

CAPITULO 03: DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Contenido

3. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO.....	3-2
3.1. <i>Antecedentes</i>	3-2
3.2. <i>Marco Legal</i>	3-2
3.2.1. Marco Institucional.....	3-2
3.2.2. Normatividad Ambiental General	3-10
3.2.3. Normatividad Ambiental del Sector Industrial.....	3-14
3.2.4. Estándares de Calidad Ambiental y Límites Máximos Permisibles	3-16
3.2.5. Normatividad sobre Biodiversidad.....	3-18
3.2.6. Normatividad sobre Patrimonio Cultural.....	3-19
3.3. <i>Objetivo del Proyecto</i>	3-20
3.3.1. Objetivo general	3-20
3.3.2. Objetivos específicos.....	3-20
3.4. <i>Etapas del Proyecto</i>	3-21
3.4.1. Etapa de Planificación	3-21
3.4.2. Etapa de Construcción.....	3-21
3.4.3. Etapa de Operación.....	3-38
3.5. <i>Ubicación Geográfica y Área del Proyecto</i>	3-48
3.5.1. Accesos al área del proyecto	3-49
3.5.2. Distancias a los centros poblados más cercanos.....	3-50
3.6. <i>Licencias, Autorizaciones y Permisos</i>	3-50
3.6.1. Estudios preliminares de campo.....	3-50
3.6.2. Superficie Total del Proyecto	3-51
3.6.3. Concesiones.....	3-51
3.6.4. Acuerdo con Posesionario superficial	3-52
3.6.5. Certificación de inexistencia de restos arqueológicos	3-52
3.7. <i>Descripción Cronológica de las Etapas del Proyecto</i>	3-52
3.8. <i>Componentes del proyecto</i>	3-54
3.8.1. Infraestructura de Servicios	3-54
3.8.2. Vías de Acceso	3-54
3.8.3. Descripción del Proceso	3-55
3.8.4. Mantenimiento.....	3-131
3.8.5. Etapa de Cierre	3-132
3.9. <i>Etapa de Selección de Sitio</i>	3-136
3.9.1. Criterios considerados	3-136
3.10. <i>Identificación de los Peligros y Evaluación de Riesgos</i>	3-136
3.10.1. Criterios	3-136
3.10.2. Descripción de Peligros.....	3-137
3.11. <i>Equipos</i>	3-140
3.11.1. Tipo y cantidad.....	3-140
3.12. <i>Diagrama de Flujo por Proceso</i>	3-143

3. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO

3.1. Antecedentes

Salmueras Sudamericanas S.A., en adelante SALSUD es una empresa constituida el 16 de mayo del 2011 e inscrita en registros públicos con la partida N°12668752 (en el Anexo 2.2 se muestra la Constitución de la Empresa).

La finalidad de SALSUD es la de industrializar y comercializar sales; productos químicos y fertilizantes.

SALSUD esta desarrollando el “Proyecto Salmueras” en la zona desértica de Cañamac que se ubica entre los Departamentos de Lambayeque y Piura en el Norte de País.

Este proyecto busca explotar las salmueras embebidas en las arenas del desierto para luego de un proceso de evaporación solar, extraer las sales contenidas en las salmueras para producir las sales: Sulfato de Magnesio (fertilizante), Sulfato de Potasio (fertilizante), Bromo líquido (insumo para la industria) y finalmente como materia prima para la producción de alimentos balanceados para animales, producir el Oxido de Magnesio Caústico y el Di fosfato de calcio di hidratado.

La implementación de este proyecto impactará favorablemente en la economía de la zona norte del país por la generación de trabajo y requerimiento de servicios conexos a su actividad sin dejar de mencionar que todos estos productos al ser exportados generarán divisas al país, además de satisfacer el mercado nacional.

3.2. Marco Legal

El Estudio de Impacto Ambiental (EIA) del Proyecto Salmueras, motivo del presente informe, está elaborado teniendo en cuenta los dispositivos y normas emitidas por el Ministerio de la Producción (PRODUCE), en cumplimiento de lo indicado en el Reglamento de Protección Ambiental para el Desarrollo de Actividades de la Industria Manufacturera (D.S. N° 019-97-ITINCI, Reglamento de ITINCI) y tomando en consideración la Guía Técnica publicada en el Diario Oficial El Peruano el 04-10-99 - Resolución Ministerial N° 108-99-ITINCI/DM.

3.2.1. Marco Institucional

El marco institucional está conformado por las instituciones públicas y privadas involucradas con la evaluación y aprobación del Estudio de Impacto Ambiental del “*Proyecto Salmueras*”, a continuación se describen de forma breve las competencias y funciones de las instituciones.

3.2.1.1. El Estado Peruano

Como regla general, corresponde a cada sector regular la gestión ambiental de las actividades que están bajo su competencia. En efecto, desde la expedición del Decreto Legislativo N° 757, Ley Marco para el Crecimiento de la Inversión Privada, nuestro ordenamiento jurídico, ha privilegiado en materia ambiental, un sistema basado principalmente en funciones y atribuciones legales asignadas a las autoridades sectoriales.

No obstante a lo anterior, en nuestro país existen diversas autoridades que detentan competencias en materia ambiental, no existiendo una única autoridad ambiental, a diferencia de que lo ocurre en otros países que centralizan la regulación ambiental en una sola autoridad. De hecho, según la Ley General del Ambiente, Ley 28611, las competencias ambientales del Estado son compartidas y ejercidas por las autoridades del Gobierno Nacional, Regional y Local. Así, nuestro sistema legal ha optado por un modelo de coordinación transectorial en materia ambiental, coordinación que es ejercida por el Ministerio de Ambiente. Sobre la base de lo indicado, podemos afirmar que el ejercicio de las funciones ambientales en nuestro país se puede dar por Ministerios, Organismos Públicos Descentralizados, Organismos Regulatorios y de Fiscalización, Gobiernos Regionales y Gobiernos Locales.

Las atribuciones del Estado Peruano en cuanto a la determinación de la política nacional del ambiente y la promoción del uso sostenible de los recursos naturales están claramente definidas en los artículos 66°, 67°, 68° y 69° de la Constitución Política de Perú, los cuales establecen la importancia de la protección y conservación del medio ambiente y de los recursos naturales a fin de hacer posible el desarrollo integral de la persona humana.

Por otro lado, la normatividad nacional en materia ambiental tiene sus bases en la Constitución Política, cuyo artículo 2° inciso 22 establece el derecho fundamental a vivir en un ambiente equilibrado y adecuado al desarrollo de la vida de las personas. De manera similar, la Ley General del Ambiente establece que toda persona tiene el derecho irrenunciable a vivir en un ambiente saludable, equilibrado y adecuado para el pleno desarrollo de la vida, y el deber de contribuir a una efectiva gestión ambiental y de proteger el ambiente.

Esta Ley establece que toda actividad humana que implique construcciones, obras, servicios y otras actividades, así como las políticas, planes y programas públicos susceptibles de causar

impactos ambientales de carácter significativo, debe contar con una certificación ambiental previa, de acuerdo con la normatividad vigente.

3.2.1.2. Ministerio de la Producción

El Ministerio de la Producción (PRODUCE) fue creado por Ley 27779 del 10 de julio de 2002. Tiene como finalidad diseñar, establecer, ejecutar y supervisar, en armonía con la política general y los planes de gobierno, política nacionales y sectoriales aplicables a los sectores de pesquería y de MYPE e industria, asumiendo rectoría respecto de ellas. Dicta normas y lineamientos técnicos para la adecuada ejecución y supervisión de las políticas, la gestión de los recursos del Sector, así como para el otorgamiento, reconocimiento de derechos, la sanción, fiscalización y ejecución coactiva.

De acuerdo al Decreto Legislativo N° 1047, que aprobó su Ley de Organización y Funciones, y a la Ley N° 29271, que le transfirió la competencia en MYPE y le asignó la competencia en cooperativas, el Sector Producción comprende las competencias de Pesca, de Acuicultura, de Industria, de Comercio Interno, de MYPE y de Cooperativas, velando por el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales y la protección del ambiente.

Las competencia en el sector Industrial, comprende la definición y control de la normalización industrial, la promoción de la industria y el comercio interno y el ordenamiento de productos fiscalizados, en armonía con la protección del medio ambiente, las cuales se desarrollan a través de la Dirección General de Industria, la Oficina Técnica de Centros de Innovación Tecnológica y la Secretaría Técnica de la Comisión de Lucha Contra los Delitos Aduaneros y la Piratería del Ministerio de la Producción.

Como parte del Vice ministerio de MYPE e Industria, se cuenta con la Dirección de Asuntos Ambientales de Industria, cuyas funciones son:

- a) Elaborar y proponer a la Dirección General de Industria los objetivos, políticas y estrategias para que el desarrollo de las actividades del subsector industria, guarden armonía con la protección del ambiente y la conservación de los recursos naturales, en el marco de la Política Nacional del Ambiente, de la Ley General del Ambiente, del Sistema Nacional de Gestión Ambiental y otras normas ambientales;
- b) Proponer, dirigir y coordinar los planes, programas y proyectos en materia ambiental relacionados al desarrollo sostenible del subsector industria;

- c) Formular y proponer la normatividad de alcance nacional orientada a promover el desarrollo sostenible de las actividades del subsector industria; así como supervisar y controlar su cumplimiento y la evaluación de su impacto;
- d) Promover y fortalecer la participación ciudadana en la gestión ambiental del subsector industria.

A través de la dirección de Asuntos Ambientales de Industrias tiene como función la evaluación y aprobación de los estudios ambientales de las actividades industriales, bajo el Reglamento de Protección Ambiental para el Desarrollo de Actividades de la Industria Manufacturera D.S. N° 019-97-ITINCI.

El PRODUCE (en su momento MITINCI) fue la primera institución gubernamental que dictó una norma ambiental sectorial, conforme a lo establecido en la Ley Marco para el Crecimiento de la Inversión Privada al establecer el Registro de entidades autorizadas a realizar Estudios de Impacto Ambiental en 1992.

En este sentido, se desprende que el PRODUCE a través de la Dirección de Asuntos Ambientales de Industria, es la autoridad ambiental sectorial competente para el “Proyecto Salmueras”, materia del presente Estudio de Impacto Ambiental.

3.2.1.3. Ministerio del Ambiente

El Ministerio del Ambiente (MINAM), creado por Decreto Legislativo N° 1013 publicada el 14 de mayo del 2008, es el organismo rector de la política ambiental nacional y sectorial, tiene entre sus funciones garantizar el cumplimiento de las normas ambientales, realizando funciones de fiscalización, supervisión, evaluación y control, así como ejercer la potestad sancionadora en materia de su competencia; así como, elaborar y aprobar los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) y Límites Máximos Permisibles (LMP), de acuerdo con los planes respectivos.

La función principal del Ministerio del Ambiente es formular, planificar, dirigir, coordinar, ejecutar, supervisar y evaluar la política nacional ambiental aplicable a todos los niveles de gobierno.

De acuerdo con la Tercera Disposición Complementaria Final del D.L. N° 1013 de creación del MINAM, se aprueba la fusión del Consejo Nacional del Ambiente (CONAM) con el Ministerio del Ambiente, siendo este último el ente mayor. Asimismo, se aprueba la fusión de

la Intendencia de Áreas Naturales Protegidas del INRENA con el Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado SERNAMP, siendo este último también el ente mayor.

Es importante mencionar que mediante Decreto Supremo N° 001-2010-MINAM, publicado el 21 de enero 2010, se aprobó el inicio del proceso de transferencia de funciones de supervisión, fiscalización y sanción en materia ambiental de los diversos sectores al Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental OEFA.

3.2.1.4. Ministerio de Agricultura

El Ministerio tiene como lineamientos dictar las normas de alcance nacional, realizar seguimiento y evaluación de la aplicación de las mismas, en las siguientes materias: protección, conservación, aprovechamiento y manejo de los recursos naturales (agua, suelos, flora y fauna silvestre, encabezamiento de recursos naturales).

Dirección General de Asuntos Ambientales Agrarios del Ministerio de Agricultura (DGAA -Agricultura)

La Dirección General de Asuntos Ambientales Agrarios es la encargada de ejecutar los objetivos y disposiciones del Sistema Nacional de Gestión Ambiental, en el ámbito de su competencia.

La Dirección General de Asuntos Ambientales cuenta con las siguientes unidades orgánicas:

- ✓ Dirección de Gestión Ambiental Agraria.
- ✓ Dirección de Evaluación de Recursos Naturales.

De acuerdo con su Reglamento de Organizaciones y Funciones, esta dirección cuenta la función de emitir opinión en los procedimientos de evaluación de impacto ambiental que le sean referidos por otros sectores o por el Ministerio del Ambiente. Esta función lo realiza a través de la unidad orgánica de la Dirección de Gestión Ambiental Agraria.

Autoridad Nacional del Agua (ANA)

La Autoridad Nacional del Agua, creada por la Ley de Organización y Funciones del Ministerio de Agricultura mediante Decreto Legislativo N° 997, es un Organismo Técnico Especializado adscrito al Ministerio de Agricultura.

Es el ente rector del Sistema Nacional de Recursos Hídricos, el cual es parte del Sistema Nacional de Gestión Ambiental y se constituye en la máxima autoridad técnico - normativa en materia de recursos hídricos y los bienes asociados a éstos.

La Autoridad Nacional del Agua es el organismo encargado de realizar las acciones necesarias para el aprovechamiento multisectorial y sostenible de los recursos hídricos por cuencas hidrográficas, en el marco de la gestión integrada de los recursos naturales y de la gestión de la calidad ambiental nacional estableciendo alianzas estratégicas con los gobiernos regionales, locales y el conjunto de actores sociales y económicos involucrados.

Como parte de su estructura orgánica, el ANA cuenta con órganos desconcentrados como las Autoridades Administrativas del Agua, las mismas que según los alcances del Decreto Legislativo N° 1081, resuelven en primera instancia administrativa los asuntos de competencia de la ANA; estableciéndose que el Tribunal de Resolución de Controversias Hídricas, resuelve en última instancia administrativa los recursos que se interpongan contra las resoluciones que expidan las Autoridades Administrativas de Agua.

Respecto al otorgamiento de los derechos de uso de agua, el Decreto Supremo N° 039-2008-AG, Reglamento de Organización y Funciones de la ANA, establece que las Autoridades Administrativas del Agua, a través de la Dirección de la Autoridad Administrativa del Agua y de las Administraciones Locales de Agua – ALA son competentes para otorgar derechos de uso de agua; precisándose que la primera, son competentes para otorgar, modificar, terminar, declarar la caducidad y revocar licencias de uso de agua y supervisar el otorgamiento de permisos y autorizaciones de uso de agua, mientras que las Administraciones Locales de Agua - ALA, son competentes para otorgar permisos y autorizaciones de uso de agua.

3.2.1.5. *Ministerio de Salud*

Es el ente rector del Sistema Nacional de Salud, cuya finalidad según el Decreto Legislativo N° 584 del 18 de abril de 1990, es mejorar la situación de salud y el nivel de vida de la población nacional con el concurso de los componentes del Sistema Nacional de Salud y la participación activa y responsable de la comunidad.

Entre los Órganos de Línea de este ministerio se encuentra la Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA), que es la encargada de normar, supervisar, controlar, evaluar y concertar con los gobiernos regionales, locales y demás componentes del Sistema Nacional de Salud; tiene como competencias: regular, supervisar, controlar y evaluar servicios sanitarios básicos, higiene alimenticia y control de las enfermedades transmitidas por los animales; regula la salud ocupacional; regula y establece las condiciones técnicas relativas a la calidad biológica, química y física del agua para el consumo humano; aplica sanciones por la

violación de normas sobre la calidad de las aguas; supervisa la gestión y manejo de residuos sólidos; entre otras.

3.2.1.6. *Ministerio de Cultura*

A partir del 01 de octubre del 2010, la estructura orgánica del Instituto Nacional de Cultura (INC) pasó a convertirse en la estructura del Ministerio de Cultura, de acuerdo a lo establecido en el Decreto Supremo N° 001-2010-MC.

El Ministerio de Cultura es el organismo rector en materia de cultura y ejerce competencia, exclusiva y excluyente, respecto de otros niveles de gestión en todo el territorio nacional. Fue creado mediante Ley N° 29565 del 21 de julio de 2010.

La Dirección de Arqueología de este ministerio es el órgano dependiente de la Dirección de Registro y Estudio del Patrimonio Histórico, que está encargado de la identificación, registro y estudio del Patrimonio Arqueológico Inmueble integrante del Patrimonio Cultural de la Nación, así como de su preservación, conservación, puesta en valor y uso social. Asimismo, es el encargado de otorgar las autorizaciones, para la realización de investigaciones y excavaciones arqueológicas, con miras a la expedición del Certificado de Inexistencia de Restos Arqueológicas (CIRA).

3.2.1.7. *Gobierno Regional*

Los órganos de Gobierno de las Regiones son dos: La Presidencia Regional y el Consejo Regional. Se ha utilizado en la normativa el modelo sectorizado del Gobierno Nacional para replicar las funciones, atribuciones y responsabilidades que corresponden a estas autoridades descentralizadas. La Presidencia Regional es el órgano ejecutivo y tiene en las gerencias la parte operativa de las competencias que ejercen los Gobiernos Regionales. El Consejo Regional cumple funciones similares a las del Congreso de la República, siendo sus competencias de carácter legislativo y fiscalizador.

Los Consejos Regionales están facultados para aprobar Ordenanzas las cuales tienen la mayor jerarquía normativa dentro de la jurisdicción del Gobierno Regional. Están integrados por consejeros elegidos directamente por votación popular para un período de cuatro años, correspondiéndole a cada provincia un representante y de existir una cantidad mayor a las provincias, se aplica la cifra repartidora.

Una tercera instancia cumple funciones de coordinación y cooperación. Es el caso de los Consejos de Coordinación Regional los cuales están conformados por las propias autoridades del Gobierno Regional y la Sociedad Civil Organizada.

Al respecto, la Ley Orgánica de Gobiernos Regionales, Ley N° 27867, en su Art. 53° establece las funciones de los Gobiernos Regionales en materia ambiental y ordenamiento territorial.

3.2.1.8. Gobierno Local

Son las Municipalidades Provinciales, Distritales y Delegadas conforme a Ley, las que constituyen, de acuerdo a la Constitución Política del Perú, los órganos de Gobierno Local. Tienen autonomía política, económica y administrativa en los asuntos de su competencia.

Los Gobiernos Locales ejercen sus funciones ambientales sobre la base de sus leyes correspondientes y deben implementarlas con los órganos que definan, dado que a diferencia de los Gobiernos Regionales, las Municipalidades no están obligadas a contar con una unidad ambiental específica. En la gran mayoría de casos, las funciones ambientales que están a cargo de las Municipalidades son ejercidas por varios órganos internos (Servicios a la Ciudad, Obras públicas, Desarrollo urbano, Transportes, etc.).

La Ley Orgánica de Municipalidades, Ley N° 27972 de fecha 27 de mayo de 2,003 y su modificatoria Ley N° 28961, establece en su art. 73° las materias de competencia municipal que se ejercen con carácter exclusivo o compartido entre las municipalidades provinciales y distritales. El rol de las municipalidades provinciales comprende la protección y conservación del ambiente; formular, aprobar, ejecutar y monitorear los planes y políticas locales en materia ambiental, en concordancia con las políticas, normas y planes regionales, sectoriales y nacionales; proponer la creación de áreas de conservación ambiental; promover la educación e investigación ambiental en su localidad e incentivar la participación ciudadana en todos sus niveles; participar y apoyar a las comisiones ambientales regionales en el cumplimiento de sus funciones; y, coordinar con los diversos niveles de gobierno nacional, sectorial y regional, la correcta aplicación local de los instrumentos de planeamiento y de gestión ambiental, en el marco del sistema nacional y regional de gestión ambiental.

Aunque la legislación vigente alienta a las autoridades locales a ejercer cierto control sobre asuntos ambientales dentro de su propia jurisdicción, la filosofía de la legislación ambiental

peruana es la de permitir, a cada uno de los Ministerios que pertenezcan a sectores productivos, regular y supervisar las operaciones industriales que están bajo su control.

3.2.2. Normatividad Ambiental General

3.2.2.1. Constitución Política del Perú

La norma legal de mayor importancia en el Perú es la Constitución Política (1993). Que en su artículo 2° inciso 22 establece que “toda persona tiene el derecho a la paz, la tranquilidad, al disfrute del tiempo libre y al descanso, así como a gozar de un ambiente equilibrado y adecuado para el desarrollo de su vida”.

Además, en los artículos 66°, 67°, 68° y 69° del Título III, establece que los recursos naturales renovables y no renovables son patrimonio de la Nación, siendo el Estado el que debe promover el uso sostenible de éstos; así como, la conservación de la diversidad biológica y de las áreas naturales protegidas.

3.2.2.2. Código Penal - Título XIII: Delitos contra la Ecología (Decreto Legislativo N° 635)

El Capítulo Único del Título XIII del Código Penal regula los delitos contra la Ecología, los Recursos Naturales y el Medio Ambiente. Se considera delitos contra la Ecología los siguientes:

Contaminar el medio ambiente vertiendo residuos sólidos, líquidos, gaseosos o de cualquier naturaleza que se encuentren por encima de los límites establecidos y que causen o puedan causar perjuicio o alteraciones en la flora, fauna o recursos hidrobiológicos (Art. 304°).

Depositarse, comercializar o verter desechos industriales o domésticos en lugares no autorizados o sin cumplir con las normas sanitarias y de protección al Medio Ambiente (Art. 307°).

Alterar el ambiente natural o el paisaje urbano o rural, modificar la flora o fauna, mediante la construcción de obras o tala de árboles que dañan la armonía de sus elementos (Art. 313°).

3.2.2.3. Ley General del Ambiente (Ley N° 28611)

Promulgada el 13 de octubre del 2005, es la norma ordenadora del marco normativo legal para la gestión ambiental en el Perú y establece los principios y normas básicas para asegurar el efectivo ejercicio del derecho a un ambiente saludable, equilibrado y adecuado para el pleno desarrollo de la vida, así como el cumplimiento del deber de contribuir a una efectiva

gestión ambiental y de proteger el medio ambiente y a sus componentes, todo esto con el fin de mejorar la calidad de vida de la población y lograr el desarrollo sostenible del país.

Por ello, ha establecido derechos y principios básicos que deben ser tomados en cuenta al momento de interpretar la regulación ambiental en el Perú. Las normas contenidas en esta ley son de orden público, es decir, cualquier pacto contrario a lo dispuesto por esta ley es nulo. El diseño, aplicación, interpretación e integración, se realizan siguiendo los principios y derechos mencionados, así como las otras normas contenidas en la ley bajo análisis.

Esta Ley General del Ambiente, derogó al Código del Medio Ambiente (Decreto Legislativo N° 613). Se debe considerar que, a la fecha, la Autoridad Ambiental Nacional y rector del Sistema Nacional de Gestión Ambiental en el Ministerio del Ambiente MINAM.

3.2.2.4. Ley Marco para el Crecimiento del Inversión Privada (Decreto Ley N° 757)

Promulgada el 13 de noviembre de 1991, posterior al Código del Medio Ambiente y de los Recursos Naturales, modifica substancialmente varios artículos de este, con el objetivo de armonizar las inversiones privadas, el desarrollo socioeconómico, la conservación del medio ambiente y el uso sostenible de los recursos naturales.

Esta norma legal señala que es deber del Estado estimular el equilibrio racional entre el desarrollo socioeconómico, la conservación del ambiente y el uso sostenido de los recursos naturales, garantizando la debida seguridad jurídica a los inversionistas, mediante el establecimiento de normas claras de protección de los ecosistemas.

3.2.2.5. Ley del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental (Ley N° 27446)

Establece un sistema único y coordinado de identificación, prevención, supervisión, control y corrección anticipada de los impactos ambientales negativos derivados de las acciones humanas expresadas por medio del proyecto de inversión.

La Ley del SEIA establece que todo proyecto de inversión que implique actividades, construcciones u obras que puedan causar impactos ambientales negativos deberá contar con una Certificación Ambiental, previa a su ejecución, entendiéndose como Certificación Ambiental la resolución que emite la autoridad competente luego de la revisión del estudio ambiental correspondiente.

3.2.2.6. Reglamento de la Ley del SEIA (D.S. N 019-2009-MINAM)

El reglamento tiene por objeto lograr la efectiva identificación, prevención, supervisión, control y corrección anticipada de los impactos ambientales negativos derivados de las acciones humanas expresadas por medio de proyectos de inversión, así como de políticas, planes y programas públicos, a través del establecimiento del Sistema Nacional de Evaluación del Impacto Ambiental – SEIA.

3.2.2.7. Ley de Recursos Hídricos (Ley N° 29338)

Promulgada el 23 de marzo de 2009, esta Ley regula el uso y gestión de los recursos hídricos, es decir, agua superficial, subterránea, continental y los bienes asociadas a éstas, marítimas y atmosféricas. Asimismo reconoce que el agua es un recurso renovable y con valores de tipo sociocultural, económico y ambiental. Por ello, basa el uso del agua en un gestión integrada y en equilibrio entre los referidos valores.

La referida ley ha creado el Sistema Nacional de Gestión de los Recursos Hídricos – SNGRH, cuyo ente rector y máxima autoridad técnico-normativa es la Autoridad Nacional del Agua (ANA). Bajo este nuevo esquema regulatorio, el uso de los recursos hídricos está condicionado a su disponibilidad. Por ello se han establecido 3 tipos de uso en orden prioritario: uso primario (destinado a la satisfacción de necesidades humanas primarias), uso poblacional (captación del agua tratada de una fuente o red pública) y uso productivo (con fines agrarios, acuícola y pesquero, energético, industrial, medicinal, minero, recreativo, turístico y de transporte). El ejercicio de los usos poblacional y productivo, se realiza mediante derechos de uso de agua otorgados por la ANA.

En todos los casos, los titulares de las licencias, permisos o autorizaciones deben cumplir con sus obligaciones y realizar un aprovechamiento sostenible del agua y contribuir con el uso sostenible del mismo mediante el pago de retribuciones económicas de acuerdo a lo establecido por el art. 90° de la Ley N° 29338, estando sujetos a las sanciones establecidas en los art. 120° y siguientes de la Ley N° 29338.

La Ley también establece la obligación de solicitar autorización para el vertimiento de agua residual en una fuente de agua natural y para su re-uso, para lo cual deberán considerar lo establecido en la Resolución Jefatural N° 0291-2009-ANA.

3.2.2.8. Ley General de Residuos Sólidos (Ley N° 27 314)

Promulgada el 21 de julio del 2000, establece los derechos, obligaciones, atribuciones y responsabilidades de la sociedad en conjunto. Busca asegurar una gestión y manejo de los residuos sólidos, sanitaria y ambientalmente adecuada, con sujeción a los principios de minimización, prevención de riesgos ambientales y protección de la salud y el bienestar de las personas.

Esta Ley define a los residuos sólidos como aquellas sustancias, productos o subproductos en estado sólido o semisólido de lo que su generador dispone o está obligado a disponer en virtud de lo establecido en la normatividad nacional y de los riesgos que causan a la salud y el ambiente. Estos deberán ser manejados a través de un sistema que incluya, las operaciones o procesos siguientes: minimización, segregación en la fuente, reaprovechamiento, almacenamiento, recolección, comercialización, transporte, tratamiento, transferencia y disposición final. Asimismo, define a los residuos peligrosos como aquellos que por sus características o el manejo al que son o van a ser sometidos representan un riesgo significativo para la salud o el ambiente, incluyéndose los envases que han sido utilizados para el almacenamiento o comercialización de sustancias o productos peligrosos y productos usados o vencidos.

3.2.2.9. Reglamento de la Ley general de residuos Sólidos (Decreto Supremo N° 057-2004-PCM)

Reglamenta la Ley de Residuos Sólidos y tiene por objeto asegurar que la gestión y el manejo de los residuos sólidos sean apropiados para prevenir riesgos sanitarios, proteger y promover la calidad ambiental, la salud y el bienestar de la persona humana.

Establece que el almacenamiento, tratamiento y disposición final de los residuos sólidos, deberá ceñirse a la normatividad y especificaciones técnicas que disponga la autoridad competente.

3.2.2.10. Ley que Regula el Transporte Terrestre de Materiales y Residuos Peligrosos (Ley N° 28256)

Promulgada el 18 de Junio de 2004, tiene por objeto regular las actividades, procesos y operaciones del transporte terrestre de los materiales y residuos peligrosos, con sujeción a los principios de prevención y de protección de las personas, el medio ambiente y la propiedad.

En sus Artículos 3°, 8° y 9° de la presente ley, se mencionan la definición de los materiales y residuos peligrosos, el ente responsable del transporte (empresas prestadoras de servicios) y los planes de contingencia que se debe exigir a las empresas que usan materiales peligrosos, respectivamente.

3.2.2.11. Reglamento Nacional de Transporte Terrestre de Materiales y Residuos Peligrosos (Decreto Supremo N° 021-2008-MTC)

El objeto del presente reglamento es establecer las normas y procedimientos que regulan las actividades, procesos y operaciones del transporte terrestre de materiales y residuos peligrosos. Define las competencias del Ministerio de Transporte y Comunicaciones, Ministerio de Salud y de las municipalices provinciales respecto al transporte terrestre de materiales peligrosos.

3.2.3. Normatividad Ambiental del Sector Industrial

3.2.3.1. Ley General de las Industrias (Ley N° 23407)

Promulgada en 1982, establece las normas básicas que promueven y regulan la actividad industrial manufacturera, el mismo indica que corresponde al Ministerio de Industria, Turismo e Integración, formular la política nacional aplicable a la actividad manufacturera, en concordancia con el Plan Nacional de Desarrollo.

3.2.3.2. Reglamento de Protección Ambiental para el Desarrollo de Actividades de la Industria Manufacturera (D.S N° 019-97/ITINCI)

El Reglamento de Protección Ambiental para Desarrollo de Actividades de la Industria Manufacturera (D.S N° 019-97/ITINCI), fue promulgada en 1997, establece los lineamientos de política ambiental, así como las obligaciones de los titulares de las actividades de la industria manufacturera, consultores y auditores ambientales. Este reglamento de protección ambiental introduce en la gestión ambiental la exigencia de presentar un EIA a aquellas actividades industriales, cuyo ejercicio representan un riesgo ambiental calificado por la propia norma, este EIA debe ser presentado para nuevas actividades, ampliaciones o modificaciones.

En su Artículo 10°, establece que los titulares de la industria manufacturera deberán presentar un EIA o una DIA como requisito previo al inicio de nuevas actividades, incrementos en la capacidad de producción, de tamaño de planta o instalación fabril, diversificación, reubicación o relocalización.

En sus Artículos 13° y 1° establece que se presentará EIA para aquellos proyectos o actividades cuyos riesgos ambientales pueden generar alguno de los siguientes efectos, características y circunstancias:

- Daño, deterioro o afección de la salud o seguridad de las personas;
- Efectos adversos para la cantidad o calidad de los recursos naturales;
- Efectos adversos sobre los ecosistemas o alteración de los procesos ecológicos esenciales;
- Efectos adversos sobre zonas especialmente sensibles, o por su localización próxima a poblaciones o recursos naturales susceptibles de ser afectados;
- Efectos adversos a las Áreas Naturales Protegidas o zonas de influencia;
- Alteración de las cualidades o valor paisajístico o turístico de zonas declaradas de valor turístico;
- Alteración de lugares con valor antropológico, arqueológico, histórico y, en general, los pertenecientes al Patrimonio Cultural de la Nación;
- Efectos adversos a la infraestructura de servicios básicos.

3.2.3.3. *Guía para la elaboración de Estudios de Impacto Ambiental (R.M. N° 108-99-ITINCI-DM)*

Promulgada el 28 de setiembre de 1999, esta resolución aprueba las siguientes guías: Guía para la Elaboración de Estudios de Impacto Ambiental (EIA), Guía para la Elaboración de Programas de Adecuación y Manejo Ambiental (PAMA), Guía para la elaboración del Diagnóstico Ambiental Preliminar (DAP) y el formato de Informe Ambiental (IA), a los que hace referencia el Decreto Supremo N° 019-97-ITINCI.

3.2.3.4. *Protocolos de Monitoreo de Efluentes Líquidos y Emisiones Atmosféricas (R.M. N° 026-2000-ITINCI)*

Estos Protocolos, describen los procedimientos de muestreo, las técnicas para la toma de muestras, el trabajo analítico en el campo y en el laboratorio; además, proporciona los criterios para la interpretación, procesamiento y reporte de los resultados. El objetivo es estandarizar los métodos de muestreo y análisis, asegurando la calidad de los datos y su compatibilidad.

3.2.3.5. *Guía de Participación Ciudadana (R.M. N° 027-2001-ITINCI-DM)*

La guía establece los lineamientos para la aplicación de la participación ciudadana como instrumento de gestión ambiental.

3.2.3.6. *Guía de prevención para la contaminación industrial manufacturera*

Aprobada mediante Resolución Ministerial N° 198-2006-PRODUCE con fecha 25 de julio 2006, la presente guía establece pautas de gestión ambiental orientadas a mejorar la competitividad y eficiencia de las empresas industriales. Esta dirigida a aquellos funcionarios, profesionales y técnicos vinculados directa o indirectamente con la actividad manufacturera, que están interesados en diseñar, implantar o evaluar programas de prevención de la contaminación ambiental.

3.2.4. **Estándares de Calidad Ambiental y Límites Máximos Permisibles**

3.2.4.1. *Aprueban Estándares de Calidad Ambiental para el Aire (D.S. N° 003-2008-MINAM)*

Publicado el 22 de agosto del 2008, establece estándares para otros parámetros y modifica el estándar de calidad ambiental para el aire de Dióxido de Azufre aprobado por D.S. N° 074-2001-PCM.

Los ECA se refieren a valores que no representen riesgo significativo para la salud de las personas ni al ambiente, siendo que el concepto de valor guía de la calidad del aire, desarrollado por la Organización Mundial de la Salud (OMS), se refiere al valor de la concentración de los contaminantes en el aire por debajo del cual la exposición no representa un riesgo significativo para la salud. Esta Deroga el Decreto Supremo N° 074-2001-PCM.

Cuadro N°3. 1 : Estándar Calidad Ambiental del aire / Dióxido de azufre

Contaminante	Periodo	Forma del Estándar		Método de Análisis
		Valor ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Formato	
Dióxido de azufre	24 horas	80	Media aritmética	Fluorescencia UV (método automático)
Hidrógeno Sulfurado	24 horas	150	Media aritmética	Fluorescencia UV (método automático)
PM 2.5	24 horas	50	Media aritmética	Separación inercial/ filtración (Gravimetría)

3.2.4.2. *Estándares Nacionales de Calidad de Agua*

El Ministerio del Ambiente, mediante Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM, estableció, los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua, con el objetivo de establecer el nivel de concentración o el grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y

biológicos presentes en el agua, en su condición de cuerpo receptor y componente básico de los ecosistemas acuáticos, que no representa riesgo significativo para la salud de las personas ni para el ambiente. Los estándares aprobados son aplicables a los cuerpos de agua del territorio nacional en su estado natural y son obligatorios en el diseño de las normas legales y las políticas públicas siendo un referente obligatorio en el diseño y aplicación de todos los instrumentos de gestión ambiental.

Mediante el Decreto Supremo N° 023-2009-MINAM, se aprueban disposiciones para la implementación de los estándares de calidad ambiental para aguas, se presentan precisiones sobre las categorías de los ECAS para aguas, asimismo se establecen consideraciones para la asignación de categorías a los cuerpos de agua, y se establecen metodologías y criterios para el monitoreo de los ECAS, y demás consideraciones especiales sobre el particular.

3.2.4.3. *Estándares de Calidad Ambiental para el Ruido*

Mediante el Decreto Supremo N° 085-2003-PCM, se aprobó el Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido, en el cual se establecen las siguientes escalas para el nivel de presión sonora continuo equivalente de acuerdo a cada zona de aplicación.

Cuadro N°3. 2 : Niveles de presión sonora continuo equivalente.

Zonas de aplicación	Valores expresados en L_{aeqT}	
	Horario Diurno	Horario Nocturno
Zona de Protección Especial	50	40
Zona Residencial	60	50
Zona Comercial	70	60
Zona Industrial	80	70

3.2.4.4. *Límite Máximo Permissible y valores referenciales - PRODUCE*

Mediante el Decreto Supremo 003-2002-PRODUCE, se aprueba los Límites Máximos Permisibles (LMP) y Valores Referenciales aplicables por la autoridad competente. Los Límites Máximos Permisibles son de cumplimiento obligatorio e inmediato para el caso de las actividades o instalaciones industriales manufactureras de cemento, cerveza, curtiembre y papel que se inicien a partir de la fecha de vigencia del presente supremo. Los Valores Referenciales establecidos para el caso de las actividades industriales manufactureras de curtiembre y papel, serán evaluados con la información generada a través de los informes de

monitoreo, a fin de determinar su idoneidad o necesidad de efectuar ajustes y darle posteriormente el carácter de Límite Máximo Permisible.

3.2.4.5. *Reglamento de Descargas Industriales (D.S. N° 28-60-SAPL)*

En su Artículo 5°, establece que todo residuo industrial que ingrese a las redes públicas de desagüe deberá cumplir sin excepción, con las siguientes normas:

- Temperatura que no sobrepase de los 35°C.
- Los vapores deberán ser condensados para ingresar al desagüe.
- Los líquidos grasos que ingresen al colector, deberán tener una concentración menor de 0,1 g./L., en peso.
- Las sustancias inflamables que ingresen al desagüe deben tener un punto de ignición superior a los 90 °C y concentración inferior a 1 g./L.
- El pH deberá estar comprendido entre 5.0 y 8.5. Las industrias que evacuen los ácidos minerales o sustancias fuertemente alcalinas, deberán tener tanques de suficiente capacidad donde sean neutralizados.
- La D.B.O. (Demanda Bioquímica de Oxígeno), no sobrepasará las 1,000 p.p.m.
- Los sólidos sedimentables no tendrán concentración mayor a 8.5 ml./L./h. (Mililitros/Litro/hora).

3.2.5. *Normatividad sobre Biodiversidad*

3.2.5.1. *Categorización de Especies Amenazadas de Fauna Silvestre*

Este Decreto Supremo aprueba la categorización de especies de fauna silvestres, que requieren de medidas especiales para lograr su supervivencia, prohibiendo su caza, captura, tenencia o exportación para fines comerciales, siendo sólo autorizados con fines de investigación los que contribuyan a la conservación de dichas especies y cuando sea de interés y beneficio de la Nación.

La categorización aprobada por este decreto consta de 301 especies, 65 mamíferos, 172 aves, 26 reptiles y 38 anfibios, distribuidos indistintamente en las siguientes categorías: en Peligro Crítico, en Peligro Vulnerable, Casi Amenazado.

3.2.5.2. Categorización de Especies Amenazadas de Flora Silvestre

Mediante este Decreto Supremo se aprueba la Categorización de especies amenazadas de flora silvestre y la reglamentación de las prohibiciones con fines comerciales para la extracción, colecta, tenencia, transporte y exportación de productos y subproductos de las especies de flora listadas en esta norma.

Esta categorización comprende 777 especies de flora silvestre, distribuidas en las categorías de: En Peligro Crítico (CR), En Peligro (EN), Vulnerable (VU) y Casi Amenazada (NT).

3.2.6. Normatividad sobre Patrimonio Cultural

3.2.6.1. Ley General de Amparo al Patrimonio Monumental de la Nación

La presente ley, en el artículo 3° menciona que establecen el régimen de derecho correspondiente a los bienes integrantes del Patrimonio Cultural de la Nación sin excepción, regulando lo relativo a su identificación, protección, investigación, restauración, mantenimiento, restitución y difusión de su conocimiento.

3.2.6.2. Ley N° 24093 (06/06/85) modificatoria de la Ley 24047 en su Art. 12°

Se establece la obtención del Certificado de Inexistencia de Restos arqueológicos para el desarrollo de nuevas obras.

En estas normas establecen que los bienes culturales inmuebles son los sitios arqueológicos, los edificios y demás construcciones de valor artístico, científico, histórico o técnico, y los conjuntos y ambientes de construcciones, urbanos o rurales, que poseen valor cultural, aunque estén constituidos por bienes de diversa antigüedad y destino. La protección de los bienes inmuebles comprende el suelo y subsuelo en que se asientan, los aires y el marco circundante, en una extensión técnicamente necesaria para cada caso.

Los bienes culturales muebles son los objetos, documentos, libros y otros que, teniendo la condición jurídica mobiliaria, son calificados como tales por su importancia artística, científica, histórica o técnica.

3.2.6.3. Reglamento de Exploraciones y Excavaciones Arqueológicas

La Resolución Suprema N° 559-85.ED, modificada mediante la Resolución Suprema N° 060-95-ED (publicada el 2 de agosto de 1995), define la arqueología en emergencia de dos maneras:

- ✓ Arqueología de rescate, como una necesidad ineludible ante obras públicas inevitables; e
- ✓ Intervenciones de rescate o emergencia ante otras obras diversas.

La misma Resolución detalla los procedimientos para la obtención de autorizaciones de investigación y excavación, supervisión y otras aprobaciones proporcionadas por el Instituto Nacional de Cultura (INC).

3.2.6.4. Ley General del Patrimonio Cultural de la Nación (Ley N° 28296) INC.

El Decreto Legislativo N° 1003 (01/05/08). Modificación de la Ley N° 28296, Ley General del Patrimonio Cultural de la Nación. Establece la modificación del Artículo 30° de la Ley N° 28296, Ley General del Patrimonio Cultural de la Nación; con el objetivo de agilizar los trámites para la ejecución de obras públicas.

3.2.6.5. Decreto Supremo N° 004-2009-ED.

Este Decreto Supremo del sector educación, establece los plazos para la Elaboración y Aprobación de los Proyectos de Evaluación Arqueológica y de la Certificación de Inexistencia de Restos Arqueológicos (CIRA). Esta norma reduce los plazos de los trámites y evaluaciones necesarias para la obtención del CIRA.

3.3. Objetivo del Proyecto

3.3.1. Objetivo general

La elaboración del presente Estudio de Impacto Ambiental del Proyecto Salmueras tiene como objetivos generales:

- ✓ Establecer las bases técnico-ambientales para la operación del Proyecto.
- ✓ Cumplir con la normatividad ambiental aplicada al sector industrial.
- ✓ Integrar la participación ciudadana en la formulación y desarrollo del Proyecto Salmueras.

3.3.2. Objetivos específicos

- ✓ Elaborar un estudio de línea base ambiental, describiendo y caracterizando los componentes ambientales; físicos, biológicos, socioeconómicos y culturales del área de influencia del proyecto, teniendo en cuenta la normatividad ambiental aplicable.

- ✓ Evaluar las actividades del proyecto para determinar los impactos potenciales que puedan suscitarse durante las etapas de construcción y operación.
- ✓ Identificar y evaluar los impactos ambientales y sociales, tanto positivos como negativos que pudieran causarse en el área del proyecto a causa de la operación del mismo, con la finalidad de establecer medidas preventivas y/o correctivas para los impactos negativos, y medidas que potencialicen los impactos positivos.
- ✓ Elaborar un Plan de Manejo Ambiental, en el cual se incluyan las medidas preventivas que deberá considerar la empresa desde el inicio de las actividades hasta el momento del cierre final, a fin de prevenir y minimizar los efectos negativos, y potencializar los impactos positivos.
- ✓ Recomendar las medidas de mitigación para los impactos negativos más relevantes y potenciar los impactos positivos.
- ✓ Desarrollar el Plan de Manejo Ambiental para el proyecto.
- ✓ Elaborar el Programa de Monitoreo para evaluar las medidas de mitigación y verificar las predicciones acerca de los impactos identificados.

3.4. Etapas del Proyecto

3.4.1. Etapa de Planificación

Consistirá en la culminación de la ingeniería de detalle del proyecto, replanteo topográfico de las 7932.37 hectáreas del proyecto, seguido del diseño y preparación de accesos a las diferentes zonas de construcción. Todas estas actividades se espera ejecutarlas en un lapso de 6 meses.

3.4.2. Etapa de Construcción

Con la Ingeniería de Detalle terminada y los diseños de los accesos, se ha estimado que la construcción durará 36 meses ó 03 años, durante este tiempo se realizarán las siguientes actividades:

- Construcción de Obras preliminares y de accesos
- Construcción de pozos tubulares para la extracción de salmuera
- Construcción de pozas, canales, instalación de tuberías, bombas y casas de bombas para la conducción y almacenamiento de salmueras (Áreas 110, 120 y 130)

- Construcción del Área 200 y 300
- Suministro e instalación de geomembranas para las pozas conformadas
- Construcción del área 600.
- Construcción de la Áreas 400 y 500
- Bombeo de salmuera para pruebas hidráulicas
- Construcción de Instalaciones Auxiliares y de servicio.
- Realización de Protocolos y Pruebas

Durante la Construcción se emplearán los siguientes equipos:

- Tractor sobre Orugas: 30 unid
- Excavadora sobre Orugas: 10 unid
- Cargadores Frontales: 10 unid
- Camiones Volquetes: 40 unid
- Moto niveladoras: 21 unid
- Rodillos: 21 unid
- Camiones Cisternas: 10 unid
- Grupo Electrónico de 200Kw: 15 unid.
- Planta móvil de Concreto: 01 unid
- Camiones Mezclador para Concreto: 4 unid
- Camiones de baranda: 10 unid
- Camionetas: 30 unid
- Andamios Metálicos: 100 ton
- Grúa telescópica de 50 Ton.
- Grúa telescópica de 20 Ton.
- Camión semi-remolque con plataforma de 30 ton
- Plataforma elevadora móvil con brazo articulado-35mt de alcance.
- Maquina de soldar trifásica 440V-200Amp

- Taladro de base magnética, trifásico, 440volt, 1200 watt.
- Estación Total
- Teodolito
- Nivel Óptico
- Taladro eléctrico, Monofásico, 220Volt, 660 Watt
- Atornilladora inalámbrica, 5000RPM, 9.5 Nm
- Roto martillo TE-76 C, monofásico, 220 volt, 1400 watt.
- Amoladora angular de 7", 220 Volt, 1400 watt.
- Amoladora angular de 4.1/2", 220 Volt, 720 watt.
- Amoladora recta , monofásica, 220Volt, 500 watt
- Compresora de aire para pintar de monofásico, 220 volt, 7.5 Kw
- Tecles de 2.0 ton
- Aparejo Tirfor de 1.5 ton.
- Torquímetro manual de 300-1500Nm
- Pistola de impacto eléctrica, monofásico, 800 Watt.
- Maquina de termo fusión de 1"-12", trifásica, 440 volt, 8.5 Kw
- Equipo de corte de HDPE hasta 900mm
- Transformador trifásico, 440/220Volt, 50 KVA
- Tablero Eléctrico, monofásico, 220 Volt, 660 Watt
- Mego metro digital 100V, 250V, 500V y 1000V
- Teluro metro digital, 0.01Ω, 0.1V precisión, 0.5 Watt.
- Equipo de Hi-Pot, de 0 V hasta 30Kv. de 1.5 Kw
- Pinza amperimétrica 0-400Amp
- Multímetro digital, Watt, Amp. Volt.
- Prensa terminal Hidráulica, apriete hexagonal
- Sacabocado hidráulico de 1/2" hasta 3"

- Roscadora eléctrica portátil de 1/2 hasta 3", monofásico, 230V, 1100watt.
- Dobladora de tubería conduit de 1/2" a 3"
- Tableros eléctricos de distribución 220V /440V - 40KVA
- Escalera de fibra de vidrio de 3-6 mt
- Revelador de tensión alta-Baja-240V-275Kv.
- Maquina de soldar trifásica 440V-200Amp-Input 25 Kw
- Taladro de base magnética, trifásico, 440volt, 1200 watt
- Taladro eléctrico, Monofásico, 220Volt, 660 Watt
- Roto martillo TE-76 C, monofásico, 220 volt, 1500 watt
- Amoladora angular de 7", 220 Volt, 1400 watt
- Amoladora angular de 4.1/2", 220 Volt, 720 watt
- Amoladora recta , monofásica, 220Volt, 500 watt
- Compresora de aire para pintar de monofásico, 220 volt, 7.5 Kw
- Pistola de impacto eléctrica con torquímetro, monofásico, 800 Watt
- Maquina de termo fusión de 1"-12", trifásica, 440 volt, 8.5 Kw
- Equipo de Hi-Pot, de 0 V hasta 30Kv. de 1.5 Kw
- Roscadora eléctrica portátil de 1/2 hasta 3", monofásico, 230V, 1100watt

3.4.2.1. Obras y servicios de apoyo durante la construcción

Las obras y servicios de apoyo durante la construcción del Proyecto Salmueras, se detallan a continuación.

- Servicio de Generación de Energía: 15 Grupos Electrógenos de 200 Kw
- Servicios de Baños sépticos portátiles de la empresa DISAL: 40 Unid
- Ambientes para alimentación en Contenedores móviles para SALSUD y contratistas.
- Ambientes pre-fabricados para almacenes y oficinas administrativas de construcción.
- Tópico implementado para emergencias y ambulancia respectiva

3.4.2.2. Personal requerido.

En la presente etapa de construcción, el requerimiento de personal será gradual, de acuerdo al avance de las obras, estimándose un máximo de 2,000 trabajadores durante un período corto de las actividades.

El personal requerido, residirá en la localidad de Mórrope, por ser la más cercana al proyecto; este criterio también será aplicado durante la Operación del Proyecto Salmueras.

3.4.2.3. Horario de trabajo

Las horas de labor diarias serán las especificadas por ley, con un máximo de extensión hasta 10 horas (7am-6pm).

3.4.2.4. Programa de trabajo

El programa de trabajo estimado para la preparación del sitio y construcción de la planta cubre un período de 3 años (36 meses), la cual se detalla a continuación:

Cuadro N°3. 3 : Cronograma de Construcción

Cronograma de ejecución de la Construcción de la Planta	Meses																																						
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36			
Obras Preliminares y Construcción de Accesos	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
Pozos de Evaporación Solar	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
Pozos de Bombeo, líneas de impulsión y canalización	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
Construcción Sub estación principal y sub estaciones de pta	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
Energización de todas las Áreas	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
Construcción de Planta Área 200	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
Construcción de Planta Área 400	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Construcción de Planta Área 500	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Construcción de Planta Área 600	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Áreas Auxiliares	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Protocolos y Pruebas	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Puesta en Operación de las Pozas	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Puesta en Operación de las Plantas	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

Fuente: SALSUD S.A.

3.4.2.5. Consumo Hídrico durante la construcción

a) Consumo de agua:

El consumo de agua se ceñirá a lo establecido por la Organización Mundial de Salud (OMS), que considera un consumo de 50 l/habitante-día de agua (beber, cocinar, higiene personal y limpieza), el agua será previamente tratada y acondicionada para consumo humano.

b) Consumo de salmuera:

Para la conformación de taludes de las pozas de evaporación así como en la construcción de los accesos, conjuntamente con el material de la zona se empleará salmuera como material aglutinante; esta salmuera será la que se obtenga durante las pruebas de bombeo de los 144 pozos de extracción de salmuera para el proyecto.

3.4.2.6. Manejo de residuos domésticos en la etapa de Construcción.

Los residuos domésticos generados tanto en las etapas de Construcción como de Operación serán manejados mediante empresas prestadoras de servicios (EPS).

3.4.2.7. Desmantelamiento de las estructuras de apoyo

Se procederá al desmantelamiento y retiro de oficinas y construcciones provisionales que se instalen temporalmente por el tiempo que dure la ejecución de las obras de construcción de acuerdo a como vayan terminando los compromisos con las entrega de obras y finalización de sus contratos.

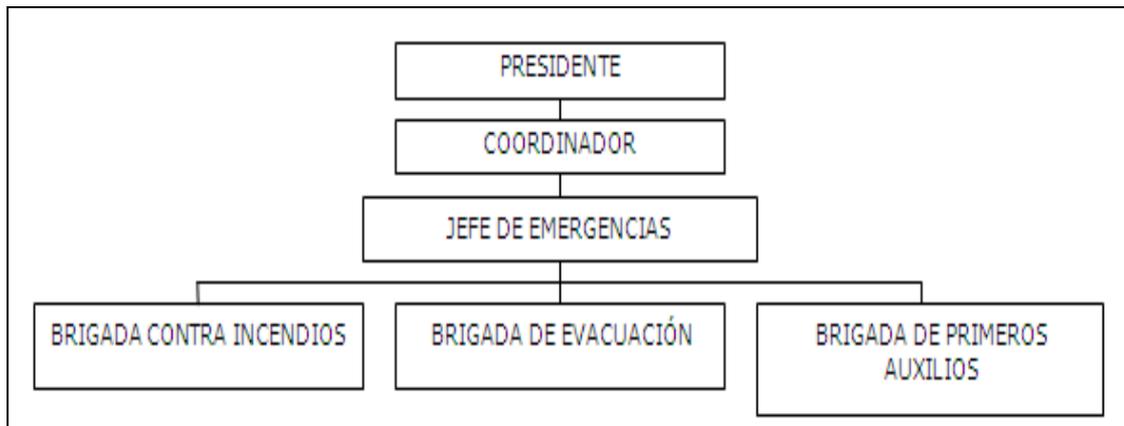
La mayoría serán trasladados a su lugar de origen en la medida que son reutilizables, los que constituyen materiales de desecho serán trasladados a los lugares de disposición final de los municipios y los peligrosos a las respectivas EPS.

3.4.2.8. Medidas de seguridad y planes de emergencia

Para las Etapas de Construcción y de Operación, SALSUD implementará la organización responsable de afrontar cualquier situación de emergencia, la misma que participará activamente en el antes, durante y después de cualquier emergencia, esta organización es un Comité de Seguridad de acuerdo a ley.

La responsabilidad principal es asumida por el Presidente del Comité de Seguridad quien deberá asignar los recursos necesarios para llevar a cabo los planes de Seguridad y Emergencia.

Gráfico N°3.1. Comité de Seguridad



Fuente: SALSUD S.A.

El Proyecto Salmueras puede estar expuesto a algunas ocurrencias negativas que pueden originar daños a los trabajadores, al ambiente y finalmente a las instalaciones. A continuación se indican las emergencias que pueden ocurrir en las instalaciones:

- Incendios. Su ocurrencia es poco probable, sin embargo en caso suceda ocasionaría contaminación en el aire, quemaduras al personal y daños a los equipos e instalaciones.
- Sismos. El departamento de Lambayeque está ubicado dentro de una zona de sismicidad alta, pues se vio afectada por numerosos efectos sísmicos durante su historia se ubica según el Sistema de Información Geográfica del INDECI; en la Zona de Intensidad VI, VII y VIII (Sismicidad Media y Alta), lo cual indica que las instalaciones llegarían a afrontar un sismo de intensidad media a considerable, lo cual podría dañar la infraestructura, equipos y atentar contra la integridad de los trabajadores. Estos sismos pueden a la vez provocar emergencias como incendios, accidentes, derrames, etc.
- Accidentes. Su ocurrencia puede deberse a actos o condiciones sub estándares.
- Caídas de altura. Las operaciones en altura que se realizan en la planta, pueden terminar en accidente si se labora bajo algún acto sub estándar (por ej.: no utilizar el arnés de seguridad) o por alguna condición sub estándar (por ej.: sistema de anclaje inadecuado).
- Inundaciones. Las inundaciones se caracteriza por la recarga hídrica de las zonas o áreas topográficamente deprimidas con escasas o nulas posibilidades de ser drenadas naturalmente y a las condiciones actuales del terreno, originándose la formación de lagunas, lo que produce la afectación de edificaciones e infraestructura.

- Derrames. Se deben a descargas accidentales de sustancias en el proceso a raíz de fugas, escapes, reboses o vaciados de hidrocarburos o sustancias nocivas, capaces de modificar las condiciones naturales del ambiente y dañar nuestros recursos e instalaciones.
- Otros. Fogonazos, heridas por objetos punzocortantes, quemaduras, etc.

3.4.2.9. *Pautas generales a seguir*

a. **Acciones preventivas**

✓ **Detección de Riesgos**

Todos los trabajadores de la Planta están obligados de comunicar de inmediato a los responsables del Plan acerca de cualquier situación de riesgo, deterioro o mal funcionamiento existente en las instalaciones.

✓ **Revisión Anual de las Instalaciones**

Se realizará una revisión total a la planta, a cargo de personal calificado en instalaciones eléctricas, alumbrado de emergencia, medios de extinción de incendios, señalización, etc.

b. **Durante la emergencia:**

- ✓ Se actuará con la máxima rapidez, manteniendo la calma en todo momento, sin gritar ni provocar pánico.
- ✓ Se valorará la situación, y según las circunstancias se optará por:
 - Iniciar la evacuación inmediatamente, si se considera la posibilidad de peligro para los ocupantes.
 - Neutralizar la causa de la emergencia con el personal y los medios disponibles en la Planta.
- ✓ El Presidente del Comité se mantendrá localizable en todo momento, coordinando y dirigiendo el desarrollo de las operaciones.
- ✓ Todos los ocupantes de la Planta seguirán en todo momento las indicaciones del Presidente del Comité a través de los integrantes del comité de seguridad y le informaran de inmediato de cualquier incidencia que pudiera surgir.

c. Asistencia en Evacuación y Traslado de Heridos:

Se prestarán los primeros auxilios a los afectados con los medios disponibles.

Si la emergencia ha causado heridos o atrapados, la prioridad será asegurar su evacuación si fuera necesario, intentando los rescates que sean posibles y no impliquen riesgos mayores hasta la llegada de las posibles ayudas exteriores.

✓ Para heridos leves:

- Se utilizará cualquier medio de evacuación disponible como por ejemplo las camionetas de la compañía, en caso de no haber personal autorizado disponible para conducir el vehículo podrá hacerlo cualquier persona que cuente con breveté.
- Simultáneamente se dará aviso a la Asistencia Social, quien se hará cargo de los heridos, coordinando con el Centro Médico respectivo para lograr una eficiente atención.
- De acuerdo a la necesidad de atención, la Asistente Social procederá a coordinar el traslado del paciente a un Centro Médico más especializado.
- Finalmente la Asistente Social se hará cargo de los trámites administrativos a que hubiere lugar obteniendo finalmente el certificado médico respectivo si fuera necesario descanso médico.

✓ Para heridos graves:

- Se solicitará una ambulancia y personal especializado para el traslado de heridos, para el efecto se dará aviso a los Bomberos o al Centro Médico más cercano.
- Simultáneamente se dará aviso a la Asistente Social, quien se hará cargo de los heridos coordinando con el Centro Médico respectivo para lograr una eficiente atención.
- De acuerdo a la necesidad de atención, la Asistente Social procederá a coordinar el traslado del paciente a un Centro Médico más especializado.
- Finalmente la Asistente Social se hará cargo de los trámites administrativos a que hubiere lugar, obteniendo finalmente el certificado médico respectivo.

d. Neutralización de la emergencia:

- ✓ Será prioritario garantizar la seguridad de los ocupantes por medio de la evacuación. Sólo en el caso de que la gravedad de la emergencia no lo haga necesario o de que ya se haya finalizado, se atacará la emergencia eliminando las causas o minimizando las consecuencias de acuerdo a los procedimientos.

e. Fin de la emergencia

- ✓ Neutralizada la emergencia, se comprobarán los daños y se realizarán los trabajos de rehabilitación necesarios.
- ✓ Finalmente, se investigarán las causas u origen así como sus consecuencias a fin de determinar las medidas correctivas y de control necesarias.

3.4.2.10. *Procedimientos específicos para afrontar emergencias*

a. Procedimiento en caso de incendio

- ✓ Antes
 - Capacitación al personal (operativo y administrativo) mediante charlas y cursos teórico prácticos en temas referidos a tipos de fuego, tipos y usos de extintores, lucha contra incendios, prácticas y simulacros de siniestros, etc.
 - Prohibir fumar dentro de las instalaciones de la planta.
 - Evitar dejar materiales inflamables expuestos al sol.
 - Elaborar programas de revisión y mantenimiento preventivo a las instalaciones eléctricas, equipos del taller y equipos de oficina.
 - Elaborar programas de revisión y recarga de extintores.
 - Mantener los extintores en buenas condiciones y en lugares señalizados.
- ✓ Durante
 - Quién identifique el amague, se comunicará de inmediato con el Jefe de Seguridad del Comité para informarle de la ocurrencia, lugar exacto y describiendo brevemente lo observado.
 - Desconectar el suministro eléctrico desde el tablero o llave general.

- De ser posible, alejar los materiales combustibles de las zonas en las que podría propagarse el fuego.
 - Atacar el fuego con un extintor apropiado para tal (dirigir el chorro del extintor a la base de la llama), manteniéndose siempre con el viento o la corriente de aire a la espalda.
 - No utilizar agua sobre los elementos conectados a la tensión eléctrica.
 - Si no se puede controlar el amago de incendio, evacuar inmediatamente las instalaciones.
 - En caso hayan cortinas ardiendo, arrancarlas inmediatamente, tirarlas al suelo y apagarlas utilizando un extintor, agua o si es posible pisándolas.
 - Antes de abrir una puerta cerrada, se tocará para comprobar su temperatura y en caso esté caliente, no se abrirá para evitar una posible explosión.
 - Tener en cuenta que el humo y gases tóxicos invisibles son más peligrosos que el fuego.
 - Cerrar puertas y ventanas para aislar el fuego.
 - Si alguien tiene alguna prenda en llamas, se le impedirá correr y se le indicará que se tire al suelo, en caso no lo haga de manera voluntaria, hacerlo a la fuerza, se le cubrirá con otra prenda y se le apretará sobre el cuerpo o en su defecto se le hará rodar sobre sí misma. Una vez apagadas las llamas se le cubrirá con un pedazo de cortina, sin intentar quitarle las ropas quemadas y se le trasladará de inmediato al hospital.
 - Para prevenir intoxicaciones o asfixia mojar un trapo y cubrir la nariz y boca.
 - Si hubiese presencia de humo denso, proceder a desplazarse arrastrándose por el suelo.
 - Si arden materias sólidas, una vez apagado el fuego, se removerán las brasas para impedir una re-ignición posterior.
- ✓ Después
- Participar en la recuperación del área afectada.
 - Si está capacitado, apoyar a las personas afectadas prestando primeros auxilios.

- Averiguar sobre la causa que originó el incendio, y tomar las medidas preventivas para evitar que vuelva a ocurrir.

b. Procedimiento en caso de sismos

- ✓ Antes
 - Participar activamente y con responsabilidad en los simulacros de evacuación.
 - Participar activamente en las capacitaciones de brigadas de emergencia.
 - Identificar y señalizar las zonas de seguridad internas y las rutas de evacuación.
 - Mantener operativo y preparado el botiquín de primeros auxilios y la camilla de evacuación.
- ✓ Durante
 - Trasladarse hacia las zonas seguras previamente identificadas.
 - Orientar y ayudar a los que sufran caídas u otros imprevistos durante la evacuación sin desesperarse para no provocar desorden.
- ✓ Después
 - Los miembros de la Brigada de Búsqueda, Rescate y Evacuación cumplirán con sus funciones preestablecidas.
 - El vigilante verificará que todo el personal haya salido de las instalaciones, si alguien queda atrapado, informará para proceder a las acciones de rescate.
 - Las personas capacitadas apoyarán en la atención de los heridos.
 - Evaluar los daños a los equipos o instalaciones de la empresa, así como preparar los informes requeridos.

c. Procedimiento en caso de inundaciones

- ✓ Antes
 - Verificar que los lugares por donde discurre el agua o drenajes se encuentren limpios y sin obstáculos.
 - En zonas en donde exista riesgo de inundación, se deberán tener sacos de arena a disposición y en lugares de fácil acceso.

- Identificar zonas seguras en lugares altos para casos de emergencia.
 - Señalar las rutas de evacuación teniendo en cuenta que éstas deben ser seleccionadas considerando que no hayan obstrucciones, ni crucen franjas inundables, ni sean difíciles de transitar.
 - Mantener el botiquín de primeros auxilios equipado, verificando la caducidad de los medicamentos.
 - Tener disponible linterna y radio a pilas.
- ✓ Durante
- Comunicar de inmediato al Jefe de Seguridad del Comité.
 - Si fallara el sistema de protección, desconectar el suministro eléctrico el personal de vigilancia de turno es el encargado de desconectar la llave general de electricidad.
 - Proteger las entradas de las oficinas y otros ambientes utilizando sacos con arena, para evitar que ingrese agua a las instalaciones.
 - De ser necesario evacuar la planta siguiendo las siguientes recomendaciones: evitar los lugares expuestos a inundaciones repentinas, no atravesar una corriente de agua cuando ésta llegue a las rodillas y alejarse de lugares como terrenos escarpados donde podría ocurrir algún derrumbe.
- ✓ Después
- Efectuar una inspección a la zona inundada por si hubiese riesgo de derrumbes.
 - Ayudar en la evacuación de personas y propiedades, de las zonas amenazadas.
 - Con mucho cuidado eliminar los residuos en especial los residuos orgánicos para evitar posibles epidemias.
 - Tener cuidado con algunos animales peligrosos (insectos, reptiles, etc.) ya que estos buscan refugio en zonas secas.

d. Procedimiento de actuación en caso de atentados – asaltos

- ✓ Antes
 - Control riguroso al ingreso del personal a las instalaciones a cargo de los agentes de seguridad asignados en la instalación.
- ✓ Durante
 - Tener en cuenta que una persona que ha tomado la decisión de efectuar un asalto o algún atentado, tiene su nivel de tensión al máximo, y como está decidida a todo, la prudencia debe prevalecer en todo el personal, por seguridad de su integridad física y el de la Empresa en general.
 - Mantener en todo momento la calma y procurar apaciguar los ánimos de los compañeros que estuvieran sufriendo o presenciando el asalto.
 - Obedecer las instrucciones del asaltante, siempre y cuando esto no implique poner en riesgo alguna vida humana.
 - Evitar comentarios, gritos o movimientos que pongan nervioso a los asaltantes. Los actos y actitudes aparentemente heroicos en la mayoría de las ocasiones desencadenan reacciones inconscientes y muy agresivas de parte de los asaltantes. Usualmente los asaltantes están acompañados de personas que no son visibles para los demás y que a su vez están atentos a los movimientos del personal de la Empresa, e incluso de sus alrededores para proteger o poner en alerta a sus aliados.
 - Tratar de retener mentalmente las características físicas de él o los asaltantes, para proporcionar información a las autoridades en el momento de la declaración.
- ✓ Después
 - Observar el rumbo que toman los asaltantes, y en caso de que se subieran a algún automóvil, visualizar lo mejor posible las características del vehículo y la clave alfanumérica de las placas.
 - Dar aviso a la Policía de la localidad.

e. Procedimiento en caso de accidentes

- ✓ Antes
 - Capacitar y concientizar al personal a fin de que no cometa actos sub estándares y utilice de manera permanente sus implementos y/o equipos de protección personal.
 - Capacitar al personal en temas referidos a primeros auxilios.
 - Elaboración y difusión de los procedimientos de trabajo e instructivos para su inmediato cumplimiento, así como la supervisión minuciosa de los trabajos de riesgo.
 - Cumplimiento de los procedimientos de permisos de trabajo.
- ✓ Durante
 - Brindar los primeros auxilios al accidentado de acuerdo a las guías de acción elaboradas para cada caso.
 - Llamar a algún especialista en la materia para que brinde las atenciones del caso al accidentado o en su defecto trasladarlo al Centro de Salud más cercano o en donde se encuentre asegurado.
- ✓ Después
 - Analizar las causas del accidente y determinar las medidas correctivas y de control necesarias para evitar su nuevo suceso.

f. Procedimientos en caso de derrames

Los derrames que se pueden presentar pueden ser de hidrocarburos y/o productos químicos, a consecuencia de algún siniestro o por un alguna falla en su manipulación, pudiendo ocasionar graves daños ecológicos o ser nocivos para la salud de los trabajadores y en algunos casos ocasionar otros problemas como incendios.

- ✓ Antes
 - Revisar periódicamente el estado de los depósitos en los que se encuentran almacenados productos tóxicos, inflamables y/o corrosivos.

- Los depósitos de productos tóxicos, inflamables o corrosivos deben estar almacenados sobre una superficie impermeable para evitar el contacto y/o contaminación del suelo en caso de derrames.
- ✓ Durante
 - Eliminar toda posibilidad de ignición. NO FUMAR.
 - Identificar el origen de la fuga o derrame.
 - Comunicar de inmediato al Jefe de Seguridad e indicar la zona exacta donde se ha producido tal derrame y las características de cómo se produjo.
- ✓ Después
 - Si el derrame es menor, recoger con paños absorbentes, tratando de contener el derrame utilizando guantes de neopreno.
 - Si el derrame fuese mayor, controlarlo con arena para así evitar la expansión del área contaminada.
 - Evaluar el impacto al medio ambiente que puede haber ocasionado.

3.4.2.11. Evacuación de la Planta

a) Consideraciones generales para la evacuación

Para evacuar la planta en caso de alguna emergencia (incendio, sismo, etc.), seguir los pasos siguientes:

- ✓ El Jefe de Planta activará la señal de alarma indicando la existencia de una emergencia.
- ✓ Los ocupantes iniciarán la salida de inmediato (sin recoger objetos personales) hasta llegar al punto de concentración.
- ✓ Para evitar el pánico, instar al personal a que su salida se haga de la misma forma a la que habitualmente están acostumbrados.
- ✓ En el caso que hubieran personas con dificultades motoras, ayudarlas en la forma que sea necesaria.
- ✓ Los ocupantes seguirán en todo momento las indicaciones de los Brigadistas, sin entretenerse, ni mucho menos correr.

- ✓ Los Brigadistas procurarán de mantener la calma en el personal y evitar que se den situaciones de nerviosismo y pánico.
- ✓ Las rutas de evacuación desde cada zona hacia al punto de concentración estará establecido en el diagrama de evacuación y sólo será modificado si se supone riesgo grave.
- ✓ La Brigada de Evacuación, Búsqueda y Rescate saldrá al último, después de comprobar que no quede alguien en los servicios higiénicos u otros recintos que no son ocupados habitualmente.
- ✓ En el punto de concentración, el Jefe de la Brigada de Evacuación, Búsqueda y Rescate, realizará el recuento y comprobación de los evacuados, comprobando que no hayan ausencias y en caso las hubiera, informar de inmediato al Presidente del Comité y a las personas de ayuda externa. Una vez hecho el recuento se impedirá que el personal se disperse, permaneciendo juntos hasta finalizar la emergencia.

b) Recomendaciones para la evacuación en caso de incendio

- ✓ En caso que el humo alcance los trayectos de evacuación, se indicará a los ocupantes que avancen agachados, esto para prevenir una mayor inhalación de gases tóxicos calientes que por su estado tienden a concentrarse en la parte superior del ambiente afectado.
- ✓ No se usarán las escaleras si es que el humo las ha invadido.
- ✓ De ser posible y asegurándose que no haya nadie más en su interior, cerrar todas las puertas y ventanas de las oficinas, laboratorio y almacenes.
- ✓ Los miembros del Comité impedirán el retorno de los ocupantes al interior de la planta una vez que estén fuera de allí, salvo autorización expresa del Presidente y Bomberos.
- ✓ Si la cantidad de humo o propagación del fuego impiden la evacuación, las personas atrapadas permanecerán en el recinto del que no pueden salir, hasta ser rescatados por los socorristas externos y considerando las siguientes precauciones:
 - Cerrar las puertas y ventanas para evitar el ingreso de humo o fuego.
 - Tapar las rendijas de las puertas para disminuir el paso de humo por ellas.

- Si en alguna habitación hay rejillas de aire acondicionado, taparlas con trapos húmedos.
- Separar todo material combustible de la puerta.
- Esperar a ser rescatados y de haber humo, todos los atrapados se tenderán en el suelo.

3.4.3. Etapa de Operación

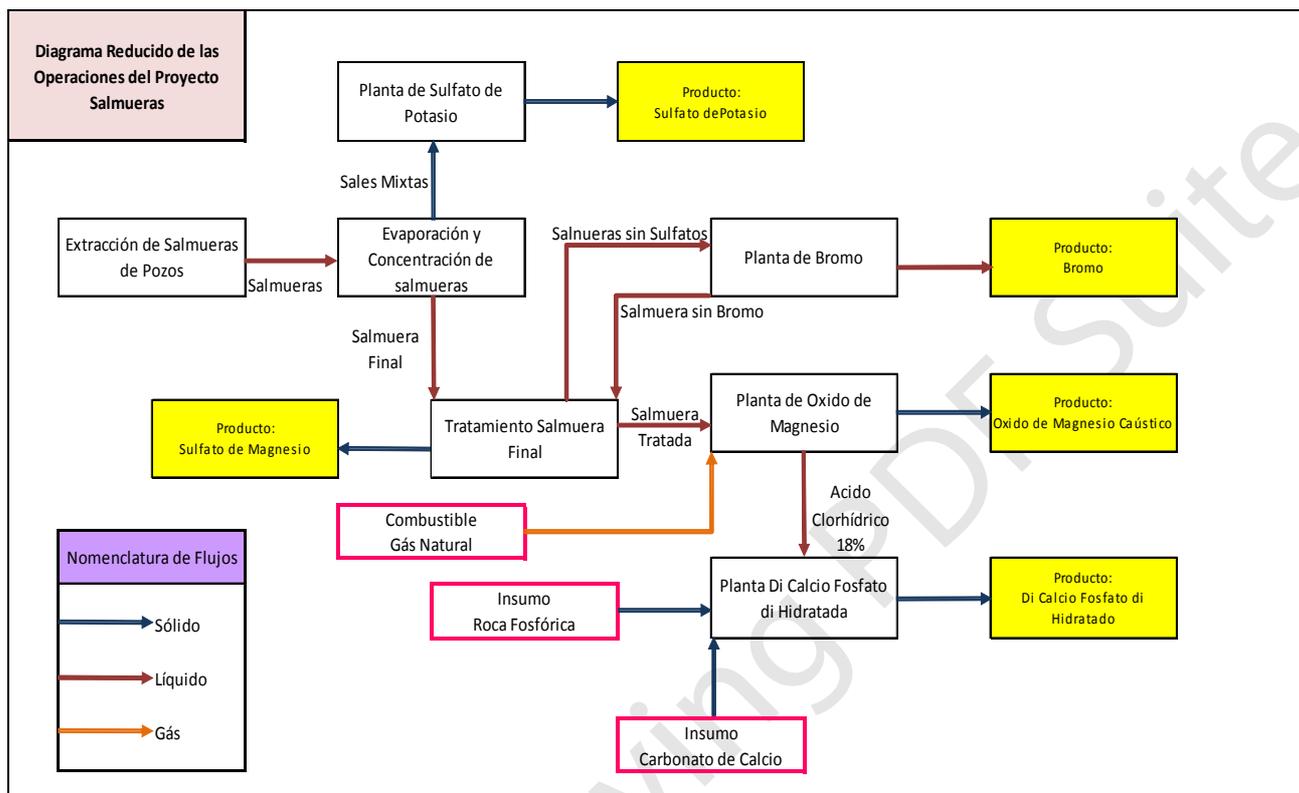
El diseño del Proyecto Salmueras, considera en sus operaciones, seis Áreas productivas y Áreas de Servicios, que permiten logre la producción de: Sulfato de Potasio, Sulfato de Magnesio, Oxido de Magnesio Caustico, Di fosfato de Calcio di Hidratado y Bromo.

Cuadro N°3. 4 : Áreas productivas en la Etapa de Operación:

ÁREA	DESCRIPCION DE FUNCIONES	PRODUCTOS	DESTINO
100	Extracción y evaporación de salmuera	Sales mixtas	Área 200
		Salmuera rica en Mg.	Área 300
200	Planta sulfato de potasio	Sulfato de Potasio	Venta
300	Tratamiento de Salmuera y Producción de Sulfato de Magnesio	Sulfato de Magnesio	Venta
		Salmuera sin sulfatos	Área 600
		Salmuera concentrada	Área 400
400	Planta de Óxido de magnesio cáustico	Oxido de Magnesio caustico	Venta
		Acido Clorhídrico	Área 500
500	Planta di fosfato de calcio	Di fosfato de calcio	Venta
600	Planta de bromo	Bromo líquido	Venta

El esquema simplificado (figura líneas abajo) muestra la relación entre las áreas. En los ítems siguientes se describe las principales actividades de las áreas mencionadas.

Gráfico N°3.2. Esquema del proceso (simplificado)



Fuente: SALSUD S.A.

Cuadro N°3. 5 : Programa de producción

PROGRAMA DE PRODUCCION – PROYECTO SALMUERAS – DE SALMUERAS SUDAMERICANAS S.A									
Estimado de Producción Anual desde el Primer año de Operación hasta el año final calculado									
Productos	Diseño Tm/a	1°	2°	3°	4°	5°	6°	Hasta el	30°
Sulfato de Potasio	100,000	50,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	→→→	100,000
Sulfato de Magnesio	120,000	60,000	120,000	120,000	120,000	120,000	120,000	→→→	120,000
Bromo Liquido	10,000	5,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	→→→	10,000
Oxido de Magnesio Caustico	60,000	30,000	60,000	60,000	60,000	60,000	60,000	→→→	60,000
Di fosfato de Calcio di hidratado	110,000	50,000	110,000	110,000	110,000	110,000	110,000	→→→	110,000

Fuente: SALSUD S.A.

3.4.3.1. Descripción del Proceso

3.4.3.2.1 Área 100: Extracción y evaporación solar de salmueras

En éste área se realizará el proceso de extracción, bombeo y evaporación de las salmueras a través de evaporación solar hasta alcanzar en las últimas pozas la densidad adecuada para que

se produzca la precipitación de las sales mixtas ricas en potasio en medio de una salmuera rica en magnesio.

Sub Área 110: Extracción de Salmueras

La salmuera es extraída de su ubicación natural a través de un sistema de bombeo constituido por 144 pozos tubulares ubicados en dos zonas extracción, con la finalidad de disponer de una calidad en contenidos adecuada para los fines del proyecto. Las salmueras son conducidas hacia un punto de colección para luego ser distribuidas hacia las pozas de evaporación.

Sub Área 120: Evaporación Solar de Salmueras

La salmuera colectada se distribuye hacia las primeras pozas de evaporación y de estas la salmueras fluirán por reboce en forma secuencial de acuerdo al incremento de su densidad (partiendo de una densidad promedio de 1.16 gr/cc. hasta una densidad de 1.342 gr/cc.).

En el transcurso de las 16 primeras pozas irán precipitando algunas sales por la evaporación solar y sedimentos transportados por el viento mayormente.

En las antepenúltimas 06 pozas de evaporación solar denominadas PRE-KTMS habrá una muy incipiente precipitación de sales mixtas junto con arena eólica; es importante considerar que se reciclarán salmueras a las poza de Pre-KTMS de acuerdo a sus contenidos, con la finalidad de mantener la relaciones de los diferentes compuestos.

Finalmente en las 12 últimas pozas de evaporación solar denominadas de KTMS precipitarán las sales mixtas (halita, kainita, epsomita y carnalita) en medio de la salmuera final, luego de evacuar esta salmuera también llamada "amargo" hacia el Área 300, las sales mixtas se cosechan de estas pozas en forma alternada y son llevadas a un almacén en la sub área 130.

Sub Área 130: Almacenamiento de KTMS y de Pre-KTMS

Las sales de KTMS tienden a generar extensos grumos durante su almacenamiento, por lo tanto, en este sub área deberán ser trituradas hasta un tamaño máximo de 8 mm antes de ingresar al área 200 para su procesamiento.

3.3.3.2.3 Área 200: Planta sulfato de potasio

El proceso total de producción de sulfato de potasio se subdivide en una serie de etapas de proceso sucesivas, así llamadas sub-áreas:

Sub Área 210: Separación de Cloruro de Sodio (NaCl).

El proceso inicia en la sub área 210 con la alimentación de 160t/h de sal mixta (KTMS), con un tamaño de grano de 8 mm. El objetivo principal de esta área es la disolución parcial y la conversión de KTMS a una mezcla de halita y kainita. Para lograr la mezcla indicada el fluido se calienta en dos recipientes con agitadores por medio del agua a una temperatura de 35°C.

El parámetro de control principal es la concentración de $MgCl_2$, el cual no debe exceder los 400g/1000g agua. La suspensión resultante debe ser llevada a un tamiz, con el fin de que los granos de halita (más gruesos) se separen de los granos de kainita (finos disueltos). Los granos de halita que fueron separados en el tamiz contienen una mínima cantidad de kainita; por lo tanto para recuperar la kainita, éstos deben ser molidos para luego ser separados (halita de la kainita) a través del proceso de flotación inversa.

Sub Área 220: Conversión de Kainita en Schoenita Primaria.

La kainita del área 210 se convierte a Schoenita en el área 220 usando el licor madre proveniente del área 230. Es importante que la concentración de NaCl debe ser como máxima 160 g/1000g agua. De esa manera se puede prevenir la formación de $Na-MgSO_4$ y sales dobles. Esta es la razón por la cual la separación por tamiz de la halita en el área 210, es tan importante.

Sub Área 230: Enfriamiento y Cristalización de Schoenita Secundaria (de SOP ML)

En el área 230 el licor madre SOP que proviene del área 240 se enfría en una unidad de cristalizadores de enfriamiento (contiene 5 cámaras de vacío) pasando de 48°C a 15°C, con el fin de recuperar la Schoenita secundaria. La salmuera de la Schoenita secundaria es cristalizada a través de flujos consecutivamente en todas las cámaras. De acuerdo con esta secuencia la salmuera fluye en cada cámara (pasa por diferentes temperaturas y presiones).

Con el fin de mantener los cristales suficientemente mezclados una porción de aire es succionado en cada cámara. A la salida de la unidad de cristalizadores de enfriamiento se obtiene una suspensión de cristales, la cual es transferida a través de una bomba centrífuga hacia un agitador.

La Schoenita primaria que proviene del área 220 se adiciona a la Schoenita secundaria con el fin de obtener:

- ✓ La conversión de Leonita posiblemente formada en Schoenita pura.

- ✓ La conversión de kainita remanente (en el Schoenita primaria) en pura Schoenita.
- ✓ Lavado y disolución de las sales dobles remanentes (NaCl ó Na-Mg) a Schoenita primaria.

Pasada las dos horas (tiempo de retención) todo el material sólido se ha convertido a Schoenita secundaria. Esto significa que toda la kainita remanente se ha descompuesto, todas las sales de Na se han disuelto y la Leonita ha sido totalmente convertida a Schoenita. La Schoenita secundaria es la materia prima para el área de 240 (cristalización SOP crudo).

Sub Área 240: Cristalización de materia prima SOP.

En el área 240 la Schoenita secundaria se pone en contacto con agua del proceso a una temperatura de 50 °C. Según las condiciones de equilibrio a esa temperatura la mezcla de Schoenita se descompone, mientras que el K_2SO_4 se cristaliza. $MgSO_4$ permanece en solución al añadirle una cantidad suficiente de agua.

Con el fin de establecer la calidad y la eficiencia del proceso de conversión, se debe cumplir los siguientes criterios:

- ✓ La temperatura debe ser ajustada a 48 °C.
- ✓ La concentración de $MgSO_4$ debe ser ajustada a menos de 235 g/1000 g H_2O pero a más de 225 g/1000 g H_2O .

El licor madre caliente procedente de la suspensión formada debe ser separado y bombeado al área 230.

Sub Área 250: Refinación de SOP.

El material sólido del SOP después de la separación es transportado al área 250, donde se disuelve a una temperatura de 90 °C con el licor madre insaturado proveniente de un proceso de enfriamiento posterior. El SOP se disuelve mientras que las partículas insolubles (como: arena o yeso) se mantienen como residuos de la disolución y pueden ser retirados. Después de enfriarse a 35 °C se obtienen cristales de SOP, los cuales tienen que ser secados.

Sub Área 260: Almacenamiento y embarque de Producto.

Los cristales secos del SOP se colocan en el almacén para su posterior transporte y venta (área 260). El 50% del producto final será empacado en sacos de 1 tonelada de capacidad.

3.4.3.2.3 Área 300: Planta de tratamiento de la salmuera

El objetivo de esta sub área es tratar la salmuera antes que ingrese a las plantas de bromo (área 600) y óxido de magnesio cáustico (área 400) por los efectos que se generan en estos; este proceso de tratamiento de salmuera se subdivide en las siguientes sub-áreas:

Sub-Área 310: Eliminación de sulfato de magnesio / Cristalización por enfriamiento:

Debido a los cambios que se dan en la composición de la salmuera dentro de las pozas de evaporación, se obtiene un amargo con una alta concentración de sulfato de magnesio ($MgSO_4$), el cual debe ser separado como Epsomita (sulfato de magnesio) mediante operaciones de enfriamiento y cristalización antes de ingresar al área 600; de esta manera se obtiene el Sulfato de Magnesio.

Sub-Área 320: Mejora de la salmuera de $MgCl_2$ por evaporación

La salmuera sin Bromo que retorna del área 600, necesita ser concentrada para ser sometida a un proceso de Piro Hidrólisis, con este fin es sometida a evaporación, luego a enfriamiento y finalmente filtrada, para alcanzar las condiciones óptimas requeridas.

Sub-Área 330: Desulfurización:

El último tratamiento es una de-sulfurización, con lo cual quedará expedita para el proceso de Piro Hidrólisis en el área 400.

3.4.3.2.4 Área 400: Planta de ácido clorhídrico y óxido de magnesio

Comprende todos los procesos y equipos, necesarios para producir ácido clorhídrico y productos de Magnesio a partir de la salmuera ($MgCl_2$) en las siguientes sub áreas de proceso:

Sub-Área 410: De-Boronación de la salmuera suministrada.

Sub-Área 420: Piro-hidrólisis de la salmuera de Cloruro de magnesio.

Sub-Área 430: Producción de ácido clorhídrico.

Sub-Área 440: Lavado/hidratación del MgO .

Sub-Área 450: Secado de la torta de filtro de $Mg(OH)_2$

Sub-Área 460: Almacenamiento y Embarque de $Mg(OH)_2$ seco en polvo

Sub-Área 470: Calcinación de la torta de filtro de $Mg(OH)_2$ seco en polvo

Sub-Área 480: Almacenamiento y Embarque del Óxido de magnesio (CCM)

Las sub-áreas 420, 430 y 440 se dividen en dos líneas paralelas, el motivo de la división en dos líneas es la capacidad de los reactores de piro-hidrólisis, ambas líneas de producción son totalmente idénticas y tienen la misma capacidad.

Los flujos de materiales de ambas líneas se fusionan en la parte del secado y/o calcinación (sub-áreas 450 y 470), en dependencia del requerimiento entre la producción de $Mg(OH)_2$ y/o MgO ; a continuación se describen todas las sub-áreas:

Sub-Área 410: De-Boronación de la salmuera suministrada

La salmuera natural contiene una cierta cantidad de boro, que al concentrarse perturba algunas aplicaciones del Magnesio, su eliminación se lleva a cabo mediante intercambio iónico utilizando una resina específica denominada "IRA AMBERLITE 743", la resina es capaz de reducir el contenido de boro a menos de 10 mg/l; luego la salmuera sin Boro es almacenada para enviarla a la siguiente sub área.

Sub-Área 420: Piro-hidrólisis de la salmuera de Cloruro de magnesio (línea 1 y 2)

La salmuera recibida de la sub área 410 es alimentada al horno de piro-hidrólisis, donde ocurre la descomposición del Cloruro de magnesio a alta temperatura, en su parte inferior se recoge el óxido de magnesio que es conducido a la sub área 440 y por su parte superior salen los gases (conteniendo gas clorhídrico, vapor de agua y gases propios de la combustión) que pasan por un lavador y luego un separador venturi antes de ser conducidos al sub área 430.

Sub-Área 430: Producción de ácido clorhídrico (línea 1 y 2)

Los gases procedentes de la sub área 420, son conducidos hacia una columna de absorción para producir el ácido clorhídrico que luego es enviado hasta la sub área 410 a los tanques de distribución; por otro lado los gases remanentes pasan por un separador de gotas antes de ingresar a un lavador de gases para recién ser expulsados a la atmósfera debidamente purificados.

Sub-Área 440: Lavado/hidratación del MgO (línea 1 y 2)

El óxido de magnesio crudo, enviado desde la sub área 420, es sometido a una operación de lavado/hidratación, (para retirar los cloruros alcalinos y cloruro de calcio remanentes de la piro hidrólisis) en dos etapas de lixiviación y finalmente tres etapas de filtración en serie con la finalidad de separar el agua de lavado y conducirlo a la sub área 450.

Sub-Área 450: Secado de la torta de filtro de $Mg(OH)_2$.

En esta sub área la torta de filtro húmeda proveniente de la sub área 440 línea 1, es mezclada con una proporción de material seco con la finalidad de disponer de un material con la debida

fluidez para alimentarlo al secador flash de diseño vertical donde será secado adecuadamente, los gases de combustión que sirven de transporte y secado, pasan tres filtros de manga trabajando en serie antes de ser emitidos a la atmósfera en condición adecuada; mientras que el material seco es enviado a la sub área 460.

Sub-Área 460: Almacenamiento y Embarque del $Mg(OH)_2$ seco en polvo.

El hidróxido de magnesio seco proveniente de la sub área 450, es almacenado en tres silos que cuentan con filtros para el aire desplazado durante el llenado de los mismos y de sistemas de embolsado automático.

De estos silos se podrá expender el hidróxido de magnesio seco: a granel, en big-bag de 1 tm y en bolsas de papel de 50 kg.

Sub-Área 470: Calcinación de la torta de filtro a $Mg(OH)_2$ seco en polvo.

En esta sub área la torta de filtro húmeda proveniente de la sub área 440 línea 2, es alimentada a (sola o en mezcla con $Mg(OH)_2$ seco) por la parte superior de un horno de soleras múltiples donde será secado y calcinado por medio de aire caliente / gases de combustión que ingresa por la parte inferior; esta sub área tiene la capacidad de procesar conjuntamente los productos obtenidos en las sub áreas 440 líneas 1 y 2.

El óxido de magnesio será obtenido en la parte inferior del horno mientras que los gases que salen por la parte superior y pasarán por 03 electro filtros trabajando en serie antes de ser expedidos limpios a la atmósfera; mientras que el material seco es enviado a la sub área 480.

Sub-Área 480: Almacenamiento y Embarque del Óxido de magnesio (CCM).

El óxido de magnesio seco proveniente de la sub área 470, es almacenado en tres silos que cuentan con filtros para el aire desplazado durante el llenado de los mismos y de sistemas de embolsado automático.

De estos silos se podrá expender el óxido de magnesio seco: a granel, en big-bag de 1 tm y en bolsas de papel de 50 kg.

3.4.3.2.5 Área 500: Planta de di fosfato de calcio di hidratado

En esta sub área se produce el di fosfato de calcio di hidratado (Di-Cal) a partir de la lixiviación de roca de fosfórica lixiviada en ácido clorhídrico al 18% (proveniente del área 410). Posteriormente la solución lixiviada pasa por una purificación, precipitación, lavado y finalmente empaque del Di-Cal.

Para optimizar el proceso se mezcla el material crudo flotado (roca fosfórica- P_2O_5) con el ácido clorhídrico en una relación de masa 0,5 kg de HCl por 1 kg de P_2O_5 . Como resultado se

obtiene una solución lixiviada con impurezas (fluoruros, hierro y aluminio), las cuales son eliminadas por precipitación con lechada (de carbonato de calcio) proveniente del área de servicios.

Nuevamente a la solución lixiviada se le agrega lechada (de carbonato de calcio) con el fin de acondicionar el medio y precipitar el di fosfato de calcio di hidratado.

El di fosfato de calcio di hidratado está húmedo porque contiene aún parte de la solución lixiviada, la cual tiene una alta concentración de CaCl_2 , por lo que debe ser lavado para reducir la concentración de CaCl_2 , acto seguido se transfiere a un secador de tambor, desde donde el producto seco se dirige a la unidad de empaçado y despacho del área 500.

3.4.3.2.6 Área 600: Planta de bromo

Las sub áreas principales de esta planta la constituyen las siguientes:

- Extracción de Bromo:

La salmuera proveniente de la sub área 310 es acondicionada y calentada antes de ingresar a la columna de extracción de Bromo, en donde por acción del Cloro gas (suministrado por terceros) y en presencia de vapor se produce una reacción de sustitución que permite separar el Bromo que luego de ser purificado es enviado a la zona de almacenamiento y despacho.

Los gases remanentes son procesados para recuperar bromo y cloro, después de cual los gases (mayormente vapor de agua) son sometidos a un sistema de purificación antes de ser enviados a la atmósfera en forma segura sin afectar el medio ambiente.

- Almacenamiento y despacho

En esta sub área se almacena en tanques de estructura especial; el despacho del bromo se realiza en ambiente inerte para evitar riesgos de incendio, se deposita en iso-tanques que están construidos para este fin y en los cuales es transportado hasta su destino en forma segura.

- Lavador de emergencia para Cloro

Como se usa gas cloro para la extracción del bromo, se ha instalado un sistema de emergencia para el lavado de gases ante cualquier contingencia y evitar las emisiones a la atmósfera, este lavador cuenta con dos columnas de lavado y una columna empacada para lavado final de los gases por goteo, para asegurar no afectar el medio ambiente.

3.4.3.2.7 Área de Servicios Auxiliares

Es el conjunto de instalaciones que suministra a la totalidad de plantas los servicios necesarios para el logro eficiente de sus objetivos cuya característica es:

- ✓ Proporcionar materiales de suministro en calidad y cantidad (por ejemplo, agua, electricidad, energía térmica, medios de refrigeración, aire a presión, productos químicos y materiales auxiliares);
- ✓ Manejar las salmueras remanentes del proceso industrial (incluida la gestión, registro, y almacenamiento controlado para su posterior re uso);
- ✓ Proporcionar trabajos de laboratorio para control de los procesos y productos terminados.
- ✓ Proporcionar un servicio de mantenimiento para máquinas, equipos e instrumentos de cada área.

Debido a la diversidad de estas funciones, se divide en los servicios siguientes:

- ✓ Agua para el proceso
- ✓ Enfriamiento y refrigeración de agua
- ✓ Desalinización de la planta
- ✓ Tratamiento del carbón y generación de vapor
- ✓ Planta de aire presurizado
- ✓ Planta de tratamiento del Carbonato de Calcio
- ✓ Estación de llenado de gas y diesel
- ✓ Planta de colección y manejo de salmueras remanentes (excedentes) de el proceso industrial.
- ✓ Taller de mantenimiento
- ✓ Laboratorio
- ✓ Almacenamiento de reactivos.
- ✓ Transformación y distribución de energía
- ✓ Misceláneos (carpintería, albañilería, etc.).

3.5. *Ubicación Geográfica y Área del Proyecto*

El proyecto materia del presente estudio, se desarrollará en los distritos de Olmos y Sechura departamentos de Lambayeque y Piura respectivamente a unos 33.5 Km al norte de la ciudad de Chiclayo y a 20 km del Océano Pacífico.

Ver Plano de Ubicación General (MM003-2011-PG-01). En el Anexo N° 15 del presente EIA.

El área de emplazamiento físico del proyecto, posee las siguientes coordenadas (punto central de referencia):

- ✓ Coordenadas : UTM
- ✓ Datum : WGS 84
- ✓ Zona : 17 S
- ✓ Norte : 9305723. 9399
- ✓ Este : 553517.9842

En la cartografía oficial del Instituto Geográfico Nacional (IGN), el proyecto se ubica en el cuadrángulo Las Salinas (hoja 13 c) de la Carta Nacional (Escala 1: 100,000).

En el Anexo N° 15 del presente EIA, se adjunta el Mapa de Localización, en el que se grafica la ubicación del proyecto.

En la siguiente imagen, se aprecia el área de emplazamiento de la futura planta industrial y los principales puntos o lugares de referencia de la zona.

Gráfico N°3.3. Imagen satelital de la zona del proyecto



Fuente: Google Earth

En el Anexo N° 15 del presente EIA, se adjunta el mapa MM44-2011-PG-01, en el que se grafica las colindancias y distancias de la planta industrial hacia puntos de referencia local.

3.5.1. Accesos al área del proyecto

El acceso al área del proyecto desde la Ciudad de Lima, se realiza siguiendo la ruta Lima – Chiclayo (763 Km.), mediante la carretera Panamericana Norte (asfaltada), luego se toma la vía Chiclayo – Mórrope (33.5 Km.) para luego seguir la carretera Mórrope – Salmuera (50.0 Km).

Otra alternativa de viaje para llegar al área del proyecto desde Lima es vía aérea (Lima – Chiclayo) tomando el tiempo de 1 hora, para luego seguir el viaje vía terrestre.

A continuación en el siguiente cuadro se muestra las distancias y tiempo que toma la

accesibilidad al área del proyecto.

Cuadro N°3. 6 : Distancias de viaje por tierra

Ruta	Km	Tiempo	Estado		
Lima – Chiclayo	763.0	13 h 10m	Carretera Asfaltada	Panamericana	Norte
Chiclayo – Mórrope	33.5	00 h 25 m	Carretera Asfaltada	Panamericana	Norte
Mórrope – Acceso a Salmuera	50.0	00 h 35 m	Carretera Asfaltada	Panamericana	Norte
Acceso a Salmuera – Centro del área Cañamac	10.0	00 h 10 m	Afirmada y trocha		
Total	856.5	14 h 50 m	--		

3.5.2. Distancias a los centros poblados más cercanos

El poblado más cercano al área del proyecto “Salmuera” es Mórrope, donde se encuentra asentada la población de la comunidad San Pedro de Mórrope, ubicado a 62 km de distancia en línea recta.

Las distancias promedio en línea recta desde el área del proyecto a los pueblos y zonas de interés más cercanas se puede observar en el siguiente cuadro:

Cuadro N°3. 7 : Distancia de los poblados cercanos al Proyecto

Nombre	Distancia al Proyecto (Km)	Dirección referencial	Tipo de vía de acceso
Mórrope	60.00	Sur-Oeste	Asfaltada
Lambayeque	83.00	Sur-Oeste	Asfaltada
Olmos	92.0	Nor-Este	Asfaltada
Chiclayo	95.00	Sur-Oeste	Asfaltada

Elaboración: Geoservice Ingeniería SAC

3.6. Licencias, Autorizaciones y Permisos

3.6.1. Estudios preliminares de campo

SALSUD, interesado en que sus fines económicos vayan a la par con el bienestar ambiental, ha realizado estudios adicionales que se mencionan a continuación:

- ✓ Prospección Geofísica.

- ✓ Estudios Geofísico por Resistividad Eléctrica para Aguas Subterráneas.
- ✓ Prospección Geoeléctrica de la Planta Salmueras.

En el Anexo N°2.3 del presente estudio se adjuntan los estudios hidrogeológicos.

3.6.2. Superficie Total del Proyecto

SALSUD para el desarrollo de su proyecto requiere un área de 7 932.37 hectáreas, en la cual se ubicará el sistema de extracción y bombeo de salmuera, pozas de evaporación, planta industrial, accesos y área de retorno de salmueras remanes del proceso. A continuación se detallan las coordenadas del área total del Proyecto:

Cuadro N°3. 8 : Coordenadas del Área del Proyecto

Coordenadas UTM WGS 84 - S - 17					
Vértice	Este	Norte	Vértice	Este	Norte
P-1	558874.45	9312725.62	P-17	551501.17	9301613.68
P-2	558854.45	9312728.26	P-18	552519.79	9301613.68
P-3	558088.47	9312995.70	P-19	552519.79	9297835.85
P-4	555721.88	9312243.46	P-20	556008.00	9297835.85
P-5	544993.18	9312243.46	P-21	556008.00	9301725.00
P-6	545225.10	9313205.66	P-22	551541.04	9301725.00
P-7	543141.05	9313205.66	P-23	551541.04	9304776.47
P-8	542473.93	9312246.42	P-24	552607.46	9304776.47
P-9	542473.93	9311198.09	P-25	552607.46	9308409.73
P-10	544745.75	9311198.09	P-26	556315.95	9308405.37
P-11	544976.62	9312065.19	P-27	556590.65	9307253.13
P-12	548639.05	9312065.19	P-28	559735.44	9307253.13
P-13	547835.14	9308992.26	P-29	559734.54	9307582.48
P-14	548906.15	9308992.26	P-30	559246.54	9307582.48
P-15	548906.15	9304776.47	P-31	559246.54	9312676.50
P-16	551501.17	9304776.47			

Fuente: SALSUD S.A.

3.6.3. Concesiones

Las actividades propias del Proyecto Salmueras se desarrollarán dentro de las Concesiones Lobos 32, Lobos 33, Bayovar 15, Cabo Verde, Salinas Cañamac 8 y 9.

En el Anexo N° 2.6 del presente informe se adjunta la documentación sobre la titularidad de

las concesiones.

En el Anexo N°15 del presente informe se adjunta el plano de concesiones, en el que visualiza las concesiones. Plano de Concesiones del Proyecto (MM003-2011-MA-14).

3.6.4. Acuerdo con Posesionario superficial

Para poder ingresar a explotar la salmuera en la zona del proyecto se ha suscrito un contrato con la Comunidad de Mórrope que también realiza labores de explotación de materiales en los alrededores donde se desarrollará el proyecto; por un periodo de 30 años renovables. En el Anexo 2.4 se adjunta el Contrato de la Comunidad de Mórrope.

3.6.5. Certificación de inexistencia de restos arqueológicos

El Certificado de Resto Arqueológico de la planta industrial se encuentra en trámite en el Ministerio de Cultura, el cual ha aprobado el Proyecto de Evaluación Arqueológica con Excavación a través de la Resolución Directoral No 184-2013-DGPA-VMPCIC/MC (el cual se adjunta en el Anexo 2.5).

3.7. Descripción Cronológica de las Etapas del Proyecto

A continuación se presenta el cronograma de ejecución del proyecto.

Cuadro N°3. 9 : Cronograma de Ejecución

ETAPA DEL PROYECTO	Actividad	AÑOS																									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
Planificación	Preparacion del Sitio	█																									
Construcción de las Infraestructuras	Pozos de bombeo, líneas de impulsión y calanización	█	█																								
	Construcción de Planta (Area 200, 300, 400, 500 y 600)		█	█	█																						
	Energización de todas las areas			█	█																						
	Protocolos y Pruebas			█	█																						
Operación	Puesta en Operación de las Pozas				█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	
	Puesta en Operación de las Plantas				█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	
Mantenimiento	Se realizará mantenimiento a los equipos	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	
Cierre	Inspección del Area del Proyecto, rehabilitación de areas afectadas y mitigación																							█	█	█	█
Post-Cierre	Acciones, medidas y/o procedimientos de mantenimiento y monitoreo post-cierre.																										█

3.8. Componentes del proyecto

3.8.1. Infraestructura de Servicios

Las obras y servicios de apoyo que formarán parte en la construcción de la planta de salmueras, se detallan a continuación:

- ✓ Servicio de Generación de Energía: 15 Grupos Electrónicos de 200 Kw
- ✓ Servicios de Baños sépticos portátiles de la empresa DISAL: 40 Unid
- ✓ Consumo de agua: El consumo de agua se ceñirá a lo establecido por la Organización Mundial de Salud (OMS), que considera un consumo de 50 l/habitante-día de agua (beber, cocinar, higiene personal y limpieza), el agua será previamente tratada y acondicionada para consumo humano.
- ✓ Consumo de salmuera: Para la conformación de taludes de las pozas de evaporación así como en la construcción de los accesos, conjuntamente con el material de la zona se empleará salmuera como material aglutinante; esta salmuera será la que se obtenga durante las pruebas de bombeo de los 144 pozos de extracción de salmuera para el proyecto.

3.8.2. Vías de Acceso

El acceso al área del proyecto desde la Ciudad de Lima, se realiza siguiendo la ruta Lima – Chiclayo (763 Km.), mediante la carretera Panamericana Norte (Asfaltada), luego se toma la vía Chiclayo – Mórrope (33.5 Km.) para luego seguir la carretera Mórrope – Salmuera (50.0 Km).

Otra alternativa de viaje para llegar al área del proyecto desde Lima es vía aérea (Lima – Chiclayo) tomando el tiempo de 1 hora, para luego seguir el viaje vía terrestre.

A continuación en el siguiente cuadro se muestra las distancias y tiempo que toma el acceso al área del proyecto.

Cuadro N°3. 10 : Distancias de viaje por tierra

Ruta	Km	Tiempo	Estado
Lima – Chiclayo	763.0	13 h 10m	Carretera Panamericana Norte Asfaltada
Chiclayo – Mórrope	33.5	00 h 25 m	Carretera Panamericana Norte Asfaltada

Ruta	Km	Tiempo	Estado
Mórrope – Acceso a Salmuera	50.0	00 h 35 m	Carretera Panamericana Norte Asfaltada
Acceso a Salmuera – Centro del área Cañamac	10.0	00 h 10 m	Afirmada y trocha
Total	856.5	14 h 50 m	--

Fuente: Geoservice S.A.

3.8.3. Descripción del Proceso

Basados en la concentración de la salmuera de Cañamac y disponibilidad de material calcáreo se desarrollaran los siguientes productos:

- ✓ Sulfato de Potasio
- ✓ Sulfato de Magnesio
- ✓ Oxido de Magnesio Cáustico
- ✓ Di Fosfato de Calcio Di Hidratado
- ✓ Bromo.

Salmuera: Es una solución que contiene sales disueltas y que se encuentra retenida en la arena del subsuelo en la zona de CAÑAMAC.

Como las sales disueltas que contiene la salmuera se encuentran en diferentes y pequeñas concentraciones; para lograr las producciones esperadas no solo es necesario disponer de grandes cantidades de salmuera sino también de grandes áreas donde la salmuera (materia prima) deba evaporar el agua contenida en ella, con el fin de incrementar su densidad de 1.16 gr/cc. hasta una densidad de 1.342 gr/cc. Para lo cual es necesario perforar 144 pozos dentro de dos zonas seleccionadas que cubren un área próxima a los 28 km² (2,800 ha), adicionalmente construir pozas de evaporación solar que en su conjunto ocuparán un área cercana a los 20 km² (2,000 ha); finalmente considerando todas las instalaciones y facilidades, el proyecto ocupará un área total de 79.32 km² (7932.37 ha).

Si la salmuera depositada en las pozas de evaporación filtra al sub-suelo, no generará ninguna contaminación en el ecosistema, pero hará antieconómica la operación de extracción de salmuera mediante los pozos tubulares, por este motivo luego de realizar diferente ensayos sobre la calidad de los suelos, se decidió por la aplicación de

geomembranas como cubierta interior en las pozas de evaporación solar para minimizar esta filtración.

La salmuera extraída por bombeo en pozos tubulares es enviada hacia la superficie, en donde será distribuida y almacenada en las primeras pozas con la finalidad de iniciar la evaporación utilizando el calor solar y el viento. Cuando la densidad de la salmuera llega a una densidad de 1.342 gr/cc., es enviada a las últimas pozas de evaporación donde se busca precipiten las sales como: Kainita ($\text{KMgClSO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$), Carnalita ($\text{KMgCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) y Hexa-hidrita ($\text{MgSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) constituyendo lo que se denominan como sales mixtas (en adelante KTMS). Una vez obtenido el KTMS, se separan de la salmuera final y son enviadas al área 200 donde serán procesadas para obtener el Sulfato de Potasio (SOP) y Sulfato de Magnesio ambos fertilizantes.

En forma similar la salmuera final (fase líquida) una vez separada del KTMS, es enviada hacia el Área 300 para ser acondicionada y enviada al Área 600 en donde se le extraerá el Bromo, producto empleado como insumo industrial.

Posteriormente esta salmuera "sin Bromo" será enviada nuevamente al Área 300, antes de ser procesada en el Área 400 para obtener como producto el Oxido de Magnesio Cáustico (empleado como insumo para la fabricación de alimentos balanceados para animales) y el ácido clorhídrico (al 18% de concentración) como producto intermedio.

En el Área 500 se empleará todo el ácido clorhídrico (de 18% de concentración) conjuntamente con roca fosfórica natural y materiales carbonatados, como insumos para producir el Di-Fosfato de Calcio di hidratado, producto empleado también como insumo para la fabricación de alimentos balanceados para animales.

A. Área 100: Extracción y evaporación solar de salmuera

La tarea principal del área 100 es la extracción de la salmuera de Cañamac y su evaporación solar con el fin de cristalizar las sales Tipo Mixto (KTMS) y salmuera rica en magnesio.

La composición de la salmuera representativa se muestra en el cuadro siguiente:

Cuadro N°3. 11 : Composición de la Salmuera

Parámetro		Composición Promedio de la salmuera Perforación K>2.0g/l	Composición Promedio de salmuera Área de extracción
NaCl	[g/l]	182.02	170.58
KCl	[g/l]	6.91	6.60
MgCl ₂	[g/l]	49.72	49.56
MgSO ₄	[g/l]	14.28	14.30
CaSO ₄	[g/l]	2.70	2.81
MgCl ₂ /MgSO ₄	[-]	3.48	3.39

Es importante indicar que para evitar las pérdidas de salmuera por filtración en las pozas de evaporación solar se utilizará geomembrana como revestimiento al interior de las mismas.

El Área 100 está conformada por las siguientes sub-áreas:

- Área 110: Extracción de salmuera mediante pozos tubulares.
- Área 120: Pozas de Evaporación Solar y manejo de salmueras.
- Área 130: Almacenamiento de KTMS y pre-trituración.

Área 110: Extracción de salmuera mediante pozos tubulares:

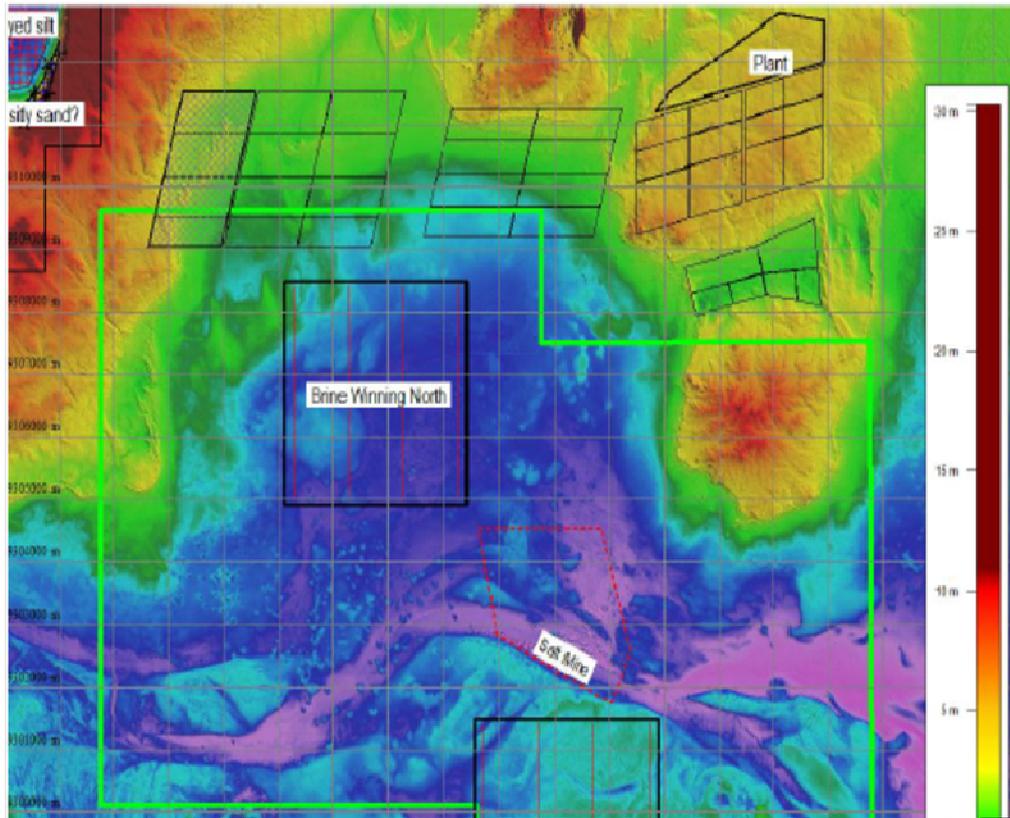
El área de extracción de salmuera se divide en dos campos, habiéndose proyectado instalar en cada uno de estos campos: 04 filas de pozos, con 18 pozos en cada fila, y se ubican en el Reservorio de Cañamac: parte norte: campo 1 y en la parte sur: campo 2. Esta disposición permite el ajuste de la química de la salmuera a un cierto grado (por bombeo de diferentes cantidades de salmuera, con concentraciones diferentes) que conduce a una química de la salmuera más constante a lo largo de los años.

En el Área 110; La salmuera es extraída de su ubicación natural a través de un sistema de bombeo hacia un punto de colección. El sistema de extracción de salmuera debe ser capaz de abastecer unos 3,310 m³/h constantes (26,5 millones de m³/año) de salmuera con el fin de asegurar la producción objetivo.

Las demás áreas del proyecto se ubican en la parte norte del área de concesión del Reservorio de Cañamac; en esta área las pozas de evaporación deberán ser ubicadas con el

fin de evitar un intensivo movimiento de tierras y también para usar la pendiente natural de la topografía del terreno.

Gráfico N°3.4. Zonas de concentración de salmuera en el reservorio de Cañamac



evaporación solar a través de un sistema de tuberías que descarga a una poza de recepción desde donde se distribuye la salmuera por gravedad hacia las pozas de NaCl (16 pozas), de pre KTMS (6 pozas) y KTMS (12 pozas)

La salmuera (fase líquida) remanente luego de la cristalización del cloruro de sodio, es conducida por bombeo hacia el sistema de pozas de evaporación denominadas Pre-KTMS y KTMS, en donde por efecto de la evaporación solar cristalizará una mezcla de sales (sales mixtas) mayormente conformada en proporciones variables por: NaCl "Halita"; $\text{KMgSO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ "kainita"; $\text{MgSO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ "Hexahydrata"; $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ "Epsomita" y $\text{KMgCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ "Carnalita".

A consecuencia de la operación y reciclaje de salmueras desde la planta hacia las pozas de Pre-KTMS y KTMS, se obtendrán tres diferentes calidades de sales mixtas (KTMS), caracterizadas por:

- Sales Mixtas con alto contenido de kainita.
- Sales Mixtas con alto contenido de Carnalita.
- Sales Mixtas con calidad promedio entre los tipo anteriores.

Esta mixtura de sales (KTMS) luego de ser cosechada es transferida en camiones hacia el área 130; la salmuera final con densidad de 1.342 gr/cc de la poza de KTMS es conducida hacia el Área 310 (Planta de Tratamiento de Salmueras).

✓ **Área 130: Almacenamiento de KTMS y pre-trituración:**

El almacenamiento de la KTMS implica separar estas tres calidades de KTMS de acuerdo con su composición; por lo tanto es necesario disponer de diferentes depósitos de KTMS; bajo las consideraciones siguientes:

- Almacenar por separado los tres diferentes tipos de KTMS.
- La capacidad de los depósitos deberá ser suficiente para el tonelaje total anual del tipo respectivo de KTMS.
- La altura de la pila de KTMS en el almacenamiento será de 6 metros
- Épocas de clima de alta humedad y alta temperatura se esperan que causen que algo de agua se condense o "llueva" en la pilas de almacenamiento; como el incremento de humedad incrementa el riesgo de fluidización del cuerpo de sal, se debe

considerar un máximo de 15° de inclinación del talud.

- Se espera una densidad a granel de 0,825 t/m³.
- Cada depósito está rodeado por las vías de acceso de un ancho de 12 m
- El nivel de las superficies de la carretera es de aproximadamente 0,2 m por encima de la superficie de la base de almacenamiento.
- Los caminos se inclinan hacia las áreas de almacenamiento por un ángulo de 5 °

Las áreas de almacenamiento requeridas se muestran a continuación:

Cuadro N°3. 12 : Áreas de Almacenamiento

Tipo de KTMS	Tonelaje Anual	Volumen de Material a granel	Área de almacenaje
	Tm	m ³	m
Alta Kainita	704,659	855,000	440 x 440
Alta Carnalita	384,430	466,000	340 x 340
Tipo Promedio	231,649	281,000	280 x 280

Fuente: SALSUD S.A.

Movimiento de las sales de KTMS:

Con el fin de determinar un método adecuado de transporte de las sales de KTMS, se comparan dos movimientos generales:

Movimiento 1: La materia prima se transporta hacia la zona de almacenamiento mediante camiones basculantes que son cargados por medio de cargadores de ruedas.

Movimiento 2: Cargadores de ruedas transportan directamente la materia prima hasta la zona de trituración.

A continuación, se muestra el cuadro con la combinación de la utilización de los cargadores de ruedas y camiones volquete para el movimiento de materia prima:

Cuadro N°3. 13 : Estimación del método adecuado de manipuleo de KTMS:

Calidad de KTMS	Equipos para Movimiento	Capacidad [t]	Duración		Distancia [m]	Velocidad [km/h]	Tiempo de conducción [h]	Total [h]
			de carga [min]	de descarga [min]				
Alta	Camión de	15	0.122	0.050	1,000	30	0.033	0.205

Calidad de KTMS	Equipos para Movimiento	Capacidad [t]	Duración		Distancia [m]	Velocidad [km/h]	Tiempo de conducción [h]	Total [h]
			de carga [min]	de descarga [min]				
Kainita	volteo + Cargador de ruedas							
Alta Carnalita	Cargador de ruedas	4.1	0.017	0.017	800	18	0.044	0.078
Tipo Promedio	Cargador de ruedas	4.1	0.017	0.017	800	18	0.033	0.067

Fuente: SALSUD S.A.

Cargadores de ruedas se utilizarán exclusivamente en los almacenes de los tipos alta carnalita y calidad promedio.

Como el KTMS cosechado al almacenarlo tiende a generar grumos y bloques durante su almacenamiento, este material debe ser sometido a una pre-trituración hasta un tamaño adecuado (<8 mm) antes de ser enviado al Área 200.

Adicionalmente como el área 200 requiere de una composición constante en las sales mixtas que se le suministren como materia prima a fin de evitar alteraciones grandes y frecuentes en los flujos de materiales dentro de esta área, se debe alimentar una calidad promedio de sales hacia el sistema de trituración. Por lo tanto en ésta Área, además de la zona de almacenamiento y espacio libre para el manipuleo y mezcla de las sales, se considera el espacio necesario para la instalación de un sistema de trituración; cuyos principales equipos son una molino de impacto, fajas transportadoras y mallas que aseguren que el producto final tenga un tamaño menor a 8 mm.

B. Área 200: Planta sulfato de potasio (SOP)

El proceso inicia en el área 210 con la alimentación de 160t/h de sal mixta (KTMS), con un tamaño de grano de 8 mm. El objetivo principal de esta área es la disolución parcial y la conversión de KTMS a una mezcla de halita y kainita. Para lograr la mezcla indicada el fluido se calienta en dos recipientes con agitadores por medio del agua a una temperatura de 35°C. La suspensión resultante debe ser llevada a un tamiz, con el fin de que los granos de halita (más gruesos) se separen de los granos de kainita (finos disueltos). Los granos de halita que fueron separados en el tamiz contienen una mínima cantidad de kainita; por lo

tanto para recuperar la kainita, éstos deben ser molidos para luego ser separados (halita de la kainita) a través del proceso de flotación inversa.

La kainita del área 210 se convierte a Schoenita en el área 220 usando el licor madre proveniente del área 230. En esta Área el licor madre SOP que proviene del área 240 se enfría en una unidad de cristalizadores de enfriamiento (contiene 5 cámaras de vacío) pasando de 48°C a 15°C, con el fin de recuperar la Schoenita secundaria. La salmuera de la Schoenita secundaria es cristalizada a través de flujos consecutivamente en todas las cámaras. De acuerdo con esta secuencia la salmuera fluye en cada cámara (pasa por diferentes temperaturas y presiones). Con el fin de mantener los cristales mezclados. A la salida de la unidad de cristalizadores de enfriamiento se obtiene una suspensión de cristales, la cual es transferida a través de una bomba centrífuga hacia un agitador.

La Schoenita primaria que proviene del área 220 se adiciona a la Schoenita secundaria con el fin de obtener:

- ✓ La conversión de Leonita posiblemente formado en Schoenita pura.
- ✓ La conversión de kainita remanente (en el Schoenita primaria) en pura Schoenita.
- ✓ Lavado y disolución de las sales dobles remanentes (NaCl ó Na-Mg) a Schoenita primaria.

Pasada las dos horas (tiempo de retención) todo el material sólido se ha convertido a Schoenita secundaria. Esto significa que toda la kainita remanente se ha descompuesto, todas las sales de Na se han disuelto y la Leonita ha sido totalmente convertida a Schoenita. La Schoenita secundaria es la materia prima para el área de 240 (cristalización SOP crudo). En el área 240 la Schoenita secundaria se pone en contacto con agua del proceso a una temperatura de 50 °C. Según las condiciones de equilibrio a esa temperatura la mezcla de Schoenita se descompone, mientras que el K_2SO_4 se cristaliza. $MgSO_4$ permanece en solución al añadirle una cantidad suficiente de agua.

Con el fin de establecer la calidad y la eficiencia del proceso de conversión, se debe cumplir los siguientes criterios:

- ✓ La temperatura debe ser ajustada a 48 °C.
- ✓ La concentración de $MgSO_4$ debe ser ajustada a menos de 235 g/1000 g H_2O pero a más de 225 g/1000 g H_2O .

El licor madre caliente procedente de la suspensión formada debe ser separado y bombeado al área 230. El material sólido del SOP después de la separación es transportado al área 250, donde se disuelve a una temperatura de 90 °C con el licor madre insaturado proveniente de un proceso de enfriamiento posterior. El SOP se disuelve mientras que las partículas insolubles (como: arena o yeso) se mantienen como residuos de la disolución y pueden ser retirados. Después de enfriarse a 35 °C se obtienen cristales de SOP, los cuales tienen que ser secados. Los cristales secos del SOP se colocan en el almacén para su posterior transporte y venta (área 260). El 50% del producto final será empacado en sacos de 1 tonelada de capacidad.

El diseño de la planta de SOP, se realiza sobre la base de los siguientes parámetros de calidad para los materiales de entrada; la materia prima más importante para el proceso son las sales mixtas (KTMS), provenientes del proceso de evaporación de salmuera Cañamac cuya composición nominal se muestra a continuación:

Cuadro N°3. 14 : Composición de KTMS

Composición de KTMS				
Componente	Unidad	Nominal	Máximo	Mínimo
CaSO ₄	% wt	0.1	0.5	-----
MgSO ₄	% wt	17.7	30	15
MgCl ₂	% wt	17.5	20	-----
KCl	% wt	16.0	20	10
NaCl	% wt	13.0	25	-----
H ₂ O total	% wt	39	-----	-----
Humedad/ Salmuera	% wt	5	10	-----
Insolubles	% wt	0.47	1	-----

Fuente: SALSUD S.A.

Las sales KTMS deben estar libres de sustancias tóxicas y metales pesados.

El rendimiento en K₂O y la calidad del SOP, principalmente se vinculan con la calidad del KTMS y la salinidad del agua. Por lo tanto se requiere agua pura y las concentraciones de sus componentes individuales no deben exceder los valores indicados a continuación:

Cuadro N°3. 15 : Composición del agua usada para producir SOP

Composición del agua usada para producir SOP		
Componente	Unidad	Valor
Ca ⁺⁺	g/l	0.38
Mg ⁺⁺	g/l	0.1
K ⁺	g/l	0.07
Na ⁺	g/l	2.77
Cl ⁻	g/l	3.84
SO ₄ ⁻	g/l	1.33

Fuente: SALSUD S.A.

El agua es alimentada principalmente a la conversión kainita (KMgClSO₄.3H₂O) llamada sub-área 210, así como a la cristalización SOP sub-área 240, como agua de refrigeración y temporalmente para los propósitos de lavado y enjuague.

El producto final es K₂SO₄ (SOP), que se especifica en la tabla siguiente:

Cuadro N°3. 16 : Especificación del SOP

Especificación del SOP			
Apariencia	Cristales de color blanco o grisáceo claro / amarillo, Polvo fino graneado que fluye libre, soluble en agua		
Propiedades típicas	Parámetro	Unidad	Valor
a.	Humedad máxima	% wt	0.5
b.	Contenido de Potasio (como K ₂ O) mínimo	% wt	50
c.	Total Cloruros (como Cl) máximo	% wt TS	0.5
d.	Hierro, máximo	% wt	0.1
e.	Sodio como NaCl máximo	% wt TS	2.0
f.	Sulfuro (como S) mínimo	% wt	17.5
h.	Tamaño de Grano	-----	Estándar
i.	Forma	-----	Cristalina
j.	Color	-----	Blanco a ligero pardusco

Fuente: SALSUD S.A.

El Cloruro de sodio (NaCl), que ingresa junto a las sales de KTMS al proceso, tiene que ser separado y eliminado del proceso. Esto se realiza en parte mediante tamizado en húmedo (como se describe en la sub-área 210), y en parte por flotación. Un contenido de NaCl de aproximadamente 10% es tolerable y se disuelve en la etapa de conversión de Schoenita ($K_2SO_4 \cdot MgSO_4 \cdot 6H_2O$) sub-área 220 y se descarga con el licor madre de Schoenita hacia la zona de pozas.

Cuadro N°3. 17 : Composición media de licor madre de Schoenita

Composición media de licor madre de Schoenita		
Componente	Unidad	Rango de valor
MgSO ₄	g/1,000 g H ₂ O	175 - 225
MgCl ₂	g/1,000 g H ₂ O	80 - 120
NaCl	g/1,000 g H ₂ O	110 - 135
KCl	g/1,000 g H ₂ O	50
Gravedad específica	g/l	1,300 - 1,310

Fuente: SALSUD S.A.

La concentración de MgCl₂, como resultado de la reacción de conversión de kainita a Schoenita es añadido por el transporte de MgCl₂ en las corrientes de alimentación e influye en el valor de la concentración de MgCl₂ dado anteriormente y que corresponde a la composición nominal de las sales KTMS.

Como la concentración de MgCl₂ del licor madre Schoenita influye en la concentración de equilibrio de KCl y NaCl la compensación se debe hacer cuando se presenten demasiadas altas concentraciones de MgCl₂ mediante el ajuste de la relación entre KTMS y la alimentación de agua en total.

La alimentación de agua en general debería ajustarse con respecto a la concentración de NaCl en la solución final de Schoenita.

El proceso total de producción de sulfato de potasio se subdivide en una serie de etapas de proceso sucesivas, así llamadas sub-áreas.

- Sub Área 210: Separación de Cloruro de Sodio (NaCl).
- Sub Área 220: Conversión de Kainita en Schoenita Primaria.
- Sub Área 230: Enfriamiento y Cristalización de Schoenita Secundaria (de SOP ML)
- Sub Área 240: Cristalización de materia prima SOP.

- Sub Área 250: Refinación de SOP.
- Sub Área 260: Almacenamiento y embarque de Producto.

✓ **Sub Área 210: Separación de Cloruro de Sodio (NaCl):**

Se inicia con la alimentación de 160 t/h de KTMS (material previamente triturado) es sometido a una disolución parcial para convertir el KTMS en una mezcla de Kainita y Halita, pero el objetivo principal es la separación del cloruro de sodio (Halita).

La conversión se lleva a cabo a una temperatura de aproximadamente 35°C en dos recipientes agitados. El parámetro de control principal es la concentración de MgCl₂, que no debe exceder de 400 g de agua MgCl₂/1000g. La suspensión resultante debe ser llevada a un tamiz, que deberá separar una parte de la halita, la idea es que los cristales de halita procedentes de las pozas de evaporación solar al ser más gruesos que la kainita obtenida, se retengan en el tamiz. El rechazo del tamiz (material grueso) debe ser molido a un tamaño de grano adecuado que permita llevar a cabo la separación de NaCl mediante flotación inversa; el reboce de la flotación inversa luego de ser filtrado será purgado hacia las pozas solares (área 100).

La salmuera se utiliza para el lavado del tamiz y para la molienda en húmedo del rechazo del tamiz. El excedente de este líquido tiene que ser bombeado de nuevo a la zona de las pozas de evaporación solar.

✓ **Sub Área 220: Conversión de Kainita en Schoenita Primaria.**

En la sub-área 220, la Kainita se convierte a Schoenita.

Aspecto importante es que la concentración de NaCl debe estar limitada a un máximo de 160g/1,000g de agua, con la finalidad de evitar la formación de sales dobles como la Astrakanita o Bloedita (MgSO₄+Na₂SO₄+H₂O).

La concentración de NaCl puede ser controlada mediante la adición de agua de proceso en la etapa de lixiviación ó mediante el líquido retornado de la conversión de aguas madres SOP, desde la sub área 230.

El Área 220 dispone de dos reactores de lixiviación conectados en serie, la kainita recibida de la Sub-Área 210 se mezcla con el licor madre enfriado SOP proveniente de la sub área 230. La reacción simplificada que se lleva a cabo es la siguiente:



El mineral de kainita se descompone y forma la denominada Schoenita primaria, el cloruro de sodio y magnesio, que se señalan como cloruros, deben disolverse totalmente; el sulfato de potasio y magnesio, que se señalan como sulfatos se disuelven en agua sólo parcialmente, todos los componentes disueltos juntos forman el licor madre de Schoenita.

Con la schoenita primaria, que es una mezcla de Schoenita y algo de Leonita, (llamada Schoenita pobre) constituyen las cantidades mayoritarias, mientras que permanecen minoritariamente la Kainita y NaCl que se mantuvieron accidentalmente sin disolver.

El reboce del tanque de lixiviación fluye por gravedad a un decantador y el flujo inferior del mismo tanque es bombeado hacia una etapa de separación mediante ciclones. El reboce de los ciclones se envía a la decantación mientras que la descarga de los ciclones se envía a la etapa de centrifugación. De la etapa de centrifugación el líquido es derivado a la decantación y el sólido (Schoenita primaria deshidratada) se descarga y se transporta hacia la sub área 230 de enfriamiento y cristalización.

✓ ***Sub Área 230: Enfriamiento y Cristalización de Schoenita Secundaria (de SOP ML)***

En la sub-área 230; el licor madre caliente SOP procedente de la sub área 240, se enfría en una unidad cristalizadora al vacío con cinco etapas de enfriamiento desde los 48°C hasta los 15°C, con el fin de recuperar la Schoenita Secundaria remanente.

La temperatura final de enfriamiento se logra por evaporación del agua a partir del licor madre caliente SOP en las cámaras del cristalizador; como resultado de la disminución de la temperatura, cristaliza la Schoenita y se forman la solución de Schoenita secundaria con el licor madre enfriado de SOP. Esta solución fluye de cámara en cámara por gravedad con el fin de mantener los cristales suficientemente mezclados para así transferirlos.

En las cámaras, por diferentes presiones de vacío, la solución está a diferentes temperaturas, como resultado, la corriente de material está sucesivamente más fría de cámara en cámara debido a la energía de evaporación del vapor; la temperatura baja de aproximadamente +48°C hasta +15°C, en pasos consecutivos de aproximadamente 7°C.

Desde el cristalizador la suspensión Schoenita secundaria, se envía hacia un reactor donde se mezclará con la Schoenita primaria procedente del sub área 220 con la finalidad de lograr los siguientes efectos:

- Conversión de la leonita posiblemente formada, en Schoenita pura.

- La conversión de la kainita (que potencialmente permaneció en la Schoenita primaria) en pura Schoenita.
- Lavado y disolución sales de NaCl ó Na/Mg-dobles que aún pudieran permanecer en la Schoenita primaria.

Después de 2 horas de retención todo el material sólido se habrá convertido a Schoenita; esto significa que toda la kainita restante se ha descompuesto, todas las sales de Na se han disuelto y la Leonita ha sido totalmente convertida a Schoenita.

Desde este reactor la suspensión mezclada es enviada hacia hidrociclones, el reboce de los hidrociclones es descargado hacia un recipiente de agitación mientras que la descarga de los hidrociclones alimentan las centrífugas; el filtrado de la centrífugas fluye también hacia el recipiente de agitación y por otro lado los sólidos separados en la centrífuga son descargados por fajas de transporte hacia la sub-área 240.

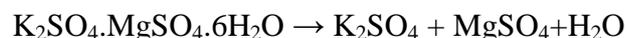
Desde el tanque de agitación la mezcla de filtrados ó licor madre refrigerado de SOP es enviado a la sub área 220 (conversión de Schoenita).

Los vapores captados se condensan en los condensadores de mezcla, los eyectores de vapor conectados a una bomba de vacío comprimen los gases inertes a presión atmosférica antes de emitirlos a la atmósfera.

Como agentes de refrigeración en los dos primeros pasos del cristalizador se utiliza agua de refrigeración (27°C) y en los últimos tres pasos se usa agua fría (10°C).

✓ ***Sub Área 240: Cristalización de materia prima SOP.***

En esta sub área, la reacción simplificada que se lleva a cabo es la siguiente:



En la sub-área 240 la Schoenita se pone en contacto con el agua de proceso a una temperatura de +48°C; de acuerdo con las condiciones de equilibrio a esta temperatura y la relación de masa general de agua y Schoenita (aproximadamente 1,1 : 1,0), la mezcla se descompone; mientras que el K₂SO₄ cristaliza, el MgSO₄ permanece en solución en cuanto se añada la cantidad suficiente de agua.

Con el fin de establecer tan alto como sea posible la calidad y la eficiencia del proceso de conversión, se deben cumplir con los siguientes criterios:

- La temperatura tiene que ser ajustada con precisión a +48°C
- La concentración $MgSO_4$ tiene que ser ajustada a menos de 235 g/1000g H_2O pero mayor que 225 g/1000g H_2O .

El $MgSO_4$ se disuelve totalmente mientras que el K_2SO_4 cristaliza parcialmente bajo estas condiciones; los parámetros de proceso mencionados han sido elegidos para establecer una elevada relación de K_2SO_4 cristalizado; es absolutamente necesario debido a la pureza requerida del producto final, que todo el $MgSO_4$ se transfiera a la solución.

La descomposición de Schoenita con agua caliente tiene lugar en un reactor de SOP, el flujo inferior del reactor de SOP se bombea a hidrociclones, el reboce del reactor de SOP fluye por gravedad hacia un sedimentador de SOP. El reboce del sedimentador desemboca en un recipiente para almacenamiento provisional antes de ser bombeado desde allí al proceso de la Sub-Área 230 como licor madre caliente de SOP.

Los sólidos obtenidos en el sedimentador se retornan al reactor SOP por medio de las bombas de lodos. Las corrientes de reboce de los hidrociclones fluyen por gravedad al sedimentador, las descargas de los hidrociclones son enviadas hacia centrifugas con la finalidad eliminar el líquido que acompaña al sólido, el filtrado de estas centrifugas desembocan en el sedimentador SOP. El SOP bruto centrifugado es transportado a la siguiente sub área 250.

✓ **Sub Área 250: Refinación de SOP (Sulfato de Potasio).**

Un cierto contenido de partículas insolubles en el SOP bruto no se puede separar con seguridad, estas partículas vienen con las cosechas de las pozas de evaporación solar. La remoción de estas partículas ha sido concebida mediante la aplicación de:

- a) Una etapa de lixiviación en caliente,
- b) Una primera etapa de decantación,
- c) Una etapa de filtración para las partículas insolubles.

La obtención del sulfato de potasio (SOP) refinado, mediante:

- d) Una etapa de cristalización del líquido filtrado por un proceso de enfriamiento en seis pasos.
- e) Una segunda etapa de decantación.

f) Finalmente una etapa de secado del sulfato de potasio (SOP) así refinado.

Para la lixiviación (a) en un reactor se alimentan con el SOP bruto (proveniente de la sub-área 240), un licor madre calentado de SOP (reciclado de la sub-área 250), un poco de agua y polvo (proveniente del filtro de aire del secador de SOP - sub-área 250); la temperatura de disolución se debe ajustar a un rango entre 90°C y 95°C el SOP (soluble) se disuelve y las partículas insolubles permanecen como residuos y se pueden separar en una etapa de decantación (b), seguida de una etapa de filtración (c), mientras que de la solución filtrada caliente se obtendrá el sulfato de potasio (SOP) refinado.

Para este fin la solución filtrada se bombea a una planta de refrigeración de seis etapas con evaporadores (d), todos los evaporadores están equipados con bombas de circulación (tipo hélice), captadores de niebla (demisters), conductos de ventilación de vapor y condensadores.

El vapor generado en las tres primeras etapas (d) es enfriado con licor madre frío proveniente del reboce de una etapa de sedimentación (e) para la suspensión de SOP (+/- 35°C).

Durante su paso por los intercambiadores de calor de estas tres primeras etapas, el licor madre SOP será pre-calentado en forma progresiva hasta aproximadamente los 70°C y alcanzará la temperatura de disolución de aproximadamente 95°C en un cuarto intercambiador de calor con vapor, previo a su ingreso al tanque de lixiviación de SOP bruto centrifugado (a).

Los vapores de las tres últimas etapas de evaporación (d) son condensados con agua de refrigeración en un condensador de tres cámaras de mezcla. Los gases inertes se descargan al medio ambiente con el soporte de eyectores de vapor, un condensador auxiliar y la bomba de anillo de agua (vacío).

La suspensión de cristales y licor madre frío luego de esta cristalización en seis etapas, se bombea hacia la segunda etapa de decantación (e), el reboce de este sedimentador se mezcla con un poco de agua de proceso y se calienta gradualmente como se indicó anteriormente para ingresarlo como medio lixivante en la etapa de lixiviación (a).

La suspensión que se descarga de esta segunda etapa de decantación se bombea a un hidrociclón y la descarga de este se deriva a una centrífuga, el reboce del ciclón y el filtrado de la centrífuga se reciben en un recipiente desde el cual se bombean de retorno a

la etapa de sedimentación de SOP refinado (e).

La descarga de la centrifuga es recibida en una faja transportadora que alimenta un secador de lecho fluidizado (135°C - 165°C máx.), para terminar de secar el sulfato de potasio (SOP) que luego será enviado a la sub zona 260 de embalaje y despacho.

El aire caliente que genera el secador de lecho fluidizado (mezcla de aire, vapor y cristales finos de SOP) es enviado a filtro de polvos, el polvo recogido en este filtro es recirculado hacia la etapa de lixiviación (a) de SOP bruto, mientras el aire caliente es expulsado al ambiente.

✓ ***Sub Área 260: Almacenamiento y embarque de producto.***

Se planea un almacenamiento con una capacidad equivalente a un mes de producción, la unidad de embalaje está diseñada para 50,000 t de producto final por año en bolsas de 1 t. (capacidad para 8,500 m³ de sales)

El SOP seco puede ser transportado directamente a silos para su despacho y opcionalmente en forma directa hacia la nave de almacenamiento.

El SOP almacenado puede ser recuperado de nave de almacenamiento hacia los silos empleando una pala cargadora, una trituradora de trozos, un elevador de cangilones y un transportador de tornillo.

El área de almacenamiento de producto, deberá tener un ancho de +/- 32 m y una longitud de aproximadamente 80 m, que incluyan una zona de 10 m para recuperar la sal.

C. Área 300: Planta de tratamiento de la salmuera

La tarea vital y general de la planta es el tratamiento de la salmuera, antes de su proceso en la planta de bromo (Área 600) y antes del proceso en la planta de MgO (Área 400), Otra tarea del sistema es adaptar esta salmuera a los requisitos del Área 400. Debido a los cambios que se dan en la composición de la salmuera dentro de las pozas de evaporación. Se obtiene un amargo con una alta concentración de MgSO₄, el cual debe ser tratado en el área 310 por enfriamiento y cristalización para eliminar el sulfato de magnesio (epsomita) antes de ingresar al área 600. El segundo y último objetivo es tratar la salmuera para concentrarla y de sulfatarla, de esa manera al estar expuesta a la energía solar precipitará el yeso y el líquido ingresa el área 400.

Estos incluyen la concentración y de-sulfatización de la salmuera por evaporación y la

precipitación de yeso; en este contexto, sólo se tratará la cantidad de salmuera necesaria para la planta de MgO.

El proceso total de tratamiento de salmuera se subdivide en las siguientes sub-áreas:

- Sub-Área 310: Eliminación de sulfato de magnesio/Cristalización por enfriamiento
- Sub-Área 320: Mejora de la salmuera de $MgCl_2$ por evaporación
- Sub-Área 330: Desulfurización

El proceso de de-bromación de la salmuera por la adición de gas de cloro y de bromo presionado por vapor en una columna se lleva a cabo a la temperatura de ebullición.

En estas condiciones la alta Concentración de sulfato de magnesio de más de 65 a 70 gramos por litro, respectivamente $MgSO_4$ (más de 80g $MgSO_4/1000g H_2O$) no es estable debido a que el componente $MgSO_4$ tiene una solubilidad inversa. Eso significa que a temperaturas más altas la salmuera se sobresatura en $MgSO_4$ y la salmuera cristaliza mayormente en los intercambiadores de calor o en la propia torre de de-bromación, las costras cristalinas contienen Kieserita ($MgSO_4 \cdot 1.25H_2O$) y bloquean el equipo; por lo tanto, es necesario prevenir esta cristalización y la incrustación, mediante una fuerte dilución de la salmuera antes de su introducción en el proceso de de-bromación.

Esta dilución con agua impide la tendencia a las incrustaciones, pero disminuye la concentración de bromo y el agua añadida debe ser eliminada con una mayor evaporación de la salmuera ($MgCl_2$) de-bromada, antes de que el $MgCl_2$ sea sometido a un proceso de hidro-pirólisis en el Área 400.

Este procedimiento de enfriamiento se utiliza para disminuir la gran solubilidad de la epsomita ($MgSO_4 \cdot 7H_2O$) mediante temperaturas bajas; con el enfriamiento de la salmuera después de la evaporación solar y antes ocurrir la de-bromación (de entre 25 y 30°C aproximadamente a los 10°C), la salmuera se sobresatura en epsomita $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ que cristaliza a esta temperatura.

Después de agitar la salmuera enfriada previamente y de filtrar la epsomita cristalizada, la concentración de $MgSO_4$ se reduce a aproximadamente 30 g/l de $MgSO_4$.

✓ ***Sub-Área 310: Eliminación de sulfato de magnesio (Cristalización/ Enfriamiento)***

El sulfato de magnesio (epsomita), que perturba la planta Bromo es precipitado mediante una cristalización por enfriamiento y separado por medio de una filtración.

Este proceso comienza con la salmuera con alto contenido de magnesio (agua madre - amargos) obtenida al final de la sub-área 120.

El proceso de enfriamiento se realiza en dos etapas:

- Con temperaturas de salida de 20 ° C en el primer paso.
- Con temperaturas de salida de 10 ° C en el segundo paso.

Etapas de enfriamiento 1: se enfría con salmuera de MgCl₂ frío a 10°C y en la Etapa de enfriamiento 2: se enfría con salmuera enfriada en una unidad de enfriamiento (-3 ° C).

Para la eliminación de la epsomita cristalizada (MgSO₄•7H₂O) de la fase líquida fría, la suspensión fina es espesada previamente por una batería de hidro-ciclones y deshidratada por una centrífuga. Los cristales finos de epsomita presentes en el rebose de los hidro-ciclones, son eliminados en filtros prensa antes de que se vuelve a calentar el líquido.

En particular, el proceso en la sub-área 310 se puede describir de la siguiente manera: El agua madre de la sub-área 120 se bombea a un recipiente de agua madre desde el cual es bombeado de nuevo al recipiente agitado de enfriamiento epsomita; una adición de agua de proceso es necesaria para evitar la cristalización de otras sales. Este recipiente con un volumen de trabajo de aproximadamente 350 m³ dispone de un sistema de agitación, la salmuera recibida es conducida hacia un circuito de externo, para este fin la suspensión fina de cristales de epsomita contenidos en la salmuera, son evacuados por una salida cercana a la parte inferior del recipiente mediante una bomba de hélice, la suspensión pasa por un intercambiador de calor (lado de tubos) y retorna al recipiente; el intercambiador de calor es enfriado por el retorno de (MgCl₂) salmuera fría con aproximadamente 10°C (lado carcasa). La alta velocidad necesaria de los dos líquidos (en ambos lados del intercambiador) son generados por bombas de hélice, con la finalidad de evitar incrustaciones. La salmuera (MgCl₂) recalentada (lado carcasa) fluye a un recipiente colector desde donde se bombea fuera al área 600 (poza de licor madre) utilizando una bomba centrífuga; La diferencia de temperaturas entre la entrada y salida (lado de tubos) en el intercambiador de calor es pequeña y no más de 2°C.

La suspensión fina de cristales de epsomita contenidos en la salmuera enfriada (20°C) es evacuada del recipiente por una salida cercana a la parte inferior (posición opuesta a la anterior), mediante una bomba centrífuga a un segundo recipiente con agitación para una segunda etapa de enfriamiento, la velocidad de flujo de la corriente de líquido es

equilibrada y normalmente, el reboce de este segundo recipiente es cero o muy pequeño.

Esta segunda unidad de refrigeración con un volumen de trabajo de aproximadamente 350 m³ dispone también de un sistema de agitación

La salmuera ingresada es conducida hacia un circuito externo, para este fin la suspensión fina de cristales de epsomita contenidos en la salmuera, son evacuados por una salida cercana a la parte inferior del recipiente mediante una bomba de hélice, la suspensión pasa por un intercambiador de calor (lado de tubos) y retorna al recipiente; el intercambiador de calor en este caso es enfriado por el retorno de una salmuera enfriada con aproximadamente -3°C (lado carcasa). El agente de refrigeración para el proceso de enfriamiento es una salmuera de enfriamiento, procedente de una unidad enfriadora (chiller unit); la alta velocidad necesaria de los dos líquidos (en ambos lados del intercambiador) son generados por bombas de hélice, con la finalidad de evitar incrustaciones. La salmuera de enfriamiento calentada, es retornada a la unidad de enfriamiento externa.

La suspensión fina de cristales de epsomita contenidos en la salmuera enfriada (10°C) es evacuada del recipiente por una salida cercana a la parte inferior (posición opuesta a la anterior), mediante una bomba centrífuga a un segundo recipiente colector, para ser alimentada a una batería de hidro-ciclones, donde se busca separar los cristales de la fase líquida mediante un centrifugado de alta potencia, la suspensión de cristales se espesa y se descarga de la batería de hidro-ciclones hacia una centrífuga.

El rebose del ciclón y el filtrado de la centrífuga no son claros y contienen cristales finos, por lo que son colectados en un recipiente para luego ser enviados a un filtro prensa, donde se limpia la salmuera enfriada de estos cristales para luego ser retornada desde un recipiente colector al intercambiador de calor (lado carcasa) de la primera etapa de enfriamiento antes de ser conducida al área 600.

La torta de filtro de esta centrífuga juntos con la torta del filtro prensa son epsomita húmeda, la cantidad a obtener es aproximadamente de 10 t/h, esta epsomita puede ser alimentada a la zona 200, para ese propósito la Epsomita húmeda se disuelven en agua de proceso en un recipiente con agitación, de esta forma la salmuera de Epson puede ser bombeada ya sea al área 200 o a la sub-área 780 (para su retiro ordenado), la ventaja es que la cantidad de agua en la zona 200 se puede reducir.

✓ **Sub-Área 320: Acondicionamiento de la salmuera ($MgCl_2$) por evaporación**

Esta sub-área se inicia con la recepción de la salmuera sin bromo, enviada desde la zona 600, sub-área 650, que llega a un recipiente colector en ésta sub-área.

A partir de este recipiente la salmuera de $MgCl_2$ se bombea para su calentamiento a través de un intercambiador de calor de placas. El agente de calentamiento es agua, calentada a partir del calor residual en el Área 400 y si no pueden utilizarse las reservas de calor residual, se utilizan los condensados calientes de vapor; este calentamiento mediante condensado puede disminuir el consumo de vapor en la planta de evaporación.

La salmuera calentada a una temperatura de salida de aproximadamente $85^{\circ}C$ entra en el primer evaporador.

El procedimiento de evaporación es un proceso de flujo directo en dos pasos:

El primer paso de evaporación contiene de un recipiente evaporador, una bomba de circulación (hélice) conectada a la parte inferior y un intercambiador de calor de tubos, calentado por vapor, conectados por tuberías para líquido y/o vapor. El vapor de agua con una presión de aproximadamente 3 bar, condensa en el intercambiador de calor en el lado de la carcasa, parte exterior de los tubos; el vapor condensado se recoge en un recipiente colector y se bombea de nuevo a la sub-área 710.

En el primer paso de evaporación nada de sal cristaliza y un elevado ratio de intercambio de calor puede ser alcanzado; el agua evaporada de la primera etapa (aproximadamente a una temperatura de ebullición de $104^{\circ}C$) se condensa por la presión más baja en el intercambiador de calor de tubos del segundo paso de evaporación.

Esta segunda etapa es similar a la primera etapa y consiste de un recipiente evaporador, una bomba de circulación conectada a parte inferior (de hélice) y un intercambiador de calor de tubos, calentado los vahos condensados del primer paso que circulan por la carcasa.

La segunda etapa de evaporación opera por medio de vacío y el caudal de la suspensión de Carnalita de la primera etapa fluye libremente a la segunda etapa, sin ser impulsado por una bomba, solo por el equilibrio de presiones manejado por una válvula.

La temperatura en el interior del recipiente evaporador (aproximadamente $58^{\circ}C$), está determinado por el vacío e influenciado por la temperatura de los vahos condensados del

primer paso que circulan por la carcasa del intercambiador de calor y que se recogen en un recipiente colector y se bombean a la sub-área 720.

La concentración de sales en la segunda etapa de evaporación está total o casi sobre el punto de saturación; esto significa que las sales (NaCl ó carnalita) pueden cristalizar, entonces la corriente de salida de la suspensión del segundo recipiente de evaporación está regulada por una bomba que la conduce a un recipiente de enfriamiento con agitación.

Los vapores de la segunda etapa de evaporación, se condensan en un condensador directo ó condensador de mezcla que utiliza agua de refrigeración; el vacío es generado por un eyector de vapor, un condensador auxiliar y un compresor de pistón líquido; en el condensador auxiliar se condensa una pequeña cantidad de vapor del condensador de mezcla y el vapor de agua removido del eyector con el agua de refrigeración también.

La descarga del condensador de mezcla y del condensador auxiliar, es recogida en un recipiente, desde donde es bombeado hacia la sub-zona 710.

El enfriamiento de la suspensión de carnalita de la segunda etapa de evaporación se lleva a cabo desde una temperatura aproximada de 58°C hasta los 30°C en el recipiente agitado de enfriamiento, que se encuentra conectado a un intercambiador de calor externo, el enfriamiento es llevado a cabo utilizando una salmuera fría (-3°C) proveniente de una unidad de refrigeración externa conectada a una bomba de circulación (de hélice), la diferencia entre las temperaturas de entrada y salida del intercambiador de calor es pequeña y no más de 2°C; similares a la cristalización por enfriamiento en la sub-área 310, una velocidad alta en los tubos del intercambiador de calor es necesaria para evitar incrustaciones, la salmuera de refrigeración calentada fluye de nuevo a la sub-área 720.

En esta etapa de enfriamiento la cristalización de las sales, especialmente la Carnalita se ha completado.

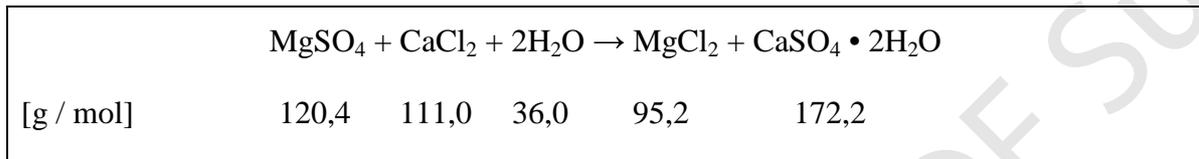
El rebose del recipiente de enfriamiento descarga a un recipiente colector con agitación desde donde la suspensión de carnalita es bombeada a un filtro prensa para la separación de los cristales, la torta de sales húmedas de carnalita es recibida en un recipiente con agitación donde se mezclará con agua de proceso, que será denominada como salmuera de carnalita y que será bombeada al área 200.

El filtrado obtenido en el filtro prensa es colectado en un recipiente desde donde será bombeado directamente al reactor de de-ulfatisación en el sub-área 330.

✓ **Sub-Área 330: Desulfurización**

Este proceso es necesario para la eliminación definitiva del sulfato del magnesio, aumentando el cloruro de magnesio después de la sub-área 320.

La eliminación del sulfato se lleva a cabo mediante la precipitación de sulfato de calcio de acuerdo con la siguiente ecuación:



Mediante la adición de una cantidad equivalente de cloruro de calcio los iones de sulfato de magnesio disueltos, se forma el sulfato de calcio y una cantidad adicional de cloruro de magnesio.

Un pequeño excedente de iones de calcio es conveniente para deprimir la solubilidad del sulfato de calcio por un exceso de calcio; para una calidad adecuada de cloruro de magnesio líquido para la planta de óxido de magnesio (MgO) el siguiente análisis del cloruro del licor de magnesio debe ser alcanzado:

Cuadro N°3. 18 : Requerimiento de MgCl2 Concentrado para Planta de MgO

Componente	Concentración	
	g/l	g/1000 g H ₂ O
MgClO ₂	410... 430	470... 500
MgSO ₄	0	0
CaSO ₄	< 1.8	< 2
CaCl ₂	< 1.8	< 2
KCl	< 1.8	< 2
NaCl	< 5	< 6
H ₂ O	Aprox. 870	1000

Fuente: SALSUD S.A.

La solución de cloruro de calcio con una concentración aproximada del 20% es recibido de la sub-área 540 en un recipiente colector desde el cual será bombeada al reactor de desulfatización al que ingresa al mismo tiempo que la salmuera de magnesio enviada desde la sub-área 320.

La relación entre salmuera y el cloruro de calcio líquido se calcula por las cantidades de la

ecuación de estequiometría y se regulan por sus respectivas bombas.

El reactor de de-sulfatización, tiene dos cilíndricos concéntricos y fondo plano; en su interior dispone de algunos deflectores para influir en la mezcla de ambos licores y la agitación de la suspensión de cristales.

La suspensión desde la zona inferior del reactor de de-sulfatización es bombeada a un recipiente con agitación previo al filtro prensa, a este recipiente también llega el reboce de una pequeña cantidad de salmuera clarificada del reactor de de-sulfatización, la mezcla agitada es bombeada a un filtro prensa, donde los cristales de yeso se separan por la presión de filtración de la salmuera clara.

Esta salmuera de cloruro de magnesio ($MgCl_2$) ya de-sulfatizada se recoge en un recipiente para el filtrado y es bombeada a la sub-área 410; mientras que el yeso húmedo (torta del filtro prensa) es recepcionado en otro recipiente donde será mezclado con agua de proceso para después ser bombeado a la sub-área 780, el yeso precipitado será considerado como residuo.

D. Área 400: Planta de ácido clorhídrico y óxido de magnesio

El licor concentrado de $MgCl_2$ proveniente del área 300¹ es trasladado al área de 400 (MgO) para la recuperación de MgO y HCl a través de la descomposición térmica del $MgCl_2$. Para llevar a cabo esta etapa del proceso, se purifica el licor con el fin de minimizar la concentración de sulfato y boro en el producto MgO . Para este propósito una pequeña cantidad de lechada de cal procedente del área de servicios (conchuela) se adiciona para reaccionar con el HCl con el fin de formar una solución de $CaCl_2$. Esta solución se utiliza para precipitar el contenido sulfato en forma de sulfato de calcio. Para eliminar el boro de la salmuera desulfurizada pasa por un intercambiador iónico (resina). Para su regeneración (resina) se aplica una mezcla de HCl , agua e hidróxido de sodio. De la regeneración se obtiene una solución (mezcla de ácido clorhídrico, $NaCl$, $MgCl_2$ y borato), la cual es enviada al área de servicios para posteriormente ser dirigida a la poza de almacenamiento para su posterior reuso.

Para llevar a cabo la pirolisis de $MgCl_2$ deben ser eliminados de la salmuera los sulfatos y

¹ Área 300: Tiene por objetivo concentrar la salmuera evaporando el agua contenida, antes de ingresar al área 400.

boratos. La salmuera concentrada es roseada en un calcinador, donde el contenido de $MgCl_2$ se descompone en MgO y HCl a una temperatura de $750^{\circ}C$. El MgO crudo resultante es llevado a una unidad de lavado, a una unidad de hidratación para su posterior calcinación y obtener la óxido de magnesio caustico (MgO). Una parte MgO se empaqa, mientras que la otra parte pasa hacia una unidad de fabricación de briquetas, acto seguido pasa a un horno de sinterización para obtener óxido de magnesio sinterizado, el cual es empacado.

El gas caliente resultante de la pirolisis es guiado hacia una columna de absorción con el fin de eliminar el contenido de HCl por medio de agua. Esta solución tiene una concentración de HCl al 18%. Como el HCl es necesario para la producción de MgO una pequeña cantidad de éste recircula directamente dentro de la misma área. La mayor parte se transporta a las áreas 500 (Dical) y 600 (Bromo).

Comprende todos los procesos y equipos, necesarios para producir ácido clorhídrico y productos de Magnesio a partir de la salmuera ($MgCl_2$).

El proceso total de producción de HCl/MgO , se divide en las siguientes sub-áreas:

- Sub-Área 410: De-Boronación de la salmuera suministrada.
- Sub-Área 420: Piro-hidrólisis de la salmuera de Cloruro de magnesio.
- Sub-Área 430: Producción de ácido clorhídrico.
- Sub-Área 440: Lavado/hidratación del MgO .
- Sub-Área 450: Secado de la torta de filtro de $Mg(OH)_2$.
- Sub-Área 460: Almacenamiento y Embarque del $Mg(OH)_2$ seco en polvo.
- Sub-Área 470: Calcinación de la torta de filtro a $Mg(OH)_2$ seco en polvo.
- Sub-Área 480: Almacenamiento y Embarque del Óxido de magnesio (CCM).

Las sub-áreas 420, 430 y 440 se dividen en dos líneas paralelas, el motivo de la división en dos líneas es la capacidad de los reactores de piro-hidrólisis; el tamaño de dicho reactor (diseñado por línea en este proyecto), es el de mayor tamaño de este tipo de equipos que jamás se haya construido y utilizado en una operación exitosa; no se considera prudente y factible hacerlo más grande. Las secciones del proceso, siguiendo directamente el diseño de los reactores de piro-hidrólisis también están dispuestas en dos líneas paralelas (sub-

áreas de 420 y 430), ambas líneas son totalmente idénticas y tienen la misma capacidad.

Los flujos de materiales de ambas líneas se fusionan en la parte del secado y/o calcinación (sub-áreas 450 y 470), en dependencia de la relación deseada entre la producción de $Mg(OH)_2$ y/o MgO , a continuación se describen las sub-áreas:

✓ **Sub-Área 410: De-Boronación.**

La salmuera natural contiene una cierta cantidad de boro, debido a que el boro no cristaliza durante los pasos del proceso, el contenido de boro aumenta sucesivamente y alcanza finalmente una cantidad que puede perturbar algunas de las aplicaciones de los productos de magnesio, especialmente cuando se utilizan para propósitos refractarios.

En la actualidad la planta deberá producir hidróxido de magnesio y/o óxido de magnesio, en la calidad de los alimentos animales y en grado químico; para estas aplicaciones el boro no sería un problema, sin embargo la sub-área 410 está incluida en la ingeniería aunque probablemente no entre en funcionamiento; pero en cualquier caso, es posible utilizar la de-boronación si es necesario.

La eliminación del boro se lleva a cabo utilizando una resina de intercambio iónico selectiva para el boro, la resina es capaz de reducir el contenido de boro a menos de 10 mg/l; la carga máxima de boro para la resina es de 5,7 g/l, pero basada en la experiencia propia para los cálculos se consideró una carga máxima de 3 g/l; la salmuera de alimentación (sub-área 330) contiene aproximadamente 0,23 gramos de boro por litro y el caudal nominal es de 51,9 m³/h; para asegurar un contenido de boro de <15 mg/l en la salmuera purificada la cantidad de boro total de 44,3 kg/h se tiene que eliminar, cuando se alcanza la carga máxima de la resina esta debe ser regenerada, el procedimiento de regeneración incluye los pasos de:

- La descarga de la salmuera de la columna mediante aire comprimido
- El enjuague posterior con agua desmineralizada
- Regeneración de la resina con HCl (10%)
- Descarga del ácido y lavar la resina con agua desmineralizada
- Descarga de agua de la columna

Todo el procedimiento de regeneración consume un período de tiempo de 3 horas; estas cifras se utilizaron para el diseño de la planta De-Boronación.

La salmuera de-sulfatada en la sub-área 330, es bombeada hacia la sub-área 410 y alimentada directamente a una de las tres columnas de intercambio iónico en un volumen de flujo constante. La cantidad suministrada de salmuera se mide, informa y es controlada por un medidor de flujo.

Hay tres columnas instaladas en paralelo; las columnas son recipientes cilíndricos con tapas esféricas en su parte inferior y superior, cada columna tiene un diámetro de 2.700 mm y una altura de 5000 mm (parte cilíndrica), las columnas se llenarán con 15,000 litros de resina.

Una de las columnas estará en funcionamiento, otra estará lista para el funcionamiento y una tercera estará en regeneración; la tubería está instalada de manera que la salmuera cruda pueda ser alimentada a cada una de las tres columnas, la circulación de la salmuera en la columna es de abajo hacia arriba, de manera que la salmuera purificada a la salida pueda ser llevada a un recipiente de almacenamiento desde donde podrá ser evacuada a las dos líneas de piro-hidrólisis (sub-área 420).

Debido a la limitada capacidad de absorción de la resina, después de un cierto tiempo de operación debe ser regenerada de acuerdo con el procedimiento, mencionado anteriormente, la tubería requerida para el agua de enjuagado y ácido clorhídrico (HCl) están instaladas en forma fija en cada columna, así como también las bombas necesarias; de vez en cuando la resina debe ser sacada de la columna y lavada de cualquier suciedad (materias insolubles); para ello está instalado un recipiente de lavado; el agua usada en el lavado y el gasto de solución de HCl, tienen que ser reunidos y enviados hasta la planta de tratamiento de agua (área 700, sub-área 780), de acuerdo a los fluidos manejados ($MgCl_2$ -solución, solución de HCl, y el agua desmineralizada) toda la planta De-Boronación está expuesta a una fuerte corrosión; el piso de la zona de arreglo de los recipientes es a prueba de ácido y con una inclinación hacia un sumidero desde donde los líquidos derramados son bombeados a la planta de tratamiento de aguas, el equipamiento es a prueba de ácido pintado por fuera y revestido de goma en el interior.

✓ ***Sub-Área 420: Piro-hidrólisis del cloruro de magnesio***

La sub-área 420 está diseñada y constituida por dos líneas paralelas, ambas líneas están idénticamente construidas y en su operación es idéntica, para ambas líneas que pueden funcionar por separado una de otra.

La salmuera purificada desde su tanque de almacenamiento (sub-área 410), se alimenta por bomba a la base de un separador de gotas y desde allí por medio de una bomba de circulación al lavador venturi; hay 200 m³/h de salmuera en circulación entre el lavador venturi y el separador de gotas; en contacto con los gases de escape calientes del reactor de pirolisis (450 ° C) la salmuera se calienta desde 25°C hasta aproximadamente los 130°C al interior del lavador venturi, las gotas de salmuera y las partículas de polvo de los gases de escape se condensan con la circulación de la salmuera, que se concentra con la evaporación del agua. Al mismo tiempo, los gases calientes se enfrían hasta 130°C, la evaporación del agua de la salmuera permite aumentar la concentración del MgCl₂ hasta los 530 g/l.

A partir de la circulación de salmuera entre el separador de gotas y un lavador venturi, se transfiere una parte (26 m³/h) como alimentación al reactor de tostación por pulverización (Piro-hidrolisis), esta alimentación se mantiene constante con la bomba de salmuera concentrada ubicada entre el lavador de gotas y el horno de tostación, a través de los filtros de salmuera concentrada y las cuatro boquillas de pulverización; el caudal total se divide en cuatro partes, una para cada boquilla. La bomba de salmuera concentrada mantiene la presión necesaria (aproximadamente 5 bares) para asegurar un caudal de pulverización de pequeñas gotas en el tostador (parte superior interna del tostador), como gotas nebulizadas finas, para que se lleve a cabo la descomposición térmica (piro-hidrólisis de MgCl₂ con agua).

El reactor de tostación por pulverización, como parte principal de esta etapa del proceso, es una torre cilíndrica con una carcasa de acero y revestida de ladrillo refractario; el reactor se activa con gas natural, seis quemadores están dispuestos tangencialmente en la circunferencia inferior del reactor, los gases de combustión forman una corriente tangencial hacia arriba hasta la parte superior del reactor, la velocidad de transmisión de estos gases está relacionada con el diámetro y la altura del reactor.

Las gotitas de salmuera atomizada son capturadas por esta corriente de gases calientes y se mezclan intensamente con la atmósfera en el horno, cayendo a través de los gases calientes, la evaporación se lleva a cabo en la superficie de las gotitas y se forma una costra de cristales, se forman mas cristales cuando la salmuera de la parte interior se evapora también, escapando los gases desde el interior de las gotitas se rompe la corteza o destruye la forma de las gotitas por completo. La reacción tiene lugar entre los cristales de cloruro y el vapor de agua, pero la estructura típica de esferas huecas parcialmente destruidas se

mantiene.

La temperatura del gas de combustión está entre los 700°C y 800°C aproximadamente en la parte inferior del reactor de tostación por pulverización y disminuye a aproximadamente 450°C en la parte superior, por donde los gases de reacción salen del horno de tostación.

La mayor parte del MgO resultante cae a la parte inferior del reactor y se descarga desde allí por medio de un rastrillo. Un triturador de grumos se instala después de la abertura de descarga del reactor, seguido por un transportador de tornillo.

La corriente de gas sale del horno de tostación a través del conducto de gas a una temperatura de 450°C, las partículas de polvo arrastradas se separan de la corriente de gas en el ciclón (llamado óxido de ciclón) y son retornados mediante una válvula rotativa y un transportador de tornillo a la corriente de material principal (llamado óxido de horno) al interior del horno.

Todas las partículas de polvo que pasan el ciclón con la corriente de gas serán removidas en el lavador Venturi ó en el separador de gotas, estas partículas sólidas de grano fino serán atrapadas con la salmuera de circulación y finalmente recicladas al proceso de pulverización del horno.

Una pequeña cantidad de ácido clorhídrico se añade en el lavador Venturi para disolver el MgO sólido arrastrado en las gotas de aerosol, los aerosoles líquidos en la corriente de gas de escape son separados por el separador de gotas. El licor recogido del depurador venturi se alimenta al separador de gotas. El gas de escape es guiado a la sub-área 430, donde tiene lugar la absorción de HCl.

El reactor de tostación por atomización tiene 21 metros de altura y 12 metros de diámetro, para limitar la altura total del reactor la parte inferior es plana y la descarga de óxido pulverizado se lleva a cabo por medio de un sistema de rastrillo, debido a que puede ser posible que partículas más gruesas se formen en el proceso de piro-hidrólisis o que algunas incrustaciones caigan de las paredes del reactor, el rastrillo alimenta un triturador de grumos; desde allí, el óxido de horno ya triturado es descargado por un alimentador de estrella al transportador de tornillo que suministra el óxido a la sub-área 440.

✓ ***Sub-Área 430: Absorción y producción de ácido clorhídrico (HCl)***

La sub-área 430 está diseñada también en dos líneas paralelas, ambas líneas están idénticamente construidas y su operación es idéntica, la siguiente descripción es también

válida para ambas líneas, las mismas que pueden funcionar por separado una de otra.

El gas caliente del separador de gotas de la sub-área 420 es guiado hasta la columna de absorción de HCl, donde se lava la corriente de gases en contracorriente utilizando un líquido de lavado (mezcla de filtrado del lavado de hidróxido de magnesio de la sub-área 440 y solución de los captadores de gota - demister- del sistema de limpieza de gases).

El flujo de másico de agua de lavado se adapta a la alimentación de gases con el fin de lograr una solución con una concentración de HCl de 18% en peso, el ácido clorhídrico generado se colecta en un recipiente desde el cual se bombea una cierta cantidad a la sub-área 420 (lavador tipo venturi), otra cantidad se destina a la sub-área 430 (regeneración de resina de intercambio iónico) y la mayor parte es enviada a un almacén para su uso posterior.

La corriente de gas es aspirada fuera de la columna de absorción por dos extractores operando en serie, que conducen el gas por dos captadores de niebla (para atrapar pequeñas gotas de HCl), operando también en serie, hacia una torre de lavado alcalina, en esta torre la corriente de gas entra en contacto con la circulación en contra corriente de un líquido de neutralización para eliminar finalmente las trazas de HCl, cloro y bromo.

Para la neutralización se utilizan soluciones acuosas de tiosulfato de sodio, soda cáustica diluidos en salmuera.

✓ ***Sub-Área 440: Lavado e Hidratación de MgO crudo.***

La sub-Área 440 está diseñada en dos líneas paralelas, ambas líneas están idénticamente construidas y operadas. Ambas líneas pueden funcionar por separado una de otra.

El MgO tostado por atomización, que fue producido por piro-hidrólisis del $MgCl_2$ en solución acuosa, por ser producido a partir de una salmuera que contiene algunos cloruros alcalinos, trazas de sulfato de calcio y cloruro de calcio, es portador de cloruros.

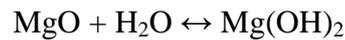
Los cloruros alcalinos, así como cloruros y sulfatos de calcio, no serán descompuestos bajo las condiciones de reacción dadas y son descargados del tostador pulverizados junto con el MgO.

Debido a que la piro-hidrólisis del $MgCl_2$ puede no ser completa, puede haber una cierta cantidad de $MgCl_2$ en el óxido tostado pulverizado también.

El contenido de MgO en el óxido tostado pulverizado es aproximadamente del 92 al 95%

de MgO. Las impurezas son KCl, NaCl, MgCl₂, CaCl₂ y CaSO₄, todos juntos en una cantidad menor a 5%. Todas estas impurezas, excepto CaSO₄ son fácilmente solubles en agua y por eso tienen que ser lavados.

En contacto con el agua el MgO reacciona exotérmicamente produciendo el Mg(OH)₂, según la reacción siguiente:



Esta reacción de hidratación produce otro compuesto químico con otras propiedades químicas, se modifica también la estructura de cristales cúbicos de periclase (MgO) a brucita hexagonal [Mg(OH)₂] que involucra aumento del volumen de la partícula y un aumento de la masa de sólidos.

La primera hidratación es un resultado inevitable del contacto del MgO con el agua necesaria para la purificación, pero que abre posibilidades para un ajuste selectivo de propiedades físicas no sólo para el hidróxido de magnesio, sino además, en interacción con la siguiente calcinación (calina cáustica de óxido de magnesio). Por lo tanto, esta etapa del proceso tiene un significado importante para la calidad química y física del producto.

Debido a que el hidróxido de magnesio puro es uno de los productos deseados, se requiere alcanzar un grado de hidratación de casi el 100%. La velocidad de reacción de hidratación puede ser influenciada por las condiciones de reacción de temperatura, tiempo de residencia, el valor pH y el contenido sólidos. También el contenido que no reaccionó de MgCl₂ influencia en la hidratación.

La hidratación de MgO es un proceso exotérmico y el calor de reacción que se genera es liberado fuera de la reacción de suspensión para evitar la ebullición del líquido. Por otra parte la temperatura deberá mantenerse alrededor de los 90°C para asegurar una velocidad de reacción suficiente.

El MgO tostado por atomización, viene desde la sub-área 420 a un recipiente de pre-hidratación, en este recipiente también se alimenta a el filtrado de lavado, agua desmineralizada y soda cáustica. La relación entre sólidos y líquidos se ajusta de esta manera para que al final del proceso de hidratación la suspensión de Mg(OH)₂ obtenido tenga un contenido de sólidos entre 450 y 500 g/l.

El recipiente de pre-hidratación, es un recipiente atmosférico de construcción vertical, cilíndrica con fondo plano y deflectores en la pared. El recipiente está aislado

térmicamente, su capacidad nominal es de 35 m^3 , el llenado nominal es del 90% por lo que el tiempo de residencia de MgO/lechada de $\text{Mg}(\text{OH})_2$ es de aproximadamente dos horas; todo esto logra un grado de hidratación alrededor del 60%.

Debido al contenido de calor sensible del óxido calcinado por pulverización ($\pm 500^\circ\text{C}$) y las temperaturas del filtrado ($\pm 30^\circ\text{C}$) y agua desmineralizada (27°C) se lograra una temperatura de mezcla de $\pm 67^\circ\text{C}$ en el recipiente de pre-hidratación; durante la reacción se libera más calor (41.25 kJ/mol de MgO); la temperatura de la suspensión se elevaría hasta $\pm 107.4^\circ\text{C}$, la cual es superior a la temperatura de ebullición; por lo tanto, es necesario enfriar la suspensión para mantener su temperatura en los 90°C ; esta refrigeración se realiza externamente en un intercambiador de calor de tubos (de 6 m^2 de área), el agua de refrigeración circula por el lado de la carcasa y la suspensión lo hace en contracorriente por el lado de tubos retornando al recipiente de pre-hidratación. La bomba de circulación y el intercambiador de calor tienen un diseño redundante para aumentar la disponibilidad de la planta; las bombas son adecuadas para el transporte de la suspensión, posibilitando que alrededor de $80 \text{ m}^3/\text{h}$ de suspensión estén en circulación; el flujo de agua de enfriamiento es de aproximadamente $38 \text{ m}^3/\text{h}$ y el aumento de la temperatura es 9°C .

Desde el recipiente de pre-hidratación, la suspensión caliente se transfiere al recipiente de Hidratación-1, por medio de una bomba centrífuga adecuada para el transporte de la suspensión; el recipiente de Hidratación 1, es un recipiente atmosférico de construcción vertical, cilíndrica con fondo plano y deflectores en la pared. El material de construcción es acero al carbono, está aislado térmicamente, su capacidad nominal es de 65 m^3 , el llenado nominal es del 90% por lo que el tiempo de residencia de MgO/lechada de $\text{Mg}(\text{OH})_2$ es de aproximadamente cuatro horas; el tiempo de residencia y la temperatura de reacción de 90°C incrementará el grado de hidratación de 60% hasta alrededor del 90%.

El calor liberado durante hidratación daría lugar a un aumento de la temperatura de 18.7°C ; por otro lado el contenido de MgCl_2 disuelto en la suspensión, se convertirá a $\text{Mg}(\text{OH})_2$ mediante la adición de soda cáustica; esta reacción también libera calor y aumentaría la temperatura de la suspensión en 4°C .

Para mantener la temperatura de la suspensión en el recipiente de Hidratación-1 en los 90°C , es necesario para enfriar la suspensión, lo cual se logra externamente en un intercambiador de calor de tubos (de 6 m^2 de área), el agua de refrigeración circula por el lado de la carcasa y la suspensión lo hace en contracorriente por el lado de tubos

retornando al recipiente de Hidratación-1. La bomba de circulación y el intercambiador de calor tienen un diseño redundante para aumentar la disponibilidad de la planta; las bombas son adecuadas para el transporte de la suspensión, posibilitando que alrededor de 80 m³/h de suspensión estén en circulación; el flujo de agua de enfriamiento es de aproximadamente 42 m³/h y el aumento de su temperatura es de 9°C.

Del recipiente de Hidratación-1, la suspensión caliente se transfiere al recipiente de Hidratación 2, por medio de una bomba centrífuga también adecuada para el transporte de la suspensión; el recipiente de Hidratación 2, es un recipiente atmosférico de construcción vertical, cilíndrica con fondo plano y deflectores en la pared. El material de construcción es acero al carbono, está aislado térmicamente, su capacidad nominal es de 65 m³, el llenado nominal es del 90% por lo que el tiempo de residencia de MgO/lechada de Mg(OH)₂ es de aproximadamente cuatro horas; el tiempo de residencia y la temperatura de reacción de 90°C incrementará el grado de hidratación de 90% hasta alrededor del 100%.

Debido a que también en este recipiente la reacción hidratación continúa (grado de hidratación se incrementa de 90 a 100%) y una cierta cantidad de calor es liberada, pero no es necesario enfriar la suspensión; la temperatura de la suspensión se incrementará a +/- 94°C pero no hay riesgo de exceder el punto de ebullición del líquido.

Desde el recipiente de Hidratación-2, la suspensión caliente se transfiere a un recipiente de almacenamiento por medio de una bomba centrífuga adecuada para este transporte. Este recipiente de almacenamiento atmosférico tiene agitación, es de construcción vertical, cilíndrica, con fondo plano, plano y con deflectores de pared. Su material de construcción es acero al carbono, el recipiente es aislado térmicamente. La capacidad nominal del recipiente es 65m³. El llenado nominal de este recipiente es del 50% para que pueda ser utilizado como almacenamiento de la suspensión. La capacidad total de 65m³ es igual a una retención de la suspensión de aproximadamente 4 horas.

En el recipiente de almacenamiento la suspensión tiene un contenido de sólidos de 500 g/l; los sólidos son casi 100% hidróxido de magnesio.

Para purificar el hidróxido de magnesio de cualquier cloruro alcalino u otras impurezas solubles en la suspensión, se la somete a una etapa de lavado/filtración en dos filtros de tambor operando en serie.

La transferencia de la suspensión desde el recipiente de almacenamiento se lleva a cabo

mediante bombeo; debido a que el equipo de filtración tiene una temperatura máxima de operación de 55°C, la suspensión tiene que ser enfriada. Para enfriar 21.4 toneladas de suspensión de 94°C a 55°C, la energía equivalente a 920 kw tiene que ser disipada. El enfriamiento de la suspensión se lleva a cabo por medio de intercambiador de calor de haz de tubos (redundante) con un área de intercambio de 6 m². Se necesitan 88 m³/h de agua de refrigeración y su incremento de temperatura será de 9°C.

La suspensión enviada por la bomba de transferencia al intercambiador de calor se enfría hasta los 55°C, luego fluye directamente a la canaleta de alimentación del primero filtro de tambor de vacío. Este filtro tiene una superficie de filtración de 40 m² y está equipado con dispositivos de lavado para la torta; el vacío necesario es proporcionado por una bomba de anillo de agua.

El filtrado del primer filtro de tambor (incluido el lavado de la torta), es colectado en el separador de vacío y es descargado al recipiente de filtrado 1; mientras la torta húmeda se descarga en un tanque agitado donde se alimenta agua desmineralizada para formar una nueva pulpa que se alimentará al segundo filtro de tambor; este recipiente agitado tiene una capacidad nominal de 10 m³ y asegura un tiempo de residencia de 30 minutos; desde este la suspensión es bombeada hacia el canal de alimentación del segundo filtro de tambor. Este filtro tiene también una superficie de filtración de 40 m² y está equipado con dispositivos de lavado de torta, el vacío necesario es proporcionado por una bomba de anillo de agua.

El filtrado del segundo filtro de tambor (incluido el lavado de la torta), es colectado en el separador de vacío y también es descargado al recipiente de filtrados 1.

La torta se descarga directamente como torta húmeda a un filtro de presión de trabajo continuo, donde el contenido de humedad de la torta del filtro se reduce aún más mediante la aplicación de alta presión; alcanzando un contenido de humedad de 30% hasta 35% para luego ser conducida por una cinta transportadora para su secado (sub-área 450) y/o calcinación (sub-área 470).

Por otro lado, el filtrado obtenido (incluido el lavado de la torta) colectado en el recipiente de vacío es descargado al recipiente de filtrado 2, de ahí el líquido mezclado se envía de nuevo al recipiente de pre-hidratación por medio de la bomba de filtrado para ser usado en el recipiente de pre-hidratación para la hidratación del óxido de magnesio (MgO).

El filtrado de los filtros de tambor, al ser mezclados en el recipiente de filtrado-1, requieren ser agitados para evitar la sedimentación de los sólidos arrastrados, por este motivo se dispone de un sistema de agitación en este recipiente y de bombas para enviar la mezcla hacia el separador espesante tipo Lamella.

La mezcla de $Mg(OH)_2$ tiene un contenido de sólidos de aproximadamente 200 kg/m^3 y se transfiere de nuevo al recipiente de hidratación 2. El filtrado clarificado del separador espesante se recoge en un recipiente de filtrado de agua y es enviado por medio de la bomba de agua filtrada a la sub-área de absorción de HCl (sub-área 430).

✓ **Sub-Área 450: Secado de la torta de $Mg(OH)_2$**

Según el producto pretendido, dividiendo el área 400 es posible de producir, al lado del HCl para la lixiviación del fosfato, hidróxido de magnesio seco (MDH) y magnesia cáustica calcinada (MCP).

Considerando que la capacidad de diseño para la producción de MCP es 100% de la producción total de MgO, la capacidad para la producción de MDH se limita al 50% de la cantidad de MgO que se produce en el proceso de piro-hidrólisis.

Debido a que la planta está diseñada en dos líneas paralelas es obvio que para asignar equipos de secado a una línea y equipo de calcinación a la otra línea es necesario instalar una interconexión entre la línea de hidróxido de magnesio y la línea de calcinado.

La torta del filtro de presión es llevada por una cinta transportadora desde la sub-área 440 a la sub-área 450 a un tornillo mezclador de paletas, de aquí la torta de filtración se descarga a un segundo tornillo mezclador de paletas conjuntamente que una porción de polvo de hidróxido de magnesio seco reciclado.

El equipo de secado, es un secador de tipo forzado, durante el funcionamiento normal de la planta, (es decir que el secado de MDH está en funcionamiento, así como la producción de MCP); como medio de calentamiento se utilizará el gas de escape caliente del horno de calcinación. En la eventualidad que sólo funcionara el secado y no la calcinación, se ha previsto un sistema de calefacción separado para el secado; este sistema de calefacción funcionará con gas natural.

La mezcla de la torta mojada de $Mg(OH)_2$ del filtro y el material seco reciclado se alimentan al secador y son transportados por los gases de secado calientes a lo largo de la distancia del secador. Esta distancia es lo suficientemente larga para asegurar la

evaporación de toda la humedad que se adhiere al sólido.

La separación de sólidos secos y el gas caliente de transporte, se inicia en ciclón, el gas de salida del ciclón se aspira a un filtro de bolsas por medio del ventilador de escape que saca al medio ambiente el gas purificado.

El material sólido separado en el ciclón, se recoge junto con el polvo colectado en el filtro de bolsa, en un transportador de tornillo que alimenta una tolva tipo pantalón; esta tolva tienen una descarga hacia el sistema de llenado de los silos para el despacho de $Mg(OH)_2$ en la sub-área 460 y la otra descarga conduce a la alimentación del horno de calcinación de $Mg(OH)_2$ en la sub-área 470.

En el transportador de tornillo que transporta el material a la tolva tipo pantalón, hay una derivación hacia un tornillo de transporte de velocidad variable que lleva cierta cantidad de material seco para mezclarlo con la torta húmeda del filtro, antes del equipo de secado.

Para el secado de hidróxido de magnesio se considera, que por una parte del material debe estar suficientemente seco (humedad remanente solicitada menor al 0,2%), pero por otro lado, incluso en parte, se debe evitar un calentamiento excesivo del material; porque la descomposición del $Mg(OH)_2$ se inicia en una temperatura relativamente baja de $320^{\circ}C$ y conduciría, si es que la descomposición tiene lugar, a un producto de menor valor.

✓ ***Sub-Área 460: Almacenamiento y Embarque de $Mg(OH)_2$ en polvo***

El polvo de MDH seco que fluye a la sub-área 460, es conducido por un elevador de cangilones hasta la altura requerida para alimentar a los silos de almacenamiento.

La capacidad de producción de MDH es de 6,5 toneladas por hora, lo que equivale a 156,6 toneladas por día (aproximadamente $348\ m^3$) y 1.096 toneladas por semana (aproximadamente $2.436\ m^3$). Considerando que la producción está en marcha de forma continua durante 24 horas al día y 7 días a la semana, el despacho sólo se trabajará en un turno y durante 5 días a la semana.

Esto significa que la capacidad de almacenamiento debe ser suficiente para cubrir por lo menos dos días de producción en el fin de semana y la capacidad de descarga (carga de camiones o el llenado de big bag) deben ser mínimo de 27,5 toneladas por hora ($61,1\ m^3$). Ésto significan una capacidad de carga de dos camiones por hora y en caso de un gran llenado de bolsas, 62 bolsas grandes de 450 kg cada uno. Dos días de producción son iguales a 313 toneladas MDH o $696\ m^3$ (se asume una densidad aparente de $450\ kg/m^3$).

Con base en estas consideraciones se deben instalar tres silos con una capacidad de almacenamiento de 280 m³ cada uno. Los silos serán recipientes cilíndricos con cono de descarga y de cabeza plana. El diámetro de la parte cilíndrica será 6300 mm y la altura de 9000 mm. El cono tiene una altura de 2000 mm. Los silos están equipados con todo el equipo necesario para una operación segura y sin problemas (indicador de nivel, dispositivo de seguridad de desbordamiento, la compensación de la presión, el filtro de aire de escape, dispositivo de descarga, agujero de hombre), incluyendo los equipos de conmutación y el gabinete de control. El material de construcción de los silos, así como de la construcción de los soportes es de acero al carbono. Dentro los silos estarán recubiertos con una base, la parte exterior del silo y la estructura de soporte estarán pintadas con fosfato de zinc/pintura epóxica.

Para la carga de los camiones los silos están equipados con alimentador de estrella y conducto telescópico, una balanza de pesaje, mide la masa de camiones vacíos y cargados de manera que hay un control de envío del producto.

Para el llenado de las bolsas grandes, el material se extrae del silo a través de un alimentador de estrella, luego es trasladado por un transportador de tornillo a un pequeño silo de pesaje y una máquina para el llenado de bolsas.

Para el almacenamiento intermedio de los big bag, está prevista una nave de almacenamiento para este fin.

✓ **Sub-Área 470: Calcinación de Mg(OH)₂**

Si el Mg(OH)₂ es el producto deseado del proceso, sólo se necesitará secarlo, pero en el caso que el MgO sea el producto deseado, el Mg(OH)₂ se deberá re-convertirse en MgO; para esta reacción se necesita calor, comenzando por una temperatura de 320°C; el principal equipo para esta reacción de calcinación es un horno de solera múltiple.

El horno consta de una carcasa exterior de acero, revestida interiormente con ladrillos refractarios; también los hogares para los quemadores estarán revestidos con material refractario; en total el horno tendrá 10 pisos (contados de la parte superior a la inferior); un sistema de rastrillos transporta el material de un piso superior a otro inferior, las cuchillas del rastrillo están instalados de tal manera que en un hogar se moviliza el material desde la zona central hacia la periferia y en el piso inferior en sentido contrario (de la periferia hacia la zona central).

El movimiento constante del material asegura una buena mezcla con el aire caliente ascendente y evita cualquier adherencia del material en la parte inferior o las paredes. No todos los pisos del horno se calientan; los superiores utilizan el contenido de calor de los gases salientes para precalentar el material de alimentación y para iniciar la evaporación de la humedad adherida. La temperatura en los hogares aumenta sucesivamente de un hogar al siguiente hasta que la temperatura máxima sea alcanzada. Los últimos pisos (los más bajos) se utilizan para la refrigeración de material y pre-calentamiento del aire secundario. El eje central del sistema de rastrillo también se enfría interiormente; este aire será recirculado parcialmente hacia los quemadores ubicados en cada piso.

Ambos, el perfil de temperatura del horno, así como la temperatura máxima son de influencia significativa en las propiedades de la magnesia calcinada cáustica.

El curso total de proceso en el horno puede dividirse en los siguientes pasos:

- Pre-calentamiento de torta de filtro húmeda
- Evaporación del agua
- Calentamiento de $Mg(OH)_2$ seco hasta la temperatura de descomposición
- Descomposición de $Mg(OH)_2$ a MgO y H_2O
- Calefacción de MgO hasta la temperatura final (máxima)
- Enfriamiento de MgO a la temperatura de descarga (alrededor de $400^\circ C$)

La temperatura mínima requerida para la calcinación es de $320^\circ C$, pero en la práctica se selecciona una temperatura mucho más alta.

Para ajustar un determinado perfil de temperatura en el calcinador es una de las posibilidades de influir en las propiedades del producto final. Por supuesto, el primer objetivo es lograr el 100% de calcinación. Además el calentamiento del producto calcinado influye en la estructura de las partículas, especialmente el tamaño de los cristales primarios, el área de superficie específica y la actividad. Una temperatura más alta aumenta el tamaño de partícula y reduce el área superficial específica y la actividad del material. Debido a que la temperatura en cada piso del horno de calcinación es ajustable por separado el perfil de temperatura del horno de soleras múltiples se puede ajustar de acuerdo a los parámetros del producto deseados.

La torta húmeda de filtro hidróxido de magnesio a partir del filtro de presión de la sub-área

440-1 se suministra por la cinta transportadora a la sub-área 470 y se alimenta directamente al horno de calcinación. En caso de que no se produzca (comercialice) nada de hidróxido de magnesio seco, el producto de la sub-área 450-2 se provee en igual forma al calcinador, pero como material seco. Eso significa que el calcinador es capaz de procesar la cantidad total de MgO producido equivalente a la salida es de hasta 9 toneladas MCP por hora.

Este calcinador es un horno de solera múltiple con 10 pisos. El material de alimentación se mueve por el sistema de rastrillo lentamente de un hogar a la siguiente y calentado. El agua se evapora, la reacción de descomposición tiene lugar y el tratamiento térmico influye en las propiedades del material.

Debido a que el MgO cáustica es un material de grano fino una parte será arrastrada por la corriente de gases. Por lo tanto, estos gases tienen que ser despolvoreados cuidadosamente en dos filtros electrostáticos operando en serie.

El polvo recuperado en cada uno de estos filtros se descarga mediante alimentadores de estrella hacia un transportador de tornillo, que retorna los polvos colectados hacia el piso del calcinador. El material calcinado (CCM) finalmente se descarga del calcinador desde su parte inferior con una temperatura de aproximadamente 400°C hacia un transportador de tornillo que lleva el material a la sub-área 480.

✓ ***Sub-Área 480: almacenamiento y el transporte de óxido de magnesio (CCM)***

La magnesia calcinada cáustica (CCM) se suministra desde la sub-área 470 por medio de transportador de tornillo a la sub-área 480, hasta un elevador de cangilones que levanta la carga el polvo a la altura requerida para alimentar a los silos de almacenamiento.

La capacidad de producción de CCM es de 4,51 toneladas por hora en caso de que se produzca una cantidad máxima de MDH y 9 toneladas por hora en caso de que no se produce MDH y que todo el hidróxido de magnesio (de las dos líneas de proceso) tiene que ser calcinado.

Para el diseño de la zona de almacenamiento de MCP han de hacerse consideraciones similares como para el almacenamiento de MDH. La base es la máxima producción posible y una densidad aparente de 0,45 kg / m³.

La producción por día es de 216 toneladas (aprox. 480 m³) y 1.512 toneladas por semana (aprox. 3.360 m³). Considerando que la producción está en marcha de forma continua durante 24 horas al día y 7 días a la semana, el envío sólo se está trabajando en un turno y

5 días a la semana. Eso significa que la capacidad de almacenamiento debe ser suficiente para cubrir por lo menos dos días de producción en el fin de semana y la capacidad de descarga (carga de camiones o llenado big bag) debe ser mínimo de 37,8 toneladas por hora (84 m³). 84 m³/h significa una capacidad de carga de tres camiones por hora y, en caso de gran relleno bolsa, 84 bolsas grandes con 450 kg cada uno.

Dos días de producción son iguales a 432 toneladas de CCM o 960 m³.

Con base en estas consideraciones deben instalarse tres silos de almacenamiento con una capacidad de almacenamiento de 340 m³ cada uno. Los silos son recipientes cilíndricos con cono de descarga y de cabeza plana. El diámetro de la parte cilíndrica es 6300 mm y la altura es de 11,000 mm. El cono tiene una altura de 2000 mm.

Los silos están equipados con todo el equipo necesario para una operación segura y sin problemas (indicador de nivel, dispositivo de seguridad de desbordamiento, la compensación de la presión, el filtro de aire de escape, dispositivo de descarga, agujero del hombre), incluyendo los equipos de conmutación y el gabinete de control. El material de construcción de los silos, así como de la construcción de soporte es de acero al carbono.

Para carril de la carga de los silos están equipados con alimentador de estrella (480-X060, 480-X120, X210-480) y el canal telescópico (480-C070, 480 C130, 480-C220). Para el control de envío del producto de la masa de camiones vacíos y cargados es medir utilizando el puente de pesaje 460-W090.

Para gran bolsa de relleno el material se extrae del silo a través de alimentadores estrellas y transferido por transportadores de tornillo (480-C130, C220-480) a un silo de pesaje y la gran máquina de llenado de bolsa.

Para se prevé el almacenamiento intermedio de grandes bolsas llenas de la nave de almacenamiento 480-V280.

Por supuesto que es posible, en general, para empacar hidróxido de magnesio (MDH) y también óxido de magnesio (MCP) en otros tipos de paquetes y otros tamaños. También el tiempo de funcionamiento de las plantas de empaque (sub-área 460, sub-área 480) es una suposición, basada en la experiencia de otra planta y puede ser optimizada de acuerdo a las necesidades especiales de este proyecto.

E. Área 500: Planta di fosfato de calcio di hidratado

La finalidad principal de esta área es la producción del di hidrato de fosfato di cálcico (DCP) en base a la cantidad de ácido clorhídrico (18% HCl) suministrada desde la zona 400; la fabricación del di hidrato de fosfato di cálcico (DCP) se sustenta en la disponibilidad local de la roca de fosfato y el CaCO_3 como materias primas, además del ácido clorhídrico. El adecuado suministro del CaCO_3 en suspensión vendrá del Área 760 y también se requerirá de CaCl_2 en solución proveniente de la sub-área 330.

El Área de Producción del DCP se compone de las siguientes sub-zonas:

- Sub-área 510: Lixiviación fosfato
- Sub-área 520: La purificación de salmuera
- Sub-área 530: La precipitación de DCP
- Sub-área 540: Tratamiento de licor madre
- Sub-área 550: Residuos Tratamiento de Gas
- Sub-área 560: DCP secado
- Sub-área 570: DCP Almacenamiento

En general, el diseño de la planta de DCP (Área 500) depende de la oferta de ácido clorhídrico a partir del Área 400 y CaCO_3 como una suspensión del Área 760. El suministro de fosfato crudo debe ser También seguro. Con el fin de evitar la capacidad de almacenamiento exorbitante por HCl la planta DCP debe operar casi sincrónicamente con el tiempo de operación del Área 400. El tiempo de funcionamiento de la zona 760 debe cubrir el tiempo de funcionamiento del Área 500.

La planta de fosfato tendrá una capacidad mínima de 110.000 toneladas métricas por año de fosfato di cálcico, y requiere como medio lixivante la cantidad de 620.000 toneladas de ácido clorhídrico con una concentración del 18% sobre la base del 70% de tasa de recuperación del P_2O_5 .

Estas condiciones llevan a un tiempo de funcionamiento de la planta: de 7,200 hr/a. Las principales sub-áreas de la planta y los componentes principales de la planta son diseñado para un funcionamiento continuo (7 días a la semana) y en tres turnos por día operación.

El tiempo de funcionamiento previsto de 7,200 horas por año, proporciona el tiempo

suficiente para equilibrar el mantenimiento regular y no deseadas interrupciones del proceso de producción.

Tasa mínima de producción de DCP: 110.000 toneladas métricas por año de DCP

CaCl₂ solución hídrica: 13.970 t/a de CaCl₂ (9,7 Tm/h; concentración: 250g/1000gH₂O).

✓ **Sub-Área 510: Lixiviación de fosfato**

Sección: Almacenamiento y alimentación de materias primas

Con la finalidad de mantener una operación estable sin contratiempos, se deberá disponer de una capacidad mínima de almacenamiento para 03 días de operación, para cada calidad de fosfato, sobre todo los fines de semana.

La calidad de fosfato crudo en el yacimiento tiene grandes alteraciones. El proceso está diseñado en base de un fosfato en bruto. Cada desviación de esta base de diseño hace que se altere la demanda HCl para la lixiviación. Por lo tanto, se consideran dos zonas de almacenamiento.

En un área de almacenamiento la calidad de fosfato mineral menor a 26,6% P₂O₅.

En la segunda área de almacenamiento las cualidades que superen la concentración de 26,6% P₂O₅. El diseño es para 26.6% P₂O₅, que se debe lograr mezclando el fosfato bruto de ambas calidades.

Con el fin de asegurar una relación de mezcla precisa y constante, las dos calidades se alimentan por separado por líneas de alimentación independientes; en cada línea se controla el flujo de masa. Deben tenerse en cuenta las medidas de protección a fin de evitar la exposición al polvo de fosfato en bruto.

Sección: Proceso de Lixiviación

El proceso de lixiviación se realiza en dos reactores operando en serie; esta secuencia de operación fue elegida para optimizar el consumo de HCl; el licor de la segunda lixiviación se neutraliza con el mineral crudo alimentado a la primera lixiviación mientras extrae el P₂O₅ de la mena hasta alcanzar un contenido de sólidos de 500g/l; por la parte inferior del reactor una bomba centrífuga succiona la pulpa espesada y la envía hacia el segundo reactor de lixiviación, mientras el reboce de la suspensión de este reactor alimenta un decantador de placas; el líquido separado en el decantador (licor de lixiviación) es derivado a la sub-área 520 de Purificación (al recipiente de dilución); mientras que los sólidos son

enviados al segundo reactor de lixiviación.

En el segundo reactor de lixiviación se adiciona HCl al 18% de concentración conjuntamente que el licor madre (CaCl_2) proveniente de la sub-área 540 con la finalidad de extraer casi cuantitativamente el P_2O_5 y reducir sus pérdidas; la relación de masa del HCl al fosfato en bruto es de 0.44 : 1.0 (se hace referencia al HCl en forma de compuesto).

La pulpa espesada de este segundo reactor de lixiviación se descarga por su parte inferior hacia un filtro de placas, de este separador, el licor es enviado hacia el tanque colector de líquidos, mientras la pulpa es enviada hacia un primer decantador centrífugo; cuya torta de sólidos es descargada hacia un reactor de lavado con licor madre (CaCl_2) proveniente de la sub-área 540 con la finalidad de reducir las pérdidas de P_2O_5 ; luego del tanque de lavado la pulpa es enviada a un separador de placas. Los líquidos separados en las dos decantadoras centrífugas se envían hacia el tanque colector de líquidos para mezclarse con el licor de la segunda lixiviación y retornar la mezcla como medio lixivante a la primera lixiviación.

Las emisiones gaseosas que se generan deben ser lavadas, con este fin los reactores de lixiviación deben ser cerrados con la finalidad de guiar estas emisiones hacia un sistema de lavado de gases ubicado en la sub-área 550.

Como la suspensión de lixiviación tiende a formar espuma en los reactores de lixiviación; ocasionalmente la intensidad de su formación es mayor, sobre todo en el segundo reactor de lixiviación; por lo tanto un dispositivo de pulverización para la destrucción de las burbujas de la espuma debe considerarse. Ambos reactores deben estar equipados con ductos de reboce de emergencia.

✓ **Sub-Área 520: Purificación de salmuera**

En la medida que la salmuera lixiviada contenga impurezas como fluoruros, hierro y aluminio, antes de cualquier tratamiento adicional, estas impurezas deben ser reducidas y retiradas de la solución; el procedimiento aplicado consiste en el aumento del valor de pH, con la finalidad de reducir la solubilidad de los fluoruros, aluminio, hierro y metales pesados; con este propósito se utilizará conchuela directamente y por esta razón el proceso se ha adecuado al uso del carbonato de calcio en polvo proveniente de este material fósil.

La planta opera con dos reactores de purificación y sus respectivos clarificadores trabajando en serie, en un sistema en contracorriente procurando un suficiente tiempo de reacción para un volumen de reacción optimizado.

El licor de lixiviación proveniente de la sub-área 510 es diluido con licor madre en el tanque de recepción, porque el P_2O_5 precipita de inmediato si entra en contacto con $CaCO_3$ o $Ca(OH)_2$, lo que causaría grandes pérdidas de P_2O_5 durante la purificación del licor lixiviado; luego la mezcla diluida es recién enviada al primer reactor de purificación.

La salmuera diluida se mezcla en el primer reactor con la descarga de sólidos de su clarificador, con la descarga de sólidos del segundo reactor de purificación más la descarga de sólidos del clarificador del segundo reactor (estas corrientes son ricas en sólidos y portan CaO ó $CaCO_3$ que neutralizan la solución iónica de lixiviación de la primera etapa de purificación); estos sólidos consumen iones hidrógeno y reducen la solubilidad del P_2O_5 , así como la de los fluoruros de aluminio, hierro y metales pesados. Por consiguiente el precipitado formado contiene fluoruros de hierro y aluminio además de fosfatos.

El reboce superior del primer reactor es conducido hacia un recipiente colector desde el cual es bombeado hacia el clarificador del primer reactor, de este equipo la descarga de sólidos (inferior) es retornada al primer reactor de purificación mientras que el licor (descarga superior) es derivado hacia el segundo reactor de purificación.

El flujo inferior del primer reactor es conducido hacia un filtro de banda donde la precipitación se filtra; el filtrado como el lavado de telas se colectan y conducen hacia el clarificador del primer reactor, mientras que los sólidos son descargados a una faja transportadora que los conduce hacia la sub-área 540 para su disposición.

En el segundo reactor de purificación el licor es lixiviado conjuntamente que una suspensión de $CaCO_3$ en continuo; la cantidad de $CaCO_3$ está en relación con el flujo másico de impurezas y P_2O_5 ; se determinará el punto en el que la concentración de equilibrio del P_2O_5 es de aproximadamente un factor de 110, más alto que la concentración en equilibrio de CaF_2 ; la solubilidad del P_2O_5 se reduce después de la adición de lechada de $CaCO_3$.

El licor madre se utiliza con el fin de asegurar una concentración de $CaCl_2 > 250$ g/1000g H_2O en esta salmuera, que se considera de calidad adecuada para el área 330

Al igual que en la primera etapa de purificación se forma un precipitado el cual contiene también, flúor, hierro y aluminio además de fosfatos. Este precipitado se recoge por el flujo inferior del segundo reactor y se transfiere al primer reactor de purificación, el reboce superior del segundo reactor de purificación es colectado en un recipiente del cual es

bombeado hacia el clarificador del segundo reactor, de este equipo clarificador la descarga de sólidos (inferior) es retornada hacia el primer reactor de purificación, entretanto el licor (descarga superior) es colectado en un recipiente del que será bombeado hacia un filtro prensa, donde el sólido fino separado será enviado hacia la sub-área 530 y por otro lado el pre-filtrado será retornado hacia el clarificador del segundo reactor, mientras que el licor filtrado es enviado hacia la sub-área 530.

Los recipientes en general se cerrarán con el fin de guiar por ductos los gases de CO₂ hacia la sub-área de 550.

✓ *Sub-Área 530 Precipitación de DCP*

El licor ya purificado y filtrado ingresa directamente al primer reactor de precipitación del DCP en la sub-área 530.

El proceso en esta sub-área, en principio es similar al proceso de la purificación de la salmuera; la precipitación tiene lugar también en dos reactores operando en serie y en contracorriente con el fin de alargar el tiempo de retención y el lavado del DCP también ocurre en dos reactores con sus respectivas etapas de filtrado/centrifugado.

En el primer reactor la solución purificada se mezcla con la descarga inferior del segundo reactor (precipitados en pulpa), el DCP precipita en función de su solubilidad a las condiciones dadas.

Desde la parte inferior del primer reactor se extrae la pulpa de DCP que se envía hacia un filtro de banda, entre tanto el reboce superior de este reactor es colectado en un recipiente intermedio del que será bombeado hacia el separador de placas del primer reactor, de este equipo se retornan los sólidos por bombeo hacia el primer reactor y el líquido es derivado hacia un nuevo recipiente intermedio desde donde será bombeado al segundo reactor de precipitación.

El filtrado obtenido en el primer filtro de banda, es colectado en un separador del que es descargado hacia el separador de placas del primer reactor de precipitación, por otro lado el filtrado del lavado del filtro es descargado hacia el recipiente intermedio de líquidos del separador de placas del segundo reactor de precipitación y simultáneamente la torta de sólidos es descargada al primer reactor de lavado en contracorriente del DCP.

El líquido bombeado al segundo reactor de precipitación es mezclado con la suspensión de CaCO₃ cuyo flujo se determina por la tasa de P₂O₅ contenido en la salmuera purificada; la

relación es cercana a la estequiométrica de 2 moles de CaCO_3 total por 1 mol de P_2O_5 .

El diseño del segundo reactor de precipitación de DCP es similar al del reactor de la primera precipitación de DCP; el flujo inferior del reactor (contiene el DCP pre-precipitado) es reciclado al primer reactor de precipitación de DCP; el reboce superior es colectado en un recipiente intermedio del que es bombeado hacia el separador de placas del segundo reactor, de este equipo se retornan los sólidos por bombeo hacia el segundo reactor y el líquido es derivado hacia un nuevo recipiente intermedio desde donde será bombeado el licor madre hacia las sub-áreas 510 y 540.

La torta obtenida en el primer filtro de banda es lavada en el primer reactor de lavado de DCP; estos reactores son similares en su diseño a los reactores de precipitación y en idéntica manera los sólidos precipitados son descargados por la parte inferior del reactor y enviados a un segundo filtro de banda, el filtrado colectado en un separador, coincide con el reboce superior del primer reactor de lavado en un recipiente intermedio de líquidos desde donde una parte será bombeada hacia el primer filtro de banda, como solución de lavado de tortas y el resto del flujo será derivado hacia el recipiente colector de líquidos del separador de placas del segundo reactor de precipitación de DCP.

La torta obtenida en el segundo filtro de banda luego de ser lavada con agua de proceso, es descargada hacia el segundo reactor de lavado de DCP para ser repulpada también con agua de proceso; la descarga inferior del reactor de lavado de DCP es conducida hacia un decantador centrífugo para separar el líquido que coincidirá con el reboce superior del segundo reactor de lavado en un recipiente intermedio desde el cual será bombeado como solución de lavado al primer reactor de lavado de DCP.

Los sólidos separados en el decantador centrífugo (DCP) con un mínimo de humedad serán derivados a la sub-área 560 para ser secados.

✓ ***Sub-Área 540: Tratamiento de licor madre***

El licor madre es ligeramente ácido, para su retorno al circuito de salmueras excedentes debe ser neutralizado, la neutralización puede ser hecha con CaCO_3 . La suspensión neutralizada se bombea directamente hacia la poza de almacenamiento final para su posterior reuso en el proceso.

El flujo de licor madre se mezcla en un segundo reactor agitado con una solución oxidante y agua de proceso, el agente oxidante consiste en una mezcla de hipoclorito de sodio y

NaOH que tienen la finalidad de oxidar los iones bivalentes (por ejemplo, Fe^{2+}) a la forma trivalente (por ejemplo, Fe^{3+}) y para ajustar que el valor de pH se ubique entre 7 y 8; pequeñas cantidades de material sólido se precipitan y deben ser separadas del líquido; por lo tanto la suspensión resultante se envía a un filtro prensa de cámara; el filtrado fluye a un recipiente colector del que será bombeado hacia una poza de evaporación solar para asegurar se logre una concentración de $\text{CaCl}_2 > 250 \text{ g/Cl}_2$.

✓ **Sub-Área 550: Residuos Tratamiento de Gas**

En la zona de lixiviación 510, así como en el área de purificación de la salmuera 520 y la zona de precipitación DCP 530 se generar emisiones gaseosas, el gas residual de estas sub-áreas contiene CO_2 , HCl, HF, SiF_4 y orgánicos como contaminantes. En la Planta de Tratamiento de gas, los compuestos de relevancia ambiental deben ser retirados de la corriente de gas. De acuerdo con la normativa europea y/o nacional, los contaminantes deben ser empobrecidos hasta las siguientes concentraciones ó menos:

- HF $< 3 \text{ mg/m}^3$
- $\text{SiF}_4 < 3 \text{ mg/m}^3$ (como HF)
- HCl $< 30 \text{ mg/m}^3$
- Orgánicos $< 50 \text{ mg/m}^3$ (C-total)

El aire residual que proviene de diferentes puntos de aspiración es recogido a través de una tubería empleando un extractor de aire (lavado con agua con el fin de reducir la corrosión y el desgaste) que los impulsa por un primer separador de gotas que reduce los aerosoles de la corriente de aire residual; luego con el fin de mantener la tasa de flujo de aire un extractor de aire adicional (lavado con agua con el fin de reducir la corrosión y el desgaste) es usa para guiar la corriente de aire de residual a través de un segundo separador de gotas (para seguir reduciendo la concentración de líquidos y polvo en la corriente de aire de salida) e impulsarlos hacia una torre de lavado alcalino de gases, donde el aire es lavado en contracorriente con una solución débilmente alcalina y finalmente con agua de proceso en la misma torre antes de salir al exterior.

Después de lavado de las impurezas de la corriente de aire residual, la solución cargada fluye por gravedad al tanque depurador alcalino desde donde será recirculada la solución a la torre de lavado, el valor del pH de esta solución de lavado se ajusta mediante adición de una solución de soda cáustica diluida; una pequeña cantidad de esta corriente de se deriva

hacia la sub-área 540.

El fluido atrapado en los separadores de gota es colectado en un recipiente y enviado hacia la sub-área 510 como agua de lavado.

✓ **Sub-Área 560: DCP secado**

En esta etapa del proceso, el producto lavado y húmedo $\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ debe ser secado; pero siendo un material pegajoso y tixotrópico; sus propiedades de comportamiento (reológicas) son desfavorables para una inserción directa en el secador de tambor, pues el material se vuelve resbaladizo y fangoso, que en el caso de contacto directo con las paredes calientes del secador, causarían bloqueos.

Por esta razón, el material húmedo se mezcla con un retorno del material seco pero todavía caliente, denominado nueva alimentación de DCP, que al mezclarse es capaz de retener el agua y este pueda ser alcanzado una condición de flujo libre en el procedimiento que se lleva a cabo en el mezclador.

El flujo másico de recirculación añadido al producto está controlado por una faja pesadora. La mezcla resultante se utiliza como entrada más seca, el proceso de secado se lleva a cabo con aire caliente que se aplica en simultáneo.

Para el calentamiento y secado del aire fresco, el aire es aspirado por un ventilador radial y se calienta con vapor en un intercambiador de calor; luego el aire caliente pasa por el secador de tambor y seca el material húmedo por contacto directo.

El aire caliente que se utiliza en el secador de tambor, pasa por un ciclón de aire con el fin de separar las partículas de DCP; el polvo fino remanente contenido en la corriente de aire de salida es eliminado en una torre de lavado empacada utilizando agua de proceso en contracorriente; la corriente de aire es impulsada por un ventilador radial y el agua es recirculada utilizando una bomba de circulación, una fracción del agua de lavado es derivada hacia la sub-área 530 para el lavado del DCP.

El DCP seco obtenido tanto en el secador de tambor como en el ciclón de aire se descarga hacia una faja pesadora que transporta el DCP hacia la sub-área 570 de almacenamiento.

✓ **Sub-Área 570: DCP Almacenamiento**

El DCP seco y caliente obtenido en la sub-área 560, es tomado por un elevador de cangilones y descargado en un transportador helicoidal refrigerado que lleva el DCP hacia

dos silos de almacenamiento (1 y 2).

La descarga del elevador de cangilones es dividida para dos destinos por una compuerta como sigue:

- DCP para retroalimentación del mezclador en sub-área 560.
- Almacenamiento en silos del producto DCP.

Del Silo 1 a través un alimentador estrella, los big-bags se colocan sobre paletas, por medio de un contenedor elevador, el llenado es de 1 Tm por bolsa de polipropileno tejida.

Desde Silo 2, también a través un alimentador de estrella, las bolsas se colocan sobre paletas, por medio de un contenedor elevador, el llenado es de 30 kg por bolsa de polipropileno tejida. El material embolsado es transportado paletizado en montacargas hacia el área de almacén.

Se considera que un volumen útil de 15.000 m³ para almacenar DCP, esta cantidad corresponde al volumen de producción de aproximadamente 1 mes.

El material se almacena de 3 formas diferentes:

- Mercancías a granel en silos como almacenamiento provisional antes de su envasado
- Bolsas de 30 kg bolsos tejidos (polipropileno)
- Embalado en bolsas grandes 1TM (polipropileno)

Se consideran los siguientes volúmenes netos de almacenamiento:

- Silos: 450 m³ que corresponde a una capacidad de producción de 20 horas.
- Embalado en Bolsas de 30kg; almacenamiento: 7.500 m³ como almacén de paletas inventariable.
- Embalado en big-bags de 1tm; almacenamiento: 7.500 m³ como almacén de paletas inventariable.

En esta área 500 se produce el di fosfato de calcio di hidratado (DiCal) a partir de la lixiviación de roca de fosfórica con ácido clorhídrico al 18% (proveniente del área 400). Posteriormente la solución lixiviada pasa por una purificación, precipitación, lavado y finalmente empaque del DiCal.

Debido a la optimización del proceso se debe mezclar el material crudo flotado (roca

fosfórica-P₂O₅) con el ácido clorhídrico en una relación de masa 0,5 kg de HCl por 1 kg de P₂O₅. Como resultado se obtiene una solución lixiviada con impurezas (fluoruros, hierro y aluminio), las cuales son eliminadas (precipitan) al agregar lechada de cal (pH 2) proveniente del área 700. Nuevamente a la solución lixiviada se le agrega lechada de cal (pH 4) con el fin de precipitar el di fosfato de calcio di hidratado.

El di fosfato de calcio di hidratado está húmedo porque contiene aún parte de la solución lixiviada, la cual tiene una alta concentración de CaCl₂, por lo que, no cumple con las especificaciones técnicas del mercado del di fosfato de calcio di hidratado. Es así que el producto debe ser lavado para reducir la concentración de CaCl₂, acto seguido se transfiere a un secador de tambor, desde donde el producto seco se dirige a la unidad de empaçado.

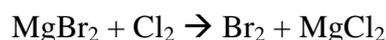
F. Área 600: Planta de bromo

El objetivo de la Planta de Bromo es extraer el bromo contenido en la salmuera proveniente de la sub-área 130 luego de separar las sales mixtas (KTMS), y suministrar una salmuera sin bromo hacia el área 300.

Para la extracción del bromo se requiere disponer de Cloro, el cual se obtiene mediante un proceso de electrólisis del cloruro de sodio obtenido en la sub-área 120, el proceso total de la producción de bromo se subdivide en las siguientes sub-área:

- Sub-Área 610: Preparación y purificación del Electrolito.
- Sub-Área 620: Electrólisis de Cloruro de Sodio para obtener Cloro.
- Sub-Área 630: De-cloración de solución de Anolito.
- Sub-Área 640: Lavado de emergencia para cloro
- Sub-Área 650: Extracción de bromo, almacenamiento y carga

La producción real de bromo se basa en la reacción química del cloro con el bromuro de magnesio para formar bromo.



✓ Sub-Área 610: Preparación y purificación del Electrolito de NaCl.

La tarea principal de la sub-área 610 es la preparación y purificación de la solución de NaCl para la electrólisis cloro-álcali, esta sub-área tiene una enorme influencia sobre la eficacia de la electrólisis y en el tiempo de vida de la membrana de intercambio iónico en

el interior de las células de electrólisis, este separador es una membrana muy especial y sensible, que requiere soluciones de electrolitos muy puros.

El ion Mg^{2-} es la impureza más peligrosa, los cationes de Ca^{2-} tienen que estar en un nivel de ppb, la ventaja significativa de la electrólisis de membrana es el menor consumo de energía en comparación con la electrólisis de amalgama y el de diafragma.

La desventaja son las exigencias en cuanto a la pureza de la solución de NaCl, sin embargo, la combinación de diferentes métodos de tratamiento permite el cumplimiento de estos requisitos para evitar impurezas tales como SiO_2 , Ba, Ni, Cr y otros metales pesados en general, su eliminación se garantiza mediante el uso de resinas de intercambio iónico especialmente diseñadas para este fin.

Por esta razón, la atención se centra en las siguientes impurezas y las medidas para cumplir con los siguientes requisitos:

$Ca^{2+} + Mg^{2+}$	<	20 ppb	(resina de intercambio iónico)
$(SO_4)^{2-}$	<	5g/l	(desulfatización de salmuera)
$(ClO_3)^-$	<	20 g/l	(decoloración de descomposición de salmuera)

La sal de cloruro de sodio (NaCl), se mezcla junto con la solución de-clorada del anolito a partir de la electrólisis y agua adicional para ajustar la concentración de aproximadamente 300 g/l de Na, en el reactor de disolución con agitación. De aquí fluye la solución al reactor de precipitación, donde las principales impurezas con concentraciones altas (Mg y Ca) son precipitadas en la forma de carbonato de calcio ($CaCO_3$) e hidróxido de magnesio [$Mg(OH)_2$] utilizando Na_2CO_3 y NaOH, respectivamente.

Mediante esta medida, la concentración de Mg y Ca, queda ya reducida a la solubilidad natural de los compuestos. La suspensión obtenida primero se filtra con un filtro de cartucho antes de que la solución se transfiera a la filtración de membrana. Estos pasos de filtración se requieren para reducir los sólidos en suspensión a un nivel de <1 ppm.

El pH de la solución debe ser ajustado a aproximadamente 10 en un mezclador estático mediante la adición de soda cáustica (NaOH), la razón es la condición de trabajo de la resina de intercambio iónico, a este pH la capacidad de intercambio de iones de la resina es el más alto.

La solución final tiene la pureza suficiente, sin embargo el pH tiene que ser ajustado de

nuevo, para la protección de la capa especial del ánodo de las celdas de electrólisis de la solución, debe ser ácida débil en pH 4. Esto se realizará en otro mezclador estático mediante la adición de ácido clorhídrico al 18% (HCl), un efecto adicional de esta condición es la menor formación de oxígeno y de clorato durante la electrólisis, de esta forma la solución está lista para su uso en la electrólisis y se bombea a través de un intercambiador de calor para calentar la salmuera por vapor a 70°C (la temperatura de trabajo de las celdas de electrólisis) antes de entrar al recipiente designado para el anolito de cada unidad de electrólisis de cada una de las dos líneas de electrólisis. El condensado del intercambiador se recoge en el recipiente para su reciclaje. Este procedimiento de calentamiento es sólo en fases de arranque o después de largas pausas necesarias cuando la temperatura está muy por debajo de 70 ° C. Durante el funcionamiento continuo de la electrólisis el calor es generado por la resistencia eléctrica del sistema. Este intercambiador de calor no es de permanente uso.

✓ ***Sub-Área 620: Electrólisis de Cloruro de Sodio para obtener Cloro.***

Para garantizar una producción sin interrupciones el proyecto considera dos líneas para la electrólisis. Eso significa que todas las instalaciones existen en diseño doble. Las líneas de electrólisis puede funcionar independiente una de otra.

Sin embargo, hay zonas compartidas para la preparación y purificación del cloruro de sodio (NaCl), la de-cloración de la solución del anolito y la succión/enfriamiento del cloro formado. Cada línea de electrólisis está constituida por tres unidades de electrólisis y cada unidad de electrólisis dispone de 24 células, incluida su unidad de rectificación de corriente respectiva. El recipiente designado para el anolito donde se recepciona la solución de cloruro de sodio (NaCl) concentrada y purificada, está conectado a bombas de circulación que posibilitan el desplazamiento de la solución a través de las células; la velocidad lineal es de aproximadamente 0,2 m/s para reducir el contenido de burbujas de gas en las células, que son responsables del aumento de la tensión de la célula.

La circulación garantiza por otra parte una concentración uniforme de NaCl en estas células; del recipiente del anolito el cloro se elimina a presión ligeramente reducida por la bomba de anillo de agua. Todos los recipientes de anolito están equipados con intercambiadores de calor para estabilizar la temperatura de la solución entre los 70 y 75 ° C.

El reboce de la disolución de NaCl del recipiente para el anolito de la primera unidad de

electrólisis, pasa al recipiente para el anolito de la segunda unidad de electrólisis, luego pasa al recipiente para el anolito de la tercera unidad de electrólisis (cada recipiente de anolito dispone de bombas de circulación del anolito hacia su respectiva unidad de electrólisis); finalmente el reboce del último recipiente (salmuera agotada) se deriva hacia la sub-área 630 (esta salmuera tiene que ser de-clorada, antes de ser sometida a una re-saturación en la sub-área 610).

La alineación en serie de las unidades de electrólisis causó una caída continua de la concentración de NaCl en la solución acompañado con un aumento de la tensión de la célula. El voltaje de la celda promedio es de hecho 3,7 V pero en realidad la tensión comienza a 3,6 V en la primera unidad está en 3,7 V en la segunda unidad y se amplía en la tercera unidad hasta 3,8 V.

Para las soluciones de catolito se tiene un sólo circuito para las tres unidades de electrólisis de cada línea; el recipiente colector para la regulación de la temperatura está equipado con intercambiadores de calor y actúa también como recipiente de mezcla para estabilizar la concentración de NaOH, mediante la adición de agua a la bandeja (alrededor del 12,5%), de esta forma se reduce el impacto en las membranas de las células y se alarga su tiempo de vida.

El cloro separado de los recipientes del anolito se colectan en una tubería central aspirada por una bomba de anillo líquido y se conducen a un intercambiador de calor, la mezcla de principalmente cloro y vapor se enfría de los 70°C a aproximadamente 40°C para condensar el agua en un punto definido (se utiliza agua de enfriamiento), el cloro húmedo resultante con un contenido de humedad de aproximadamente el 2% cruza de un separador de partículas (630-S 110) fluye a las columnas de extracción de la unidad de extracción de bromo de la sub-área 650; cruzando previamente un eliminador de niebla.

El hidrógeno, formado en el ambiente catódico de las células, también se elimina desde los recipientes de las soluciones de catolito.

✓ ***Sub-Área 630: De-cloración de solución de Anolito.***

Después de la electrólisis la concentración del cloruro de sodio (NaCl) se reduce en el anolito de salida (salmuera agotada) a aproximadamente 200 g/l.

El primer paso del tratamiento de la solución de anolito empobrecido es la descomposición del clorato de sodio, aplicado a un flujo parcial (+/- 15% del flujo total del anolito) en un

mezclador estático donde se le añade ácido clorhídrico (HCl al 18%) mas una solución de hipoclorito de sodio (NaOCl proveniente del sub-área 640). Para que ocurra esta descomposición, la solución es calentada hasta aproximadamente 100°C mediante la aplicación directa de vapor de baja presión utilizando un eyector de vapor, la solución procesada es colectada en un recipiente de desgasificación, el cloro formado es succionado desde la zona superior del recipiente de desgasificación por la línea principal de Cloro húmedo para integrarlo a su circuito, el anolito libre de clorato se combina con el flujo mayor para ser enviado a su de-clorinación.

En la corriente combinada del anolito la concentración de clorato es reducida dentro de los límites permitidos, pero aún se encuentra saturada por cloro disuelto que tiene que ser eliminado antes de volver a la re-saturación del anolito.

El objetivo de fondo de la de-clorinación es la protección de las resinas de intercambio iónico y la ampliación de la producción de cloro; para este objeto se adiciona sulfito de sodio a la corriente de anolito en un mezclador estático para descomponer el cloro, luego el anolito de-clorinado ingresa a otro mezclador estático para ser neutralizado mediante la adición de hidróxido de sodio (12.5%); de la solución de anolito resultante se separa parte del flujo (+/- 35%) para una de-sulfatización por intercambio iónico, la solución resultante (sin sulfatos) se añade a la corriente de anolito solamente declorinado; de esta forma la concentración en el anolito total es <5 g/l, condición en la que se puede transferir a la sub-área 610 para su re-saturación.

✓ ***Sub-Área 640: Lavado de emergencia para cloro.***

Esta sub-área de emergencia para el lavado de cloro es responsable de evitar una situación de riesgo en el área de planta; para ello tiene que ser capaz de lavar el cloro en un tiempo muy corto en una situación de emergencia; esto significa que solamente mediante la puesta en marcha de la bomba de circulación del primer lavador húmedo para cloro, la sub-área comience a funcionar, en paralelo de acuerdo con el plan de emergencia, el cloro húmedo que se conduce de la sub-área 630 a la sub-área 650 debe ser derivado a la sub-área 640 para el lavado de emergencia y la planta de bromo tiene que parar sus operaciones; de esta forma el cloro es transferido a la unidad de absorción para evitar su emisión al medio ambiente.

El gas entrante que contiene cloro se absorbe mediante la circulación en contracorriente

con una solución de NaOH en el primer lavador de cloro húmedo, el gas restante es aspirado hacia el segundo lavador de cloro húmedo y por segunda vez es absorbido mediante la circulación la solución de NaOH en contracorriente para ampliar la eficacia de la absorción.

Gran parte de la energía de reacción puede ser absorbida por el propio sistema sin sobrepasar la temperatura de 55°C, sin embargo, un enfriador de emergencia ha sido previsto en la tubería de re-circulación para garantizar en todo momento que la temperatura del sistema sea la requerida y evitar que con el incremento de la temperatura del clorato más NaCl se forme durante la absorción; por tratarse de una reacción exotérmica de auto-aceleración. (el aumento de la temperatura, la concentración de hipoclorito y la fuerza iónica (contenido de sal) aumentará la velocidad de reacción de formación de NaCl.

Finalmente el gas remanente del último lavador de cloro húmedo, es succionado por extractor e impulsado a través de una columna de lecho por goteo, rociada en contracorriente con soda cáustica diluida para cumplir con los requisitos de concentración de cloro (<10 ppm) en el gas que se expelle a la atmósfera a la salida de la torre.

Un requerimiento con relación a la capacidad de estas unidades de lavado de emergencia para el cloro, es su dimensionamiento de manera que puedan absorber la salida de la producción de la electrólisis durante un tiempo de tres horas mínimo más un excedente adicional del 50%.

El agente de absorción en general será una solución de NaOH (12.5%), que está disponible a partir de la electrólisis, sin embargo para evitar una saturación del cloruro de sodio (NaCl) que se genera con la absorción del cloro, la concentración inicial de la solución de NaOH debe ser de aproximadamente 8% en volumen, de esta forma se evitará la cristalización del NaCl dentro de las unidades de lavado del gas, por otro lado hay condiciones que han de cumplirse para operar en un nivel óptimo, como son:

- Concentración de la solución de NaOH para la absorción de cloro
- La concentración de NaCl en la solución de NaOH
- Temperatura de la solución de circulación en el interior de la unidad de absorción.
- pH de la solución de circulación.

✓ **Sub-Área 650: Extracción de bromo, almacenamiento y carga.**

En esta sub-área, se obtiene bromo líquido por un proceso de extracción en caliente a partir de una solución llamada salmuera madre, proveniente de la sub-área 310, esta solución altamente concentrada en $MgCl_2$, contiene una concentración de $MgBr_2$ entre los 6.5 a 9.5 g/1000 g de H_2O .

La planta de recuperación de bromo (área 600) se divide en las secciones:

▪ **Sección 100: Patio de Tanques**

El patio de tanques está equipado con dos tanques de 25 m³ de capacidad para el ácido clorhídrico al 18% y un tanque de 25 m³ para Soda cáustica 12,5%. Además, el patio de tanques estará equipado con las bombas y tuberías necesarias.

Por motivos de seguridad las instalaciones estarán contenidas en ambientes especiales con capacidad de albergar el doble del contenido en los tanques de reactivos, que permitan retornar sus contenidos sin afectar el medio ambiente.

El ácido clorhídrico se alimentará en la cámara de mezcla directamente en la tubería de alimentación de líquido madre mediante bombas centrífugas.

La soda cáustica se alimenta a las unidades de depuración de la sección 300, 400 y 600. Para los objetivos de seguridad, un tanque con una capacidad de aproximadamente 1m³ será instalará para inyectar un agente anti-espuma en las tuberías de alimentación de la secciones 300 y 400.

▪ **Sección 200: Pozas de almacenamiento y neutralización**

Están previstas cuatro pozas, su denominación y capacidad requerida es la siguiente:

- Salmuera madre ó líquido Madre: Poza 1,200 m³
- Salmuera excedente: Poza 1200 m³
- Agua de lavado: Poza 500 m³
- Agua de dilución: Poza 500m³

Además en esta sección 200, se instalará una Unidad de Neutralización para mezclar las soluciones excedentes procedente de las secciones 300 y 400 con cal y almacenarlas en para su posterior reuso.

- Salmuera madre ó líquido Madre: Poza 1,200 m³

Este estanque es el depósito de alimentación para las unidades de recuperación de bromo, el líquido madre (ML) se bombea de este estanque mediante bombas centrífugas verticales hacia las secciones 300 y 400.

- Salmuera excedente: Poza 1200 m

Este estanque es el depósito de soluciones excedentes del proceso, las cuales ingresan a la Planta de Tratamiento de Neutralización. La salmuera neutralizada se bombea desde la poza con bombas centrífugas verticales al área seleccionada para el almacenamiento.

- Agua de lavado: Poza 500 m³

Esta poza es el depósito para el agua de lavado para la limpieza de las unidades de extracción de bromo. El agua de agua de descarga / proceso se bombea desde el estanque con bombas centrífugas verticales a través de un tubo principal a las secciones 300 y 400 para eliminar la incrustación de las torres de agotamiento y precalentadores. La tubería de retorno permite usos múltiples del agua de lavado. Después de un cierto número de ciclos de lavado, (dependiendo de las impurezas) el agua de lavado gastado tiene que ser bombeada al área de terreno de salmuera, y el estanque tiene que ser llenado con agua de proceso fresca de nuevo.

- Agua de dilución: Poza 500m³

Esta poza es el depósito para el agua de dilución. El enjuague con agua / agua de proceso es bombeado desde esta poza con bombas centrífugas verticales a través de una tubería principal a las secciones 300 y 400. Allí se introduce en la tubería de admisión a través del medidor de flujo y válvula de control.

- Planta de Tratamiento de Neutralización (PTN)

La operación de neutralización se instalará cerca de la poza de almacenamiento final, antes de entrar en la Neutralización, las soluciones procedentes de la sección posterior 300/400 se divide en dos corrientes parciales.

El mayor flujo de soluciones será conducido a la planta de MgO. El flujo restante se dirige hacia la PTN para mezclarse con una solución de cal. Esta solución se produce de modo automático mediante la mezcla de cal en un silo con agua.

- **Las secciones 300 (extracción de bromo), 400 (purificación de bromo) y 500 (futura expansión):**

Los equipos de proceso para las secciones 300 y 400 se instalarán en un edificio de 32 m de altura que considera un espacio adicional para una expansión futura denominada sección 500.

El proceso químico que se ejecuta en las secciones 300 y 400, se ejecuta siguiendo la reacción del bromuro de magnesio a bromo líquido, utilizando cloro gas; esta reacción se ejecuta a un valor de pH entre 2 a 3 para aumentar el rendimiento y la producción del bromo.

El equipo donde se lleva a cabo la extracción del bromo, es una columna empacada de dos cuerpos (uno superior y otro inferior). Para esto, el líquido madre (ML) procedente de la poza correspondiente se mezcla con agua de dilución y ácido clorhídrico se conduce en flujo controlado a dos destinos:

- a) Hacia el depurador de los gases del enfriador de la sección de purificación de bromo, donde en contracorriente reducirán el contenido de bromo y cloro en estos gases, favoreciendo la reducción del consumo de NaOH utilizado en el depurador definitivo del gas de venteo.
- b) Hacia un pre-calentador de placas, donde se incrementará la temperatura de la mezcla desde los 35°C hasta los 100-105°C utilizando el calor latente de la salmuera excedente de la columna de extracción que se enfría desde los 116° hasta los 50-55°C.

Las corrientes procedentes de la descarga del depurador de gases y la salida del pre-calentador de placas, se mezclan con el agua clorada proveniente colectada en la sub-área 630 (96°C) y se alimentan por la parte superior de la Columna empacada, allí el flujo de entrada pasa por un distribuidor especial diseñado para alta carga líquida.

Se requiere del cloro para convertir el Bromuro en bromo líquido, por lo tanto el cloro obtenido en la sub-área 630 se alimenta y distribuye en la parte media de la columna de extracción conjuntamente que un retorno de bromo pesado desde la sección de purificación 670, encima de este punto de entrada el cloro reacciona con el bromuro líquido en el interior la madre.

Por debajo de la sección inferior de la columna empacada, se alimenta vapor vivo, el que en contracorriente calentará el líquido madre hasta el punto de ebullición, generando la

formación de una mezcla azeotrópica con el agua el bromo será extraído fuera del líquido (vapor). En la parte inferior de la columna se colecta el líquido madre sin bromo, de allí será descargada por bombeo y llevada al pre calentador de placas para enfriarla y luego ser bombeada de retorno a la poza correspondiente.

La fase gaseosa de este proceso dejará la columna de extracción por la parte superior, estos vapores contienen una mezcla de bromo, agua y cloro, los vapores serán conducidos hacia condensadores para ser enfriados utilizando agua de enfriamiento.

Después de la condensación una mezcla de dos fases (bromo y agua) sale de los condensadores y pasa al separador de fases, donde se dividen en la fase ligera que contiene agua saturada en bromo y cloro, esta fase retorna hacia la columna de extracción para su reproceso; la fase pesada, que contiene bromo, agua y cloro, a continuación fluye a la columna de purificación, en esta columna, el bromo puede ser separado del agua y el Cloro.

El bromo puro será descargado fuera de la columna a través de un condensador alimentado por una corriente lateral de flujo, esta corriente es controlada por el nivel medido al interior de la columna, el bromo puro fluye al patio de tanques de almacenamiento por gravedad.

Los vapores que contienen bromo, cloro y agua, dejan la columna por la parte superior, desde allí se dirigen a los condensadores; el condensado de bromo se descargará de nuevo al separador de fases, el vapor restante con el cloro y el bromo fluirán hacia un depurador de gases operando en serie con un lavador con soda cáustica y un condensador que utiliza agua enfriada para reducir la pérdida de bromo y cloro a través del sistema de ventilación de gas.

Los gases de salida procedentes de la Columna de Purificación se aspiran a un depurador de gases, que utiliza para el lavado en contracorriente una mezcla de líquido madre (ML), esta mezcla de líquido madre es la mencionada como destino (a) líneas arriba.

El aire restante de desecho, que contiene bromo y cloro es lavado en contracorriente con una solución de soda cáustica (NaOH al 5%) en un equipo lavador, el reboce de esta unidad de lavado se recircula al circuito de alimentación de la torre extracción, mientras el aire es enviado hacia la chimenea.

▪ **Sección 600: Tanques de bromo y Estación de carga**

El bromo procedente de la torre de purificación, fluye por gravedad al patio de tanques de almacenamiento de bromo, el patio de tanques se plantea como un edificio cerrado con 3 tanques de 25 m³, equipo ISO-tanque de llenado, puerta automática, sistema de duchas de seguridad, pozo para recoger los derrames, sistema de ventilación a través de un lavador, detector de gas y balanza de carga para camiones ISO-tanque cargados.

Para recolectar el flujo de 1,514 kg/h de bromo, de tres tanques con un volumen de 25 m³ están instalados; uno de los tanques está previsto como recipiente de seguridad y debe mantenerse vacío para recibir bromo de uno de los tanques o de la planta en caso de fuga.

Después del posicionamiento del vehículo dentro de la estación de llenado, ISO-tanque puede ser conectado a los tanques de bromo.

Después de una prueba de presurizado del sistema de tuberías, el operador abandona el edificio. La puerta se cierra y el ciclo de llenado se realiza de forma automática.

El llenado de los ISO-tanques se puede hacer por bombeo; debido a la baja temperatura de ebullición del bromo, una sobrepresión de 1bar en el tanque es requerida; esto se garantiza mediante el llenado del sistema con nitrógeno.

▪ **Sección 700: Equipo de seguridad**

El equipamiento de seguridad requerido mínimo en instalaciones, son por lo general:

- Funcionamiento continuo de un lavador caústico para cada línea de producción para proteger el medio ambiente de los residuos peligrosos en el aire emitido
- Lavador de seguridad con soplores de aire resistentes a la corrosión, durante la ejecución el ciclo de llenado de los ISO-tanques, y en caso de emergencia
- Sistema de detección de gases en cada piso
- Monitoreo de los procesos y control de la operación de la planta por medio de dispositivos con un nivel de alto de SIL
- Duchas de seguridad con agua y tío-sulfato, depósito de tío-sulfato colocado a una altura de 27 m, para que el suministro de tío-sulfato funcione incluso en caso de fallo de energía eléctrica
- Equipo de protección personal, equipos de Búsqueda y Rescate

- Personal de protección especialmente entrenado y educado para las tareas de operación y de emergencia
- Dos escaleras separadas para evacuación rápida
- Estructura del edificio cerrado
- Pasarelas para las periódicas inspecciones visuales fuera del área cerrada de proceso
- Bandejas colectoras resistentes a la corrosión
- Monitoreo electrónico para puertas
- Tubería

G. Área de Servicios Auxiliares

Tiene como fin proporcionar los materiales y suministros necesarios para abastecer a las áreas 100, 200, 300, 400, 500 y 600, con el fin de garantizar el funcionamiento eficiente de la planta.

Se caracteriza por:

- Proporcionar materiales de suministro en calidad y cantidad (por ejemplo, agua, electricidad, energía térmica, medios de refrigeración, aire a presión, productos químicos y materiales auxiliares);
- Mejorar la calidad de carbonato de calcio con respecto de su pureza y reactividad para su uso posterior en la Planta de MgO y la Planta de Fosfato dicálcico (Área 400 y Área 500);
- Manejar todas las soluciones
- Proporcionar trabajos de laboratorio para control de los procesos y productos y
- Proporcionar un servicio de mantenimiento para máquinas, equipos e instrumentos de cada área.

3.8.3.1. Materias primas por fase de proceso

Materia prima define a todos los elementos que se incluyen en la elaboración de un producto. Por consiguiente la materia prima es todo aquel elemento que se transforma e incorpora en un producto final que tiene incluido una serie de elementos y subproductos, que mediante un proceso de transformación permitieron la confección del producto final.

Las características de las materias primas se basan en los resultados analíticos de las muestras evaluadas por SALSUD. Los análisis químicos fueron realizados por K-UTEC.

En el siguiente cuadro, se muestran las materias primas por cada etapa del proceso productivo del Proyecto.

Cuadro N°3. 19 : Materias Primas por Etapa

Etapa	Materia prima	Observaciones	Ton/hora
Área 100: Extracción y evaporación de salmuera	Salmuera	Se extraen en 144 pozos y se alimenta las pozas de evaporación solar para precipitar NaCl	3,888
Área 200: Planta sulfato de potasio	Sales Mixtas (KTMS)	Obtenidas en la sub-área 130 se conducen a la sub-área 210 para su procesamiento	160
Área 300: Purificación y enfriamiento de salmueras para aseguramiento de la calidad de los productos	Salmuera	Se recepciona de la sub-área 130 se purifican y se conducen a la sub-área 610; la salmuera de retorno de la sub-área 650 se enfría y se conduce al sub-área 410	456
Área 400: Planta de óxido de magnesio	Salmuera	Se reciben del sub-área 330 para su procesamiento; se producen MgO y HCl que se deriva hacia el sub-área 510	30
Área 500: Planta de fosfato de calcio dihidratado	Roca fosfórica Acido Clorhídrico Material Calcáreo (lechada)	Recibe las materias primas en la sub-área 510, las procesa para producir DICAL y recicla a la sub-área 310 solución de CaCl ₂	31.7
Área 600: Planta de bromo	Hipoclorito de sodio / Cloro Gas	Obtenido en el área 100 Se dirige a la sub-área 610 para producir Cloro otra opción es la compra del cloro gas	1.58
	Salmuera rica en magnesio	Obtenido en el área 100 Se procesa retirando el bromo, la salmuera sin bromo retorna a la sub-área 320	417

Fuente: SALSUD S.A.

3.8.3.2. *Insumos por fase de proceso*

En el funcionamiento de la Planta de Salmueras se tiene previsto el uso de insumos en sus Fases (Área 200, Área 400, Área 500 y Área 600) los cuales se detallan a continuación en el siguiente cuadro:

Cuadro N°3. 20 : Insumos Secundarios Requeridos

Fases	Insumos	Observación	Cantidad (Ton./horas)
Área 200: Planta sulfato de potasio	Agente de flotación	Comprado Se dirige a la sub-área 210	0.022
	HCl 33%	Comprado Se dirige a la sub-área 210	0.01
Área 400: Planta de Óxido de Magnesio	Hidróxido de sodio 50%	Comprado Se dirige a las sub-áreas 440 y 450.	1.84
	Tiosulfato de sodio	Comprado Se dirige a la sub-área 440	0.002
	Hidróxido de calcio 20%	Comprado Se dirige a la sub-área 490	0.002
	Resina de intercambio	Comprado Se dirige a la sub-área 420	0.0016
Área 500: Planta fosfato dicálcico dihidratado	Ácido clorhídrico 18%	Proviene del área 400 Se dirige a la sub-área 510	79.3
	Hidróxido de calcio 20%	Comprado Se dirige a las sub-áreas 510, 520 y 530	56.8
Área 600: Planta de bromo	Cloruro de sodio	Obtenido en el área 100 Se dirige a la sub-área 610	1.58
	Amargo	Obtenido en el área 100 Se dirige a la sub-área 650	417

Fuente: SALSUD S.A.

3.8.3.3. *Subproductos por Fase de Proceso*

El proceso no contempla la elaboración de Subproductos.

3.8.3.4. *Productos Finales*

Producto es el resultado de una serie de procesos elaborados en las diferentes áreas que conforman la planta, por consiguiente los productos finales principales y secundarios en las diferentes etapas que componen la planta se describen en el cuadro siguiente:

Cuadro N°3. 21 : Productos finales principales

Fase	Producto	Observación	Cantidad (Ton./horas)
Área 100: Adquisición y Evaporación de Salmuera	KTMS sal cruda	Para el prechancado y almacenamiento Sal se procesará en el Área 200 (SOP)	165.092
	Salmuera concentrada	Para el área 650 Se procesará en la planta de bromo	329.149
Área 200: Planta sulfato de potasio	SOP	Para venta	15.348
Área 300: Planta de tratamiento de la salmuera	Salmuera MgCl ₂ para el bromo	Proceso del bromo (Área 600)	273
	Salmuera MgCl ₂ desulfurada	Proceso del óxido de magnesio (Área 400)	52
Área 400: Planta de Óxido de Magnesio	MgO	Para venta	4.363
	MgO sinterizado	Para venta	4.363
Área 500: Planta fosfato dicálcico dihidratado	Fosfato dicálcico	Para venta	15.326
Área 600: Planta de bromo	Bromo	Para venta	1.51

Fuente: SALSUD S.A.

Cuadro N°3. 22 : Productos finales secundarios

Fase	Producto	Observación	Cantidad (Ton./hrs)
Área 100: Adquisición y Evaporación de Salmuera	NaCl	Hacia el área 600	-
Área 200: Planta sulfato de potasio	Licor madre de Schoenita	Para mezcla con salmuera antes de entrar al Pre-KTMS	182.512
	Vapor condensado	Hacia el área 700	-
	Agua de refrigeración caliente	Al área 700	-
Área 300: Planta de tratamiento de la salmuera	Sal Epsom (casi Sulfato Magnesio) disuelta	Al área 780	54
	Salmuera de Carnalita	Al área 210	12.1
Área 400: Planta de Óxido de Magnesio	HCl	al área 600 (Bromo)	-
		al área 500 (Dical)	41.828
	Agua de filtrado	al área 700	28.372

Fase	Producto	Observación	Cantidad (Ton./hrs)
Área 600: Planta de bromo	Vapor condensado	Hacia el área 740	-
	Agua caliente (chiller)	Hacia el área 720	-
	Agua de refrigeración caliente	Hacia el área 720	-

Fuente: SALSUD S.A.

3.8.3.5. Servicios

Requerimiento de Agua Cruda y Potable

La demanda estimada de agua (m³/h) para las actividades a realizarse en las diferentes áreas de la Planta de Salmuera, se muestra en el siguiente cuadro:

Cuadro N°3. 23 : Demanda de Agua según área (m3/h)

Área	Planta	Horas de Funcionamiento por Año	Agua(m ³ /h)	Consumo (m ³) Anual
100	Adquisición y evaporación salmuera	8,000	15	120,000
200	SOP	7,200	155	1,116,000
300	Planta de tratamiento de la salmuera	7,200	55.4	398,880
400	MgO	7,200	45	324,000
500	Dical	7,200	180	1,296,000
600	Planta bromo	6,600	6.6	43,560
Área de Servicios		8,000	2	16,000
TOTAL			404	3,314,440

Fuente: SALSUD S.A

Requerimiento Excepcional

El proyecto no tiene requerimientos excepcionales.

Requerimiento de Energía Eléctrica

Durante la actividad de producción de la Planta se dispondrá de una potencia instalada de 35 MVA. El suministro de energía será a través de una línea de transmisión que llegará a la Subestación de la planta. El consumo de energía anual dependerá de las horas de

funcionamiento de las diferentes áreas que conforman la planta por consiguiente en el siguiente cuadro se muestran la cantidad de horas de funcionamiento y el consumo de energía por horas.

Cuadro N°3. 24 : Energía consumida en las diferentes áreas de la planta

Área	Planta	Horas de funcionamiento por Año	Energía consumida por horas (MW)	MW-h/año
100	Adquisición y evaporación salmuera	8,000	2.43	19,430
200	SOP	7,200	2.78	19,990
300	Planta de tratamiento de la salmuera	7,200	2.54	18,303
400	MgO	7,200	7.15	51,500
500	Dical	7,200	3.00	21,600
600	Planta bromo	6,600	4.92	32,500
700-1000	Planta servicios	8,000	3.50	28,000
Total			26.32	191,300

Requerimiento de Combustible

El funcionamiento de la Planta de Salmueras, contempla un área determinada para recibir y almacenar el combustible que requiere para el funcionamiento de sus maquinarias, sin embargo, cabe indicar que las áreas 200 y 600 no contemplan el uso de combustible.

A continuación en el cuadro siguiente se muestra la cantidad de combustible a usar en las diferentes áreas:

Cuadro N°3. 25 : Demanda de combustible en las diferentes áreas

Área	Combustible		
	Tipo	Cantidad	Unidad
100*	D-2	669	l / hr
200	--	--	--
300	--	--	--
400	GN	6,900	m ³ / hr
500	GN	1,250	m ³ / hr

Área	Combustible		
	Tipo	Cantidad	Unidad
600	--	--	--
700-1000	GN	2,900	m ³ / hr

*Para maquinaria pesada.

GN: Gas Natural

Fuente: SALSUD S.A

3.8.3.6. Personal

A. Requerimiento de mano de obra para la Etapa de Construcción

✚ Personal requerido.

En la presente etapa de construcción, el requerimiento de personal será gradual, de acuerdo al avance de las obras, teniendo como máximo estimado de 2,000 trabajadores.

✚ Horario de trabajo

Durante la Construcción: Las horas de labor diarias serán de 10 horas máximo (7am-6pm).

B. Requerimiento de mano de obra para la Etapa de Operación

✚ Personal requerido.

El funcionamiento total de la Planta de Salmueras contempla el requerimiento de personas que serán distribuidas en las diferentes Áreas de la producción de Salmueras, teniéndose la opción de contar con empresas de servicio especializadas.

A continuación se detalla la cantidad de personal por requerir:

Cuadro N°3. 26 : Personal Requerido

Fase	Cant. Personal	Calificado	No calificado
Personal Administrativo y Supervisión	50	90%	10%
Área 100: Adquisición y evaporación de salmuera	64	88%	12%
Área 200: Planta sulfato de potasio	88	90%	10%
Área 300: Planta de tratamiento de la salmuera	64	90%	10%
Área 400: Planta de óxido de magnesio cáustico	81	90%	10%
Área 500: Planta di fosfato de Calcio di hidratado	70	85%	15%

Fase	Cant. Personal	Calificado	No calificado
Área 600: Planta de bromo	52	95%	5%
Área 700 - 1000: Planta de servicios	30	95%	5%
Sub total (mano de obra calificada)	449	-	-
Sub total (mano de obra no calificada)	50	-	-
Total	499		

Fuente: SALSUD S.A.

Horario de trabajo

Durante la Operación: Se tendrá 3 turnos de 8 horas diarias.

- ✓ Turno 1: 07:00-15:00 horas
- ✓ Turno 2: 15:00-23:00 horas
- ✓ Turno 3: 23:00-07:00 horas

Horas de Funcionamiento de las Áreas

Área 100: El tiempo de funcionamiento del sistema de evaporación solar es de 8.000 horas al año. La diferencia de horas anuales totales se considera como contingencias (por ejemplo, lluvias intensas, durante la cosecha).

Área 200: La tarea vital y general de la planta es el establecimiento de una capacidad de producción de 100.000 toneladas de sulfato de potasio (K_2SO_4 , SOP) por año. La planta debe estar en funcionamiento para 7.200 horas al año. Por lo tanto la capacidad de la planta se ha diseñado alrededor de 14 t / h de SOP seco.

Área 300: está diseñada para operar durante 7,200 horas al año, por esta razón su capacidad de procesamiento es de 456 t / h de salmuera sin bromo.

Área 400: está diseñada para operar durante 7,200 horas en el año, por esta razón su capacidad de producción es de 8.34 t/h de Oxido de Magnesio Cáustico.

Área 500: diseñada para operar durante 7200 horas en el año, por esta razón su capacidad de producción es de 15.28 t / h de Di-Fosfato de Calcio di hidratado.

Área 600: Los criterios de diseño de la planta comienza desde la intención de producir el bromo en una escala de 10.000 ton/año y un promedio de tiempo de funcionamiento eficaz de la planta de aproximadamente 6.600 horas/año.

Áreas Servicios Auxiliares: el tiempo de funcionamiento de los servicios auxiliares para el mantenimiento de las áreas es de 8000 horas al año.

3.8.3.7. Equipos y maquinaria

A continuación se menciona la lista de equipos y maquinarias que se requerirá para las labores a realizar en cada etapa:

Cuadro N°3. 27 : Área 100: Extracción de Salmuera y Sistema de Evaporación Solar

Equipo Principal	Cantidad
Bombas para extracción en pozos	144
Bombas en estaciones de bombeo	5
Bombas tras-ciego entre Pozas	14
Alimentador Rompedor de Grumos	1
Fajas Transportadoras varias longitudes	7
Chancadora de impacto	1
Cargador Frontal	6
Cosechadora de Sal	3
Volquetes	30
Equipos menores	25

Fuente: SALSUD S.A.

Cuadro N°3. 28 : Área 200: Planta Sulfato de Potasio

Equipo Principal	Cantidad
Filtro de Banda	3
Centrifugas	9
Chancadora de Martillos	1
Electrobombas	82
Cristalizador	1
Celdas de flotación	2
Evaporadores	6
Condensadores	6

Equipo Principal	Cantidad
Reactores de lixiviación	2
Intercambiadores de Calor	6
Equipos menores	139

Fuente: SALSUD S.A.

Cuadro N°3. 29 : Área 300: Tratamiento de la Salmuera

Equipo Principal	Cantidad
Tanques de Disolución	21
Intercambiadores de Placas	1
Intercambiadores de Haz de tubos	2
Filtros Prensa	3
Evaporadores de Vacío	2
Eyectores	1
Compresor de Vacío	1

Fuente: SALSUD S.A.

Cuadro N°3. 30 : Área 400: Planta de Óxido de Magnesio

Equipo Principal	Cantidad
Filtros Prensa	2
Horno AMAN (Hidro-pirolisis)	1
Reactores de Hidratación	2
Espesador	1
Filtros Rotatorios	3
Calcinador	1
Secador Rotatorio	1
Equipos menores	81

Fuente: SALSUD S.A.

Cuadro N°3. 31 : Área 500: Planta Dical

Equipo Principal	Cantidad
Reactores de Disolución	2
Filtros Prensa	5
Reactor de Purificación	1

Equipo Principal	Cantidad
Filtros tipo Lamella	3
Filtro de Banda	1
Espesadores	2
Reactor de Precipitación	1
Fajas y transportador tornillo	3
Equipos menores	72

Fuente: SALSUD S.A.

Cuadro N°3. 32 : Área 600: Planta de Bromo

Equipo Principal	Cantidad
Intercambiadores Iónicos	2
Rectificadores de Tensión	6
Celdas Electrolíticas	6
Intercambiadores de Calor	18
Deshumecedor de Cloro	1
Columnas extracción de Bromo	2
Columnas purificación de Bromo	2
Equipos menores	200

Fuente: SALSUD S.A.

Cuadro N°3. 33 : Área 700 - 1000: Planta de Servicios

Equipo Principal	Cantidad
Bombas de Pozos Agua Dulce	1
Caldero de Vapor	1
Grupo Electrónico	2
Planta de Osmosis Inversa	1
Torres de Enfriamiento	2
Chillers	3
Compresor de Aire	2
Secadores de Adsorción	4
Chancadora para Carbonato de Calcio	1
Equipos menores	100
Transformador trifásico de potencia	1
Interruptor de potencia tripolar	1

Equipo Principal	Cantidad
Seccionador tripolar de apertura central	1
Transformador de tensión	3
Pararrayos de Oxido de Zinc (ZnO)	3
Celda Metal Clad (ANSI)	12
Banco de Condensadores	1
Cargador Rectificador Autosoportado	2
Banco de Baterías	1
Otros equipos	8

Fuente: SALSUD S.A.

3.8.3.8. *Requerimiento de mano de obra para Operación*

El funcionamiento total de la Planta de Salmueras contempla el requerimiento de personas que serán distribuidas en las diferentes Áreas de la producción de Salmueras, teniéndose la opción de contar con empresas de servicio especializadas para soporte a las operaciones.

A continuación se detalla la cantidad de personal por requerir.

Cuadro N°3. 34 : Requerimiento de Mano de obra

Fase	Cant. Personal
Área 100: Adquisición y evaporación de salmuera	64
Área 200: Planta sulfato de potasio	88
Área 300: Planta de tratamiento de la salmuera	64
Área 400: Planta de óxido de magnesio cáustico	81
Área 500: Planta di fosfato de Calcio di hidratado	70
Área 600: Planta de bromo	52
Área 700 - 1000: Planta de servicios	30
Total	449

Fuente: SALSUD S.A.

3.8.3.9. *Horario de trabajo*

Durante la Operación: Se tendrá 3 turnos de 8 horas diarias

- ✓ Turno 1: 07:00-15:00 horas
- ✓ Turno 2: 15:00-23:00 horas
- ✓ Turno 3: 23:00-07:00 horas

3.8.3.10. Horas de Funcionamiento de las Áreas

Área 100: El tiempo de funcionamiento del sistema de evaporación solar es de 8.000 horas al año. La diferencia de horas anuales totales se considera como contingencias (por ejemplo, lluvias intensas, durante la cosecha).

Área 200: La tarea vital y general de la planta es el establecimiento de una capacidad de producción de 100.000 toneladas de sulfato de potasio (K_2SO_4 , SOP) por año. La planta debe estar en funcionamiento para 7.200 horas al año. Por lo tanto la capacidad de la planta se ha diseñado alrededor de 14 t / h de SOP seco.

Área 300: está diseñada para operar durante 7,200 horas al año, por esta razón su capacidad de procesamiento es de 456 t / h de salmuera sin bromo.

Área 400: está diseñada para operar durante 7,200 horas en el año, por esta razón su capacidad de producción es de 8.34 t/h de Oxido de Magnesio Cáustico.

Área 500: diseñada para operar durante 7200 horas en el año, por esta razón su capacidad de producción es de 15.28 t / h de Di-Fosfato de Calcio di hidratado.

Área 600: la planta está diseñada para producir 10.000 ton/año de Bromo líquido, con un tiempo de operación de 6.600 horas/año.

Áreas Servicios Auxiliares: el tiempo de funcionamiento de los servicios auxiliares para el mantenimiento de las áreas es de 8000 horas / año.

3.8.3.11. Emisiones atmosféricas

Las fuentes de emisión atmosférica del proceso industrial de Salmuera se indican en el cuadro siguiente:

Cuadro N°3. 35 : Fuentes de emisión atmosférica

Área	Descripción	Flujo (t/h)	Horas	Total (t/a)
200	Aire sin polvo	0.678	7,200	4,881.6
400	Emisión aire (lavado)	34.703	7,200	249,861.60
500	Aire sin polvo	22.959	7,200	165,304.8
600	CO ₂	0.000023	6,600	0.15
	Aire seco	0.775	6,600	5,115

Área	Descripción	Flujo (t/h)	Horas	Total (t/a)
	Hidrógeno	0.148	6,600	976,8

Fuente: SALSUD S.A.

En el Anexo 14 se encuentra el Estudio de Dispersión Atmosférica en las diferentes etapas del Proyecto.

3.8.3.12. Salmuera remanente del Proceso

Como parte del proceso industrial se va almacenar las salmueras excedentes de las 6 áreas, la cuales se reúnen en el área 780 para ser enviadas a la poza de evaporación final para su posterior uso en el proceso. El total anual, la descripción y flujo de las salmueras remanentes se indica en el siguiente cuadro:

Cuadro N°3. 36 : Características y descripción de la Salmuera remanente

Área	Descripción	Flujo (t/h)	Horas	Total (t/a)
100	Salmuera excedente	198.806	8,000	1,590,448
200	Salmuera con cristales de NaCl filtrado	205.88	7,200	1,482,336
300	Salmuera excedente con cristales de anhidrita	65.1	7,200	468,720
400	Salmuera excedente del proceso con cristales de brucita	30.86	7,200	222,192
500	Salmuera excedente del proceso	124.72	7,200	897,984
600	Salmuera concentrada en magnesio (MgO ₂)	393	6,600	2,593,800
	Salmuera con cristales de calcita	0.051	6,600	336.6
	Salmuera excedente del lavado de intercambio iónico	0.434	6,600	2,864.4

Es importante indicar que no se van a generar efluentes industriales del proceso. Como las instalaciones de planta van requerir: servicios higiénicos, vestidores y comedor para el personal, se generaran residuos domésticos, los cuales serán manejador a través de una empresa prestadora de servicios (EPS).

3.8.3.13. Emisiones atmosféricas

Las fuentes de emisión atmosférica del proceso industrial de Salmuera se indican en el cuadro siguiente:

Cuadro N°3. 37 : Fuentes de emisión atmosférica

Área	Descripción	Flujo (t/h)	Horas	Total (t/a)
200	Aire sin polvo	0.678	7,200	4,881.6
400	Emisión aire (lavado)	34.703	7,200	249,861.60
500	Aire sin polvo	22.959	7,200	165,304.8
600	CO ₂	0.000023	6,600	0.15
	Aire seco	0.775	6,600	5,115
	Hidrógeno	0.148	6,600	976,8

3.8.3.14. Generación de Ruido

A) Procesos o Actividades generadoras de Ruido:

- ✓ Ruidos generados por la presencia de vehículos en la carretera.
- ✓ Ruidos generados por los fuertes vientos.

B) Estaciones de Monitoreo

El monitoreo de los niveles de ruido se realizó en 04 estaciones cuyas características se muestran en el siguiente cuadro:

Cuadro N°3. 38 : Estaciones de Monitoreo de Ruido Ambiental

Punto de medición	Coordenadas UTM (WGS 84)		Descripción del lugar
	Norte	Este	
RU-05	9 310 854	557 734	Ubicado al norte del área del proyecto, punto más próximo a la vía de acceso del área del proyecto.
RU-06	9 305 465	556 250	Ubicado al centro del área del proyecto, punto más próximo a la caseta de vigilancia abandonada.
RU-07	9 307 316	566 200	Ubicado al norte del área del proyecto, a 3 km aproximadamente de la carretera Panamericana Norte.
RU-08	9 298 743	556 625	Ubicado al sur del área de proyecto, punto más próximo al océano Pacífico

Elaboración: Geoservice Ingeniería S.A.C.

Ver Anexo N°15: Plano de Ubicación de Puntos de Monitoreo de Calidad de Aire, Ruido Ambiental y Calidad de Aguas (MM003-2011-MA-04).

C) Parámetros Evaluados

Los resultados obtenidos de las estaciones de monitoreo fueron comparados con los Estándares de Calidad de Ambiental para Ruido (D.S. N° 085-2003-PCM).

Cuadro N°3. 39 : Decreto Supremo N° 085-2003-PCM (Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido)

Zonas de Aplicación	Valores Expresados en LAeqT	
	Horario Diurno	Horario Nocturno
Zona de Protección Especial	50	40
Zona Residencial	60	50
Zona Comercial	70	60
Zona Industrial	80	70

D) Resultados

Los resultados de los niveles de presión sonora se muestran en los siguientes cuadros:

Cuadro N°3. 40 : Niveles de Presión Sonora registradas en el periodo de monitoreo diurno

Punto de medición	Nivel de Presión Sonora dB(A)			ECA Ruido (*)
	LAminT	LAmaxT	LAeqT	
RU-05	33.9	82.9	54.0	80
RU-06	34.1	68.3	51.4	80
RU-07	37.8	71.2	53.2	80
RU-08	47.0	65.8	57.5	80

(*) Sustentado en el D.S. N° 085-2003-PCM: Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido.

Cuadro N°3. 41 : Niveles de Presión Sonora registradas en el periodo de monitoreo nocturno

Punto de medición	Nivel de Presión Sonora dB(A)			ECA Ruido (*)
	L _{Amin} T	L _{Amax} T	L _{Aeq} T	
RU-05	42.5	56.0	48.6	70
RU-06	34.1	60.8	46.3	70
RU-07	32.5	56.8	42.2	70
RU-08	37.6	57.6	43.9	70

(*) Sustentado en el D.S. N° 085-2003-PCM: Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido

Ver Anexo N° 08: Resultados del laboratorio

E) Evaluación de Resultados

El nivel de ruido registrado en las estaciones de monitoreo ubicados en el área de influencia del presente proyecto, se encontraron por debajo de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido establecidos en el D.S. N° 085-2003-PCM.

3.8.3.15. Generación de Vibraciones

El proceso no contempla la generación de vibraciones.

3.8.4. Mantenimiento

Para garantizar la producción esperada en 11 meses de operación al año, los programas de mantenimiento se ajustan a la evolución de las operaciones productivas.

El mantenimiento general de los equipos principales de la planta se realizara cada 11 meses, con una duración máxima de 30 días. Durante el año se realizaran trabajos de mantenimiento de accesos, limpieza y repintado de tanques y estructuras metálicas, etc.

3.8.4.1. Tipos de mantenimiento

De acuerdo al tamaño e importancia de los equipos el mantenimiento podrá ser predictivo, preventivo y correctivo, para garantizar la continuidad del proceso; las actividades involucradas en este tipo de mantenimiento son las siguientes:

Cambio de rodamientos y sellos de bombas y centrifugas; cambio de blindajes de las chancadoras; reparación de recubrimientos de caucho de espesadores; cambio de ladrillos refractarios de los hornos Aman; reemplazo de las cadenas de transmisión de los transportadores (fajas, gusanos, elevadores, etc.), revisión de reductores principales;

inspección y reparación de tubos de intercambiadores de calor, repintado de estructuras y tanques, así como señales de seguridad de la planta, inspección y pruebas físico químicas de aceites para los transformadores; cambio de rodamientos a los motores eléctricos; prueba de aislamientos de los bobinados y conductores con aislamiento; pruebas de apertura y cierre de interruptores y seccionadores, etc.

3.8.4.2. *Equipo a utilizar*

Los equipos y materiales a utilizar durante el mantenimiento se listan en el cuadro siguiente.

Cuadro N°3. 42 : Lista de equipos y materiales

N°	Materiales y Equipos
1	Herramientas de mano en general
2	Montacargas 2 tons
3	Maquinas de Soldar 5kW (Inverter)
4	Tecla Ratchet 1.5t
5	Torno de mesa
6	Taladradora de banco
7	Cierra de cinta
8	Equipos de lubricación (graseras, bombas manuales, etc.)
9	Multitester
10	Pinza Amperimétrica
11	Megometro
12	Pértiga
13	Revelador de Voltaje
14	Guantes dieléctricos

Fuente: SALSUD S.A

3.8.5. **Etapa de Cierre**

Luego de finalizada la etapa de operación sigue la etapa de cierre de operaciones. En el presente estudio de impacto ambiental se detalla de manera conceptual este cierre. A continuación damos los siguientes alcances.

3.8.5.1. *Estimación de vida útil*

De acuerdo al cronograma para la ejecución del proyecto de la planta de fabricación de cementos, estima que *el tiempo de vida del proyecto será de 20 años*, teniendo en cuenta la

renovación de equipos, sin embargo la etapa de cierre será de 2 años y post cierre de 1 año en caso haya residuos de las actividades de la planta.

3.8.5.2. Programación de restitución del área.

La etapa de cierre durará 2 años, en los cuales se tiene previsto la donación y/o el desinstalación de equipos, desmantelamiento de infraestructuras y restauración de áreas disturbadas.

A continuación presentamos la programación para la restitución del área perturbada por el desarrollo del proyecto industrial.

Actividad	Años	
	Año 01	Año 02
Cierre de Actividades		

Fuente: SALSUD S.A.

3.8.5.3. Uso del área al finalizar la vida útil del proyecto.

Las áreas que serán ocupadas por las referidas instalaciones quedarán con su fisiografía modificada y el uso que le darán al finalizar la vida útil del proyecto estará en relación a los proyectos que tenga su propietario y al permiso que brinde la municipalidad.

3.8.5.4. Actividades del Cierre

Las actividades del cierre están diferenciadas en dos fases bien definidas en relación con el tiempo de ocurrencia dentro del proyecto:

Cuadro N°3. 43 : Actividades de cierre

Tipo	Temporalidad	Descripción
Cierre de Construcción (Concurrente)	Al término de la fase de construcción	Retiro de infraestructuras, reconfiguración del terreno y áreas intervenidas que no dormán parte de las instalaciones en operación.
Cierre de Operaciones	Al término de la etapa de operaciones.	Comprende el desmontaje de la planta e instalaciones auxiliares

3.8.5.5. Criterios de cierre

El lugar de emplazamiento de la planta y los terrenos afectados por las operaciones serán rehabilitados con el propósito de:

- ✓ Proteger la salud humana y el medio ambiente.

- ✓ Usar de manera beneficiosa el suelo una vez que concluya la vida útil de la planta industrial o se decida su paralización y abandono.
- ✓ Reducir o prevenir la degradación ambiental.

3.8.5.6. Cierre definitivo

El cierre definitivo consiste en el desmantelamiento y desmovilización de las instalaciones permanentes que se usaron durante la fase operativa del proyecto, la clausura definitiva de instalación y las actividades de limpieza y rehabilitación de las áreas disturbadas.

a) Actividades preliminares

Sin ser limitativos, las principales actividades preliminares en esta fase serán las siguientes:

- ✓ Establecimiento de las condiciones iniciales del terreno a fin de conocer los criterios básicos para revertir el terreno a sus condiciones iniciales.
- ✓ Definición de los límites de las áreas afectadas.
- ✓ Valorización de los activos y pasivos.
- ✓ Determinación del marco legal del plan de cierre.
- ✓ Determinación de la topografía de la zona de emplazamiento del proyecto y zonas aledañas, con referencia en coordenadas UTM y cotas.
- ✓ Evaluación social, económica y cultural
- ✓ Determinación de las actividades de monitoreo en el cierre y el postcierre, considerando la estabilidad física, geoquímica, biología y social.
- ✓ Elaboración de cronogramas de actividades del cierre y estimación de presupuestos (a nivel de ingeniería básica). En la siguiente fase se afinarán las cifras a nivel de ingeniería de detalle.

b) Actividades del plan de cierre definitivo

Una vez decidida la paralización y abandono de la planta, *SALSUD* implementará las acciones necesarias para garantizar el cierre y abandono, mediante la rehabilitación de los terrenos ubicados dentro del área de influencia directa del proyecto, con la finalidad de

devolverles su uso inicial o adecuarlos al uso que se proyecta para recuperar áreas disturbadas y que será planteado en el Plan de Cierre del Proyecto.

Las medidas consideradas en este estudio de cierre y abandono son las siguientes:

- **Limpieza y manejo de residuos**

Previo al desmantelamiento de las instalaciones, se ha considerado dentro de esta medida la limpieza y manejo de residuos provenientes de las mismas.

- **Desmantelamiento**

El desarrollo del desmantelamiento de las instalaciones industriales se efectuará bajo los siguientes procedimientos:

- Los equipos y maquinarias de utilidad, serán retirados y embalados para su traslado a otras instalaciones de la empresa o para su venta.
- Los equipos o maquinarias inservibles, así como las infraestructuras metálicas diversas (estructuras metálicas, barandas, señalización, estructuras livianas, cercos, tanques, tuberías, etc.) que puedan ser reciclados, serán vendidos como chatarra. Estas labores estarán a cargo de Empresas Comercializadoras de Residuos Sólidos debidamente registradas en DIGESA.
- Los residuos sólidos serán manejados conforme la legislación vigente, según estos sean peligrosos o no peligrosos.

- **Demolición**

De acuerdo a lo que en su oportunidad la empresa decida respecto al posterior uso de las edificaciones (obras civiles) de la planta, se procederá a las actividades de demolición de las infraestructuras civiles a fin de dejar el terreno libre para su posterior uso.

3.8.5.7. Establecimiento de la forma del terreno

En el caso de que en su oportunidad la empresa decida el desmantelamiento y demolición general de las instalaciones e infraestructuras de la planta, luego de la demolición, se efectuará la explanación general de la superficie de manera tal, que se lleve a cabo la total restauración de la superficie de emplazamiento, que supone la reposición del suelo en la superficie del área utilizada. El trabajo podrá incluir aspectos de corte, relleno y nivelación para la devolución del contorno natural.

3.9. Etapa de Selección de Sitio

3.9.1. Criterios considerados

SALSUD ha considerado como criterios para la selección de ubicación del Proyecto Salmueras, los siguientes:

- ✓ El común denominador que son terrenos eriazos, por tanto no se intervendrán áreas con actividades económicas importantes tales como agricultura y/o ganadería.
- ✓ No pertenecen a Áreas Naturales Protegidas (SINANPE).
- ✓ No presentan rastros de restos arqueológicos a nivel superficial.
- ✓ La presencia de materia prima (salmueras) necesaria para el proyecto.
- ✓ Topografía de los terrenos de la zona adecuados para los propósitos del proyecto.
- ✓ Asimismo, también se han realizado estudios de mercado, donde se muestra que el área escogida es conveniente para los propósitos de SALSUD, con respecto del área de explotación.

3.10. Identificación de los Peligros y Evaluación de Riesgos

En el presente capítulo se realiza la identificación y descripción de los posibles impactos que se generen como consecuencia del desarrollo de cada uno de las actividades contempladas en la viabilidad del proyecto, de acuerdo a lo señalado en el artículo 14° del D.S. N° 019-97-ITINCI.

3.10.1. Criterios

Según el artículo 14° del D.S. N° 019-97-ITINCI, se entiende que existe riesgo Ambiental si puede generarse alguno de los siguientes efectos, características o circunstancias:

- ✓ Daño, deterioro, afección de la salud o seguridad de las personas.
- ✓ Efectos adversos para la cantidad o calidad de los recursos naturales.
- ✓ Efectos adversos sobre los ecosistemas o alteración de los procesos ecológicos esenciales.
- ✓ Efectos adversos a las Áreas Naturales Protegidas o zonas de influencia.
- ✓ Alteración de las cualidades, valor paisajístico o turístico de zonas declaradas de valor turístico.

- ✓ Alteración de lugares con valor antropológico, arqueológico, histórico y, en general, los pertenecientes al Patrimonio Cultural de la Nación.
- ✓ Efectos adversos a la infraestructura de servicios básicos.

3.10.2. Descripción de Peligros

A) Daño, deterioro o afección de la salud o seguridad de las personas

El proyecto materia del presente estudio, se desarrollará íntegramente dentro de las concesiones otorgadas a Salmuera Sudamericana y estrictamente dentro de las áreas establecidas en el diseño de la Planta. Para lo cual se celebró un contrato con la comunidad de San Pedro de Mórrope (Ver Anexo N°2.4) Asimismo, cabe indicar que el área del proyecto estará ubicada entre los departamentos de Lambayeque y Piura respectivamente.

De lo expuesto en el párrafo anterior se deduce que el área del proyecto se encuentra fuera de los límites de Expansión Urbana de los distritos de Sechura y Olmos, por tanto se deduce que el impacto o deterioro o afección de la salud o seguridad de las personas es ***Impacto negativo***, que obedece principalmente a la posibilidad de ocurrencia de accidentes de la población implicada en la ruta de transporte de materiales de construcción, equipos y personal de obra. Por consiguiente se califica de ***intensidad baja, extensión puntual y duración temporal***.

B) Efectos adversos para la cantidad o calidad de los recursos naturales

Las características de los recursos naturales en el área donde se ubicará el proyecto salmueras, son limitadas tal como se ha descrito en la línea base física y biológica, por tal razón, los efectos adversos que se pueda generar por la actividad de construcción y operación de la Planta de Salmueras son limitados.

Asimismo, se debe tener en cuenta que el proyecto salmueras se desarrollará estrictamente dentro del área estipulada por el diseño realizado, reduciendo al mínimo el impacto que pueda generar dicha con respecto de la fisiografía del área.

Por tanto, el impacto negativo o efectos adversos sobre la cantidad o calidad de los recursos naturales son bajos.

C) Efectos adversos sobre los ecosistemas o alteración de los procesos ecológicos esenciales

Para fines de la caracterización del componente biótico, se efectuó las evaluaciones de los

ecosistemas existentes a fin de identificar posibles especies y/o áreas sensibles o críticas.

Con respecto a la flora vascular del área de estudio está representada por familias que presentan poca diversidad – máximo dos especies. Este patrón es típico de las zonas áridas por lo que los resultados obtenidos están dentro de los márgenes esperados

La vegetación arbórea dominante en las unidad de vegetación que corresponde a la familia Fabaceae destacando en abundancia *Prosopis pallida*, esta especie crece en forma arbórea en las zonas de escurrimiento de neblina, y pueden extender sus raíces sobre la arena por más de 10 m, como una adaptación para captar la humedad del ambiente, fijarse al suelo y mantener su forma arbórea, caso contrario se tornarían achaparrados.

Para la *avifauna* en el área del proyecto está constituida por 7 especies contenidas en 7 Familias y 4 Ordenes Taxonómicos.

Los mamíferos presentes en la zona de evaluación son 3 especies distribuidas en 3 Familias del Orden Carnívora.

La especie de mamífero *Lycalopex sechurae* se encuentra categorizada como Casi Amenazada (NT) por la IUCN.

En el área de estudio se registraron 2 especies de reptiles distribuidas en 2 Familias y 1 Orden Taxonómico.

Se está considerando como especies clave las aves *Piezorhina cinerea* “fringilo cinereo” y *Geositta peruviana* “pamperito peruano” y la especie de mamífero *Lycalopex sechurae* “zorro costeño”.

El **Impacto negativo**, sobre los ecosistemas es inevitable ya que conlleva al desplazamiento de las escasas especies de vegetales y animales identificadas y se manifestará en el momento de los trabajos de movimiento de tierras para cimentación, soporte de las estructuras metálicas y de concreto, instalación y montaje de los equipos principales y auxiliares.

D) Efectos adversos sobre zonas especialmente sensibles, o por su localización próxima a poblaciones o recursos naturales susceptibles de ser afectados

Debido a la naturaleza y características que presenta el área donde se desarrollará el proyecto salmueras, no es una zona especialmente sensible, además se debe tener en cuenta que el área está a una distancia aproximada de 33.5 Km al norte de la ciudad de Chiclayo y

a 34.38 km de distancia del área natural protegida más próxima (Reserva Nacional de Isla Lobos de Tierra).

Lo cual garantiza que *NO habrá impactos o efectos adversos* sobre zonas especialmente sensibles o a poblaciones o recursos naturales.

E) Efectos adversos a las Áreas Naturales Protegidas o zonas de influencia

El área natural protegida más próxima es la Isla Lobos de Tierra que se ubica a una distancia aproximada de 34.38 km hacia el Noreste del proyecto, la cual como ya se menciona no tendrá impactos. Ver Anexo N°15: Mapa de Áreas Naturales Protegidas Próximas al Proyecto (MM003-2011-MA-12).

F) Alteración de las cualidades o valor paisajístico o turístico de zonas declaradas de valor turístico

El área donde se emplazará el proyecto, presenta un paisaje producto de la interacción de factores naturales y antrópicos (ejemplo, la presencia de vía de acceso), esto quiere decir un paisaje disturbado por acción del hombre.

Estas características no son de relevancia ya que dicha área no presentan zonas declaradas con valor turístico, por tanto, *No se observa impacto o alteración de las cualidades o valores paisajísticos o a zonas declaradas de valor turísticas.*

G) Alteración de lugares con valor antropológico, arqueológico, histórico y, en general, los pertenecientes al Patrimonio Cultural de la Nación

El área donde se establecerá el proyecto salmueras (CIRA en trámite) cuenta con los Certificados de Inexistencia de Restos Arqueológicos (CIRA) expedido por el Ministerio de Cultura los cuales indican que *No se ha identificado evidencias de restos arqueológicos* que puedan ser afectados por las actividades constructivas y operativas de la Planta.

Por tanto, no habrá alteración de lugares con valor antropológico, arqueológico, histórico y en general, los pertenecientes al Patrimonio Cultural de la Nación.

H) Efectos adversos a la infraestructura de servicios básicos.

El proyecto, está ubicado a las afueras de zonas urbanas y fuera de los límites de expansión urbana de los distritos más cercanos, por tal motivo el funcionamiento de dicho proyecto *NO ejercerá ningún efecto adverso a las infraestructuras de servicios básicos* de las

poblaciones cercanas.

3.11. Equipos

3.11.1. Tipo y cantidad

Las distintas áreas que conforman la Planta de Salmueras contarán con los siguientes equipos:

a) Área 100: Adquisición y Evaporación de Salmuera

Equipo Principal	Cantidad
Bombas para extracción en pozos	144
Bombas en estaciones de bombeo	5
Bombas tras-ciego entre Pozas	14
Alimentador Rompedor de Grumos	1
Fajas Transportadoras varias longitudes	7
Chancadora de impacto	1
Cargador Frontal	6
Cosechadora de Sal	3
Volquetes	30
Equipos menores	25

Fuente: SALSUD S.A

b) Área 200: Planta sulfato de potasio

Equipo Principal	Cantidad
Filtro de Banda	3
Centrifugas	9
Chancadora de Martillos	1
Electrobombas	82
Cristalizador	1
Celdas de flotación	2
Evaporadores	6
Condensadores	6
Reactores de lixiviación	2
Intercambiadores de Calor	6
Equipos menores	139

Fuente: SALSUD S.A

c) Área 300: Planta de tratamiento de la salmuera

Equipo Principal	Cantidad
Tanques de Disolución	21
Intercambiadores de Placas	1
Intercambiadores de Haz de tubos	2
Filtros Prensa	3
Evaporadores de Vacío	2
Eyectores	1
Compresor de Vacío	1

Fuente: SALSUD S.A

d) Área 400: Planta de Óxido de Magnesio

Equipo Principal	Cantidad
Filtros Prensa	2
Horno AMAN (Hidro-pirólisis)	1
Reactores de Hidratación	2
Espesador	1
Filtros Rotatorios	3
Calcinador	1
Secador Rotatorio	1
Equipos menores	81

Fuente: SALSUD S.A

e) Área 500: Planta fosfato dicálcico dihidratado

Equipo Principal	Cantidad
Reactores de Disolución	2
Filtros Prensa	5
Reactor de Purificación	1
Filtros tipo Lamella	3
Filtro de Banda	1
Espesadores	2
Reactor de Precipitación	1
Fajas y transportador tornillo	3
Equipos menores	72

Fuente: SALSUD S.A

f) Área 600: Planta de bromo

Equipo Principal	Cantidad
Intercambiadores Iónicos	2
Rectificadores de Tensión	6
Celdas Electrolíticas	6
Intercambiadores de Calor	18
Deshumecedor de Cloro	1
Columnas extracción de Bromo	2
Columnas purificación de Bromo	2
Equipos menores	200

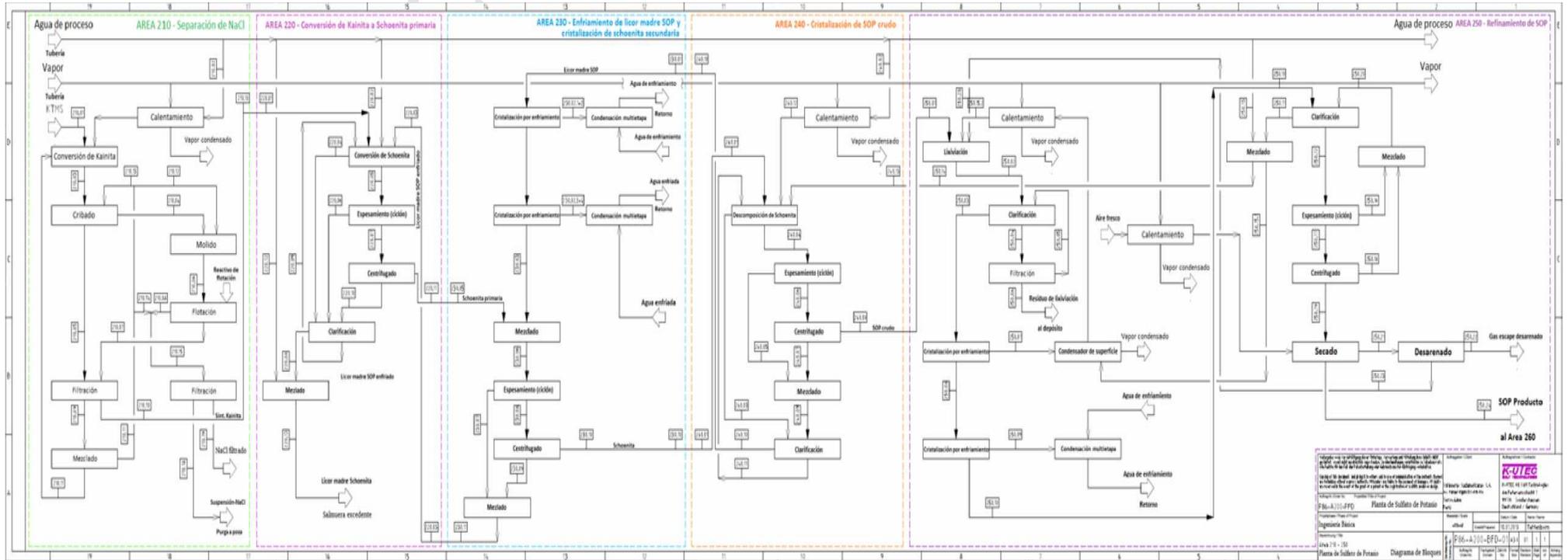
Fuente: SALSUD S.A

g) Área Servicios Auxiliares:

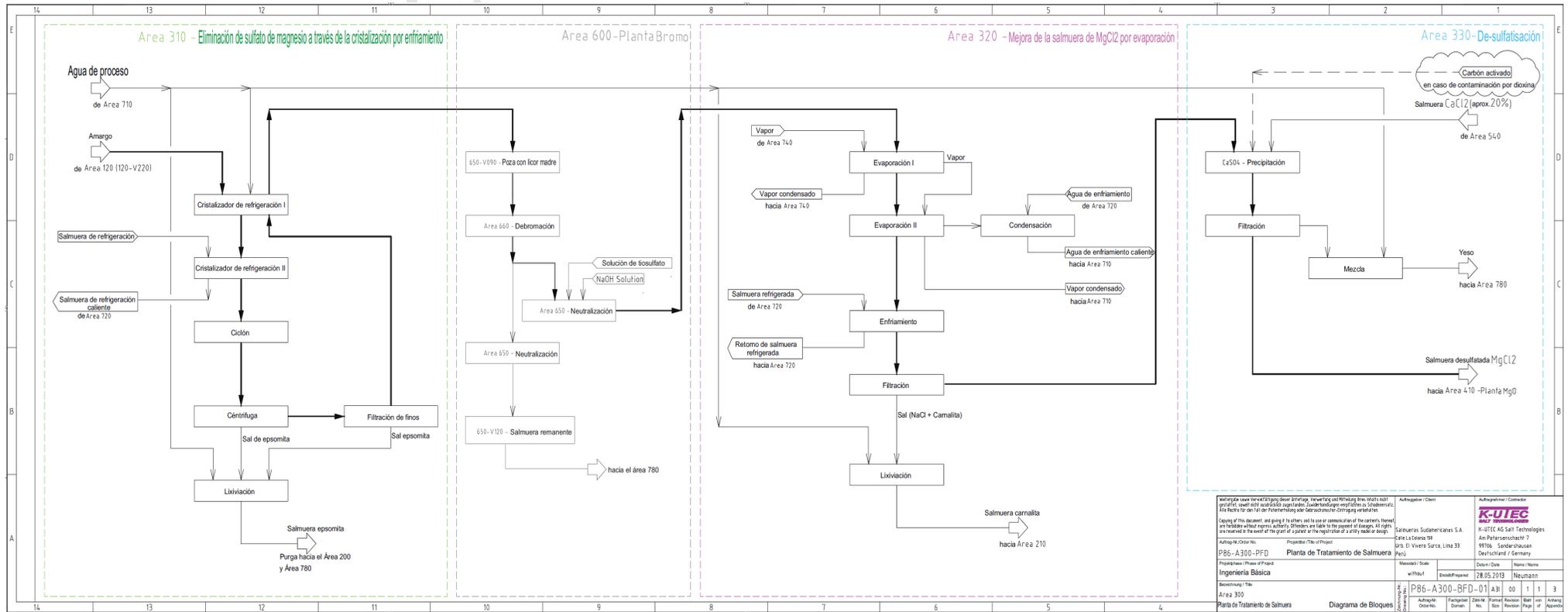
Equipo Principal	Cantidad
Bombas de Pozos Agua Dulce	1
Caldero de Vapor	1
Grupo Electrógeno	2
Planta de Osmosis Inversa	1
Torres de Enfriamiento	2
Chillers	3
Compresor de Aire	2
Secadores de Adsorción	4
Chancadora para Carbonato de Calcio	1
Equipos menores	100
Transformador trifásico de potencia	1
Interruptor de potencia tripolar	1
Seccionador tripolar de apertura central	1
Transformador de tensión	3
Pararrayos de Oxido de Zinc(ZnO)	3
Celda Metal Clad(ANSI)	12
Banco de Condensadores	1
Cargador Rectificador Autosoportado	2
Banco de Baterías	1
Otros equipos	8

Fuente: SALSUD S.A

B. Área 200: Planta sulfato de potasio (SOP)

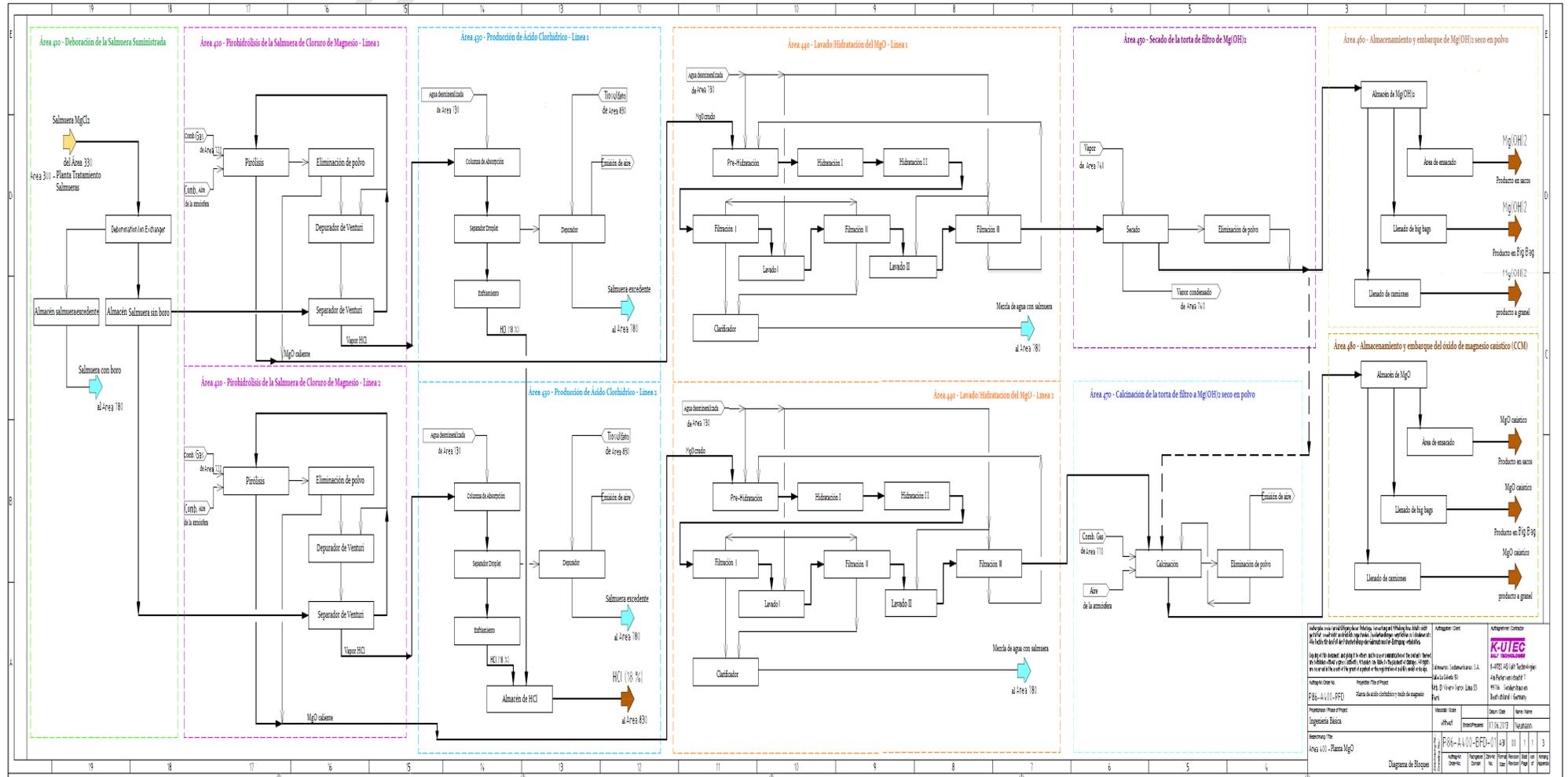


C. Área 300: Planta de Tratamiento de Salmuera



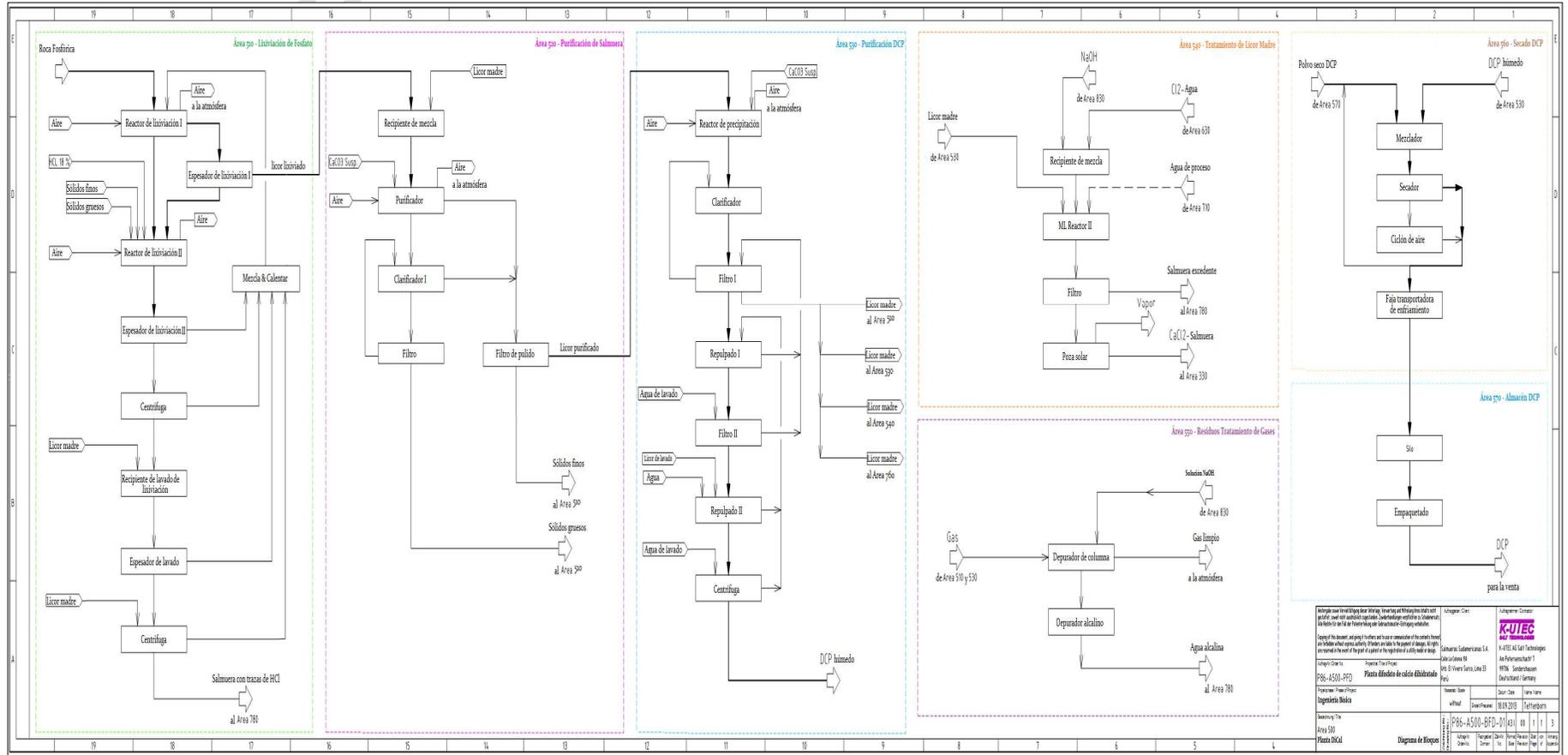
<p>Indicaciones para el cliente: Este documento es propiedad de SALSUD S.A. y no debe ser copiado, distribuido ni utilizado sin el consentimiento escrito de SALSUD S.A. Los derechos reservados en el evento de que el presente sea objeto de una patente o de un modelo de utilidad.</p>		<p>Autogenerado / Cliente: Salmueras Sudamericanas S.A. Calle La Estrella 150 Urb. El Viviero Surco, Lima 33 Perú</p>		<p>Autogenerado / Cliente: K-UTEC AS Salt Technologies Am Reiterstrasse 17 99116 Sandershausen Deutschland / Germany</p>	
<p>Autogenerado / Cliente: PB6-A300-PFD Planta de Tratamiento de Salmuera</p>	<p>Proyecto / Título de Proyecto: Ingeniería Básica</p>	<p>Fecha / Fecha de Emisión: 28.05.2013</p>	<p>Nombre / Nombre: Neumann</p>	<p>Estado / Estado: without</p>	<p>Orden / Orden: 00</p>
<p>Autogenerado / Cliente: PB6-A300-BFD-01</p>	<p>Proyecto / Título de Proyecto: Ingeniería Básica</p>	<p>Fecha / Fecha de Emisión: 28.05.2013</p>	<p>Nombre / Nombre: Neumann</p>	<p>Estado / Estado: without</p>	<p>Orden / Orden: 00</p>
<p>Autogenerado / Cliente: PB6-A300-BFD-01</p>	<p>Proyecto / Título de Proyecto: Ingeniería Básica</p>	<p>Fecha / Fecha de Emisión: 28.05.2013</p>	<p>Nombre / Nombre: Neumann</p>	<p>Estado / Estado: without</p>	<p>Orden / Orden: 00</p>

D. Área 400: Planta de óxido de Magnesio

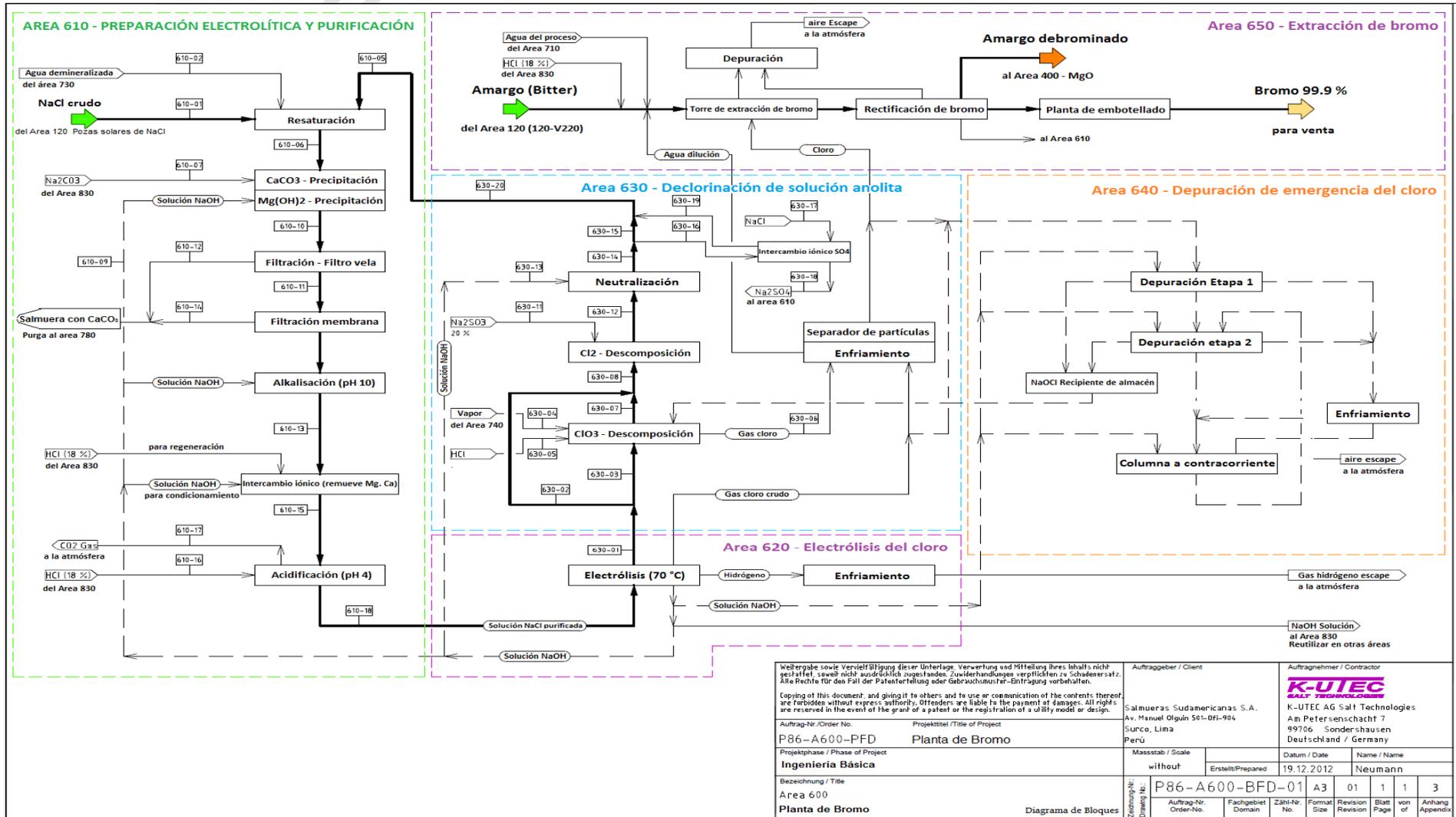


<p>Elaborado por: [Nombre]</p> <p>Revisado por: [Nombre]</p> <p>Aprobado por: [Nombre]</p> <p>Fecha: [Fecha]</p> <p>Proyecto: [Nombre]</p> <p>Área: [Nombre]</p> <p>Diagrama de Bloques</p>	<p>Integrador: [Nombre]</p> <p>Cliente: [Nombre]</p> <p>Escala: [Escala]</p> <p>Hoja: [Número]</p> <p>Total: [Total]</p>	<p>Logo: K-UIEC</p> <p>Logo: [Logo]</p> <p>Logo: [Logo]</p> <p>Logo: [Logo]</p>
---	--	---

E. Área 500: Planta de fosfato de calcio hidratado



F. Área 600: Planta de Bromo



<p>Weißgabe sowie Vervielfältigung dieser Unterlage, Verwertung und Mitteilung ihres Inhalts nicht gestattet, soweit nicht ausdrücklich zugestanden. Zuwiderhandlungen verpflichten zu Schadensersatz. Alle Rechte für den Fall der Patenterteilung oder Gebrauchsmuster-Eintragung vorbehalten.</p> <p>Copying of this document, and giving it to others and to use or communication of the contents thereof are forbidden without express authority. Offenders are liable to the payment of damages. All rights are reserved in the event of the grant of a patent or the registration of a utility model or design.</p>		<p>Auftraggeber / Client</p> <p>Salmueras Sudamericanas S.A. Av. Manuel Olgún 501-0ff-904 Surco, Lima Perú</p>		<p>Auftragnehmer / Contractor</p> <p>K-UTEC K-UTEC AG Salt Technologies Am Petersenschacht 7 99706 Sondershausen Deutschland / Germany</p>	
<p>Auftrag-Nr./Order No. P86-A600-PFD</p>		<p>Projektziel / Title of Project Planta de Bromo</p>		<p>Datum / Date 19.12.2012</p>	
<p>Projektphase / Phase of Project Ingeniería Básica</p>		<p>Masstab / Scale without</p>		<p>Name / Name Neumann</p>	
<p>Bezeichnung / Title Area 600</p>		<p>Erstellt/Prepared</p>		<p>Blatt / Page 1 of 1</p>	
<p>Planta de Bromo</p>		<p>Zeichnungs-Nr. / Drawing No. P86-A600-BFD-01</p>		<p>Zahl-Nr. / Blatt Page 1 of 1</p>	
<p>Diagrama de Bloques</p>		<p>Auftrag-Nr. / Order-No. P86-A600-BFD-01</p>		<p>Format Size A3</p>	
		<p>Fachgebiet / Domain 01</p>		<p>Revision 1</p>	
		<p>Zahl-Nr. / No. 01</p>		<p>Blatt / Page 1 of 1</p>	
		<p>Format Size A3</p>		<p>Anhang / Appendix 3</p>	