

RELATORIO DE IMPACTO AMBIENTAL (RIMA)



TECNOAMBIENTAL
•INGENIERÍA Y CONSULTORÍA•

PROYECTO: “PLANTA CLOROSODA”

PROPONENTE:	QUIMISUR S.A.
DEPARTAMENTO:	ALTO PARANÁ
DISTRITO:	HERNANDARIAS
CONSULTOR:	TECNOAMBIENTAL S.R.L.
CÓDIGO CTCA:	E-133

OCTUBRE 2024



TABLA DE CONTENIDO

1.	ANTECEDENTES.....	5
1.1.	Introducción.....	5
1.2.	Ubicación.....	5
1.2.1.	Ubicación geográfica.....	6
1.2.2.	Descripción de las características relevantes del área de influencia del proyecto.....	6
1.2.3.	Área de Influencia Directa (AID) y Área de Influencia Indirecta (AII).....	6
1.3.	Situación legal de la propiedad y condición de dominio.....	8
2.	CARACTERIZACIÓN SOCIOAMBIENTAL DEL DEPARTAMENTO DE ALTO PARANÁ.....	9
2.1.	Medio físico.....	9
2.1.1.	Ubicación.....	9
2.1.2.	Clima.....	9
2.1.3.	Orografía y suelos.....	12
2.1.4.	Hidrografía.....	12
2.2.	Medio Biótico.....	14
2.2.1.	Ecorregión.....	14
2.2.2.	Áreas Silvestres Protegidas.....	14
2.2.3.	Fauna y flora.....	15
2.3.	Medio Antrópico.....	18
2.3.1.	Generalidades.....	18
2.3.2.	Datos poblacionales.....	18
2.3.3.	Educación.....	19
2.3.4.	Salud.....	19
2.3.5.	Economía.....	20
2.3.6.	Vivienda y hogar.....	21
2.3.7.	Infraestructura de transporte vial.....	22
3.	DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.....	23
3.1.	Obras civiles.....	23
3.2.	Instalaciones eléctricas.....	23
3.3.	Proceso operativo.....	23
3.3.1.	Tratamiento de salmuera.....	24
3.3.2.	Tratamiento de lodos.....	24
3.3.3.	Electrólisis.....	25
3.3.4.	Recirculaciones.....	25
3.3.5.	Productos.....	26
3.4.	Sistema de vapor.....	29
3.5.	Sistema de enfriamiento.....	29
3.6.	Sistema de producción de aguas de proceso.....	29
3.7.	Efluentes y tratamiento.....	30
3.8.	Recursos humanos.....	32
4.	PLAN DE GESTIÓN AMBIENTAL.....	34



4.1.	Objetivo del Plan de Gestión Ambiental.....	34
4.2.	Programa de Prevención y Mitigación de Impactos Ambientales	35
4.3.	Programa de Monitoreo y Control	44
5.	PLAN DE EMERGENCIAS	46
5.1.	Objetivos.....	46
5.2.	Aplicación.....	46
5.3.	Definiciones.....	46
5.4.	Desarrollo.....	46
5.4.1.	Consideraciones generales.....	46
5.4.2.	Procedimiento de actuación en casos de fuga/derrame de productos químicos.....	50
5.4.3.	Descontaminación y primeros auxilios para emergencias con materiales peligrosos.....	51
5.4.4.	Procedimiento de actuación en caso de incendios.....	52
5.4.5.	Procedimiento de actuación en caso de accidentes.....	54
5.4.7.	COMUNICACIÓN Y CAPACITACIONES.....	55
6.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	56



DATOS DEL PROYECTO	
Nombre del Proyecto	Planta Clorosoda
Nombre de la empresa proponente	Quimisur S.A.
RUC	80004172-0
Representante legal	Jorge Enrique Pappalardo Bedoya
Actividad económica principal	Industria química
E-mail	jechauri@fluoder.com.py
Ubicación del proyecto	Hernandarias
Coordenadas Geográficas	UTM 21 J 733316,900 mE 7194179,963 mS
Empresa consultora responsable	TECNOAMBIENTAL SRL
Código CTCA N°	E-133
Email	info@tecnoambiental.com.py



1. ANTECEDENTES

1.1. Introducción

La dinámica de la población es un constante desafío para la conservación de ambientes naturales ya que las prácticas de producción para satisfacer la demanda de productos y servicios someten al ambiente a cambios sustanciales para realizar diversas actividades de producción.

El proyecto “Planta Clorosoda” tiene como responsable a la empresa QUIMISUR S.A., dedicada a la industria química, constituida el 31 de diciembre de 1990, la empresa proyecta la construcción y operación de una planta industrial de proceso cloroalcalino, proceso por el cual se obtendrá Hipoclorito de Sodio, Ácido Clorhídrico y soda caustica a partir de una solución de salmuera de cloruro de sodio. Este proyecto se ubicará en la ciudad de Hernandarias, departamento de Alto Paraná.

Debido a esto, y para dar cumplimiento a las exigencias normativas que rigen la materia, en el presente estudio se presenta el Plan de Gestión Ambiental del proyecto en el cual se identifican los impactos ambientales que podrían generar las distintas actividades del proyecto. Cada impacto identificado presenta sus respectivas medidas de prevención, mitigación y/o compensación que se implementarían para disminuir los impactos ambientales negativos en caso de que se produzcan, así como también para la potenciación de aquellos impactos positivos.

1.2. Ubicación

Cuadro 1. Datos de ubicación del proyecto

DATOS DEL PROYECTO	
Distrito:	Hernandarias
Departamento:	Alto Paraná
Finca N°:	7692
Padrón N°:	1033
Coordenadas UTM:	UTM 21 J 733316,900 mE 7194179,963 mS
Superficie total del proyecto	92.500 m ²
Superficie a construir	Aproximadamente 45.000 m ²

1.2.1. Ubicación geográfica

El proyecto se encontrará ubicado en la ciudad de Hernandarias, en el departamento de Alto Paraná, región Oriental del Paraguay, como se puede observar en la Figura 1. Las coordenadas geográficas de referencia son UTM 21 J 733316,900 m E 7194179,963 m S.

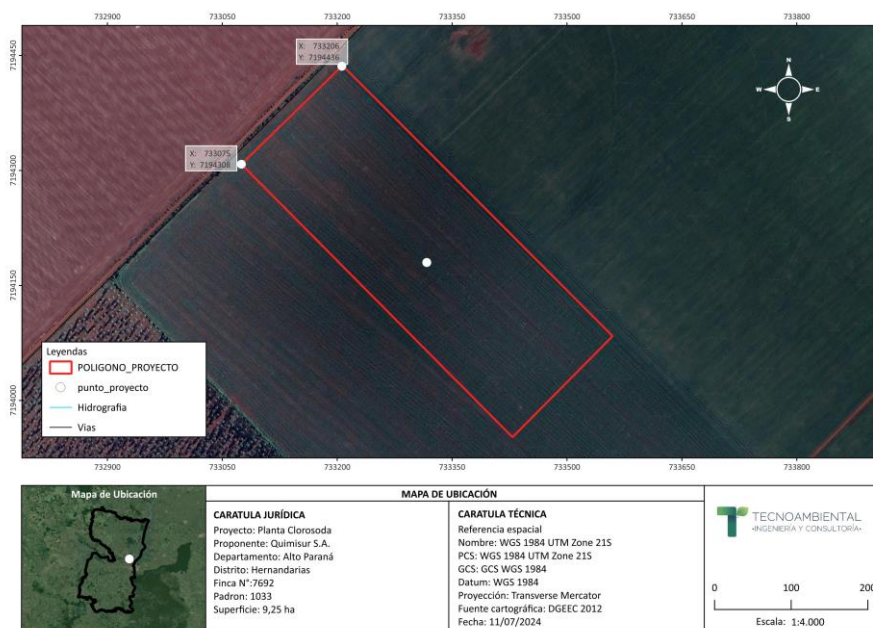


Figura 1. Mapa de ubicación del proyecto.

1.2.2.Descripción de las características relevantes del área de influencia del proyecto

1.2.3.Área de Influencia Directa (AID) y Área de Influencia Indirecta (AII).

El AID corresponde al área del predio donde se ejecutará el proyecto, a su vez, el AII, está determinada por un radio de 1.000 m (mil metros) a partir de los límites del AID, como puede observarse en la Figura 2. Cabe resaltar que la propiedad se encuentra en un área agrícola y forestal, linda con propiedades que cuentan con plantaciones de Eucalipto en el lado izquierdo y soja en el lado derecho. Se puede observar en la Figura 2, que la zona está compuesta principalmente por inmuebles destinados a la producción agrícola. Es importante mencionar que la superficie del proyecto no cuenta con cobertura forestal desde antes del año 1985, año desde el que se tiene registro de imágenes satelitales.



Figura 2. Área de influencia Indirecta

En la Figura 3 se pueden observar, el Plano del Proyecto de forma general, el mismo está conformado por 5 tipos de usos diferentes, el área industrial que corresponde a la Planta Clorosoda abarcaría una superficie aproximada 45.000 m², dentro de esta se contemplan todos los sistemas operativos que la componen para su funcionamiento, desde equipamientos, oficinas técnicas, depósitos, etc., el plano presentado es preliminar y podría sufrir algunas modificaciones de superficie o disposición de áreas, sin embargo, en general la planta se presentaría de esta forma.

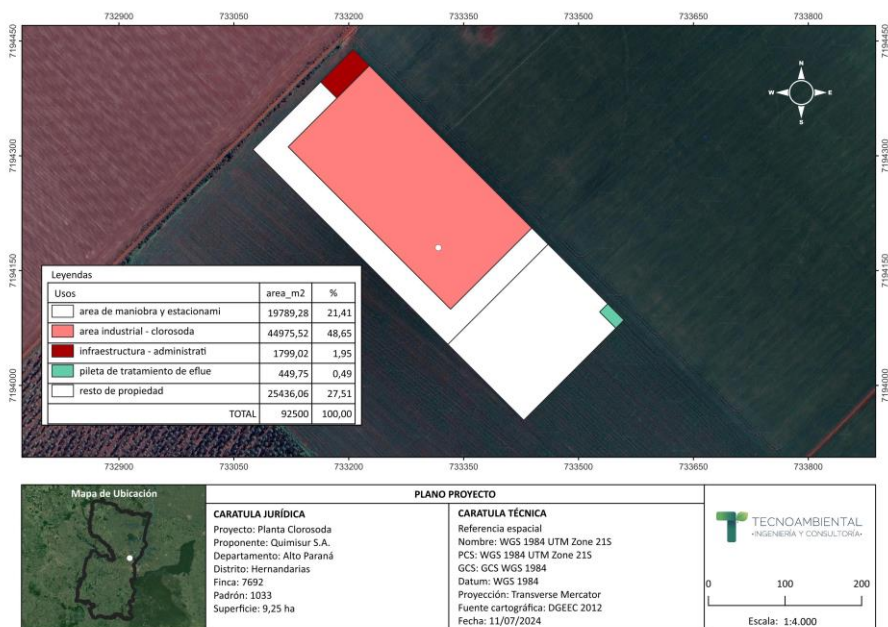


Figura 3. Plano proyecto.



1.3. Situación legal de la propiedad y condición de dominio

Cuadro 1. Evidencias de la situación legal de la propiedad y condición de dominio

DERECHO SOBRE LA PROPIEDAD	NOMBRE	DOCUMENTOS DE RESPALDO
Propietario	Fluoder S.A.E.C.A	▪ Título de propiedad
Arrendatario	Quimisur S.A.	▪ Contrato de arrendamiento

Fluoder S.A.E.C.A., propietario de un inmueble de 20 hectáreas, concede en arrendamiento a QUIMISUR S.A. una superficie de 9.25 hectáreas, con el fin exclusivo de construir y operar la planta industrial. La documentación respaldatoria se encuentra adjunta en la sección de **Anexos Evidencias Documentales**.

2. CARACTERIZACIÓN SOCIOAMBIENTAL DEL DEPARTAMENTO DE ALTO PARANÁ

2.1. Medio físico

2.1.1. Ubicación

Ubicado al este de la Región Oriental, comprendido entre los paralelos 24° 30' y 26° 15' de latitud sur y los meridianos 54° 20' y 55° 20' de longitud oeste. Limita al norte con Canindeyú, al oeste con Caaguazú y Caazapá, al sur con Itapúa, y al este el río Paraná lo separa de Brasil y Argentina. El departamento presenta una extensión de 14.895 km². Se divide en 22 distritos que son los siguientes: Ciudad de Este (capital departamental), Dr. Juan León Mallorquín, Dr. Raúl Peña, Domingo Martínez de Irala, Hernandarias, Iruña, Itakiry, Juan Emilio O'Leary, Los Cedrales, Mbaracayú, Naranjal, Presidente Franco, San Alberto, San Cristóbal, Santa Rita, Santa Rosa del Monday, Santa Fe del Paraná, Minga Porá, Tavapy, Yguazú, Ñacunday y Minga Guazú.

La ciudad de Hernandarias se encuentra en el centro del departamento, limita con las ciudades de Santa Fe del Paraná, Ciudad del Este, Minga Guazu, Mbaracayu, Yguazu y con el distrito de Mariscal Francisco Solano López del departamento de Caaguazu. Al este limita con la frontera de Brasil.

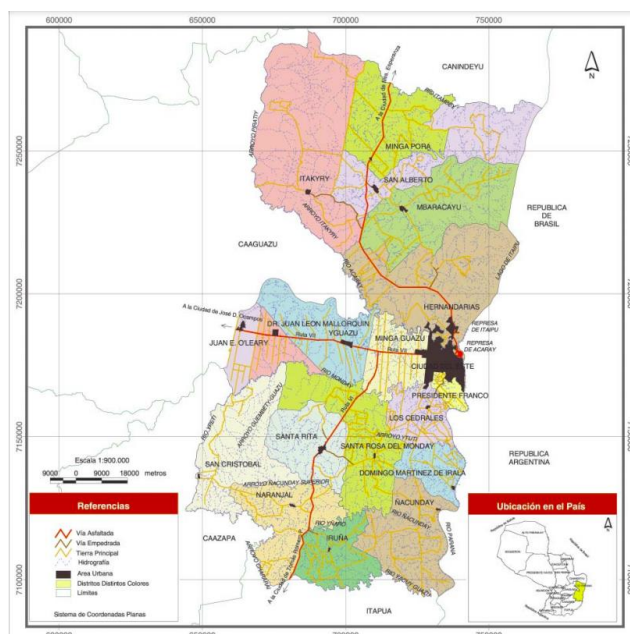


Figura 4. Departamento de Alto Paraná.
Fuente: DGEEC, 2012.

2.1.2. Clima

Temperaturas

Basado en datos meteorológicos de los últimos 30 años, se puede observar la media de la temperatura por cada mes, teniendo las temperaturas medias más elevadas en los meses de noviembre, diciembre, enero, febrero y marzo, en el mes de enero se registra la temperatura media más alta con 26,3 °C. La temperatura

desciende en abril, mayo, junio, julio, agosto y septiembre, siendo Julio el mes con la temperatura media más baja registrando 16,4 °C. (Grassi et al., 2020)

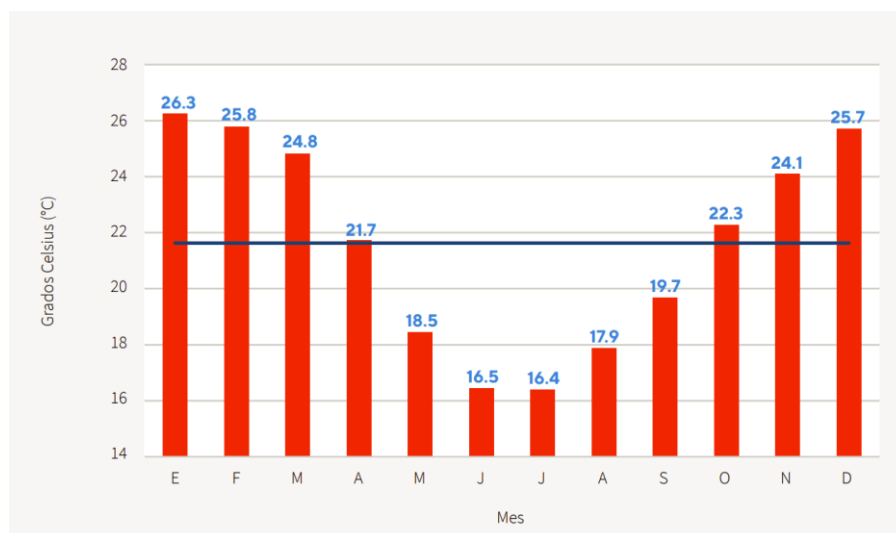


Figura 5. Temperatura media mensual Ciudad del Este, periodo 1979 – 2000.
Fuente: Grassi et al. 2020

Temperaturas máximas

En base al Compendio Estadístico Ambiental del Instituto Nacional de Estadística (INE) periodo 2013 – 2022, en la estación meteorológica Aeropuerto Guaraní se observa una predominancia de días calurosos durante el año, con una máxima media anual superior a 28 °C en los últimos años, siendo el año 2020 el que mayor temperatura media obtuvo con 29,9 °C y el año 2018 el de menor media anual con 28,1 °C.

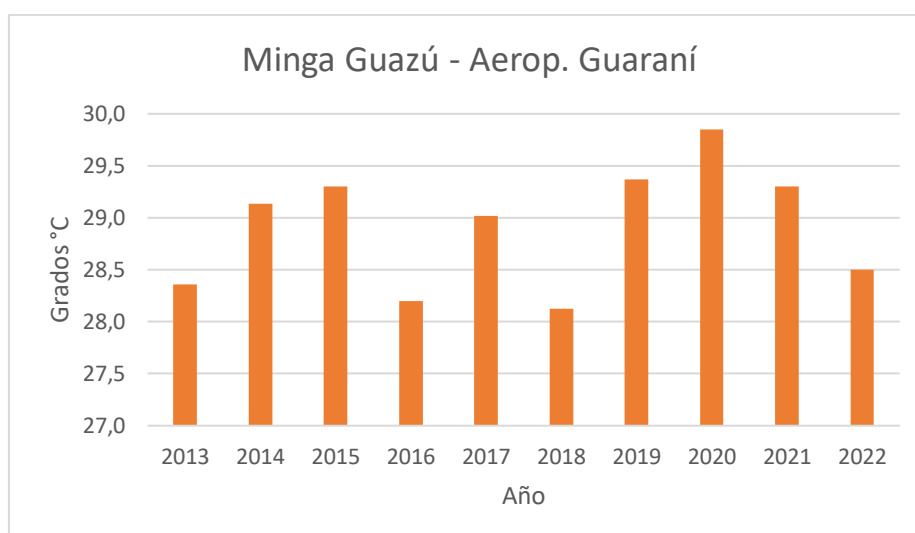


Figura 6. Temperatura máxima media anual del aire según estación meteorológica. Periodo 2013 – 2022.
Fuente: INE, 2022.

Cantidad de Precipitación

Alto Paraná se encuentra al este de la región oriental y en la zona más húmeda del país. En términos de media anual, la precipitación aumenta ligeramente de oeste a este en el departamento, siendo algo más lluviosos los distritos ubicados al este sobre la margen derecha del río Paraná, y los distritos ubicados hacia el sur en el límite con el departamento de Itapúa, y los menos lluviosos los ubicados en la frontera con los departamentos de Canindeyú al norte y Caaguazú al oeste. Esta diferencia es importante en el eje noroeste-sureste, pues mientras que hacia el primero la lluvia anual media es del orden de los 1.700 mm, como en los distritos de Minga Porá, Itakyry, Juan E. O'Leary, San Alberto y Mbaracayú, hacia el sureste es ligeramente mayor a 1.800 mm, como en los distritos de Iruña, Ñacunday, Los Cedrales, Domingo Martínez de Irala, Presidente Franco, Santa Rosa del Monday y Ciudad del Este. Esta diferencia es ligeramente superior a los 100 mm por año. (Grassi et al., 2020)

La precipitación presenta registros bastante irregulares en el sentido de que no existe una estación lluviosa bien marcada, además, sin tener precisamente una estación seca, se observa un mínimo de precipitación durante el invierno, específicamente en el mes de julio cuando la lluvia cae bajo la línea de los 100 mm por única vez; la primavera es lluviosa con el mes de octubre con 194 mm (el mes más lluvioso); el verano es lluvioso y tiene a enero como el mes más lluvioso de la estación con 193 mm; el otoño se mantiene lluvioso con el mes de mayo como su mayor exponente con 159 mm. (Grassi et al., 2020)

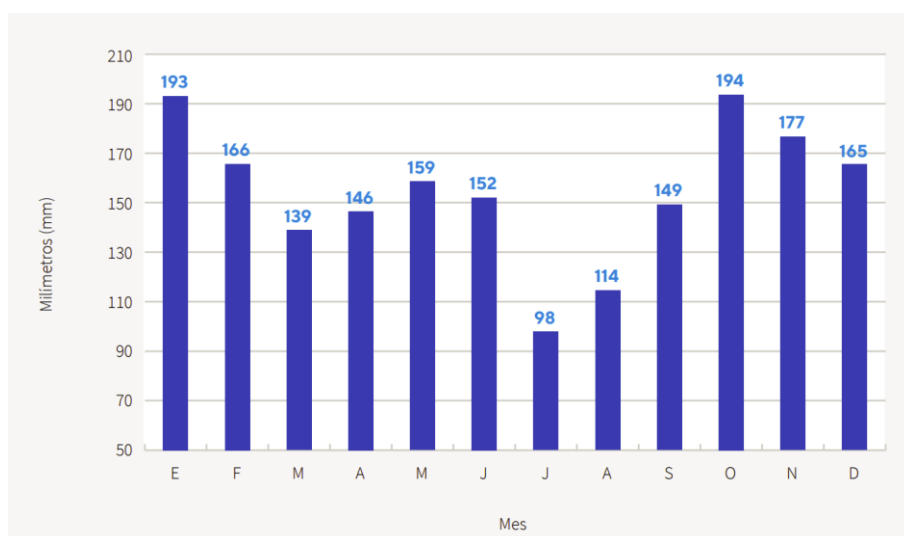


Figura 7. Precipitación media mensual en Ciudad del Este, Alto Paraná (precipitación total anual media 1.852 mm). Período 1971-2000.

Fuente: Grassi et al.

En el año 2022 se registró mayor cantidad de lluvias en los meses de marzo, abril, mayo y octubre, en contrapartida los meses de julio y diciembre registraron la menor cantidad de mm. En comparación a los datos presentados en la figura 7, ambos coinciden en no poseer una estación lluviosa marcada. (INE, 2022).

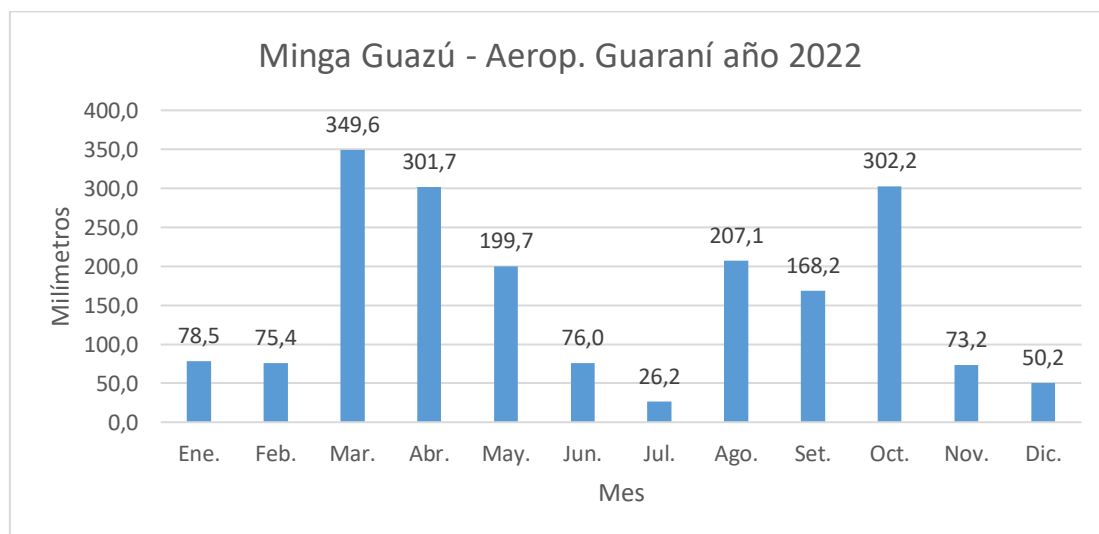


Figura 8. Precipitación total mensual (mm) según estación meteorológica. Periodo 2022
Fuente: INE, 2022.

2.1.3. Orografía y suelos

Gran parte del departamento está formado por tierras altas y onduladas. En la región de Alto Paraná, se pueden observar las últimas extensiones de las sierras de San Rafael e Itapúa, así como las sierras de San Juan Nepomuceno, provenientes de Caazapá, que se adentran en la zona fronteriza con estos departamentos. Sin embargo, no se presentan ramificaciones importantes de estas sierras.

Los suelos en el Departamento de Alto Paraná son Suelos residuales lateríticos rojos.

2.1.4. Hidrografía

El río Paraná y sus principales afluentes: Itambey, Limoy, Yguazú, Acaray, Monday, Yacuy Guazú, Ypety y Ñacunday, así como numerosos arroyos, conforman el sistema hídrico. Los ríos Paraná y Acaray poseen importante caudal, lo que ha sido aprovechado para construir usinas hidroeléctricas, Itaipú y Acaray respectivamente, situación que lo convierte en el departamento con mayor energía hidroeléctrica del país. Por su parte los ríos Monday y Ñacunday poseen rocas de gran tamaño que dan origen a saltos, los cuales son atractivos turísticos del departamento.

Ubicación del proyecto en la Cuenca del Acaray y línea base de calidad de agua

La propiedad en la que se desarrolla el proyecto se encuentra a aproximadamente 1500 m del Arroyo Orlando Cue; arroyo que confluye en el Río Acaray. Este arroyo servirá también como colector de los efluentes generados durante la operación del proyecto. En ese marco, se llevó a cabo un muestreo y análisis de agua de este arroyo; que fue llevado a cabo por personal del Laboratorio de Calidad de Agua de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad Nacional de Asunción (FACEN – UNA).

Cuadro 2. Resultados de análisis de calidad de agua en el arroyo Orlando cue.

Determinaciones	Métodos	Resultados	Unidad	Referencia - Resol. N°222/02 SEAM -valores máximos admisibles (aguas clase 2)
Temperatura	SM 2550 B	19,2	°C	SR
Color	SM 2120 B	50	Pt/Co	75
pH	PRO.ME 002- Rev.04/SM 4500- H ⁺ B	7,55	UpH	6,0 a 9,0
Conductividad	SM 2510 B	60,6	μS/cm	SR
Sólidos sedimentables a 1 hora	SM 2540 F	<0,1	mL/L	Virtualmente ausente
Nitrato (como N- NO ₃)	Reducción con Cinc - NN	0,222	mg/L	10
Nitrito (como NO ₂)	SM 4500-NO ₂ ⁻ - B	<0,005	mg/L	1,0
N-Amoniacal (N- NH ₄)	Azul de IndplLofenol - NN	<0,004	mg/L	0,02
N. T. K. (como N)	SM 4500-Norg. B-4 C	<0,004	mg/L	0,6
Fósforo Total	SM 4500-P B, SM 4500-P E	0,012	mg/L	0,05
Sulfato como SO ₄ ⁻ 2	SM 4500-SO ₄ ²⁻ E 1	<0,30	mg/L	250
Alcalinidad Total como CaCO ₃	SM 2320 B ¹	7,50	mg/L	SR
Alcalinidad (F) como CaCO ₃	SM 2320 B ¹	0,0	mg/L	SR
Cloro Residual	SM 4500-Cl B	<0,04	mg/L	SR
Grado de salinidad	Método de calculo	0,010	‰	SR
Oxígeno disuelto	SM 4500-O G	8,32	mgO ₂ /L	≥5
D.B.O. 5-20°C	SM 5210 B	1,4	mgO ₂ /L	5
D.Q.O.	SM 5220 B	7,25	mgO ₂ /L	SR
Grasas y Aceites	SM 5520 B	<0,5	mg/L	Virtualmente ausente
Coliformes Fecales, en 100 mL	SM 9222 D	62220	UFC	1000

Abreviaturas: °C= grados Celsius, Pt/Co=Platino/Cobalto, UpH= unidad de pH, μ S/cm= micro siemens por centímetro, mL/L= mililitros por litro, mg/L= miligramos por litro, N= nitrógeno, N.T.K.= Nitrógeno totalKjeldahl, ‰ = partes por mil, D.B.O. 5= demanda bioquímica de oxígeno a 5 días y 20°C, D.Q.O. = Demanda Química de Oxígeno, mgO₂/L= miligramos de Oxígeno por litro, mL= mililitros, UFC= Unidades Formadoras de Colonias, <= menor que, ≥= mayor o igual que, Resol. = resolución, SR= sin referencia, SM= Método Estándar Métodos Normalizados para el análisis de aguas potables y residuales, edición N° 17 y ¹edición 23 (APHA-AWWA-WPCF). PRO.ME = procedimiento interno, Rev. = revisión, SEAM = Secretaría del Ambiente (Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible-MADES).

Según se observa en los resultados presentados, prácticamente todos los parámetros estudiados se encuentran dentro de los límites establecidos para Aguas Clase 2 de la Res. N° 222/02 "Por la cual se establece el padrón de la calidad de las aguas en el territorio nacional"; con la excepción de los coliformes fecales y el color. En el caso de los coliformes fecales esto indica que este arroyo se encuentra expuesto a contaminación de origen fecal (cloacal); mientras que para el caso del color existen diversas posibles fuentes de contaminación, antrópicas (cloaca o escorrentía de cultivos) y/o naturales (escorrentía de compuestos orgánicos resultantes de la descomposición de la biomasa vegetal).

En los anexos se adjunta el informe impreso de la FACEN – UNA.

2.2. Medio Biótico

2.2.1. Ecorregión

De acuerdo a la Resolución SEAM N° 614/13, "Por la cual se establecen las ecorregiones para las regiones Oriental y Occidental del Paraguay", el área de estudio se encuentra en la Ecorregión Alto Paraná.

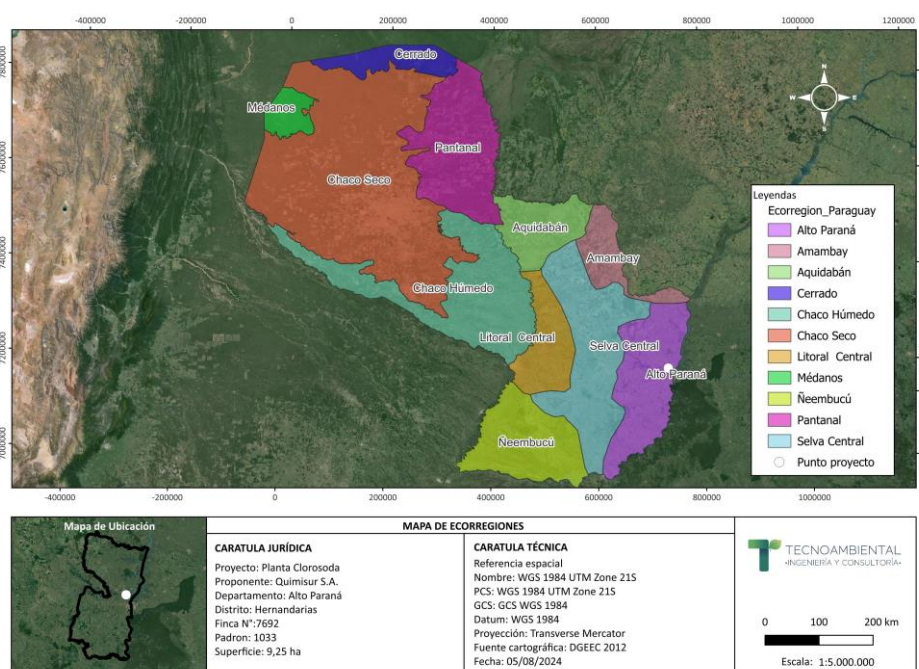


Figura 9. Ecorregión del área de estudio

2.2.2. Áreas Silvestres Protegidas

El departamento cuenta con importantes Áreas Silvestres Protegidas con diferentes categorías de conservación asignadas, entre ellas se encuentran el Parque Nacional Ñacunday el cual posee poco más de 2000 has, su principal atractivo es el Salto Ñacunday por su valor de conservación y servicio ecosistémico, además los ríos Paraná y Ñacunday y arroyos presentes en las proximidades, brindan gran superficie de bosques de ribera lo que conforma ecosistema favorable a la ictiofauna y mastofauna asociados a este tipo de ecosistemas.

La Reserva Biológica Itabo situada a las orillas del embalse de Itaipu posee una gran superficie con 18.293 ha. La Reserva Biológica Limóy con 22.529 ha, constituye el área silvestre protegida más relevante en el subsistema de la Itaipú Binacional, la biodiversidad que protege con relación a los ecosistemas y especies, particularmente aquellas especies emblemáticas, como los grandes felinos, especies y ecosistemas raros, como el *Speothos venaticus* (Jagua vyvuy) y las turberas, entre muchas otras, resaltan la significancia ecológica del sitio.

El Monumento Científico Moisés Bertoni es un patrimonio histórico-cultural de la región. Alberga el legado del renombrado científico suizo y protege un fragmento del Bosque Atlántico del Alto Paraná. Este espacio, además de ser un museo y centro de investigación, ofrece oportunidades para la educación, el turismo y la recreación, promoviendo la conservación de la biodiversidad regional.

La reserva Natural Yvyty Rokai con una superficie de 4864 ha, fue una de las áreas establecida por Itaipú Binacional como una Unidad de Conservación del área del embalse, con el objetivo de compensar los impactos ambientales generados por el proyecto hidroeléctrico y contribuir a la protección de los ecosistemas acuáticos y terrestres del área.

La reserva Natural Tati Yupi, es la única ASP que se encuentra dentro de la ciudad de Hernandarias, la misma se encuentra rodeada por el lago de Itaipú y barrios poblados. Es una de la ASP de Itaipú Binacional y a pesar de no poseer una gran superficie tiene una importancia significativa y fundamental al proteger una muestra representativa de la diversidad de hábitats y especies del Bosque Atlántico del Alto Paraná y una protección natural del embalse del río Paraná. Otra área perteneciente a Itaipú es la Reserva Natural Pikyry.

2.2.3. Fauna y flora

Las reservas naturales presentes en el departamento albergan gran variedad de especies, En Tati yupi se han registrados 39 especies distintas de mamíferos, 286 especies de aves y 21 de reptiles; así como una gran variedad de hongos que son objetos de investigación hace varios años.



Figura 10. *Spigurus espinosus*
Fuente: Itaipú Binacional



Figura 11. Reserva Natural Tati yupi
Fuente: Itaipú Binacional

En la Reserva Natural Pikyry sobresalen especies de flora como Tajy Hu (*Handroanthus heptaphyllus*), el cedro (*Cedrela fissilis*), guatambu (*Balfourodendron riedelianum*), incienso (*Mirocarpus frondosus*), laurel hu (*Nectandra megapotamica*), entre otros.

Respecto a su fauna, se tienen identificadas 32 especies de mamíferos, 199 especies de aves y 16 especies de reptiles. Entre las especies protegidas se mencionan: *Mazama nana* (Guazú pororo), Felinos pequeños como *Leopardus wiedii* y *L. tigrinus*, Akuti sayju (*Dasyprocta azarae*), Akuti pac (*Agouti paca*), Suinda (*Asio flammeus*).

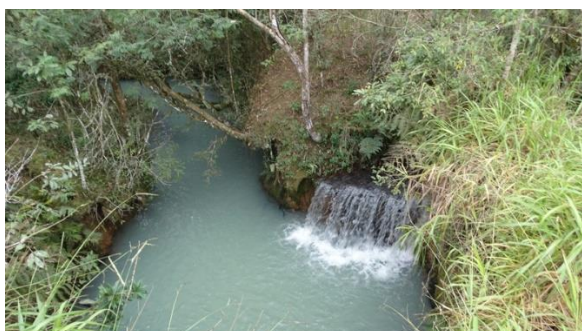


Figura 12. Saltito- Pikyry
Fuente: Itaipú Binacional



Figura 13. Pteroglossus castaneotis
Fuente: Itaipú Binacional

Itabo: La biodiversidad que protege con relación a los ecosistemas y especies, particularmente aquellas especies emblemáticas como los grandes felinos, especies y ecosistemas raros como el yryvu ruvichá y las turberas, entre muchas otras; resaltan la significancia ecológica del sitio.

En la reserva natural Itabo los bosques altos cubren su superficie predominando los grandes árboles de lapacho (*Handroanthus heptaphylla*), yvyra pyta (*Peltophorum dubium*), cedro (*Cedrela fissilis*), Peterevy (*Cordia trichotoma*), guatambu (*Balfourodendron riedelianum*), entre otros. Se destaca la presencia de especies de plantas en peligro de extinción como los helechos arborescentes o chachi (*Nephelea setosa*) y el palmito (*Euterpe edulis*).

Entre sus elementos de la fauna se tienen identificadas 32 especies de mamíferos, 310 especies de aves, 22 especies de reptiles y 44 especies de peces. Se pueden citar: jagua yvyguy (*Speothos venaticus*), Felinos (6 spp.), mborevi (*Tapirus terrestris*), guasu pyta (*Mazama americana*) guasu vira (*Mazama gouazoubira*), akutipaca (*Dasyprocta azarae*), ynambu kagua (*Tinamus solitarius*), jakupeti, (*Pipile jacutinga*), loro vinaceo (*Amazona vinacea*), ypeku pyta (*Dryocopus galeatus*), guyra campana (*Procnias nudicollis*), jakare overo (*Caiman latirostris*), boa (*Boa constrictor*) kuriju (*Eunectes notaeus*).

En cuanto a la reserva natural Yvyty Rokai, entre sus objetivos de conservación se mencionan

- Yerba mate (*Ilex paraguariensis*)
- Especies de fauna perseguidas por cacería jaku po'i (*Penelope superciliaris*), Kure'i (*Tayassu tajacu*), guasu pyta (*Mazama americana*), guasuvira (*Mazama gouasuvira*), akuti sa'ju (*Dasyprocta azarae*), akutipak (*Agouti paca*) y carpincho (*Hydrochaeris hydrochaeris*).



Figura 14. Ka'i Paraguay
Fuente: Itaipú Binacional



Figura 15. Helecho arborescente
Fuente: Itaipú Binacional

En la Reserva Natural Limoy, bosques altos y bajos alternan en su superficie con grandes árboles de tajy hu (*Handroanthus heptaphyllus*), timbo (*Enterolobium contortisiliquum*), yvyra pyta (*Peltophorum dubium*), cedro (*Cedrela fissilis*), peterevy (*Cordia trichotoma*), pindo (*Syagrus romanzoffiana*) y guatambu (*Balfourodendron riedelianum*). Se registra la presencia de felinos como el jagareté (*Panthera onca*) y el puma (*Puma concolor*). Así también en esta reserva se ha observado al taguato ruvicha (*Harpia harpyja*), el ave más grande y poderosa del Paraguay.



Figura 16. *Ramphastos toco*
Fuente: Itaipú Binacional



Figura 17. *Handroanthus albus*
Fuente: Itaipú Binacional

Entre los objetivos de conservación de estas áreas se mencionan:

- El Bosque Atlántico del Alto Paraná.
- Turberas
- Nacientes y cursos de agua.
- Especies de fauna que sufren cacería furtiva: el tatu hu (*Dasypus novemcinctus*), ka'i (*Sapajus cay*), el akutipó'i (*Dasyprocta azarae*), kure'i (*Tayassu tajacu*), el Tañykati (*Tayassu pecari*), paka o aguties (*Cuniculus paca*), carpincho (*Hydrochoerus hydrochaeris*) y ciertas aves como ynambúes (familia *Tinamidae*), el Karaja (*Alouatta caraya*), la pava de monte (*Penelope spp.*), ka'i (*Cebus apella*), el ynambu (*Chryturellus spp.*). Los tucanes del BAAPA, en especial el tuka pakova (*Pteroglossus bailloni*), que es una especie endémica del BAAPA y el tuka poka (*Selenidera maculirostris*) especie indicadora de bosques húmedos. Pecaríes (*Pecari tajacu* y *Tayassu pecari*), venados (*Mazama gouazoubira*, *Mazama nana* y *Mazama americana*), carpincho (*Hydrochoerus hydrochaeris*). Mamíferos grandes tales como el puma (*Puma concolor*) y el mborevi (*Tapirus terrestres*). Jaguarate, *Procnias nudicollis* especie endémica del BAAPA.
- Especies de flora tales como: una especie de palma *Trithinax brasiliensis*, una orquídea terrestre del BAAPA: *Aspigine kuczynskiy*. La Yerba mate (*Ilex paraguayensis*), el Palmito (*Euterpe edulis*).
- Especies forestales tales como yvyra katu (*Xylopia brasiliensis*), el tajy hu (*Handroanthus heptaphyllus*). El chachi: helechos arborescentes que se presentan en forma de rodales en el bosque con especies de la familia *Cyatheaceae*.

2.3. Medio Antrópico

2.3.1. Generalidades

Hernandarias se ubica en el departamento de Alto Paraná, cerca de la frontera con Brasil y a 15km de Ciudad del Este, la capital del departamento. Es considerada la capital de la energía eléctrica ya que en ella se encuentran dos centrales eléctricas: Acaray e Itaipú.

2.3.2. Datos poblacionales

De acuerdo con la Dirección General de Estadística Encuesta y Censo (DGEEC), 2015, la ciudad de Hernandarias cuenta con una proyección de la población de 82.088 habitantes para el 2023, y 83.177 para el 2025, como se puede observar en la Figura 18, lo cual representa el 9,5% a nivel del Departamento de Alto Paraná, como indica la Figura 19.

Alto Paraná. Población por distrito. 2023-2025		
Distritos	2023	2025
Departamento Alto Paraná	864,920	887,613
Ciudad del Este	311,216	315,489
Presidente Franco	113,842	120,208
Domingo Martínez de Irala	5,294	5,078
Dr. Juan León Mallorquín	23,271	23,649
Hernandarias	82,088	83,177
Itakry	41,521	43,007
Juan E. O'Leary	28,329	29,315
Ñacunday	9,411	9,341
Yguazú	11,556	11,653
Los Cedrales	10,247	10,188
Minga Guazú	98,936	104,051
San Cristóbal	11,707	11,970
Santa Rita	38,557	41,141
Naranjal	5,780	5,628
Santa Rosa del Monday	7,660	7,733
Minga Porá	15,481	15,680
Mbaracayú	8,807	8,758
San Alberto	11,692	11,493
Iruña	6,416	6,488
Santa Fé del Paraná	3,959	3,812
Tavapy	8,901	9,095
Dr. Raúl Peña	10,250	10,658

Figura 18. Proyección de la población
Fuente DGEEC, 2015.

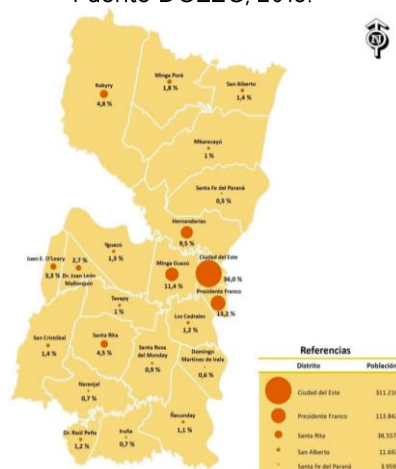


Figura 19. Distribución de la población a escala departamental
Fuente DGEEC, 2015.

2.3.3. Educación

En coincidencia con el aumento de la población del departamento, la cantidad de estudiantes también ha aumentado con el correr de los años. De 1997 al 2023 el promedio de años de estudio de la población de 10 y más años ha incrementado de 6,5 años a 9,2 años de estudio.

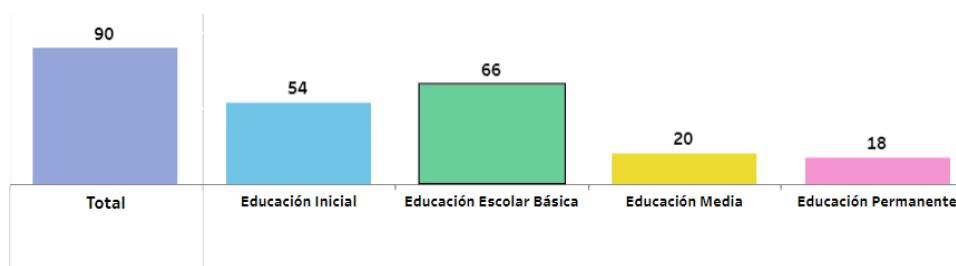
En cuanto a Educación Escolar Básica la distribución relativa de alumnos matriculados para el año 2022 fue de 128.826 de los cuales 82,3% pertenecen a instituciones públicas, 10,8 pertenecen a instituciones privadas y 6,9 % pertenece a institución privada subvencionada. La cantidad de matriculados para Educación Media (Incluye Bachillerato Científico, Educación Media Abierta (EMA) y Técnico.) fue de 31.046 estudiantes de los cuales 80,2% corresponde a institución pública, 13,7 a institución privada y 6,1% a institución privada subvencionada (INE, 2024).

Según el Ministerio de Educación y Ciencias, en el año 2023, la ciudad de Hernandarias cuenta con 90 instituciones educativas en total de las cuales 54 son de Educación Inicial, 66 Educación Escolar Básica, 20 Educación Media y 18 a Instituciones de Educación permanente.

Matrícula por sector, según nivel educativo. Año 2023				
Modalidad/Nivel	Total	Privado Subvencionado	Privado	Oficial
Total	205.968	13.158	25.875	166.935
Educación Inicial	28.871	2.279	4.630	21.962
Educación Escolar Básica	129.694	8.920	14.334	106.440
Educación Media	31.512	1.908	4.305	25.299
Educación Permanente (*)	15.891	51	2.606	13.234

Fuente: MEC – DGPE. RUE - 2023.

Figura 20. Cantidad de estudiantes matriculados según nivel educativo en el departamento de Alto Paraná.
Fuente: MEC, 2023



Fuente: MEC, DGPE. RUE 2023

Figura 21. Cantidad de instituciones educativas por nivel educativo/modalidad del distrito de Hernandarias.
Fuente: MEC, 2023.

2.3.4. Salud

El departamento de Alto Paraná cuenta con 91 Establecimientos Sanitarios dependientes del Ministerio de Salud, el de mayor complejidad, El Hospital Regional de Ciudad del Este, se halla en la ciudad que lleva su nombre. En la ciudad de Hernandarias se encuentra el Hospital Distrital de Hernandarias, el cual ha sido ampliado

para aumentar su capacidad y ofrecer un mejor servicio a los usuarios. Hernandarias además cuenta con un Centro de Salud – Nefrológico y 10 Unidades de Salud de la Familia (MSPyBS, 2020).

En cuanto al personal de Salud, Alto Paraná cuenta con un total de 3.291 profesionales, de estos, 1.313 son Licenciados en Enfermería/ Obstetricia, seguidos de 814 Médicos, el resto de los profesionales son Químicos y Bioquímicos, Odontólogos, Auxiliares de blanco, etc. (INE, 2024).

Región sanitaria	Total	Categoría de Ocupación							
		Médicos	Químicos y Bioquímicos	Odontólogos	Licenciados Enfermería / Obstetricia	Otros profesionales universitarios ^{1/}	Auxiliares de blanco ^{2/}	Técnicos de salud	Personal de apoyo ^{3/}
Total País	56.260	13.827	1.782	1.316	20.558	6.748	1.875	3.927	6.227
Asunción	12.578	3.116	562	352	3.888	1.868	311	823	1.658
Concepción	1.725	430	33	29	736	207	86	59	145
San Pedro	2.898	596	52	44	1.313	237	119	218	319
Cordillera	2.029	489	56	58	697	200	109	250	170
Guairá	2.029	478	65	47	860	149	95	144	191
Caaguazú	2.404	505	66	40	1.131	235	87	115	225
Caazapá	1.558	346	42	32	707	84	63	137	147
Itapúa	2.885	737	89	82	1.049	293	116	190	329
Misiones	1.833	383	61	27	773	162	43	136	248
Paraguarí	2.054	431	51	54	738	202	83	275	220
Alto Paraná	3.291	814	69	57	1.313	423	84	130	401
Central	16.040	4.223	527	393	5.725	2.149	428	1.094	1.501
Ñeembucú	1.059	200	17	22	354	114	70	125	157
Amambay	835	262	24	12	300	111	20	14	92
Canindeyú	1.192	313	25	25	444	124	75	53	133
Presidente Hayes	1.123	296	23	34	314	101	45	95	215
Boquerón	424	129	12	5	121	55	20	43	39
Alto Paraguay	303	79	8	3	95	34	21	26	37

1/ Incluye: Trabajadores sociales, psicólogos, veterinarios, residentes y pasantes, nutricionista, anestesiista y Licenciados de Blanco.

2/ Incluye: Auxiliares de enfermería, auxiliares de salud.

3/ Incluye: Camilleros, personal de limpieza, cocinera, servicios generales y apoyo en salud.

Nota: No Incluye administrativos.

Fuente: Ministerio de Salud Pública y Bienestar Social. Dirección General de RRHH.

Figura 22. Personal de salud por categoría de ocupación, según Región Sanitaria, 2022.
Fuente: INE, 2024.

2.3.5. Economía

EL perfil joven de su población hace que Alto Paraná cuente con una población económicamente activa muy numerosa, alrededor de 678.379 personas principalmente jóvenes, con una alta tasa de ocupación 93,7%. No obstante, la inestabilidad del comercio y la alta informalidad sugieren un elevado subempleo, especialmente en el sector servicios de Ciudad del Este. (INE, 2021).

El departamento presenta 3 sistemas productivos principales: la agricultura tecnificada, la agricultura familiar campesina y la ganadería para carne. Tal como se puede observar en la siguiente figura, en gran parte del departamento el uso del suelo es destinado a cultivos. En menor proporción se observa cobertura de bosques, también se observa que en Ciudad del Este se encuentran mayor cantidad de edificaciones (INE, 2024).



Figura 23. Uso de suelo Alto Paraná
Fuente: Portal Geoestadístico INE.

Los principales cultivos utilizados para la agricultura son la soja con 961.780 ha, el maíz con 306.921 ha, trigo con 107.500 ha, en menor proporción se encuentran la mandioca, canola y girasol con 13.071 ha, 12.389 ha y 6.553 ha respectivamente. (Grassi et al. 2020)

En cuanto a producción animal en el departamento se cuenta con producción de aves, producción porcina, ovina, caprina, equina y bovina. La producción de aves es la principal producción pecuaria del departamento, en el año 2016 la cantidad de cabezas de aves fue de 628.942, seguida por 156.738 de producción porcina y 47.896 de producción ovina. (Grassi et al. 2020)

Las unidades económicas son comercios (informática, electrónicos, perfumes y otros productos destinados a venta a compradores brasileños y argentinos y comercios tradicionales: alimentos, vestidos, zapatos, supermercados y una extensa lista que, a diferencia del comercio fronterizo de Ciudad del Este), servicios e industria, los cuales se centran principalmente en Ciudad del Este y sus alrededores, Presidente Franco, Hernandarias y Minga Guazú. (Grassi et al. 2020).

2.3.6. Vivienda y hogar

En el año 2012 el departamento de Alto Paraná poseía un total de 129.738 viviendas particulares censadas, siendo las ciudades de Ciudad del Este, Presidente Franco, Minga Guazú y Hernandarias las de mayor porcentaje de viviendas. El 98,3% poseía energía eléctrica, el 80,7% disponía de baño con arrastre de agua (desagüe por red pública, pozo ciego con y sin cámara séptica), el 49% eliminaba sus residuos por medio de recolección y el 38,2% contaba con servicio de agua corriente (DGEEC, 2012). Según datos del Instituto Nacional de Estadística, para el año 2021, el 100% de la muestra censada posee acceso a electricidad, el 95,1% posee acceso a saneamiento mejorado (incluye desagüe por red pública, pozo ciego con y sin cámara séptica) y el 63,5% de la población posee acceso a agua mejorada.

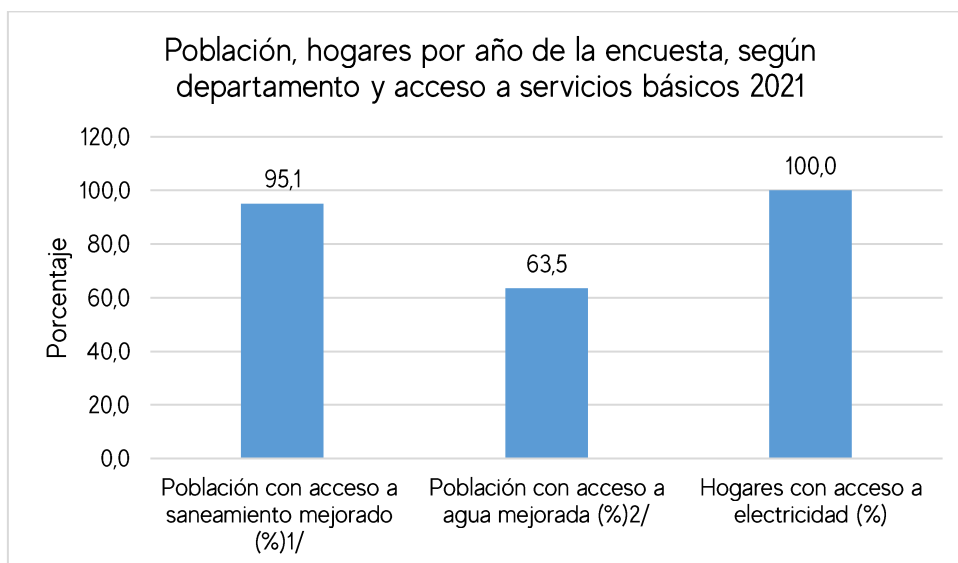


Figura 24. Población, hogares por año de la encuesta, según departamento y acceso a servicios básicos 2021
Fuente: INE, 2021.

2.3.7. Infraestructura de transporte vial.

Según información del Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones (MOPC), Alto Paraná cuenta con 10.121, 53 km de caminos. El 90,3% de esta red vial está compuesta principalmente por caminos no pavimentados (tierra) y el 9,97% de red pavimentada (comprendida por caminos asfaltados, con tratamiento superficial, empedrados y empedrado combinado con ripio). Las vías principales de acceso son la Rutas Nacionales N° 02, 06, 10 y 21.

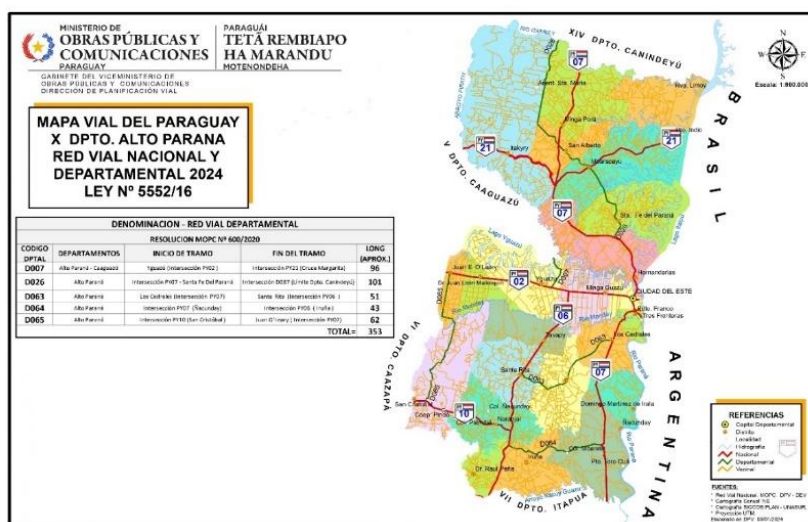


Figura 25. Mapa vial del Paraguay
Fuente: MOPC, 2024.



3. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

3.1. Obras civiles

El proyecto requerirá de la construcción completa de la Planta Clorosoda. Dado que aún se encuentra en fase de diseño, no se pueden dar datos precisos sobre las obras civiles y las superficies y disposiciones exactas necesarias para la concreción del mismo, Aun así, el proyecto requerirá de la intervención constructiva de los siguientes elementos:

- Fundaciones estructurales
- Depósito de sal
- Planta de procesos
- Laboratorio
- Talleres de mantenimiento (mecánico, eléctrico e instrumentación)
- Depósito de materiales, repuestos y materias primas
- Oficinas administrativas
- Pavimento hormigonado para estacionamiento y calles
- Planta de Utilidades (agua de proceso, agua DM, vapor, aire comprimido, y tratamiento de efluentes)
- Almacenamiento y despacho de productos finales.
- Instalaciones eléctricas

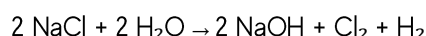
3.2. Instalaciones eléctricas

Así como fue mencionado en el apartado anterior, dado el estado de desarrollo del proyecto, aún no se pueden estimar las características exactas de las instalaciones eléctricas; a continuación, se enlistan en general las que formarán parte del proyecto obligatoriamente.

- Transformador Rectificador
- Rectificador
- Filtro de armónicos
- Dos Transformadores de distribución
- Generador de emergencia
- UPS
- Tableros eléctricos de potencia

3.3. Proceso operativo

El proceso es un método electroquímico que se basa en la electrólisis de una solución acuosa de cloruro de sodio (salmuera). Al aplicar una corriente eléctrica continua a la salmuera, se produce la siguiente reacción:



En términos más simples, la sal común (NaCl) se descompone en hidróxido de sodio (NaOH), cloro gaseoso (Cl₂) e hidrógeno gaseoso (H₂).

Estos productos son insumos clave para una amplia gama de industrias, desde la producción de plásticos y papel hasta la fabricación de productos de limpieza.

3.3.1. Tratamiento de salmuera

Saturación de salmuera: el electrolizador ubicado aguas abajo en el proceso debe ser alimentado con una salmuera de alrededor de 305-310 mg/L de NaCl, para esto es necesario resaturar la salmuera de retorno (aquella que sale del proceso electrolítico, y posterior a la decoloración), ya que tiene una concentración de alrededor de 220 mg/L de NaCl.

Adición de químicos de precipitación: la sal cruda utilizada para la saturación de la salmuera tiene una pureza de alrededor del 99% en NaCl, es decir, la masa restante corresponde a impurezas; que principalmente son sales de calcio, magnesio, sulfato, y otras en menor cantidad. Para la remoción de estas impurezas se añaden químicos, como ser carbonato de sodio (Na_2CO_3) y soda caustica (NaOH) ya que estos son capaces de reaccionar con el calcio y el magnesio presentes, para formar CaCO_3 y $\text{Mg}(\text{OH})_2$, respectivamente. La dosificación de reactivos se lleva a cabo en un pH alrededor de 10, en caso de ser requerido también se puede adicionar cloruro de magnesio (MgCl_2) para la eliminación de sílice. La dosificación es en línea y continua, la reacción de los químicos se realiza en un reactor vertical agitado mecánicamente, diseñado para tener un tiempo de residencia adecuado para la correcta reacción de los precipitantes.

Sedimentación de impurezas: la salmuera que contiene sales precipitadas (impurezas) pasa a un sedimentador cilíndrico en el que se separan estos precipitados por gravedad. La salmuera clarificada (sobrenadante) se dirige a un tanque pulmón (tanque de salmuera clarificada) para continuar su tratamiento. Los lodos acumulados en el fondo del sedimentador son purgados regularmente a un tanque intermedio de lodos, para su posterior filtración en un filtro prensa, para asegurar la producción de unos sólidos concentrados y prácticamente secos. Para facilitar el proceso de sedimentación, es dosificado un floculante en la alimentación del clarificador.

Filtración de salmuera: la salmuera clarificada es alimentada a filtros de carbón activado que actúan como un sistema de filtración física y para descomponer el eventual exceso de peróxido de hidrógeno que se utiliza para la decoloración de salmuera. La salmuera filtrada pasa a un tanque pulmón (tanque salmuera filtrada) al cual puede dosificarse tanto NaOH como HCl para realizar ajustes de pH, esto para asegurar el pH de operación de las columnas de intercambio iónico. La salmuera filtrada se bombea parcialmente a las columnas de intercambio iónico, mientras que también se recicla parcialmente a los filtros de carbono. El retrolavado de los filtros de carbón activado se realiza con la propia salmuera filtrada.

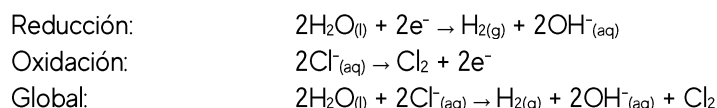
Intercambio iónico: el último tratamiento de la salmuera es el paso por columnas de intercambio iónico adecuadas para reducir la dureza total ($\text{Ca}+\text{Mg}$) según lo requiera el proceso de electrólisis. La dureza total alimentada a las columnas tiene un rango de concentración en ppm, (partes por millón), el valor de salida de la salmuera debe ser inferior a los 20 ppb (partes por billón). Se alcanzan altos niveles de purificación mediante el tratamiento de intercambio iónico en columnas empaquetadas con resinas quelantes que tienen una alta selectividad hacia las impurezas de iones alcalinos, alcalino térreos y metálicos de la salmuera. Durante la regeneración de las columnas se utilizan soluciones diluidas de HCl y NaOH, además de agua desmineralizada y salmuera para los enjuagues. Las corrientes de agua desmineralizada y salmuera pueden ser reprocesadas en el proceso de saturación. Purgas de salmuera filtrada pueden realizarse, en caso de ser necesario, para la reducción de la concentración de sulfatos.

3.3.2. Tratamiento de lodos

Los lodos separados en la sedimentación son pasados por filtros prensa; en este proceso se remueve el exceso de salmuera. La salmuera filtrada se reenvía al proceso de saturación, mientras que los sólidos son colectados en un contenedor para su posterior retiro como residuo industrial.

3.3.3. Electrólisis

Este proceso tiene como objetivo llevar a cabo una reacción química no espontánea, para la cual se alimenta con corriente eléctrica continua una batería de celdas electrolíticas, denominado Electrolizador. Estas celdas están divididas en dos compartimentos – que son el ánodo y el cátodo, conectados por un circuito eléctrico externo. Las reacciones de oxidación (ánodo) y reducción (cátodo) son las siguientes:



Los compartimientos del ánodo y cátodo están divididos por una membrana de intercambio iónica altamente selectiva, pues limita el paso de cualquier especie química exceptuando el ión Na^+ y el agua, los cuales migran desde el ánodo hacia el cátodo, en donde se combina con el ión hidroxilo (OH^-) para formar hidróxido de sodio (soda cáustica). Los productos del ánodo son cloro gaseoso y una salmuera diluida de concentración de 220 g/L, mientras que el cátodo produce hidrógeno gaseoso y soda cáustica al 32%

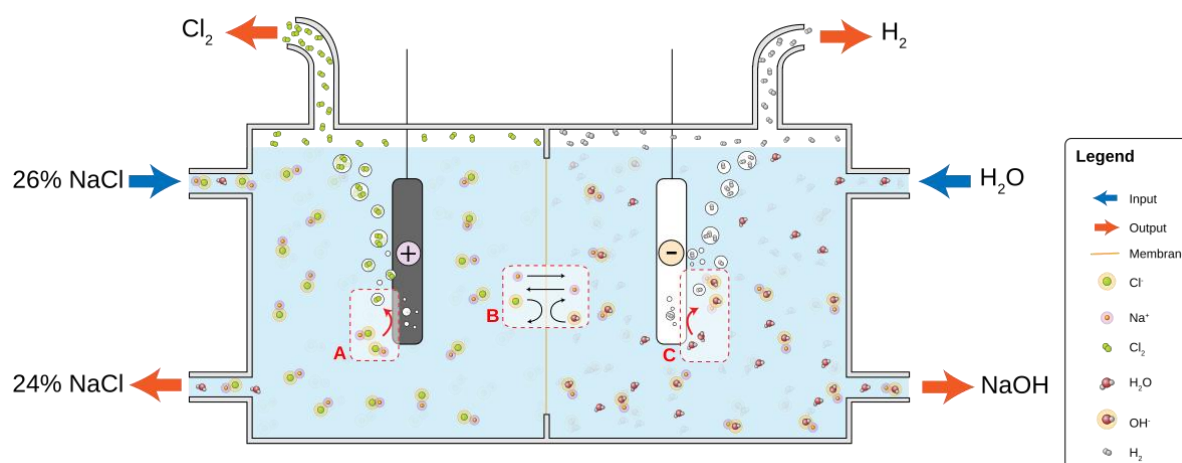


Figura 26. Esquema representativo de electrolizador de membrana.

3.3.4. Recirculaciones

Circulación de anolito

El anolito, que es la salmuera contenida en el compartimento del ánodo, avanza a una etapa de reprocesamiento, para eliminar el contenido de cloro en solución que posee. El tratamiento es requerido para asegurar la correcta operación del tratamiento de salmuera. Este reprocesamiento denominado decloración se lleva a cabo mediante la dosificación de NaOH y H_2O_2 (peróxido de hidrógeno), la correcta mezcla de los reactivos con la salmuera se realiza por medio de mezcladores estáticos. El pH se ajusta alrededor de 10 y se repone agua desmineralizada antes de su envío al proceso de saturación.



Circulación de catolito

El catolito, que es la solución caustica al 32% que sale de la celda electrolítica es almacenada en un tanque (tanque de catolito), luego esta solución es transportada y bifurcada en dos líneas. La primera de ellas es una línea de alimentación del Electrolizador, en esta línea la solución es enfriada – alrededor de los 70 °C – y así también se alimenta agua desmineralizada a esta línea con el fin de ajustar la concentración hasta los 30% requeridos por el Electrolizador. La otra línea será enviada a los evaporadores, para realizar la concentración de la soda cáustica desde los 32% hasta los 50%.

3.3.5. Productos

Hidrógeno

La corriente gaseosa – saturada de vapor de agua – de hidrógeno resultante de la electrólisis es conducida para su tratamiento, que consiste en la condensación del vapor por medio del enfriamiento en intercambiadores de calor, y posterior paso por un eliminador de nieblas. Luego de esto, el hidrógeno es enviado a la producción de HCl, según se necesite; mientras que el exceso es venteado a la atmósfera.

Cloro

El cloro gaseoso caliente que sale del electrolizador, saturado de vapor de agua, fluye hacia un enfriador. El cloro se enfría para que la mayor parte de su vapor de agua se condense. El agua condensada saturada de cloro se recupera en la saturación de salmuera, a través del sistema de decoloración. El cloro enfriado fluye a través de un eliminador de niebla que elimina la niebla salina y las partículas arrastradas y luego al sistema de producción de hipoclorito de sodio y la unidad de síntesis de ácido clorhídrico al 32%.

Soda caustica al 50%

La solución de soda cáustica al 32% a ser concentrada se alimentan a una batería de evaporadores en contracorriente, en donde se alimenta vapor de baja presión en contracorriente para eliminar el exceso de agua. La concentración final de la soda cáustica es 50%, esta corriente de producto se enfría por debajo de los 40°C para su almacenamiento final.

Producción de HCl

Los gases hidrógeno y cloro se introducen en un horno, donde se mezclan y reaccionan exotérmicamente para formar el gas cloruro de hidrógeno (HCl gaseoso). El flujo de hidrógeno debe mantenerse en un exceso constante del 5-15% en comparación con el equilibrio estequiométrico para garantizar todo el cloro sea quemado y que ni el producto final, ni los gases de cola a ser emitidos a la atmósfera contengan cloro libre. El gas HCl caliente se enfría en la cámara de combustión y llega a un absorbedor de tipo *falling film* donde se absorbe en agua desmineralizada o ácido clorhídrico diluido para formar ácido clorhídrico al 32% en peso. El absorbedor es de tipo co-corriente.

El gas residual (que contiene principalmente inertes, exceso de hidrógeno y algo de HCl) que sale del absorbedor se introduce a una torre de gases de cola, el cual es un lavador de gases. Pasa a través de este depurador a contracorriente al flujo de agua desmineralizada que se alimenta a la parte superior.



Producción de hipoclorito de sodio

El cloro gaseoso ya enfriado anteriormente es alimentado a un eyector donde es absorbido por una solución de soda caustica (funciona como un *scrubber* químico). La producción total de cloro de la planta puede ser absorbida por la unidad de producción de hipoclorito de sodio siempre que la soda cáustica adicional necesaria para la estequiometría de la reacción esté disponible. Los gases no absorbidos, como el nitrógeno, el oxígeno y el hidrógeno, se ventilan a la sección de emergencia de cloro.

Las condiciones de reacción se optimizan gracias a una alta tasa de recirculación de la solución de hipoclorito otorgada por una bomba: la reacción tiene lugar en un entorno fuertemente alcalino, con la consiguiente minimización de las reacciones secundarias, como la formación de cloratos, lo que conduce a una alta calidad del producto. La tasa de circulación significativa también es beneficiosa para la estabilidad térmica del producto, ya que el calor de reacción se elimina inmediatamente en un intercambiador de placas en la línea de recirculación de la solución de hipoclorito, evitando la posibilidad de puntos calientes que conduzcan a una posible descomposición del producto.

La solución de hipoclorito producida se transfiere a los tanques de almacenamiento.

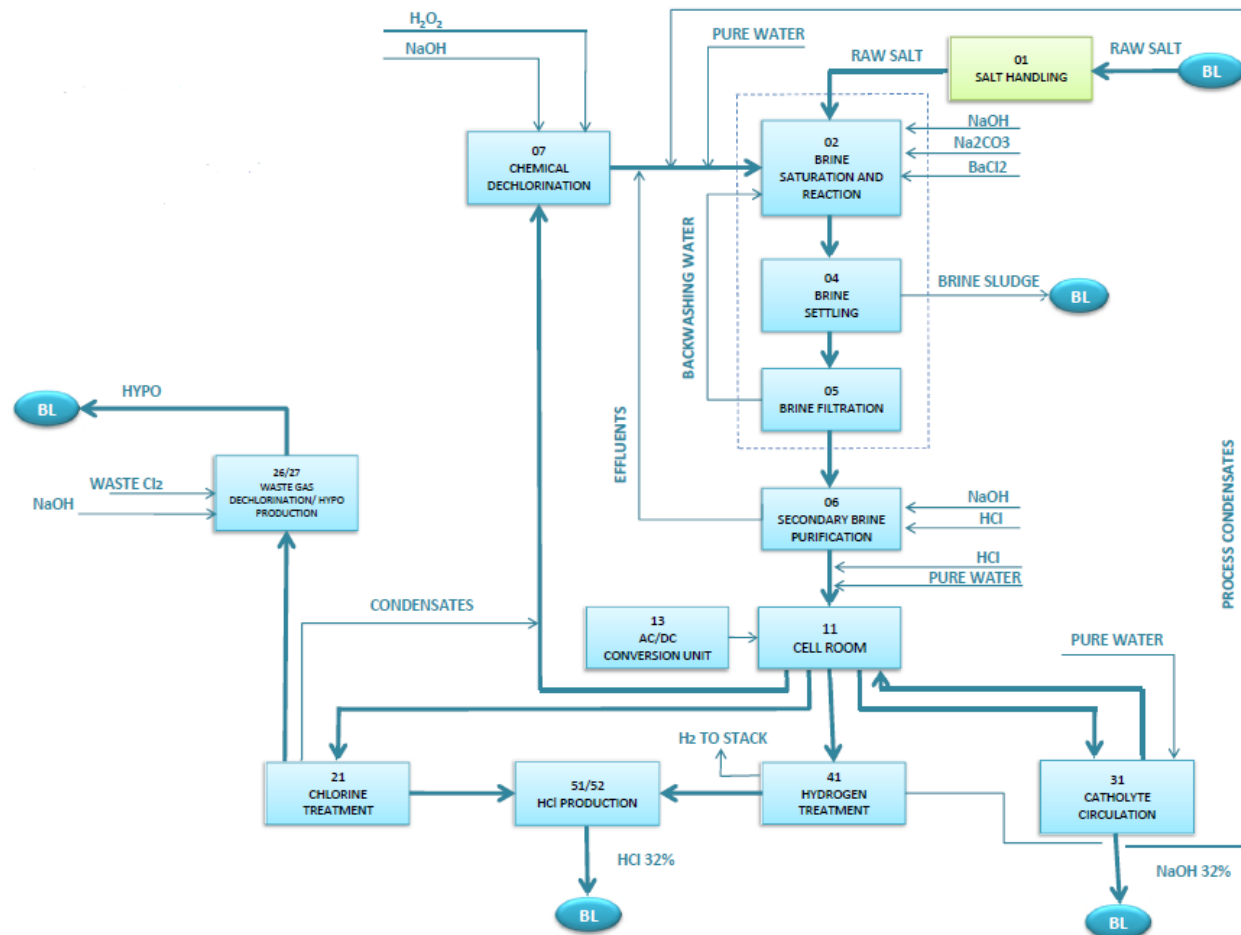


Figura 27. Diagrama de flujo del proceso de la Planta Clorosoda (proveído por el fabricante).

3.4. Sistema de vapor

El vapor es generado por una caldera pirotubular con alimentación de leña. Los principales puntos de consumo de vapor será el tratamiento de salmuera, la cual debe mantenerse entre 60-70°C y la concentración de soda cáustica 50%.

3.5. Sistema de enfriamiento

Dependiendo del proceso y las corrientes se utilizará agua de torre de enfriamiento y agua de chiller. A continuación, los puntos que requieren enfriamiento:

- Recirculación del catolito (soda cáustica 32%)
- Condensación del vapor de las corrientes de gases saturados del Electrolizador (cloro e hidrógeno)
- Enfriamiento de soda caustica concentrada al 50%
- Producción de hipoclorito de sodio
- Enfriamiento del horno de HCl 32%

3.6. Sistema de producción de aguas de proceso

Las aguas utilizadas en el proceso, agua tratada (100 $\mu\text{S}/\text{cm}$) y agua desmineralizada (5 $\mu\text{S}/\text{cm}$), serán extraídas de un pozo a ser perforado. Estas aguas seguirán el siguiente flujo de proceso:

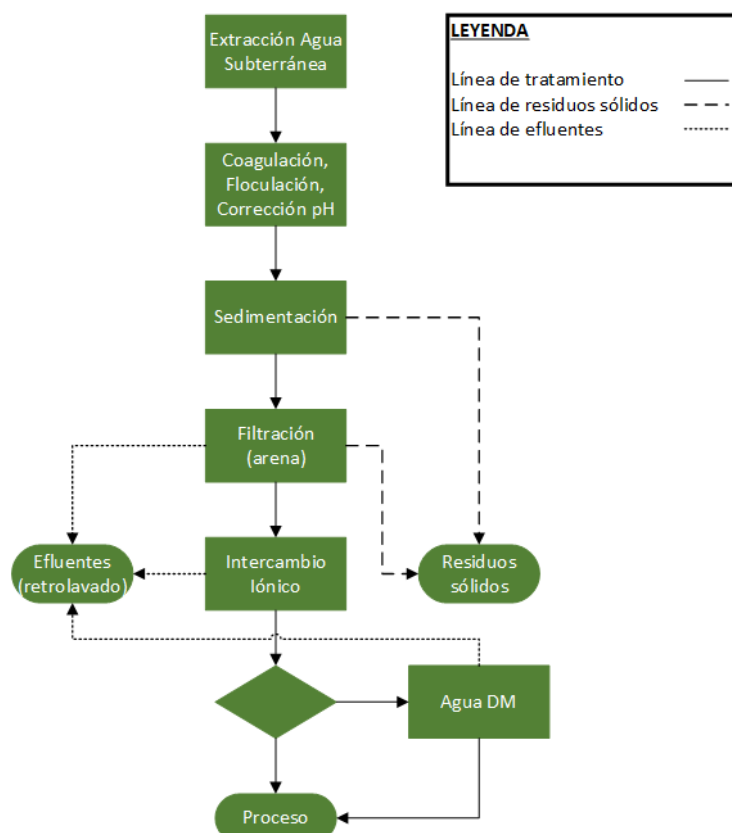


Figura 28. Flujograma de proceso de producción de aguas de proceso (elaboración propia).

3.7. Efluentes y tratamiento

Características de los efluentes

Se generarán efluentes en diversos puntos o equipamientos de la planta de proceso, y en todos los casos estos son de naturaleza inorgánica. En el cuadro 3 se observa los tipos de efluentes generados y su origen.

Cuadro 3. Descripción de tipos de efluentes y origen de los mismos

TIPO DE EFLUENTE	EQUIPAMIENTOS	SECTOR
Efluentes de regeneración	Columnas de intercambio iónico (catiónica y aniónicas)	Planta tratamiento de agua
Efluentes de regeneración	Columnas de intercambio iónico (catiónica, aniónicas y mixtas)	Planta de tratamiento de agua desmineralizada
Retrolavado	Filtros de carbón activado	Tratamiento primario de salmuera
Purgas de salmuera	Columnas de Intercambio iónico catiónicas	Tratamiento secundario de salmuera
Efluentes de regeneración	Columnas de intercambio iónico catiónicas	Tratamiento secundario de salmuera
Purgas de agua de refrigeración	Torre de Enfriamiento de Agua	Utilidades
Vertidos esporádicos y aguas de lavado	Tanques de almacenamiento y bombas de despacho/producción	Proceso y almacenamiento de productos finales
Purgas de caldera	Caldera de vapor	Utilidades
Purga de condensados	Compresor de aire	Utilidades

En líneas generales los efluentes de regeneración de las resinas de intercambio iónico utilizadas para tratamientos de agua y salmuera tienen la siguiente caracterización:

Cuadro 4. Características de los efluentes generados en la regeneración de las columnas de intercambio iónico

REGENERACIÓN	COMPOSICIÓN QUÍMICA
Resinas aniónicas de agua	NaOH (4-5% w); agua de lavado alcalina
Resinas catiónicas de agua	HCl (5-6% w); agua de lavado ácida
Resinas mixtas de agua	NaOH (4-5% w); HCl (5-6%); aguas de lavado alcalinas y ácidas
Resinas catiónicas de salmuera	NaOH (4-5% w); HCl (5-6%); aguas de lavado alcalinas y ácidas; salmuera diluida

Las corrientes de retrolavado de los filtros de arena de las plantas de tratamiento de agua son agua de tratamiento con los sólidos en suspensión retenidos por los filtros, mientras que los lavados de los filtros de carbón activado serán de agua desmineralizada con un leve contenido de salmuera diluida.

Los derrames ocasionales debidos a desperfectos, limpiezas de tanques, mantenimientos y pérdidas no serán frecuentes o normales, pero en caso de ocurrirse se enviará a la PTE soluciones diluidas (~2% w) de soda cáustica, ácido clorhídrico, hipoclorito de sodio o salmuera. Las purgas de las torres de agua de enfriamiento son aguas tratadas con una conductividad promedio de 500-700 $\mu\text{S}/\text{cm}$, mientras que la purga de fondo de la caldera a leña tiene unos 2000 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Po otro lado, también se generarán efluentes cloacales provenientes de baños y cocina del complejo.

Sistema de tratamiento

Todas las corrientes de efluentes serán canalizadas a una Planta de Tratamiento de Efluentes (PTE), las aguas pluviales tendrán canales superficiales y serán vertidas de forma diferenciada sin pasar por la PTE. Cribas y filtros gruesos serán instalados en el registro principal de efluentes para evitar que arenas, rocas o residuos sólidos lleguen a la PTE, para proteger a las bombas. La recepción inicial será en un tanque receptor el cual tendrá un sistema de control basado en boyas de nivel, que, al alcanzar el nivel superior de llenado, hará que las bombas de transferencia envíen los efluentes a la primera pileta, la que se encargará de equalizar y neutralizar las corrientes de efluentes.

El objetivo principal es permitir que los efluentes ácidos y alcalinos se neutralicen entre sí, para reducir al mínimo posible la dosificación de reactivos de ajuste de pH (ácido sulfúrico y cal apagada), los cuales serán adicionados únicamente en caso de requerirse. La dosificación se realizará desde unos tanques de preparación y un sistema automático constituido por medidores de pH en línea y bombas dosificadoras. La corrección de pH se realizará principalmente en la pileta N°2, tanto la Pileta N°1 y N°2 tendrán mezcladores superficiales.

Las cuatro piletas estarán interconectadas por líneas de rebose, pasando desde la Pileta N°1 a la Pileta N°4 y finalmente al registro de liberación final. La carga de efluentes cloacales estabilizados se realizará en la Pileta N°3. Aireadores superficiales serán instalados en las Piletas N°3 y Pileta N°4 para promover la degradación aeróbica de la carga orgánica contenida en los efluentes cloacales. El control de pH y oxígeno disuelto se realizará en las cuatro piletas para asegurar que el efluente tenga pH neutro y con el contenido de oxígeno disuelto requerido.

Se tendrá un par de bombas verticales conectadas al fondo de todas las piletas para poder bombear el fondo de las piletas un filtro de arena, el cual retendrá los sólidos estabilizados y precipitados generados. El efluente filtrado y libre de sólidos será recirculado a la Pileta N°1. Los lodos retenidos en la superficie del filtro de arena una vez secos se cargarán en *big bags* para su disposición final. En la Figura 29 se observa el *layout* de la PTE propuesta.

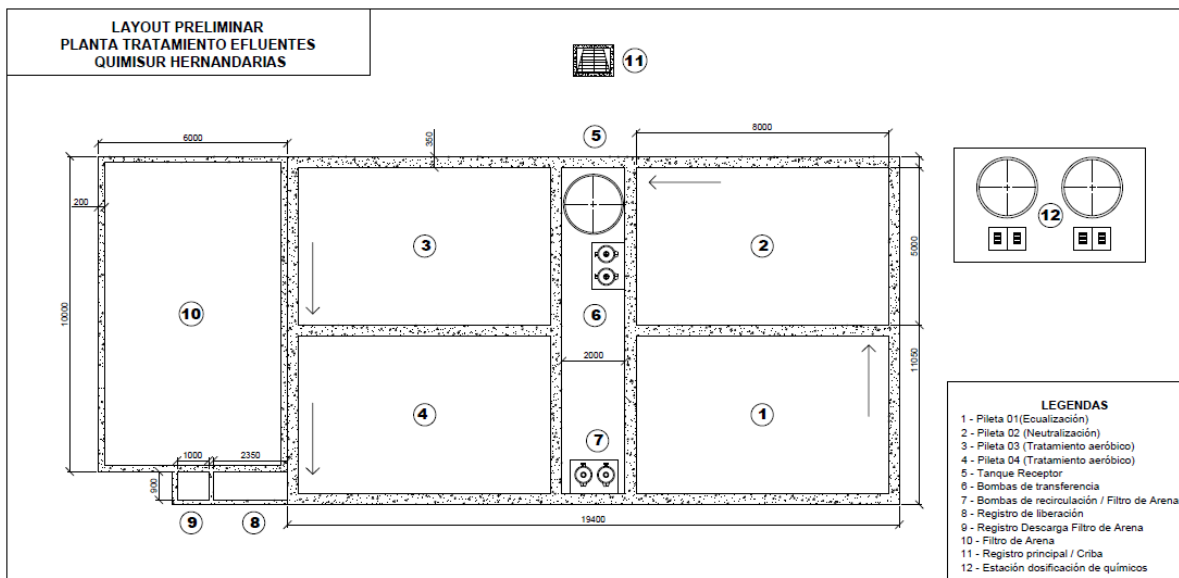


Figura 29. *Layout* de la Planta de Tratamiento de Efluentes (proveído por el proponente).

Descarga de efluentes

Dado que la propiedad en donde se desarrollará el proyecto no colinda con ningún cauce superficial natural, se proyecta la construcción de un canal que conducirá los efluentes tratados por dos propiedades vecinas, la segunda propiedad ya posee un canal de desagüe de aguas pluviales, el cual desfoga en un cauce superficial de corta longitud que alimenta al arroyo Orlando Cue. Lo descrito se observa en la siguiente figura.



Figura 30. Puntos de descarga de efluentes

3.8. Recursos humanos

Según datos brindados por el proponente, el personal técnico necesario para el funcionamiento de la planta será de aproximadamente 55 personas. El plantel de trabajo estará conformado por un coordinador de planta, jefes, operadores, analistas de laboratorio, personal para el área de mantenimiento, depósito, personal que conformará el área administrativa RRHH, ventas, contabilidad, logística, servicios generales, etc.



Item	Personal Técnico	Cantidad
1	Coordinador de Planta - Ing. Químico	1
2	Jefe de Turno - Lic. QI	4
3	Operador de DCS - Lic. QI, Ing. Químico	4
4	Operador de Salmuera	4
5	Operador de Campo	4
6	Operador de Utilidades (Caldera, PTA, Agua DM y Eflu)	4
7	Coordinador de Laboratorio - Lic. QI	1
8	Analista de Laboratorio - Técnico QI; Lic. QI	4
9	Coordinador de Mantenimiento Mecánico - Ing. Electron	1
10	Mecánicos / Soldadores	5
11	Electricista / Instrumentista	3
12	Encargado de Depósito - Ing. Industrial / Administrador	1
13	Auxiliar de Depósito	2
14	Encargado de Ventas y Logística - Administrador	1
15	Auxiliar de Ventas	2
16	Despachantes / Montacargistas	3
17	Administrador / Contabilidad	1
18	Auxiliar administrativo / Contable	2
19	Encargado Recursos Humanos	1
20	Encargado de Seguridad	1
21	Auxiliar de Seguridad	2
22	Encargado de Servicios Generales y Limpieza	1
23	Limpiadores	3
TOTAL:		55

Figura 31. Personal necesario para funcionamiento de la planta.



4. PLAN DE GESTIÓN AMBIENTAL

El Plan de Gestión Ambiental (PGA) consiste en un conjunto de acciones que deberá implementarse durante la etapa de construcción y operación del proyecto, de manera a disminuir los efectos ambientales negativos que podrían generarse en el proceso y así mismo optimizar los impactos positivos, para alcanzar metas en beneficio del proyecto durante su habilitación y mantenimiento, con especial énfasis en los beneficios locales y regionales. El cumplimiento del PGA es de carácter obligatorio.

En general, las medidas de mitigación deberán tomar todas las precauciones de manera a evitar situaciones que presenten riesgos de afectación a los recursos humanos, naturales y socioculturales que impliquen riesgos de pérdidas de características irreversibles.

Está estructurado en dos programas:

- Programa de Prevención y Mitigación de Impactos Ambientales
- Programa de Monitoreo del Plan de Gestión Ambiental y Social

4.1. Objetivo del Plan de Gestión Ambiental

El PGA tiene como objetivo fundamental estructurar las medidas de mitigación recomendadas con el propósito de revertir, atenuar, mitigar o compensar los impactos ambientales y sociales negativos y potenciar los impactos positivos, además de proponer mecanismos eficientes para el gerenciamiento que garanticen la ejecución de las actividades previstas, buscando fortalecer las capacidades institucionales y locales para un manejo eficiente de los problemas socioambientales, propiciando la sustentabilidad del uso de los recursos naturales y del área de influencia del proyecto

4.2. Programa de Prevención y Mitigación de Impactos Ambientales

Cuadro 5. Medidas de prevención y mitigación ambiental y de seguridad. Etapa de Construcción y montaje

FASE DE CONSTRUCCIÓN Y MONTAJE	
GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS (RSU, DE MANEJO ESPECIAL)	
<u>Prevención:</u> - Capacitar al personal de obra sobre la correcta disposición de los residuos sólidos generados. - Prohibir la quema de residuos sólidos.	<u>Mitigación:</u> RSU: - Contar con un servicio de recolección habilitado. - Almacenar los residuos temporalmente de forma ordenada en contenedores que impidan el derrame de lixiviados directamente al suelo y la proliferación de vectores. - Tapar los contenedores con lonas o dotar de una infraestructura con techo y piso para resguardar los mismos en caso de lluvias. Residuos de manejo especial: - Contar con servicio de recolección tercerizado y debidamente habilitado para el efecto. - Almacenar los residuos temporalmente de forma ordenada en contenedores herméticos identificados para evitar la mezcla con otros tipos de residuos. - Establecer recolecciones periódicas para evitar la sobreacumulación y proliferación de vectores.
GESTIÓN DE EFLUENTES	
<u>Prevención:</u> - Verificar que no se viertan efluentes resultantes de labores de mantenimiento de máquinas y equipos directamente sobre el suelo. - En caso de no contar con sanitarios. Instalar sanitarios portátiles para evitar arrojar los efluentes cloacales a cursos hídricos o directamente al suelo.	<u>Mitigación:</u> - Para derrames accidentales de hidrocarburos o aceites contar con material absorbente como arena, pala y escoba, bolsas, disponer el material contenido en recipientes herméticos. Estos deben ser dispuestos como residuos especiales, por lo tanto, se debe contar con servicio de recolección para este tipo de residuos. - En caso de contar con baños portátiles, estos deberán ser aseados y desinfectados de manera periódica, además se debe realizar el desagote de manera a evitar la proliferación de vectores y olores. Estos efluentes deben ser retirados para su correcta disposición final.
GESTIÓN DE LA CALIDAD DEL AIRE Y EL RUIDO	
<u>Prevención:</u> - Irrigar el suelo desnudo en condiciones de tiempo ventoso para evitar la erosión eólica del suelo y la dispersión de polvos.	<u>Mitigación:</u> - Utilizar equipos de protección auditiva en caso de trabajos expuestos a altos niveles sonoros.

- Evaluar las condiciones mecánicas de las maquinarias y vehículos, asegurar que las mismas cuenten con mantenimiento al día, para detección y reparación de posibles faltas que podrían resultar en generación de altos niveles sonoros y emisión de material particulado. - Prohibir la quema de residuos sólidos.	- Utilizar mascarillas/respiradores en caso de trabajos expuestos a polvos y gases.
FAUNA Y FLORA	
<u>Prevención:</u> - Realizar remoción de vegetación dentro de las limitaciones y requerimientos de la propiedad y según las necesidades del proyecto. - Limitar las intervenciones solo a las áreas necesarias, de modo a poder mantener la mayor cantidad de vegetación natural, de acuerdo con el Plano proyecto.	<u>Mitigación:</u> - En caso de encontrarse animales durante el desarrollo de las actividades, se realizarán acciones de ahuyentamiento y/o rescate.
SALUD Y SEGURIDAD OCUPACIONAL	
<u>Prevención:</u> - Exigir a la contratista encargada el cumplimiento de las leyes laborales vigentes, asegurar que el personal este asegurado en el Instituto de Previsión Social o que cuente con Seguro médico privado para el periodo que dure la obra, que cuenten con Equipos de Protección Personal (EPP), que cuenten con capacitación en materia de Seguridad y Salud Ocupacional y que se encuentren aptos para realizar los trabajos correspondientes. - Contar con Señalización que brinde información sobre: obstáculo, peligro, advertencia; seguridad y primeros auxilios, incendio; precaución, obligación, elementos de orden, evacuación, etc. - Realizar capacitaciones sobre uso correcto de Equipos de Protección Personal (EPPs), riesgos asociados al trabajo y actuación ante emergencias. - Proveer de sitios de descanso, sanitarios y lugares apropiados para periodos de alimentación al personal de obra. - Realizar la revisión de equipos y máquinas para asegurar su correcto funcionamiento. - Contar con números de bomberos locales y centros de atención a la salud más cercano, el mismo debe estar en un lugar visible y accesible para todos.	<u>Mitigación:</u> - Dotar de EPPs a los trabajadores. - Contar con extintores convenientemente ubicados y acorde al tipo de fuego a extinguir. - Contar con un botiquín de emergencias. - Contar con un Plan de acción ante emergencias.
MANEJO SOCIAL	
<u>Prevención:</u>	<u>Mitigación:</u>

- Proporcionar información clara y oportuna a la comunidad acerca del proyecto. - Mantener periódicamente actualizada la información sobre el proyecto para la comunidad del área de influencia. - Establecer canales de comunicación teniendo en cuenta las estrategias de Comunicación Social. - Capacitar al personal sobre las características y alcance del proyecto. - Capacitar al personal sobre las medidas de Seguridad y Salud Ocupacional. - Capacitar al personal sobre las medidas de Gestión Ambiental. - Capacitar al personal sobre manejo de conflictos internos y con la comunidad.	
--	--

Cuadro 6. Medidas de prevención y mitigación ambiental y de seguridad. Etapa Operativa

FASE OPERATIVA	
GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS (RSU Y PELIGROSOS)	
<u>Prevención:</u> - Capacitar al personal sobre la correcta disposición de los residuos sólidos generados. - Prohibir la quema de residuos sólidos. - Contar con sistema de control de plagas, el cual deberá ser controlado de forma periódica por una empresa habilitada para el efecto.	<u>Mitigación:</u> <u>Residuos Sólidos Comunes:</u> - Contar con el servicio de recolección municipal para el retiro de residuos sólidos comunes. - Disponer contenedores de residuos señalizados en cantidad suficiente y ubicados en lugares de mayor circulación y fácil acceso. - Contar con un área de almacenamiento temporal de residuos. - Almacenar los residuos temporalmente de forma ordenada en contenedores que impidan el derrame de lixiviados directamente al suelo. - Tapar los contenedores con lonas o colocarlos en un lugar bajo techo para resguardar los mismos en caso de lluvias. <u>Residuos industriales y peligrosos:</u> - Los recipientes de los productos químicos utilizados deben ser retirados por el proveedor, o en su defecto se debe contratar un servicio habilitado que gestione el retiro, transporte y la disposición final. - Los residuos sólidos industriales (peligrosos y no peligrosos de gestión especial) deberán ser almacenados en contenedores de material resistente e impermeable. - Los residuos no peligrosos de gestión especial (ej. impurezas prensadas) deberán ser retirados por una empresa habilitada para el efecto, así también se deberán disponer finalmente por la misma empresa u otra, siempre y cuando esté habilitada para la tarea.
GESTIÓN DE LA CALIDAD DEL AIRE Y RUIDO	
<u>Prevención:</u> - Evaluar las condiciones mecánicas de las máquinas y equipos, asegurar que los mismos cuenten con un cronograma de mantenimiento preventivo y que el mismo sea cumplido, para detección y reparación de posibles fallas que podrían resultar en generación de altos niveles sonoros y emisión de material particulado. - Prohibir la quema de residuos sólidos. - Realizar controles de contenido de humedad de la biomasa que será utilizada para la caldera, la cual debe ser alrededor del 20% para prevenir la	<u>Mitigación:</u> - Utilizar equipos de protección auditiva en caso de trabajos expuestos a altos niveles sonoros. - Utilizar mascarillas/respiradores con los filtros apropiados en caso de trabajos expuestos a polvos y gases. - Se deberán instalar medidores/detectores de cloro gaseoso en la planta - Contar con mangas de viento para tener en cuenta dirección del viento en caso de fugas.

emisión de gases y partículas por una deficiente combustión de la biomasa húmeda. - Se deberá evitar la emisión de cloro gaseoso mediante la revisión periódica de los sistemas de transporte de este gas, como así también de los equipos de proceso en donde esté presente (ej. electrolizador, horno de HCl, etc.). Por otro lado, es importante tener en cuenta un factor de seguridad incremental en las relaciones estequiométricas en las que el cloro reaccione.	
GESTIÓN DE AGUAS RESIDUALES	
<u>Prevención:</u> - El retrolavado de los filtros y la regeneración de las resinas de intercambio iónico deberá ser realizado según las recomendaciones del fabricante, para evitar la utilización excesiva de agua y reactivos - Se deberá realizar inspecciones visuales periódicas para verificar la posible presencia de fugas de agua, salmuera y/o químicos en la planta - Realizar el tratamiento y mantenimiento del agua del sistema de refrigeración para mantener su calidad química y evitar purgas excesivas	<u>Mitigación:</u> - Los efluentes industriales deberán ser tratados previamente a la descarga en un curso de agua superficial. El tratamiento de los mismos deberá prever la neutralización del pH y la remoción de sales, mediante la precipitación, floculación y separación de las mismas por sedimentación o filtración gruesa (ej. filtro de arena). En caso de no cumplir con los parámetros de descarga establecidos en el Art. 7 de las Res. 222/02 aún aplicando lo mencionado, se deberán prever otros sistemas para la remoción de estos compuestos inorgánicos, como la filtración fina (ej. ultrafiltración, nanofiltración u osmosis inversa). - Los efluentes cloacales deberán ser pretratados en una cámara séptica, posterior a esto deberán entrar a la Planta de Tratamiento de Efluentes. Los lodos de esta cámara séptica deberán ser vaciados periódicamente según necesidad. Este vaciamiento debe ser hecho por una empresa habilitada para el efecto.
GESTIÓN DE LA CALIDAD DEL SUELO	
<u>Prevención:</u> - Limitar las intervenciones solo a la superficie necesaria para el funcionamiento del proyecto, de acuerdo al plano proyecto. - Las cenizas provenientes de la caldera deberán ser almacenadas en contenedores para su posterior retiro y correcta disposición final. - Las áreas de proceso deberán tener una rejilla perimetral que sea capaz de conducir los posibles derrames al sistema de tratamiento de efluentes. Lo mismo aplicará a las áreas de acopio de materia prima, químicos, almacenamiento de productos, laboratorio y otras sensibles de sufrir accidentes.	<u>Mitigación:</u> - Disponer contenedores de residuos señalizados en cantidad suficiente y ubicados en lugares de mayor circulación y fácil acceso. - Contar con mecanismos de acción ante la ocurrencia de derrames, estos mínimamente deben contener la presencia de kits de derrame y la gestión segura de los residuos generados

- Se deberán prever mecanismos tendientes a reducir los riesgos de derrames durante la manipulación y transporte de químicos y materia prima (ej. limitar velocidades de camiones, montacargas, etc.)	
SEGURIDAD INDUSTRIAL Y SALUD OCUPACIONAL	
PREVENCIÓN DE ACCIDENTES	
<u>Prevención:</u> - Contar con un departamento de Seguridad Industrial y Salud Ocupacional, el cual será el encargado de hacer cumplir la normativa legal vigente. - Realizar inducciones de Seguridad a todo el personal que ingrese a trabajar en planta, contar además con un procedimiento de ingreso para empresas tercerizadas y visitas. El mismo deberá contener exigencias como contar con seguro médico, contar con EPPs, normas de la empresa, etc. - Contar con un cronograma de capacitaciones en materia de Seguridad (primeros auxilios, uso de extintores, simulacros de evacuación, capacitaciones y prácticas para casos de fuga de cloro, derrame de productos químicos, etc.) - Contar con Señalización que brinde información sobre: obstáculo, peligro, advertencia; seguridad y primeros auxilios, incendio; precaución, obligación, elementos de orden, evacuación, etc. - En los depósitos de productos químicos y laboratorios, se debe mantener el orden, todos los productos deben estar correctamente etiquetados, se debe contar con fichas de seguridad de estos. - Contar con procedimientos de trabajo seguro y procedimientos de actuación en caso de emergencias y capacitar al personal sobre el contenido de los mismos. - Contar con números de bomberos locales y centros de atención a la salud más cercanos, el mismo debe estar en un lugar visible y accesible para todos. - Delimitar las áreas de circulación dentro y fuera de la planta. - Realizar controles preoperacionales de equipos para detectar averías o condiciones inseguras. - Tableros y equipos eléctricos deben contar con un sistema de puesta a tierra efectivo y dispositivos de protección contra sobrecorrientes.	<u>Mitigación:</u> - Dotar de ropas de trabajo al personal, camisas mangas largas con reflectivos en caso de ser necesario, pantalón y zapatos cerrados. - Dotar de EPPs a los colaboradores de acuerdo al sector y trabajo a realizar, asegurarse del uso correcto de los mismos. Realizar el cambio periódico. - Contar con duchas de emergencias o lavaojos, para lavado en caso de contacto accidental con ojos, cara, piel, etc. - Disponer de un botiquín de emergencia para la prestación de primeros auxilios, bien señalizado y convenientemente situado, debe estar a cargo del personal médico, si lo hubiere, de un socorrista diplomado o, en su defecto, de la persona más capacitada designada por el empleador. Si el establecimiento de trabajo cuenta con 25 o más trabajadores, se debe disponer, además, de un local destinado a enfermería con elementos y medios suficientes para prestar estos servicios. - En caso de accidentes, hacer ingreso a enfermería y llevar a cabo el procedimiento de respuesta a accidentes y emergencias. - Contar con un registro de accidentes e investigación de los mismos.

- Para el transporte de materia prima y productos terminados, los vehículos deberán contar con habilitaciones correspondientes para el transporte de materiales peligrosos, los choferes, ya sean de vehículos de gran porte o montacarguistas deberán contar con habilitaciones correspondientes.	
RIESGO DE EXPLOSIONES	
Prevención: - En caso de parada de emergencia del Electrolizador, se activará automáticamente la purga de nitrógeno para liberar los cabezales de cloro e hidrógeno. Esta purga se mantendrá durante todo el tiempo que el Electrolizador se encuentre parado, pero en condiciones para reactivar la operación. La purga permitirá evitar la acumulación del cloro e hidrógeno y mantendrá un ambiente inerte. - Todo el cloro liberado en el proceso de declaración, válvulas de liberación de presión y condensados generados en el proceso de enfriamiento de cloro deberán ser dirigidos a la torre de hipoclorito de sodio, la cual actúa como el sistema de emergencia de toda la planta. Esta torre actuará como un <i>scrubber químico</i>, manteniendo una recirculación de soda cáustica al 18%, el cual reacciona inmediatamente con el cloro para producir hipoclorito de sodio, evitando la liberación del cloro a la atmósfera. - El tanque catolito también deberá poseer un línea de purga de nitrógeno para evitar la acumulación de hidrógeno en el tanque. - Durante el proceso de arranque del Electrolizador se deberán verificar los siguientes voltajes de las celdas a) Voltaje de polarización b) Voltajes a loa 1, 2 y 3 kA. Estos voltajes dan indicación del estado de integridad física de las membranas. En caso las membranas estén dañadas y exista el riesgo de presencia de hidrógeno en la línea de cloro, el interlock de protección impedirá el arranque o aumento de carga del Electrolizador. - Se realizará la medición continua del voltaje de las celdas electrolíticas, en caso de existir desviaciones, se activarán los <i>interlocks</i> de protección para para la producción. - Durante los procesos de parada de emergencia y arranque del horno de HCl se deberán realizar	<u>Mitigación:</u>

purgas de nitrógeno para asegurar un ambiente inerte y la acumulación de concentraciones peligrosas de cloro y/o hidrógeno.	
RIESGO DE FUGAS	
<u>Prevención:</u> - Se deberá llevar a cabo mantenimiento preventivo y tests, al menos una vez al año, para probar la robustez de tuberías, bombas, celda electrolítica, horno, compresores, válvulas y cualquier otro equipo que forme parte del proceso y/o transporte de salmuera, cloro gaseoso, soda caustica, hipoclorito de sodio, ácido clorhídrico u otro/s químico/s. Los tests deben ser capaces de probar la aptitud de la infraestructura y deben utilizar metodologías estandarizadas. - Poseer un sistema de energía de emergencia (Grupo Generador), el cual en caso de corte de energía eléctrica ingrese automáticamente y energice todos los equipamientos críticos a funcionar durante el proceso de parada de emergencia y posterior mantenimiento de las condiciones operativas del electrolizador. - Se deberá contar con un sistema de detección de gases (Cl_2 y HCl) que active una alarma sonora. Las concentraciones límites (<i>setpoint</i> del sistema) serán al menos: 5 ppm para HCl y 0.5 ppm para Cl_2.	<u>Mitigación:</u> - Fugas de salmuera: como ya expuesto, las áreas de proceso deberán contar con rejillas perimetrales que sean capaces de conducir posibles fugas o derrames de salmuera a la planta de tratamiento de efluentes. - En caso de detectar fugas de cloro en las líneas de cloro por medio del sistema de sensores ambientales, o por parámetros productivos como ser presiones de operación, el electrolizador se parará inmediatamente, y el sistema de contención de fugas será iniciado. La fuente de la fuga debe ser subsanada y reparada antes de reiniciar la operación. Los operadores y mecánicos involucrados en las reparaciones deben contar con los EPIs apropiados para el caso (trajes de protección, máscaras, caretas de protección, etc). - Fugas de soda caustica: en caso de que el derrame se produzca fuera de las rejillas perimetrales, se deberá contener (represar y absorber) el derrame con arena o absorbentes secos que generalmente forman parte de los kits para derrames (ej. Tierra diatomácea, arcilla, etc.). Así también se deberá neutralizar la solución caustica con una solución – lo suficientemente – diluida de ácido clorhídrico, para evitar reacciones que generen mucho calor. - Fugas de ácido clorhídrico (en solución): en caso de que el derrame se produzca fuera de las rejillas perimetrales, se deberá contener (represar y absorber) el derrame con arena o absorbentes secos que generalmente forman parte de los kits para derrames (ej. Tierra diatomácea, arcilla, etc.). Así también se deberá neutralizar la solución ácida con una solución – lo suficientemente – diluida de cal apagada, para evitar reacciones que generen mucho calor. - En caso de fugas de cloro o cloruro de hidrógeno relacionadas al horno de HCl 32% se procederá al proceso de parada de emergencia del horno y la reparación de las fugas.
PREVENCIÓN Y COMBATE DE INCENDIOS	
<u>Prevención:</u>	<u>Mitigación:</u>

- Realizar el mantenimiento de equipos y máquinas, revisar los equipos antes de utilizar para detectar condiciones inseguras. - Señalizar tableros, contar con dispositivos de seguridad para evitar descargas eléctricas, como disyuntores diferenciales, mantener tableros cerrados y en buen estado. - Realizar capacitación sobre actuación en caso de incendios. - Contar con un procedimiento de actuación en caso de incendios. - Contar con los números de bomberos locales, hospital más cercano, el mismo debe estar en un lugar visible y accesible para todos. - Contar con Planos aprobados por el municipio.	- Contar con un sistema de Prevención Contra Incendios (PCI) acorde a las características del proyecto, el mismo deberá contar con: 1. Equipo de control y señalización (panel de control, alarmas audiovisuales, pulsadores, etc.) 2. Sistema de detección (detectores de humo calor, detectores termovelocimétricos dependiendo del área) 3. Fuentes de suministro de energía: La instalación estará alimentada, como mínimo, por dos fuentes de suministro de energía, de las cuales la principal será la red general del edificio. La fuente secundaria del suministro de energía dispondrá de una autonomía de 72 horas de funcionamiento en estado de vigilancia y de una hora en estado de alarma. 4. Sistema de Extinción (Extintores, rociadores en caso de ser necesario, sistema hidráulico con todos sus componentes, tanque reservorio, sistema de presurización, sistema de distribución, BIEs.) - Realizar el mantenimiento de los componentes del sistema PCI. Los extintores, BIEs, vías de escape deben estar dispuestos en lugares accesibles, deben estar señalizados, no deben ser obstaculizados con otros objetos.
SALUD OCUPACIONAL	
<u>Prevención:</u> - Todos los trabajadores deben someterse a exámenes médicos: 1. Antes de su ingreso a la empresa, por primera vez. 2. A intervalos periódicos, dada su periodicidad, cada doce (12) meses en los casos de actividades y operaciones no peligrosas o en ambientes no insalubres, y cada seis meses en los casos de actividades y operaciones peligrosas o ambientes insalubres. - Realizar estudios complementarios a aquellos trabajadores expuestos a ruidos, polvos, material particulado. - Realizar capacitaciones sobre Higiene Ocupacional.	<u>Mitigación:</u> - Dotar de los equipos de protección individual a los trabajadores, los mismos deberán contar mínimamente con zapatón, ropa de trabajo, cascos y guantes.
MANIPULACIÓN DE PRODUCTOS QUÍMICOS Y ALMACENAMIENTO	
<u>Prevención:</u> - Los depósitos de almacenamiento deben contar con pisos impermeables y contar con materiales y equipos para contención de derrames. - Solicitar a proveedores las fichas de seguridad de todos los productos utilizados. - Señalizar las áreas de almacenamiento y restringir el acceso a los productos químicos solo al personal autorizado.	<u>Mitigación:</u> - Para la manipulación, usar EPIs: gafas con protección lateral o protector facial completo, máscaras faciales con filtros adecuados para gases, vapores y polvos, guantes impermeables, calzados impermeables, delantal. - Contar con duchas de emergencias para lavado en caso de contacto accidental con ojos, cara, piel, etc.

- Tener en cuenta incompatibilidades en almacenamiento promuevan una reacción exotérmica. - Todos los productos químicos deben tener etiquetas identificatorias. - Realizar capacitaciones sobre correcta manipulación de productos químicos e interpretación de pictogramas.	
MANEJO SOCIAL	
<u>Prevención:</u> - Proporcionar información clara y oportuna a la comunidad acerca del proyecto. - Mantener periódicamente actualizada la información sobre el proyecto para la comunidad del área de influencia. - Capacitar al personal sobre las características y alcance del proyecto. - Capacitar al personal sobre las medidas de Seguridad y Salud Ocupacional. - Capacitar al personal sobre las medidas de Gestión Ambiental. Capacitar al personal sobre manejo de conflictos internos y con la comunidad.	<u>Mitigación:</u>
REQUISITOS DOCUMENTALES	
<u>Se deberá contar con documentos actualizados en la presentación del primer informe de cumplimiento del PGA</u> - Certificado de Cumplimiento Tributario o Certificado de no ser contribuyente. - Declaración DGCCARN o Resolución AA DGCCARN vigente. - Patente municipal. - Archivar y tener disponibles todos los registros, comprobantes de servicio, comprobantes de pago y demás documentos que puedan servir de evidencia del cumplimiento del PGA. Contar con todos los documentos legales vigentes (C.I., documentación del inmueble, Acta de asamblea, etc.). - Informaciones de los transformadores (Certificado de no poseer PCB o análisis de contenido de PCB, imagen de la placa).	

4.3. Programa de Monitoreo y Control

Cuadro 7. Programa de Monitoreo y Control de las medidas de gestión ambiental propuestas

FASE DE CONSTRUCCIÓN Y MONTAJE
- Controlar diariamente la correcta disposición de los residuos sólidos generados durante la construcción y montaje de la planta - Controlar diariamente la correcta utilización de EPIs por parte del personal de obra - Controlar semanalmente el correcto funcionamiento de los baños portátiles, así también de su necesidad de limpieza y/o retiro
FASE DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO
- Revisar diariamente la correcta disposición de los residuos sólidos, contar con registro de disposición final de residuos especiales (ej.: certificado de destrucción). - Revisar diariamente la utilización obligatoria de EPIs.



- Establecer un registro de capacitaciones en materia de salud y seguridad ocupacional (gestión de riesgos de accidentes, prevención y combate a incendios, etc.)
- Revisar de manera periódica el Sistema de Prevención de incendios para detectar averías o fallas, contar con un registro de estas verificaciones.
- Contar con registro por personal de los estudios de Salud Ocupacional.
- Contar con un registro de accidentes, incidentes e investigación de los mismos.
- Realizar mensualmente un análisis de los efluentes descargados, en un laboratorio certificado por el ONA
- Realizar campañas semestrales de medición de cloro gaseoso y cloruro de hidrógeno dentro y fuera de la propiedad. Estas mediciones deben ser realizadas por una empresa tercerizada y cuando la planta esté en funcionamiento.
- Se deberá realizar el control de pH y Oxígeno Disuelto en las piletas de tratamiento de efluentes.
- Se deberá revisar el correcto funcionamiento y la calibración de los sensores o analizadores de concentraciones de gases mencionados en el PGA según lo advierta el fabricante.



5. PLAN DE EMERGENCIAS

5.1. Objetivos

Establecer protocolos para prevenir y responder de forma rápida y efectiva a distintos tipos de emergencias, salvaguardando vidas, bienes y el medio ambiente durante las operaciones del proyecto.

5.2. Aplicación

Este Plan se aplica a toda la Planta de Clorosoda.

5.3. Definiciones

Plan de Emergencia: conjunto de acciones preestablecidas y entrenadas periódicamente, que tiene como objetivo controlar una emergencia con la mayor organización y eficiencia posible.

Comando de incidente: es una estructura organizativa que se establece para coordinar las acciones de respuesta y recuperación. Es una estructura organizada que toma las decisiones clave durante la emergencia.

Emergencia: situación durante o después de un evento, con potencialidad de causar daños a personas, patrimonio y al Medio Ambiente.

Emergencia de gran magnitud: Situación que para su control requiere de esfuerzo de las entidades gubernamentales y particulares, debido a sus características proporcionales o riesgos a áreas y población.

Emergencia de mediana magnitud: Situación que debido a sus características no puede ser controlada con medios existentes en la empresa, requiriendo así ayuda de otros recursos.

Emergencia de pequeña magnitud: Situación que debido a sus características puede ser controlada con recursos propios, existentes en la empresa.

EPI: Equipo de Protección Individual

Punto de reunión: área física de reunión en caso de un evento considerado emergencia.

5.4. Desarrollo

5.4.1. Consideraciones generales

Personal de respuesta a emergencias.

Para llevar a cabo una respuesta eficaz ante emergencias, se debe contar con personal de respuesta a emergencias, para lo cual se deberá seleccionar al personal más idóneo y formarlo para ser parte de las distintas brigadas de respuesta. Estos equipos de respuesta podrían ser las siguientes:

- Brigada de Primeros Auxilios
- Brigada de Evacuación
- Brigada de Combate de incendios
- Brigada de Sustancias Peligrosas
- Brigada de Residuos Peligrosos



Cada una de las personas que forman parte de estos equipos de brigadas deberán tener asignadas responsabilidades específicas. Se deben realizar capacitaciones periódicas a los miembros de las brigadas y programar simulacros para poner en práctica los conocimientos adquiridos para respuesta ante emergencias.

Comunicación interna

Se debe ser preciso y puntual en la comunicación.

Debe existir una persona encargada de la coordinación general del Plan de Emergencias.

En el procedimiento de notificación se debe tener en cuenta la información que se brindará al personal acerca de lo que está ocurriendo.

Se debe contar con un procedimiento y activación para la comunicación, también con diversos equipos de comunicaciones (alarmas, sirenas, luces de emergencias, pulsadores manuales, sistema de marcación telefónica, etc.).

Antes de realizar las comunicaciones, el Comando de Incidente debe evaluar la necesidad de servicios de emergencia externos y el aviso a vecinos cercanos si es necesario.

Personal de supervisión y gestión (tener una única persona responsable de la comunicación con el personal de supervisión y dirección).

Equipo de respuesta a emergencias

Es importante contar con equipos para respuesta a emergencias, que se encuentren ubicados en lugares de fácil acceso, las personas responsables de su uso deben estar capacitadas y tener conocimiento de las ubicaciones, además se debe realizar inspecciones periódicas de los equipos para asegurar su funcionamiento en caso de ser necesario su uso.

Los Equipos de Protección Personal (EPPs) más utilizados son el equipo de protección respiratoria y ropa de protección.

Un escape de hidróxido de sodio requiere una respuesta muy diferente a la de un escape de cloro o de cloruro de hidrógeno. En la mayoría de los casos, el principal peligro es el contacto directo del producto químico con los ojos o la piel. Se necesita un EPI adecuado para protegerse contra este tipo de exposición. En los casos graves de pulverización de hidróxido de sodio, se necesita protección respiratoria.

Una liberación de hipoclorito de sodio requerirá una respuesta similar a la de una liberación de hidróxido de sodio, a menos que la solución entre en contacto con un material ácido. Si se produce contacto con ácido, puede liberarse gas cloro y el EPI utilizado tendrá que proteger los ojos, la piel y el sistema respiratorio.

Se debe proporcionar el siguiente equipo de protección respiratoria si el incidente implica la liberación de cloro o cloruro de hidrógeno:

a) Deben utilizarse respiradores hasta que se determine que la concentración del gas liberado no requiera el uso de estos equipos. Se deben utilizar respiradores con suministro de aire si se requiere que una persona permanezca en concentraciones elevadas de cloro o cloruro de hidrógeno. Estos tipos de respiradores incluyen los siguientes:

1. Equipos de respiración autónomos (ERA); y
2. Aparato respiratorio con línea de aire que tiene una botella de escape de aire más pequeña. Si se utilizan otros tipos de respiradores, debe comprobarse que la persona no estará expuesta a concentraciones de cloro superiores a las diseñadas para el respirador.



b) Deben proporcionarse respiradores de escape al personal que no vaya a responder en caso de liberación de cloro, especialmente en áreas donde se produzca, almacene o manipule cloro, y pueden ser de los siguientes tipos:

1. Respirador de escape tipo capucha con alimentación de aire comprimido de pequeña capacidad;
2. Respirador de escape bucal aprobado para el servicio de cloro; y
3. Otros respiradores aprobados.

Todo el personal de respuesta a emergencias debe disponer de equipos de protección personal adecuados y fácilmente accesibles. Deben tenerse en cuenta los siguientes tipos:

- Ropa y trajes de protección química;
- Guantes;
- Botas;
- Gafas;
- Protectores faciales;
- Cascos;
- Capuchas; y
- Gafas de seguridad.

Deben proporcionarse herramientas para el personal de respuesta a emergencias en los lugares designados. Estas pueden incluir:

- Herramientas manuales
- Linternas;
- Kits de emergencia para el contenedor de cloro, en función del tipo de contenedor utilizado en la instalación;
- Monitor portátil de cloro o cloruro de hidrógeno;
- Diques o materiales absorbentes adecuados para contener o limpiar los derrames de líquidos;
- Equipos para recuperar/transferir vertidos líquidos; y
- Productos químicos de neutralización para vertidos líquidos
- En el plan de emergencias debe incluirse una lista completa y la ubicación de las herramientas. Estas herramientas deben inspeccionarse periódicamente y el personal debe recibir formación sobre su uso adecuado.

Mitigación posterior a la liberación

Se deberá accionar los sistemas y acciones recomendadas en el apartado “Riesgo de fugas” del Programa de Prevención y Mitigación detallado más arriba.

Evacuación

Deben elaborarse procedimientos y realizar simulacros para todo el personal que deba ser evacuado durante una emergencia. Deben preasignarse zonas específicas de reunión junto con ubicaciones alternativas para que todo el personal que evacue tenga un lugar designado al que dirigirse, dependiendo de la ubicación de la emergencia y de la dirección del viento. Todo el personal de la planta debe recibir formación sobre los procedimientos de evacuación, incluido el concepto de ir contra el viento durante una fuga.

Debe existir un procedimiento que dé cuenta de todas las personas presentes en la instalación en el momento de la emergencia. Este procedimiento suele implicar la elaboración de un registro de todos los visitantes de la instalación y la asignación de la responsabilidad de los subordinados por parte del personal asignado.



En caso de que el siniestro esté fuera de control, todas las Brigadas y los colaboradores deben abandonar el área en forma inmediata. La orden de evacuación será dada por el Comando de Incidente, que al ser comunicado deberá accionar la alarma de evacuación.

La responsabilidad de evacuación queda a cargo de cada personal de la Brigada de cada sector. Una vez autorizada la ayuda externa por el Comando de Incidente, esta será solicitada por la recepcionista, dando las siguientes informaciones:

- Lugar de donde llama (Nombre de la Empresa).
- Informar el Tipo de Emergencia; (que paso, donde paso, cuando paso)
- Local de Acceso y el nombre de la persona que los guiara hasta el sitio de la emergencia
- Materiales involucrados (en caso de eventos con materiales peligrosos)
- Medidas que se han tomado hasta el momento.
- Necesidad de atendimento de personas afectadas.

Primeros Auxilios, Servicio médico

Deben elaborarse procedimientos para el tratamiento adecuado de los heridos, incluido el tratamiento in situ o en un centro médico de urgencias más cercano. La brigada de primeros auxilios será la encargada de hacer cumplir los procedimientos establecidos.

La Brigada de Primeros Auxilios atenderá a los heridos, en caso de víctimas que deben ser derivadas al hospital, esta debe ser acompañada por el personal del área de seguridad industrial, de preferencia personal de enfermería. El área de recursos humanos gestionará estas comunicaciones. Todos los vehículos deberán estar listos para evacuar y los accesos serán controlados.

Consideración de los servicios públicos

Debe realizarse una evaluación para determinar qué impacto tendría la pérdida de servicios en el funcionamiento del plan de respuesta a emergencias. Deberán tenerse en cuenta los siguientes aspectos:

- Previsión de suministro eléctrico alternativo, como un generador in situ;
- Iluminación automática de emergencia para zonas clave como escaleras, salidas, ubicaciones de equipos de seguridad y la central de respuesta a emergencias;
- Disponibilidad de duchas de seguridad y estaciones lavajos;
- Impacto que tendría una pérdida de aire en el equipo de control del proceso; y
- Disponibilidad de equipos de lavado/neutralización de cloro y/o cloruro de hidrógeno durante un fallo de suministro eléctrico, de aire o de agua.

Ante cualquier emergencia, cualquier colaborador debe informar al supervisor inmediato y este al número de emergencia interna, especificando el tipo de emergencia y el área afectada, este primer contacto de emergencia podría ser la portería de la planta. La Portería notificará al encargado de Seguridad y Salud en el Trabajo (SYSO) y activará el Plan de Emergencia. Se activará la alarma de emergencia para la reunión de Brigadas en el punto de Reunión.

Los responsables técnicos, (coordinador de Emergencia y/o el coordinador de mantenimiento) deben ser localizados, en caso de que no se encuentren en la empresa, debe solicitarse su llegada a la empresa en la brevedad posible. Para este caso la Brigada de Sustancias Peligrosas, intervendrá, solicitando apoyo a las demás brigadas o apoyo externo si es necesario.

5.4.2. Procedimiento de actuación en casos de fuga/derrame de productos químicos

Cuadro 8. Procedimiento de actuación en caso de fuga y/o derrame de productos químicos

Acción a Realizar	Cómo Hacerlo	Quién es Responsable
Notificación Inicial	Comunicar al supervisor inmediato y llamar al número de emergencia interno	Persona que identifica la emergencia.
Activación del Plan de Emergencias	Comunicar al Comando de Incidente a través de los medios disponibles (teléfono, radio, alarma).	Encargado del comando de incidente.
Reunión de Brigadas	Activar la alarma y utilizar otros medios para convocar a las brigadas en el punto de reunión.	Comando de Incidente.
Evaluación Inicial	Verificar la ubicación y magnitud de la emergencia.	Comando de Incidente, Brigada de Sustancias peligrosas.
Equipamiento de Protección	Equiparse con los EPI adecuados y dirigirse al área afectada.	Brigada de Sustancias Peligrosas
Aislamiento del Área	Delimitar el área afectada con cintas o conos.	Comando de Incidente, Brigada de Sustancias Peligrosas.
Corte de Servicios	Indicar al colaborador de mantenimiento el corte de energía eléctrica en el área afectada.	Comando de Incidente, Mantenimiento.
Evacuación	Activar la alarma de evacuación y guiar a las personas hacia las zonas seguras.	Comando de Incidente, Brigada de evacuación.
Control de la Fuga	Aplicar los procedimientos y equipos adecuados para controlar la fuga. Referirse al apartado Riesgos de Fuga del PGA (cap. 6) para los procedimientos de contención aplicados a cada químico.	Brigada de Sustancias Peligrosas.
Atención a Víctimas	Brindar primeros auxilios y trasladar a los heridos a un centro médico.	Brigada de primeros auxilios.
Ayuda externa	Solicitar ayuda externa (si es necesario)	Comando de Incidente
Gestión de residuos generados	Separar los residuos generados como consecuencia del incidente, disponer adecuadamente.	Medio Ambiente, Brigada de Sustancias Peligrosas, Brigada de residuos peligrosos.
Restauración y reinicio de actividades	Culminada la emergencia, restaurar servicios esenciales y se autorizará el reingreso	Mantenimiento, Comando de Incidente
Investigación	Realizar investigación para establecer las causas del evento. Evaluar si el Plan de Emergencias tuvo falencias para identificar oportunidades de mejora	SYSO Comando del Incidente
Acciones correctivas	Implementar medidas correctivas	SYSO, responsable del área, Medio Ambiente.

5.4.3. Descontaminación y primeros auxilios para emergencias con materiales peligrosos

Cuadro 9. Procedimiento de descontaminación y primeros auxilios para emergencias generadas por exposición a materiales peligrosos.

Acción a Realizar	Cómo Hacerlo	Quién es Responsable
Notificación Inicial	Comunicar al supervisor inmediato y llamar al número de emergencia interno	Persona que identifica la emergencia.
Lavar con agua	Debe ser dirigido a la ducha de emergencias más cercana, retirar las vestimentas y zapatos. Lavar por 15 minutos cuerpo y ojos.	Accidentado y/o quien este prestando ayuda
Posterior al lavado	Derivar a enfermería para su evaluación	Accidentado y/o quien este prestando ayuda
Hoja de seguridad del producto	Contar con la hoja de seguridad del producto en caso de haber traslado, llevar la misma de esta forma se proveerá de mayor información para poder tener un tratamiento correcto. .	Supervisor del área
Equipamiento de Protección	Equiparse con los EPI adecuados y dirigirse al área afectada.	Supervisor del área.
Notificar al comando de Incidente	Mediante comunicación telefónica, radios, etc.	Comando de Incidente, Brigada de Sustancias Peligrosas.
Establecer las tres zonas de trabajo.	Delimitar las zonas de trabajo en Caliente, Tibia y Fría	Brigada de Sustancias Peligrosas
Trabajos en zona caliente	El acceso a esta zona debe ser restringido y solo se debe permitir ingresar por una única entrada. Por razones de seguridad, el ingreso debe ser en parejas, con un equipo de relevo siempre listo. La estancia en la zona debe ser lo más breve posible y se debe contar con una ruta de escape alternativa para emergencias.	Brigada de Sustancias Peligrosas.
Trabajos en zona tibia	La descontaminación se debe realizar en esta zona. Se debe usar la protección adecuada para esta zona.	Brigada de Sustancias Peligrosas.
Trabajos en zona fría	En esta zona están ubicados el Puesto de Comando, el área de tratamiento para los descontaminados y el área de rehabilitación para el personal	Brigada de Sustancias Peligrosas.
Ayuda externa	Evaluar la necesidad de ayuda externa (si es necesario)	Comando de Incidente
Descontaminación	Se establecerá un corredor de descontaminación para materiales peligrosos, equipado con diques de contención para líquidos neutralizados. Los involucrados deberán lavarse y y descontaminarse en el área.	Brigada de Sustancias Peligrosas (personal que no estuvo dentro de la zona caliente)
Gestión de residuos generados	Separar los residuos generados como consecuencia del incidente, disponer adecuadamente.	Medio Ambiente, Brigada de Sustancias Peligrosas, Brigada de residuos peligrosos.
Restauración y reinicio de actividades	Culminada la emergencia, restaurar servicios esenciales y se autorizará el funcionamiento de la planta.	Mantenimiento, Comando de Incidente
Investigación	Realizar investigación para establecer las causas del evento. Evaluar si el Plan de Emergencias tuvo falencias para identificar oportunidades de mejora	SYSO Comando del Incidente
Acciones correctivas	Implementar medidas correctivas	SYSO, responsable del área, Medio Ambiente.

5.4.4. Procedimiento de actuación en caso de incendios

Cuadro 10. Procedimiento de actuación para casos de incendios

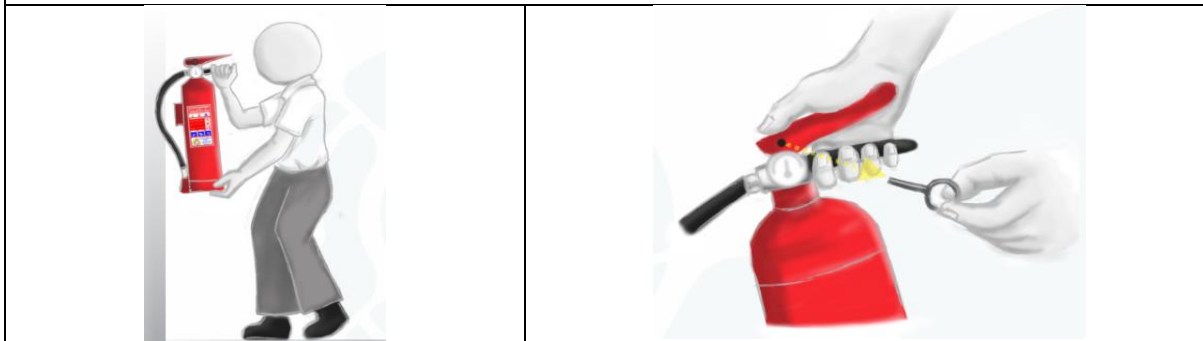
Acción a Realizar	Cómo Hacerlo	Quién es Responsable
Notificación Inicial	Comunicar al superior inmediato y llamar al número de emergencia interno	Persona que identifica la emergencia.
Activación del Plan de Emergencias	Comunicar al Comando de Incidente a través de los medios disponibles (teléfono, radio, alarma).	Recepcionista.
Reunión de Brigadas en el punto de reunión	Activar la alarma y utilizar otros medios para convocar a las brigadas en el punto de reunión.	Comando de Incidente.
Evaluación Inicial	Verificar la ubicación y magnitud de la emergencia.	Comando de Incidente, Brigada de Combate de Incendios.
Equipamiento de Protección	Equiparse con los EPIs adecuados y dirigirse al área afectada.	Brigada de Combate de incendios.
Aislamiento del Área	Delimitar el área afectada con cintas o conos que impidan el acceso de personas no autorizadas o que no pertenezcan a la empresa.	Comando de Incidente, Brigada de combate de incendios.
Corte de Servicios	Indicar al colaborador de mantenimiento el corte de energía eléctrica en el área afectada.	Comando de Incidente, mantenimiento
Evacuación	Activar la alarma de evacuación y guiar a las personas hacia las zonas seguras.	Comando de Incidente, Brigada de evacuación.
Combate de incendio	Combatir el fuego conforme a los entrenamientos recibidos.	Brigada contra incendios.
Atención a Víctimas	Brindar primeros auxilios y trasladar a los heridos a un centro médico.	Brigada de primeros auxilios.
Ayuda externa	Solicitar ayuda externa (si es necesario)	Comando de Incidente
Gestión de residuos generados	Separar los residuos generados como consecuencia del incidente, disponer adecuadamente.	Medio Ambiente, Brigada de Sustancias Peligrosas, Brigada de Residuos Peligrosos
Restauración y reinicio de actividades	Culminada la emergencia, restaurar servicios esenciales y se autorizará el reingreso	Mantenimiento, Comando de Incidente
Investigación	Realizar investigación para establecer las causas del evento. Evaluar si el Plan de Emergencias tuvo falencias para identificar oportunidades de mejora	SYSO Comando del Incidente
Acciones correctivas	Implementar medidas correctivas	SYSO, responsable del área, medio ambiente.

Estas actividades deben realizarse en simultáneo ya que la optimización del tiempo en estos casos es de suma importancia, si la persona que identifica el fuego está capacitada para combatirlo, debe usar los medios para poder extinguir el fuego siempre y cuando sea un fuego incipiente.

PARA USO CORRECTO DE EXTINTORES TENER EN CUENTA LAS SIGUIENTES INDICACIONES

Cuadro 11. Uso de extintores

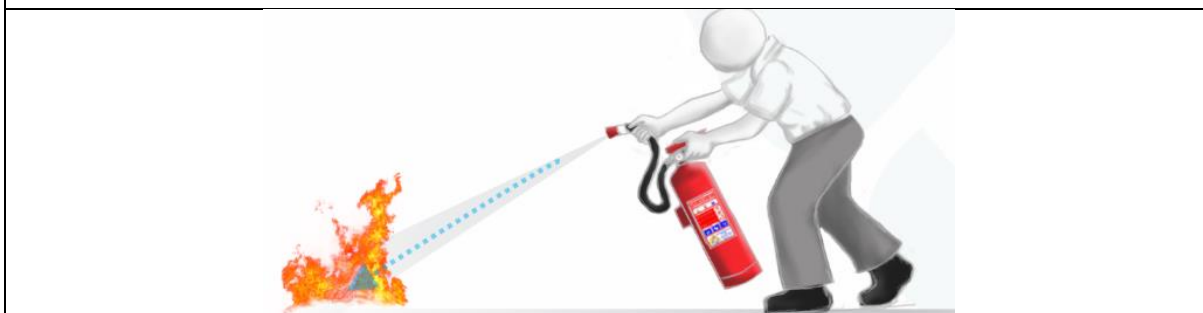
Elija el extintor correcto de acuerdo con el material que se está quemando, compruebe en el sitio que el mismo este operativo retirando el precinto (el cinturón de plástico) y el anillo de seguridad (el pasador de metal) y presionando una vez para probar presión y carga, luego trasládalo al sitio donde será utilizado.



Ubíquese a 2 metros de distancia o más lejos si siente intenso calor en su rostro o partes libres, sujete firmemente la manguera del extintor y accione la palanca (algunos modelos tienen una válvula).



Dirija la descarga horizontalmente a la base del fuego en zigzag cubriéndolo en su totalidad con el agente extintor.



Ataque el fuego siempre con el viento a favor (recuerde que existen lugares cerrados con corrientes internas de aire).

NO COMBATIR EL INCENDIO SI:

- Su seguridad y su vida corren riesgo.
- No posee EPPs adecuados.
- No tiene un extintor adecuado.
- El fuego se propaga rápidamente bloqueando su vía de salida.
- Si existen gran cantidad de humo o gases tóxicos en el ambiente lo cual pueda causar daños a su persona (gases emanados por la combustión).

5.4.5. Procedimiento de actuación en caso de accidentes

Cuadro 12. Procedimiento de actuación en caso de accidentes

Acción a Realizar	Cómo Hacerlo	Quién es Responsable
Notificación Inicial	Comunicar al superior inmediato y llamar al número de emergencia interno	Persona que identifica la emergencia.
Activación del Plan de Emergencia	Comunicar al Comando de Incidente a través de los medios disponibles (teléfono, radio, alarma).	Recepcionista.
Reunión de Brigadas en el punto de reunión	Activar la alarma y utilizar otros medios para convocar a las brigadas en el punto de reunión.	Comando de Incidente.
Evaluación Inicial	Verificar la ubicación y magnitud de la emergencia.	Comando de Incidente, Brigada de Combate de Incendios.
Equipamiento de Protección	Equiparse con los EPIs adecuados y dirigirse al área afectada.	Brigada de Combate de Primeros Auxilios
Aislamiento del Área	Delimitar el área afectada con cintas o conos que impidan el acceso de personas no autorizadas o que no pertenezcan a la empresa.	Comando de Incidente, Brigada de combate de incendios.
Ayuda externa	Solicitar ayuda externa (si es necesario)	Comando de Incidente, Brigada de Primeros Auxilios
Atención a Víctimas	En caso de poder movilizar a la persona accidentada, trasladarla a la enfermería de la empresa para prestar las atenciones primarias. En caso de no poder movilizar al paciente, dirigirse al lugar de la emergencia portando botiquín de primeros auxilios, tabla espinal, collar cervical, EPIs, etc. Se debe evaluar el estado de la víctima y la atención debe ser dada conforme a la capacitación recibida. Si es grave, se deberá solicitar ayuda externa, Si no existe riesgo para la persona que asiste y el paciente. No mover a las personas que hayan sufrido: Personas que tengan cuerpos extraños incrustados antes que el mismo sea correctamente inmovilizado en el lugar. Caída de altura Traumatismos cerrados de cráneo con pérdida de conocimiento. Pacientes con pérdida de conocimiento recuperada. Utilizar todos los equipos de protección correspondientes (guantes de latex, antiparras, etc).	Brigada de primeros auxilios.
Gestión de residuos generados	Separar los residuos generados como consecuencia del accidente, disponer adecuadamente.	Medio Ambiente, Brigada de Residuos Peligrosos
Investigación	Realizar investigación para establecer las causas del evento. Evaluar si el Plan de Emergencias tuvo falencias para identificar oportunidades de mejora	SYSO Comando del Incidente

NO REALICE PRIMEROS AUXILIOS SI:

- No se encuentra capacitado para realizar las maniobras.
- Su seguridad y su vida corren riesgo.
- No posee EPPs adecuados.
- Si las características del accidente requieren de no tocar al herido (traumatismos, fracturas, etc.).



5.4.6. COMUNICACIÓN Y CAPACITACIONES

Cuadro 13. Procedimiento de capacitación y comunicación del plan de emergencias

CAPACITACIONES Y SIMULACROS
Se debe capacitar a todo el personal involucrado sobre el plan de emergencias, los mismos deben conocer todos los pasos a seguir en caso de emergencias, se deben realizar simulacros para asegurarse que el procedimiento fue comprendido y puesto en práctica de manera correcta.
REVISIÓN Y ACTUALIZACIÓN PERIÓDICA DEL PLAN DE CONTINGENCIA
Este plan debe ser revisado periódicamente, por todos los actores involucrados (proponente, consultores expertos, personal de planta, etc.) para asegurarse de que el mismo pueda cumplir con sus objetivos, como así también responder a cambios en la operación del proyecto.



6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

DGEEC. 2012. Tríptico Departamento Alto Paraná Principales indicadores de viviendas 2012.pdf. Obtenido de: https://www.ine.gov.py/Publicaciones/Biblioteca/triptico/10_Triptico%20Departamento%20Alto%20Parana%20Principales%20indicadores%20de%20viviendas%202012.pdf

Grassi, B., Vázquez, F. y Rodríguez, R. 2020: Evidencias científicas e impactos económicos del cambio climático en el departamento de Alto Paraná. MADES-STP. Asunción, Paraguay.
<https://www.stp.gov.py/v1/wp-content/uploads/2020/10/Alto-Paran%C3%A1-Evidencias-cient%C3%ADficas-e-impactos-econ%C3%B3micos-del-cambio-clim%C3%A1tico.pdf>

MOPC. 2024. Red Vial. Obtenido de: <https://mopc.gov.py/red-vial/>

INE. 2023. Alto Paraná Proyecciones de población por sexo y edad 2023. Obtenido de: https://www.ine.gov.py/Publicaciones/Proyecciones%20por%20Departamento%202023/10_Alto%20Parana_2023.pdf

INE. 2024. Compendios Estadísticos. Obtenido de: <https://www.ine.gov.py/publicacion/17/compendios-estadisticos>

MADES/PNUD.2020. Plan Estratégico del Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Paraguay. (SINASIP) 2020-2030. Proyecto Bosques para el crecimiento Sostenible, Asunción, Py. 495 p.

Itaipu. 2020. Áreas Silvestres Protegidas. Obtenido de: <https://www.itaipu.gov.py/es/medio-ambiente/areas-silvestres-protegidas>

MEC. 2023. Mapa Escolar. Obtenido de: https://mapaescolar.mec.gov.py/mapa_escolar/contenido/datos_educativos

INE.2024. Compendio Estadístico 2022. Obtenido de: [https://www.ine.gov.py/Publicaciones/Biblioteca/documento/252/Compendio%20Estadistico%202022%20\(13.06.24\)%20Final](https://www.ine.gov.py/Publicaciones/Biblioteca/documento/252/Compendio%20Estadistico%202022%20(13.06.24)%20Final)