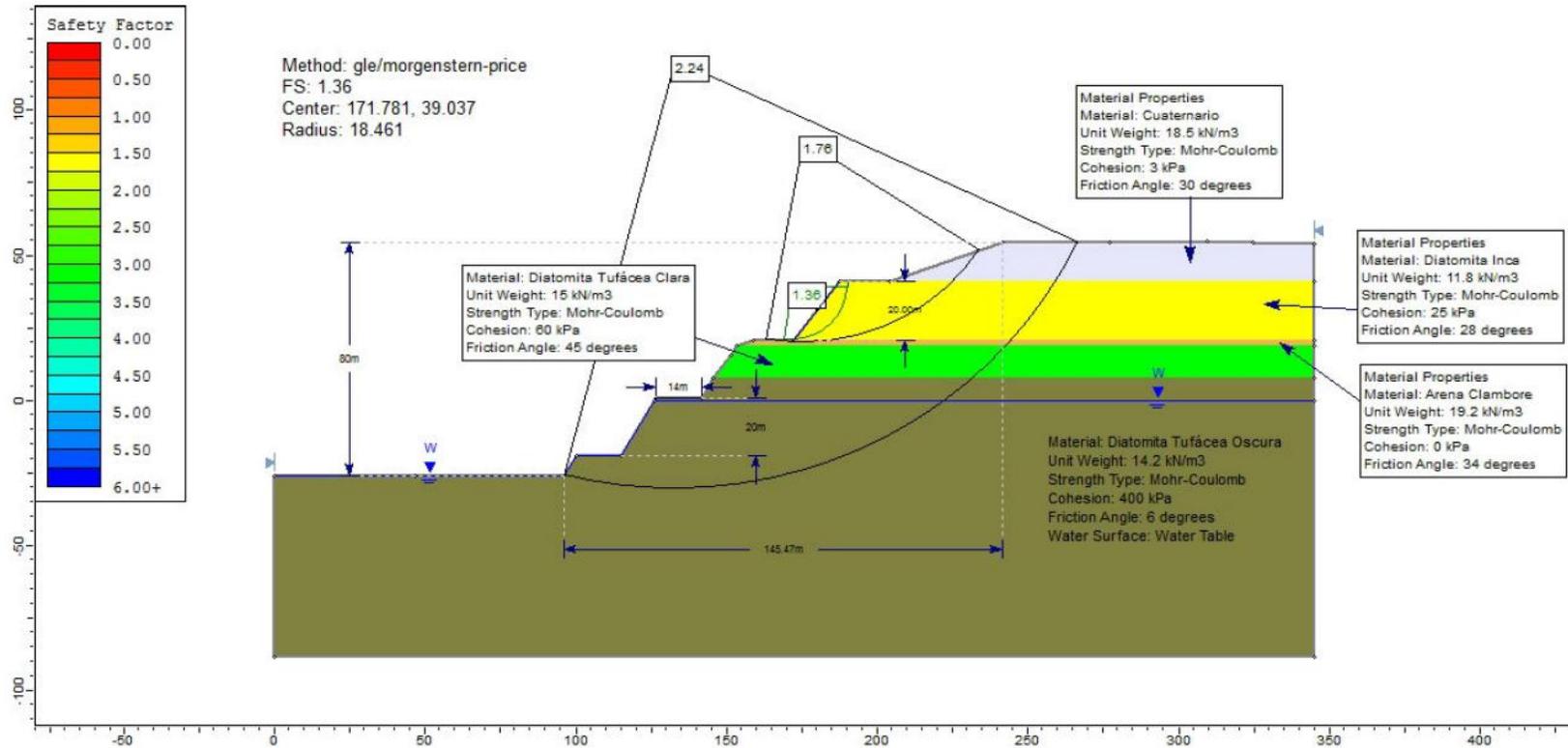
El cuadro 4.4.3.4-3 se resume los ángulos de taludes de las paredes finales del tajo que fueron analizados y recomendados para el tajo de fosfatos.

**Cuadro 4.4.3.4-3. Resumen de ángulos de taludes finales del tajo de fosfatos**

| Unidad Geotécnica        | Ángulo de la cara de Banco | Ángulo del Talud Final |
|--------------------------|----------------------------|------------------------|
| Suelo Cuaternario        | 20°                        | 26° - 30°              |
| Diatomita Inca           | 53°                        |                        |
| Arena Clambore           | 20°                        |                        |
| Diatomita Tufácea Clara  | 55°                        |                        |
| Diatomita Tufácea Oscura | 60°                        |                        |

Fuente: FOSPAC.

Figura 4.4.3.4-1. Sección Típica del talud final del tajo



Fuente: FOSPAC.

Pueden ocurrir variaciones de las condiciones geotécnicas durante la explotación del tajo; por lo que el control de los taludes durante la explotación deberá realizarse bajo la supervisión de un ingeniero geotécnico. Se recomienda el uso del monitoreo topográfico con estación total para el control de desplazamientos horizontal y vertical de los paredes del tajo.

## **B. Parámetros geológicos.**

El mineral no metálico de fosfatos se encuentra en capas horizontales de roca fosfórica que varían desde 15 cm hasta 4,86 metros. En el año 2013 se incorporó data actualizada a la fecha y se realizó un análisis que derivó en la asignación de valores de densidad por unidad de litología, húmeda y seca con el fin de reportar reservas. Las siguientes densidades se muestran en el cuadro 4.4.3.4-4.

**Cuadro 4.4.3.4-4. Densidad seca por capas de minerales de fosfatos**

| <b>Capa</b> | <b>Densidad</b> |
|-------------|-----------------|
| CAPA 0      | 1,5             |
| CAPA S      | 1,3             |
| CAPA S1     | 1,0             |
| CAPA 0A     | 1,2             |
| CAPA 1      | 1,3             |
| CAPA 1A     | 1,5             |
| CAPA 2      | 1,1             |
| CAPA 2A     | 0,9             |
| CAPA 3      | 1,0             |
| CAPA 3A     | 1,2             |
| CAPA 4      | 0,9             |
| CAPA 4A     | 1,0             |
| CAPA 5      | 1,2             |
| CAPA 6      | 1,2             |
| CAPA 7      | 1,4             |

Fuente: FOSPAC.

En el cuadro 4.4.3.4-5 se muestran las potencias de las capas de fosfatos dentro de la envolvente del tajo.

**Cuadro 4.4.3.4-5. Potencia de capas de fosfatos en la envolvente**

| CAPA    | %     | Potencia de las Capas |            |        |
|---------|-------|-----------------------|------------|--------|
|         |       | Distribution          | Minimo (m) | Maximo |
| CAPA 0  | 13.6% | 0.25                  | 3.55       | 1.33   |
| CAPA 0A | 2.2%  | 0.3                   | 2.3        | 0.81   |
| CAPA 1  | 16.7% | 0.28                  | 4.07       | 1.49   |
| CAPA 1A | 4.2%  | 0.2                   | 3          | 0.095  |
| CAPA 2  | 6.9%  | 0.17                  | 1.9        | 0.64   |
| CAPA 2A | 2.2%  | 0.16                  | 1.54       | 0.66   |
| CAPA 3  | 12.3% | 0.25                  | 4.86       | 1.84   |
| CAPA 3A | 1.5%  | 0.32                  | 2.05       | 0.87   |
| CAPA 4  | 1.3%  | 0.15                  | 1.25       | 0.41   |
| CAPA 4A | 2.0%  | 0.2                   | 0.65       | 0.39   |
| CAPA 5  | 14.2% | 0.7                   | 2.55       | 1.42   |
| CAPA 6  | 5.3%  | 0.45                  | 1.75       | 0.96   |
| CAPA 7  | 15.9% | 0.3                   | 3.65       | 1.7    |
| CAPA S  | 0.9%  | 0.32                  | 2.65       | 0.7    |
| CAPA S1 | 0.7%  | 0.2                   | 2.15       | 0.57   |

Fuente: FOSPAC.

El yacimiento está cubierto por una sobrecarga, constituida de arena y material sedimentario, que debe ser removida en la etapa de “desbroce”, para dejar el mineral expuesto. La sobrecarga y el estéril (diatomita inca, diatomita tufacea clara, diatomita tufacea oscura y arena clambore) constituyen el desmonte de la explotación.

Las densidades por tipo de desmonte se presentan en el cuadro 4.4.3.4-6.

**Cuadro 4.4.3.4-6. Densidad por tipo de desmonte**

| Litología                 | Densidad <sup>3</sup> |
|---------------------------|-----------------------|
| Sobrecarga                | 1,9                   |
| Diatomita Inca            | 0,7                   |
| Clambore                  | 2,0                   |
| Diatomita Tufacea. Clara  | 0,9                   |
| Diatomita. Tufacea Oscura | 0,7                   |

Fuente: FOSPAC.

Las potencias de las litologías varían desde centímetros hasta decenas de metros.

### **C. Parámetros Económicos.**

La envolvente final se calculó a partir del modelo de recursos elaborado para FOSPAC., luego en ello se utilizó el algoritmo de Lerchs -Grossmann dando valor económico únicamente a los recursos medidos e indicados.

Los parámetros utilizados para el diseño del cono base, fueron tomados de la información de las empresas de ingeniería involucradas en el desarrollo del proyecto.

En el cuadro 4.4.3.4-7 se presenta los parámetros económicos utilizados para la optimización de la envolvente.

**Cuadro 4.4.3.4-7. Parámetros económicos**

|                                  |                           |
|----------------------------------|---------------------------|
| Precio de $P_2O_5$ de 29% de ley | 100 \$/TMS de concentrado |
| Costo de Mineral:                | 0.9 \$/TMS de mineral     |
| Costo de Desmonte:               | 0.9 \$/TMS de desmonte    |
| Recuperación Metalúrgica:        | 66%                       |

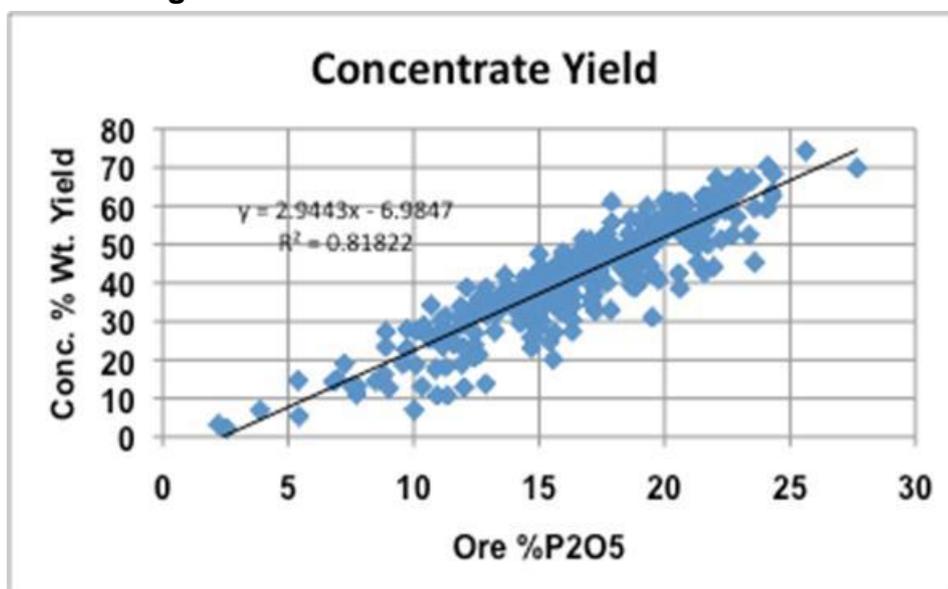
### **D. Revisión de fórmulas metalúrgicas**

La empresa de ingeniería Jacobs determinó y revisó la consistencia y la tendencia general de las fórmulas que pronostican la recuperación de masa ( $R_{Masa}$ ) y ley de  $P_2O_5$  en el concentrado ( $Ley_{Conc}$ ). Para ello se analizó los valores medios que predicen las fórmulas para el conjunto de las capas de fosfato que se explotarán.

El objetivo de este análisis es apreciar de manera simple la tendencia de los pronósticos de las fórmulas de correlación y cómo este comportamiento podría afectar los resultados del plan minero.

La figura 4.4.3.4-2 muestra el rendimiento de concentrado (concentrate yield), es decir la inversa del ratio de concentración, para una ley determinada de cabeza de mineral (Ore %  $P_2O_5$ ).

**Figura 4.4.3.4-2. Rendimiento de concentrado**



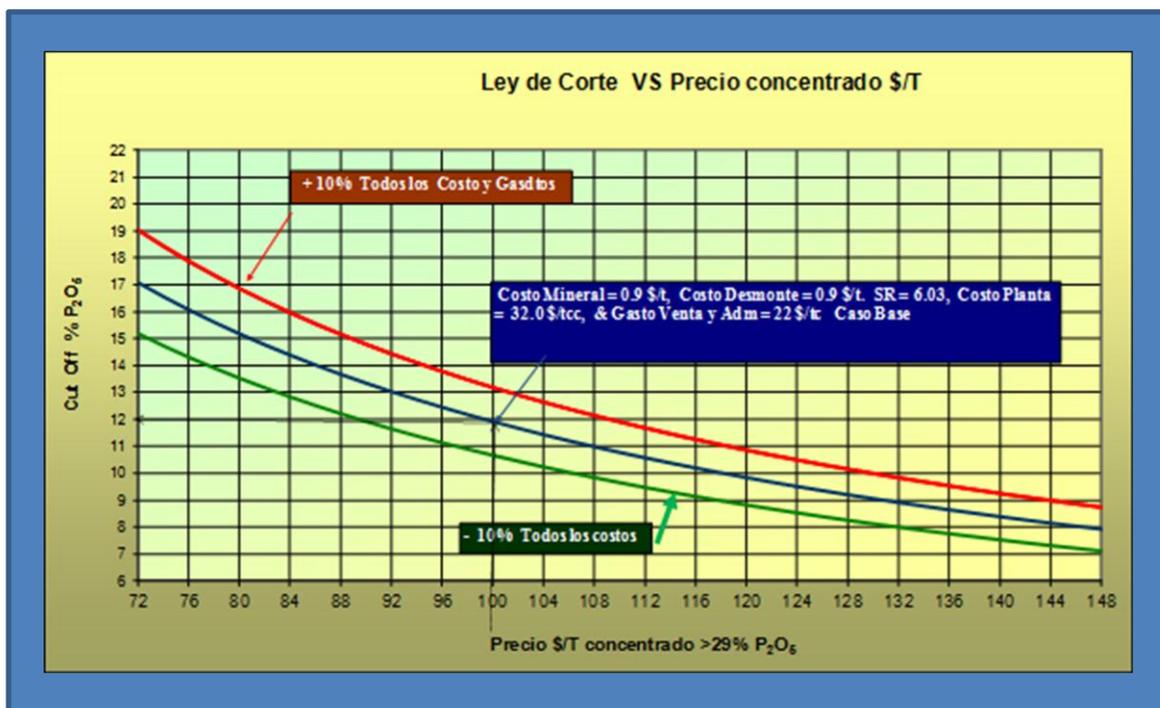
Fuente: FOSPAC.

#### 4.4.3.5 Reservas

Para efectos de reportar las reservas dentro del diseño operativo (tajo final), se definió la ley de corte en función al precio. Se estableció la ley mínima minable (cut off) de 12% de  $P_2O_5$  para un precio de US\$ 100 por tonelada de concentrado. En función al diseño operativo se determina las reservas minables.

El cuadro 4.4.3.5-1 muestra la ley de corte en función del precio y el costo

Figura 4.4.3.5-1. Ley de corte

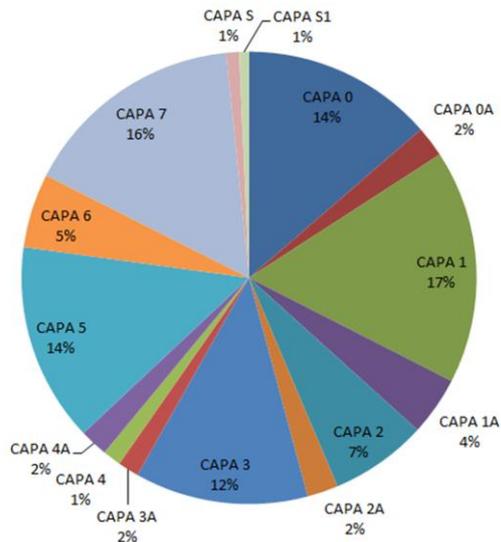


Cuadro 4.4.3.5-1. Toneladas de reservas minables de fosfatos – 20 años

| CAPA    | % Distribución | Densidad <sup>3</sup> Húmeda | Densidad <sup>3</sup> Seca | % P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | % Humedad   | BCMS               | TMS                |
|---------|----------------|------------------------------|----------------------------|---------------------------------|-------------|--------------------|--------------------|
| CAPA 0  | 13,6%          | 1,9                          | 1,03                       | 16,8                            | 20,6        | 17 278 429         | 17 796 780         |
| CAPA 0A | 2,2%           | 1,7                          | 1,23                       | 14,4                            | 40,5        | 2 320 112          | 2 853 741          |
| CAPA 1  | 16,7%          | 1,8                          | 1,34                       | 17,9                            | 32,4        | 16 313 376         | 21 859 922         |
| CAPA 1A | 4,2%           | 1,9                          | 1,51                       | 20,0                            | 25,6        | 3 675 527          | 5 550 049          |
| CAPA 2  | 6,9%           | 1,6                          | 1,08                       | 15,3                            | 50,0        | 8 306 467          | 8 970 987          |
| CAPA 2A | 2,2%           | 1,3                          | 0,84                       | 11,4                            | 62,1        | 3 418 467          | 2 871 511          |
| CAPA 3  | 12,3%          | 1,5                          | 1,02                       | 18,6                            | 53,6        | 15 791 585         | 16 107 417         |
| CAPA 3A | 1,5%           | 1,7                          | 1,17                       | 13,6                            | 45,9        | 1 679 523          | 1 965 040          |
| CAPA 4  | 1,3%           | 1,5                          | 0,86                       | 11,9                            | 73,8        | 2 038 656          | 1 753 244          |
| CAPA 4A | 2,0%           | 1,5                          | 1,03                       | 12,1                            | 40,7        | 2 483 637          | 2 558 146          |
| CAPA 5  | 14,2%          | 1,7                          | 1,23                       | 19,0                            | 39,8        | 15 095 125         | 18 567 004         |
| CAPA 6  | 5,3%           | 1,7                          | 1,17                       | 15,9                            | 42,2        | 5 957 624          | 6 970 421          |
| CAPA 7  | 15,9%          | 1,8                          | 1,39                       | 19,5                            | 31,2        | 14 910 039         | 20 724 953         |
| CAPA S  | 0,9%           | 1,7                          | 1,33                       | 15,1                            | 26,1        | 838 586            | 1 115 320          |
| CAPA S1 | 0,7%           | 1,3                          | 1,01                       | 12,7                            | 29,5        | 945 875            | 955 334            |
|         | <b>100%</b>    | <b>1,7</b>                   | <b>1,20</b>                | <b>17,5</b>                     | <b>37,4</b> | <b>111 053 028</b> | <b>130 619 869</b> |

Fuente: FOSPAC.

**Figura 4.4.3.5-2. Distribución de Reservas por Capas**

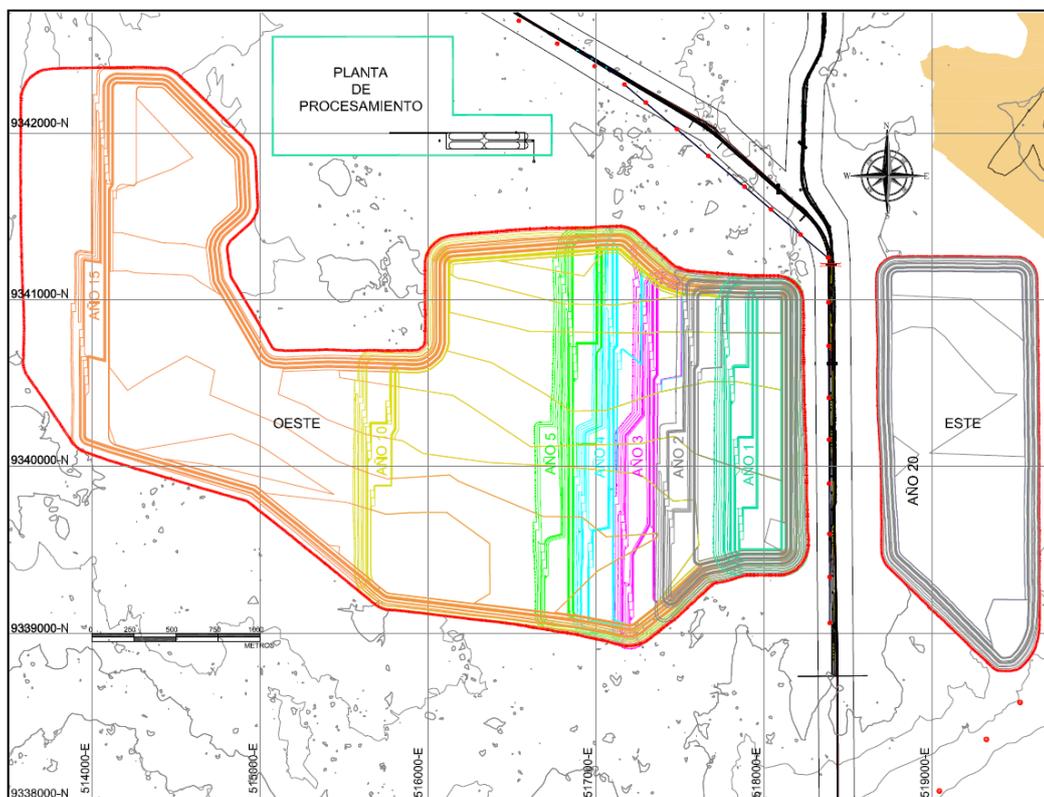


#### **4.4.3.6 Límites de minado**

La configuración del diseño de la mina consta de dos tajos, se inicia la explotación por el tajo oeste durante 17 años y luego se continua por el tajo este durante 03 años. Estos tajos son separados por la vía de acceso de la mina vecina, respetando una distancia mayor a 100 metros a ambos márgenes de la carretera.

En la figura 4.4.3.6-1 se puede apreciar los límites finales de los tajos este y oeste así como los límites de la explotación anual hasta el año cinco y los límites quinquenales hasta el año veinte. Por otro lado, el programa de producción de la mina a 20 años se observa en la figura 4.4.3.6-1.

**Figura 4.4.3.6-1. Programa de Operación de la mina a 20 Años**

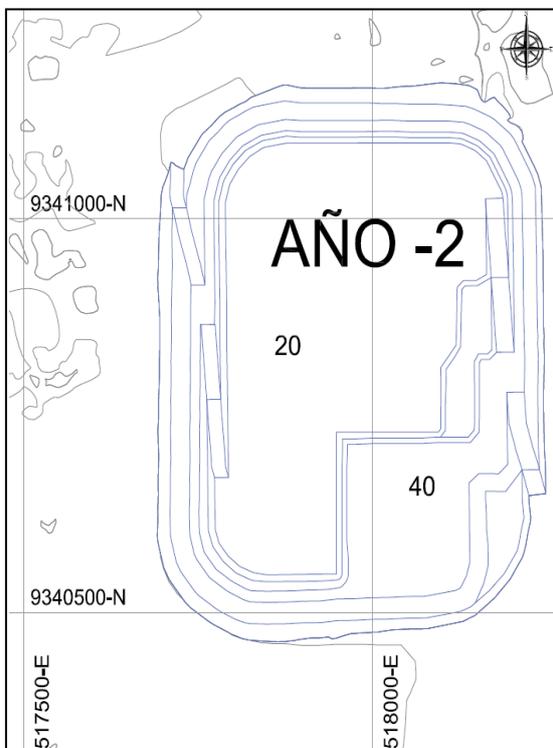


Fuente: FOSPAC

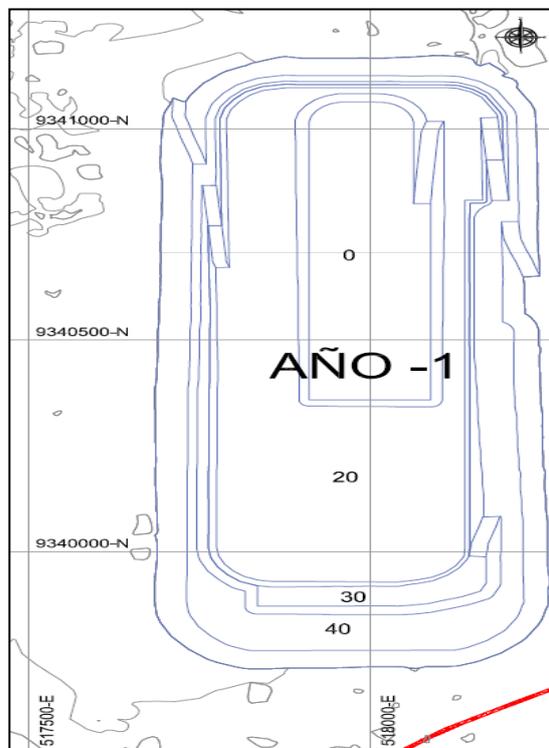
### **A. Pre-minado**

El pre minado corresponde a los años -2 y -1. En este período se extraerá 10 MTMS de desmonte, entre sobrecarga y diatomita inca. El tajo tiene un área de 35,7 Ha, un perímetro de 2 268 m y profundizará hasta los 23 m.s.n.m. Ver figura 4.4.3.6-2. Por su parte, en el año -1 se extraerá 19 MTMS de desmonte entre sobrecarga, diatomita inca, arenisca clambore, diatomita clara y diatomita oscura; con 1,5 MTMS de  $P_2O_5$ . El tajo tendrá un área de 78,3 Ha, un perímetro de 3 803 m y profundizará hasta los 0 m.s.n.m. Ver figura 4.4.3.6-3.

**Figura 4.4.3.6-2.** Configuración de la superficie Año -2



**Figura 4.4.3.6-3.** Configuración de la superficie del Año -1



Fuente: FOSPAC

## B. Operación de mina

En el cuadro 4.4.3.6-1 se presenta los tonelajes minerales producidos que ingresarían a la planta de beneficio y la ley promedio de  $P_2O_5$ . Por su parte en el cuadro 4.4.3.6-2 se presenta los tonelajes de desmontes producidos distribuidos por sus componentes principales. Para los desmontes se ha utilizado la nomenclatura siguiente: Sobre Carga será llamada SC, a la Diatomita Inca DI, a la Diatomita Tufácea Clara DC, a la Diatomita Tufácea Oscura DO y al Clambore CL.

**Cuadro 4.4.3.6-1. Movimiento de mineral que Ingresaría a la Planta de Beneficio**

| <b>Año</b>   | <b>MBCMS</b> | <b>MTMS</b> | <b>%P<sub>2</sub>O<sub>5</sub></b> |
|--------------|--------------|-------------|------------------------------------|
| <b>1</b>     | 4,0          | 6,3         | <b>18,0</b>                        |
| <b>2</b>     | 5,5          | 6,3         | <b>17,4</b>                        |
| <b>3</b>     | 5,1          | 6,3         | <b>17,2</b>                        |
| <b>4</b>     | 5,9          | 6,3         | <b>17,3</b>                        |
| <b>5</b>     | 5,1          | 6,3         | <b>17,6</b>                        |
| <b>6-10</b>  | 27,2         | 31,5        | <b>17,7</b>                        |
| <b>11-15</b> | 27,0         | 31,5        | <b>18,0</b>                        |
| <b>16-20</b> | 27,2         | 31,5        | <b>17,0</b>                        |
| <b>Total</b> | 106,9        | 125,4       | <b>17,5</b>                        |

Fuente: FOSPAC

MBCMS: millones de metros cúbicos secos en banco

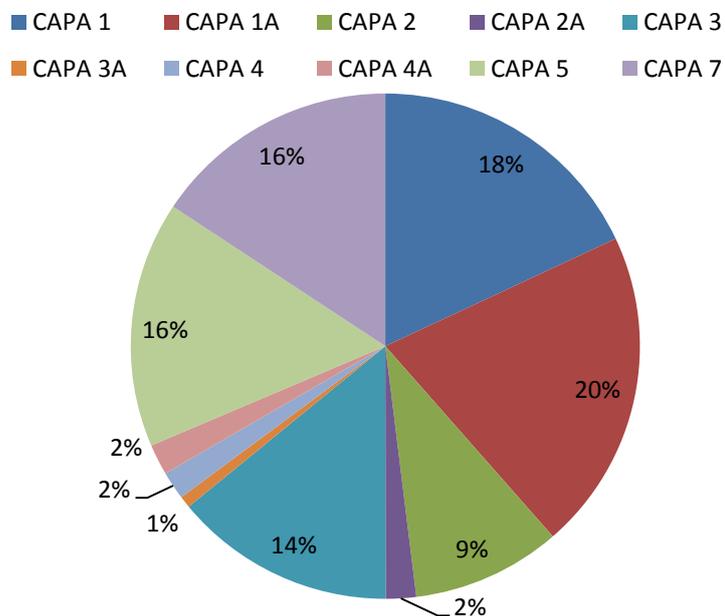
MTMS: Millones de toneladas métricas secas

**Cuadro 4.4.3.6-2. Movimiento de desmonte en etapa de operación en MTMS**

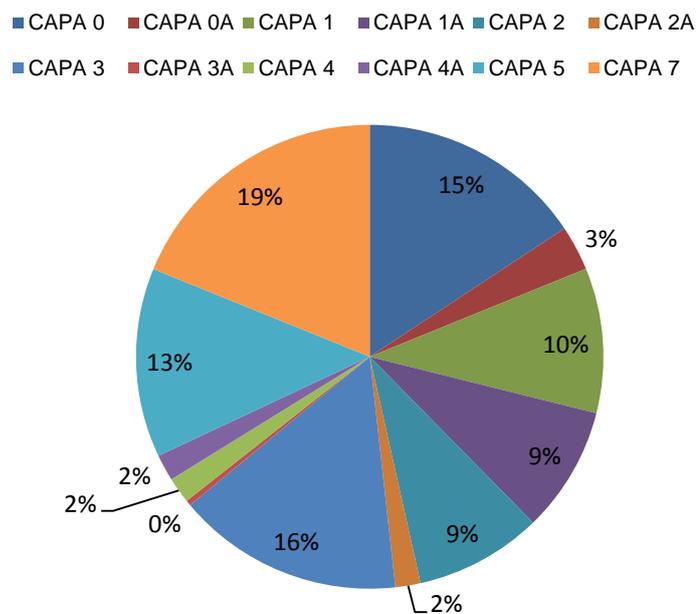
| <b>Año</b>       | <b>SC</b> | <b>DI</b> | <b>CL</b> | <b>DC</b> | <b>DO</b> | <b>Total</b> |
|------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|--------------|
| <b>1</b>         | 8.7       | 1.9       | 1.7       | 2.2       | 7.9       | 22.4         |
| <b>2</b>         | 24.6      | 4.8       | 3.4       | 3.7       | 9.4       | 45.9         |
| <b>3</b>         | 22.1      | 4.5       | 3.9       | 3.7       | 7.7       | 41.8         |
| <b>4</b>         | 21.8      | 4.7       | 5.0       | 5.9       | 8.9       | 46.3         |
| <b>5</b>         | 21.0      | 3.7       | 4.2       | 6.1       | 8.1       | 43.0         |
| <b>Del 06-10</b> | 16.2      | 3.0       | 5.0       | 5.5       | 7.6       | 37.3         |
| <b>Del 11-15</b> | 13.4      | 3.4       | 10.1      | 9.4       | 8.4       | 44.8         |
| <b>De16-20</b>   | 10.0      | 7.0       | 3.5       | 6.2       | 7.1       | 33.4         |
| <b>Total</b>     | 296.1     | 86.5      | 111.6     | 127.2     | 157.7     | 779.1        |

Fuente: FOSPAC

**Figura 4.4.3.6-4. Mineral que Ingresaría a la Planta de Beneficio para el Año 1**

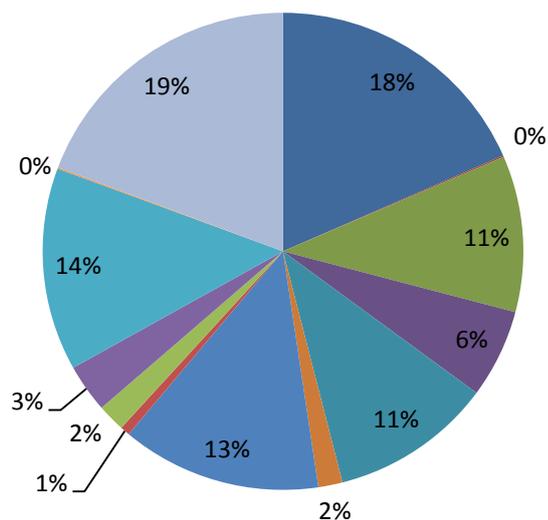


**Figura 4.4.3.6-5. Mineral que Ingresaría a la Planta de Beneficio para el Año 2**



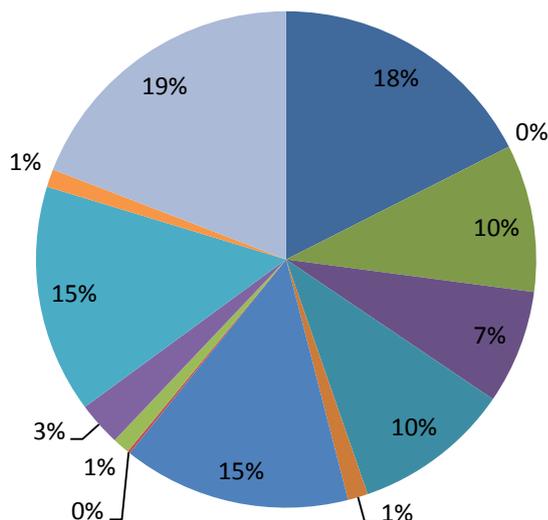
**Figura 4.4.3.6-6. Mineral que Ingresaría a la Planta de Beneficio para el Año 3.**

■ CAPA 0 ■ CAPA 0A ■ CAPA 1 ■ CAPA 1A ■ CAPA 2 ■ CAPA 2A ■ CAPA 3  
 ■ CAPA 3A ■ CAPA 4 ■ CAPA 4A ■ CAPA 5 ■ CAPA 6 ■ CAPA 7



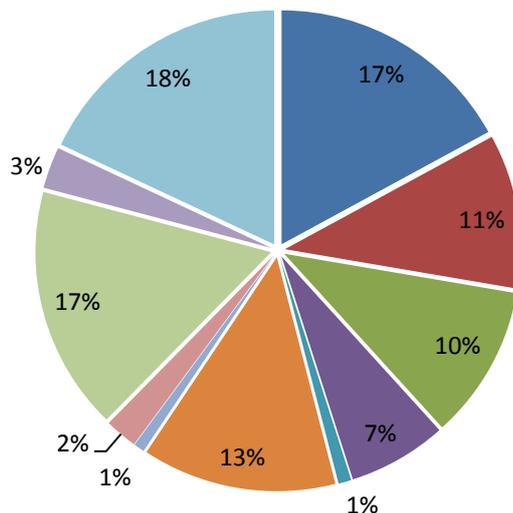
**Figura 4.4.3.6-8. Mineral que Ingresaría a la Planta de Beneficio para el Año 4.**

■ CAPA 0 ■ CAPA 0A ■ CAPA 1 ■ CAPA 1A ■ CAPA 2 ■ CAPA 2A ■ CAPA 3  
 ■ CAPA 3A ■ CAPA 4 ■ CAPA 4A ■ CAPA 5 ■ CAPA 6 ■ CAPA 7



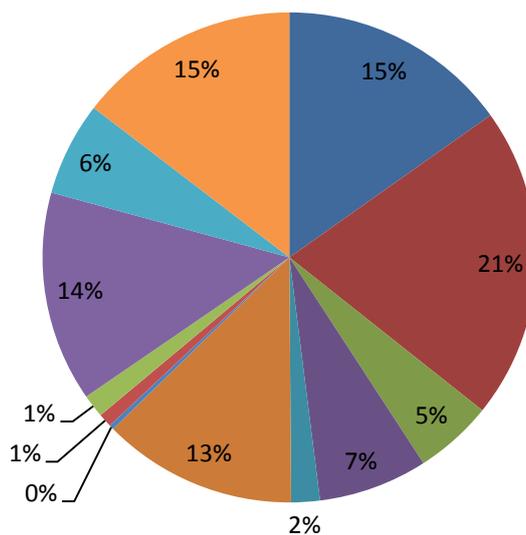
**Figura 4.4.3.6-7. Mineral que Ingresaría a la Planta de Beneficio para el año 5.**

■ CAPA 0 ■ CAPA 1 ■ CAPA 1A ■ CAPA 2 ■ CAPA 2A ■ CAPA 3  
 ■ CAPA 4 ■ CAPA 4A ■ CAPA 5 ■ CAPA 6 ■ CAPA 7



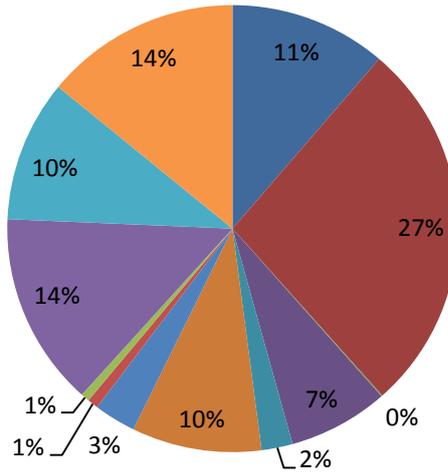
**Figura 4.4.3.6-9. Mineral que ingresaría a la planta de beneficio - Años del 6 - 10.**

■ CAPA 0 ■ CAPA 1 ■ CAPA 1A ■ CAPA 2 ■ CAPA 2A ■ CAPA 3  
 ■ CAPA 3A ■ CAPA 4 ■ CAPA 4A ■ CAPA 5 ■ CAPA 6 ■ CAPA 7



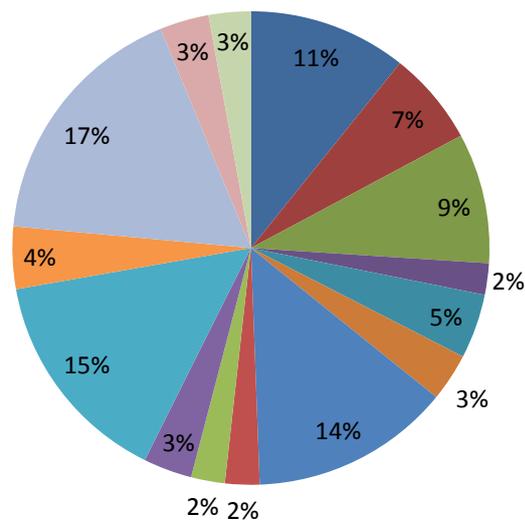
**Figura 4.4.3.6-10. Mineral que ingresaría a la Planta de Beneficio - Años del 11 al 15.**

■ CAPA 0   ■ CAPA 1   ■ CAPA 1A   ■ CAPA 2   ■ CAPA 2A   ■ CAPA 3  
 ■ CAPA 3A   ■ CAPA 4   ■ CAPA 4A   ■ CAPA 5   ■ CAPA 6   ■ CAPA 7



**Figura 4.4.3.6-11. Mineral que ingresaría a la Planta de Beneficio - Años del 16 al 20**

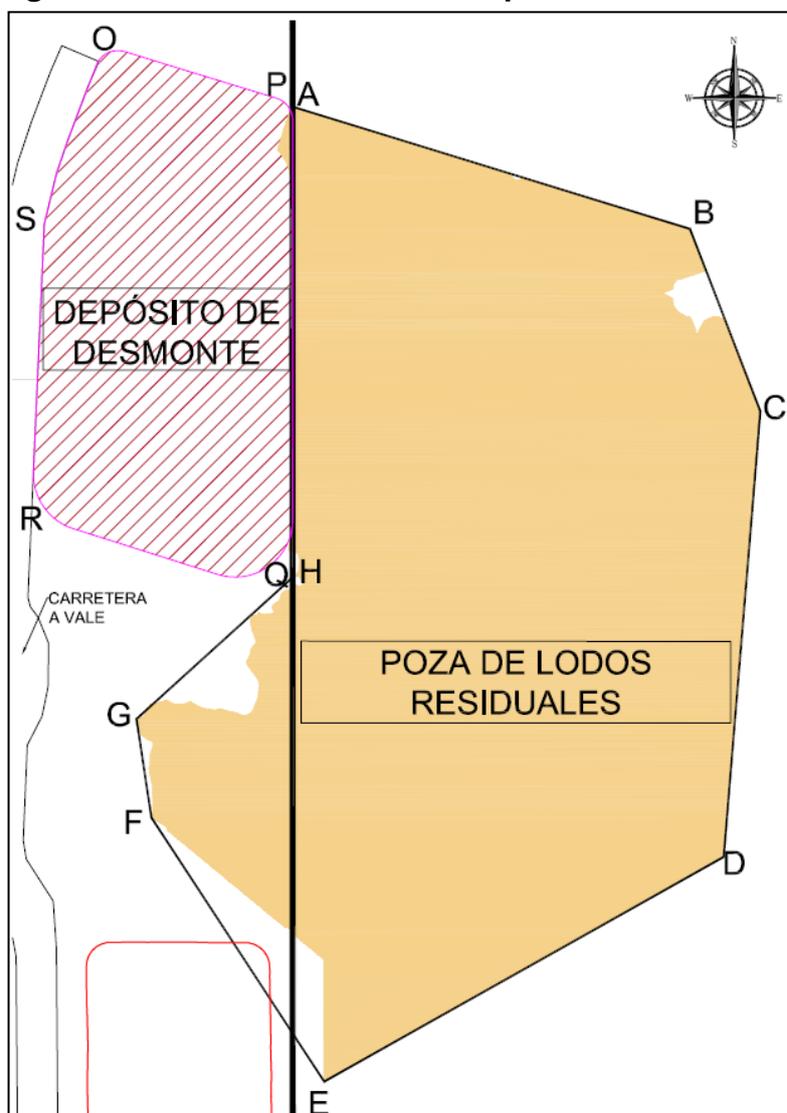
■ CAPA 0   ■ CAPA 0A   ■ CAPA 1   ■ CAPA 1A   ■ CAPA 2  
 ■ CAPA 2A   ■ CAPA 3   ■ CAPA 3A   ■ CAPA 4   ■ CAPA 4A  
 ■ CAPA 5   ■ CAPA 6   ■ CAPA 7   ■ CAPA S   ■ CAPA S1



#### 4.4.3.7 Depósito de desmonte

El material estéril excavado de la pre operación es de 24 millones de  $m^3$  ó 29 MTMS y tendrá como destino final el depósito de desmonte de 320 ha, el cual está diseñado para una capacidad de 143 millones de  $m^3$ . Las coordenadas del depósito de desmonte se presentan en el cuadro 4.4.3.7-1 y la vista horizontal se observa en la figura 4.4.3.7-1.

**Figura 4.4.3.7-1. Ubicación del depósito de desmonte**



Fuente: FOSPAC

**Cuadro 4.4.3.7-1. Coordenadas (WGS84) del límite del depósito de desmorte**

| Coordenadas Depósito de Desmorte |         |           |
|----------------------------------|---------|-----------|
| Punto                            | Este    | Norte     |
| O                                | 518 778 | 9 315 925 |
| P                                | 519 718 | 9 315 644 |
| Q                                | 519 619 | 9 343 234 |
| R                                | 518 445 | 9 343 543 |
| S                                | 518 448 | 9 345 027 |

Fuente: FOSPAC

El depósito estará ubicado al nor este de la mina y al este de la planta de beneficio; mientras que el área de stock pile en pre operación, se ubicará en las coordenadas: E 519 000 y N 9 344 000.

Se diseñó el depósito de desmorte tomando en consideración la capacidad, ubicación, extensión otros criterios contemplados en el estudio. Se adjunta en el **Anexo 4-4** Estudio Geotécnico del depósito de desmorte.

Para desarrollar el Estudio de Ingeniería del Depósito de Desmorte, FOSPAC, ha elaborado el, “Análisis de Estabilidad de Taludes del Depósito de Desmorte para el Proyecto de Fosfatos Bayóvar 9”, el cual se adjunta en el **Anexo 4-4**.

El objetivo final es el diseño a nivel de Ingeniería de Detalle, basándose en los resultados de las evaluaciones geológicas, geotécnicas, hidrológicas e hidráulicas y recopilación de información existente de estudios anteriores.

El estudio se desarrolla llevando a cabo las siguientes tareas:

- Revisión de la información existente;
- Elaboración de un programa de investigaciones geotécnicas optimizando el número de calicatas y perforaciones en función de la data existente;

- Revisión y evaluación de la sismicidad en la zona;
- Supervisión de investigaciones geotécnicas consistentes en calicatas, perforaciones y ensayos de campo, asimismo realización de ensayos *in situ*;
- Obtención de muestras alteradas e inalteradas para ensayos;
- Programación de ensayos de laboratorio;
- Interpretación de las investigaciones de campo y laboratorio a fin de obtener parámetros adecuados para el diseño geotécnico del depósito ;
- Análisis de estabilidad en diferentes secciones que evalúen el comportamiento de los taludes en condiciones de corto plazo y largo plazo, y en condición pseudo-estática;
- Diseño civil del depósito de desmonte , en el que se incluya la rampa de acceso al depósito;
- Elaboración de las especificaciones técnicas de construcción;
- Preparación de las cantidades estimadas de Movimiento de tierras y materiales;
- Plan de operación y construcción del depósito de desmonte ;
- Preparación de los estimados de costos de construcción; y Elaboración de planos de diseño civil.

Una vez realizada la revisión de la información existente, se elaboró un programa de investigaciones de campo que consistió en la ejecución de perforaciones geotécnicas mixtas con ensayos de penetración estándar y obtención de muestras alteradas e inalteradas y ensayos de permeabilidad en cada una de las perforaciones; asimismo se realizaron 14 calicatas con equipo mecánico que alcanzaron una profundidad máxima de 6,00 m. Los trabajos de campo se desarrollaron entre las fechas de Abril y Julio del 2012 y fueron ejecutadas por la empresa Ram Perú S.A.C contratada directamente por FOSPAC. Las investigaciones de campo y ensayos realizados *in situ* se encuentran

debidamente sustentadas y se presentan en Informe actual Geotécnico versión 04 que se adjunta en el **Anexo 4-1**.

#### **4.4.3.8 Instalaciones auxiliares mina**

El Proyecto de Fosfatos del Pacífico tendrá una serie de instalaciones auxiliares que servirán de apoyo para la operación de mina. Estas instalaciones auxiliares se han dividido en dos clases: instalaciones auxiliares industriales e instalaciones auxiliares no industriales.

Las instalaciones auxiliares industriales son aquellas que no serán utilizadas por personal administrativo y en las cuales se desarrollan trabajos específicamente operacionales. Por su parte, las instalaciones auxiliares no industriales son aquellas utilizadas por personal administrativo, en estas instalaciones se desarrollaran actividades netamente administrativas y/o actividades de control del personal de la mina.

En el cuadro 4.4.3.8-1 se muestra todas las instalaciones auxiliares para la operación de mina. Este listado se ha ordenado de acuerdo al tipo de instalación y a su ubicación.

**Cuadro 4.4.3.8-1. Descripción de la instalación tipo de instalación ubicación**

| <b>Instalación</b>                                | <b>Clase</b>       |
|---|--------------------|
| Taller de camiones, lubricación y equipos de mina | Industrial mina    |
| Taller y almacén de neumáticos de equipos de mina | Industrial mina    |
| Lavado de camiones de mina                        | Industrial mina    |
| Estación de servicio de combustible de mina       | Industrial mina    |
| Oficinas de mina                                  | No industrial mina |
| Caseta de control – Mina                          | No industrial mina |

Fuente: FOSPAC

#### **4.4.3.9 Recursos y suministros necesarios para las operaciones mina**

##### **A. Suministro de agua**

El abastecimiento, transporte, uso y almacenamiento de agua durante la etapa de construcción, será realizado para atender los requerimientos en los diferentes frentes de trabajos definidos en el proyecto y deberá ser proporcionada por el contratista y ser transportado en cisternas hasta el lugar de la obra.

En la etapa de operación mina, el uso principal de agua tendrá los siguientes fines:

- Control de polvo para el mantenimiento de vías dentro de mina.
- Lavado de equipos.
- Consumo humano.
- Otros.

Para el control del polvo en las vías dentro de mina, se regará durante el día con 2 camiones cisternas de 6 000 gl de capacidad. El regado será con agua de mar. De igual forma se hará en la zona de descarga de los camiones de mineral.

El consumo de agua potable por persona será de 0,2 m<sup>3</sup>/día.

##### **B. Energía.**

La demanda de energía eléctrica para el sistema de evacuación del desmonte y mineral es de 3 034 HP, equivalente a 2 260 kW. El cuadro 4.4.3.9-1 detalla la potencia requerida por cada equipo a utilizarse en la evacuación de desmonte y mineral.

**Cuadro 4.4.3.9-1. Energía eléctrica para el sistema de evacuación de desmonte y mineral**

| <b>N° Cantidad</b>               | <b>4</b>   | <b>32</b>                      | <b>4</b>             | <b>2</b>                         |
|----------------------------------|--|--------------------------------|----------------------|----------------------------------|
| <b>Equipo</b>                    | Tolva Alimentadora                                     | Fajas 40 m c/u de 50 Hp        | Telestacker          | Tolva Mineral                    |
| <b>Donde y Que hace</b>          | En Bco inferior, Recepciona Desmonte e inicia traslado | Bco inferior traslada desmonte | Descarga el desmonte | En superficie recepciona mineral |
| <b>Modelo Equipo</b>             |  | 42" X 130'                     | 42" X 190'           | Samson 1600                      |
| Energía /Diesel                  | <b>Electrico</b>                                       | <b>Electrico</b>               | <b>Electrico</b>     | <b>Electrico</b>                 |
| Movimiento Toneladas Humedas/año | 19,693,715   | 19,693,715                     | 19,693,715           | 8,974,532                        |
| <b>Potencia HP</b>               | <b>662</b>   | <b>1,600</b>                   | <b>662</b>           | <b>110</b>                       |

Fuente: FOSPAC

### **C. Mano de obra**

Se calculó el personal requerido en la mina en base al plan minero y a los requerimientos de los equipos mineros. El personal en la mina incluye a: supervisores, ingenieros y trabajadores a sueldo, y personas que trabajan por horas (asalariados) requeridas para operar y mantener las actividades de carga, transporte y actividades mineras de soporte. Algunos empleados de la lista de trabajo asalariado realmente se les pagarán por hora. Sin embargo, estos puestos de trabajo se encuentran asignados dentro de la categoría de costos Administrativos y Generales de la mina en lugar de estar asignados a las operaciones de la unidad de producción de carga, transporte, etc.

**Cuadro 4.4.3.9-2. Cantidad de mano de obra**

|  | Cantidad   | Nivel |
|--|------------|-------|
| Operadores Equipos Pesado a Tecnicos Expertos  | 33         | 4     |
| Operadores Equipo Pesado Operadores Nv A   | 217        | 5     |
| Operadores Equipo Ligero   | 19         |       |
| Mecanicos Electricos   | 152        | 5     |
| Ayudantes  | 33         | 6     |
| Superintendente Gral / Gerente Mina  | 1          | 1     |
| Jefaturas (Geol,Plan,Mantto, Segur)  | 4          | 2     |
| Ing. Supervisores en Mina Gda Dispath, Geolog,<br>Costos, Planeam, Seguridad, Matto) | 17         | 3     |
| <b>Total</b>   | <b>476</b> |       |

Fuente: FOSPAC.

#### **D. Requerimientos de combustible**

El consumo de combustible mensual será de aproximadamente 14 000 galones por día como máximo. Y se planifica construir tanques de combustible para no menos de 15 días de abastecimiento, lo cual indica una capacidad en total de 840 m<sup>3</sup> de combustible. En el cuadro 4.4.3.9-3 se muestra el ratio de consumo horario de combustible a utilizar por cada equipo en el proyecto minero. La figura 4.4.3.9-1 ilustra la distribución del consumo total de combustible y por equipos.

**Cuadro 4.4.3.9-3. Consumo total de combustible por equipos**

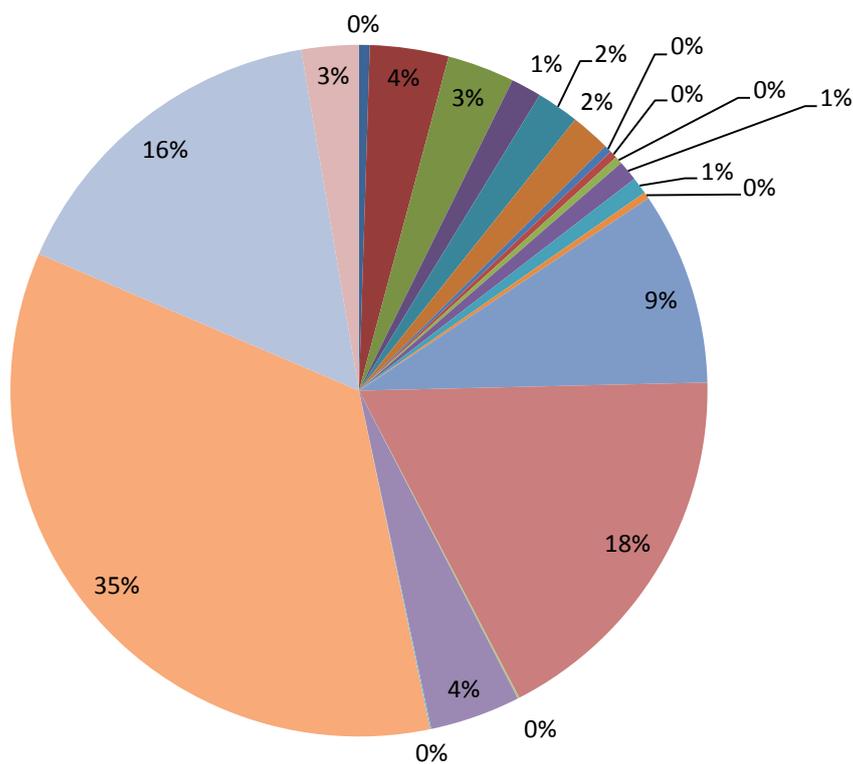
| Equipos                                 | Unid       | gal/hr | Parcial    | Suministro en: |
|---|------------|--------|------------|----------------|
| Pickup (4x4)                            | 9          | 0.4    | 4          | Grifo          |
| Motoniveladora 14M                      | 3          | 8.8    | 26         | Mina           |
| Camion de Agua                          | 2          | 11.3   | 23         | Grifo          |
| Retroexcavadora 345                     | 1          | 10.2   | 10         | Mina           |
| Camiones auxiliares                     | 2          | 7.1    | 14         | Grifo          |
| Rodillos (18.85 tn)                     | 3          | 4.4    | 13         | Mina           |
| Camion de combustible/lubricantes       | 1          | 2.5    | 3          | Grifo          |
| Camion de servicio pequeño              | 1          | 2.5    | 3          | Grifo          |
| Camion de servicio para neumáticos      | 1          | 2.5    | 3          | Grifo          |
| Camion con grua                         | 1          | 6.8    | 7          | Grifo          |
| Carretilla elevadora                    | 2          | 2.8    | 6          | Grifo          |
| Plantas de Luz                          | 7          | 0.3    | 2          | Mina           |
| Surface Miner 2500                      | 2          | 32.6   | 65         | Mina           |
| Camion articulados para mineral 740     | 18         | 7.1    | 128        | Grifo          |
| Tolva Sansom                            | 2          | 0.3    | 1          | Mina           |
| Cargador Frontal 988                    | 2          | 15.2   | 30         | Mina           |
| Camioneta de muestreo                   | 1          | 0.4    | 0          | Grifo          |
| Dozer D10 para Desmonte                 | 13         | 19.3   | 251        | Mina           |
| Dozer D8 (6 talud, 3 relleno y 3 rampa) | 11         | 10.4   | 115        | Mina           |
| Cargador a Desmonte 980                 | 3          | 6.4    | 19         | Mina           |
| <b>TOTAL</b>                            | <b>126</b> |        | <b>754</b> |                |

Fuente: FOSPAC.

**Figura 4.4.3.9-1. Ilustra la distribución del combustible utilizado por los equipos de mina.**

### Consumo total de combustible por equipos

- |   |                                       |
|---|---------------------------------------|
| ■ Pickup (4x4)                            | ■ Motoniveladora 14M                  |
| ■ Camion de Agua                          | ■ Retroexcavadora 345                 |
| ■ Camiones auxiliares                     | ■ Rodillos (18.85 tn)                 |
| ■ Camion de combustible/lubricantes       | ■ Camion de servicio pequeño          |
| ■ Camion de servicio para neumáticos      | ■ Camion con grua                     |
| ■ Carretilla elevadora                    | ■ Plantas de Luz                      |
| ■ Surface Miner 2500                      | ■ Camion articulados para mineral 740 |
| ■ Tolva Sansom                            | ■ Cargador Frontal 988                |
| ■ Camioneta de muestreo                   | ■ Dozer D10 para Desmorte             |
| ■ Dozer D8 (6 talud, 3 relleno y 3 rampa) | ■ Cargador a Desmorte 980             |



Fuente: FOSPAC.

## **E. Equipamiento.**

Para la selección y el dimensionamiento del equipo se ha considerado los siguientes criterios:

- Equipos convencionales y de uso estándar en minado de tajo abierto.
- Equipos con motorización diesel que permitan realizar una explotación altamente selectiva.
- Alta productividad y bajo costo por tonelada.
- Densidad del material a remover.
- Equipos de apoyo.
- Para extraer el material no requiere uso de perforación y voladura.

### **Distancias de acarreo**

Distancias de acarreo, Considerando las características de la excavación minera de gran extensión superficial, reducida profundidad, vaciado de desmonte en zonas ya excavadas y alimentadores de faja reubicables, necesita un trazado de las rutas dinámico y adaptable a la configuración de la mina a medida que la explotación avance.

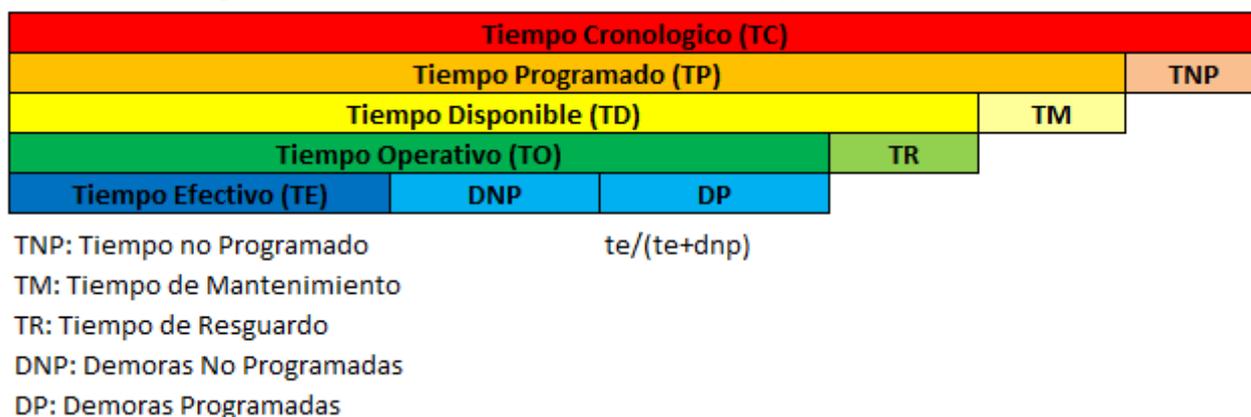
El procedimiento para determinar las distancias de acarreo fue el siguiente:

**Mineral.** Se trazaron rutas posibles desde el centro de gravedad de las capas de Mineral de cada block de explotación hasta la ubicación del alimentador a faja (tolva) al momento de efectuar la remoción del block. Se midieron las distancias adecuando las rutas a tramos con pendientes de 0%, +10% y -10%. Como el Alimentador de faja será reubicable, este adoptará diferentes posiciones durante la vida de la mina.

**Desmunte.** Se trasportará con un sistema de fajas y se depositará dentro del tajo en la zona que ya fue explotada previamente (extraído la capa siete de fosfato), esta disposición se hará al lado opuesto de la zona de explotación.

*Programación y control de tiempos,* Se ha proyectado un sistema de jornada continua en turnos de 12 horas/día. El tiempo programado será de 350 días al año, asumiendo que no se trabajaran 15 días/año por efectos climáticos, en la figura 4.4.3.9-2 se muestra las fórmulas de índices de operación.

**Figura 4.4.3.9-2. Fórmulas de índices operacionales**



Para el mineral, el corte, fragmentación y carguío se eligió utilizar el surfacer miner por su alta selectividad que permite reducir la dilución, además de cargar directamente a los camiones articulados que pueden operar en accesos de poco mantenimiento y cortas distancias.

Para el caso de desmunte el corte y traslado hasta un rango de 100 metros se optó por utilizar tractores sobre oruga de 574Hp de potencia y luego el traslado es con fajas transportadoras, en ello se priorizo obtener la menor distancia de traslado.

**- Equipos y maquinaria auxiliar para las operaciones mina**

Se denomina así a los equipos de apoyo complementario a la operación de los equipos principales de carguío y transporte.

Se proyecta utilizar un wheeldozer de gran potencia para que respalde y apoye eficientemente a los bulldózer en el traslado de desmonte. Así mismo, tractores sobre oruga harán la manipulación final del desmonte, ya que los las fajas tipo telestacker vaciarán sobre el piso del talud inclinado (17°) el desmonte.

Para la construcción de accesos operativos, regado de vías, peinado de taludes, etc., se estima utilizar equipos de motoniveladoras, tractores sobre neumáticos, rodillos, cisternas, etc. El resumen de los principales equipos se indica en el cuadro 4.4.3.9-4.

**Cuadro 4.4.3.9-4. Relación de los equipos operaciones mina**

| <b>EQUIPOS</b>                          | <b>Unid</b> |
|---|-------------|
| Pickup (4x4)                            | 9           |
| Soft y hard ware, instrumentos          | 2           |
| Bombas de mina                          | 2           |
| Tuberías de drenaje                     | 2           |
| Instrumentación geotécnica              | 1           |
| Motoniveladora 14M                      | 3           |
| Camión de Agua                          | 2           |
| Retroexcavadora 345                     | 1           |
| Camiones auxiliares                     | 2           |
| Compactors (18.85 tn)                   | 3           |
| Camión de combustible/lubricantes       | 1           |
| Camión de servicio pequeño              | 1           |
| Camión de servicio para neumáticos      | 1           |
| Camión con grúa                         | 1           |
| Carretilla elevadora                    | 2           |
| Plantas de Luz                          | 7           |
| Sistema dispatch                        | 1           |
| Infraestructura Temporal de mina        | 1           |
| Surface Miner 2500                      | 2           |
| Camión articulados para mineral 740     | 18          |
| Tolva Sansom                            | 2           |
| Cargador Frontal 988                    | 2           |
| Camioneta de muestreo                   | 1           |
| Drilling Equipment (LM38)               | 2           |
| Dozer D10 para Desmonte                 | 13          |
| Dozer D8 (6 talud, 3 relleno y 3 rampa) | 11          |
| Wheel Dozers 824H                       | 3           |
| Faja Jumper                             | 21          |
| Staker                                  | 3           |
| Tolva Dozers trap                       | 3           |
| Cargador a Desmonte 980                 | 3           |
| <b>TOTAL</b>                            | <b>126</b>  |

Fuente: FOSPAC

– **Taller de mantenimiento de equipos**

Se puede apreciar en el plano 830MI0009A-100-31-035 – ARREGLO GENERAL (Ver **Anexo 4-5**) que el taller de mantenimiento estará ubicado en la parte sur-oeste de la planta de beneficio. Ahí se prevé hacer el mantenimiento programado de los equipos, así como reparaciones pertinentes. Se estima un área de 1 600 m<sup>2</sup> para el número de equipos estimados en la sección anterior.

– **Suministro de combustible y lubricantes para equipos**

El grifo de combustible se ubicará al lado del Taller de Maquinaria Pesada, el cual abastecerá diariamente a los equipos. Adicionalmente, se incluirá un pequeño tanque de almacenamiento de 5000 galones de gasolina para consumo eventual de vehículos a gasolina que circulen por la zona.

La capacidad de almacenamiento de los tanques de diesel en la planta es para una autonomía de 15 días. Para ello se tendrá dos tanques de almacenamiento. En el caso del suministro de combustibles en mina, será proveído y transportado en flotas adecuadas para este producto.

– **Oficinas administrativas o ambiente de mina**

Las oficinas de mina estarán centralizadas en la zona contigua a la planta de beneficio y ocuparán un área aproximada de 260 m<sup>2</sup>. El edificio tendrá una capacidad para 30 personas, dispuesta con iluminación y ventilación adecuadas para todos sus recintos incluido baños, con capacidad para una sala de reunión, cuatro privados singles y siete privados para 5 estaciones de trabajo con particiones de 1,5 m de altura cada uno, cafetería y baños de acuerdo a normativa local.

#### 4.4.3.10 Inversión requerida

La inversión en la etapa de pre operación, asciende a 60 millones de dólares, necesarios para mover 30 millones de toneladas.

La inversión estimada para la adquisición de equipos asciende a 75 millones de dólares.

**Cuadro 4.4.3.10-1. Lista de equipos de uso general**

| Lista Equipos                      | Unid | Uso  |
|------------------------------------|------|------|
| Pickup (4x4)                       | 9.00 | Gral |
| Soft y hard ware, instrumentos     | 2.00 | Gral |
| Bombas de mina                     | 2.00 | Gral |
| Tuberias de drenaje                | 2.00 | Gral |
| Instrumentacion geotecnica         | 1.00 | Gral |
| Motoniveladora 14M                 | 3.00 | Gral |
| Camion de Agua                     | 2.00 | Gral |
| Retroexcavadora 345                | 1.00 | Gral |
| Camiones auxiliares                | 2.00 | Gral |
| Compactors (18.85 tn)              | 3.00 | Gral |
| Camion de combustible/lubricantes  | 1.00 | Gral |
| Camion de servicio pequeño         | 1.00 | Gral |
| Camion de servicio para neumáticos | 1.00 | Gral |
| Camion con grua                    | 1.00 | Gral |
| Carretilla elevadora               | 2.00 | Gral |
| Plantas de Luz                     | 7.00 | Gral |
| Sistema dispatch                   | 1.00 | Gral |
| Infraestructura Temporal de mina   | 1.00 | Gral |

Fuente: FOSPAC.

**Cuadro 4.4.3.10-2. Lista de equipos del tipo de uso destinado para desmante o mineral**

| <b>Equipo</b>                           | <b>Unid</b> | <b>Uso</b> |
|---|-------------|------------|
| Camion articulados para mineral 740     | 18.00       | Mineral    |
| Tolva Sansom                            | 2.00        | Mineral    |
| Cargador Frontal 988                    | 2.00        | Mineral    |
| Camioneta de muestreo                   | 1.00        | Mineral    |
| Drilling Equipment (LM38)               | 2.00        | Mineral    |
| Dozer D10 para Desmante                 | 13.00       | Desmante   |
| Dozer D8 (6 talud, 3 relleno y 3 rampa) | 11.00       | Desmante   |
| Wheel Dozers 824H                       | 3.00        | Desmante   |
| Faja Jumper                             | 21.00       | Desmante   |
| Telestaker                              | 3.00        | Desmante   |
| Tolva Dozers trap                       | 3.00        | Desmante   |
| Cargador a Desmante 980                 | 3.00        | Desmante   |

Fuente: FOSPAC.

La adquisición de la flota de equipos para la etapa pre operativa y de operación se realizará en el año -1 luego de una licitación de empresas especializadas.

#### **4.4.3.11 Costo de operación de mina**

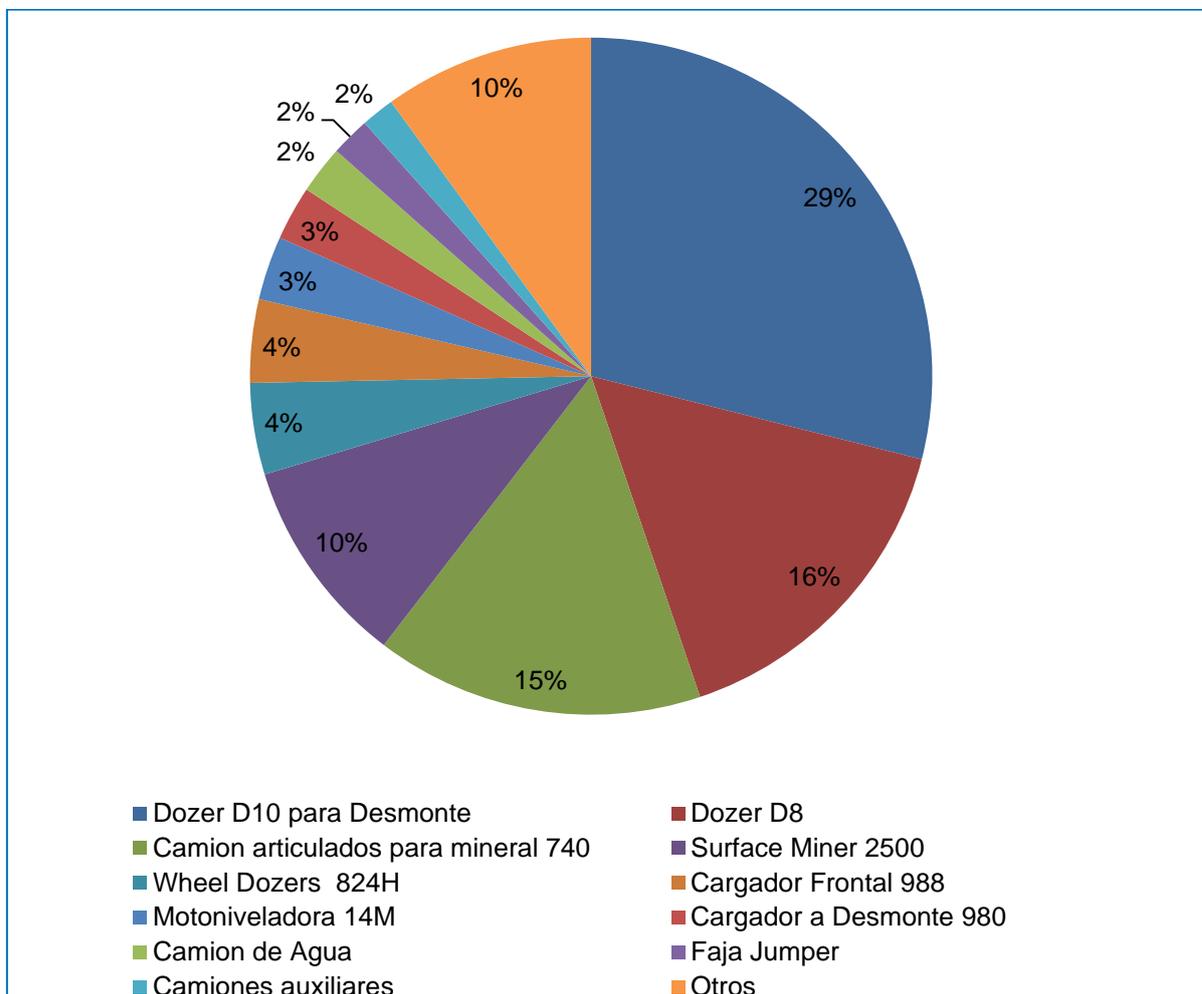
El costo de minado asciende a 1,02 \$/t de material (mineral y desmante). Para el mineral esto representa 7,35 \$/t de mineral. Por otro lado, el costo de operación mina expresado a nivel de concentrado es de 18,4 \$/t de concentrado. El detalle del costo de minado por equipo a utilizar se muestra en el cuadro 4.4.3.11-1.

**Cuadro 4.4.3.11-1. Costo de minado por equipo**

|                                     | Costo Total<br>\$/Hr   | Hrs netas/año<br>equipo | TMS<br>ORE/Hr | \$/TMS<br>Mineral |
|-------------------------------------|------------------------|-------------------------|---------------|-------------------|
| Pickup (4x4)                        | 36.00                  | 5,500                   | 1,140         | 0.03              |
| Soft y hard ware, instrumentos      | 4.80                   | 6,500                   | 965           | 0.00              |
| Bombas de mina                      | 3.32                   | 6,000                   | 1,045         | 0.00              |
| Tuberias de drenaje                 | 4.96                   | 6,000                   | 1,045         | 0.00              |
| Instrumentacion geotecnica          | 3.20                   | 6,500                   | 965           | 0.00              |
| Motoniveladora 14M                  | 173.76                 | 6,000                   | 1,045         | 0.17              |
| Camion de Agua                      | 142.50                 | 5,500                   | 1,140         | 0.12              |
| Retroexcavadora 345                 | 67.57                  | 6,000                   | 1,045         | 0.06              |
| Camiones auxiliares                 | 98.62                  | 5,500                   | 1,140         | 0.09              |
| Compactors (18.85 tn)               | 81.66                  | 6,000                   | 1,045         | 0.08              |
| Camion de combustible/lubricantes   | 14.40                  | 5,500                   | 1,140         | 0.01              |
| Camion de servicio pequeño          | 13.87                  | 5,500                   | 1,140         | 0.01              |
| Camion de servicio para neumáticos  | 13.87                  | 5,500                   | 1,140         | 0.01              |
| Camion con grua                     | 34.94                  | 5,500                   | 1,140         | 0.03              |
| Carretilla elevadora                | 30.74                  | 5,500                   | 1,140         | 0.03              |
| Plantas de Luz (luminarias)         | 12.95                  | 6,000                   | 1,045         | 0.01              |
| Sistema dispatch                    | 34.77                  | 6,500                   | 965           | 0.04              |
| Surface Miner 2500                  | 678.58                 | 5,000                   | 1,254         | 0.54              |
| Camion articulados para mineral 740 | 887.58                 | 6,000                   | 1,045         | 0.85              |
| Tolva Sansom                        | 55.14                  | 5,000                   | 1,254         | 0.04              |
| Cargador Frontal 988                | 226.76                 | 6,000                   | 1,045         | 0.22              |
| Camioneta de muestreo               | 4.00                   | 5,000                   | 1,254         | 0.00              |
| Drilling Equipment (LM38)           | 50.26                  | 5,500                   | 1,140         | 0.04              |
| Dozer D10 para Desmonte             | 1,650.74               | 6,000                   | 1,045         | 1.58              |
| Dozer D8                            | 904.75                 | 6,000                   | 1,045         | 0.87              |
| Wheel Dozers 824H                   | 249.36                 | 6,000                   | 1,045         | 0.24              |
| Faja Jumper                         | 127.05                 | 5,000                   | 1,254         | 0.10              |
| Telestaker                          | 38.64                  | 5,000                   | 1,254         | 0.03              |
| Tolva Dozers trap                   | 82.71                  | 5,000                   | 1,254         | 0.07              |
| Cargador a Desmonte 980             | 147.54                 | 6,000                   | 1,045         | 0.14              |
|                                     | <b>\$/ TMS</b>         |                         |               | <b>5.43</b>       |
|                                     | <b>M.O. \$/TMS</b>     |                         |               | <b>1.91</b>       |
|                                     | <b>Costo de Minado</b> |                         |               | <b>7.35</b>       |

Fuente: FOSPAC.

**Figura 4.4.3.11-1. Ilustración de costo de minado por equipo**



Fuente: FOSPAC.

#### **4.4.4 Planta de beneficio**

##### **4.4.4.1 Criterios de diseño del proceso**

En el **Anexo 4-8** se adjunta los criterios de diseño que se han utilizado para el diseño del proceso y la planta de beneficio así como los diagramas de proceso.

##### **4.4.4.2 Sistema de alimentación**

El mineral será transportado de la mina hacia la zona de transferencia mediante camiones, y será descargado en una tolva de una capacidad de 400 TMS que alimentara a la planta de beneficio, a través de un sistema de fajas.

##### **4.4.4.3 Capacidad instalada**

La planta de beneficio ha sido diseñada para una capacidad de producción anual de 2,5 millones de toneladas de concentrado de roca fosfórica con una ley de 29% de  $P_2O_5$ . Se espera que la producción del mineral bruto de mina extraído y procesado sea entre 6,3 millones de toneladas año.

##### **4.4.4.4 Memoria descriptiva del proceso**

###### **A Sistema de transporte de mineral de mina hasta la planta**

El mineral proveniente de la zona de transferencia de mina será enviada a planta mediante un sistema de fajas, el sistema de fajas estará equipado con sistemas de limpieza de fajas especialmente diseñados para los minerales de alta humedad. Esto minimizará el remanente de las partículas en la faja de regreso. En extremo de la penúltima faja se encontrará un electroimán que separará cualquier elemento metálico, finalmente sobre la última faja contendrá un balanza automática que registrará el peso del mineral alimentado a la pila de almacenamiento. La figura 4.4.4.4-1 muestra el diagrama del proceso.



## **B Pilas de almacenamiento del mineral en planta.**

El mineral (-100 mm) proveniente del sistema de fajas transportadoras se almacenará en cuatro pilas de almacenamiento, dos para la línea de proceso de “lavado + flotación” (L1) y dos para la línea de proceso de “lavado” (L2). El propósito de tener dos pilas de almacenamiento por cada línea de proceso es tal, que una pila puede ser almacenada y una pila puede ser recuperada de forma simultánea sin interferencia. Ver figura 4.4.4.4-1.

La capacidad total de almacenamiento de las pilas de mineral es de 157 200 t húmedas y las dimensiones de cada área es de 203 x 40 m. De las pilas, el mineral es alimentado a los tambores de restregado a través de un sistema de fajas transportadoras que tienen instalados balanzas automáticas para registrar el peso que se alimenta al tambor.

## **C Tambores de restregado.**

Los tambores de restregado (uno por cada línea) de 5,0 m de diámetro x 10,4 m de longitud permitirán liberar al material valioso de partículas de diatomita. Se agrega suficiente agua de recirculación (agua recuperada del rebose de los espesadores de lamas) a la alimentación para producir 50% de sólidos en la descarga. La descarga será zarandeada para retirar el material grueso + 2,360 micrones. Los tambores de restregado operan en circuito abierto. Ver figura 4.4.4.4-2.

**Cuadro 4.4.4.4-1. Características de diseño de los tambores de restregado**

| Tambor Restregador | Dimensiones del tambor restregador (m) | Alimentación ts/h | Tamaño superior de partícula de alimentación mm | Gravedad específica | % sólidos en los lodos de descarga | Potencia del motor kW |
|--------------------|--|-------------------|---|---------------------|------------------------------------|-----------------------|
| Línea 1            | 5 x 10,4                               | 488               | 200   | 2,55                | 50                                 | 1250                  |
| Línea 2            | 5 x 10,4                               | 488               | 200   | 2,63                | 50                                 | 1250                  |

Fuente: FOSPAC.

#### **D Clasificación a la descarga del tambor de restregado**

La descarga de los tambores de restregado (uno por línea) será clasificada en una zaranda de plataforma simple (uno por cada línea) para separar el material grueso de baja ley (+ 2 360 micrones). Mediante el uso de barras rociadoras con boquilla se lavara el mineral en la plataforma utilizándose aproximadamente 100 m<sup>3</sup>/h de agua recirculada del proceso. Durante la operación normal, el material grueso de mayor tamaño del cribado (material grueso + 2 360 micrones) será descargado mediante una faja transportadora hacia una pila de almacenamiento de gruesos (+ 2 360 micrones) fuera de la planta. La pila de almacenamiento de material grueso tendrá una capacidad total de 2 130 toneladas métricas húmedas ocupando y un diámetro de 32 m y de esta área durante los primeros cuatro años, este material será enviado hacia el depósito de desmonte mediante camiones, y los siguientes años este material será enviado a la mina mediante un sistema de fajas transportadoras.

Las características técnicas principales de las cribas o zarandas se pueden apreciar en el cuadro 4.4.4.4-2. Por otro lado, la figura 4.4.4.4-2 muestra el diagrama de proceso de los tambores de restregado con sus respectivas zarandas y pila de almacenamiento de material grueso.

Por su parte, los finos del cribado (de menor tamaño) se descargará a una tolvas de recepción y desde allí los lodos finos se alimentarán a los circuitos de deslamado mediante bombas centrífugas.

**Cuadro 4.4.4.4-2. Características de diseño de las zarandas**

| Criba         | Tipo                         | Número            | Tonelaje de alimentación del tambor de restregado ts/h | Tamaño de partición por clasificación micrones | Gravedad específica | % Sólidos de mayor tamaño de criba | Potencia del motor kW |
|---------------|------------------------------|-------------------|--|--|---------------------|------------------------------------|-----------------------|
| Criba línea 1 | Vibrador de plataforma doble | 1 + 1 en stand by | 488  | 2,360  | 2,55                | 58                                 | 2,2                   |
| Criba línea 2 | Vibrador de plataforma doble | 2                 | 488  | 2,360  | 2,63                | 58                                 | 2,2                   |

Fuente: FOSPAC.



## **E Ciclones de deslamado**

El objetivo principal del deslamado es eliminar las impurezas de sílice y arcilla presente en el material. Este proceso se llevará a cabo en dos líneas, que combina ciclones con celdas de atrición en serie. En la línea 1 (de lavado + flotación) el deslamado se realizará en 4 etapas, mientras que en la línea 2 (de lavado) el deslamado se realizará en 3 etapas

La descarga de gruesos de los ciclones de deslamado de la tercera etapa de cada línea son clasificados en una zaranda vibratoria, para retirar las partículas gruesas de + 425 micrones.

El producto del zarandeo de mayor tamaño denominado “gruesos +425 micrones”, será procesado en un circuito de molino de barras. Por su parte, el menor tamaño (finos) de la zaranda será transportado al espesador del concentrado para el caso de la línea de “lavado”. En el caso de la línea de “lavado + flotación”, los finos del zarandeo 425 micrones serán enviado a flotación.

Los finos (lomas) obtenidos de todas las etapas de deslamados (cicloneos) serán descargados por gravedad a una cuneta común y conducida al Espesor de Lomas para recuperar el agua, sedimentar los sólidos para su posterior disposición.

Las etapas de deslamado operarán con una alimentación similar en cuanto a contenido de sólidos y presión se refiere, diferenciándose una de otra por el volumen de lodo y el número de ciclones que operan. El cuadro 4.4.4.4-3 muestra las principales características de las diversas etapas de deslamado.

**Cuadro 4.4.4.4-3. Características de diseño del proceso de deslamado línea 1 “lavado + flotación”**

| <b>Etapas Línea 1</b> | <b>Total de ciclones</b> | <b>Ciclones en operación</b> | <b>Tamaño de corte del ciclón (micrones)</b> | <b>Sólidos en la alimentación (%)</b> | <b>Gravedad específica</b> | <b>Flujo de alimentación ts/h</b> | <b>Sólidos en los finos (%)</b> | <b>Sólidos en el grueso (%)</b> |
|-----------------------|--------------------------|------------------------------|--|---------------------------------------|----------------------------|-----------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| Etapa 1               | 40                       | 36                           | 53   | 25                                    | 2,57                       | 119                               | 11                              | 58                              |
| Etapa 2               | 26                       | 23                           | 53   | 25                                    | 2,69                       | 288                               | 3                               | 65                              |
| Etapa 3               | 22                       | 20                           | 53   | 25                                    | 2,72                       | 272                               | 1                               | 65                              |
| Etapa 4               | 20                       | 18                           | 53   | 25                                    |                            | 207                               | <1                              | 65                              |

Fuente: FOSPAC S.A.

**Cuadro 4.4.4.4-4. Características de diseño del proceso de deslamado línea 2 “lavado”**

| <b>Etapas Línea 2</b> | <b>Total de ciclones</b> | <b>Ciclones en operación</b> | <b>Tamaño de corte del ciclón (micrones)</b> | <b>Sólidos en la alimentación (%)</b> | <b>Gravedad específica</b> | <b>Flujo de alimentación ts/h</b> | <b>Sólidos en los finos (%)</b> | <b>Sólidos en el grueso (%)</b> |
|-----------------------|--------------------------|------------------------------|--|---------------------------------------|----------------------------|-----------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| Etapa 1               | 40                       | 36                           | 53   | 25                                    | 2,66                       | 120                               | 11                              | 58                              |
| Etapa 2               | 28                       | 24                           | 53   | 25                                    | 2,83                       | 289                               | 3                               | 65                              |
| Etapa 3               | 24                       | 22                           | 53   | 25                                    | 2,86                       | 272                               | 1                               | 65                              |

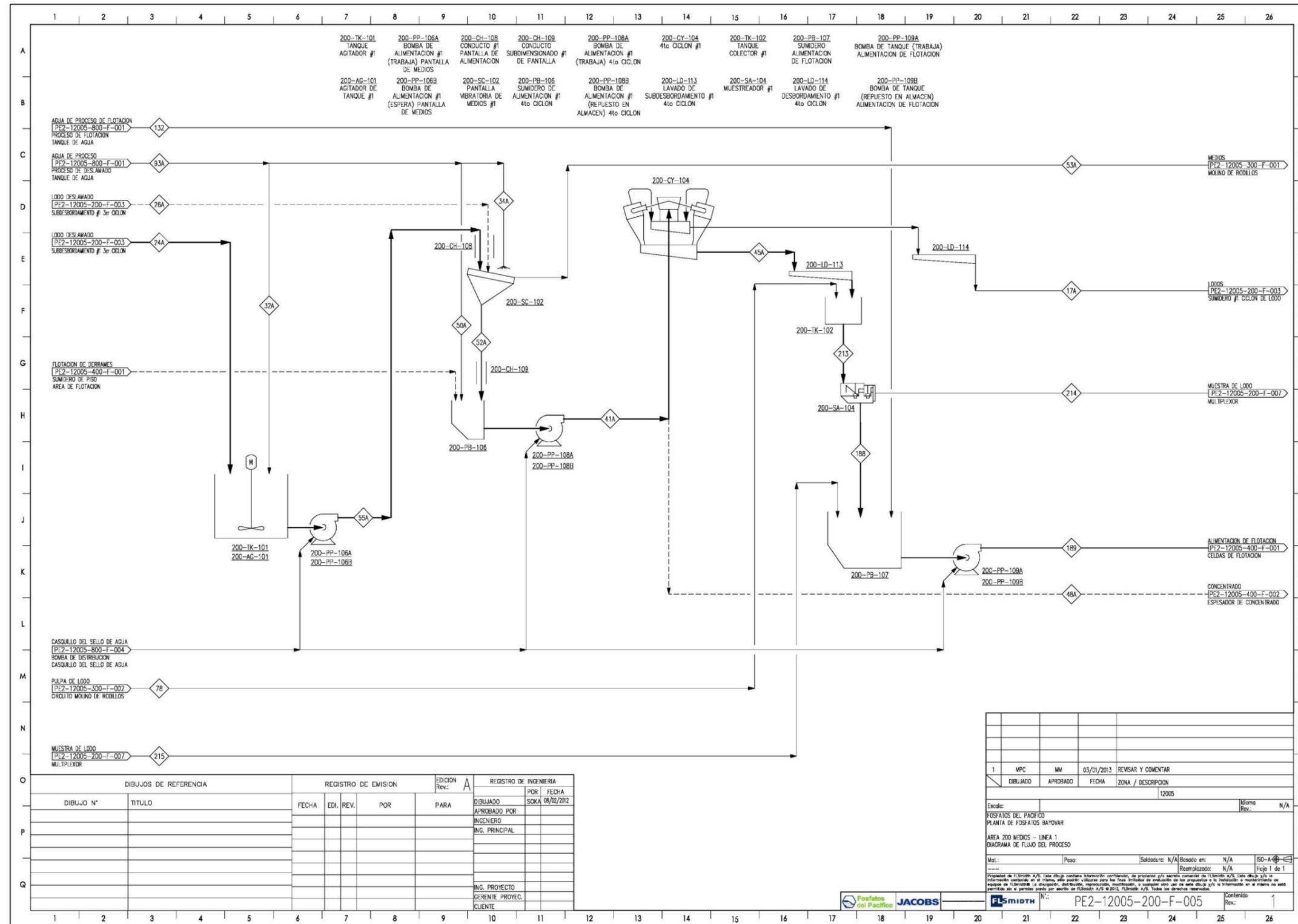
Fuente: FOSPAC S.A.

## **F Celdas de atrición**

Las celdas de atrición se utilizan para desagregar los finos adheridos a las partículas de fosfato. Las celdas serán instaladas entre cada una de las etapas de deslamado (cicloneo) también se instalará un banco de atrición adicional en el deslamado del producto molido del +425 micrones. Las celdas de atrición en el circuito de deslamado consisten de dos bancos para cada línea, que operan en paralelo. Ver figuras 4.4.4.4-3 y 4.4.4.4-5 que muestran el proceso de deslamado de la línea 1 “lavado + flotación”, igualmente, las figuras 4.4.4.4-5 y 4.4.4.4-6 que muestran el proceso de deslamado de la línea 2 “lavado”.



Figura 4.4.4-4. Diagrama de proceso de los ciclones de deslamado, cribado y celdas de atrición, línea 1 "lavado + flotación".







## G Molienda de Gruesos + 425 micrones.

Como se dijo en el ítem E, el material gruesos +425 micrones serán transportados a una tolva y de esta se alimenta a un molino de barras.

La alimentación al molino se realiza a través de un sistema fajas equipado con una balanza para controlar la dosificación. La molienda se realiza en húmedo y opera en circuito cerrado con una zaranda que clasifica el material, reciclando los gruesos al molino. Las partículas de menor tamaño de la zaranda siguen el proceso de deslamado de dos etapas (con una sola etapa de atrición en medio) para retirar cualquier lama que se haya formado en el molino de barras. El producto de deslamado se alimenta al circuito de flotación.

**Cuadro 4.4.4.4-5. Características de diseño del molino de barras**

| Flujo de alimentación ts/h | P80 de alimentación micrones | P80 del producto micrones | % Sólidos de descargas | Carga en circulación % | Gravedad específica | Carga del molino (operativo) % | Potencia del motor kW | Tamaño del molino de barras (D/L) |
|----------------------------|------------------------------|---------------------------|------------------------|------------------------|---------------------|--------------------------------|-----------------------|-----------------------------------|
| 61                         | 1300                         | 160                       | 65                     | 150                    | 2,72                | 25                             | 1400                  | 4,3/6,4                           |

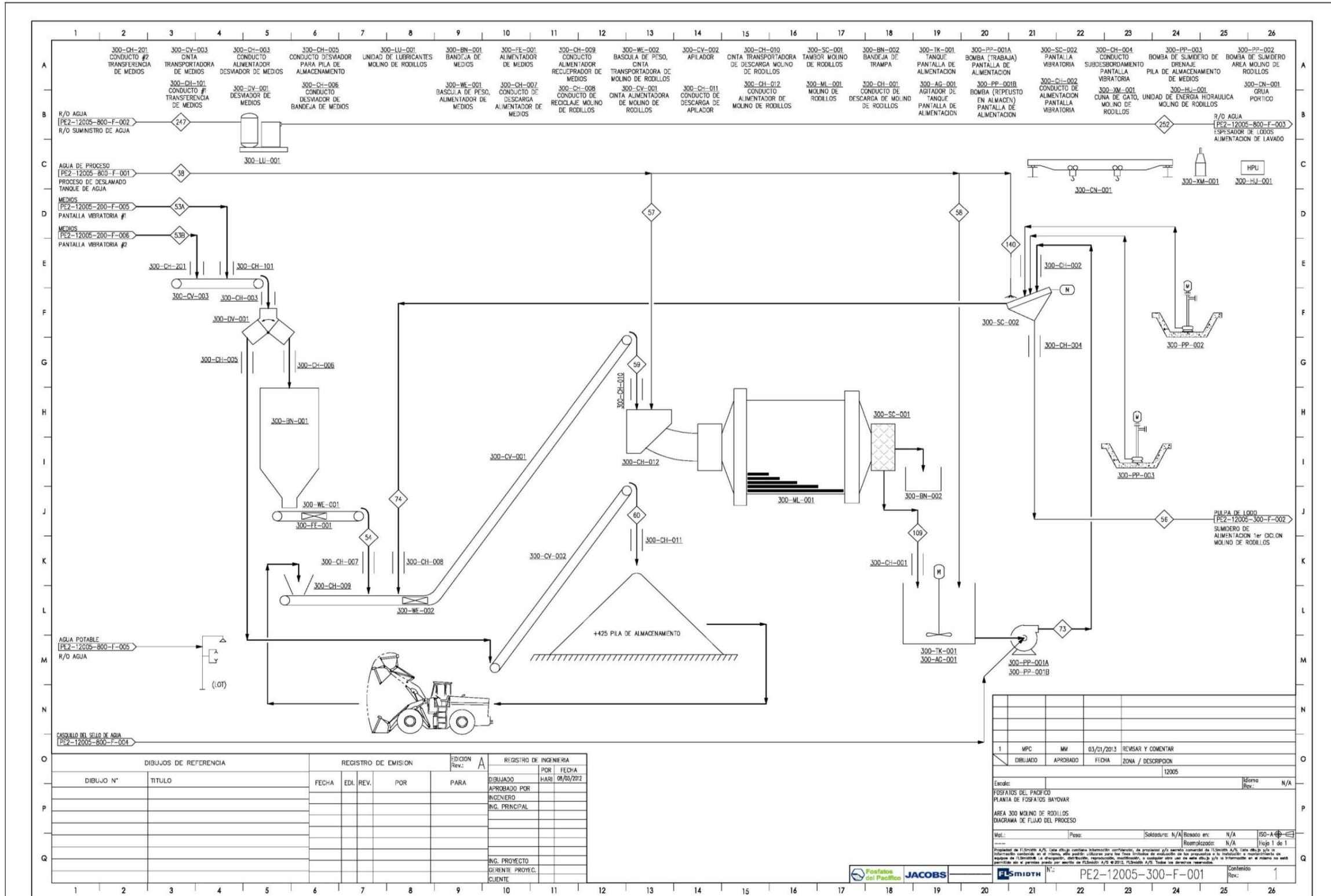
Fuente: FOSPAC.

**Cuadro 4.4.4.4-6. Características de diseño del deslamado del producto del molino de barras**

| Deslamado | Total de ciclones | Ciclones en operación | Tamaño de corte del ciclón (micrones) | Sólidos en la alimentación (%) | Gravedad específica | Flujo de alimentación ts/h | Sólidos en los finos (%) | Sólidos en el grueso (%) |
|-----------|-------------------|-----------------------|---------------------------------------|--------------------------------|---------------------|----------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Etapla 1  | 16                | 13                    | 38                                    | 25                             | 2,72                | 61                         | 8                        | 65                       |
| Etapla 2  | 14                | 11                    | 38                                    | 25                             | 2,75                | 47                         | 4                        | 65                       |

Fuente: FOSPAC.

Figura 4.4.4-7. Diagrama del proceso de molienda del material grueso + 425 micrones.





## **H Flotación Inversa**

Las celdas de flotación se utilizarán sólo en la línea de “lavado + flotación”. La alimentación a las celdas de flotación inversa provienen del deslamado (producto de la etapa de atrición) de los ciclones de la cuarta etapa y del producto de deslamado del circuito del molino de barras del material grueso +425 micrones.

El circuito de flotación inversa consiste de un sólo banco de ocho celdas de flotación, de las cuales se utilizarán 6, quedando dos celdas en stand by, las mismas que se utilizaran en el caso de que se requiera tiempo de retención adicional.

Las celdas de flotación inversa utilizarán como colector un reactivo del tipo amina JP1, el cual será dosificado en los cajones de alimentación a las celdas de flotación. La amina genera que la sílice y otras impurezas floten y sean recolectados en la espuma. Ya que se trata de flotación inversa, la espuma contiene material de desecho y será considerado como desecho de flotación. La parte no flotada es el producto y es considerado como el concentrado del circuito de flotación.

Los desechos (espumas) de las celdas de flotación irán al espesador, mientras que el concentrado (producto) del banco de flotación irá al espesador de concentrados para recuperar el agua, posteriormente el producto será filtrado, ver figura 4.4.4.4-9.

**Cuadro 4.4.4-7. Características principales de las celdas de flotación**

| Tipo de celdas | Flujo de alimentación m <sup>3</sup> /h* | % Sólidos de en la alimentación | Volumen de celda de flotación m <sup>3</sup> | Gravedad específica | Número de celdas | Tipo de colector |
|----------------|--|---------------------------------|--|---------------------|------------------|------------------|
| Circular       | 1069                                     | 25                              | 20   | 2,74                | 8                | Amina JP1        |

Fuente: FOSPAC.

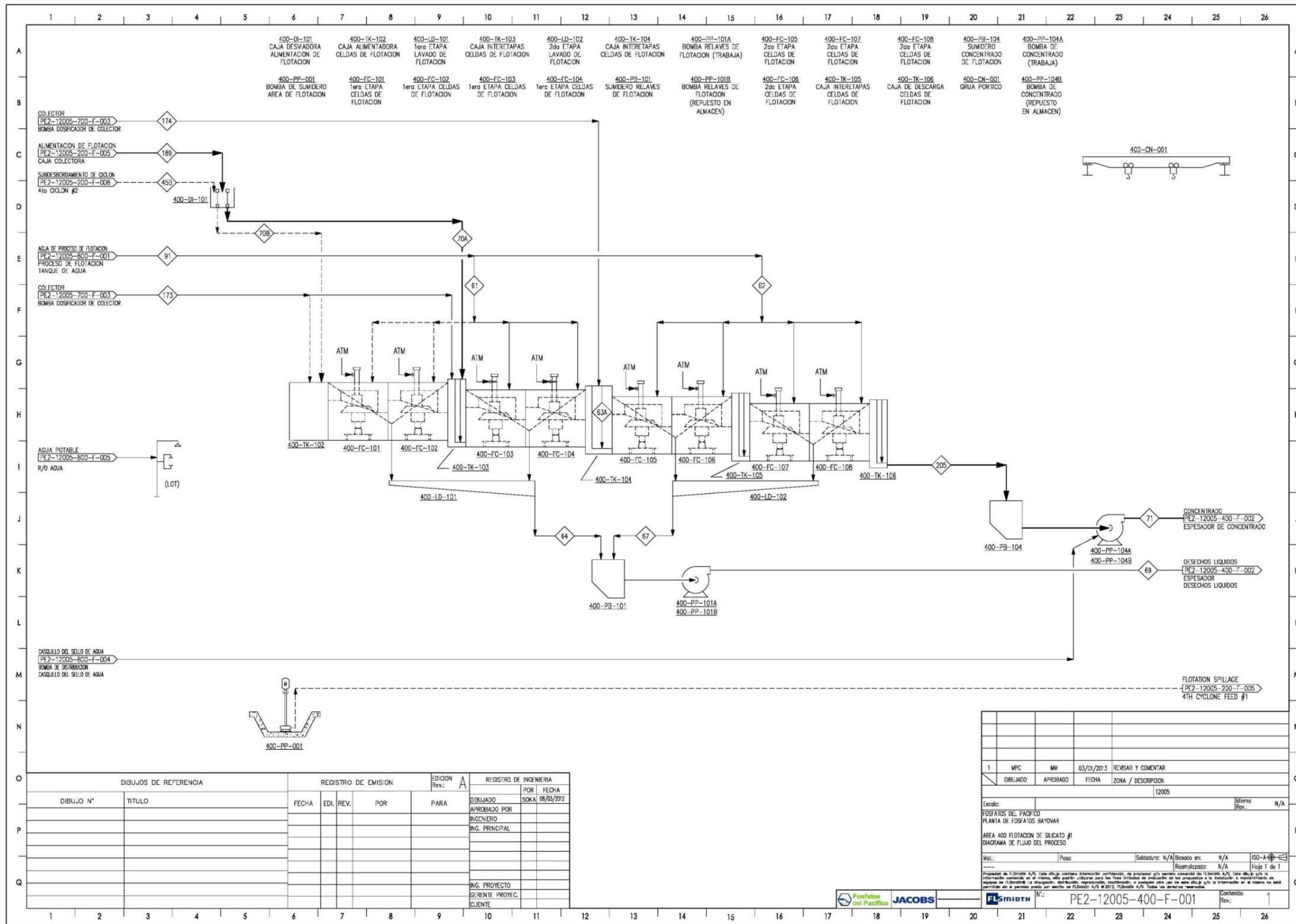
(\*) Flujo Alimentación: Producto obtenido de atricción más el producto del molino de barras (+425  $\mu$ m).

#### **I Recuperación de agua del concentrado de flotación inversa.**

La recuperación del agua del concentrado de la flotación inversa se realiza a través de un espesador de concentrados de 20 m de diámetro. La alimentación al espesador de concentrados está constituida por el producto de la flotación inversa de la línea 1 (línea de lavado + flotación) y el producto del circuito de atricción de la línea 2 (línea de lavado). Los productos de las dos líneas (lavado +flotación y sólo lavado) antes de ingresar al espesador son acondicionados con floculante en una caja de alimentación.

En el espesador los sólidos que son el concentrado, son descargados por la parte inferior del espesador, este concentrado posteriormente será filtrado, mientras que el agua sobrenadante es recuperado y recirculado al proceso de flotación a través de los tanques de recirculación.

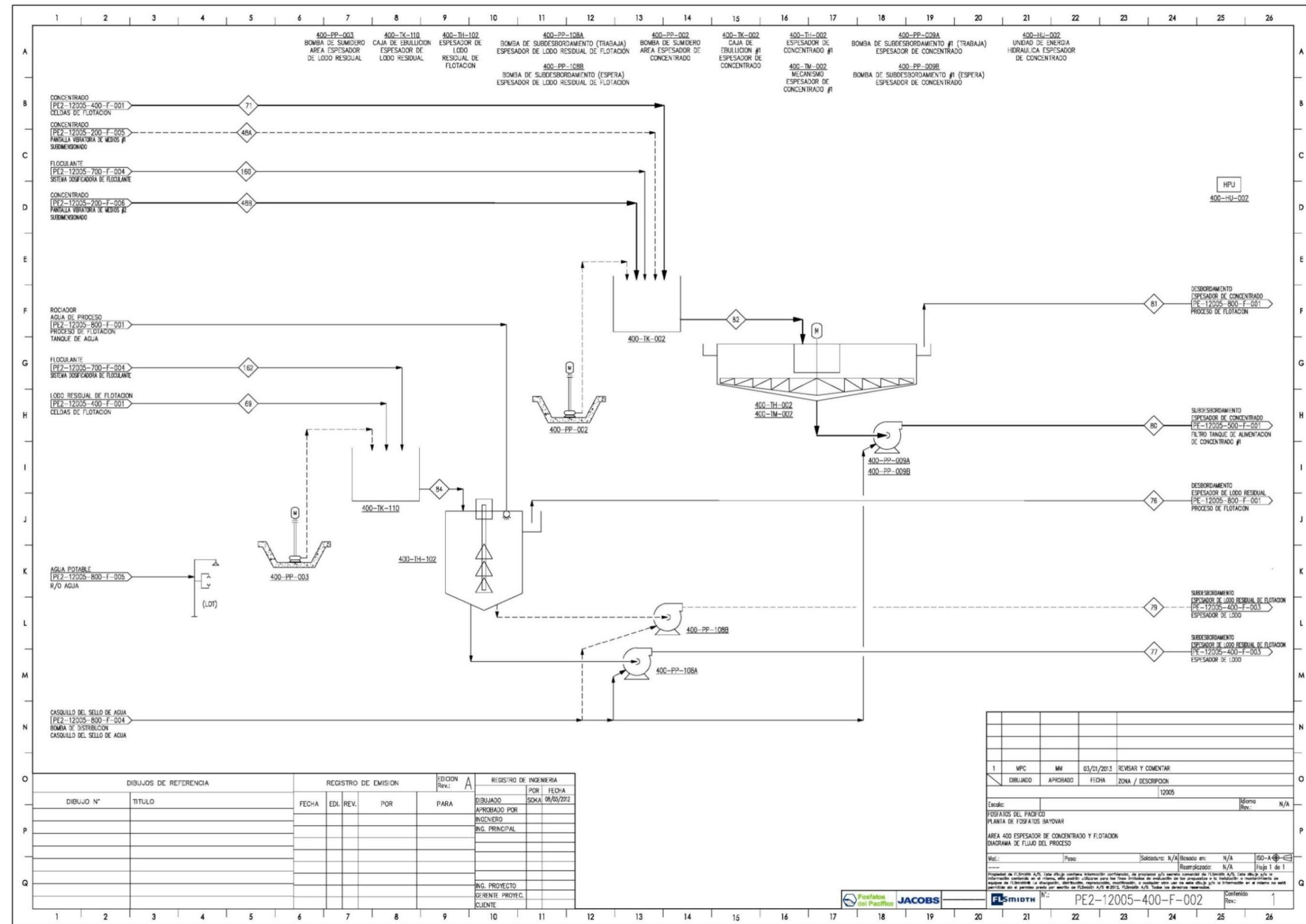
Figura 4.4.4-9. Diagrama de proceso de la flotación inversa



| DIBUJOS DE REFERENCIA |        | REGISTRO DE EMISION |      |      |     | EDICION | REGISTRO DE INGENIERIA |            |
|-----------------------|--------|---------------------|------|------|-----|---------|------------------------|------------|
| DIBUJO N°             | TITULO | FECHA               | EDI. | REV. | POR | PARA    | DIBUJADO POR           | POR        |
|                       |        |                     |      |      |     |         | SOKA                   | 06/03/2012 |
|                       |        |                     |      |      |     |         | ING. PRINCIPAL         |            |
|                       |        |                     |      |      |     |         | ING. PROYECTO          |            |
|                       |        |                     |      |      |     |         | GERENTE PROYEC.        |            |
|                       |        |                     |      |      |     |         | CLIENTE                |            |

| 1   | MPC      | MM        | 03/01/2013         | REVISAR Y COMENTAR |
|---|----------|-----------|--------------------|--------------------|
| DIBUJADO  | APROBADO | FECHA     | ZONA / DESCRIPCION |                    |
|   |          |           | 12005              |                    |
| Escriba:  |          |           |                    | Edición            |
| FOSFATOS DEL PACIFICO   |          |           |                    | N/A                |
| PLANTA DE FOSFATOS BAJOVAR  |          |           |                    | Rev.               |
| AREA 400 FLOTACION DE SILICATO #1   |          |           |                    |                    |
| DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO   |          |           |                    |                    |
| Mat:  | Peso:    | Saludura: | N/A                | ISO-A              |
|   |          |           | Reemplazador:      | N/A                |
| Propiedad de FLSMIDTH A/S. Toda esta información es confidencial de FLSMIDTH A/S. Toda esta información contiene en sí misma, y no puede utilizarse para los fines limitados de evaluación de los productos o la instalación o mantenimiento de equipos de FLSMIDTH o sus equipos. Distribución, reproducción, modificación, o cualquier otro uso de esta información sin el consentimiento escrito por escrito de FLSMIDTH A/S. © 2012, FLSMIDTH A/S. Todos los derechos reservados. |          |           |                    | Hoja 1 de 1        |
| N°: PE2-12005-400-F-001   |          |           |                    | Contenido          |
|   |          |           |                    | Rev.: 1            |

Figura 4.4.4-10. Diagrama de proceso de recuperación de agua de los espesadores de la flotación inversa



**Cuadro 4.4.4.4-8. Características de diseño del espesador de concentrados**

| Tipo de espesador | Diámetro del espesador m | % Sólidos en la alimentación | Gravedad específica | Flujo del líquido clarificado m <sup>3</sup> /h | Flujo de lodo de finos de relave m <sup>3</sup> /h | Floculante          |
|-------------------|--------------------------|------------------------------|---------------------|---|--|---------------------|
| H. R.             | 20                       | 30                           | 2,88                | 788   | 388  | Cat -Floc 8103 Plus |

Fuente: FOSPAC.

## **J Filtración de concentrado**

La filtración del concentrado se realiza en dos filtros de faja horizontal (características cuadro N° 4.4.4.4-9) de 86 m<sup>2</sup> de área filtrante que trabajan en paralelo reduciendo la humedad del concentrado de 48% a 15 % en peso. Cada filtro tiene una configuración de lavado en contracorriente con tres etapas de lavado, con el agua desalinizada proveniente de la planta de osmosis.

Por otro lado, el agua caliente producida en los enfriadores Hydro-Aire también se utilizará como agua para lavado del concentrado

Debido al lavado de contracorriente de tres etapas, existen tres receptores de filtrado para cada filtro,

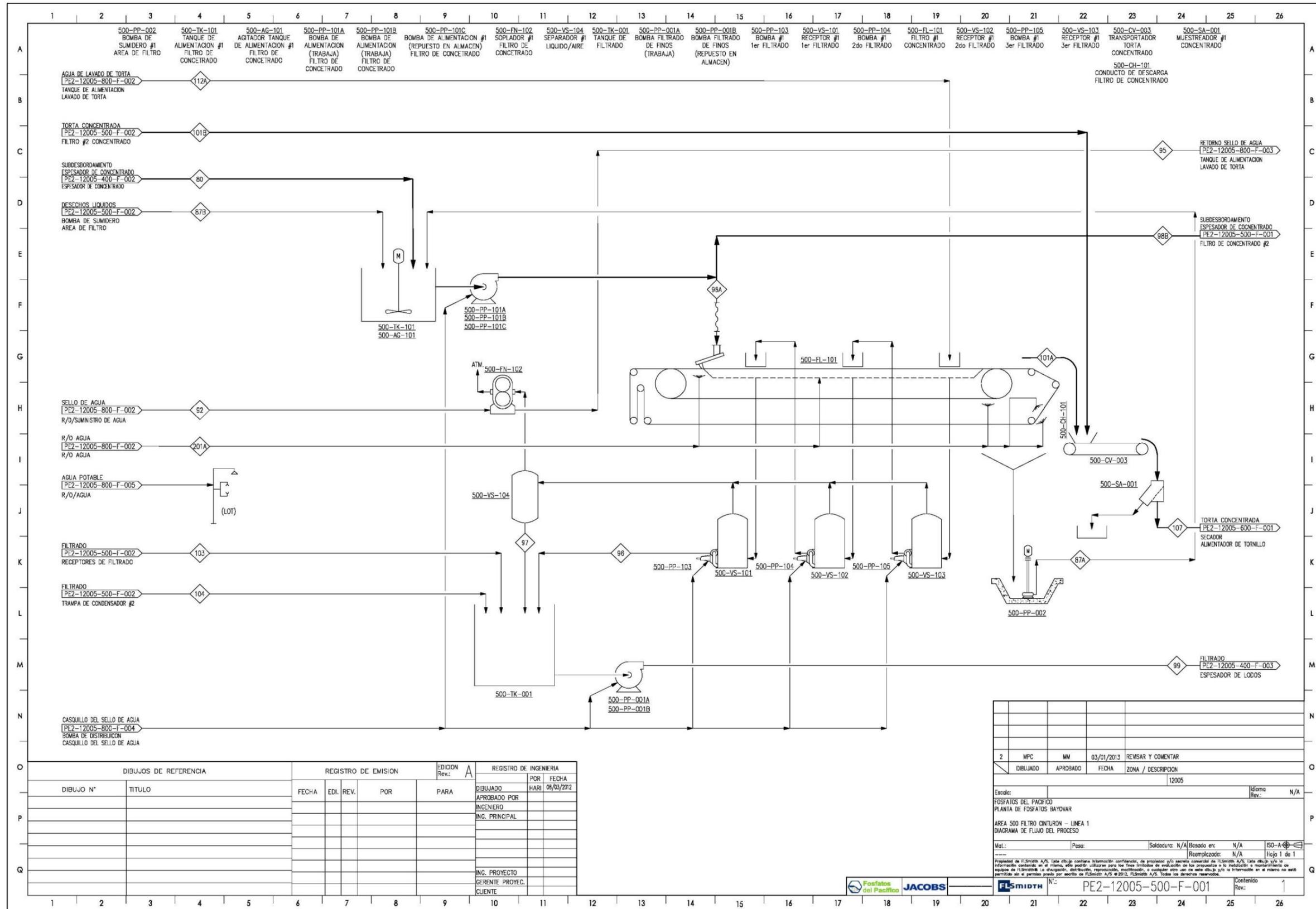
Finalmente, el producto obtenido en el filtro se descarga en un transportador que lleva el material a la sección de secado/calcinado.

**Cuadro 4.4.4-9. Características de diseño del filtro de concentrado**

| Línea | Tipo de Filtro  | Área de filtración m <sup>2</sup> | Flujo de alimentación t/h | Tasa de filtración kg/m <sup>2</sup> h | % Sólidos en la alimentación | % humedad en la torta | Agua de lavado KgH <sub>2</sub> O/Kg sólidos | Etapas de lavado |
|-------|-----------------|-----------------------------------|---------------------------|--|------------------------------|-----------------------|--|------------------|
| 1     | Faja horizontal | 86                                | 220                       | 3200                                   | 62                           | 15                    | 0,32   | 3                |
| 2     | Faja horizontal | 86                                | 220                       | 3200                                   | 62                           | 15                    | 0,32   | 3                |

Fuente: FOSPAC

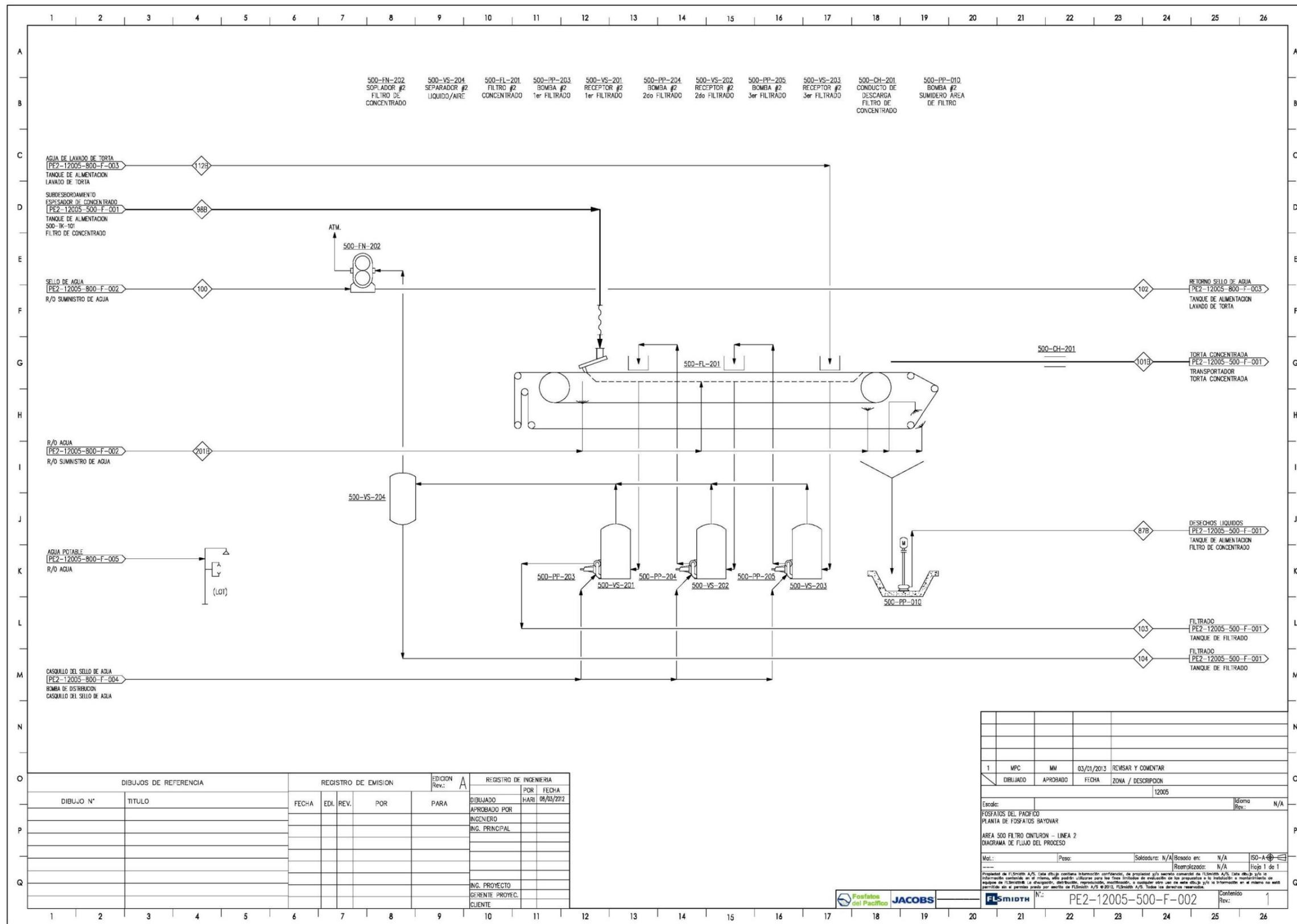
Figura 4.4.4-11. Diagrama de proceso del filtrado de concentrado Filtro N° 1.



| DIBUJOS DE REFERENCIA |        | REGISTRO DE EMISION |      |      |     | EDICION | REGISTRO DE INGENIERIA |              |           |
|-----------------------|--------|---------------------|------|------|-----|---------|------------------------|--------------|-----------|
| DIBUJO N°             | TITULO | FECHA               | EDI. | REV. | POR | Rev.    | PARA                   | DISEÑADO POR | INGENIERO |
|                       |        |                     |      |      |     |         |                        |              |           |
|                       |        |                     |      |      |     |         |                        |              |           |
|                       |        |                     |      |      |     |         |                        |              |           |
|                       |        |                     |      |      |     |         |                        |              |           |
|                       |        |                     |      |      |     |         |                        |              |           |
|                       |        |                     |      |      |     |         |                        |              |           |
|                       |        |                     |      |      |     |         |                        |              |           |
|                       |        |                     |      |      |     |         |                        |              |           |
|                       |        |                     |      |      |     |         |                        |              |           |

|  |          |            |               |  |
|--|----------|------------|---------------|--|
| 2  | MPC      | MM         | 03/01/2013    | REVISAR Y COMENTAR                           |
|  | DIBUJADO | APROBADO   | FECHA         | ZONA / DESCRIPCION                           |
|  |          |            |               | 12005  |
| Escala:  |          | Idioma:    |               | N/A  |
| FOSFATOS DEL PACIFICO  |          |            |               |  |
| PLANTA DE FOSFATOS HAYOVAR   |          |            |               |  |
| AREA 500 FILTRO CINTURON - LINEA 1   |          |            |               |  |
| DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO  |          |            |               |  |
| Mol:   | Peso:    | Soldadura: | Basado en:    | N/A  |
|  |          |            | Reemplazador: | N/A  |
| Hoja 1 de 1  |          |            |               |  |
| <small>Propiedad de Flsmith A/S. Este dibujo contiene información confidencial, de propiedad y/o secreto comercial de Flsmith A/S. Toda otra información contenida en el mismo, sólo podrá utilizarse para los fines limitados de evaluación de las propuestas a la instalación o mantenimiento de equipos de Flsmith. La divulgación, distribución, reproducción, modificación, o cualquier otro uso de este dibujo, sin el consentimiento escrito de Flsmith A/S, está estrictamente prohibido. Todos los derechos reservados.</small> |          |            |               |  |
|  |          |            |               | N°: PE2-12005-500-F-001<br>Contenido Rev.: 1 |

Figura 4.4.4-12. Diagrama de proceso del filtrado de concentrado Filtro N° 2.



## **K Secado de concentrado**

El concentrado producido por los filtros necesita secarse para extraer la humedad y de esta forma cumplir con los requerimientos de transporte y embarque. Para este propósito, se utilizará un secador y un calcinador, por lo tanto, todos los materiales pasarán por el proceso de secado y sólo pasarán por el calcinador cuando sea necesario. El secador y el calcinador estarán dispuestos en serie para minimizar los gastos de energía.

El concentrado producido en los filtros se alimenta al secador a través de fajas transportadoras y luego a través de un tornillo transportador. El tornillo transportador facilita la extracción de la humedad superficial del producto. Todo polvo arrastrado en el aire del conducto de salida del secador se recolecta en un filtro electrostático. El polvo recolectado del filtro que tiene baja ley, es mezclado con agua recirculada y se bombea al espesador de Lamas. El aire limpio del filtro electrostático se descarga a la atmósfera.

El producto del secador va al Calcinador, donde el producto es calentado a una temperatura mayor para eliminar toda humedad del producto.

El producto sale del calcinador y va a los dos enfriadores Hydro-Aire. Los enfriadores son aquellos de tipo cama fluidizada con tubos internos de agua de enfriamiento. Los enfriadores poseen ventiladores que fluidifican los sólidos y el agua de enfriamiento fluye a través de los tubos dentro del enfriador.

El producto del enfriador es transportado a una mezcladora de concentrado, donde se adiciona agua desalinizada de la planta de osmosis para dar al concentrado una humedad de 3 a 6% y evitar la generación de polvo en el transporte y embarque del producto.

El aire caliente utilizado en el secador y calcinador proviene de calentadores de aire individuales, los cuales han sido diseñados para utilizar tres tipos de combustibles (carbón pulverizado de antracita, gas natural, diesel o petróleo residual). La fuente principal de combustible será el carbón de antracita pulverizado.

**Cuadro 4.4.4.4-10. Características de diseño del secador y calcinador**

| Tasa de alimentación t/h | % humedad en la alimentación | Temperatura de alimentación °C | Temperatura del secador °C | Temperatura del calcinador °C | Consumo de combustible Kg/t | Poder calorífico del combustible Kcal/kg | Humedad del concentrado después del mezclador % | Humedad del concentrado después del calcinador % |
|--------------------------|------------------------------|--------------------------------|----------------------------|-------------------------------|-----------------------------|--|---|--|
| 441                      | 15                           | 21                             | 120                        | 420                           | 41,3                        | 6,000                                    | 6   | 0  |

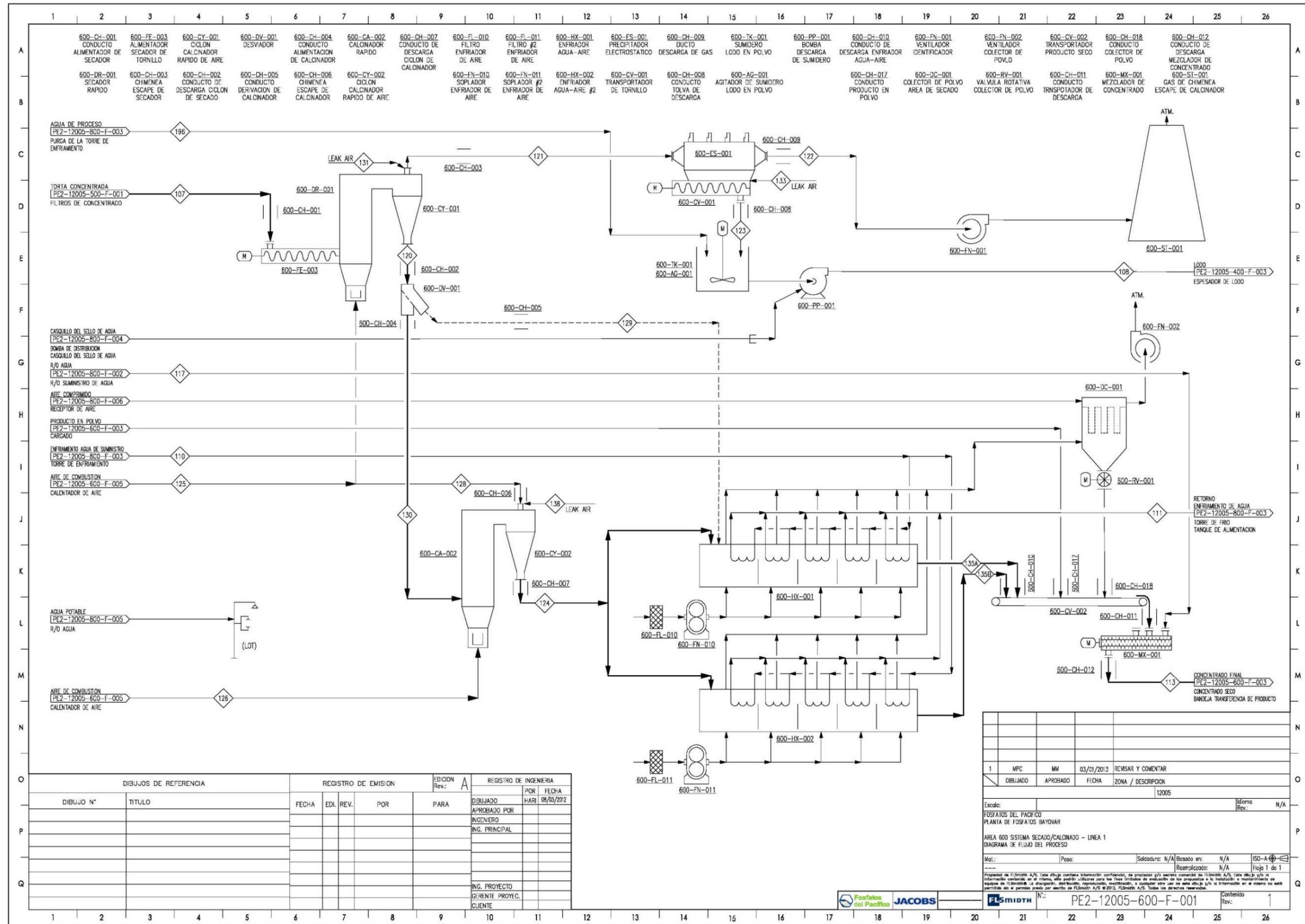
Fuente: FOSPAC.

**Cuadro 4.4.4.4-11. Características de diseño del Filtro Electrostático y enfriador**

| Precipitador electrostático |                                     |                         |                            | Enfriador Hydro Air   |                                     |                                   |                                  |                               |
|-----------------------------|-------------------------------------|-------------------------|----------------------------|-----------------------|-------------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|-------------------------------|
| Tasa de alimentación t/h    | Flujo volumétrico m <sup>3</sup> /h | % Sólidos a la descarga | Volumen de tanque de lodos | Equipo                | Flujo volumétrico m <sup>3</sup> /h | Temperatura de ingreso de agua °C | Temperatura de salida de agua °C | Tanque de agua m <sup>3</sup> |
| 24                          | 226                                 | 10                      | 12                         | Torre de enfriamiento | 1094                                | 35                                | 55                               | 9                             |

Fuente: FOSPAC.

Figura 4.4.4-13. Diagrama de proceso del sistema de secado y calcinado



## Molienda de Carbón

El consumo de carbón por año es de 110 000 t, con un consumo horario de 14,7 t/h, las características físicas del carbón antracita son mostradas en el cuadro N° 4.4.4.4-12.

**Cuadro 4.4.4.4-12. Carbón antracita**

| <b>Análisis</b>         | <b>Und.</b>    | <b>Promedio</b> |
|-------------------------|----------------|-----------------|
| <b>Humedad</b>          | <b>%</b>       | <b>8,8</b>      |
| <b>Materia volátil</b>  | <b>%</b>       | <b>6,0</b>      |
| <b>Cenizas</b>          | <b>%</b>       | <b>17,0</b>     |
| <b>Carbón fijo</b>      | <b>%</b>       | <b>67,9</b>     |
| <b>Poder calorífico</b> | <b>Kcal/Kg</b> | <b>6000</b>     |

Fuente: FOSPAC.

El carbón es puesto en planta por los distintos proveedores, es alimentado a través de una tolva y un sistema de fajas al molino atox. En el molino atox, el carbón es molido y el cual es secado utilizando aire caliente, luego de la molienda el carbón pulverizado es alimentado hacia una cámara de combustión mediante aire comprimido, los gases calientes producto de la combustión del carbón pulverizado será alimentado al secador y al calcinador para el secado del concentrado de roca fosfórica, este proceso de molienda se puede ver en la figura 4.4.4.4-14.



## **L Almacenamiento del Producto de Concentrado**

El almacenamiento del producto se realizará en dos silos, de los silos a través de alimentadores de carga que contienen balanzas en línea, se cargará el concentrado a los camiones que se ubicará por debajo de los silos para transportar el producto al puerto.

Los silos, así como los puntos de transferencia de material al silo y a los camiones, estarán provistos de sistemas de captación de polvo, que operan con la succión de un ventilador y filtro de bolsas. Los polvos recuperados se retornan al concentrado.

## **M Recuperación de agua del espesador de lamas y desechos de flotación**

Las lamas producidas en las etapas de cicloneo de deslamado se conducen por gravedad al espesador de Lamas.

Por otro lado, los desechos de la flotación inversa (espumas) son enviados al espesador de donde es recuperado el agua sobrenadante, mientras que por la parte inferior los desechos son enviados al espesador de lamas.

En el espesador de lamas se juntan las lamas del cicloneo con los desechos de flotación. El agua sobrenadante del espesador retorna al proceso, mientras que los sólidos descargados de la parte inferior del espesador son enviados a la poza de desechos.

Desde el primero hasta el cuarto año de operación de la planta, los desechos serán conducidos hacia la poza de desechos con 24% de sólidos.

Luego del cuarto año de operación, los desechos serán filtrados y se obtendrán dos productos un sólido con una humedad de 50% que será enviados a la mina Y agua de exceso que será finalmente enviada a la poza de evaporación.

Las características principales de los espesadores de lamas y de desechos de flotación inversa se presentan en el cuadro 4.4.4.4-13.

**Cuadro 4.4.4.4-13. Características de diseño del espesador de lamas y desechos de flotación inversa**

| Espesador                     | Tipo de espesador | Diámetro del espesador m | Flujo de alimentación m <sup>3</sup> /h | Área requerida del Espesador t/m <sup>2</sup> /h | % Sólidos en la alimentación | % Sólidos descarga del sedimentador | Densidad de Pulpa | Tipo de floculante |
|-------------------------------|-------------------|--------------------------|---|--|------------------------------|-------------------------------------|-------------------|--------------------|
| De lamas                      | H R               | 75                       | 8,724                                   | 0,091  | 5                            | 24                                  | 1,04              | Cat-Floc 8103 Plus |
| Desechos de flotación inversa | E-Cat             | 7                        | 342                                     | 1,14   | 15                           | 69                                  | 1,10              | Cat-Floc 8103 Plus |

Fuente: FOSPAC.

#### **N Filtro a presión para los desechos.**

A partir del año 6 las descargas del espesador de desechos son bombeados a tres tanques de alimentación de los filtros de presión que operan en batch. Los tanques son utilizados como tanques de compensación para alimentar a los filtros de presión.

Para esta operación se tendrá 5 filtros de presión tipo placas que operaran en paralelo, dos filtros serán alimentados con un tanque de alimentación al igual que los dos siguientes filtros, y el último filtro con el tercer tanque de alimentación. Cada filtro es alimentado con su propia bomba de alimentación.

Los desechos filtrados caerán en fajas transportadoras instalados por debajo de cada filtro. El chute existente debajo de cada filtro actúa como “tolva de alimentación” para cada faja. Las fajas transportadoras de cada filtro descargarán los desechos filtrados sobre una faja colectora que llevará el material hacia la mina.

El agua filtrada producida va a un sumidero de filtrado común que cubre el largo del edificio. Del sumidero, el filtrado es bombeado (con bombas verticales) al tanque colector de agua filtrada, desde donde es bombeado a los espesadores de desechos, y el agua sobrante será enviado hacia las pozas de evaporación.

Las telas del filtro serán lavadas después de cada ciclo. Existe un tanque para almacenar agua de Lavado. El agua del lavado de las telas también va hacia el sumidero de filtrado común.

Las características principales de los filtros prensa se presentan en el cuadro 4.4.4.4-14:

**Cuadro 4.4.4.4-14. Características de diseño de los filtros prensa para los desechos.**

| Filtro        | Tipo de Filtro | Tasa de Alimentación (ton/h) | Dimensiones (metros) |       |        | % Sólidos Alimentación | % Humedad Concentrado |
|---------------|----------------|------------------------------|----------------------|-------|--------|------------------------|-----------------------|
|               |                |                              | Largo                | Ancho | Altura |                        |                       |
| Filtro Prensa | Placas         | 84,0                         | 41,0                 | 8,8   | 7,0    | 24,0                   | 50,0                  |

Fuente: FOSPAC.

## O Muestreo del proceso

El proceso será controlado a través de un sistema de muestreo automático en línea y en forma manual donde el sistema automático no sea aplicable.

**Cuadro 4.4.4.4-15. Muestreo de proceso**

| <b>Punto de Muestreo</b>           | <b>Unidades de muestreo</b> | <b>Tipo de muestreador</b> |
|------------------------------------|-----------------------------|----------------------------|
| Descarga del tercer ciclón         | 2                           | Muestreador de lodos       |
| Alimentación de flotación          | 1                           | Muestreador de lodos       |
| Alimentación de espesador de lamas | 1                           | Muestreador de lodos       |
| Concentrado Filtrado               | 2                           | Muestreador de sólidos     |
| Concentrado final                  | 2                           | Muestreador de sólidos     |

Fuente: FOSPAC.

#### **P Laboratorio Químico - Metalúrgico**

La planta contará con un laboratorio químico metalúrgico para el control del proceso, en este laboratorio se analizarán las muestras de los distintos puntos del proceso así como el concentrado. Este análisis permitirá garantizar la calidad del concentrado y cumplir con los requerimientos del mercado.

#### **4.4.4.5 Balance de materiales**

En el cuadro 4.4.4.5-1 y 4.4.4.5-2 se presenta el balance de materiales para el proyecto.

Como se mencionó anteriormente para los cuatro primeros años de operación de la planta, los desechos serán enviados hacia la poza de desechos mediante un sistema de tuberías, mientras que el material grueso (+2 360 micrones) a través de camiones será enviado hacia el depósito de desmonte.

**Cuadro 4.4.4.5-1 - Balance de materiales**

| Material                          | Toneladas secas/d | % P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | Millones Toneladas /año | Millones Toneladas / (primeros 4 años) |
|-----------------------------------|-------------------|---------------------------------|-------------------------|--|
| Mineral                           | 20 225            | 17,5                            | 6,3                     | 25,1                                   |
| Concentrado                       | 8 065             | 29,0                            | 2,5                     | 10,0                                   |
| Desechos + lamas                  | 8 999             | 8,7                             | 2,8                     | 11,2                                   |
| Material grueso (+2,360 micrones) | 3 161             | 13,3                            | 1,0                     | 3,9                                    |

Fuente: FOSPAC.

Luego del cuarto año de operación, los desechos pasaran a través de unos filtros prensa, los desechos filtrados serán enviados a la mina, al igual que el material grueso (+2,360 micrones) generado en etapas previas del proceso.

**Cuadro 4.4.4.5-2 - Balance de materiales**

| Material                         | Toneladas secas/d | % P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | Millones toneladas/año | Millones toneladas/ (siguientes 16 años) |
|----------------------------------|-------------------|---------------------------------|------------------------|--|
| Mineral                          | 20 225            | 17,5                            | 6,3                    | 100,3                                    |
| Concentrado                      | 8 065             | 29,0                            | 2,5                    | 40,0                                     |
| Desechos + lamas                 | 8 999             | 8,7                             | 2,8                    | 44,6                                     |
| Material grueso (+2360 micrones) | 3 161             | 13,3                            | 1,0                    | 15,7                                     |

Fuente: FOSPAC.

#### 4.4.4.6 Reactivos – floculante y colector

En las celdas de flotación se utilizará como colector a la amina JP1. Por su parte, en los espesadores de concentrado y de relaves se utilizará floculante para mejorar la sedimentación de los lodos, el consumo se puede ver en el cuadro N°

4.4.4.6-1. Las hojas de seguridad (MSDS) de tales reactivos se presentan en el **Anexo 6-3**.

**Cuadro 4.4.4.6-1. Consumo de reactivos**

| Reactivo químico                | Índice Kg/t | Kg/mes  | t/año   |
|---------------------------------|-------------|---------|---------|
| Amina JP1                       | 3,0         | 769 305 | 7 949,4 |
| Floculante Cat - Floc 8103 Plus | 0,008       | 1 935   | 19,9    |
| Floculante Cat - Floc 8103 Plus | 0,085       | 20 441  | 211,2   |
| Floculante Cat - Floc 8103 Plus | 0,005       | 158     | 1,6     |

Fuente: FOSPAC.

El colector (compuesto orgánico del grupo aminas) es utilizado en las celdas de flotación. Este colector con una concentración al 100% se almacenará en un tanque principal, del cual se bombea a un tanque de distribución para ser diluido, y posteriormente alimentado a las celdas de flotación.

El floculante se prepara con agua tratada por ósmosis inversa en un tanque principal, y luego es transferido a un tanque de distribución, del cual, a través de bombas se alimenta a los espesadores. En los espesadores el floculante se receptiona en un tanque de dosificación (tanque de mezcla estática), donde es diluido a la concentración que requiere el espesador.

#### **4.4.4.7 Equipos y máquinas (características y especificaciones técnicas)**

En el cuadro 4.4.4.7-1 se presentan los equipos principales del proceso y sus principales características técnicas.

**Cuadro 4.4.4.7-1. Equipos y maquinaria - planta de beneficio - etapa de operación**

|   | Equipos  | Tipo                          | Cantidad | Dimensiones m |      |      |    | Capacidad  |
|---|--|-------------------------------|----------|---------------|------|------|----|------------|
|   |  |                               | Unid.    | L             | W    | H    | D  | t          |
| Sistema de Alimentación                       | Tolva  |                               | 1        |               |      |      |    | 400        |
|   | Alimentador  |                               | 1        | 10.7          | 4.3  | 4.5  |    | 1,182      |
|   | Faja transportadora  |                               | 5        | 2000          | 1.2  |      |    |            |
|   | Sistema de limpieza de fajas   |                               | 5        |               |      |      |    |            |
|   | Electroimán  |                               | 1        | 1.5           | 1.5  | 0.7  |    | 0.05       |
|   | Balanza  |                               | 1        |               |      |      |    | 1,568      |
| Pila de almacenamiento del mineral            | Pila de almacenamiento para línea de proceso lavado + flotación (L1) | Abierta lineal                | 2        | 203           | 40   | 13   |    | 78,600     |
|   | Pila de almacenamiento para línea de proceso lavado (L2)             |                               | 2        | 203           | 40   | 13   |    | 78600      |
|   | Apilador   |                               | 1        | 49            | 1,4  | 12   |    | 1,568      |
|   | Sistema de recojo  |                               | 2        | 39            | 44   | 16   |    | 840        |
| Tambores de restregado                        | Faja L1 a tambor restregador   |                               | 1        | 335           | 1,1  |      |    | 728        |
|   | Faja L2 a tambor restregador   |                               | 1        | 335           | 1,1  |      |    | 840        |
|   | Balanza en Faja L1   |                               | 1        |               | 1,2  |      |    | 728        |
|   | Balanza en Faja L2   |                               | 1        |               | 1,2  |      |    | 840        |
|   | Tambor restregador 1   | Tambor depurador rotatorio    | 1        | 10,0          | 5,0  |      |    | 488        |
|   | Tambor restregador 2   | Tambor depurador rotatorio    | 1        | 10,0          | 5,0  |      |    | 488        |
| Zarandeo de descarga del tambor de restregado | Zaranda L1   | Vibrador de plataforma simple | 2        | 4,3           | 1,6  | 1,6  |    | 481        |
|   | Zaranda L2   | Vibrador de plataforma simple | 1        | 4,3           | 1,6  | 1,6  |    | 481        |
|   | Desviador de Descarga L1   |                               | 1        | 1.3           | 1.13 | 0.76 |    |            |
|   | Desviador de Descarga L2   |                               | 1        | 1.3           | 1.13 | 0.76 |    |            |
|   | Faja de material grueso +2360 micrones                               |                               | 1        | 118           | 0,6  |      |    | 271        |
|   | Pila de almacenamiento   |                               | 1        |               |      | 10   | 32 | 2130       |
| Deslamado Primer cicloneo                     | Ciclones L1  |                               | 1        | 6,5           | 6,5  | 4,5  |    | 400        |
|   | Ciclones L2  |                               | 1        | 6,1           | 6,1  | 4,2  |    | 400        |
|   | Bomba L1   | Centrifuga                    | 1        | 1,8           | 1,6  | 1,9  |    | 1360 m3/hr |
|   | Bomba L2   | Centrifuga                    | 1        | 1,8           | 1,6  | 1,9  |    | 1367 m3/hr |
| Deslamado Segundo cicloneo                    | Ciclones L1  |                               | 1        | 6,1           | 6,1  | 4,2  |    | 290        |
|   | Ciclones L2  |                               | 1        | 6,1           | 6,1  | 4,2  |    | 309        |
|   | Bomba L1   | Centrifuga                    | 1        | 1,6           | 1,3  | 1,9  |    | 959 m3/hr  |
|   | Bomba L2   | Centrifuga                    | 1        | 1,6           | 1,3  | 1,9  |    | 959 m3/hr  |
|   | Caja de Bombeo L1  |                               | 1        | 2,9           | 2,6  | 2,6  |    |            |
|   | Caja de Bombeo L2  |                               | 1        | 2,9           | 2,6  | 2,6  |    |            |
| Deslamado tercer cicloneo                     | Ciclones L1  |                               | 1        | 4,6           | 4,6  | 5,3  |    | 271        |
|   | Ciclones L2  |                               | 1        | 4,6           | 4,6  | 5,3  |    | 292        |
|   | Bomba L1   | Centrifuga                    | 1        | 1,6           | 1,3  | 1,9  |    | 905 m3/hr  |
|   | Bomba L2   | Centrifuga                    | 1        | 1,6           | 1,3  | 1,9  |    | 902 m3/hr  |
|   | Zaranda + 425 L1   |                               | 2        | 6,8           | 3,1  | 1,7  |    | 260        |
|   | Zaranda + 425 L2   |                               | 1        | 6,8           | 3,1  | 1,7  |    | 260        |

|   | Equipos  | Tipo                       | Cantidad | Dimensiones m |      |      |             | Capacidad      |
|---|--|----------------------------|----------|---------------|------|------|-------------|----------------|
|   |  |                            | Unid.    | L             | W    | H    | D           | t              |
| Deslamado cuarto cicloneo                                       | Ciclones L1                                      |                            | 1        | 4,6           | 4,6  | 5,3  |             | 205 tph        |
|   | Ciclones L2                                      |                            | 1        | 6,1           | 6,1  | 4,2  |             | 262            |
|   | Bomba L1   |                            | 1        | 2,2           | 1,7  | 2,7  |             | 690 m3/hr      |
|   | Bomba L2   |                            | 1        | 2,2           | 1,7  | 2,7  |             | 6900 m3/hr     |
| Celdas de atricción   | Celda de Atricción Primer Cicloneo L1            |                            | 12       | 3,8           | 2,1  | 3,9  |             | 294 m3/hr      |
|   | Celda de Atricción Segundo Cicloneo L2           |                            | 12       | 3,8           | 2,1  | 3,9  |             | 294 m3/hr      |
|   | Celda de Atricción + 425                         |                            | 2        | 2,7           | 1,9  | 3,1  |             | 40 m3/hr       |
| Molienda + 425  | Tolva de compensación                            |                            | 1        |               |      | 8    | 16,6        | 700 tph        |
|   | Faja de alimentación a molino                    |                            | 1        | 75            | 0.61 | 7    |             | 216 tph        |
|   | Molino de barras                                 | Serie FT                   |          | 9,5           | 5,8  | 5,8  |             | 123 tph        |
|   | Zaranda  | Vibración de plataf. Única | 2        | 6,7           | 3,1  | 1,7  |             | 151            |
|   | Ciclón 1   | Krebs                      | 1        | 3,8           | 3,8  | 3,6  |             | 60             |
|   | Ciclón 2   | Krebs                      | 1        | 3,4           | 3,4  | 3,2  |             | 53             |
| Flotación y recuperación de agua del concentrado                | Celdas de flotación                              | Wemco                      | 8        |               |      | 4,4  | 4,1         | 1088 m3/hr     |
|   | Bomba de concentrados                            |                            | 2        | 1,6           | 1,3  | 2,6  |             | 752 m3/hr      |
|   | Bomba de desechos                                |                            | 2        | 2,2           | 1,7  | 2,7  |             | 341 m3/hr      |
|   | Tanque de alimentación a filtros de concentrados |                            | 1        | 1.5           | 1.5  | 11.0 |             |                |
|   | Espesador de concentrados                        |                            | 1        |               |      | 3,0  | 20          | 441            |
|   | Agitador del espesador                           |                            | 1        |               |      |      |             | 32500 Nm       |
| Filtración de concentrados                                      | Filtro de concentrados L1                        | Faja horizontal            | 1        | 33            | 5,5  | 2,5  |             | 220            |
|   | Filtro de concentrados L2                        | Faja horizontal            | 1        | 33            | 5,5  | 2,5  |             | 220            |
|   | Faja transportadora L1                           |                            | 1        | 150           | 0.75 |      |             | 519            |
|   | Tanque de alimentación                           |                            | 1        | 3.5           | 4.5  |      |             |                |
|   | Caja de Distribución                             |                            | 1        | 3.1           | 3.4  |      |             |                |
| Secado de concentrado   | Transportador tipo tornillo                      |                            | 1        |               |      |      | 0.9         |                |
|   | Precipitador electrostático                      |                            | 1        |               |      |      |             | 703,570 m3/hr  |
|   | Secador  |                            | 1        |               |      |      | 3600 mm Dia |                |
|   | Calcinador                                       |                            | 1        |               |      |      | 5600 mm Dia |                |
|   | Torre de enfriamiento de agua                    |                            | 1        | 28,9          | 15,0 | 9,6  |             | 1,293 m3/hr    |
|   | Tolva de almacenamiento                          |                            | 2        |               |      |      |             | 1120 m3        |
|   | Ventilador                                       |                            | 4        |               |      |      |             | 730,800 m^3/hr |
| Recuperación de agua espesador de lamas y desechos de flotación | Caja de recolección de lamas                     |                            | 1        | 0.9           | 0.6  | 0.6  |             |                |
|   | Espesador de lamas                               |                            | 1        |               |      | 3,3  | 75          | 418            |
|   | Agitador espesador de lamas                      |                            | 1        |               |      |      |             | 3250000 Nm     |
|   | Espesador de desechos de flotación               |                            | 1        |               |      | 13,8 | 7           | 55             |
|   | Agitador de desechos de flotación                |                            | 1        |               |      |      |             | 325000 Nm      |

Fuente: FOSPAC.

#### 4.4.4.8 Balance de agua

Durante los primeros cuatro años de operación de la mina, los desechos junto al material grueso +2 360 micrones serán enviados a la poza de desechos. El balance global se puede apreciar en el cuadro 4.4.4.8-1

**Cuadro 4.4.4.8-1. Balance de agua (año 1 a año 4)**

| Ingreso                   | m <sup>3</sup> /h | Salida                          | m <sup>3</sup> /h |
|---------------------------|-------------------|---------------------------------|-------------------|
| Agua Contenida en Mineral | 266               | Evaporación en poza de desechos | 1 008             |
| Agua de mar               | 948               | Humedad en concentrado          | 21                |
|                           |                   | Filtro Electrostático           | 70                |
|                           |                   | Agua potable                    | 5                 |
|                           |                   | Material grueso +2,360 micrones | 93                |
|                           |                   | Mantenimiento de caminos        | 17                |
| Total                     | 1 214             | Total                           | 1 214             |

Fuente: FOSPAC.

Luego del cuarto año de operación, los desechos serán filtrados, el agua filtrada será recirculado al circuito,

**Cuadro 4.4.4.8-2. Balance de agua (año 5 a año 20)**

| Ingreso     | m <sup>3</sup> /h | Salida                     | m <sup>3</sup> /h |
|-------------|-------------------|----------------------------|-------------------|
| Mineral     | 333               | Cierre progresivo del tajo | 320               |
| Agua de mar | 815               | Humedad en concentrado     | 21                |
|             |                   | Filtro Electrostático      | 70                |
|             |                   | Agua potable               | 5                 |
|             |                   | Material grueso            | 93                |

| Ingreso | m <sup>3</sup> /h | Salida                   | m <sup>3</sup> /h |
|---------|-------------------|--------------------------|-------------------|
|         |                   | +2,360 micrones          |                   |
|         |                   | Mantenimiento de caminos | 17                |
|         |                   | Exceso de agua           | 622               |
| Total   | 1 148             | Total                    | 1 148             |

Fuente: FOSPAC

#### 4.4.4.9 Abastecimiento de energía

El abastecimiento de energía eléctrica será a partir de la Subestación Fosfatos que se construirá adyacente a la Planta de beneficio, desde esta subestación se instalará una red eléctrica de distribución en 22,9 kV con una capacidad de 30-35 MVA que atenderá a toda la demanda eléctrica del proceso.

Se instalarán tres centros de carga para la distribución del sistema eléctrico con transformadores de 22,9/4,16 kV 15/20/25 MVA ONAN/ONAF1/ONAF2, de estos centros de carga se distribuirá la energía a los centros de baja tensión donde se instalarán transformadores de 4,16/0,48 kV para atender las cargas de las distintas instalaciones.

La instalación de los conductores de media y baja tensión se realizará en bandejas portacables y en algunos sectores serán enterrados en el suelo en ductos.

Se instalarán tres subestaciones para atender las cargas que se encuentran fuera de la planta de beneficio.

#### 4.4.4.10 Mano de obra

En el cuadro 4.4.4.10-1 se presenta la fuerza laboral proyectada para la etapa de operación. Se estima contratar un total de 154 personas de las cuales aproximadamente el 80% será calificada.

**Cuadro 4.4.4.10-1. Fuerza laboral – etapa de operación**

| <i>Administración-<br/>operación</i>                               | Día | Turno 1 | Turno 2 | Turno 3 | Reemp.   | Total     |
|--|-----|---------|---------|---------|----------|-----------|
| <b>Empleados</b>   |     |         |         |         |          | <b>44</b> |
| Operadores Tablero   |     | 2       | 2       | 2       | <b>2</b> | 8         |
| Jefe de Sección<br>(Scrubbing, Atrition,<br>Flotation, filtration) |     | 1       | 1       | 1       | <b>1</b> | 4         |
| Técnicos Químicos  |     | 2       | 2       | 2       | <b>1</b> | 7         |
| Químicos de turno  |     | 1       | 1       | 1       | <b>1</b> | 4         |
| Metalurgista   | 1   |         |         |         |          | 1         |
| Jefe de Operaciones  | 1   |         |         |         |          | 1         |
| Jefe de Mto  | 1   |         |         |         |          | 1         |
| Jefe de Laboratorio  | 1   |         |         |         |          | 1         |
| Ing. Mecánico  | 1   |         |         |         |          | 1         |
| Ing. Eléctrico   | 1   |         |         |         |          | 1         |
| Jefe de SMA  | 1   |         |         |         |          | 1         |
| Secretario   | 3   |         |         |         |          | 3         |
| Asistente de planta  |     | 3       | 3       | 3       |          | 9         |
| Secretario   | 2   |         |         |         |          | 2         |

| <b>Administración-<br/>operación</b> | <b>Día</b> | <b>Turno 1</b> | <b>Turno 2</b> | <b>Turno 3</b> | <b>Reemp.</b> | <b>Total</b> |
|--------------------------------------|------------|----------------|----------------|----------------|---------------|--------------|
| <b>Obreros</b>                       |            |                |                |                |               | <b>110</b>   |
| Operador de Planta                   |            | 19             | 19             | 19             | <b>16</b>     | 73           |
| Operador de Secador                  |            | 2              | 2              | 2              | <b>2</b>      | 8            |
| Eléctricos                           |            | <b>4</b>       | <b>2</b>       | <b>2</b>       | <b>2</b>      | 10           |
| Mecánicos                            |            | <b>3</b>       | <b>3</b>       | <b>3</b>       | <b>3</b>      | 12           |
| Asist. de Laboratorio                |            | <b>2</b>       | <b>2</b>       | <b>2</b>       | <b>1</b>      | 7            |
| <b>Total</b>                         |            |                |                |                |               | <b>154</b>   |

Fuente: FOSPAC.

#### 4.4.4.11 Transporte de los concentrados al puerto

El transporte de concentrado de la planta al puerto se realizará a través de camiones bitren de 70 tm de capacidad. El número total de camiones es de 17 incluido dos en stand by.

Este número de camiones fue determinado de acuerdo al siguiente cálculo:

Concentrado a transportar por año = 2 500 000 tm

Días de operación por año = 310.

Tonelaje transportado por día = 8 0654 tm.

Capacidad de camiones = 70 tm.

Ciclo de viaje por cada camión = 3 horas.

Ciclos trabajados por cada camión = 8 ciclos.

Transporte por cada camión = 8 x 70 tm = 560 tm.

Número de camiones para el transporte de concentrado = 15 camiones.

Camiones en Stand by = 2.

#### 4.4.4.12 Transporte de personal e insumos

##### Insumos para la planta

El consumo de insumos para la planta se realizará de acuerdo a los siguientes cuadros: 4.4.4.12-1 y 4.4.4.12-2.

**Cuadro 4.4.4.12-1. Insumos para la planta de tratamiento de agua**

| Item | Reactivo                  | Proveedor | Procedencia | Transporte | Frecuencia | Unidad      |
|------|---------------------------|-----------|-------------|------------|------------|-------------|
| 1    | Ácido Sulfúrico           | Merck     | Lima        | Terrestre  | 3 975      | galones/mes |
| 2    | Sulfato Férrico           | Merck     | Lima        | Terrestre  | 71 500     | kg /mes     |
| 3    | Dióxido de Carbono        | Merck     | Lima        | Terrestre  | 140        | kg /mes     |
| 4    | Hidróxido de Sodio        | Merck     | Lima        | Terrestre  | 205        | galones/mes |
| 5    | Carbonato de Sodio        | Merck     | Lima        | Terrestre  | 155        | kg /mes     |
| 6    | Hipoclorito de Calcio     | Merck     | Lima        | Terrestre  | 29         | kg /mes     |
| 7    | Hipoclorito de sodio      | Merck     | Lima        | Terrestre  | 40 000     | kg /mes     |
| 8    | Antincrustante – PTP-0100 | Uniteck   | Lima        | Terrestre  | 1 082      | kg /mes     |

Fuente: FOSPAC.

**Cuadro 4.4.4.12-2. Insumos para la planta de beneficio**

| Item | Reactivo                        | Proveedor | Procedencia | Transporte          | Frecuencia | Unidad |
|------|---------------------------------|-----------|-------------|---------------------|------------|--------|
| 1    | Amina                           | Armazz    | USA         | Marítimo /Terrestre | 769        | Tm/mes |
| 2    | floculante Cat - Floc 8103 Plus | Uniteck   | PERU        | Marítimo            | 22         | Tm/mes |

Fuente: FOSPAC. Ver hojas de seguridad en el **Anexo 6-3**.

#### **4.4.5 Depósito de residuos (desechos)**

##### **4.4.5.1 Introducción**

Durante los 20 años de operación de la Planta Concentradora se producirán aproximadamente: 50 Mt secas de concentrados para ser exportados, 56 Mt secas de desechos de flotación y lamas y 19 Mt secas de desecho grueso (+2.36 mm), conteniendo arcillas, diatomitas, arena, feldespatos, fosfatos, restos orgánicos, escasos carbonatos y micas. Estos desechos no incluyen el desmonte o sobrecarga de mina.

La ubicación de los principales componentes relacionados al Manejo de Desechos son: la Poza de Lodos Residuales, la Poza de Evaporación, los cuales se muestran en el plano PE-12005-850-C-002 del **Anexo 4-6** en relación a los otros componentes (Mina, Planta, Depósito de Desechos) del Proyecto.

##### **4.4.5.2 Concepto principal**

Los desechos generados en la Planta de Beneficio son de dos tipos:

- Desecho grueso + 2 360 micrones: Obtenido en la etapa de lavado y restregado.
- Desechos de flotación y lamas: obtenidos en la etapa de deslamado de los procesos de restregado y atricción de los hidrociclones. En la flotación también se producen desechos.

Los análisis físicos y químicos de los desechos demuestran que sólo es necesario un control físico, debido a que no generan drenaje ácido. Los estudios sobre generación de drenaje ácido han sido desarrollados por BISA, y se adjuntan en el **Anexo 3-6**.

#### 4.4.5.3 Criterios de diseño.

##### A. Desechos gruesos (+ 2 360 micrones)

De acuerdo al balance de masa la producción del Desecho Grueso obtenido de la etapa de lavado por restregado es de aproximadamente 130 toneladas métricas por hora con una humedad de 42%.

##### - Volumen de desechos producidos

Durante la vida del proyecto, la cantidad de Desechos Gruesos generados será de 19 435 781 toneladas. Considerando una densidad de 0,83 toneladas por metro cúbico, esto equivale a un volumen de 23 416 603 metros cúbicos, resumido en el cuadro 4.4.5.2-1.

**Cuadro 4.4.5.3-1. Volúmenes de desechos gruesos en 20 años.**

| Volumen                     | Unidad           | Estimado          |
|-----------------------------|------------------|-------------------|
| Total tonelaje de desecho   | t                | 19 435 781        |
| Densidad del desecho grueso | t/m <sup>3</sup> | 0,83              |
| Volumen de pulpa            | m <sup>3</sup>   | <b>23 416 603</b> |

Anualmente el tonelaje de Desechos Gruesos generados se muestra en la cuadro 4.4.5.3-2.

**Cuadro 4.4.5.3-2. Volumen de desecho grueso (+2,360 micrones)**

| <b>Año</b> | <b>Toneladas métricas</b> |
|------------|---------------------------|
| Año 1      | 964 993                   |
| Año 2      | 1 047 003                 |
| Año 3      | 966 956                   |
| Año 4      | 1 106 394                 |
| Año 5      | 927 261                   |
| Año 6      | 943 084                   |
| Año 7      | 943 084                   |
| Año 8      | 943 084                   |
| Año 9      | 943 084                   |
| Año 10     | 943 084                   |
| Año 11     | 937 268                   |
| Año 12     | 937 268                   |
| Año 13     | 937 268                   |
| Año 14     | 937 268                   |
| Año 15     | 937 268                   |
| Año 16     | 894 574                   |
| Año 17     | 894 574                   |
| Año 18     | 1 077 422                 |
| Año 19     | 1 077 422                 |
| Año 20     | 1 077 422                 |

Fuente: FLSmidsth y Fospac

- **Análisis químico, físico y mineralógico de desechos gruesos (+ 2 360 micrones)**

Los resultados de análisis químico de los desechos gruesos se muestran en el cuadro 4.4.5.3-3.

**Cuadro 4.4.5.3-3. Análisis químico del desecho grueso**

| Material                        | Materia Orgánica (mg/Kg) | pH         | Li (mg/Kg) | Al (mg/Kg) | P (mg/Kg) | Cu (mg/Kg) | Zn (mg/Kg) |
|---------------------------------|--------------------------|------------|------------|------------|-----------|------------|------------|
| Desecho grueso + 2,360 micrones | 1 698                    | 7,60       | 11,22      | 15 888     | 48 026    | 3 100      | 138,31     |
|                                 |                          |            |            |            |           |            |            |
| Material                        | Cd (mg/Kg)               | Pb (mg/Kg) | Na (mg/Kg) | Mg (mg/Kg) | K (mg/Kg) | Ca (mg/Kg) | Fe (mg/Kg) |
| Desecho grueso + 2,360 micrones | 36,58                    | 6,90       | 10 859     | 9 811      | 3 000     | 138 330    | 16 456     |

Fuente: Laboratorio BISA.

Los resultados de Análisis granulométrico del desecho grueso se muestran en el cuadro 4.4.5.3-4. La permeabilidad del material es de  $4,8 \times 10^{-5}$  m/seg.

**Cuadro 4.4.5.3-4. Análisis granulométrico del desecho grueso**

| Malla     | Abertura (milímetros) | Retenido (g) | % Retenido | % Pasante |
|-----------|-----------------------|--------------|------------|-----------|
| malla 18  | 1 000,00              | -            | -          | 100,00    |
| malla 35  | 0,500                 | 0,11         | 0,06       | 99,95     |
| malla 80  | 0,177                 | 3,32         | 1,66       | 98,34     |
| malla 100 | 0,150                 | 7,26         | 3,63       | 96,37     |

| Malla      | Abertura (milímetros) | Retenido (g) | % Retenido | % Pasante |
|------------|-----------------------|--------------|------------|-----------|
| malla 200  | 0,075                 | 31,13        | 15,57      | 84,44     |
| malla 325  | 0,045                 | 14,07        | 7,04       | 92,97     |
| malla 400  | 0,038                 | 4,13         | 2,07       | 97,94     |
| malla -400 | < 0,038               | 139,98       | 69,99      | 30,01     |

Fuente: BISA

Del análisis mineralógico; se puede decir que el Desecho Grueso tiene formas sub redondeadas y tabulares de poca densidad con una fracción arena, en menor proporción limos y arcillas con diseminación de carbonatos, constituidos por arcillas, diatomitas, halita, restos orgánicos, cuarzo, fosfatos y feldespatos con escasas micas.

– **Disposición del desecho grueso (+2 360 micrones)**

El Desecho Grueso será apilado temporalmente en una zona cercana a la Planta Concentradora a aproximadamente 500 metros al Este de esta, conformando una pila denominada Pila de Desecho Grueso. El desecho grueso será transportado diariamente mediante camiones hacia el Depósito de Desmonte, durante los primeros cuatro (04) años de operación. Durante los siguientes dieciséis (16) años, el desecho grueso será transportado mediante camiones a la mina como material de relleno.

– **Características de la pila de desechos gruesos (+2 360 micrones)**

La pila de desechos gruesos será conformada formando una pila, la cual incrementará su volumen a medida que avance la producción. Esta pila será ubicada en el extremo Sur de la zona denominada depósito de desmonte, componente desarrollado en el numeral 4.3.1 del presente Estudio.

La ubicación del depósito de desmonte se muestra en el plano PE-12005-850-C-002 del **Anexo 4-5**, donde se observa como parte de los otros componentes del Proyecto.

La pila de desechos gruesos operará durante los primeros cuatro (04) años de inicio del proyecto, durante los cuales se producirá alrededor de 3.9 Millones de toneladas métricas de desechos gruesos. La capacidad del depósito de desmonte es de 110 Millones de toneladas métricas, ocupando un área de 320 hectáreas, habiendo capacidad suficiente para el almacenamiento de los desechos gruesos.

El desecho grueso será apilado en el depósito de desmonte en un área de 57 hectáreas. La disposición ha sido diseñada considerando taludes globales con una inclinación media de 2H:1V. La geometría de la pila de desechos no considera banquetas intermedias. El material se apilará con ángulo de reposo de 1.3H:1V y cada capa que se depositará tendrá un retiro tal que permita obtener el talud global de 2H:1V. La altura final de la Pila tendrá una altura promedio aproximada de 20 m.

## **B. Lodos de flotación y lamas**

De acuerdo al balance de masa del procesamiento del mineral alimentado a la planta concentradora, la producción de lamas obtenidas durante los procesos de lavado restregado, atricción y flotación, son de alrededor de 370 toneladas métricas por hora con una humedad de 76% para los cuatro (04) primeros años, y de 370 toneladas métricas por hora con una humedad de 50%, para los sucesivos dieciséis (16) años al utilizarse filtros prensa.

La producción anual promedio de lodos de flotación y lamas es de 2,8 millones de toneladas métricas.

- **Volumen de lodos de flotación y lamas producidos**

Durante la vida del proyecto, la cantidad de lodos de flotación y lamas generados será de 55,7 millones de toneladas. Considerando que del Año 1 al 4 se producirá 11,2 millones de toneladas de lodos de flotación y lamas en forma de pulpa con 24% de sólidos, lo que equivale a un volumen de 44,4 millones de metros cúbicos. Durante los años 5 al 20 se producirá 44,6 millones de toneladas de Lodos de Flotación y Lamas en forma de pulpa con 50% de sólidos, lo que equivale a un volumen de 82,0 millones de metros cúbicos. Esta información se resume en el cuadro 4.4.5.3-5.

**Cuadro 4.4.5.3-5. Volúmenes de lodos generados – años 1 al 4**

| <b>Volumen</b>   |                  |             |
|--|------------------|-------------|
| Total tonelaje de lodo (millones)  | t                | 11,2        |
| G.E. del lodo  | t/m <sup>3</sup> | 1,18        |
| G.E. del agua  | t/m <sup>3</sup> | 1,01        |
| Volumen de pulpa 24% de sólidos (millones de metros cúbicos) (años 1 al 4) | m <sup>3</sup>   | <b>44,4</b> |

**Cuadro 4.4.5.3-6. Volúmenes de lodos generados – años 5 al 20**

| <b>Volumen</b>   |                  |             |
|--|------------------|-------------|
| Total tonelaje de lodo (millones)  | t                | 44,6        |
| G.E. del lodo  | t/m <sup>3</sup> | 1,18        |
| G.E. del agua  | t/m <sup>3</sup> | 1,01        |
| Volumen de pulpa 50% de sólidos (millones metros cúbicos) (años 5 al 20) | m <sup>3</sup>   | <b>82,0</b> |

Anualmente el tonelaje de desechos gruesos generados se muestra en la cuadro 4.4.5.3-6.

**Cuadro 4.4.5.3-6. Volumen de los lodos finos**

| <b>Año</b> | <b>Toneladas métricas</b> |
|------------|---------------------------|
| Año 1      | 2 779 265                 |
| Año 2      | 2 859 237                 |
| Año 3      | 2 574 612                 |
| Año 4      | 3 015 517                 |
| Año 5      | 2 720 313                 |
| Año 6      | 2 756 651                 |
| Año 7      | 2 756 651                 |
| Año 8      | 2 756 651                 |
| Año 9      | 2 756 651                 |
| Año 10     | 2 756 651                 |
| Año 11     | 2 757 017                 |
| Año 12     | 2 757 017                 |
| Año 13     | 2 757 017                 |
| Año 14     | 2 757 017                 |
| Año 15     | 2 757 017                 |
| Año 16     | 2 965 306                 |
| Año 17     | 2 965 306                 |
| Año 18     | 2 782 458                 |
| Año 19     | 2 782 458                 |
| Año 20     | 2 782 458                 |

Fuente: FL Smidth y Fospac

- **Análisis químico, físico y mineralógico de los lodos de flotación y lamas**

Según los Análisis Químicos de los lodos el material es considerado como material no tóxico, y sólo es necesario un control físico, y no representa peligro de contaminación para la flora y fauna. El análisis químico se muestra en el cuadro 4.4.5.3-7.

**Cuadro 4.4.5.3-7. Análisis Químico de los lodos de flotación y lamas**

| Material                   | Materia Orgánica (mg/Kg) | pH         | Li (mg/Kg) | Al (mg/Kg) | P (mg/Kg) | Cu (mg/Kg) | Zn (mg/Kg) |
|----------------------------|--------------------------|------------|------------|------------|-----------|------------|------------|
| Lodos de flotación + lamas | 2 535                    | 7,70       | 12,18      | 2 112      | 24 253    | 37,48      | 120,68     |
|                            |                          |            |            |            |           |            |            |
| Material                   | Cd (mg/Kg)               | Pb (mg/Kg) | Na (mg/Kg) | Mg (mg/Kg) | K (mg/Kg) | Ca (mg/Kg) | Fe (mg/Kg) |
| Lodos de flotación + lamas | 29,45                    | 15,33      | 10 412     | 10 325     | 3 910     | 75 557     | 19 564     |

Fuente: Laboratorio BISA

De acuerdo a los resultados de los análisis físicos, los lodos son descartados con un aproximado de 24% de sólidos en peso. Con una curva granulométrica presentando material con 98% bajo la malla 200 (ver cuadro 4.4.5.3-8).

**Cuadro 4.4.5.3-8. Tabla de análisis granulométrico de los lodos de flotación y lamas**

| <b>Malla</b> | <b>Abertura (milímetros)</b> | <b>Retenido (g)</b> | <b>% Retenido</b> | <b>% Pasante</b> |
|--------------|------------------------------|---------------------|-------------------|------------------|
| malla 45     | 0,354                        | 0,00                | 0,00              | 100,00           |
| malla 80     | 0,180                        | 2,28                | 1,14              | 98,86            |
| malla 100    | 0,150                        | 4,40                | 2,20              | 97,80            |
| malla 200    | 0,075                        | 2,32                | 1,16              | 98,84            |
| malla 325    | 0,045                        | 13,04               | 6,52              | 93,48            |
| malla 400    | 0,038                        | 3,63                | 1,82              | 98,19            |
| malla -400   | < 0,038                      | 74,33               | 37,17             | 62,84            |

Fuente: Laboratorio BISA

Conforme a los resultados de los análisis mineralógicos, se puede decir que los lodos son fracciones granulométricas predominantes de limos, seguido por arcillas y arena fina; constituidos por arcillas, diatomitas y halita principalmente; la arena fina está formada por minerales de cuarzo, feldespatos, fosfatos, restos orgánicos, escasos carbonatos y micas.

**- Disposición de los lodos de flotación y lamas**

**Años 1 a 4:** Durante los primeros cuatro (04) años de operación de la planta concentradora, los Lodos de Flotación y Lamas finales producidos serán enviados desde el espesador de lodos, a un tanque intermedio de mil cien (1 100) metros cúbicos de capacidad, el cual alimenta a dos bombas centrífugas de 600 kilo Watts (kW) de potencia. Estas bombas serán instaladas en series para conducir los Lodos de Flotación y Lamas a la Poza de Lodos ubicada al Este de la planta concentradora. Los lodos son conducidos a través de una línea de impulsión en tubería de Polietileno de alta densidad (HDPE) de veintidós pulgadas (22”) de

diámetro, con una longitud de 7,25 kilómetros km y sus coordenadas centrales de referencia son N9 347 072, E504 025. Las características técnicas de la estación de bombeo se observan en los Planos PE2-12005-850-C-501, 502, 503, 510, 520 y 521 del **Anexo 4-6**. Se cuenta con un sistema paralelo de bombas como precaución (stand by). La Ingeniería para el diseño de la Estación de Bombeo y de la Poza de Lodos ha sido desarrollada por las empresas FLSmith y Golder.

**Años 5 a 20:** Durante los dieciséis años finales del proyecto, los Lodos de Flotación y Lamas producidos serán filtrados en un sistema de filtros banda de vacío, con el objetivo de reducir la humedad de la pulpa de 76% a 50%. Los filtros prensa serán instalados durante los años 3 y 4 de operación del proyecto, y entrarán en operación al final del año 4. Los sólidos resultantes serán trasladados a la mina como material de relleno según lo dispuesto en el plan de minado desarrollado. Los líquidos producidos luego del filtrado, serán conducidos a la Poza de Evaporación ubicada al Norte de la Planta Concentradora.

Para los cálculos se utilizó los datos de evaporación de la estación de Chusis, por estar cerca de la zona. La estación Chusis tiene como promedio una evaporación anual de 1 796 mm. Para este cálculo también se incluye el agua residual producida en la Planta Desalinizadora. Para la evaporación será necesaria un área de 7 Km<sup>2</sup>.

**Cuadro 4.4.5.3-9. Cálculos del área de la poza de evaporación**

| <b>Poza de evaporación</b>             |                                     |            |
|--|-------------------------------------|------------|
| <b>Caudal de agua salada</b>           |                                     |            |
| Total de agua a la poza de evaporación | $\text{m}^3/\text{año}$             | 13 017 742 |
| <b>Área de laguna</b>                  |                                     |            |
| Area ( $1\text{km}^2$ )                | $\text{m}^2$                        | 1 000 000  |
| Evaporación anual                      | mm                                  | 1 490      |
| Evaporación anual                      | $\text{m}^3/\text{año}/\text{km}^2$ | 1 490 000  |
| run off                                | %                                   | 80,00      |
| Área para evaporación                  | $\text{km}^2$                       | 7,0        |

La ubicación de la poza de evaporación se muestra en el plano PE-12005-850-C-002 del **Anexo 4-7**, donde se observa como parte de los otros componentes del Proyecto.

#### **4.4.6 Instalaciones de suministro de agua de mar y planta de osmosis**

##### **4.4.6.1 Abastecimiento de agua**

El sistema de bombeo de agua de mar está constituido por dos subsistemas, la estación de bombeo y un acueducto. El objetivo de este sistema es llevar 1 500 m<sup>3</sup>/h de agua de mar hasta la planta de proceso siguiendo un recorrido aproximado de 36,5 km. La estación de bombeo estará ubicada en el muelle en un recinto cerrado. En esta estación se tendrá tres bombas verticales: dos principales y una bomba stand by quedando un espacio para una cuarta bomba de respaldo. Todas las bombas son de igual capacidad: 750 m<sup>3</sup>/h y unen sus descargas en un manifold.

La estación tendrá todas las facilidades que permitan la operación, y el mantenimiento contará con dispositivos de control y seguridad. La estación de bombeo será operada y monitoreada remotamente desde la sala de control ubicada en la subestación eléctrica.

La caseta de la estación tendrá un puente grúa de 7,5 t para las maniobras de montaje y mantenimiento, así también un taller para labores de rutina.

La succión de las bombas está dentro de una tubería de 2,2 metros diámetros para disminuir la velocidad de ingreso del agua. Los tubos estarán hincados al fondo marino. Los tubos cuentan con dos filtros pasivos ubicados a 3 metros del fondo marino cuya función es impedir el paso de sedimentos y organismos marinos. Las aguas bombeadas de cada equipo pasarán por un segundo filtro de finos y se descargarán a un manifold que conducirá el agua hacia el acueducto de 20”.

El sistema de bombeo está diseñado para operar las 24 horas del día. Luego de la estación de bombeo el agua ingresará a la línea de conducción de 20” de

diámetro, esta conducción tiene un recorrido 16 km de subida llegando hasta una altura de 218 m.s.n.m. Para luego continuar de bajada siguiendo tramos relativamente planos hasta llegar a la planta con una presión de 10 psi.

La tubería para su protección durante la operación contará con válvulas de aire de doble efecto y válvulas de purga, todas con su respectivo buzón de registro construido en concreto. La tubería en su recorrido se encontrará enterrada.

### **A. Captación**

En la captación se tendrá dos filtros pasivos de 3 mm de ranura, fabricado de una aleación de cobre níquel para prevenir problemas de corrosión. Este filtro estará sumergido a una profundidad de 7 m de altura evitando capturar contaminantes externos, y a 3 m como mínimo sobre el fondo del mar, para evitar capturar sedimentos y/o algas marinas. Las dimensiones del filtro serán 42" de diámetro, 139" de largo y diámetro de la descarga 30". El filtro de captación pasiva no afectará el ecosistema marino, ya que la velocidad de ingreso será de 0,15 m/s y con una capacidad de 1 500 m<sup>3</sup>/h cada una. Contará con un sistema de limpieza basado en la liberación de aire comprimido en el interior del filtro. Ver plano 9548-ME-300 en el **Anexo 4.9**.

Este sistema de aire comprimido estará ubicado en la estación de bombeo y sus conducciones serán de acero inoxidable. Para el mantenimiento de los filtros en la caseta de bombeo se contará con dos buzones, los cuales se servirán para el ingreso de la bomba de lodos, montaje y desmontaje de filtros.

## **B. Estación de bombeo**

En el muelle se construirá la estación de bombeo de 10 m x 23 m. Estará compuesta por tres bombas verticales, de las cuales 2 estarán en funcionamiento y la tercera en reserva.

Cada bomba tendrá una potencia hidráulica de 1 580 hp, y un caudal de 750 m<sup>3</sup>/h. Las bombas funcionarán, 24 horas al día y 335 días al año.

El sistema de bombeo tiene los siguientes elementos: para evitar que se tenga aire en el sistema, contará con válvula ventosa para cada bomba, se instalará un sistema de filtro auto limpiante para cada bomba de 150 micrones, separando el agua de los micro organismos y sedimentos marinos los cuales van a ser devueltos al mar a fin de preservar la vida acuática. A fin de tener un control y/o monitoreo en la impulsión de agua contará con instrumentos de lectura de caudal y presión.

Se tiene tres tipos de válvulas en el sistema: válvulas mariposa, esta permite regular la conducción para alcanzar el punto de operación de la bomba y cierre para el desmontaje de los equipos. También se instalarán a la salida de cada bomba una válvula de retención o anti-retorno de 16" de diámetro. Esta permitirá que el agua circule en un solo sentido y por cualquier evento que detenga el bombeo evitará que el agua regrese al punto de extracción.

Para proteger la tubería ante variaciones de presión se están colocando dos válvulas anticipadoras de 6" de diámetro en el manifold, la válvula se abre en reacción a la caída de presión la cual hará que retorne el agua al mar; mediante la pre-apertura de la válvula se disipa la onda de alta presión de retorno y así se elimina el golpe de ariete. Finalmente las tuberías de descarga de cada bomba se unirán mediante un manifold de 20" de diámetro, la cual está conectada al acueducto de 37km.

La sala de bombeo tendrá dos puertas de acceso: una de 12 m x 5 m (la puerta se dividirá en 3 cuerpos corredizos de 4 m x 5 m para el ingreso de los equipos) y la otra de 1 m x 2 m (para el ingreso del personal). La sala dispondrá de iluminación, también contará con un sistema de ventilación a fin de mantener una temperatura adecuada de operación de los motores eléctricos.

Se contará con un puente grúa para facilitar el montaje y mantenimiento de los equipos mecánicos dentro de la estación tendrá una capacidad de carga de 7,5 Tn, la cual estará instalada a una altura de 6,50 m, longitud 23,00 m y una luz de 9,70 m.

### **C. Acueducto**

La tubería de conducción de agua de mar comienza desde la descarga de la estación de bombeo, en la zona del puerto, la tubería será aérea y estarán fijadas a las estructuras del muelle.

Saliendo de la zona del puerto, la línea de conducción se interceptará con el inicio de la carretera proyectada de FOSPAC que se encuentra en el ingreso de la S.E. Puerto, la tubería a partir de este punto serán enterradas colocándolas al costado de la carretera a una distancia de 4,5 m desde sus ejes, a una profundidad mínima de 0,8 m desde la rasante hasta la parte superior de la tubería.

En la ruta de la tubería en la zona de Illescas existen varias quebradas, las cuales van a ser sustituidas por alcantarillas que sustituye un curso de agua para evitar embalses aguas arriba por las precipitaciones de lluvia que puedan existir. Dependiendo del tipo de cruce de la alcantarilla y la tubería puede estar aérea o enterrada.

La longitud para cruzar toda la zona de Illescas es de aproximadamente de 16 km. En todo este tramo desde la longitud progresiva 0+00 m hasta la progresiva 16+800 m la tubería será de material de hierro fundido dúctil con revestimiento interior para agua de mar y tendrá un revestimiento exterior de bitumen, epoxy o mortero especial para tuberías enterradas, esta tubería resiste adecuadamente las sollicitaciones no permanentes (como sismos y golpes de ariete) presenta indudables ventajas en el proceso constructivo. Pudiendo instalarla fácilmente en toda esta zona que en su mayoría es de material rocoso. A partir de esta progresiva el material del acueducto será de material de fibra de vidrio reforzado (PRFV) y estará dentro de la franja de servidumbre de la línea de transmisión eléctrica de 60 kV, y será enterrado en todo su recorrido hasta la llegada a la planta de fosfatos. La distancia de separación entre el eje de la línea eléctrica y el acueducto es de 5m. El acueducto tiene una longitud de 37 km aproximadamente, y tendrá un diámetro nominal de 20 pulgadas.

La tubería contará con elementos de protección como válvulas de aire (ventosas), y para el mantenimiento válvulas de desagüe o purgas, en todas las partes donde este expuesta a la intemperie contará con aislamiento para evitar el calentamiento del agua de mar que debe ser menor de 30 °C para un funcionamiento adecuado de la planta de fosfatos.

El acueducto ha sido diseñado para un caudal máximo de 1 500 m<sup>3</sup>/h (417 lps), y una presión en la descarga mínimo de 10 psi. Una principal característica de esta zona es el extenso desierto de Sechura con temperatura máxima de 36 °C, el acueducto está en la dirección de Oeste a Este.

El agua de mar transportada por el acueducto llegará a la planta de beneficio donde se le darán los siguientes usos:

### Agua de mar

- Agua que será utilizada en la planta de beneficio en sus distintas etapas del proceso.

### Agua desalinizada

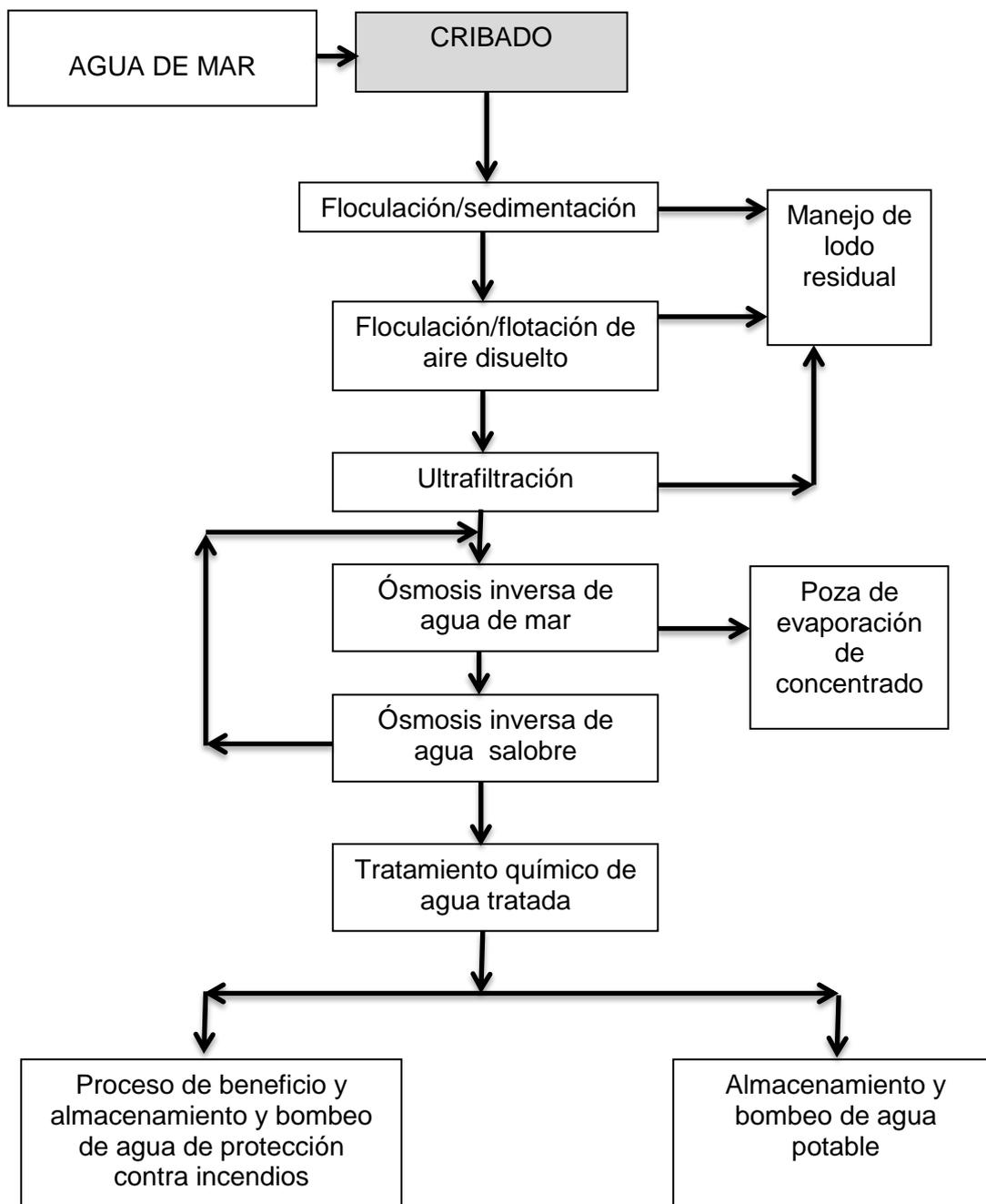
- Agua potable.
- Agua para lavado de concentrado.
- Agua contra incendio.

Se recolectará y tratará el agua residual doméstica en el área del proyecto.

#### **4.4.6.2 Procesos de tratamiento de agua de mar**

El agua de mar cruda será cribada y luego bombeada a la planta según se muestra en los diagramas de flujo de procesos. Esta sección se centra en el agua desalinizada, la cual utiliza una variedad de procesos para brindar el pretratamiento, desalinización (ósmosis inversa) y el postratamiento. A continuación, se presenta un cuadro esquemático que detalla el proceso general (figura 4.4.6.2-1). Ver **Anexo 4-9** de planta de tratamiento de agua.

**Figura 4.4.6.2-1 Proceso de tratamiento de agua**



Fuente FOSPAC

Las bombas de transferencia de agua de mar conducen el agua al tanque de almacenamiento de agua de mar cruda. Este tanque tiene diferentes funciones, tales como capacidad, aislamiento térmico y sedimentación (cuadro 4.4.6.2-1).

El tanque puede proporcionar cierta capacidad de sedimentación aun cuando no está diseñado para este proceso.

**Cuadro 4.4.6.2-1 Tanque de almacenamiento de agua de mar**

| Tanque de almacenamiento de agua de mar |                |                     |
|---|----------------|---------------------|
| Parámetro                               | Unidad         | Datos               |
| Número                                  | -              | 1                   |
| Capacidad aproximada                    | m <sup>3</sup> | 8 350               |
| Forma                                   | -              | Circular            |
| Cubierto                                | Sí/No          | Sí                  |
| Material                                | -              | Concreto pretensado |
| Revestimiento                           | Sí/No          | Revestimiento Epoxy |
| Tiempo de residencia                    | h              | 6                   |
| Mezcladora, Tipo                        | Sí/No          | Sí, 2 solar         |

Fuente: FOSPAC

El agua de mar será bombeado del tanque de almacenamiento para el proceso de floculación/sedimentación.

El diseño de bombeo se basa en bombas de transferencia, ya sea para proporcionar agua a la instalación de la planta concentradora o a la planta de osmosis inversa (cuadro 4.4.6.2-2).

**Cuadro 4.4.6.2-2 Bombas de transferencia de agua de mar**

| <b>Bombas de Transferencia de Agua de Mar – Almacenamiento hasta Floculación/Sedimentación</b> |                   |  |
|--|-------------------|--|
| <b>Parámetro</b>   | <b>Unidad</b>     | <b>Datos</b>   |
| Total de número de bombas  | -                 | 4 (3 en uso)   |
| Capacidad por unidad   | m <sup>3</sup> /h | 415  |
| Tipo   | -                 | Turbina vertical   |
| Tipo   | -                 | Turbina vertical   |
| Velocidad variable   | Sí/No             | Sí   |
| Material   | -                 | Acero inoxidable dúplex o Plástico reforzado con fibra de vidrio |

#### **A. Floculación/Sedimentación**

El objetivo de esta etapa del proceso es remover las partículas sedimentables del agua de mar. Antes del proceso de floculación/sedimentación, el agua será clorada para eliminar los microbios y minimizar la posibilidad de contaminación biológica de las membranas aguas abajo.

El agua será tratada con coagulante, sulfato ferroso, para originar la desestabilización de partículas suspendidas y coloidales, el cual favorecerá la sedimentación.

El proceso consiste en una zona de mezclado rápido donde el agua de mar es mezclado para asegurar el contacto adecuado con el floculante. Luego, el agua fluye a la zona de floculación donde las pequeñas partículas sedimentables en el agua se adhieren y forman partículas más grandes, en el cuadro 4.4.6.2-3 se muestra las características del equipo.

Finalmente, el agua de mar y las partículas más grandes fluyen hacia la zona de sedimentación. Esta zona cuenta con un área para partículas más grandes y más pesadas con el fin de que se produzca la sedimentación en el fondo mientras que el agua de mar descarga en un vertedero y sigue hacia el siguiente proceso.

**Cuadro 4.4.6.2-3 Características del equipo de Floculación/Sedimentación**

| Equipo Floc/Sed                 |                     |  |
|---------------------------------|---------------------|--|
| Parámetro                       | Unidad              | Datos                                      |
| Número                          | -                   | 7 (7 en uso)                               |
| Capacidad aproximada por unidad | m <sup>3</sup> /min | 3  |
| Coagulante químico              | -                   | Sulfato ferroso                            |
| Tipo                            | -                   | Clarificador vertical                      |
| Material                        | -                   | Acero inoxidable dúplex o acero recubierto |

Se enviarán los sólidos acumulados al tanque receptor, el cual se trata en la sección de Manejo de Lodos.

## **B. Floculación y flotación**

Después de la sedimentación, el agua fluirá hacia el proceso de pretratamiento de floculación/flotación (Floc/DAF). Este proceso se utiliza para eliminar los materiales flotantes, el cual consiste en sólidos coagulados, material coloidal y algas, las características de este equipo son indicados en el cuadro 4.4.6.2-4.

El proceso Floc/DAF consiste en zonas de floculación primaria y secundaria, seguida de la zona de flotación y, finalmente, la zona de descarga de efluentes. El sistema utiliza una mezcla de aire comprimido y agua para hacer flotar el material

fuera del agua. El material que flota a la superficie es recolectado y descargado por gravedad al tanque receptor DAF de purga de lodos.

**Cuadro 4.4.6.2-4 Características del equipo de floculación y flotación**

| Equipo Floc/DAF                 |                     |  |
|---------------------------------|---------------------|--|
| Parámetro                       | Unidad              | Datos                                      |
| Número                          | -                   | 4 (4 en uso)                               |
| Capacidad aproximada por unidad | m <sup>3</sup> /min | 4,7  |
| Adición química                 | -                   | Polímero y floculante                      |
| Material                        | -                   | Acero inoxidable dúplex o acero recubierto |

### C. Ultrafiltración

Después del proceso floculación y flotación, el agua es bombeada a la etapa de prefiltración. En este proceso utiliza tamices de lavado a contracorriente automáticos para la remoción de toda partícula o alga restante antes que entre al proceso de ultrafiltración (UF). Este proceso elimina toda partícula restante que pudiera dañar las membranas. Este sistema consiste en bombas de baja presión, tamizaje de ultrafiltración previa, ultrafiltración y tanques separadores (cuadro 4.4.6.2-4).

**Cuadro 4.4.6.2-4 Características del equipo de Ultrafiltración**

| Equipo de ultrafiltración  |                     |                           |
|--|---------------------|---------------------------|
| Parámetro  | Unidad              | Datos                     |
| Número   | -                   | 7 (5 en uso) <sup>1</sup> |
| Capacidad aproximada por unidad  | m <sup>3</sup> /min | 3,2                       |
| Tamaño del tamizador de ultrafiltración previa   | micrones            | 100                       |
| Tamaño UF  | micrones            | 1                         |
| 1 – El diseño del sistema permite la limpieza frecuente de cada plataforma (aproximadamente una vez a la semana). Por lo tanto, el diseño cuenta con 5 unidades operativas, 1 unidad que está siendo limpiada y 1 unidad en reserva. |                     |                           |

Los químicos que se utilizan para la limpieza de las membranas son los siguientes:

- Hipoclorito de sodio
- Ácido cítrico
- Hidróxido de sodio
- Bisulfito de sodio

El sistema consta de un sistema de alimentación química, un tanque mezclador y bombas de recirculación.

#### **D. Ósmosis Inversa de agua de mar**

Alcanzar los objetivos del tratamiento de desalinización para este proyecto requiere que pase por dos procesos de ósmosis inversa.

La primera etapa del sistema de osmosis inversa es para reducir los cloruros. Si el cloruro no es suficientemente bajo para cumplir las metas del proyecto, entonces el agua pasará a través de una segunda etapa del sistema de ósmosis inversa.

El agua primero es tratada con bisulfito de sodio para eliminar el cloro y con anti-incrustante para prevenir que los minerales y las incrustaciones degraden las membranas. La primera etapa de osmosis inversa requiere el incremento significativo de la presión del agua de alimentación utilizando grandes bombas.

El equipo de osmosis presenta las siguientes características (cuadro 4.4.6.2-5).

**Cuadro 4.4.6.2-5 Características del equipo de ósmosis inversa**

| <b>Equipo SWRO</b>  |                     |                           |
|---|---------------------|---------------------------|
| <b>Parámetro</b>  | <b>Unidad</b>       | <b>Datos</b>              |
| Número  | -                   | 5 (3 en uso) <sup>1</sup> |
| Capacidad aproximada por unidad   | m <sup>3</sup> /min | 5,1                       |
| Presión de alimentación aproximada  | Psi                 | 800-900                   |
| Tipo de bomba de alimentación   | -                   | Succión Final Horizontal  |
| Bomba de velocidad variable   | Sí/No               | Sí                        |
| Materiales de bomba   | -                   | Acero inoxidable dúplex   |
| Tamaño de filtro de cartucho  | micrones            | 1                         |
| Etapas de las membranas SWRO  | -                   | 2                         |
| 1 – El diseño del sistema permite la limpieza frecuente de cada plataforma (aproximadamente 1 ó 2 veces por semana). Por lo tanto, el diseño cuenta con 3 unidades operativas, 1 unidad que está siendo limpiada y 1 unidad en reserva. |                     |                           |

## E. Postratamiento

Después del proceso de desalinización, se trata el agua para estabilizar el pH y prepararla para su uso en el proceso de la planta de beneficio o como agua potable. Los reactivos empleados son: hidróxido de sodio, cal saturada (CaOH), dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), carbonato de sodio (Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>), solución de cloro.

Después de la adición de los reactivos, el agua fluye hacia los tanques mezcladores de afinamiento de agua tratada donde es mezclada de manera mecánica antes de la descarga a los pozos sumideros. Desde el pozo sumidero, las bombas de transferencia de agua tratada envía el agua a los tanques de almacenamiento para su uso final.

Las bombas de transferencia hacia los tanques de almacenamiento presentan las siguientes características (cuadro 4.4.6.2-6):

**Cuadro 4.4.6.2-6 Bombas de transferencia de agua tratada**

| Parámetro                       | Unidad              | Datos            |
|---------------------------------|---------------------|------------------|
| Número                          | -                   | 3 (2 en uso)     |
| Capacidad aproximada por unidad | m <sup>3</sup> /min | 2.9              |
| Total de carga de diseño        | m                   | 33.5             |
| Tamaño aproximado del motor     | hp                  | 40               |
| Tipo                            | -                   | Turbina vertical |
| Velocidad variable              | Sí/No               | Sí               |
| Material                        | -                   | Hierro fundido   |

Fuente: FOSPAC

## F. Almacenamiento y distribución de agua

Después del proceso de desalinización, el agua es almacenada en tanques para asegurar que exista tanto un suministro instantáneo adecuado con la suficiente capacidad de manejar los cambios en la demanda de agua: Los tanques de almacenamiento son enumerados a continuación:

1.- Bombeo y tanque combinado de almacenamiento de protección contra incendio y planta de beneficio.

Después del tratamiento final, el agua tratada es transferida al tanque de almacenamiento de protección contra incendio y proceso de beneficio. El tanque de almacenamiento de agua potable tiene las siguientes características (ver cuadro 4.4.6.2-7):

**Cuadro 4.4.6.2-7 Tanque de almacenamiento de protección contra incendio y planta de beneficio**

| <b>Tanque combinado de almacenamiento de protección contra incendio y planta de beneficio</b> |                |   |
|---|----------------|---|
| <b>Parámetro</b>  | <b>Unidad</b>  | <b>Datos</b>  |
| Número  | -              | 1   |
| Capacidad total   | m <sup>3</sup> | 6,435   |
| Capacidad de almacenamiento de Agua en Planta de Beneficio                                    | m <sup>3</sup> | 5,225   |
| Tiempo de residencia mínimo de Agua en Planta de Beneficio a una demanda máxima               | h              | 12  |
| Forma   | -              | Circular  |
| Cubierto  | Sí/No          | Sí  |
| Material  | -              | Vidrio fusionado o acero con pernos o concreto pretensado |

| <b>Tanque combinado de almacenamiento de protección contra incendio y planta de beneficio</b> |                |  |
|---|----------------|--|
| <b>Parámetro</b>  | <b>Unidad</b>  | <b>Datos</b>   |
| Recubrimiento   | Sí/No          | Por determinarse                                       |
| Tiempo de residencia  | h              | 12 (excluyendo almacenamiento de agua contra incendio) |
| Mezcladora, Tipo  | Sí/No          | Sí, Solar  |
|   |                |  |
| Criterio de diseño de Protección contra Incendio <sup>1</sup>                                 | -              | 795 m <sup>3</sup> /h en 90 min                        |
| Almacenamiento de Agua contra Incendio  | m <sup>3</sup> | 1,200  |
| Tiempo de relleno de almacenamiento de agua contra incendio                                   | h              | 48   |

Fuente: FOSPAC.

## **G. Almacenamiento y bombeo de agua potable**

Después del tratamiento final, una parte del agua se utilizará para requerimientos de agua potable, tales como bebida, preparación de alimentos, e higiene, etc.

Debido a que el agua potable requiere de una desinfección, se almacena de manera separada, después de la desalinización, del agua destinada al uso potable será desinfectada con cloro antes de ser descargada al tanque de almacenamiento de agua potable. El tanque es relativamente pequeño y está equipado con mezcladora, sumidero y dren (ver cuadro 4.4.6.2-8):

**Cuadro 4.4.6.2-8 Tanque de almacenamiento de agua potable**

| Parámetro            | Unidad         | Datos                               |
|----------------------|----------------|-------------------------------------|
| Número               | -              | 1                                   |
| Capacidad            | m <sup>3</sup> | 190                                 |
| Forma                | -              | Circular                            |
| Cubierto             | Sí/No          | Sí                                  |
| Material             | -              | Vidrio fusionado o acero con pernos |
| Recubrimiento        | Sí/No          | Ninguno                             |
| Tiempo de residencia | h              | 24                                  |
| Mezcladora, Tipo     | Sí/No          | Sí                                  |

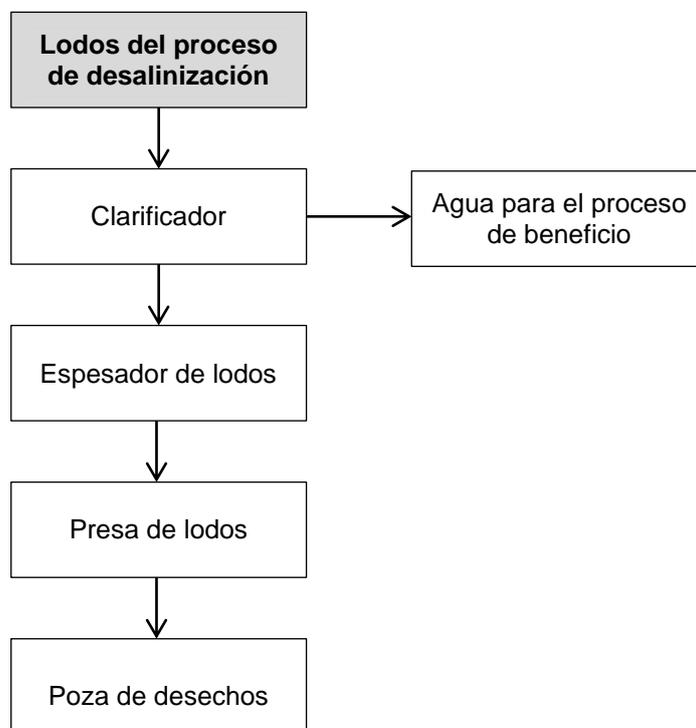
Fuente: FOSPAC.

Las bombas de agua potable de alta duración conducen el agua potable desde el tanque de almacenamiento hasta el sistema de distribución potable.

#### **4.4.6.3 Instalaciones de manejo de lodos y salmuera**

Durante el proceso de tratamiento de desalinización, se producen lodos y salmuera como subproductos (ver figura 4.4.6.3-1).

**Figura 4.4.6.3-1 Diagrama de las instalaciones del manejo de lodos y salmuera**



Fuente FOSPAC

#### **A.- Lodos del tratamiento de agua**

Los diferentes procesos en la planta de tratamiento de desalinización producirán lodos de purga. Este material será bombeado al área de manejo de lodos, y luego estos lodos son bombeados a los filtros prensas.

#### **B.- Fuentes de generación de lodos**

A continuación se detalla las diferentes fuentes de lodos y equipos.

## B.1 Purga de floculación/sedimentación

Los sólidos acumulados del proceso de floculación/sedimentación se enviarán por gravedad a un pozo sumidero receptor cercano. Desde el pozo sumidero, se bombearán al tanque receptor de purga de residuos, el cual está ubicado cerca de las instalaciones de manejo de lodos, en el cuadro 4.4.6.3-1.

**Cuadro 4.4.6.3-1 Bombas de purga de floculación y sedimentación**

| Parámetro                       | Unidad              | Datos  |
|---------------------------------|---------------------|--|
| Número                          | -                   | 3 (2 en uso)   |
| Capacidad aproximada por unidad | m <sup>3</sup> /min | 1.1  |
| Total de carga de diseño        | m                   | 30   |
| Tamaño aproximado del motor     | hp                  | 15   |
| Tipo                            | -                   | Inmersión  |
| Velocidad variable              | Sí/No               | No   |
| Material                        | -                   | Acero inoxidable dúplex o Plástico reforzado con fibra de vidrio |

Fuente FOSPAC

## B.2. Purga de floculación/flotación

El material que flotó durante el proceso floculación y flotación es recolectado en el tanque receptor de purga de lodos DAF. El material es bombeado al tanque receptor de purga de residuos, las características de la bomba se encuentra en el cuadro 4.4.6.3-2.

**Cuadro 4.4.6.3-2 Bombas de purga de floculación y flotación**

| Parámetro                       | Unidad              | Datos  |
|---------------------------------|---------------------|--|
| Número                          | -                   | 3 (2 en uso)   |
| Capacidad aproximada por unidad | m <sup>3</sup> /min | 1.4  |
| Total de carga de diseño        | m                   | 30   |
| Tamaño aproximado del motor     | hp                  | 15   |
| Tipo                            | -                   | Inmersión  |
| Velocidad variable              | Sí/No               | No   |
| Material                        | -                   | Acero inoxidable dúplex o Plástico reforzado con fibra de vidrio |

Fuente FOSPAC

### **B.3. Tamices de ultrafiltración previa**

El material de los tamices de ultrafiltración previa es dirigido al tanque receptor de purga de residuos, el cual está ubicado cerca a las instalaciones de manejo de lodos.

### **C. Clarificador de Purga de Residuos**

La purga de residuos es transferida al centro de un gran clarificador circular con forma de tolva en la base. Los sólidos se sedimentan en la base del clarificador, mientras que el agua clara (sobrenadante) fluye sobre vertederos superficiales a la estación de bombas de sobrenadantes, donde finalmente es bombeada a la instalación de la planta de beneficio para ser usado en la planta de restregado y atricción en el deslamado (ver cuadro 4.4.6.3-3).

**Cuadro 4.4.6.3-3 Clarificador de purga de residuos y bomba de transferencia del sobrenadante**

| Clarificador de Purga de Residuos |        |   |
|-----------------------------------|--------|---|
| Parámetro                         | Unidad | Datos   |
| Número                            | -      | 1   |
| Diámetro aproximado               | m      | 33  |
| Materiales                        | -      | Concreto con componentes de acero inoxidable dúplex |

| Bombas de Transferencia de Sobrenadante |                     |  |
|---|---------------------|--|
| Parámetro                               | Unidad              | Datos  |
| Número                                  | -                   | 3 (2 en uso)   |
| Capacidad aproximada por unidad         | m <sup>3</sup> /min | 2.65   |
| Total de carga de diseño                | m                   | 68.5   |
| Tamaño aproximado del motor             | hp                  | 100  |
| Tipo                                    | -                   | Inmersión  |
| Velocidad variable                      | Sí/No               | No   |
| Material                                | -                   | Acero inoxidable dúplex o Plástico reforzado con fibra de vidrio |

Fuente FOSPAC

Los sólidos sedimentados se acumulan en la base del clarificador, donde un sistema de rastrillos rotatorios ayuda a dirigir los sólidos a la descarga, para ser enviado luego al espesador de lodos, las características de la bomba del espesador de lodos se encuentra en el cuadro 4.4.6.3-5.

**Cuadro 4.4.6.3-5 Bomba de lodos del clarificador**

| Parámetro                       | Unidad              | Datos  |
|---------------------------------|---------------------|--|
| Número                          | -                   | 3 (1 en uso)   |
| Capacidad aproximada por unidad | m <sup>3</sup> /min | 1.5  |
| Total de carga de diseño        | m                   | 30   |
| Tamaño aproximado del motor     | hp                  | 25   |
| Tipo                            | -                   | Succión final horizontal   |
| Velocidad variable              | Sí/No               | No   |
| Material                        | -                   | Acero inoxidable dúplex o Plástico reforzado con fibra de vidrio |

Fuente FOSPAC

#### **D. Espesador de lodos para purga de residuos**

El espesador de lodos utiliza un sistema de rastrillos para mezclar, sedimentar y espesar los lodos. El agua sobrenadante se junta con el agua sobrenadante del clarificador. Los lodos son descargados de la parte inferior del espesador para luego ser bombeados a los filtros, las características del espesador se encuentra en el cuadro 4.4.6.3-6.

**Cuadro 4.4.6.3-6 Espesador de lodos para la purga de residuos y bombas de lodos espesados**

| <b>Espesador de lodos para purga de residuos</b> |               |  |
|--|---------------|--|
| <b>Parámetro</b>                                 | <b>Unidad</b> | <b>Datos</b>   |
| Número   | -             | 1  |
| Tipo   | -             | Sistema de rastrillos  |
| Diámetro aproximado                              | m             | 20   |
| Materiales                                       | -             | Concreto con componentes de acero inoxidable dúplex              |
| <b>Bombas de lodos espesados</b>                 |               |  |
| <b>Parámetro</b>                                 | <b>Unidad</b> | <b>Datos</b>   |
| Número   | -             | 2 (1 en uso)   |
| Capacidad aproximada por unidad                  | m3/min        | 1.32   |
| Total de carga de diseño                         | m             | 198  |
| Tamaño aproximado del motor                      | hp            | 125  |
| Tipo   | -             | Succión final horizontal   |
| Velocidad variable                               | Sí/No         | No   |
| Material   | -             | Acero inoxidable dúplex o Plástico reforzado con fibra de vidrio |

Fuente FOSPAC

### **E.- prensas de lodos**

Los filtros de prensa de lodos ubicados al interior de la planta, extra en el agua de los lodos para formar una torta, la cual será descargada a los transportadores

para cargar los camiones. El agua recuperada vuelve al espesador de lodos por medio de las bombas de filtrado (cuadro 4.4.6.3-7).

**Cuadro 4.4.6.3-7 Prensa de lodos para la purga de residuos**

| <b>Prensas de Lodos</b>   |               |  |
|---------------------------|---------------|--|
| <b>Parámetro</b>          | <b>Unidad</b> | <b>Datos</b>   |
| Número                    | -             | 2 (2 en uso en modo por lotes)                                   |
| Tipo                      | -             | Placa y marco o Prensa de filtro de banda                        |
| Tamaño aproximado         | m             | 2  |
| Materiales                | -             | Acero inoxidable   |
| <b>Bombas de Filtrado</b> |               |  |
| <b>Parámetro</b>          | <b>Unidad</b> | <b>Datos</b>   |
| Número                    | -             | 2 (1 en uso)   |
| Material                  | -             | Acero inoxidable dúplex o Plástico reforzado con fibra de vidrio |

Fuente: FOSPAC

#### **4.4.7 Puerto de embarque – Etapa de operación**

##### **4.4.7.1 Descripción técnica del proyecto (presentación de cada fase y actividad portuaria)**

El puerto contará con un sistema mecanizado para el carguío de fosfatos mediante un sistema de fajas transportadoras y un cargador de barcos del tipo radial giratorio, apoyado sobre una plataforma de concreto armado. En el plano D-001-04-011 indicado en **Anexo 4-10** se presenta la planta general de las instalaciones marítimas y terrestres del Puerto.

#### **A. Instalaciones marítimas**

Las instalaciones marítimas consideran las siguientes obras principales:

- Puente de acceso principal
- Puente de acceso secundario
- Pasarelas de conexión de dolphins
- Plataforma del cargador
- Plataforma de mantenimiento
- Dolphins de atraque y amarre
- Dolphins de amarre
- Puerto auxiliar
- Viga de traslación

#### **● Puente de acceso principal**

Esta pasarela conecta la plataforma del cargador con tierra. Su longitud total es de 112,0 m. Sus funciones principales son por un lado, facilitar el acceso rodado y peatonal al cargador y a los elementos de amarre y atraque y por otra, dar soporte a la faja transportadora que alimenta el cargador.

Su estructura está configurada por una serie de pórticos pilotados separados 18,00 m sobre los que se disponen las vigas, metálicas que dan continuidad a la pasarela. En su zona central se diseña un doble pórtico de 6,00 m de separación a fin de cimentar un soporte de tipo tridimensional que mejore la estabilidad de la faja transportadora ante posibles sismos.

Cada pórtico está formado por dos pilotes de acero de 1,47 m de diámetro unidos por una viga-dintel de concreto armado. Apoyados en cada dintel se disponen las vigas sobre las que se apoya la losa que constituye la carretera de acceso. Asimismo, sobre cada dintel se cimentarán los apoyos y soportes de la faja transportadora. La carretera de acceso tiene una anchura libre de 5,00 m. A ambos lados de la misma se disponen los conductos y armarios de servicio del cargador.

- **Puente de acceso secundario**

Su función es la de dar acceso desde la plataforma del cargador hasta la plataforma de mantenimiento haciendo posible la llegada de vehículos hasta ésta última. Cubre una longitud total de 51,12 m mediante dos vanos de 25,56 m cada uno. La anchura útil del viario es de 3,00 m.

La estructura está formada por tres vigas metálicas o de concreto armado que apoyan en las vigas perimetrales de las dos plataformas y en un apoyo intermedio consistente en un dintel de concreto armado soportado sobre dos pilotes metálicos de 1,22 m. Sobre las vigas se dispone una losa de concreto armado que conforma el camino.

- **Pasarelas de conexión de dolphins**

La conexión peatonal entre todos los dolphins se realizara a través de pasarelas de 1,40m de anchura con estructura metálica en celosía con piso de tramex. En

función de las distancias que separan los dolphins contiguos se diferencian tres tipos de vigas.

- Tipo I: Conexión entre dolphins de amarre. Longitud: 55,00 m
- Tipo II: Conexión entre dolphins de atraque y amarre. Longitud: 55,00 m
- Tipo III: Conexión entre los dolphins de atraque. Longitud: 15,00 m

- **Plataforma del cargador**

Tiene como función principal dar apoyo al soporte trasero sobre el que pivota el cargador de tipo radial. La planta del cargador es de 30,78 x 18,03 m, y está a una cota de +7.0 m. La plataforma está cimentada sobre pilotes de acero, localizados a 7.50 m en el sentido longitudinal y 6.00 metros en el sentido transversal. Sobre estos pilotes se han colocado vigas longitudinales y transversales y sobre ellas una losa de concreto

En el extremo NE de la plataforma se ha reforzado un área de 7.70 x 9.50 metros con 12 pilotes de acero y sobre estos se han colocado vigas y losas de concreto que recibirán la zapata del cargador.

- **Plataforma de mantenimiento**

Se dispone entre los dolphins de atraque centrales y constituye parte del sistema de apoyos de la viga por la que se desplaza el apoyo delantero del cargador. Además de la función de soporte de un tramo de esta viga, esta plataforma se utilizará para las labores de mantenimiento del cargador así como para servir de base para el acceso a la nave y dar conexión a todas las pasarelas de acceso a los dolphins. Dada su posición esta plataforma no recibe solicitaciones por parte de la nave atracada.

La plataforma tiene una planta sensiblemente rectangular de 16,25 m de frente y de 14,40 m de anchura. Su estructura esta cimentada sobre una malla de 9 pilotes de acero de 1,47 m de diámetro y 2,54 cm de espesor de pared.

La plataforma está configurada por vigas de concreto armado y una losa de cubierta de concreto. Esta coronada a la cota +7,0 m.

- **Dolphins de atraque**

Para el atraque del buque se disponen cuatro (4) dolphins de atraque de tipo flexible consistentes en un grupo de 7 pilotes verticales de 1,47 m de diámetro y 2,54 cm de espesor unidos en cabeza por una plataforma de concreto de planta hexagonal de 6,87 m de lado. La separación entre ejes de pilotes es de 5,15 m.

La configuración de los cuatro dolphins es lineal y simétrica. Los dolphins centrales se disponen con una separación entre ejes de 57,27 m mientras que los extremos se distancian 27,08 m de los anteriores. La plataforma queda coronada a la cota +5,70 m.

En el centro de la plataforma de cada dolphin se dispone una defensa de tipo doble constituida por dos defensas de caucho del tipo SC-1400H con escudo articulado. Sobre la plataforma de coronación se dispone un bolardo de fundición de 150 toneladas de tiro nominal.

- **Dolphins de amarre**

Para el amarre de las naves se dispone de cuatro (04) dolphins convenientemente localizados que recibirán los largos y springs de proa y de popa, y los traveses de las distintas naves. La estructura de cada dolphin está formado por cuatro pilotes de acero de 1,22 m de diámetro y 2,5 cm de espesor dispuestos verticalmente y con sus cabezas empotradas en un macizo de concreto armado de 9,0 x 9,0 x 2,0

m. La posición de los ejes de todos estos dolphins queda retranqueada a 32 m respecto del frente de defensas de atraque a fin de mejorar el comportamiento de las líneas de través. La plataforma queda coronada a la cota de +5,70 m.

- **Puerto Auxiliar**

El puerto auxiliar tiene una doble función: servir como plataforma de atraque de las embarcaciones y medios marítimos que se utilicen en las tareas de construcción de las infraestructuras de atraque y para el acoderamiento de embarcaciones (remolcadores y lanchas) que apoyaran el atraque, desatraque, amarre y desamarre de embarcaciones que lleguen al Puerto. Además el puerto auxiliar apoyara a la faenas de mantenimiento de las obras de mar.

Dados los calados de la zona es necesario que dicho puerto se conforme sobre una explanada de terrenos ganados al mar en la zona de entrada en el mar de la pasarela de conexión. Esta configuración colabora, además, a reducir las dimensiones de dicha pasarela sobre pilotes.

El muelle del puerto se sitúa en el extremo frontal de los terrenos ganados al mar y queda conformado por un doble frente de muelle atacable de 48,60 y 37,80 m de longitud. El borde del muelle y la explanada adjunta se dispone a la cota +2,80 m.

La estructura del muelle está conformada por bloques prefabricados de concreto en masa con perforaciones para su interconexión cimentados sobre una banqueta de escolleras naturales.

La explanada de terreno ganado al mar tiene unas dimensiones aproximadas de 120 x 50 m, y albergara un almacén auxiliar para las operaciones marítimas y un centro de transformación. Los bordes NW y W de la explanada portuaria se protegen con una escollera en talud con manto de bloques de concreto de forma

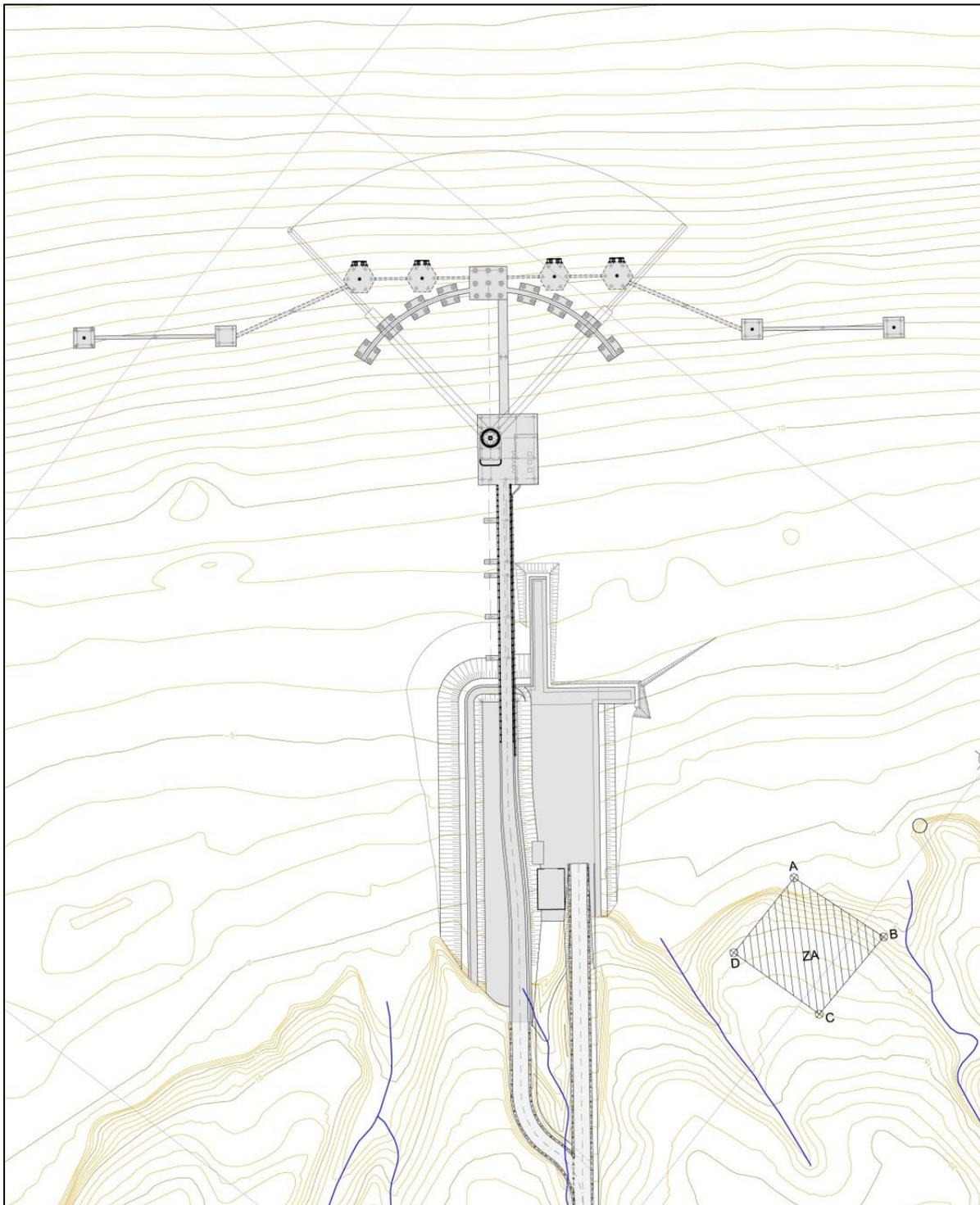
cubica de 4 ton de peso unitario. Esta protección queda rematada por un muro-espaldón de concreto en masa coronado a la cota +4,30 m.

- **Vigas de traslación**

Tiene la función de acoger el carril sobre el que se desplaza el tren de apoyo delantero del cargador radial.

La viga de concreto armado, estará soportada además de la plataforma de mantenimiento, en 8 apoyos formado cada uno de ellos por un macizo de concreto armado cimentado sobre 4 pilotes de acero de 1,22 m de diámetro y 2,54 cm de espesor de pared. La viga tiene un desarrollo total de 115,27 m.

**Figura 4.4.7.1-1. Layout del terminal portuario lado mar**



Fuente: FOSPAC S.A.

## **B. Instalaciones en tierra**

Las instalaciones en tierra, considera las siguientes obras principales:

- Plataforma de descarga y de control
- Plataforma de almacenamiento de material
- Carretera de conexión
- Faja transportadora desde almacén a puerto

### **● Plataforma de descarga y de control**

Se sitúa en la zona de mayor altitud de la parcela y forma una franja que se extiende a todo lo largo de sus 492 m de frente. Acoge las obras e instalaciones en tierra destinadas a las funciones de descarga del material proveniente de mina. Tiene una superficie aproximada de 32 200 metros cuadrados.

La plataforma se diseña con dos niveles en razón de los requisitos de adaptación al terreno y de funcionalidad. En el nivel de entrada a la cota +54 m, la plataforma tiene una superficie de 7 300 metros cuadrados. Está situado en la esquina noroccidental de la parcela y en él se encuentran los edificios correspondientes al control de accesos y a las oficinas generales de gestión del terminal. En esta parcela se dispone de la subestación eléctrica.

El nivel superior, a la cota +62, se extiende sobre la mitad suroccidental de la plataforma y en él se sitúan las siguientes instalaciones: Basculas de pesaje, estacionamiento de camiones, instalación de descarga de camiones, instalación de limpieza de camiones, estación de suministro de combustible, depósito de agua, taller, almacén, edificio de compresores.

Toda la plataforma esta recorrida longitudinalmente por un viario de doble dirección por el que circulan los camiones en su proceso de pesaje-descarga-limpieza-pesaje.

- **Plataforma de almacenamiento**

Se sitúa en la zona de media ladera y se nivela a la cota +42 m. Tiene una planta rectangular de 80 x 154 m que requiere una excavación parcial y un terraplenado.

En dicha extensión se disponen dos almacenes tipo Domo de 100 000 t de capacidad cada uno para el almacenamiento de fosfatos. Los Domos tienen una geometría semiesférica de 62 m de diámetro en la base. La salida del material se realiza a través de la descarga por su fondo cónico con el vértice hacia abajo, excavado en la roca. El vértice entrega el fosfato a tolvas que lo distribuyen a una faja transportadora localizada en una galería subterránea desde donde sale en fajas transportadoras herméticas hacia el muelle.

- **Carretera de conexión**

Conecta los cuatro núcleos principales del terminal: la plataforma superior de descarga y control, la plataforma de almacenamiento, el puerto auxiliar y el muelle de embarque de naves.

El tramo principal que conecta la plataforma superior con el puerto auxiliar tiene un desarrollo de 680 m. La plataforma del viario de 7,0 m de anchura, se estructura en dos carriles de 3,0 m con bermas laterales de 0,50 m.

El ramal que conecta con la zona de almacenamiento tiene un desarrollo de 235m. Su viario tiene las mismas características que el anterior.

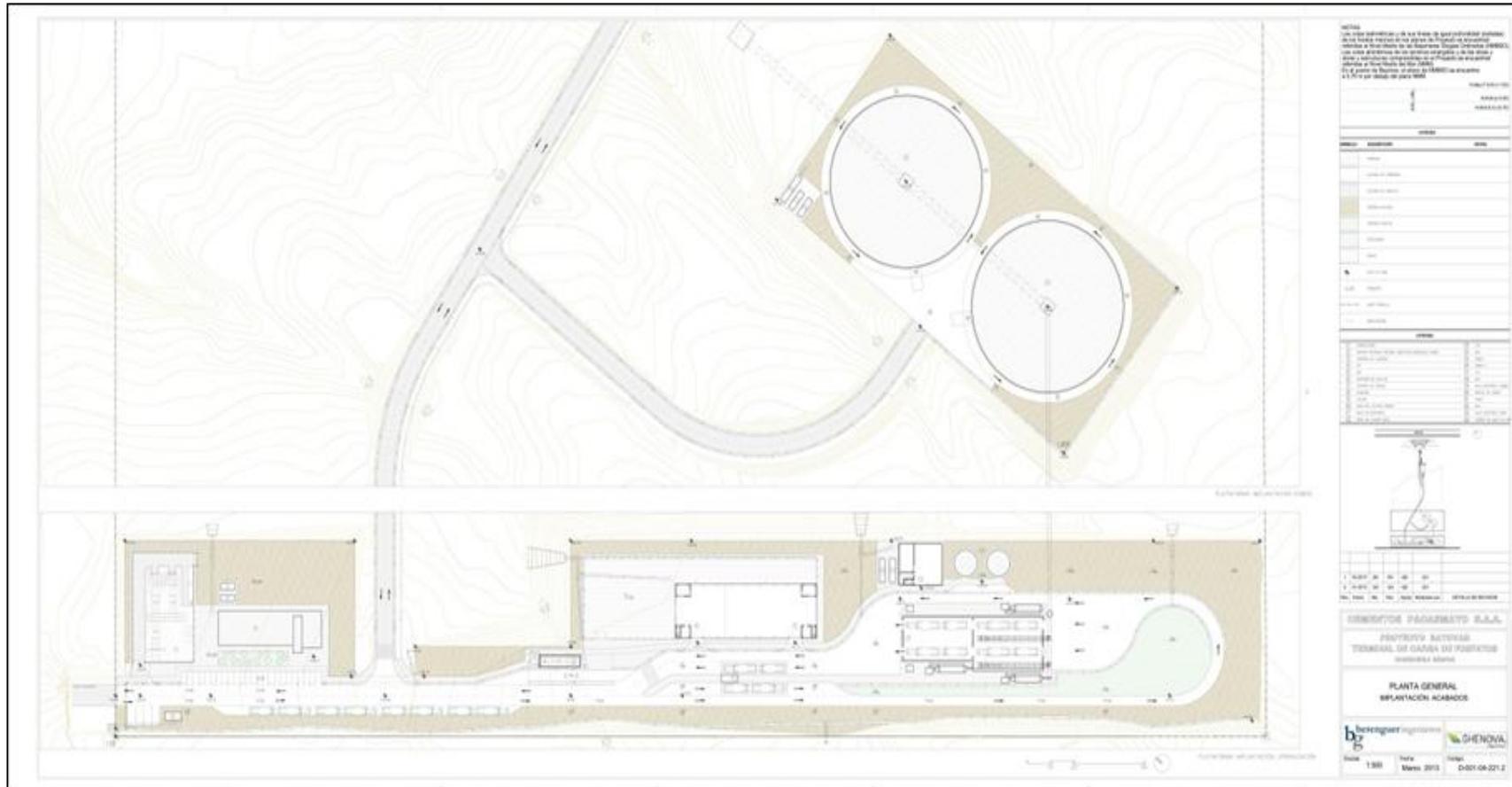
El ramal que conduce a la entrada de la pasarela de conexión con el cargador tiene un desarrollo de 200 m y su plataforma tiene un tramo de transición para pasar a 5,0 m de ancho útil.

El pavimento es del tipo flexible con acabado de riego asfáltico sobre base y sub-base granular. Se dispone de cunetas para la recogida de aguas de lluvias a ambos márgenes.

- **Faja transportadora desde los almacenes al Puerto**

Conecta las tolvas de descarga de los domos con la tolva de alimentación del cargador de naves. Su capacidad nominal es de 3 000 t/h. Tiene una longitud de 610 m, incluyendo el tramo de la galería de descarga de los Domos.

Figura 4.4.7.1-2. Layout del terminal portuario lado tierra



Fuente: FOSPAC S.A.

#### **4.4.7.2 Programa de operación**

El esta sección se presentara el análisis de maniobras de navegación para el arribo/partida de las naves del Puerto. Para desarrollar el estudio de las maniobras de ingreso y salida de las embarcaciones se está considerando que estas se realizaran en áreas donde actualmente se realizan otro tipo de actividades como son el tráfico de los buques de combustible de Petroperú, y embarcaciones menores diversas.

##### **A. Principales características del terminal**

- La nave: el diseño inicial considera una nave del tipo granelero de 100 000 DWT, con 235 m de eslora total y 38 m de manga. Asimismo, se ha analizado el diseño futuro para recibir naves de hasta 200 000 DWT, con 300 m de eslora total y 50 m de manga.
- Las obras marinas: se diseña para recibir naves de hasta 100 000 DWT, para lo que se dispone de 8 dolphins. El diseño cuenta con 04 dolphins de atraque y amarre centrales que soportan las defensas y que se sitúan sobre la batimétrica -22 m. Los dolphins de amarre quedan retranqueados sobre la cota -18,5 m.
- El terminal mantiene la dirección principal de las batimétricas, encontrándose situada entre la -20 m y la -22 m, a unos 250 m de la costa.
- La batimetría natural de la zona dispone de calado suficiente para la operación de las naves analizadas, sin necesidad de realizar obras de dragado durante la operación del puerto. No existe presencia de obstáculos significativos que dificulten la aproximación, parada y atraque-desatraque de las naves.
- La orientación del atraque será 321°/141°

## B. Tipos de naves

Las características de las naves de diseño consideradas para el proyecto son naves graneleras de hasta 100 000 DWT, cuyas características se presentan en la figura 4.4.7.2-1.

**Figura 4.4.7.2-1. Características de las naves de 100 000 DWT**

| Bulkcarrier de 100 000 TPM                |                      |
|---|----------------------|
| Eslora total .....                        | 235.0 m              |
| Eslora entre perpendiculares .....        | 226.6 m              |
| Manga .....                               | 38.0 m               |
| Puntal .....                              | 19.9 m               |
| Calado a plena carga.....                 | 14.5 m               |
| en lastre.....                            | 10.0 m               |
| Peso Muerto .....                         | 100 000 TPM          |
| Desplazamiento a plena carga .....        | 118 200 t            |
| en lastre.....                            | 64 725 t             |
| Potencia .....                            | 6 600 kW             |
| rpm .....                                 | 109 rpm              |
| Velocidad en servicio .....               | 12.5 n               |
| Área frontal expuesta a plena carga.....  | 788 m <sup>2</sup>   |
| en lastre.....                            | 808 m <sup>2</sup>   |
| Área lateral expuesta a plena carga ..... | 2 388 m <sup>2</sup> |
| en lastre .....                           | 3 092 m <sup>2</sup> |

Fuente: FOSPAC S.A.

### **4.4.7.3 Señalización portuaria**

#### **A. Descripción de las áreas de acceso y maniobrabilidad**

##### **a) Áreas de acceso**

Las áreas de acceso a la bahía de Sechura son amplias y despejadas, sin obstáculos, abiertas al norte, noroeste y oeste. El acceso marítimo para el terminal será el general para las instalaciones portuarias del puerto de Bayóvar. Según la información básica que se puede interpretar de la Carta Náutica 1213 de la Dirección de Hidrografía y Navegación, la zona de navegación del puerto de Bayóvar se encuentra señalizada por 05 boyas.

- Por el sector N, la línea imaginaria que une las boyas “2” y “4”, ambas de color rojo.
- Por el sector S, la línea imaginaria que une las boyas “1”, “3”, y “5”, todas ellas de color verde.
- Por el sector W, la costa delimitada por las luces propias en los muelles de carga de VALE y PETROPERU.
- Por el sector E, se realiza en acceso marítimo a la zona que queda señalizado por las boyas “1” y “2”. La primera, de color verde marca el límite de babor y la segunda, de color rojo, lo hace con el de estribor, la distancia entre ambas es de 1 620 metros. En la zona de costa, donde se encuentra las distintas terminales de carga, la anchura de la zona señalizada para la navegación se ampliara hasta casi 2 500 m.

##### **b) Áreas de maniobra**

Con la nueva configuración de señales que se ha propuesto en el punto precedente, la zona resultante tendría dimensiones sobradas para acoger las canchas de agua requeridas para las maniobras de reviro y atraque de las tres

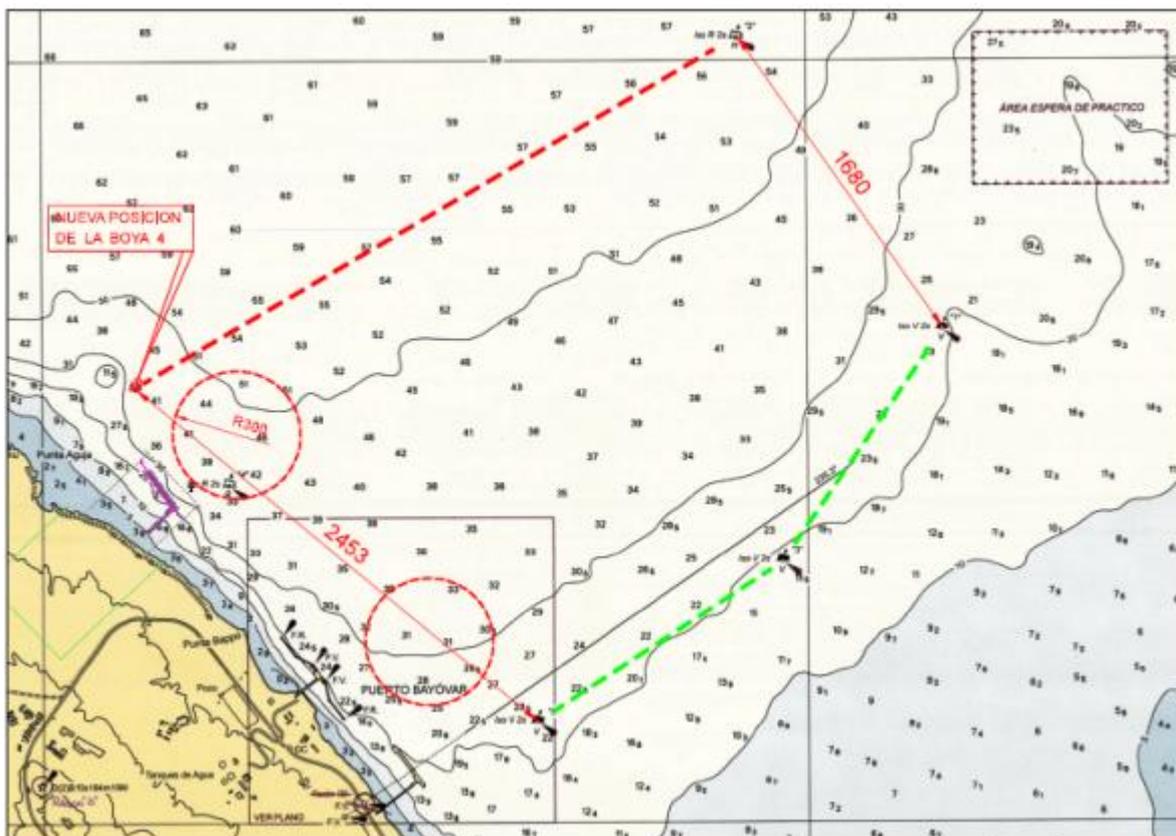
terminales sin que existan problemas de interferencia entre ellas. Esto con independencia del porte de las naves que operen en una u otra terminal.

En la figura 4.4.7.4-1 se han representado las zonas de maniobra de reviro de las naves que operaran en el terminal de Bayóvar y el que utilizaran los que lo hagan en el terminal más próximo que es el terminal de PETROPERÚ. Ambas zonas se han representado esquemáticamente por una circunferencia de 300m de radio que puede ser indicativa de la envolvente de la cancha de maniobra que podría requerir de una nave de 330 metros de eslora total para realizar la maniobra de reviro con la ayuda de remolcadores.

La distancia entre los puntos más próximos de ambos círculos de maniobra es de 500m lo que da clara la idea de la holgura existente entre ambas zonas y de la nula interferencia que se produciría entre naves que realizaran dicho operación al mismo tiempo.

Tampoco se pueden esperar interferencias entre naves que accedan o dejen los distintos terminales. La anchura de la entrada al área de navegación del puerto de Bayóvar es de 1 680 metros lo que, en el supuesto de disponibilidad de prácticos, permite efectuar tanto la navegación en paralelo como el cruce de naves con las máximas condiciones de seguridad exigibles por la normatividad internacional.

**Figura 4.4.7.3-1. Delimitación del área de maniobras**



Fuente: FOSPAC S.A.

### **c) Remolcadores**

De acuerdo al estudio de maniobras para el puerto de bayoyar, se requieren de dos remolcadores de propulsión especial de 50 toneladas de tiro, utilizándose 2 remolcadores para la entrada y salida de las nave de 100 000 DWT.

### **d) Descripción de la maniobrabilidad**

#### **Maniobra de entrada**

La maniobra se inicia con la nave situado a 1,5 millas de la terminal procedente de la zona de embarque de Práctico, con un rumbo de aproximación alrededor del WSW y navegando a una velocidad en torno a 5 nudos, correspondiente a mínima

avante. Durante este tránsito se procede a conectar los remolcadores que asistirán a la nave durante la maniobra de atraque.

En la aproximación, la nave tiene que gobernar compensando los efectos producidos por los agentes climáticos. El viento del SSE afecta por el costado de babor, lo que produce una tendencia a orzar a esta banda y a abatir hacia estribor.

Por su parte los dos oleajes analizados afectan a la nave por la amura de estribor, produciendo efectos evolutivos opuestos a los que genera el viento y disminuyendo progresivamente durante la aproximación a la instalación. Con respecto a la corriente se tiene que la llenante afecta por el costado de estribor mientras que la vaciante lo hace por babor, haciendo derivar al buque hacia el costado contrario en ambos casos. Todos estos efectos se compensan empleando los medios propios de la nave, siendo suficientes para gobernar con seguridad en el tránsito hacia el atraque a la vez que se mantienen velocidades moderadas.

La parada de la nave se inicia cuando la nave se encuentra a unas 2 esloras del muelle. Para ello se utilizan regímenes bajos de máquina atrás, y con la ayuda de los remolcadores se comienza a girar hasta dejar al buque paralelo al atraque a la vez que se va extinguiendo la arrancada.

Se ha analizado el atraque por ambas bandas con objeto de evaluar con mayor profundidad la accesibilidad de la instalación. Como opción preferente se ha analizado el atraque babor al muelle, de tal forma que la nave quede aproado hacia una zona libre de la posible navegación de otros buques procedentes de las otras instalaciones, situadas al SE. En esta maniobra se tiene inicialmente un rumbo que deja el atraque francamente por estribor, para así ir gradualmente cayendo hacia esa banda e ir ganando el rumbo del atraque. En este caso el viento tiende a oponerse al giro necesario para conseguir quedar paralelo al

muelle, si bien los medios disponibles son suficientes para las intensidades analizadas.

Una vez alcanzada la posición paralela al atraque, aunque el viento tiende a separar al buque del muelle, los remolcadores lo llevan hasta las defensas de forma controlada. Como el oleaje en la zona próxima a la Terminal tiene poca altura, sus efectos sobre la nave y los remolcadores son mínimos. Por su parte, la corriente llenante pasa de afectar por el costado estribor durante la aproximación a incidir por la proa en la fase de atraque, lo que ayuda a disminuir la arrancada de la nave en su fase final durante el giro. Por el contrario, la corriente vaciante pasa de afectar por el costado de babor a incidir por la popa durante el atraque, por lo que se debe evitar que la nave gane arrancada debido a la misma.

Como ya se ha mencionado, también se ha analizado el atraque estribor al muelle. La maniobra comienza con rumbo inicial dejando el atraque, en este caso, francamente por babor, para así ir gradualmente cayendo hacia esa misma banda e ir ganando el rumbo del atraque. En esta condición, el viento favorece el giro realizado para quedar paralelo al muelle. Al igual que en el caso anterior, el viento tiende a separar a la nave del atraque en la fase final de aproximación, pero de nuevo los remolcadores lo llevan hasta las defensas sin dificultad. El oleaje en esta zona tiene poca altura y sus efectos sobre el buque y los remolcadores son mínimos. Finalmente los efectos de la corriente llenante y vaciante vuelven a ser opuestos: llenante pasa de afectar por el costado de estribor a incidir por la popa, mientras que la vaciante pasa de afectar por el costado de babor a incidir por la proa en el atraque.

**Figura 4.4.7.3-2. Maniobra de atraque al muelle**



Fuente: FOSPAC S.A.

### **Maniobra de salida**

Las maniobras de salida se inician con la nave atracado babor al muelle con los remolcadores en posición. Al igual que las maniobras de entrada, se han empleado dos remolcadores de propulsión especial de 50 ton a punto fijo para la nave de 100 000 TPM.

El viento, en la fase inicial de desatraque, incide por la aleta de babor ayudando, por tanto, a separarlo de las defensas. Sin embargo, una vez separado de las mismas, se opone al giro a estribor que se tiene que realizar para dirigirse hacia aguas profundas. Aun así, este giro se consigue realizar con seguridad con los medios de remolque empleados. Las corrientes, paralelas al atraque, tienden a hacer ganar arrancada a la nave, atrás o avante dependiendo de su dirección.

En una primera fase, los remolcadores separan a la nave del muelle, manteniéndolo paralelo al mismo. Una vez separado la distancia de seguridad suficiente, con ayuda de los remolcadores se gira para ponerlo proa hacia mar abierto, procediéndose al mismo tiempo a ganar arrancada con ayuda de la máquina.

**Figura 4.4.7.3-3. Maniobra de salida del muelle**



Fuente: FOSPAC S.A.

#### 4.4.7.4 Instalaciones portuarias de tierra y marítimas

El cuadro 4.4.7.4-1 muestra las principales instalaciones portuarias en tierra ubicadas en el nivel superior a la cota +62 m, mientras que el cuadro 4.4.7.4-2 presenta las principales instalaciones en el lado mar.

**Cuadro 4.4.7.4-1. Instalaciones portuarias en el lado tierra**

| Instalación             | Cantidad | Características principales  |
|-------------------------|----------|--|
| Taller                  | 1        | Ocupará un área aproximada de 600 m <sup>2</sup>                           |
| Almacén de materiales   | 1        | Ocupará un área de 450 m <sup>2</sup>                                      |
| Subestación eléctrica   | 1        | Ocupará un área de 800 m <sup>2</sup>                                      |
| Sala de compresores     | 1        | Ocupará un área de 240 m <sup>2</sup>                                      |
| Oficina y control       | 1        | Ocupará un área de 300 m <sup>2</sup>                                      |
| Balanza                 | 1        | Se ubicará al frente del taller y almacén de materiales                    |
| Tanque de agua          | 1        | Ocupará un área de 180 m <sup>2</sup>                                      |
| Control de accesos      |          | -  |
| Camiones en espera      |          | -  |
| Nave de descarga        |          | -  |
| Domo de 100 000 t       | 2        | Los domos tienen una geometría semiesférica de 62 m de diámetro en la base |
| Carretera de acceso     |          | -  |
| Limpieza de camiones    |          | -  |
| Estación de combustible |          | -  |

Fuente: FOSPAC.

**Cuadro 4.4.7.4-2. Instalaciones portuarias en el lado mar**

| Instalación   | Cantidad | Características principales  |
|---|----------|--|
| Plataforma del cargador                                 | 1        | La planta de la plataforma es, esencialmente, un rectángulo de 30,78 x 18,03 m con una extensión en su parte frontal de 11,56 x 7,50 m.  |
| Viga de traslación                                      | 1        | Viga, de concreto armado soportada 8 apoyos de macizo de concreto armado cimentado sobre 4 pilotes de acero de 1,22 m de diámetro y 2,54 cm de espesor de pared.<br>La viga tiene un desarrollo total de 115,27 m  |
| Dolphins de atraque y amarre                            | 4        | Los dolphins de atraque de tipo flexible estarán soportados por un grupo de 7 pilotes verticales de 1,47 m de diámetro y 2,54 cm de espesor unidos en cabeza por una plataforma de concreto de planta hexagonal de 6,87 m de lado.<br>La separación entre ejes de pilotes es de 5,15 m.  |
| Dolphins de amarre                                      | 4        | Los dolphins de amarre aislados recogerán los largos de proa y de popa y traveses de los distintos buques. La estructura de cada dolphin está formada por cuatro pilotes de acero de 1,22 m de diámetro y 2,54 cm de espesor dispuestos verticalmente y con sus cabezas empotradas en un macizo de concreto armado de 9,0x9,0x2,0 m. |
| Plataforma de mantenimiento                             | 1        | La plataforma tiene una planta rectangular de 16,25 m de frente y de 14,40 m de anchura. Su estructura está cimentada sobre una malla de 9 pilotes de acero de 1,47 m de diámetro y 2,54 cm de espesor de pared.   |
| Pantalán- pasarela principal                            | 1        | Tiene una longitud total es de 94,60 m.<br>Su estructura está configurada por una serie de pórticos pilotados separados 18,00 m sobre los que se disponen las vigas, metálicas o de concreto armado, que dan continuidad a la pasarela.  |
| Pasarela de conexión con la plataforma de mantenimiento | 1        | Longitud total: 51,12 m mediante dos vanos de 25,56 m cada uno. La anchura útil del viario: 3,50 m   |
| Pasarelas de conexión de dolphins                       | 3        | Tipo I: Conexión entre dolphins de amarre. Longitud: 55,00 m<br>Tipo II: Conexión entre dolphins de atraque y amarre. Longitud: 55,00 m<br>Tipo III: Conexión entre los dolphins de atraque. Longitud: 15,00 m   |

| Instalación     | Cantidad | Características principales   |
|-----------------|----------|---|
| Puerto auxiliar | 1        | El muelle del puerto se sitúa en el extremo frontal de los terrenos ganados al mar y queda conformado por un doble frente de muelle atracable de 48,60 y 37,80 m de longitud. El borde del muelle y la explanada adjunta se disponen a la cota +2,80 m. |

Fuente: FOSPAC..

#### 4.4.7.5 Requerimientos de agua

El proyecto considera la instalación de una red de agua para la provisión de agua de uso doméstico y de consumo, así como una red de agua para el sistema de contraincendios y otra para el agua de supresión de polvo en accesos.

#### 4.4.7.6 Requerimientos de energía eléctrica

El proyecto considera una subestación principal para alimentar los componentes del puerto. De esta subestación también se alimentará las bombas del sistema de captación de agua de mar.

#### 4.4.7.7 Instalaciones de manejo residuos, aguas residuales, basuras y derrames accidentales

##### A. Manejo de residuos

Los residuos serán manejados siguiendo los lineamientos del Plan de manejo de residuos de FOSPAC.

##### Residuos sólidos

Los residuos sólidos de origen doméstico no peligrosos conformados por: residuos orgánicos, material inerte y por plásticos, papeles serán segregados en la fuente a fin de clasificarlos para reciclarlos y/o reutilizarlos a través de las empresas EPS-RS la cual decidirá el destino final de estos residuos.

### **Residuos industriales**

Los residuos industriales tales como: baterías usadas, llantas, maderas, aceite residual, trapos industriales, chatarra, recipientes de plástico, bolsas, que se generen durante la operación del puerto, serán clasificados en peligrosos y no peligrosos. Los residuos no peligrosos serán dispuestos por empresas RC-RS acreditadas ante la DIGESA. Por otro lado, los residuos industriales peligrosos serán dispuestos a través de una EPS-RS, quién emitirá el certificado de disposición final correspondiente.

### **Aguas residuales**

Comprende las aguas residuales provenientes de los servicios sanitarios domésticos del puerto (campamento, comedor, oficinas e instalaciones auxiliares). Estos se almacenarán antes de su disposición final a través de una empresa EPS-RS certificada

### **Derrames accidentales**

Los suelos contaminados con petróleo y sus derivados serán trasladados a las canchas de volatilización, ahí estas tierras serán manejadas adecuadamente según procedimiento para lograr su recuperación y reubicación.

#### **4.4.7.8 Programa de mantenimiento**

En las instalaciones del puerto se cuenta con estructuras expuestas a condiciones de humedad marina. Por tanto, se cuenta con un programa de mantenimiento de las estructuras metálicas, tales como: Las vigas de acero y las celosías del puente de conexión, así como otras estructuras metálicas como los soportes de las fajas y de los equipos de almacenamientos expuestos a la corrosión. Se cumplirá el programa de mantenimiento cada 6 meses para dichas estructuras.

En lo concerniente al mantenimiento de los accesos internos, se verificará, el estado de la superficie de rodadura del pavimento. El programa de mantenimiento

de la carretera de conexión dentro del puerto permitirá contar con una vía en condiciones de fluidez y seguridad, para el tránsito de los vehículos de la zona de operaciones al muelle y viceversa.

También existen un plan de mantenimiento para la operación continua de los equipos tales como el cargador de barcos, y los sistemas de recogida de polvo y lavado de los camiones en la zona de descarga. El programa de mantenimiento permitirá que las operaciones dentro de las instalaciones del puerto se realicen en condiciones de continuidad, fluidez y seguridad.

#### **4.4.7.9 Necesidades de personal para la etapa de operación**

En la etapa de operación se proyecta utilizar una fuerza laboral total equivalente a 57 personas. El detalle se presenta en el cuadro 4.4.7.9-1.

**Cuadro 4.4.7.9-1. Personal – Etapa de operación**

| <b>Administración</b>          | Day       | PM        | AM       | Swing    | Total     | Per 24 h  |
|--------------------------------|-----------|-----------|----------|----------|-----------|-----------|
| Gerente de Operación           | 1         |           |          |          | 1         | 1         |
| Supervisor Mecanico            | 1         |           |          |          |           |           |
| Supervisor Electrico           | 1         |           |          |          |           |           |
| Administrador                  | 1         |           |          |          |           |           |
| Contador                       | 1         |           |          |          |           |           |
| Asistentes de Contabilidad     | 2         |           |          |          |           |           |
| Secretarias                    | 2         |           |          |          |           |           |
| Operadores de Sala de Control  | 2         |           |          |          | 2         | 2         |
| Seguridad Civil                | 3         | 3         | 3        | 3        | 12        | 9         |
| Jefe de Turno                  | 1         | 1         | 1        | 1        | 4         | 3         |
| Operadores                     | 11        | 11        |          |          | 22        | 22        |
| Trabajadores                   | 3         | 3         |          |          | 6         | 6         |
| Controlador de Partes          | 1         |           |          |          | 1         | 1         |
| Almacen                        | 1         |           |          |          | 1         | 1         |
| Ayudante de Almacen            | 1         |           |          |          | 1         | 1         |
| Supervisor de SMA              | 1         | 1         | 1        |          | 3         | 3         |
| <b>Subtotal - Admin</b>        | <b>33</b> | <b>19</b> | <b>5</b> | <b>4</b> | <b>61</b> | <b>49</b> |
|                                |           |           |          |          |           |           |
| <b>Servicios Generales</b>     | Day       | PM        | AM       | Swing    | Total     | Per 24 h  |
| Contrato de Servicios Limpieza | 4         | 2         | 2        | 2        | 10        | 8         |
| <b>Subtotal - Servicios</b>    | <b>4</b>  | <b>2</b>  | <b>2</b> | <b>2</b> | <b>10</b> | <b>8</b>  |
|                                |           |           |          |          |           |           |
| <b>Personal</b>                | Shift     |           |          |          | Total     | Per 24 h  |
|                                | Day       | PM        | AM       | Swing    |           |           |
| Subtotal - Admin               | 33        | 19        | 5        | 4        | 61        | 49        |
| Subtotal - Servicios           | 4         | 2         | 2        | 2        | 10        | 8         |
| <b>Total</b>                   | <b>37</b> | <b>21</b> | <b>7</b> | <b>6</b> | <b>71</b> | <b>57</b> |

Fuente: FOSPAC.

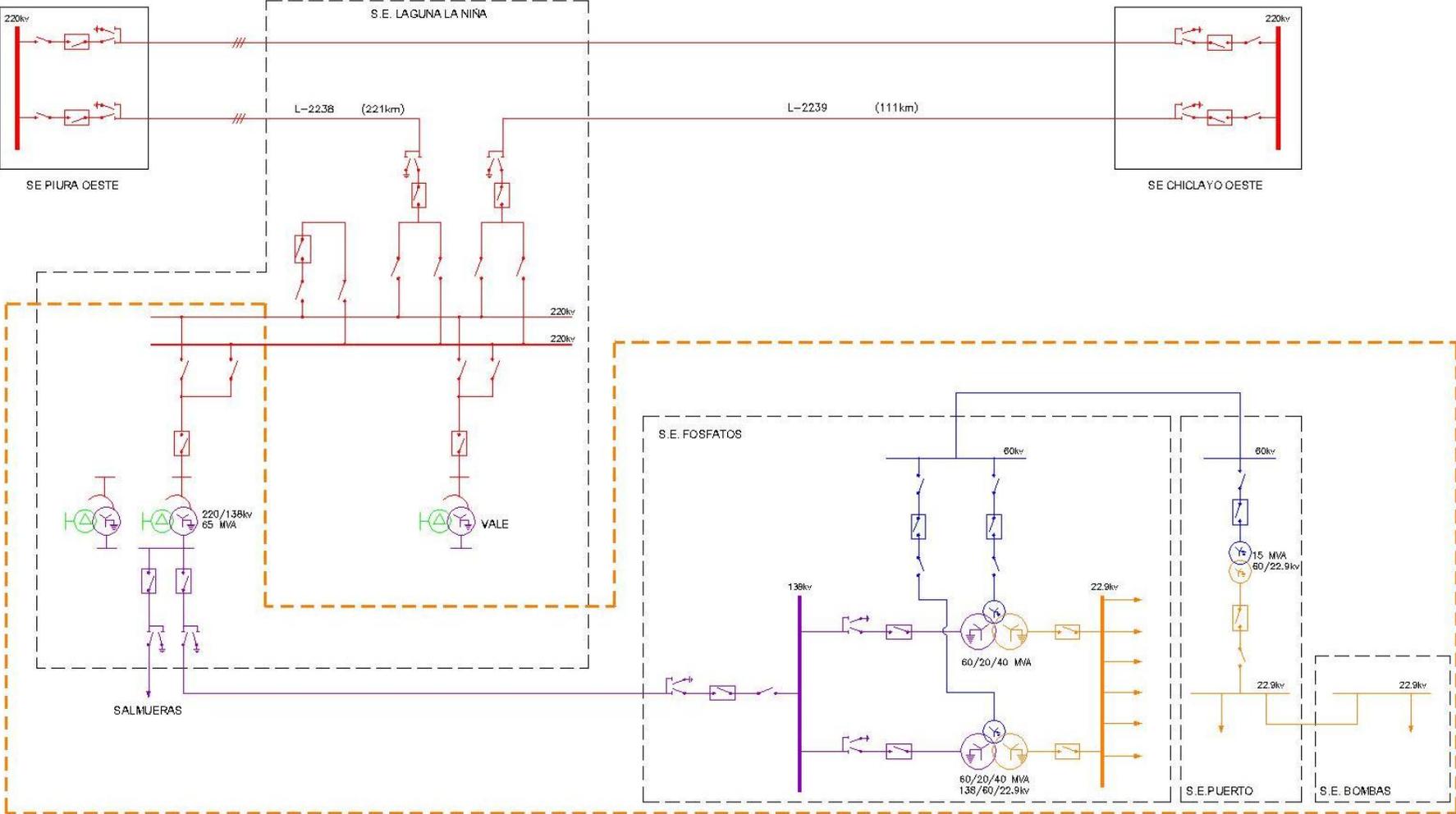
## **4.4.8 Líneas de transmisión y subestaciones**

### **4.4.8.1 Descripción técnica del proyecto**

El Proyecto Fosfatos de Bayovar se interconectará a la red del Sistema Interconectado Nacional. Este punto de conexión será en la Subestación La Niña ubicada en la margen derecha de la Panamericana Norte a la altura del kilómetro 912,40 entre las estructuras 374 - 375 de la línea de 220 kV Chiclayo Oeste – Piura Oeste (L-238). A esta subestación se enlazarán la línea de 500 kV que viene de la SET Trujillo nueva.

En la figura 4.4.8.1-1 se presenta el esquema de interconexión del suministro de energía eléctrica continua para el Proyecto minero.

**Figura 4.4.8.1-1. Diagrama unifilar de la red de eléctrica del Proyecto**



Fuente: Fosfatos del Pacifico S.A.

El sistema de transmisión y distribución de energía para el Proyecto Fosfatos de Bayóvar se resumen en el cuadro 4.4.8.1-1.

**Cuadro 4.4.8.1-1. Sistema de transmisión y distribución de energía**

| Instalación                    | Descripción   |
|--------------------------------|---|
| Subestación La Niña            | Subestación Existente ubicada a la altura del km 912,4 de la Panamericana Norte donde se construirá la ampliación de la barra de 220 kV para instalar un transformador de 220/138 kV y una barra de 138 kV que será el punto de suministro. |
| Subestación Fosfatos           | Subestación principal del Proyecto Fosfatos de Bayovar, que se ubicará en la parte externa de las instalaciones de la planta de Fosfatos.   |
| Subestación Puerto             | Subestación que se ubicará en las instalaciones portuarias para atender la demanda de las operaciones portuarias, la descarga y almacenaje del Fosfato y las bombas de agua.  |
| Subestación Mina               | Subestación Movil que se ubicará en las instalaciones de la mina para atender la demanda minera.  |
| Línea de Transmisión 138 kV    | Línea de transmisión que une las <b>SE Laguna La Niña – SE Fosfatos</b> , con una longitud de 40,3 km y potencia de diseño de 60 MW, tiene estructuras metálicas.   |
| Línea de Distribución 60 kV    | Línea de transmisión que va desde la Subestación Fosfatos hasta la Subestación Puerto ubicada en la zona del puerto con una longitud de 33 km y potencia de diseño de 20 MW, tiene estructuras de madera.                                   |
| Líneas de Distribución 22,9 kV | Son líneas de distribución dentro de las instalaciones del Proyecto, como Planta de Fosfatos, Mina, Descarga de Camiones, zona de Secado y Almacenamiento, y Puerto.  |

Fuente: FOSPAC

En cada Subestación de Distribución se tienen asociadas sus salas eléctricas donde se distribuye en 4,16 kV para equipos de media tensión y 460 V para equipos de baja tensión.

**Cuadro 4.4.8.1-2. Cuadro de demanda de energía del Proyecto Fosfatos**

| <b>Subestación</b>   | <b>Potencia</b> |
|----------------------|-----------------|
| Subestación La Niña  | 50 MVA          |
| Subestación Fosfatos | 50 MVA          |
| Subestación Puerto   | 12 MVA          |
| Subestación Mina     | 5 MVA           |

Fuente: FOSPAC

#### **4.4.8.2 Ingeniería de las instalaciones eléctricas propuestas**

##### **A. Subestación La Niña**

Esta Subestación está ubicada en la margen derecha de la Panamericana Norte a la altura del kilómetro 912,40 entre las estructuras 374 - 375 de la línea 220 kV Chiclayo – Piura.

El equipamiento de 220 kV para la ampliación de la barra será de instalación a exterior y contará con una (01) celda de transformación. El Autotransformador 220/138/22,9 kV, será trifásico de 65/65/10 MVA ONAN, con conexión YNa0d1 y con regulación de tensión en vacío de 220+5x2%, -5x2% kV. Se ha dejado espacio para instalar en el futuro una (01) celda de transformador. Se tendrá en reserva un autotransformador similar preparado para reemplazar el instalado.

El equipamiento de 138 kV será al exterior, conformado por una barra simple, una celda de transformador y dos celdas de línea, una celda de línea será para el proyecto de Salmueras y la otra línea será para el proyecto Fosfatos. Por su parte, el nivel de 22,9 kV sólo se utilizará para alimentar al transformador de servicios auxiliares de la subestación.

Las coordenadas que delimitan a la zona del proyecto de suministro eléctrico según el sistema de coordenadas UTM, datum WGS84 (zona 17M), son: Este: 515000 y 552000; Norte: 9342000 y 9345000. Ver plano SE La Niña 138 KV 9547-SE-EM-111 indicado en el **Anexo 4-12**.

### **Características del equipamiento de la ampliación de la subestación laguna la niña.**

#### Autotransformador de potencia

El autotransformador de potencia será trifásico, para servicio exterior, inmerso en aceite, con etapas de refrigeración, con cambiador de tomas sin carga en el lado primario.

Las características generales del autotransformador a instalar son:

- Relación de Transformación:  $220 \pm 5 \times 2\% / 138 / 22,9$  kV
- Potencia Nominal (ONAN): 65/65/10 MVA
- Regulación de tensión: En vacío, manual
- Grupo de conexión: YN,a0,d1

#### **- Equipamiento de 220 kV**

#### Interruptores

El interruptor de la celda de transformador será de operación tripolar. El interruptor será del tipo “tanque vivo” y con cámara de extinción en hexafluoruro de azufre (SF<sub>6</sub>). La corriente nominal del interruptor será de 1 600 A y tendrán un poder de interrupción simétrica de 31,5 kA.

### Seccionadores de barra

Los seccionadores serán tripolares del tipo columnas giratorias con apertura horizontal y tendrán una corriente nominal de 1 600 A. El sistema de mando de las cuchillas principales será motorizado, pero permitirá también el accionamiento manual en caso de falla del sistema motorizado.

### Transformadores de tensión

Los transformadores de tensión serán del tipo capacitivo para conexión entre fase y tierra. Tendrán dos arrollamientos secundarios, uno para protección y otro para medición.

La tensión secundaria será de  $100/\sqrt{3}$  V, la clase de precisión será 3P para el arrollamiento de protección y 0,2 para el de medición. Los transformadores de tensión a ser instalados en las celdas de línea, deberán permitir el acoplamiento del sistema de telecomunicaciones mediante onda portadora.

### Transformadores de corriente

Los transformadores de corriente, serán del tipo columna y con doble relación en el primario, con tres arrollamientos secundarios, uno para medición y dos de protección. La corriente secundaria será de 1 A, con una clase de precisión de 0,2 para medición y de 5P20 para protección.

### Pararrayos

Los pararrayos serán del tipo óxido de zinc de tensión nominal de 192 kV y 10 kA de corriente de descarga. Los pararrayos tendrán sus respectivos contadores de descargas.

### Barras y conexiones

La ejecución del sistema de barras de 220 kV será con conductores de aleación de aluminio (AAAC) de 500 mm<sup>2</sup>. Por su parte, la ejecución del sistema de barras de 138 kV será con conductores de aleación de aluminio (AAAC) de 250 mm<sup>2</sup>.

### **- Equipamiento de 138 kV**

#### Interruptores

El interruptor de 138 kV serán de operación uni-tripolar del tipo “tanque vivo” y con cámara de extinción en hexafluoruro de azufre (SF<sub>6</sub>). La corriente nominal de los interruptores será de 1 200 A y tendrán un poder de interrupción simétrica de 31,5 kA.

#### Seccionadores con y sin cuchilla de puesta a tierra

Los seccionadores serán tripolares del tipo columnas giratorias con apertura horizontal y tendrán una corriente nominal de 1 200 A. El sistema de mando de las cuchillas principales será motorizado, pero permitirá también el accionamiento manual en caso de falla del sistema motorizado. El seccionador de línea estará equipado con cuchillas de puesta a tierra de operación manual.

#### Transformadores de tensión

Los transformadores de tensión serán del tipo capacitivo para conexión entre fase y tierra. Tendrán dos arrollamientos secundarios, uno para protección y otro para medición. La tensión secundaria será de  $100/\sqrt{3}$  V, la clase de precisión será 3P para el arrollamiento de protección y 0,2 para el de medición.

#### Transformadores de corriente

Los transformadores de corriente, serán del tipo columna y con doble relación en el primario, con tres arrollamientos secundarios, uno para medición y dos de protección. La corriente secundaria será de 1 A, con una clase de precisión de 0,2 para medición y de 5P20 para protección.

### Pararrayos

Los pararrayos serán del tipo óxido de zinc de tensión nominal de 120 kV y 10 kA de corriente de descarga. Los pararrayos tendrán sus respectivos contadores de descargas.

### Conexiones de alta tensión

En la Subestación Laguna La Niña, las conexiones de los equipos de 138 kV serán con conductores de aluminio reforzado con aleación de aluminio (ACAR) de 250 mm<sup>2</sup>.

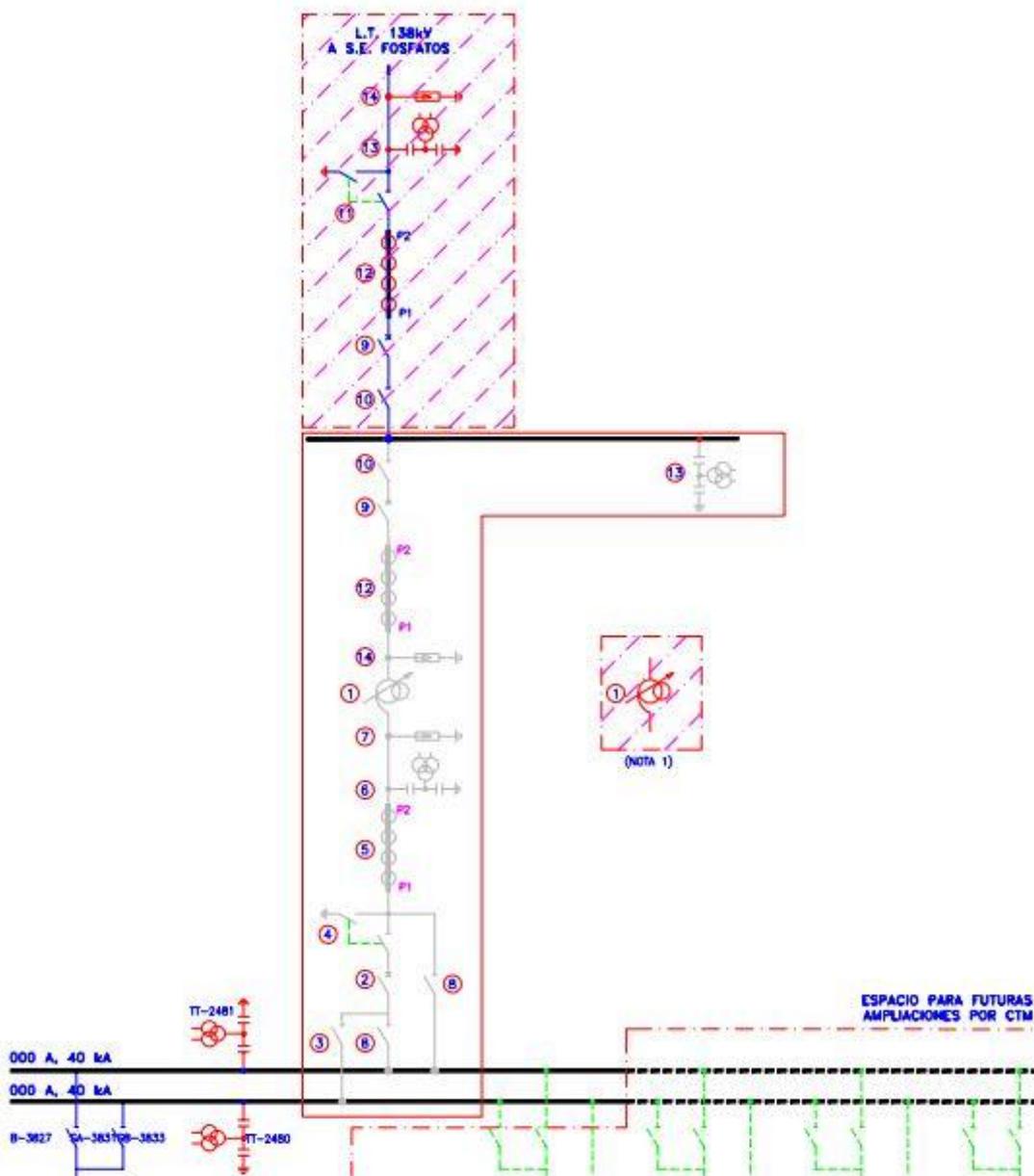
### Cadenas de aisladores

Las características eléctricas de los aisladores estarán de acuerdo con el nivel de aislamiento seleccionado para los equipos de las subestaciones. Los aisladores no deberán ser afectados por los cambios de temperatura ni otros fenómenos atmosféricos. Por otro lado, las cadenas de aisladores de suspensión y anclaje serán del tipo vidrio antifog.

### **- Equipamiento de 22,9 kV**

Del devanado de 22,9 kV se alimentará al transformador de servicios auxiliares de la subestación. La celda de protección del transformador de servicios auxiliares estará compuesta por un seccionador fusible de 22,9 kV, para instalación al interior. En la figura 4.4.8.2-1 se muestra el diagrama unifilar de la ampliación de la SET La Niña.

Figura 4.4.8.2-1. Diagrama unifilar de la ampliación de la SET La Niña



Fuente: FOSPAC.

## **B. Subestación Fosfatos**

### **- Generalidades**

La subestación tendrá un pórtico de línea de 138 kV, construido de estructura de acero galvanizado sobre cimentaciones de concreto, al cual se conectarán los conductores de acometida de la línea de transmisión, con tensión mecánica reducida.

Todas las estructuras de la Subestación Fosfatos serán construidas de acero rígido galvanizado en caliente, de acuerdo a las correspondientes normas ASTM.

En base al estudio de pre factibilidad y a revisiones de costos de inversión, se ha definido que se construirá una subestación con espacio para dos transformadores de potencia, uno de los cuales se encontrará en stand by, los datos del transformador de potencia son, 138/22,9/60 kV, 50/35/15 MVA (ONAN), 55° C, 62.5/43.75/18.75 MVA (ONAF).

El secundario del transformador de poder se conectará a la sala eléctrica mediante un ducto de cables de 22,9 kV. Por su parte, el patio de 60 kV estará compuesto por dos paños asociados a cada Transformador de potencia.

La SE Fosfatos se encontrará adyacente a las instalaciones de la planta, con coordenadas según el sistema UTM datum WGS84 (zona 17) que delimitan el área de la misma que se presentan en el cuadro 4.4.8.2-1. Ver plano SE Fosfatos 9547-SE-EM-211 en el **Anexo 4-12**.

**Cuadro 4.4.8.2-1. Ubicación de la SE Fosfatos**

| Vértice | Norte (m) | Este (m) |
|---------|-----------|----------|
| A       | 9 342 416 | 516 060  |
| B       | 9 342 416 | 516 160  |
| C       | 9 342 316 | 516 160  |
| D       | 9 342 316 | 516 060  |

Fuente: FOSPAC

**- Equipamiento de la celda de llegada 138 KV**

La celda de llegada en 138 kV, será similar a la salida de la Subestación Laguna La Niña, deberá tener el siguiente equipamiento, con las características antes mencionadas:

- Un (01) seccionador de barra.
- Un (01) Interruptor uni-tripolar.
- Tres (03) transformadores de corriente monofásicos.
- Un (01) seccionador de línea (con cuchillas de puesta a tierra).
- Dos (02) trampas de onda.
- Tres (03) transformadores de tensión tipo capacitivo, con acoplamiento para onda portadora.

**- Equipamiento de la subestación Fosfatos 138 kV**

Transformadores de potencia

En la Subestación Fosfatos se tendrá dos transformadores de potencia 138/60/22,9 kV,  $\Delta/Y/Y$ , 50/15/35 MVA con refrigeración ONAN, 55 °C, sumergido en aceite mineral con cambiador de taps bajo carga.

Como parte de su cimentación, se proveerá un foso de derrames de aceite con una capa de piedras superior, en toda la superficie alrededor del transformador. Adicionalmente, se incorporará un foso recolector de aceite derramado, con capacidad suficiente para contener el 110% del aceite contenido por un transformador.

Para proveer un grado elevado de confiabilidad, el transformador de poder será especificado con un sistema de monitoreo continuo de condiciones de operación, que considere la temperatura de operación del aceite refrigerante en diferentes puntos del estanque, junto con el nivel de sobrecarga y envejecimiento acumulado, el estado de circulación del aceite refrigerante, así como también, el análisis periódico automático, químico y de contenido de gases disueltos en el aceite.

Se construirá un muro cortafuego entre los transformadores y la sala eléctrica, proveyendo separación suficiente de acuerdo a las indicaciones de la norma IEEE 979.

#### Interruptores de poder

Se tienen interruptores para 138 kV y 60 kV del tipo montaje exterior en SF6 de tanque vivo y con accionamiento trifásico, será montado sobre estructuras de acero galvanizado provistas por el mismo fabricante del interruptor y deberá ser certificada para la zona sísmica especificada.

#### Seccionadores de línea y barra

Se tiene un seccionador de línea con puesta a tierra para la línea de salida en 60 kV y seccionadores de barra en 138 kV y 60 kV, todos los seccionadores de línea será trifásico, con accionamiento mediante motores y accionamiento manual alternativo.

El seccionador de línea poseerá un juego de cuchillas de puesta a tierra con accionamiento manual, por el lado de la línea de transmisión, montado sobre una estructura de acero galvanizado. El seccionador tiene la finalidad de proveer un medio de aislamiento para el interruptor desde la línea y el marco de línea, a la vez de proporcionar una vía de descarga y puesta a tierra de la línea durante las intervenciones o mantenimiento.

El seccionador de puesta a tierra estará enclavado mecánicamente con el seccionador de línea, para evitar la puesta a tierra accidental de la línea, cuando los contactos de fase estén cerrados.

#### Pararrayos

Se tendrá pararrayos tipo Station Class en el primario del transformador de poder, se instalarán pararrayos como parte integral de la fabricación del transformador de poder.

Los pararrayos deberán cumplir con las normas IEC 60099-4 e IEEE. También se instalarán pararrayos en la salida de la línea de 60 kV.

#### Transformadores de corriente y de potencial (TTCC y TTPP)

Se proveerán transformadores de corriente y potencial del tipo combinado (integrados en una sola unidad), los que serán monopolares, multi-razón, aislados en aceite, para uso a la intemperie, los cuales serán montados sobre estructuras de acero galvanizado en caliente.

#### Conductores y ferretería de 138 kV

Los conductores serán trenzados, de aluminio con alma de acero (ASCR). Las distancias entre partes vivas y tierra, serán fijadas de acuerdo a los requerimientos normalizados para el nivel de tensión, sin considerar derrateo por altitud geográfica, debido a la baja altitud geográfica de las instalaciones.

Toda la ferretería de fijación deberá ser de acero galvanizado, teniendo en consideración la reducción del efecto corona adecuada para las dimensiones del conductor seleccionado. Donde se requiera conexión eléctrica entre materiales diferentes, como cobre con aluminio, se deberá proveer los conectores bimetálicos apropiados.

#### Aisladores

En las líneas de transmisión y distribución, preferentemente, se usarán aisladores de tipo polimérico. Los aisladores de tipo polimérico, también podrán ser utilizados para soluciones particulares en las barras de las Subestaciones. Todos los aisladores deben ser diseñados para usarse en un ambiente salino, severamente polucionado. El contorno de los aisladores deberá ser tal que permita su limpieza natural por efecto de la lluvia o por lavado artificial. En general, se preferirá incluir un grado de sobre dimensionamiento de los aisladores, a fin de alargar los periodos entre lavados.

#### Clase de protección de gabinetes

Las cajas de terminales, cajas de unión y gabinetes de control, tendrán clase de protección NEMA 4X, adecuadas para uso a la intemperie en un ambiente con polvo abrasivo.

#### Compensación de factor de potencia y filtro de armónicas

Se deberá proveer compensación del factor de potencia y filtraje de armónicas, en caso de ser requerido, según los requerimientos resultantes del tamaño relativo de la potencia de los elementos contaminantes y de tecnología de los accionamientos del proyecto.

Los bancos de condensadores para corrección del factor de potencia y filtros de armónicas, deberán ser adecuados para uso a la intemperie. En caso de que se deba instalar filtros, el equipamiento de los filtros podrá consistir de capacitores, reactores y resistores montados sobre estructuras elevadas o bien, montados dentro de contenedores metálicos provistos por el mismo proveedor de los filtros.

#### Mallas de puesta a tierra de subestaciones

La conexión a tierra de las torres y estructuras soportantes será hecha en dos extremos diagonalmente opuestos. En cada punto en que un operador deba tomar una posición de pie y en frente del accionamiento de un equipo de patio, para operarlo, ya sea un seccionador o un panel de interruptor de poder, se deberá proveer una plataforma equipotencial conectada a la malla de puesta a tierra.

Todos los equipos y estructuras metálicas se conectarán a la malla de tierra considerada debajo de las áreas de las subestaciones.

#### Protección contra descargas atmosféricas

Se colocarán pararrayos para protección de los transformadores, conectados directamente a la malla de puesta a tierra de la subestación.

#### Sala eléctrica de la subestación Fosfatos

Esta será una sala eléctrica prefabricada de tipo contenedor metálico, montada sobre pilotes y contendrá el equipo de maniobras o switchgear principal de distribución de 22,9 kV, cargadores y banco de baterías, paneles de distribución de fuerza y alumbrado, paneles de distribución de corriente continua, paneles de detección de incendio y otros equipos auxiliares.

### Protección y control del transformador de potencia

Los equipos de protección y medición correspondientes al transformador de potencia, irán montados en el cubículo de control independiente. Dentro del alcance del Proyecto Bayóvar se considera proveer un panel de control para la operación de los equipos de patio de la Subestación.

El dispositivo controlador del cambiador de tomas de los transformadores de potencia debe ser provisto por el fabricante del transformador de potencia. El controlador del cambiador de tomas se instalará en el panel de control del transformador. El controlador del cambiador de tomas deberá ser automático con selector para operación manual.

### Reles de protección

El sistema de protecciones de la subestación considerará redundancia de protecciones con, al menos, una protección de respaldo frente a falla de relees asociados a la bahía de entrada en 138 kV.

Cada transformador de potencia será protegido por un relee de protección de transformador GE Multilin SR745 o equivalente, más un relee tipo GE-Multilin SR750 o equivalente para el devanado secundario y uno para el devanado terciario, que deberán ir montados en el panel de control destinado para cada Transformador, en la sala eléctrica principal. Adicionalmente, los relees deberán proveer señales de alarma de protecciones del transformador hacia el SCADA y PLC por puertos de comunicación.

Todos los relees de protección deberán ser provistos con su software y elementos auxiliares necesarios para su programación. Dichos softwares, deberán estar disponibles para los diseñadores durante la etapa de desarrollo de la ingeniería.

Para las protecciones primarias se proveerá una protección de respaldo por falla de interruptor, tipo 50BF, que enviará una señal de desenganche al interruptor de origen de la línea de 138 kV, en la Subestación de Derivación de la línea de 138 kV.

#### Dispositivos de medición

Se incluirá un medidor de energía en la entrada de 138 kV, con precisión de facturación para uso como remarcador y medición de contraste con la medición del Proveedor de energía.

#### Estándar de tiempo satelital

Se proveerá un medio para sincronizar el registro de eventos y oscilografía de todos los relees de protección ante eventos importantes como fallas o liberación de bloques de carga por ocurrencia de baja frecuencia en el sistema eléctrico, etc., con estampa de tiempo real. Adicionalmente, el contar con un reloj satelital patrón, garantiza una mayor precisión de la medición de energía y facilita la investigación y análisis de fallas.

#### Energía para servicios auxiliares y de control

La energía de servicios auxiliares será obtenida desde un transformador de poder auxiliar, que será alimentado desde el propio equipo de maniobras de 22,9 kV, a través de un conjunto de tres fusibles primarios, el cual alimentará un panel de servicios auxiliares de 400-231 V, para alimentación de los accionamientos de equipos auxiliares, iluminación y cargadores de baterías de la subestación.

La alimentación de 125 Vcc de corriente continua de la Subestación Bayóvar, alimentará los circuitos de control del interruptor de poder y el switchgear ubicado en la sala eléctrica de la Subestación Bayóvar, a fin de mantener energizados permanentemente los circuitos de control, protección y alarma.

Los cargadores de baterías y bancos de baterías serán dimensionados de acuerdo a las cargas estimadas y con una capacidad de Ah que permita una autonomía de 8 horas de operación del sistema de corriente continua.

Para la alimentación de PLC's y SCADA, se usarán UPS's de 120 Vca, monofásicas.

La alimentación de los relees redundantes se realizará en 125 Vcc de forma paralela al sistema de control primario de tal manera de asegurar la confiabilidad del sistema de control.

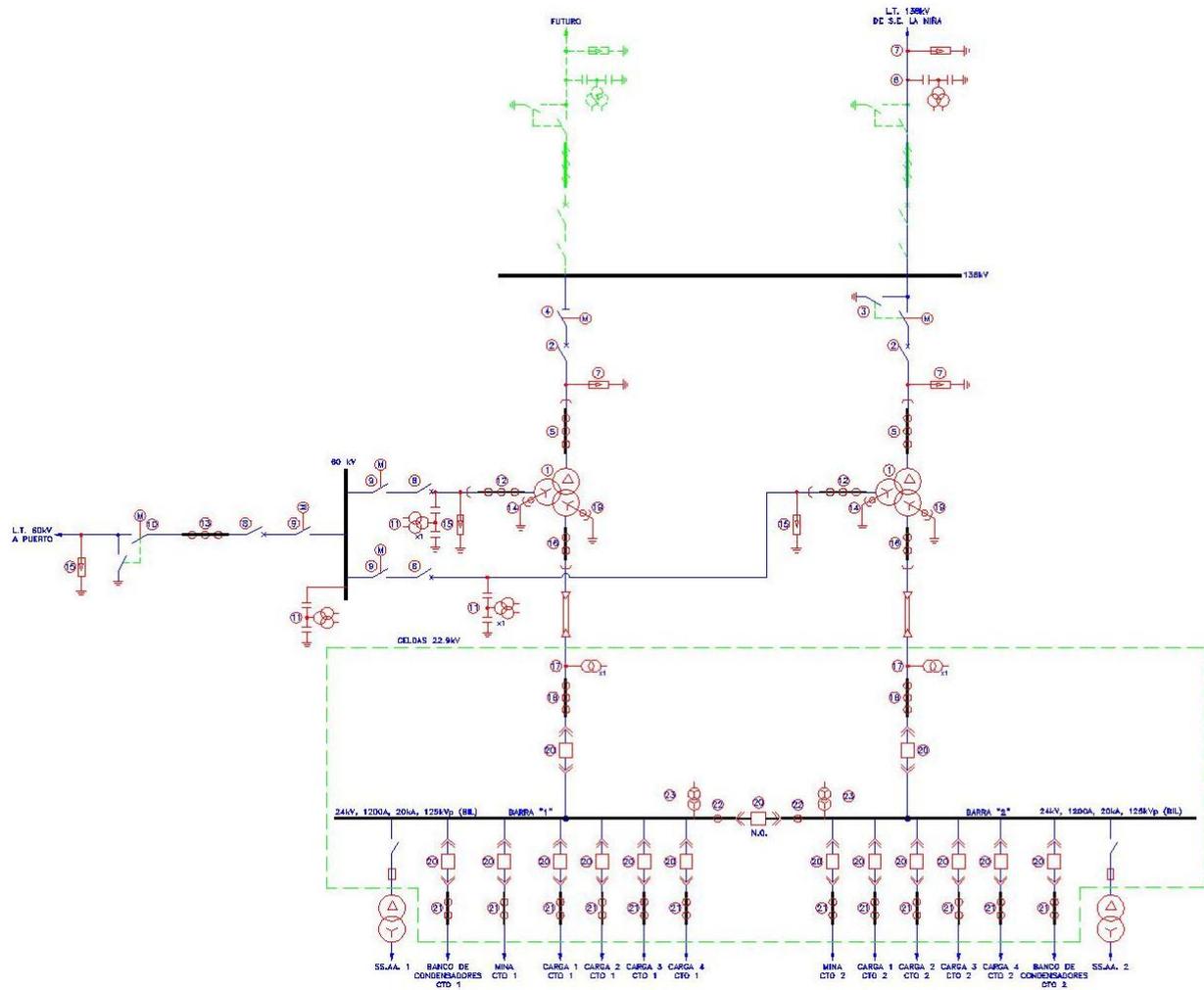
#### Iluminación de la subestación

Deberá utilizarse los siguientes tipos de iluminación: Iluminación externa o de áreas industriales con lámparas a vapor de sodio de alta presión. Iluminación de salas eléctricas, salas de control y oficinas con lámparas fluorescentes, 220 V 16 W o 32 W.

Los circuitos de iluminación y tomas bifásicas deberán alimentarse a través de paneles de iluminación en 380/220 V. Deberá preverse iluminación de emergencia en las áreas que deban mantenerse iluminadas en caso de falla del suministro normal de energía (salas eléctricas y de control, escaleras, áreas de seguridad, etc.).

En la figura 4.4.8.2-2 se presenta el diagrama muestra el diagrama unifilar de la subestación Fosfatos.

Figura 4.4.8.2-2. Diagrama unifilar de la subestación Fosfatos.



Fuente: FOSPAC

## **C. Subestación puerto**

### **- Generalidades**

La subestación tendrá un pórtico de línea de 60 kV, construido de estructura de acero galvanizado sobre cimentaciones de concreto, al cual se conectarán los conductores de acometida de la línea de transmisión, con tensión mecánica reducida. Ver plano 9547-SE-EM-311 indicado al final del **Anexo 4-12**.

Todas las estructuras de la Subestación Puerto serán construidas de acero rígido galvanizado en caliente, de acuerdo a las correspondientes normas ASTM.

En base al estudio de pre factibilidad y a revisiones de costos de inversión, se ha definido que se construirá una subestación con espacio para dos transformadores de potencia, pero solo se instalará uno de ellos, los datos del transformador de potencia son, 60/22,9 kV, 12 MVA (ONAN), 55° C, 15 MVA (ONAF).

El secundario del transformador de potencia se conectará a la sala eléctrica mediante un ducto de cables de 22,9 kV.

### **- Equipamiento de la celda de llegada 60 KV.**

La celda de llegada en 60 kV, será similar a la salida de la Subestación Fosfatos, deberá tener el siguiente equipamiento, con las características antes mencionadas:

- Una (01) trampa de onda.
- Tres (03) transformadores de tensión tipo capacitivo, con acoplamiento para onda portadora.

- Un (01) seccionador de línea (con cuchillas de puesta a tierra).
- Un (01) interruptor uni-tripolar.
- Tres (03) transformadores de corriente monofásicos.

– **Equipamiento de la Subestación Puerto 60 kV**

Transformadores de Potencia

En la Subestación Puerto se tendrá un transformador de potencia 60/22,9 kV,  $\Delta/Y$ , 12 MVA con refrigeración ONAN, 55 °C, sumergido en aceite mineral con cambiador de taps bajo carga.

Como parte de su cimentación, se proveerá un foso de derrames de aceite con una capa de piedras superior, en toda la superficie alrededor del transformador. Adicionalmente, se incorporará un foso recolector de aceite derramado, con capacidad suficiente para contener el 110% del aceite contenido por un transformador.

Para proveer un grado elevado de confiabilidad, el transformador de poder será especificado con un sistema de monitoreo continuo de condiciones de operación, que considere la temperatura de operación del aceite refrigerante en diferentes puntos del estanque, junto con el nivel de sobrecarga y envejecimiento acumulado, el estado de circulación del aceite refrigerante, así como también, el análisis periódico automático, químico y de contenido de gases disueltos en el aceite.

Interruptores de poder

Se tienen interruptores para 60 kV del tipo montaje exterior en SF6 de tanque vivo y con accionamiento trifásico, será montado sobre estructuras de acero galvanizado provistas por el mismo fabricante del interruptor y deberá ser certificada para la zona sísmica especificada.

### Seccionadores de línea y barra

Se tiene un seccionador de línea con puesta a tierra para la línea de salida en 60 kV, todos los seccionadores de línea será trifásico, con accionamiento mediante motores y accionamiento manual alternativo.

El seccionador de línea poseerá un juego de cuchillas de puesta a tierra con accionamiento manual, por el lado de la línea de transmisión, montado sobre una estructura de acero galvanizado. El seccionador tiene la finalidad de proveer un medio de aislamiento para el interruptor desde la línea y el marco de línea, a la vez de proporcionar una vía de descarga y puesta a tierra de la línea durante las intervenciones o mantenimiento.

El seccionador de puesta a tierra estará enclavado mecánicamente con el seccionador de línea, para evitar la puesta a tierra accidental de la línea, cuando los contactos de fase estén cerrados.

### Pararrayos

Se tendrá pararrayos tipo Station Class en el primario del transformador de poder, se instalarán pararrayos como parte integral de la fabricación del transformador de poder. Los pararrayos deberán cumplir con las normas IEC 60099-4 e IEEE. También se Instalarán pararrayos en la salida de la línea de 60 kV.

### Transformadores de corriente y de potencial (TTCC y TTPP)

Se proveerán transformadores de corriente y potencial del tipo combinado (integrados en una sola unidad), los que serán monopolares, multi-razón, aislados en aceite, para uso a la intemperie, los cuales serán montados sobre estructuras de acero galvanizado en caliente.

### Conductores y Ferretería de 138 kV

Los conductores serán trenzados, de aluminio con alma de acero (ASCR). Las distancias entre partes vivas y tierra, serán fijadas de acuerdo a los

requerimientos normalizados para el nivel de tensión, sin considerar derrateo por altitud geográfica, debido a la baja altitud geográfica de las instalaciones.

Toda la ferretería de fijación deberá ser de acero galvanizado, teniendo en consideración la reducción del efecto corona adecuada para las dimensiones del conductor seleccionado. Donde se requiera conexión eléctrica entre materiales diferentes, como cobre con aluminio, se deberá proveer los conectores bimetálicos apropiados.

#### Aisladores

En las líneas de transmisión y distribución, preferentemente, se usarán aisladores de tipo polimérico. Los aisladores de tipo polimérico, también podrán ser utilizados para soluciones particulares en las barras de las Subestaciones. Todos los aisladores deben ser diseñados para usarse en un ambiente salino, severamente polucionado. El contorno de los aisladores deberá ser tal que permita su limpieza natural por efecto de la lluvia o por lavado artificial. En general, se preferirá incluir un grado de sobre dimensionamiento de los aisladores, a fin de alargar los periodos entre lavados.

#### Clase de Protección de Gabinetes

Las cajas de terminales, cajas de unión y gabinetes de control, tendrán clase de protección NEMA 4X, adecuadas para uso a la intemperie en un ambiente con polvo abrasivo.

#### Compensación de Factor de Potencia y Filtro de Armónicas

Se deberá proveer compensación del factor de potencia y filtraje de armónicas, en caso de ser requerido, según los requerimientos resultantes del tamaño relativo de la potencia de los elementos contaminantes y de tecnología de los accionamientos del proyecto.

Los bancos de condensadores para corrección del factor de potencia y filtros de armónicas, deberán ser adecuados para uso a la intemperie. En caso de que se deba instalar filtros, el equipamiento de los filtros podrá consistir de capacitores, reactores y resistores montados sobre estructuras elevadas o bien, montados dentro de contenedores metálicos provistos por el mismo proveedor de los filtros.

#### Mallas de puesta a tierra de subestaciones

La conexión a tierra de las torres y estructuras soportantes será hecha en dos extremos diagonalmente opuestos. En cada punto en que un operador deba tomar una posición de pie y en frente del accionamiento de un equipo de patio, para operarlo, ya sea un seccionador o un panel de interruptor de poder, se deberá proveer una plataforma equipotencial conectada a la malla de puesta a tierra.

Todos los equipos y estructuras metálicas se conectarán a la malla de tierra considerada debajo de las áreas de las subestaciones.

#### Protección Contra Descargas Atmosféricas

Se colocarán pararrayos para protección de los transformadores, conectados directamente a la malla de puesta a tierra de la subestación.

#### Sala Eléctrica de la Subestación Fosfatos

Esta será una sala eléctrica prefabricada de tipo contenedor metálico, montada sobre pilotes y contendrá el equipo de maniobras o switchgear principal de distribución de 22,9 kV, cargadores y banco de baterías, paneles de distribución de fuerza y alumbrado, paneles de distribución de corriente continua, paneles de detección de incendio y otros equipos auxiliares.

#### Protección y Control del transformador de potencia

Los equipos de protección y medición correspondientes al transformador de potencia, irán montados en el cubículo de control independiente. Dentro del

alcance del Proyecto Bayóvar se considera proveer un panel de control para la operación de los equipos de patio de la Subestación.

El dispositivo controlador del cambiador de tomas de los transformadores de potencia debe ser provisto por el fabricante del transformador de potencia. El controlador del cambiador de tomas se instalará en el panel de control del transformador. El controlador del cambiador de tomas deberá ser automático con selector para operación manual.

#### Reles de Protección

El sistema de protecciones de la subestación considerará redundancia de protecciones con, al menos, una protección de respaldo frente a falla de relees asociados a la bahía de entrada en 138 kV.

Cada transformador de potencia será protegido por un relee de protección de transformador GE Multilin SR745 o equivalente, más un relee tipo GE-Multilin SR750 o equivalente para el devanado secundario y uno para el devanado terciario, que deberán ir montados en el panel de control destinado para cada Transformador, en la sala eléctrica principal. Adicionalmente, los relees deberán proveer señales de alarma de protecciones del transformador hacia el SCADA y PLC por puertos de comunicación.

Todos los relees de protección deberán ser provistos con su software y elementos auxiliares necesarios para su programación. Dichos softwares, deberán estar disponibles para los diseñadores durante la etapa de desarrollo de la ingeniería.

Para las protecciones primarias se proveerá una protección de respaldo por falla de interruptor, tipo 50BF, que enviará una señal de desenganche al interruptor de origen de la línea de 138 kV, en la Subestación de Derivación de la línea de 138 kV.

### Dispositivos de Medición

Se incluirá un medidor de energía en la entrada de 138 kV, con precisión de facturación para uso como remarcador y medición de contraste con la medición del Proveedor de energía.

### Estándar de tiempo satelital

Se proveerá un medio para sincronizar el registro de eventos y oscilografía de todos los relees de protección ante eventos importantes como fallas o liberación de bloques de carga por ocurrencia de baja frecuencia en el sistema eléctrico, etc., con estampa de tiempo real.

Adicionalmente, el contar con un reloj satelital patrón, garantiza una mayor precisión de la medición de energía y facilita la investigación y análisis de fallas.

### Energía para servicios auxiliares y de control

La energía de servicios auxiliares será obtenida desde un transformador de poder auxiliar, que será alimentado desde el propio equipo de maniobras de 22,9 kV, a través de un conjunto de tres fusibles primarios, el cual alimentará un panel de servicios auxiliares de 400-231 V, para alimentación de los accionamientos de equipos auxiliares, iluminación y cargadores de baterías de la subestación.

La alimentación de 125 Vcc de corriente continua de la Subestación Bayóvar, alimentará los circuitos de control del interruptor de poder y el switchgear ubicado en la sala eléctrica de la Subestación Bayóvar, a fin de mantener energizados permanentemente los circuitos de control, protección y alarma.

Los cargadores de baterías y bancos de baterías serán dimensionados de acuerdo a las cargas estimadas y con una capacidad de Ah que permita una autonomía de 8 horas de operación del sistema de corriente continua.

Para la alimentación de PLC's y SCADA, se usarán UPS's de 120 Vca, monofásicas.

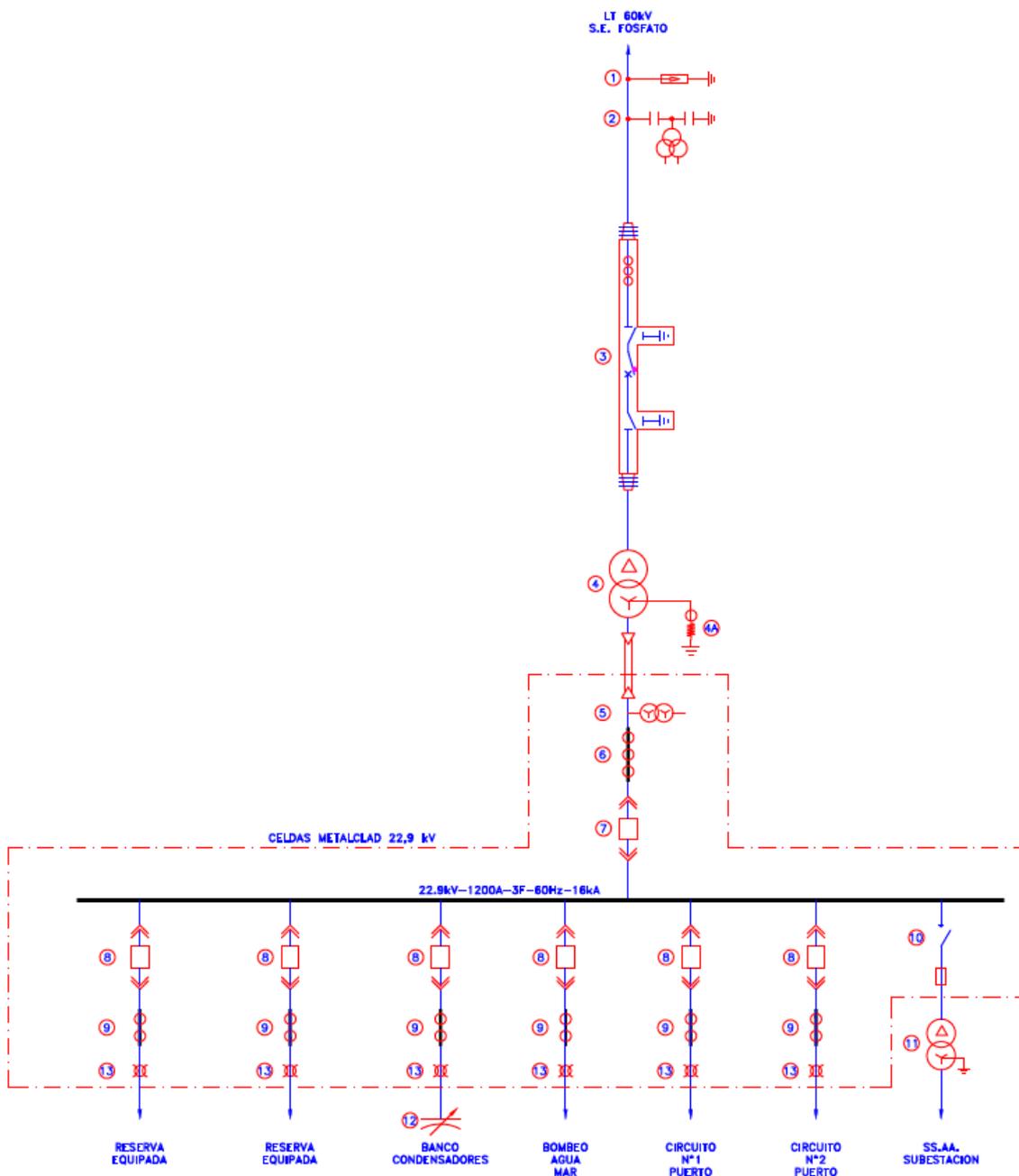
La alimentación de los relees redundantes se realizará en 125 Vcc de forma paralela al sistema de control primario de tal manera de asegurar la confiabilidad del sistema de control.

#### Iluminación de la Subestación

Deberá utilizarse los siguientes tipos de iluminación: Iluminación externa o de áreas industriales con lámparas a vapor de sodio de alta presión. Iluminación de salas eléctricas, salas de control y oficinas con lámparas fluorescentes, 220 V 16 W o 32 W.

Los circuitos de iluminación y tomas bifásicas deberán alimentarse a través de paneles de iluminación en 380/220 V. Deberá preverse iluminación de emergencia en las áreas que deban mantenerse iluminadas en caso de falla del suministro normal de energía (salas eléctricas y de control, escaleras, áreas de seguridad, etc.). En la figura 4.4.8.2-3 se muestra el diagrama unifilar de la SE Puerto.

Figura 4.4.8.2-3: Diagrama Unifilar SE Puerto

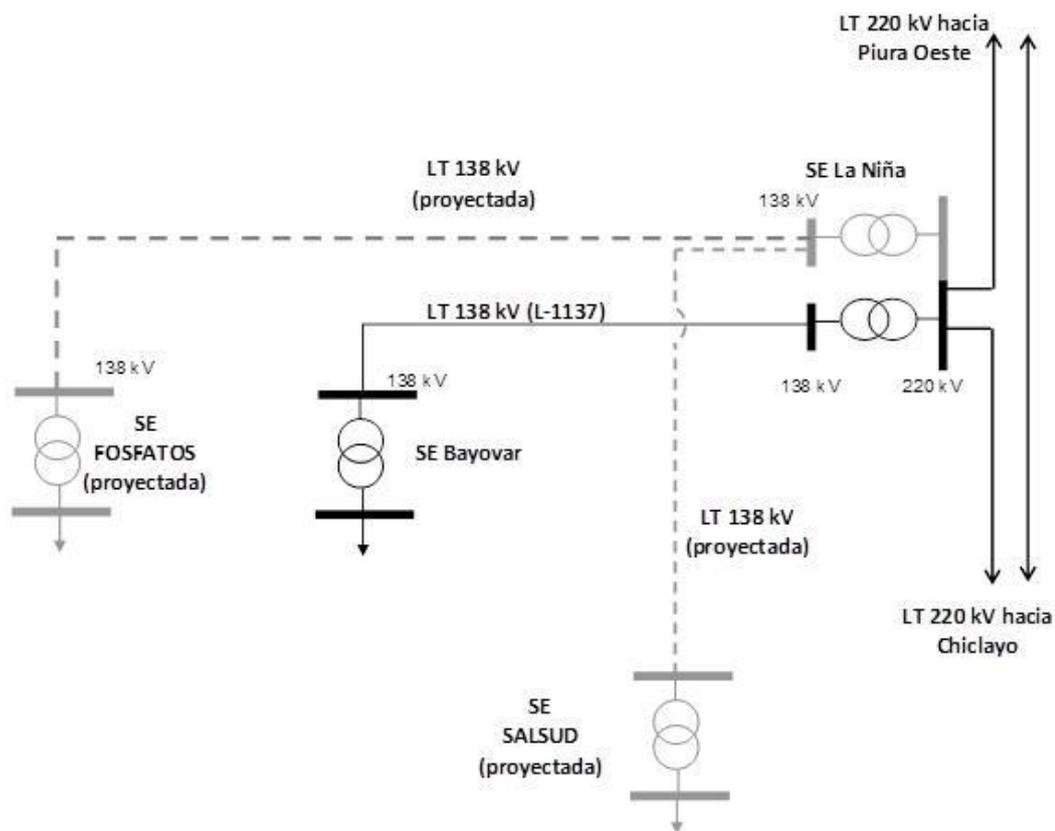


Fuente: FOSPAC

#### D. Línea de transmisión de 138 KV

Acorde al planeamiento de FOSPAC, se utilizará sólo una de las ternas de la línea de transmisión proyectada para el suministro eléctrico a la SE Fosfatos. La otra terna quedará en reserva, por lo que no se considera la instalación de las cadenas de aisladores ni del conductor de fases correspondiente (excepto en el cruce de la carretera y línea de 60 kV de VALE, con el fin de evitar futuras necesidades de parada de dicha línea). En la figura 4.4.8.2-3 se presenta el diagrama unifilar de la línea de transmisión de 138 KV.

**Figura 4.4.8.2-3.** Diagrama unifilar de la línea de transmisión de 138 KV



Fuente: FOSPAC

El trazo de ruta de la línea de transmisión proyectada se presenta en el plano N° 9547-LT-001 TRAZO DE RUTA indicado en el **Anexo 4-12**, del cual se ha extraído la relación de vértices y coordenadas UTM de la línea y que se muestra en el cuadro 4.4.8.2-2.

**Cuadro 4.4.8.2-2. Lista de los vértices de la LT SE laguna la Niña-SE Fosfatos**

| Vértices | Zona | Coordenadas UTM (WGS 84) |           |
|----------|------|--------------------------|-----------|
|          |      | ESTE                     | NORTE     |
| V-01     | 17   | 551 613                  | 9 344 915 |
| V-02     | 17   | 551 613                  | 9 344 925 |
| V-03     | 17   | 547 430                  | 9 344 067 |
| V-04     | 17   | 538 965                  | 9 340 969 |
| V-05     | 17   | 536 826                  | 9 340 918 |
| V-06     | 17   | 535 045                  | 9 341 527 |
| V-07     | 17   | 518 038                  | 9 346 796 |
| V-08     | 17   | 515 637                  | 9 342 544 |
| V-09     | 17   | 515 637                  | 9 342 482 |

Fuente: FOSPAC

La línea de transmisión se inicia frente al pórtico de salida proyectado en la ampliación de la subestación Laguna La Niña (vértice V-1), cruza la panamericana norte y continúa en dirección predominantemente hacia el oeste, en forma paralela a la línea de transmisión L-1137. Tiene un recorrido horizontal de aproximadamente 40,3 km.

El acceso a la ruta de la línea de transmisión proyectada no es complicado, debido a que gran parte de su recorrido se desarrolla paralelo a la línea de transmisión en 138 kV de la minera VALE, está suficientemente alejada de las instalaciones existentes (línea L-1137 y Oleoducto Nor Peruano) para evitar problemas de inducción, y a la vez sin perder la posibilidad de poder aprovechar sus caminos de acceso.

Entre los vértices V-03 y V-06 el terreno presenta zonas inundables (laguna La Niña), teniendo mayor incidencia en las proximidades del vértice V-04. Por otro lado, en el vértice V-07 el trazo cambia de dirección hacia el sur, para dirigirse hacia la subestación de Ilegada (SE Fosfatos). Es en este tramo, se presentan los principales cruces de instalaciones existentes:

- Cruce con el Oleoducto Nor Peruano.
- Cruce con la carretera de vehículos pesados de minera VALE
- Cruce con la LT en 60 kV de minera VALE
- Cruce con la carretera de vehículos pesados de FOSPAC

El perfil general de los tramos proyectados se muestra desde el plano N° 9547-LT-050-1 al plano N° 9547-LT-050-29, indicado en el **Anexo 4-12**.

– **Criterios para la selección de la ruta de la línea de transmisión de 138 KV**

Para la selección de ruta de la Línea de Transmisión de 138 kV SE Laguna La Niña – SE Fosfatos se han adoptado los siguientes criterios:

- Realizar el trazo por zonas lo más cercano posibles a accesos adecuados, sean estos carreteras, caminos afirmados o trochas carrozables.
- Se busca minimizar los efectos sobre el medio ambiente.
- Se evita pasar por zonas de fallas geológicas, así como por terrenos con suelos poco estables y/o con pendientes pronunciadas.
- Efectuar y privilegiar el trazado por las zonas altas, evitar, en lo posible atravesar zonas pobladas.
- Se tiene en cuenta que los cruces de carreteras, calles o caminos se efectuará lo más perpendicular posible al trazo planteado.
- Evitar el cruce de bosques ya establecidos o en vías de crecimiento.

- Se busca elegir terrenos con buena resistividad para tener una buena confiabilidad en la línea de transmisión.
- Se toma en cuenta los criterios que norma el Código Nacional de Electricidad en cuanto al ancho de faja de servidumbre, respetando las distancias de seguridad a instalaciones existentes de alta, media y baja tensión y de telecomunicaciones.

– **Características de la línea de transmisión de 138 KV**

El Suministro de Energía Eléctrica para el Proyecto Bayóvar, será tomada de la Línea de Transmisión Chiclayo Oeste – Piura Oeste (L-238) mediante una derivación hacia la nueva Subestación Derivación 220/138/22,9 kV ubicada entre las estructuras 374 – 375 de dicha línea, con una configuración Entrada/Salida.

**Cuadro 4.4.8.2-3. Características de la línea de transmisión 138 kV**

| Indicador           | Unidad   | Valor                           |
|---------------------|--|---------------------------------|
|                     |  | SE Laguna La Niña – SE Fosfatos |
| Longitud            | km   | 40,3                            |
| Nivel de Tensión    | kV   | 138                             |
| Número de circuitos | Und.   | 1                               |
| Potencia diseño     | MVA  | 60 MVA                          |
| Conductor           | 1 x ACAR 500 MCM, 18 x 19 hilos, diámetro 20,66 mm, tiro de rotura 5990 kg |                                 |
| Cable de guarda     | 1 x OPGW , diámetro 13 mm, 92 mm <sup>2</sup>                              |                                 |
| Aislador            | De vidrio, 1x 120 kN para estructuras de suspensión y de anclaje           |                                 |
| Estructuras         | Apoyos de celosía de acero, son 122 apoyos                                 |                                 |

Fuente: FOSPAC

Las torres serán estructuras autoportantes del tipo celosía, en perfiles angulares de acero galvanizado, ensamblados por pernos y tuercas. Su forma estará en general de acuerdo con los planos correspondientes.

El trazo de la Línea de Transmisión cruza un área donde estará expuesta a posible inundación durante las épocas del fenómeno el niño, estas estructuras estarán previstas de coberturas de concreto que permitan proteger las torres que estarán inundadas.

## E. Línea de transmisión de 60 KV

### - Características de la línea de transmisión de 60 KV

Desde la Subestación Bayóvar saldrá una línea de transmisión con una tensión de 60 kV con conductores de aluminio tipo AAAC de 125 mm<sup>2</sup> recorriendo una longitud de aproximadamente 35 km hasta llegar a la Subestación Descarga de Camiones, ubicada en la “zona de descarga” del Proyecto.

**Cuadro 4.4.8.2-4. Características de la línea de transmisión 60 kV**

|                         |                   |
|-------------------------|-------------------|
| Nivel de Tensión        | 60 kV             |
| Número de ternas        | 1                 |
| Disposición conductores | Triangular        |
| Frecuencia 60 Hz        | 60 Hz             |
| Longitud Total          | 33,30 km          |
| Conductor Activo        | ACAR              |
| Estructuras             | Madera 18 m       |
| Aisladores              | De vidrio Antifog |
| Fibra Óptica            | OPGW              |

Fuente: FOSPAC

La línea de transmisión en 60 kV recorrerá paralelo a la Carretera Industrial del Proyecto y las estructuras serán muy accesibles por la topografía plana de la zona.

El trazo de ruta de la línea de transmisión proyectada se presenta en el plano 8030MA001A-010-20-33 en la sección Planos, del cual se ha extraído la relación de vértices y coordenadas UTM de la línea y que se muestra en el cuadro 4.4.8.2-5.

**Cuadro 4.4.8.2-5. Lista de los vértices de la LT SE fosfatos – SE Puerto**

| Vértice | Zona | Este    | Norte     |
|---------|------|---------|-----------|
| B-01    | 17   | 515 614 | 9 342 482 |
| B-02    | 17   | 515 614 | 9 342 569 |
| B-03    | 17   | 515 546 | 9 343 108 |
| B-04    | 17   | 513 842 | 9 344 128 |
| B-05    | 17   | 513 250 | 9 345 473 |
| B-06    | 17   | 511 353 | 9 346 852 |
| B-07    | 17   | 509 853 | 9 347 942 |
| B-08    | 17   | 507 978 | 9 348 949 |
| B-09    | 17   | 498 913 | 9 351 952 |
| B-10    | 17   | 498 025 | 9 352 650 |
| B-11    | 17   | 497 173 | 9 352 692 |
| B-12    | 17   | 496 717 | 9 353 807 |
| B-13    | 17   | 495 348 | 9 354 194 |
| B-14    | 17   | 494 553 | 9 354 074 |
| B-15    | 17   | 494 121 | 9 354 260 |
| B-16    | 17   | 493 801 | 9 354 242 |
| B-17    | 17   | 493 548 | 9 354 528 |
| B-18    | 17   | 492 857 | 9 355 807 |
| B-19    | 17   | 492 051 | 9 357 254 |
| B-20    | 17   | 491 613 | 9 358 742 |
| B-21    | 17   | 491 351 | 9 359 481 |
| B-22    | 17   | 492 303 | 9 360 221 |
| B-23    | 17   | 492 365 | 9 360 157 |

Fuente: FOSPAC.

**F. Línea de transmisión de 22,9 KV**

Todas las líneas de transmisión para distribución para las diferentes instalaciones del Proyecto Bayóvar serán en 22,9 kV, tendidas sobre postes de madera.

Desde la subestación Fosfatos y las Subestaciones de distribución de la Planta Concentradora saldrán diversas líneas de distribución hacia las distintas áreas.

En la Subestación Fosfatos se tendrá una sala eléctrica de 22,9 kV desde la cual se alimentara a las 3 subestaciones de distribución ubicadas dentro de la Planta Concentradora para suministrar energía a gran parte de los equipos del proceso principal.

Se tendrá una red de distribución para las áreas de acopio de mineral, talleres de mantenimiento de equipos y vehículos de mina, las áreas de almacenamiento de diesel y otras instalaciones auxiliares.

Se tendrá una línea de transmisión a la zona donde se encuentran la Planta Desalinizadora y la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas, cuyo recorrido será por electroductos enterrados.

Se tendrá una red de distribución hacia la zona de oficinas administrativas, laboratorio, comedores y vestidores, el recorrido será por electroductos enterrados.

Se tendrá una línea de transmisión para las áreas de acceso principal a la planta, estaciones de servicios, área de servicios de camiones de transporte de concentrados.

También se tendrá una línea de transmisión hacia la zona de la mina, para alimentar de energía a las estaciones de bombeo para enviar lodos residuales hacia las pozas.

A la Subestación Puerto llegara la línea de transmisión en 60 kV proveniente de la Subestación Bayóvar, de esta Subestación saldrá una línea de transmisión en 22,9 kV con conductor de cobre hasta la zona de descarga, almacenamiento y

despacho, ubicados dentro del Puerto. También de esta Subestación saldrá una línea para el sistema de captación de agua de mar.

## **G. Generadores de emergencia**

### **- Generalidades**

Se ha evaluado el tema de alternativas de suministro de energía de respaldo para el Proyecto, se considera que el Proyecto Fosfatos de Bayóvar contara con energía de respaldo para los equipos de proceso, así como para los sistemas de iluminación de todas las instalaciones en la Planta Concentradora de una potencia de 1,6 MVA que tendrá un tanque rectangular de combustible de 700 galones fabricado en plancha de acero de 3/16" de espesor.

Para el Proyecto Bayóvar se considera grupos de emergencia a Diesel para garantizar la energía en casos de emergencia por falta de energía en la red y restablecer servicio de iluminación para las distintas áreas de la Mina, Planta de Beneficio y Puerto.

El sistema estará constituido por un motor-generador, panel de control local, panel de control remoto con sincronizador automático, estanque diario de combustible con sistema de bombeo de alimentación y todos los componentes y equipos necesarios para un servicio confiable y de una alta disponibilidad.

En la zona del tajo de la mina, el servicio de energía será con unidades generadoras portátil.

Para la operación del Puerto de fosfato se tendrán cuatro grupos diesel.

#### **4.4.8.3 Programa de operación y mantenimiento**

Se ha propuesto ejecutar las siguientes actividades:

##### **A. Energización inicial del sistema**

Es la operación que concluye la fase de puesta a prueba, consiste en suministrar de energía eléctrica a las subestaciones y a través de estas a las líneas de transmisión.

##### **B. Operación del sistema de transmisión**

Acción que implica el control y explotación de un sistema integrado de subestaciones y líneas de transmisión a través del cual se transportará energía a la red integrada para su uso final.

##### **C. Mantenimiento preventivo y programado de estructuras electromecánicas del sistema de transmisión**

Acciones preventivas de supervisión y reparación de ser necesaria, de las estructuras que componen el conjunto de instalaciones electromecánicas bajo responsabilidad de la empresa, cuya ejecución será llevada a cabo según el programa de mantenimiento que se diseñe para cada tramo del sistema de transmisión, con el fin de evitar posibles complicaciones con los equipos y/o componentes.

**D. Traslado de personal de supervisión y vigilancia, operación y mantenimiento.**

Proceso de asignación de personal a un determinado tramo del sistema de transmisión asignado. Se establece las rutas y programas de traslado de personal desde un punto referencial hasta la zona de proyecto asignada.

**E. Limpieza y rehabilitación de vías de acceso.**

El material excedente de las excavaciones para las vías de acceso será dispuesto en zonas previamente seleccionadas que contarán con el permiso respectivo para su uso. Terminadas las diferentes fases de trabajo se restaurarán las condiciones físicas iniciales de las zonas intervenidas.

#### 4.4.9 Carretera industrial

##### 4.4.9.1 Descripción técnica de la carretera

Las características técnicas principales de la carretera se presentan en el cuadro 4.4.9.1-1.

**Cuadro 4.4.9.1-1. Características técnicas de la carretera**

| Zona         | Asfalto en caliente<br>Mm de espesor | Base granular<br>chancada 80% de<br>CBR | Longitud<br>km |
|--------------|--------------------------------------|---|----------------|
| Primera zona | 3" (7,5 cm)                          | 10" (25 cm)                             | 7,0            |
| Segunda zona | 3" (7,5 cm)                          | 10" (25 cm)                             | 14,8           |
| Tercera zona | 3" (7,5 cm)                          | 6" (15 cm)                              | 2,25           |
| Cuarta zona  | 3" (7,5 cm)                          | 6" (15 cm)                              | 2,25           |
| Quinta zona  | 3" (7,5 cm)                          | 6" (15 cm)                              | 9,20           |

Fuente: FOSPAC.

##### 4.4.9.2 Ingeniería de las instalaciones propuestas

###### A. Características técnicas de la vía

- Longitud de carretera: 35,5 Km,
- Velocidad directriz: 40,00 Km/h,
- Radio Mínimo 40,00 m,
- Ancho de la calzada: 8,00 m
- Ancho de berma: 1,00 m, a cada lado
- Pendiente Máxima, 9%,
- Peralte máximo 7%,
- Bombeo 2%,
- Número de curvas: 54
- Cunetas: Triangular de 0,70m x 0,30m, Q diseño: 140 l/s
- Taludes: 1: 3; 1:4 en corte,
- 1:1,5 en relleno,

- Alcantarillas: TMC de 36, 48, 60, 72",
- Alcantarillas especiales,
- Muros: de suelo reforzado y muros de gravedad.

## **B. Parámetros de ingeniería para diseño estructural de pavimento**

- CBR Primera zona (Km 0 a Km 7): 40% terraplén MR= 14 085 psi
- CBR Segunda zona (Km 7 a Km 21,8): 49,0% MR= 30 880 psi
- CBR Tercera Cuarta y Quinta zona (Km 21,8 a Km 35,5): Zona rocosa
- Serviciabilidad Inicial 4,2
- Serviciabilidad Final 2,0
- Diferencia PSI: 2,2
- Confiabilidad Fr: 90%
- Desviación estándar normalizada Zr -1,282
- Desviación estándar de error combinado So: 0,45
- Número de vehículos en el año de operación cero (NESE): 468 134
- Ejes equivalentes W18: 9'362 688
- Número Estructural Primera Zona: 2,98
- Número Estructural Segunda Zona: 2,84
- Número Estructural Tercera Cuarta y Quinta Zona: Roca

## **C. Descripción de la ingeniería de la carretera**

### **- Primera Zona**

De 7,00 km de longitud y de un CBR de suelo de 14,4%; pero con 40% de CBR del material de relleno.

### **- Segunda Zona**

De 14,80 km de longitud y de un CBR del suelo de 49%.

### **- Tercera Zona**

De 2,25 km de longitud representa el primer acceso a los cerros Illescas,

- **Cuarta Zona**

De 2,25 km de longitud representa el tramo próximo de la quebrada Las Rocas en Illescas.

- **Quinta zona**

De 9,20 km de longitud representa la parte alta del cerro Illescas, que corresponde a una zona ondulante.

#### **4.4.9.3 Programa de operación y mantenimiento**

El programa de operación y mantenimiento tomará en cuenta:

1. Rehabilitación a nivel de carpeta afirmada y asfáltica donde la estructura del pavimento estará compuesta por un CAC= 3" de espesor y una base y sub base granular de entre 250 y 500 mm de espesor con mantenimiento rutinario y periódico, considerando el bacheo del 100% de la superficie dañada y un sello de 12 mm de espesor cuando el área sea dañada el 20%. Cuando el IR sea  $> 4$  se deberá colocar un refuerzo de CAC de entre 40 y 50 mm de espesor promedio.
2. Es necesario implementar un sistema de educación vial, peatonal y a los conductores para evitar accidentes una vez que la carretera quede rehabilitada.
3. Es necesario alcanzar una copia de las Especificaciones Técnicas del proyecto al ente que va ser encargado del mantenimiento para que efectúa su tarea adecuadamente y se pueda realizar la supervisión correspondiente.
4. Es necesario implementar un programa de educación y capacitación ambiental para la gente que va a trabajar en la carretera a fin de mitigar los impactos ambientales negativos.

#### **4.4.10 Instalaciones auxiliares - etapa de operación**

##### **4.4.10.1 Posta médica**

La posta médica se instalará dentro de la zona de seguridad de la planta de beneficio. El edificio ocupará un área aproximada 660 metros cuadrados y por lo general estará ocupado por 15 personas durante las horas de trabajo.

El edificio médico será construido con materiales del tipo prefabricados, al igual que el resto de las instalaciones del campamento contará con todas las facilidades que requiere una posta médica (salas, accesos, agua, servicios higiénicos, aire acondicionado, entre otros facilidades). Por otro lado, el edificio contará con sistema contra incendio compuesto por extintores de polvo químico seco ubicados en lugares estratégicos y de fácil acceso.

##### **4.4.10.2 Oficinas**

El edificio de oficinas propuesto se encuentra dentro de la zona de seguridad de la planta de beneficio. El edificio ocupará un área aproximada de 2 100 metros cuadrados y estará normalmente compuesto por 42 personas durante las horas de trabajo. El staff considerado en estos ambientes consiste personal de gestión, administrativo y secretaría.

En forma similar a la posta médica las oficinas serán construidas con materiales del tipo prefabricados, al igual que el resto de las instalaciones del campamento y contará con todas las facilidades que requiere un ambiente de trabajo.. Por otro lado, el edificio contará con sistema contra incendio compuesto por extintores de polvo químico seco ubicados en lugares estratégicos y de fácil acceso.

#### **4.4.10.3 Almacenes**

Los almacenes se ubicarán en una zona adyacente a la planta concentradora y en sentido transversal. Sus instalaciones serán estructuradas en base a pórticos de columnas y vigas enrejadas a dos aguas. En sentido longitudinal los pórticos son arriostrado mediante diagonales.

El almacén principal es abastecedor de todos los insumos necesarios para el proceso en mina. Mientras que para el Caso de los lubricantes, estos se encontrarán debidamente almacenados dentro del almacén. Así mismo, los insumos para el proceso, que en su gran mayoría van dirigidos al tratamiento de agua, se encuentran en estanques debidamente señalados. Se prevé utilizar insumos biodegradables para el tratamiento de agua y para el beneficio de los minerales.

Finalmente, dentro del área del almacén general se ubicará el almacén de mina y transporte. En esta área se internarán los equipos y accesorios de la flota de camiones o maquinaria.

#### **4.4.10.4 Talleres de mantenimiento**

Los talleres de mantenimiento será fabricados (estructurados) utilizando acero tipo galpón de 40 m de ancho por 54 m de largo con una altura útil de aproximadamente 10 m. Así mismo, tendrá un espacio para el mantenimiento de los equipos que trabajan en el minado y estará equipado con puentes grúas y equipos necesarios para la labor designada.

Por otro lado se contará con un taller de mantenimiento para camiones, en donde se efectuará en mantenimiento referidos a cambios de aceite y lubricación; en este taller se dispondrá de lubricantes y grasa necesaria para abastecer a toda la

flota de camiones, todos estos insumos estarán debidamente ubicados e identificados para poder actuar en el caso de algún derrame accidental.

#### **4.4.10.5 Instalaciones auxiliares de energía eléctrica - generadores de emergencia**

FOSPAC ha evaluado alternativas de suministro de energía de respaldo para el proyecto, teniendo en cuenta que el proyecto Fosfatos deberá contar con energía de respaldo para los equipos de proceso, así como para los sistemas de iluminación de todas las instalaciones en la planta concentradora y del puerto. Para la planta concentradora se instalará grupos de emergencia a diesel de una potencia de 1,6 MVA. Para este propósito se instalará un tanque de combustible de 700 galones fabricado en plancha de acero de 3/16" de espesor.

El sistema estará constituido por un motor-generador, panel de control local, panel de control remoto con sincronizador automático, estanque diario de combustible con sistema de bombeo de alimentación y todos los componentes y equipos necesarios para un servicio confiable y de una alta disponibilidad.

En la zona del tajo de la mina, el servicio de energía de emergencia será proporcionado por unidades generadoras portátiles. Así mismo, para la operación del muelle de fosfato (puerto de embarque) se tendrá también un grupo diesel para iluminación de emergencia.

#### **4.4.10.6 Suministro de combustibles y lubricantes**

FOSPAC para el proyecto Fosfatos, ha considerado que el suministro de combustibles y lubricantes para el proyecto sea a través de terceros. En este sentido, la empresa contratista que se encargue del servicio de suministro de hidrocarburos (combustibles, grasas, lubricantes, etc.), deberá tener la

autorización correspondiente del ente competente y responsabilizarse del servicio, el cual incluye entre otros aspectos las siguientes acciones:

- La construcción, operación y mantenimiento del todo el sistema de suministro de combustibles y lubricantes.
- Los tanques para almacenamiento de combustible, deberán ser fabricados tomando como base la norma API 650. Por estrategia, para facilitar los programas de mantenimiento y limpieza se construirán tanques en paralelo, los cuales se conectarán mediante sistema de válvulas, con esto se podrá alternar la puesta en servicio cada tanque. Los tanques deberán contar con diques de contención y con los sistemas de control y protección necesarios para asegurar una operatividad segura.
- Estación de servicio de combustible para camiones y tractos, los cuales son usados en mina con capacidad de almacenamiento de 25,000 galones para diesel y 12,000 galones para gasolina.
- Estación de servicio para camiones de la mina, el cual deberá contar con equipos anti explosión según las normas vigentes.
- Estación de servicio para camiones de transporte del concentrado.
- Estación de servicio para equipo liviano que opera en el proyecto (camionetas, buses y otros) con alternativa de suministro de diesel y gasolina).
- Suministro de un camión para lubricación de camiones mineros y maquinaria pesada en obra.
- Suministro de un camión para abastecer de combustible a la maquinaria pesada en obra.

Por otro lado, el diseño, operación y manutención de los estanques, estaciones de servicio e instalaciones de infraestructura será responsabilidad la empresa proveedora del servicio de suministro de combustibles y lubricantes. Se prevé que las instalaciones de suministro de combustibles tenga una capacidad de abastecimiento para 30 días.

Así mismo, las instalaciones de carga y despacho de combustible contarán con techos metálicos para proteger los equipos y con sistema de pararrayos de protección. Para la alimentación de los tanques enterrados de las estaciones de servicio, desde los tanques principales, se usarán electrobombas instaladas dentro de los diques de contención, así como para evitar la propagación en caso de un derrame. El abastecimiento se realizará mediante tuberías de acero al carbono sch 40 en diámetros de 2, 3 y 4", protegidas contra la corrosión mediante pintura epóxica, las cuales contarán con todos los accesorios, tales como válvulas, derivaciones, etc., que sean necesarios.

El mantenimiento de los tanques de almacenamiento, equipos de recepción y despacho será realizado por personal especializado, este mantenimiento está muy relacionado con la operatividad y precisión de los equipos críticos de combustible. El mantenimiento preventivo y correctivo de los equipos antes mencionados incluirá: mantenimiento y limpieza de tanques, surtidores, mangueras, válvulas, acoples de cada estación y brazos de carga, electro bombas, reemplazo de elementos filtrantes, mantenimiento de sistemas de lucha contra incendio (pruebas y reemplazo de componentes), mantenimiento de sistemas eléctricos, calibración, verificación y certificación de equipos de medición según programa.

Las tareas de almacenamiento y distribución de combustible se realizarán asegurando el cumplimiento de los estándares de salud, seguridad y medio ambiente. Bajo este contexto, la empresa contratista deberá realizar:

- Supervisión de la operación de combustibles
- Medición diaria de los niveles de combustible en tanques
- Calculo del consumo diario de combustible
- Registro de los consumos diarios de combustible
- Cálculo de la necesidad de reposición de combustible
- Coordinación con la planta de despacho

- Descarga del combustible
- Atención de los despachos de combustible en el grifo
- Elaboración de reportes de detalle y resumen
- Gestión de mantenimientos preventivos y correctivos
- Orden y limpieza de las estaciones de combustible

En caso de derrame de combustible se dispondrá en almacén de paños absorbentes, salchichas absorbentes, trapos Industriales, pala de metal anti chispa, pico de metal anti chispa, martillo de goma, tacos de madera de diferentes tamaños, kit para parchado de tanques y tuberías, cinta amarilla de peligro, sacos para tierra, bolsas plásticas gruesas para desechos. Ante un evento de derrame accidental, se actuará de acuerdo a los procedimientos establecidos y el plan de contingencia correspondiente.

Finalmente, se ha previsto que el abastecimiento de hidrocarburos desde las ciudades o grifos de los proveedores hacia las estaciones de combustibles ubicadas en la Planta sea en horario diurno y que descarga sea realizado por personal especializado. Las unidades abastecedoras no podrán transitar durante la noche.

#### **4.4.10.7 Manejo de residuos sólidos**

FOSPAC, ha establecido un Plan de manejo de residuos, dentro del cual se establece los lineamientos generales y específicos para el manejo de los residuos domésticos e industriales, peligrosos y no peligrosos dentro de las etapas de construcción, operación y cierre del proyecto. Por otro lado, el Plan tiene como objetivo principal, minimizar, prevenir y controlar los riesgos ambientales y proteger además la salud, mediante la difusión y fiscalización de controles operativos que permita lograr el adecuado manejo de los desechos domésticos e industriales generados. Este Plan, por ende, también incluye a aquellos desechos generados por los contratistas que prestan servicios a la empresa, dado que al

ser contratados, asumen también la normatividad interna con que cuenta FOSPAC, además del cumplimiento de la normatividad nacional vigente.

### **Caracterización y almacenamiento temporal de los residuos sólidos**

Se estima que el Proyecto generará principalmente los siguientes tipos de residuo:

- Domésticos: Los cuales son generados en oficinas y son recolectados por un servicio de recojo y trasladados a lugares de almacenamiento, del cual la empresa contratista (EPS-RS) se encargará de su disposición final emitiendo el certificado de disposición.
- Industriales: Aquel generado por el mantenimiento de las maquinarias y equipos, básicamente waipes, trapos, papeles, cartones, sobrantes de varillas de soldadura, latas de pintura, en el taller de automotores, baterías, llantas y aceites usados. Los residuos serán clasificados en la fuente por personal especializado y almacenado temporalmente en áreas acondicionadas cercanas a la fuente de generación (básicamente talleres). Parte de los residuos serán reciclados, comercializados por una EC-RS o dispuestos en rellenos de seguridad si fueran peligrosos o rellenos sanitarios por una EPS-RS. Las empresas prestadoras de servicios de residuos sólidos emitirán el certificado de disposición final y deberán ser acreditadas por INDECOPI.
- Residuos Peligrosos: Como aceites y grasas residuales, trapos impregnados, suelo contaminado con hidrocarburos, baterías, restos de laboratorio químico etc., serán dispuestos en cilindros adecuados para su posterior transporte hacia rellenos de seguridad, mediante EPS-RS.

El almacenamiento temporal de los residuos será realizado en cilindros o contenedores identificados por un código de colores.

## **Consideraciones generales para el manejo de residuos**

- Instalar depósitos de desechos en los lugares especialmente designados, preferentemente en áreas cercanas a la zona de trabajo.
- Almacenar los desechos generados en depósitos específicos. Los cuales deberán estar debidamente rotulados de acuerdo al reglamento de seguridad y salud ocupacional.
- Mantener limpios los depósitos de desechos y sus alrededores
- Transportar y eliminar los desechos de acuerdo a la normatividad establecida.
- Se evitará arrojar desperdicios desde los vehículos de transporte hacia los caminos de acceso.
- Los residuos peligrosos, como latas de lubricantes, trapos con aceites, etc., deberán separarse de los residuos domésticos para su posterior disposición final adecuada.
- El Contratista deberá informar y capacitar a los obreros acerca de un plan de manejo de residuos básicos, para evitar que se acumulen en zonas inadecuadas.

## **Manejo de materiales peligrosos**

- Los materiales que se adquieran para la utilización en las diferentes actividades de cada una de las etapas, ya sea por el contratista o trabajadores, deberán contar con su respectiva Hoja de Seguridad (MSDS).
- Las personas que manipulen estos materiales, deberán contar con el EPP adecuado, siendo su uso de carácter obligatorio.

## **Manejo de aceites, grasas, lubricantes y combustibles**

Los aceites y grasas residuales son considerados residuos peligrosos, y deben ser dispuestos adecuadamente a fin de evitar la contaminación de los recursos. Estos aceites o grasas, serán generados principalmente producto del

mantenimiento de la maquinaria y equipos durante la ejecución de la obras. El manejo de los aceites residuales, será básicamente el adecuado confinamiento en cilindros resistentes a la corrosión, para su posterior disposición; por una EPS-RS.

Por otro lado, un adecuado manejo de aceites y lubricantes, comprende la prevención de derrames e incendios, que para el presente Proyecto, podrían originarse al momento de cambiar los aceites y combustibles a la maquinaria, o en el sitio de almacenamiento y talleres. Por ello, se deberán tener en cuenta las consideraciones siguientes:

- El cambio de aceites, combustibles y/o lubricantes, se realizará en los talleres de mantenimiento respectivos y el abastecimiento se hará en los grifos ubicados en la estación de servicio.
- El área deberá permanecer claramente identificada, por lo que la señalización debe encontrarse en buen estado o sino ser reemplazada.
- Deberá contar con material impermeable para el recubrimiento del suelo, de tal manera que se evite la contaminación del mismo por posibles derrames.
- Deberá encontrarse alejada de los cursos de agua de la zona.
- Estar libre de materiales que puedan impedir la libre circulación.
- El área de recambio, deberá contar con extintores a la vista, en caso de ocurrencia de incendio.
- Instalar bancos de arena en la zona de almacenamiento, abastecimiento o recambio, de tal manera que puedan ser utilizados en caso de incendio.
- Además, se deberá realizar una inspección mensual de las instalaciones de manejo de combustibles, para verificar la inexistencia de roturas, fisuras, etc. Estas deberán ser reportadas inmediatamente a jefe de Asuntos Ambientales de la contratista y FOSPAC.

## **Almacenamiento y distribución de combustibles**

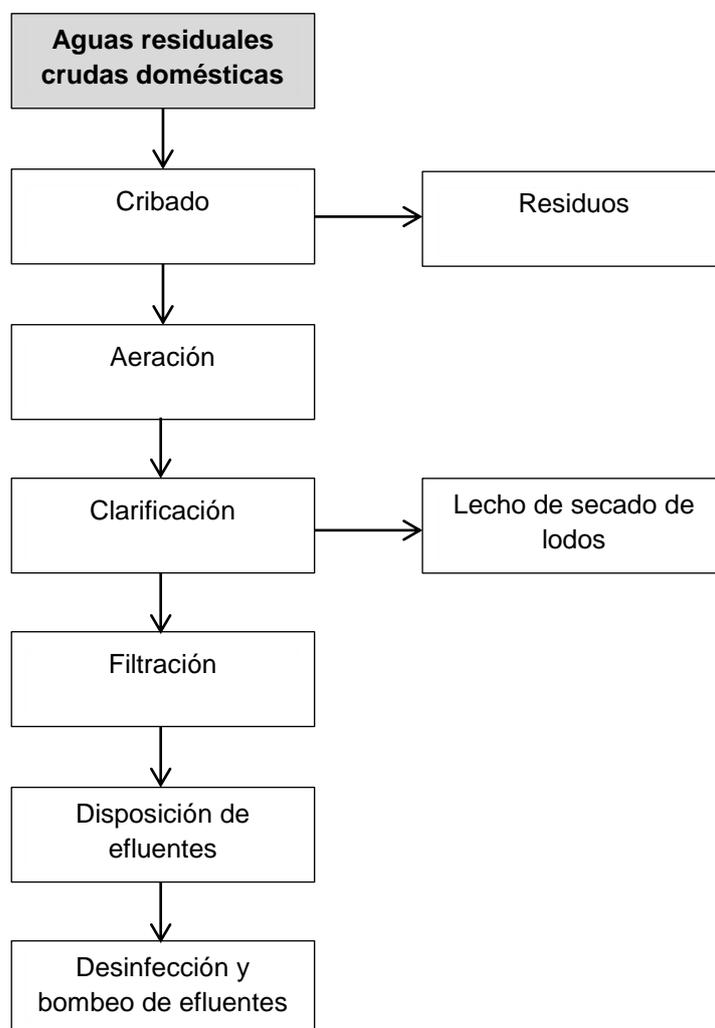
Como medida de manejo y control de los derrames de los combustibles se construirán sistemas de contención secundaria con capacidad superior a los tanques de almacenamiento de combustibles y lubricantes de conformidad a lo establecido en el Reglamento de Protección Ambiental en Actividades de Hidrocarburos, D.S. N° 015-2006-EM.

### **4.4.10.8 Planta procesadora de aguas residuales domésticas**

El tratamiento de las aguas residuales domésticas será realizado mediante una planta compacta del tipo de lodos activados por el sistema de aireación extendida, de flujo continuo o SBR (Reactor secuencia discontinuo) o equivalente, que permita la biodegradación de las sustancias orgánicas presentes en el afluente de acuerdo al nivel de calidad estipulado para la descarga. Se estima que el efluente cumplirá con los valores estándares establecido en la normatividad vigente para plantas de tratamiento de aguas residuales (PTAR).

La planta de tratamiento de aguas residuales brindará tratamiento para aguas residuales domésticas recolectadas de los servicios higiénicos, cafeterías, duchas, etc. No está destinada a recibir ningún tipo de aguas residuales industriales de las Instalaciones de la planta de beneficio, el diagrama de proceso es mostrado en la figura 4.4.10.8-1

**Figura 4.4.10.8-1. Proceso de tratamiento de aguas residuales**



**Procesos de la unidad de tratamiento:**

**A.- Estación de bombas para efluentes**

El agua residual de las inmediaciones de la instalación de la planta de beneficio será dirigida a través de un sistema de recolección de aguas residuales al área de la planta de tratamiento de aguas residuales.

## **B.- Cribado de aguas residuales**

El afluente de aguas residuales pasará a través de cribas para eliminar grandes escombros que pudieran afectar el tratamiento.

## **C.- Aeración**

A través de la aeración, se promueve la actividad biológica que consume la carga orgánica en el agua residual. A través de este proceso, los microorganismos proliferan y constituyen partículas sedimentables.

## **D.- Clarificación**

Luego de la aeración, el agua fluye hacia el clarificador. El clarificador proporciona un flujo suave y equilibrado de tal modo que las partículas biológicas formadas durante la aeración pueden sedimentarse en una tolva y ser bombeada fuera del procesamiento de lodos.

## **E.- Filtración**

Algunas partículas pequeñas que no se han sedimentado durante la clarificación son eliminadas en el proceso de filtración.

## **F.- Desinfección**

Se utiliza cloro para desinfectar el agua residual y eliminar bacterias nocivas. El nivel de cloro se mantiene por un período de tiempo específico para asegurar la desinfección adecuada del agua.

## G.- Percolación de efluentes

Después de la desinfección, el agua tratada fluye hacia una poza de percolación donde es absorbida por el suelo, esta agua también puede utilizarse para la irrigación o el control de polvos.

## H.- Criterios de diseño de la planta de tratamiento de agua residuales

Los criterios generales de diseño de la planta de tratamiento de aguas residuales se presentan a continuación (ver cuadro 4.4.10.8.1-1).

**Cuadro 4.4.10.8.1-1. Criterios de diseño de la planta de tratamiento de aguas residuales**

| Parámetro                 | Unidad              | Datos                  |
|---------------------------|---------------------|------------------------|
| Tipo                      |                     | Aeración prolongada    |
| Capacidad                 | m <sup>3</sup> /día | 151,4                  |
| Número de:                | -                   |                        |
| Bombas para efluentes     | unidad              | 2 (1 en uso)           |
| Rejas de tambor rotatorio | unidad              | 1                      |
| Rejas manuales            | unidad              | 1                      |
| Cuencas de aeración       | unidad              | 1                      |
| Clarificadores            | unidad              | 2                      |
| Filtros                   |                     | 2                      |
| Cuencas de desinfección   | unidad              | 1                      |
| Método de desinfección    |                     | Cloro                  |
| Digestor                  | unidad              | 1                      |
| Bombeo de efluentes       | unidad              | 2 (1 en uso)<br>uso) 2 |

Fuente. FOSPAC

#### **4.4.10.9. Sistema de tratamiento de agua de consumo**

El agua para uso doméstico en el campamento, oficinas, talleres provendrá del sistema de tratamiento por filtración, ultrafiltración y ósmosis inversa del agua de mar. Por su parte, el agua de consumo humano (bebida y alimentación) será agua envasada adquirida a un proveedor local.

#### **4.4.10.10 Sistema de protección contra incendios**

Dentro del diseño de ingeniería de los diversos componentes del proyecto se ha contemplado la implementación de sistemas de protección contra incendios. El diseño de la red se realizó cumpliendo las normas internacionales NFPA 13, 14 y 307.

El alcance de los trabajos para el sistema de protección contra incendios es un conjunto de bomba contra incendios que incluye una unidad de bomba diesel, bomba eléctrica y una unidad de bomba jockey. Todas las unidades de bomba incluyen tuberías, válvulas y controles eléctricos que estarán ubicados en un edificio prefabricado. El edificio se encuentra en la zona adyacente a un tanque de almacenamiento de agua.

El alcance una red de tuberías, hidrantes, válvulas y señalización. Este ámbito incluye también un camión autobomba y una ambulancia.

Para conseguir los caudales y presiones correspondientes, el sistema contra incendios ha previsto la instalación de tanques y tuberías adecuadas para cumplir con los requerimientos arriba indicados.

#### **4.4.10.11 Sistema de comunicaciones**

FOSPAC, considera que las comunicaciones dentro del proyecto constituyen un aspecto fundamental para el cumplimiento de metas y objetivos. Para este propósito, ha considerado dentro del diseño, la instalación de sistemas de comunicación utilizando la tecnología que a la fecha ofrece más ventajas. El sistema permitirá poder comunicarse en tiempo real entre las diversas áreas, a fin de minimizar pérdidas, atender emergencias y maximizar los recursos, dentro del proceso productivo.

A continuación se resumen los aspectos generales del sistema de comunicación proyectados implementar dentro del suministro eléctrico y suministro de agua de mar.

##### **- Sistema de telecomunicaciones - Suministro eléctrico**

El sistema de comunicaciones del suministro eléctrico estará ubicado en las subestaciones eléctricas y tendrá las siguientes características:

- El enlace de telecomunicaciones será a través de fibra óptica OPGW en la línea de transmisión 138 kV.
- La fibra óptica será del tipo monomodo, de 36 fibras (18 disponibles para el proyecto y 18 reservadas para el Estado Peruano).
- La jerarquía digital será STM-1 y E1. La longitud de onda de operación será 1550 nm. Los equipos serán de configuración redundante: 1+1.
- Los equipos multiplexores comprenderán puertos para datos Ethernet y para telefonía IP.
- Los puertos de telefonía estarán conectados al sistema telefónico general de la planta de Fosfatos.
- El respaldo de la comunicación de datos al COES será por un enlace vía satélite a contratar a un operador de telecomunicaciones.

- La comunicación de emergencia para las coordinaciones operativas comprenderá equipos de telefonía celular del operador con cobertura en el área del proyecto.
- Se incluirá un sistema de video y de seguridad en las subestaciones de alta tensión, con capacidad de monitoreo en forma remota desde el Centro de Control de la S.E. Fosfatos.

El sistema de control digital de las subestaciones eléctricas tendrá el siguiente esquema:

- Nivel 0: Control local manual desde el mismo equipo en el patio de llaves para los casos de mantenimiento o en emergencias.
- Nivel 1: Control remoto automático desde las unidades de control de bahía (UCB) de las subestaciones de alta tensión.
- Nivel 2: Control remoto automático desde la sala de control de la subestación Laguna La Niña mediante el sistema de control y supervisión (SCS) de dicha subestación.
- Nivel 3: Control remoto automático desde el centro de control de la S.E. Fosfatos.
- El sistema de control digital permitirá la adquisición, procesamiento, presentación, reporte y registro de telemidas, teleseñalizaciones, telealarmas y telemandos de la infraestructura de alta tensión. El protocolo de transferencia de datos a nivel de subestación será el correspondiente a la norma IEC 61850.
- El centro de control de FOSPAC reportará las señales solicitadas por la
- normativa vigente al Centro de Control del COES-SINAC.
- Autonomía del UPS en el Centro de Control: 4 horas.

– **Sistema de telecomunicaciones - Suministro agua de mar**

El sistema de comunicaciones de las instalaciones de bombeo del agua de mar tendrá las siguientes características:

- El enlace de telecomunicaciones será a través de fibra óptica OPGW en la línea de transmisión 60 kV.
- La fibra óptica será del tipo monomodo, de 24 fibras.
- La jerarquía digital será STM-1 y E1.
- La longitud de onda de operación será 1 310 nm.
- Los equipos serán de configuración redundante: 1+1.
- Los equipos multiplexores comprenderán puertos para datos Ethernet y para telefonía IP.
- Los puertos de telefonía estarán conectados al sistema telefónico general de la planta de Fosfatos.

El sistema de control digital de las instalaciones de bombeo del agua de mar tendrá el siguiente esquema:

- Nivel de Control 0: Control local desde el mismo tablero en el área de cada bomba de agua.
- Nivel de Control 1: Control remoto desde el Centro de Control de la planta Fosfatos mediante el sistema de control y supervisión.
- Medición remota: presión y caudal de agua, así como corriente de motores.
- Operación remota de cada estación de bombeo: arranque y parada
- Indicación remota de la posición de los equipos: interruptores y estado de control local/remoto.
- Supervisión: Alarmas remotas.
- Autonomía del UPS en el Centro de Control: 4 horas.