

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL
CUSCO**

FACULTAD DE INGENIERÍA DE PROCESOS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA QUÍMICA



INFORME TÉCNICO

**BALANCE DE PRODUCCIÓN Y REGULACIÓN DEL CONSUMO
DE ENERGÍA DE LA EMPRESA INDUSTRIAS CACHIMAYO S.A.**

PRESENTADO POR:

BR. HISSAR INTI HUAMANI PERALTA

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO QUÍMICO EN LA MODALIDAD DE
SERVICIOS A NIVEL PROFESIONAL**

DIRECTOR DE INVESTIGACIÓN:

DRA. ING. AMANDA ROSA MALDONADO FARFAN

CUSCO – PERU

2024

INFORME DE ORIGINALIDAD

(Aprobado por Resolución Nro.CU-303-2020-UNSAAC)

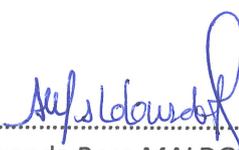
La que suscribe, ha sometido al sistema Turnitin, el informe técnico: **“BALANCE DE PRODUCCIÓN Y REGULACIÓN DEL CONSUMO DE ENERGÍA DE LA EMPRESA INDUSTRIAS CACHIMAYO S.A.”** presentado por: **HISSAR INTI HUAMANI PERALTA**, con DNI N° 70656832 para optar al Título Profesional de Ingeniero Químico. Informo que el Informe Técnico ha sido sometido a revisión por 01 vez, mediante el software Antiplagio, conforme al Art. 6° del **Reglamento para Uso de Sistema Antiplagio de laUNSAAC** y de la evaluación de originalidad se tiene un porcentaje de 1 %.

Evaluación y acciones del reporte de coincidencia para trabajos de investigación conducentes a grado académico o título profesional, tesis

Porcentaje	Evaluación y Acciones	Marque con una (X)
Del 1 al 10%	No se considera plagio.	X
Del 11 al 30 %	Devolver al usuario para las correcciones.	
Mayor a 31%	El responsable de la revisión del documento emite un informe al inmediato jerárquico, quien a su vez eleva el informe a la autoridad académica para que tome las acciones correspondientes. Sin perjuicio de las sanciones administrativas que correspondan de acuerdo a Ley.	

Por tanto, en condición de Directora de Investigación de la Facultad de Ingeniería de Procesos, firmo el presente informe en señal de conformidad y **adjunto** la primera página del reporte del Sistema Antiplagio.

Cusco, 24 de setiembre de 2024


.....
Dra. Ing. Amanda Rosa MALDONADO FARFAN

DNI: 23822559

ORCID: 0000-0002-4870-7078

Se adjunta:

1. Reporte generado por el Sistema Antiplagio.
2. Enlace del Reporte Generado por el Sistema Antiplagio:

<https://unsaac.turnitin.com/viewer/submissions/oid:27259:385032077?locale=es-MX>

NOMBRE DEL TRABAJO

**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONA
L.pdf**

AUTOR

HISSAR INTI HUAMANI PERALTA

RECUENTO DE PALABRAS

11325 Words

RECUENTO DE CARACTERES

67330 Characters

RECUENTO DE PÁGINAS

71 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

3.6MB

FECHA DE ENTREGA

Sep 24, 2024 9:16 PM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Sep 24, 2024 9:16 PM GMT-5**● 1% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 1% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 0% Base de datos de trabajos entregados
- 1% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● Excluir del Reporte de Similitud

- Material bibliográfico
- Material citado
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 20 palabras)

INTRODUCCIÓN

En el dinámico entorno de las plantas industriales, la eficiencia operativa y la toma de decisiones fundamentadas son esenciales para alcanzar niveles óptimos de productividad y calidad. En este contexto, la implementación de una sólida base de datos emerge como una herramienta crucial para recopilar, organizar y analizar datos relacionados con los procesos, recursos y rendimiento en tiempo real.

Este trabajo aborda la generación de bases de datos diseñadas específicamente para satisfacer las necesidades de Industrias Cachimayo. Nos sumergiremos en los desafíos y oportunidades inherentes a la gestión de datos en un entorno de producción, explorando cómo la tecnología puede ser aprovechada para potenciar la toma de decisiones, mejorar la eficiencia operativa y garantizar la conformidad con los estándares de calidad y seguridad.

A medida que digitalizamos los datos de planta y datos externos, queda claro cómo la implementación de una base de datos eficiente no solo optimiza la operación diaria, sino que también sienta las bases para la innovación y la adaptabilidad en un entorno industrial en constante evolución.

RESUMEN

El presente trabajo de suficiencia profesional tiene como objetivo describir las funciones y aportes realizados como Analista de Control de Procesos en el área de producción de Industrias Cachimayo S.A.

En el primer capítulo se describe la empresa de manera general, el organigrama, la ubicación de la planta, sus diferentes procesos productivos y los objetivos del presente informe

En el segundo capítulo se describe el cálculo de producción de Industrias Cachimayo, los formatos empleados para este proceso y todos los pasos del balance de masa que se realiza diariamente en la industria.

En el tercer capítulo se detalla la distribución del consumo de energía, costos de la facturación eléctrica y la regulación de carga en horas punta por máxima demanda.

El Cuarto capítulo detalla los aportes realizados a la empresa, formatos digitales que facilitan el trabajo diario y el tiempo de análisis de datos que posteriormente se convertirán en informes para toda la planta.

Palabras clave: Control de procesos; Industrias Cachimayo S.A., Nitrato de amonio, Máxima demanda, regulación de energía por máxima demanda, peak shaving, peak hour, Balance de materia.

INDICE

ASPECTOS GENERALES	6
1.1. ACTIVIDADES DESARROLLADAS POR LA EMPRESA INDUSTRIAS CACHIMAYO S.A.	6
1.2. OBJETIVOS	6
<i>Generales</i>	6
<i>Específicos</i>	6
1.3. DATOS INFORMATIVOS DE LA EMPRESA	7
1.4. ORGANIGRAMA DE LA EMPRESA	8
1.5. UBICACIÓN DE LA PLANTA INDUSTRIAL	9
1.6. PROCESO PRODUCTIVO	10
<i>Tratamiento Primario de Aguas</i>	11
<i>Tratamiento Secundario de Aguas</i>	12
<i>Fraccionamiento de aire</i>	14
<i>Electrólisis del agua</i>	15
<i>Síntesis de Amoníaco</i>	16
<i>Ácido Nítrico</i>	17
<i>Planta de Nitrato de Amonio</i>	17
<i>Planta de Emulsiones</i>	19
1.7. TRAYECTORIA PROFESIONAL	19
<i>Resumen Cronológico</i>	19
<i>Desarrollo Profesional</i>	19
CÁLCULO DEL BALANCE DE PRODUCCIÓN	23
2.1. PRODUCCIÓN Y BALANCE DE AGUAS	25
2.2. PRODUCCIÓN DE NITRÓGENO	29
2.3. PRODUCCIÓN DE HIDRÓGENO	31
2.4. PRODUCCIÓN DE NITRATO DE AMONIO	34
2.5. PRODUCCIÓN DE ÁCIDO NÍTRICO	37
2.6. PRODUCCIÓN DE AMONÍACO	40
2.7. PRODUCCIÓN DE EMULSIÓN	43
2.8. RESUMEN DE PRODUCCIÓN	43

REGULACIÓN DEL CONSUMO DE ENERGÍA	45
3.1. DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA EN INDUSTRIAS CACHIMAYO.....	45
3.2. FACTURACIÓN DE INDUSTRIAS CACHIMAYO	48
<i>Máxima demanda mensual</i>	48
<i>Potencia Coincidente</i>	50
<i>Cargos Unitarios por Potencia Coincidente y Peaje Principal de Transmisión</i>	51
<i>Facturación Mensual</i>	52
3.3. ANÁLISIS DEL SISTEMA ELÉCTRICO INTERCONECTADO NACIONAL	53
<i>Programa Semanal de Operación.</i>	53
<i>Programa Diario de operación.</i>	54
3.4. REGULACIÓN DE CARGA DE INDUSTRIAS CACHIMAYO	56
<i>Excel de estimación</i>	56
APORTES	59
3.1. OCURRENCIAS DE TURNO	59
3.2. BD INCASA.....	60
3.3. ESTADÍSTICOS BD	62
3.4. PLATAFORMA DE CONTROL DE PROCESOS SHAREPOINT	63
BIBLIOGRAFÍA	65

Aspectos Generales

1.1. Actividades Desarrolladas por la Empresa Industrias Cachimayo S.A.

Industrias Cachimayo opera desde 1965 y es la única planta en Perú donde se fabrica nitrato de amonio. Ofrece una gama de productos para la fragmentación de rocas a la industria minera peruana a cielo abierto y subterránea como nitrato de amonio grado ANFO y emulsión matriz, que actualmente es el producto más consumido por el mercado minero para las voladuras. Industrias Cachimayo es parte del grupo ENAEX, que es el líder regional en la producción de nitrato de amonio y tiene más de 100 años en el mercado. Además del mercado minero, Industrias Cachimayo ofrece oxígeno Industrial, nitrógeno gaseoso, nitrógeno líquido y nitrato de amonio grado fertilizante.

1.2. Objetivos

Generales

El objetivo general de este trabajo de suficiencia profesional es brindar un informe detallado del balance de producción y la regulación de la energía de la planta en horas punta. Además, se detallará los aportes realizados, software y programación empleada para facilitar estos procesos, como también el manejo de datos e informes posteriores cumpliendo con los estándares profesionales y contribuyendo al avance de la empresa.

Específicos

- A. Realizar el cálculo del balance de producción de la planta, así como la recolección los datos del proceso y su almacenamiento en una base de datos que nos permita realizar el balance.
- B. Obtener la producción diaria y mensual de la planta.

- C. Distribución y consumo de energía por planta y equipo.
- D. Análisis del perfil de demanda de energía del SEIN.
- E. Análisis de la máxima demanda coincidente con el SEIN.
- F. Gestionar la regulación del consumo de energía de la planta en hora punta.

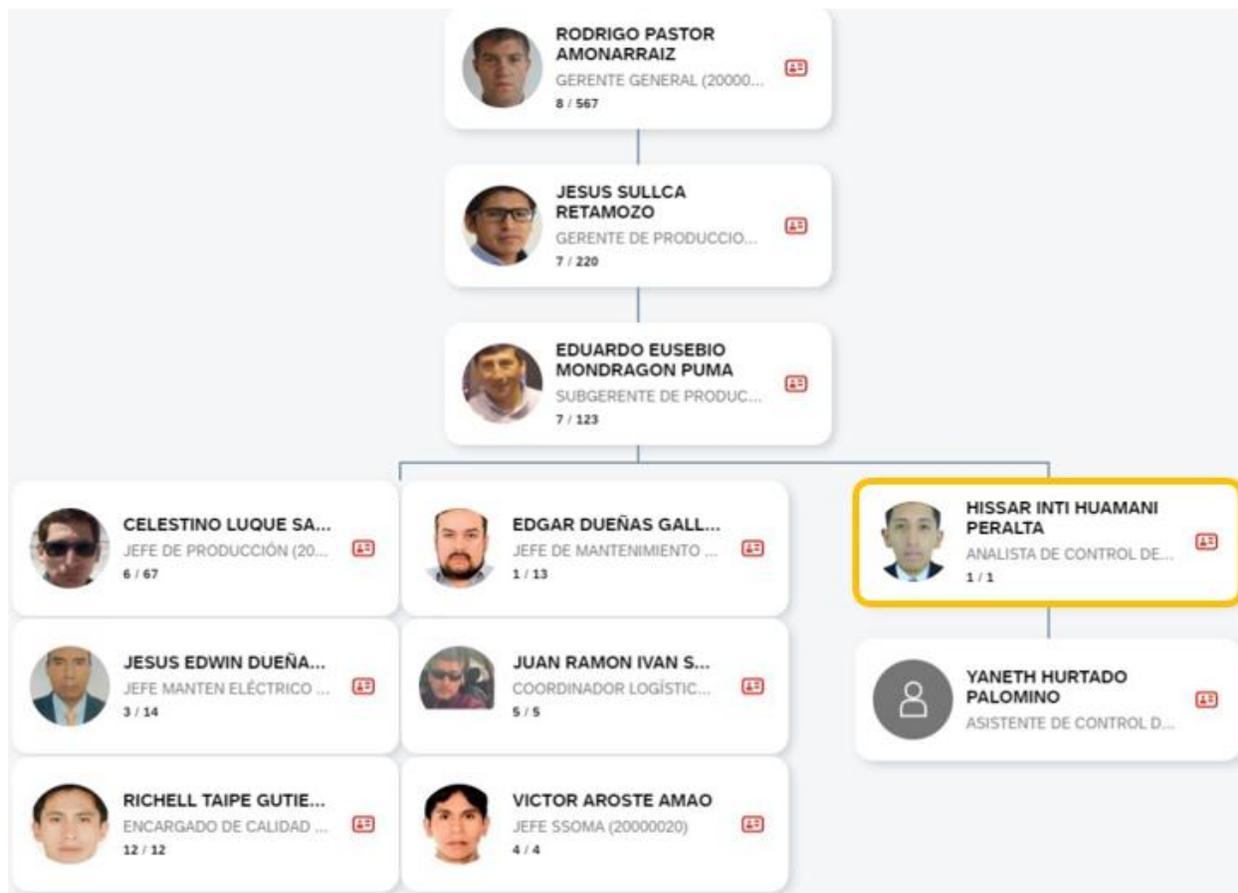
1.3. Datos Informativos de la Empresa

- Razón Social: Industrias Cachimayo S.A.
- R.U.C.: 20507447369
- Dirección: Av. Agustín Gamarra N°100, Anta, Cusco.
- Website: www.enaex.com

1.4. Organigrama De La Empresa

Figura 1

Organigrama de la empresa

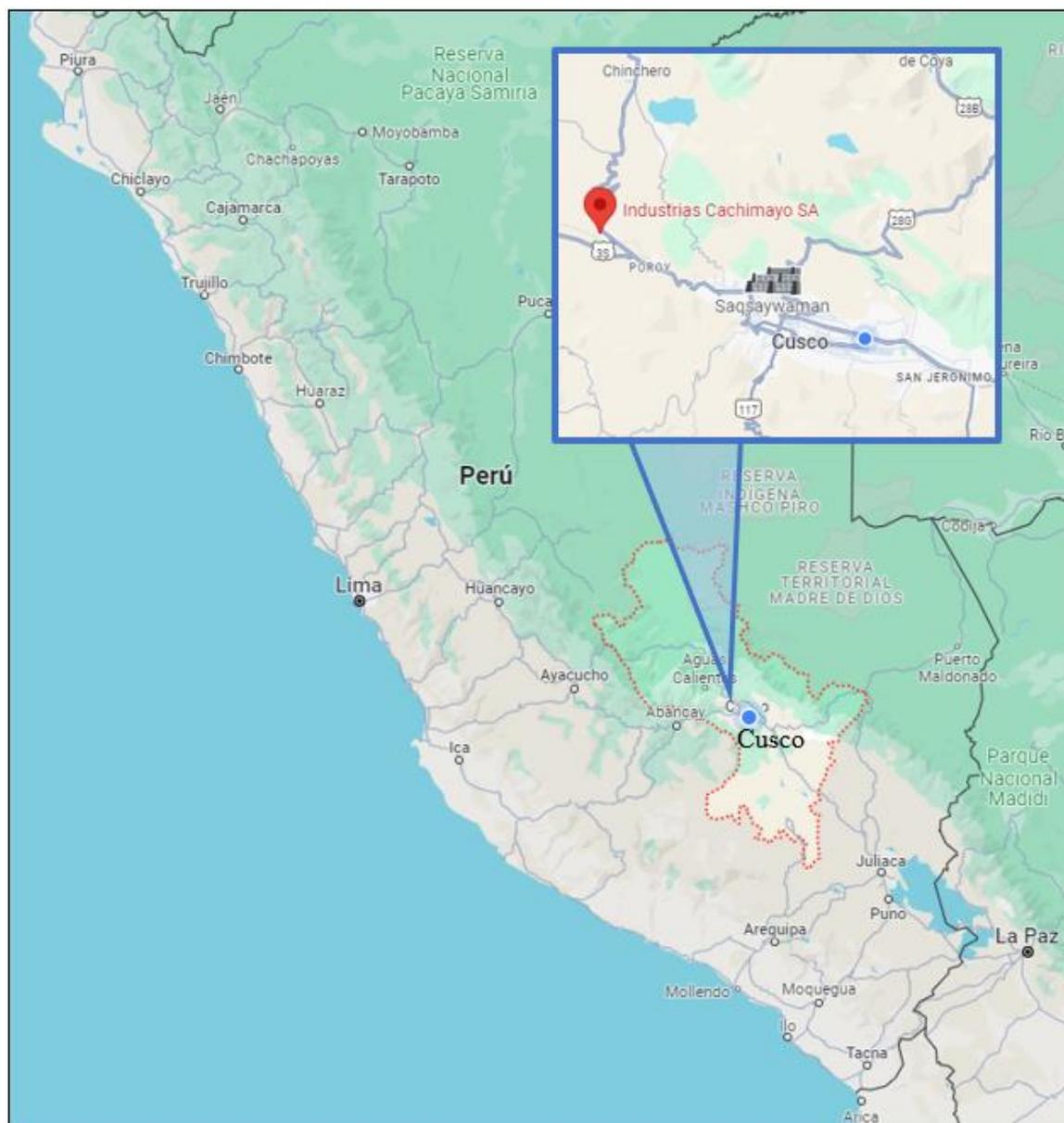


Nota. Actualmente ocupo el puesto de analista de control de procesos.

1.5. Ubicación de la Planta Industrial

Figura 2

Vista satelital de la ubicación de Industrias Cachimayo en Google Maps



Nota. Industrias Cachimayo se ubica en el departamento del Cusco. Específicamente en la Av. Agustín Gamarra N°100, distrito de Anta, Cusco.

1.6. Proceso Productivo

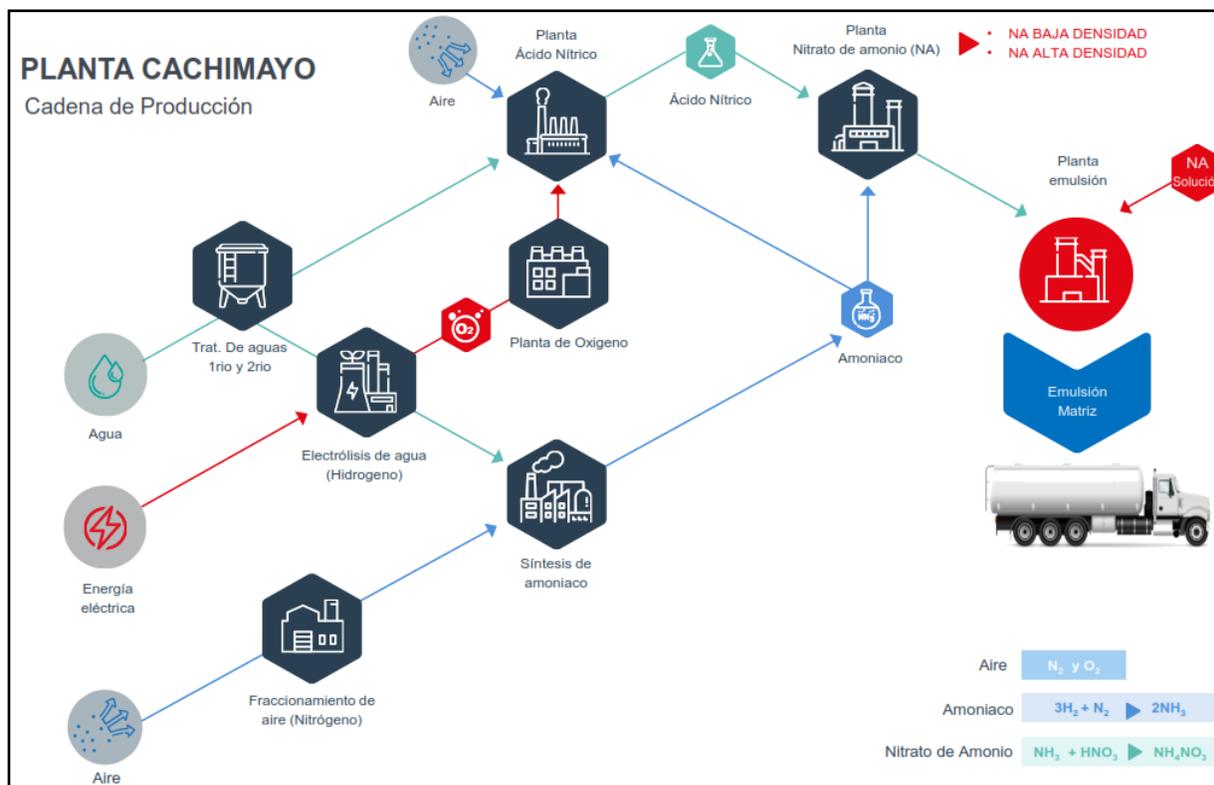
Industrias Cachimayo tiene como productos finales el nitrato de amonio grado ANFO (de alta y baja densidad), técnico y fertilizante y la emulsión matriz. Para producir estos productos Industrias Cachimayo tiene de ocho plantas principales:

1. Tratamiento primario de aguas.
2. Tratamiento secundario de aguas.
3. Fraccionamiento de aire.
4. Electrólisis del agua.
5. Síntesis de amoniaco.
6. Ácido nítrico.
7. Nitrato de amonio.
8. Emulsión.

Cada una de estas plantas tiene productos intermedios que, a lo largo del proceso productivo sirven de insumos para las demás plantas en la cadena productiva. Cabe mencionar que Industrias Cachimayo es la única planta de nitrato de amonio verde del Perú, teniendo certificación de energía verde en lo que es el suministro de energía (cuenta con certificados IREC de manera semestral). También tiene un sistema de reducción de gases N_2O mediante un catalizador secundario instalado en la planta de ácido nítrico haciendo que nuestro producto tenga una huella de carbono cero.

Figura 3

Cadena de producción de Industrias Cachimayo.



Nota. La figura se enfoca en la emulsión y nitrato de amonio como productos finales. También se puede ver los subproductos como el oxígeno, amoníaco y ácido nítrico.

Tratamiento Primario de Aguas

El agua requerida por las operaciones es captada del río Los Molinos mediante una pequeña presa ubicada a 4Km de la planta. Esta es transportada hasta la planta mediante una tubería enterrada. El agua procedente del río se denominada cruda y es tratada en la planta de tratamiento primario para ablandarla (reducir la dureza temporal). El agua cruda llega al desarenador de capacidad de 100m³ en donde se precipita el lodo y arenilla. El agua cruda tiene una dureza en grados alemanes de entre 20-35°dH.

El agua del desarenador es bombeada al conglomerador, que tiene una capacidad de 300m³. En el centro del conglomerador se tiene un agitador para mezclar el agua (que ingresa por la parte inferior), lechada de cal y cloruro férrico para tener una mezcla homogénea. Paralelo al proceso, se tienen dos saturadores de cal, que son depósitos que almacenan hidróxido de calcio (Ca(OH)₂) y por rebose alimentan al conglomerador. Al mismo tiempo se dosifica el floculante cloruro férrico (FeCl₃) por la parte central superior del conglomerador, que al en ponerse en contacto con el agua forma el hidróxido de hierro (Fe(OH)₃).

El agua de cal tiene la finalidad de atrapar los bicarbonatos existentes en el agua cruda formando una sustancia insoluble de carbonato de calcio que se precipita en el fondo del conglomerador el cual se extrae mediante purgas antes y después de cada turno. (Corbacho & Izquierdo, 1977)

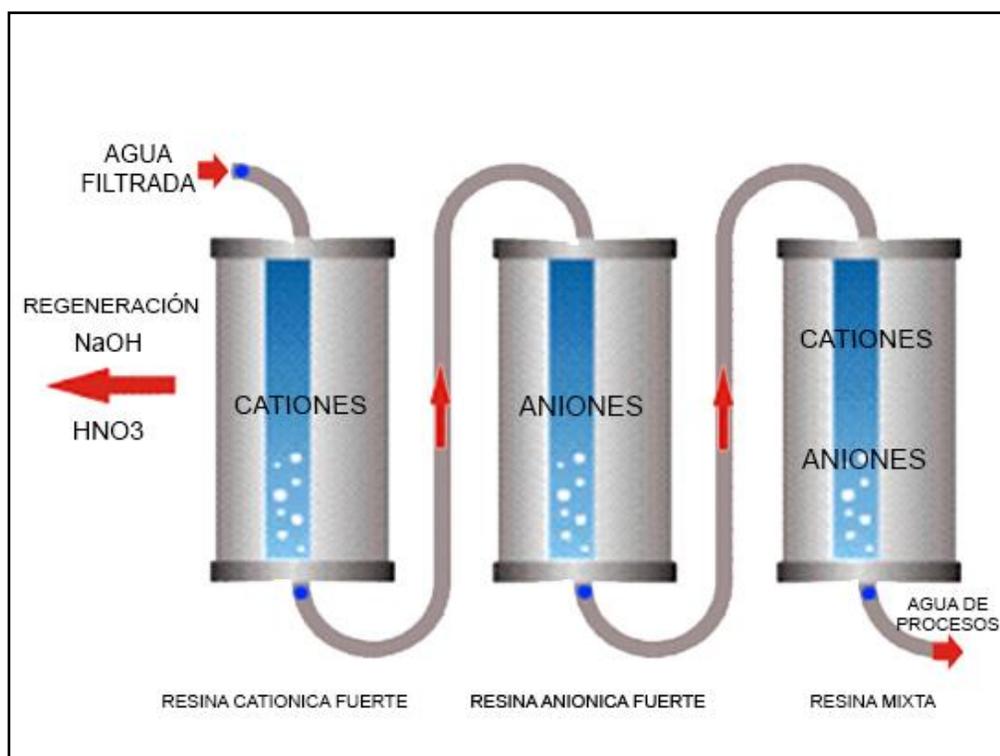
El agua cruda ya tratada se desplaza del conglomerador hacia los filtros de arena por rebose, en donde se filtran las partículas no precipitadas previamente. El agua producto denominada agua filtrada es almacenada en cámaras. El agua filtrada es bombeada y usada como agua de refrigeración, agua de servicio y agua que posteriormente va a ser tratada en la plata de tratamiento secundario de agua.

Tratamiento Secundario de Aguas

El tratamiento secundario de agua tiene como objetivo la desmineralización del agua filtrada hasta alcanzar una pureza equivalente a pentadestilada (menor a 1μS/cm) por el método de intercambio iónico. Se tiene dos líneas de trabajo paralelas que constan de un tanque intercambiador de cationes, un tanque intercambiador de aniones y un tanque intercambiador de lecho mixto (posee resinas de intercambio catiónico y aniónico).

Figura 4

Tanques de intercambio iónico



Nota. El agua filtrada ingresa por la parte superior de los tanques que contienen resina de intercambio iónico. Las resinas al tratar una cantidad de agua se saturan, por lo cual requieren ser regeneradas periódicamente con una solución de NaOH si es una resina aniónica y con una solución de HNO₃ si es una resina catiónica.

La resina empleada para cada tanque es la siguiente:

- Intercambiador de cationes: Resina LEWATIT S-108-H
- Intercambiador de aniones: Resina LEWATIT M-600
- Intercambiador de lecho mixto: Resina LEWATIT S-108-H (Cationes) y Resina LEWATIT M-500-MB (Aniones).

En el tanque catiónico se atrapan las sales disueltas en el agua tales como Cd^{2+} , Mg^{2+} , Fe^{2+} , K^+ , Na^+ , etc. pero entran iones H^+ en su lugar haciendo que el agua se torne ácida. En el tanque aniónico se atrapan las sales disueltas tales como SO_4^- , NO_3^- , Cl^- , CO_3^- , etc. Dejando en su lugar iones OH^- que neutralizan los H^+ y dejando un agua neutra. (Corbacho & Izquierdo, 1977)

El agua producto de los dos primeros tanques catiónico y aniónico se le denomina “agua de aniones” y alcanza una conductividad menor a $20\mu\text{S}/\text{cm}$. Es empleada en tres procesos en particular, el primero es para agua de calderos y esta entra a un desgasificador en donde alcanza temperaturas cercanas a la ebullición (88°C) para retirar el ácido carbónico presente y se le dosifica un secuestrante de oxígeno (Sulfito de sodio) e hidróxido de sodio para regular el pH y se mantenga entre 10.50 y 11.50. Otro proceso que requiere agua de aniones es la planta de ácido nítrico, que requiere esta agua para el proceso de absorción del ácido nítrico. Por último, se emplea como agua de refrigeración en sistemas cerrados.

El producto principal de la planta se obtiene cuando el “agua de aniones” ingresa al tercer tanque que es el de lecho mixto, en donde se alcanza un valor de conductividad menor a $1\mu\text{S}/\text{cm}$. Esta agua desmineralizada se denomina “agua de procesos” y es empleada en la planta de electrolisis donde se requiere separar químicamente la molécula de agua sin que deje precipitado alguno.

Fraccionamiento de aire

En la planta de fraccionamiento de aire se obtiene nitrógeno (en estado líquido y gaseoso) a partir del aire. Los equipos principales de esta planta son:

- Compresor

- Caja fría (Columna de destilación e intercambiadores de calor)
- Turbo expansor

El proceso inicia comprimiendo el aire. Para este proceso se tiene un compresor centrífugo de cuatro etapas “Centac”, que alcanza una presión de descarga de 6 Kgf/cm².

El aire comprimido entra a la caja fría y pasa por intercambiadores de calor para ser enfriado antes de ingresar a la columna de fraccionamiento. Una vez en la columna, el aire se separa debido a los puntos de ebullición del nitrógeno y oxígeno, teniéndose en la base aire rico en oxígeno y en la parte superior aire rico en nitrógeno.

El aire frío enriquecido con oxígeno que sale del fondo de la columna, es el que enfría al aire que ingresa a la caja fría. Después de transferir su calor es nuevamente enfriado en la turbina de expansión por el efecto Joule – Thompson, donde es expandido de 2.5 a 0.5 Kgf/cm².

En la columna de destilación se obtiene el nitrógeno gas y líquido. La planta tiene una capacidad instalada de 2,500 Nm³/h de nitrógeno gas de 99.9% de pureza y de 40 Nm³/h de nitrógeno líquido.

Electrólisis del agua

En esta planta se obtiene hidrógeno y oxígeno gas mediante el método de la electrolisis del agua y para esto se tiene electrolitores de tecnología alcalina. Se tiene actualmente 6 equipos en operación. Se emplea agua de procesos (desmineralizada) que se descompone en sus átomos de hidrógeno y oxígeno por el paso de corriente eléctrica en presencia de un electrolito (hidróxido de potasio).

Los electrolitores poseen 540 celdas electrolíticas. Cada equipo electrolitor trabaja con 525 voltios y 6000 amperios (corriente continua) en presencia de un electrolito (hidróxido de

Potasio). Cada electrolitor tiene una capacidad teórica de 650m³/h de hidrogeno. Cada equipo consume en promedio 3.2MW, haciendo que la planta de electrolisis consuma más del 80% de la facturación de energía.

La capacidad de producción actual de hidrogeno es de 8.6 TM/día de 99.9% de pureza y producción de oxígeno es 46,500 Nm³/día de 99.5% de pureza en un día de 24 horas de operación.

Síntesis de Amoniaco

En esta planta se produce amoniaco basado en el proceso Haber Bosch. El hidrógeno y nitrógeno se mezclan y son comprimidos hasta 250 Kg/cm². La mezcla comprimida pasa al reactor de amoniaco, donde a una temperatura de 480°C y en presencia un catalizador se convierte en amoniaco.

El hidrogeno y el nitrógeno ingresan con una presión de 30 Kg/cm², pasan al Compresor BORSIG (compresor horizontal de cuatro 4 etapas) donde se presiona la mezcla de gases hasta 250 Kg/cm². Luego la mezcla de gases pasa al convertidor (reactor) de amoniaco donde a una temperatura 480°C y en presencia del catalizador de hierro activado el 13% de la mezcla aproximadamente se convierte en amoniaco. La Reacción de hidrógeno y nitrógeno es $3\text{H}_2 + \text{N}_2 \Rightarrow 2\text{NH}_3$. Esta mezcla de gases es enfriada obteniéndose amoniaco líquido, el cual es enviado a los tanques de amoniaco para su almacenamiento y posterior uso. El resto de los gases que no reaccionaron, se recirculan para repetir el proceso y así seguir obteniendo amoniaco. La planta de amoniaco tiene una capacidad de producción de 50TM por día.

Ácido Nítrico

La planta es de tecnología alemana UHDE (1963) y el proceso de producción tiene fundamento en el método W. Ostwald de 1902 de obtención de ácido nítrico que se basa en la oxidación y absorción de los gases nitrosos producto de la combustión del amoníaco. La planta tiene una capacidad de producción de 90TM de ácido nítrico por día al 53.5% de concentración

El amoníaco líquido es gasificado y mezclado con aire para luego ser oxidado en presencia de un catalizador de Platino/Rodio/Paladio (se encuentran en un porcentaje 90-5-5% respectivamente) a temperaturas de 850°C y presión atmosférica. El producto es una mezcla rica en gases NO. También se tiene gases como NO₂ y N₂O. Los gases nitrosos producto de esta combustión pasan a la torre de oxidación, donde en presencia de oxígeno (aire) se obtiene NO₂. Estos gases pasan a las torres de absorción donde ingresa en contracorriente agua de aniones con la finalidad de formar ácido nítrico al 53.5% de concentración.

Planta de Nitrato de Amonio

La producción de nitrato de amonio se basa en la neutralización del amoníaco líquido vaporizado con ácido nítrico que resulta en la siguiente reacción: $\text{NH}_3 + \text{HNO}_3 \Rightarrow \text{NH}_4\text{NO}_3$

Área Húmeda. En esta área se neutraliza el ácido nítrico y el amoníaco gas en una columna de neutralización en presencia de una solución de nitrato de amonio previamente neutralizada con la finalidad de amortiguar la reacción de una base débil y un ácido fuerte como lo son el amoníaco y el ácido nítrico. Esta solución resultante de nitrato de amonio tiene una concentración del 82%, se emplea para generar nitrato de amonio Prill pasando por el área seca y también sirve como insumo para la producción de emulsión matriz.

Área Seca. En esta planta se produce nitrato de amonio prill. Para esto se requiere concentrar la solución al 99.9%. Esta operación se realiza en un concentrador de película, en donde la solución de nitrato de amonio al 82% cae en forma de película por la parte interior de una serie de tubos, en donde en contra corriente circula vapor seco, que eleva la temperatura de la solución y evapora el agua de la solución para así concentrarla.

Luego el nitrato de amonio concentrado pasa por un proceso de formación del prill. Para esto se emplea la torre prill, que es una estructura de nueve pisos de alto, que por la parte superior tiene cuatro ventiladores que extraen el aire desde la base, generando un remolino de aire ascendente. Por el medio de la parte superior de la torre se vierte la solución a través de una centrifuga, que genera un flujo constante de solución que cae a través de la torre. La corriente de aire hace que la solución caiga a la base en forma de Prill (bolitas pequeñas).

Luego se procede a extraer el agua remanente en dos cilindros de manera gradual con la finalidad de generar porosidad en el Prill. El primer cilindro se denomina “cilindro de presecado” y emplea aire caliente a 80°C. En medio del proceso de secado se tiene un proceso de zarandeo donde se retira las partículas muy gruesas y las partículas finas. El segundo cilindro se denomina “cilindro de secado” y trabaja a temperaturas graduales, en la parte inicial se tienen temperaturas de 40°C y en la parte final una temperatura de 70°C.

Luego el Prill pasa a un lecho fluidizado, donde se separa por densidad los gruesos y los finos para ser diluidos y reincorporados al proceso en el área húmeda.

Dependiendo de la presentación requerida (ANFO, técnico o fertilizante) el Prill se recubre con un anti aglomerante (solución orgánica para presentación ANFO), tierra de diatomea (presentación fertilizante) o sin recubrimiento (grado técnico).

Línea de Ensacado. Es el área donde se envasa el nitrato de amonio Prill en diferentes presentaciones. El nitrato grado ANFO al igual que el técnico viene en presentaciones de 1.00 y 1.25 TM y se emplea en la minería. El nitrato grado fertilizante viene en presentaciones de 50Kg.

Planta de Emulsiones

En la planta de emulsiones se produce emulsiones del tipo agua en aceite. Esta mezcla tiene una fase oxidante (93%) y fase combustible (7%). La fase oxidante es nitrato de amonio en solución con aditivos especiales y la fase combustible es petróleo más un emulsificante. Su presentación de venta es a granel y se despacha generalmente en bombonas de 30TM de capacidad.

La emulsión tiene la característica de ser hidrofóbica y se emplea para voladuras en la industria minera en mezcla con el nitrato de amonio Prill.

1.7. Trayectoria Profesional

Resumen Cronológico

01/2022 a la fecha Analista de Control de Procesos en INDUSTRIAS CACHIMAYO.

11/2019 - 12/2021 Asistente de Control de Procesos en INDUSTRIAS CACHIMAYO.

02/2018 - 10/2019 Analista de Control de Calidad en INDUSTRIAS CACHIMAYO.

04/2017 - 02/2018 Practicante de Control de Calidad en INDUSTRIAS CACHIMAYO.

Desarrollo Profesional

Analista de Control de Procesos en INDUSTRIAS CACHIMAYO S.A.

- Encargado de gestión y planificación de operación, producción y paradas de planta.
- Evaluación de eficiencias del proceso productivo.
- Encargado del análisis estadístico del consumo de materias primas, insumos y catalizadores en los distintos procesos operativos de planta.
- Encargado de la operación, análisis y gestión de consumo de energía de planta en horas punta y máxima demanda.
- Encargado del análisis de todos los parámetros de planta, generación de plantillas estadísticas e informes de operación de planta.
- Encargado de realizar los cierres técnicos de producción, energía y mano de obra mensuales en SAP.
- Realizar informes mensuales para entidades públicas y privadas como la SUCAMEC, ANA, PRODUCE, BCR y otros.
- Gestión de insumos químicos y bienes fiscalizados SUNAT.
- Encargado de TI.
- Apoyo a la jefatura de control de calidad cuando entra de vacaciones.

Asistente de Control de Procesos en INDUSTRIAS CACHIMAYO S.A.

- Balance de materia de los productos intermedios, finales, materia prima e insumos químicos que intervienen en el proceso de elaboración y control de calidad.
- Balance de energía en relación al proceso de operación. Evaluación de ratios de consumo y producción.

- Recolección e interpretación de las condiciones de operación de las plantas para su correcta operación.
- Generación de informes de producción y consumo de insumos químicos y bienes fiscalizados.
- Soporte técnico y logístico del área de sistemas e informática.
- Eventualmente realizo turnos como jefe de turno en el área de producción, que se encarga de la operación, aseguramiento de la calidad, manejo del personal operario y parámetros de operación en producción de hidrogeno, nitrógeno, amoniaco, ácido nítrico, nitrato de amonio y emulsión matriz.

Analista de Control de Calidad en INDUSTRIAS CACHIMAYO S.A.

- Análisis y control de calidad en tratamiento primario de aguas y tratamiento de secundario aguas.
- Análisis de parámetros de calidad en agua de calderos, agua de refrigeración en circuito abierto y circuito cerrado.
- Análisis de parámetros de calidad en efluentes domésticos e industriales.
- Análisis de parámetros de calidad del ácido nítrico.
- Verificación de la pureza de gases hidrogeno y oxígeno.
- Supervisión de operación en producción de amoniaco.
- Análisis y control de parámetros físicos y químicos del nitrato de amonio en su etapa de producción y como producto final.
- Verificación y supervisión de la gestión de calidad en planta.

- Implementación de políticas de calidad y sistemas de gestión de calidad (BPM, ISO9001).
- Análisis especiales.

Practicante de Control de Calidad en INDUSTRIAS CACHIMAYO S.A.

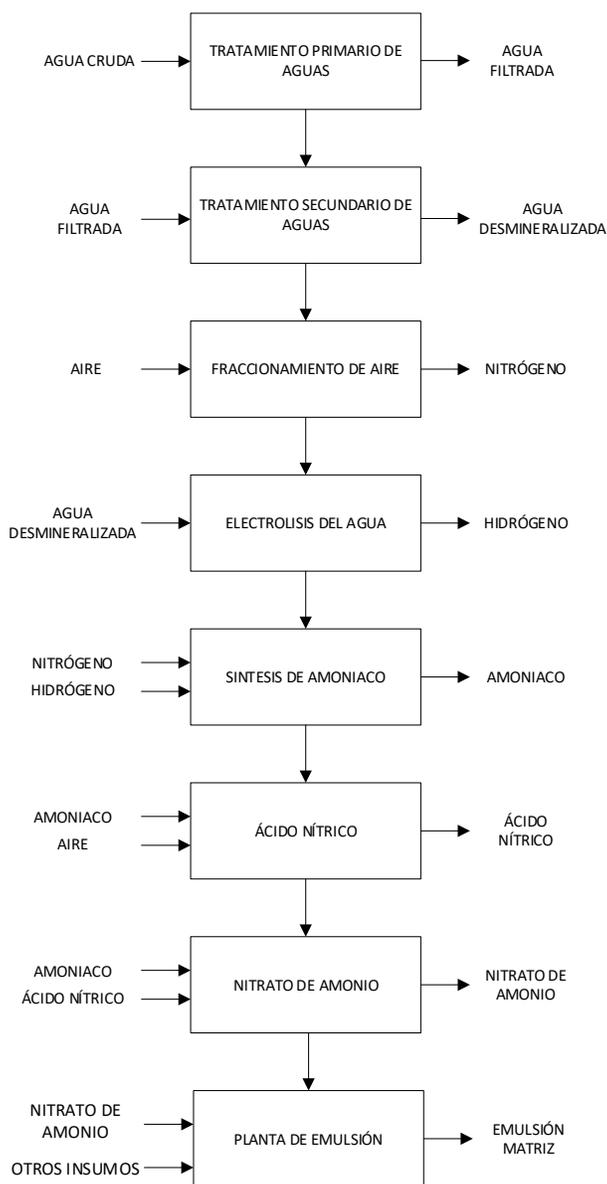
- Análisis (físicos, químicos y biológicos) de calidad del agua de proceso, agua de servicios y de refrigeración.
- Análisis de Gases de cola en planta de ácido nítrico.
- Análisis de calidad del producto final (nitrato de amonio).
- Generación de certificados de calidad del producto final.
- Preparación de reactivos químicos y análisis especiales.
- Implementación de políticas de calidad y medio ambiente.

Cálculo del Balance de Producción

El cálculo del balance de producción se dividirá en la recolección de datos, operaciones de cálculo con los datos obtenidos y tablas de resultados para su posterior análisis. Para esto se resume las plantas como también sus entradas y salidas.

Figura 5

Diagrama de bloques del proceso productivo



Nota. Se especifican todas las entradas y salidas, insumos y productos por planta.

Ahora, conociendo los insumos y productos de las principales ocho plantas, se requiere registrar los consumos y producciones. Para esto, cada operador tomará registro escrito en sus reportes por planta y el Ingeniero de turno (jefe de turno) lo transcribirá a una plantilla Excel (aporte personal a la empresa) que se generó con este propósito, donde se registrarán los datos requeridos para realizar un balance y analizar la operación. Los turnos de trabajo actualmente son de 8 horas, tres turnos por día. Al final de cada día se realiza el corte para generar un reporte general por día, que especifica los datos por cada turno de ocho horas.

A continuación, se tienen formatos Excel que fueron programados para facilitar el balance de producción y así poder reducir el tiempo de trabajo en general.

Tabla 1

Formato de reporte de turno

	PLANTA CACHIMAYO	
Código del Documento: PE-ENX-CA-CP-00-F-001	REPORTE DE INGENIERO DE TURNO	
INGENIERO DE TURNO:	Walther Jorge Paucarr	
TURNO:	1 ° TURNO	
FECHA:	domingo, 30 de Junio de 2024	

Nota. tabla de generación propia (aporte a la empresa) perteneciente al formato “Ocurrencias de turno.xlsm” donde se registran los datos de toda la planta, se divide por turno y planta. Este reporte alimenta posteriormente a una base de datos más grande (“BD INCASA.xlsm”).

Teniendo un archivo Excel de recopilación base, que servirá de reporte diario de los parámetros, producciones y consumos de planta, se requiere otro en donde recopilar dicha información registrada diariamente. Para ello se tiene otro archivo Excel que esta programado con Macros para poder recopilar todos los datos registrado de manera rápida y poder generar una base de datos.

Tabla 2*Base de datos INCASA*

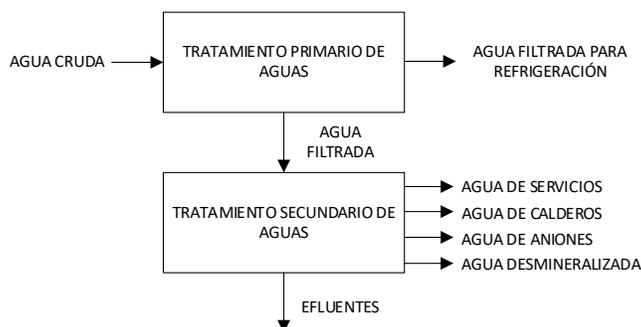
Nota. Este archivo Excel “BD INCASA.xlsm” es una plantilla que recopila todos los datos del formato “Ocurrencias de turno.xlsm” mediante una macros programada. Este archivo Excel es de generación propia y es un aporte a la empresa para facilitar el manejo de datos y generación de reportes.

2.1. Producción y Balance de Aguas

El tratamiento de aguas consta de dos plantas, tratamiento primario y tratamiento secundario. La única fuente de ingreso de agua a la planta es por la planta de tratamiento de aguas primario y se le denomina “agua cruda”. Esta proviene del río Los Molinos y su flujo se registra mediante totalizadores. Todos los balances del agua, ya sea en la planta de tratamiento primario o en la planta de tratamiento secundario se mide en metros cúbicos. Para poder resumir las entradas y salidas se tiene un diagrama de bloques a continuación.

Figura 6

Diagrama de bloques de tratamiento de aguas



Nota. Los efluentes son conformados por agua de refrigeración, agua de calderos, agua de servicios y agua que fue empleada en el lavado de los tanques de intercambio iónico al momento de realizar la regeneración en la planta de tratamiento secundario.

Tabla 3

Tabla de tratamiento de aguas

TRATAMIENTO PRIMARIO									
DATOS DE PLANTA Y ANÁLISIS DE CONTROL DE CALIDAD									
Flujo Ingreso Agua (m3)	32 m3	Nivel Gasometro (m3)		0 m3		Número de Analisis:			
Lect. agua ingreso	1077370.740 1	1077615.540 2	244.800 m3 3			1er Analisis	2do Analisis		
Lect. agua refrigeración	106305.000 4	106315.000 5	100.000 m3 6			Dureza Agua Cruda (°dH)	46.2 °dH		
Lect. efluente	26370.537 7	26373.693 8	3.156 m3 9			Dureza Filtrada (°dH)	36.3 °dH		
						Valor P Saturador 1	4.40		
						Valor P Saturador 2			
¿Analista realizó análisis?:	<input checked="" type="checkbox"/>								
NIVELES, STOCKS, RENDIMIENTOS Y OBSERVACIONES									
	Poza Filtada	Cloruro Ferrico	Cal	Polifosfato	SOLUCIÓN AGOTADA - RENDIMIENTO			Nueva Sol. Prep. por:	
Nivel:	88%	60%	-	-	Rend. Saturador #1				
Stock:	-	920 Kg Físico	1,000 Kg Físico	38 Kg Físico	Rend. Saturador #2				
Stock Total	-	944 Kg Total FeCl3	1,125 Kg Total Cal	38 Kg Total Polifosfato	Rendimiento FeCl3				
TRATAMIENTO SECUNDARIO									
DATOS DE PLANTA Y ANÁLISIS DE CONTROL DE CALIDAD					CONSUMOS Y ABASTECIMIENTO DE INSUMOS QUÍMICOS				
LA	16.853 m3 10	0.000 us			Carga/Nivel	Consumo	Stock		
LB	57.060 m3 11	6.400 us			Cons. HNO3 Cationes	0 L(Carga)	275 L(Consumo) 15	525 L(Stock)	
LMx C	29.800 m3 12	0.298 us			Cons. NaOH Aniones	0 L(Carga)	280 L(Consumo)	1,250 L(Stock)	
LMx D	0.000 m3 13	0.000 us			Naico (Desgasifcadr)	100 % (Nivel)		0 L(Stock)	
Desgasificador	44.113 m3 14	92%	12.30 Ph		NaOH (Desgasifcadr)	100 % (Nivel)			
Agua de Servicios	17.918 m3 14	B-67 (pH)	0.00 Ph		NaOH (Neutralización)		0 L(Consumo)		

Nota. Datos principales en tratamiento de aguas, tabla de generación propia (aporte a la empresa) perteneciente al formato “Ocurrencias de turno.xlsm”.

De la tabla 2 se tiene los datos necesarios para realizar el balance de consumo y producción de aguas de un turno. Cabe mencionar que, para realizar el balance de un día se requieren los datos de los tres turnos.

Para determinar el agua de ingreso, se registran los totalizadores de ingreso del agua al comenzar y finalizar el turno (tabla 2). Esta cantidad de agua de ingreso (cruda) va a ser la misma cantidad de agua tratada producto, que se le denomina agua filtrada.

$$(Contador\ inicial\ de\ ingreso\ de\ agua) \dots \dots \dots (1)$$

$$(Contador\ final\ de\ ingreso\ de\ agua) \dots \dots \dots (2)$$

$$P_{H_2O(Cru)} = (Ecu. 2) - (Ecu. 1) \dots \dots \dots (3)$$

Luego, parte de esta agua filtrada va a irse a las torres de refrigeración. De igual manera se tiene totalizadores que se registraran al inicio y fin del turno (tabla 2).

$$(contador\ inicial\ de\ agua\ refrigeración) \dots \dots \dots (4)$$

$$(Contador\ final\ de\ agua\ refrigeración) \dots \dots \dots (5)$$

$$P_{H_2O(Ref)} = (Ecu. 5) - (Ecu. 4) \dots \dots \dots (6)$$

En la planta de tratamiento secundario, se toma datos del agua tratada en las líneas A, B, C y D (intercambio iónico) como también del agua empleada como agua de calderos (agua que va al desgasificador) y agua de servicios. También se considerará el HNO₃ consumido (circulo número 15 de la tabla número 2), que es usado en la regeneración de los lechos de intercambio catiónico de cada turno, que formará parte del balance de producción del ácido nítrico. Por

último, se consideran los efluentes para cerrar el balance de materia en lo que respecta el balance de aguas (tabla 2).

$$P_{H_2O(LA)} = \dots \dots \dots (10)$$

$$P_{H_2O(LB)} = \dots \dots \dots (11)$$

$$P_{H_2O(LC/LD)} = \dots \dots \dots (12)$$

$$P_{H_2O(Calderos)} = \dots \dots \dots (13)$$

$$P_{H_2O(Servicios)} = \dots \dots \dots (14)$$

Este balance se consolida y revisa diariamente. Para esto se emplea otro formato Excel “BD INCASA.xlsm” que es una base de datos que se trabaja de manera mensual.

Tabla 4
Balance de aguas en el archivo Excel “BD INCASA.xlsm”

	A	B	C	D	E	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Z	AA	AB	AC	AD	AE	AF	AG	AH	AI	AJ	AK	AL	AM	AN	AO	AP	
1	INDUSTRIAS Cachimayo Planta de tratamiento primario y secundario de agua																																			
2																																				
3																																				
4	1-Jun	1T	2T	3T	TOTAL	1T	2T	3T	TOTAL	1T	2T	3T	TOTAL	1T	2T	3T	TOTAL	A+B	1T	2T	3T	TOTAL	1T	2T	3T	TOTAL	1T	2T	3T	TOTAL	1T	2T	3T	TOTAL	Domesti (en TOTAL)	Ind.
9	5-Jun	582.60	296.44	289.80	1168.84	150	130	300	580	30.5	51.1	61.8	143.4	51.4	39.4	35.3	126.1	269.5	46.38	68.23	66.14	180.7	35.5	22.3	31	88.8	0	12.7	22.1	28.7	63.6	255.7				
10	6-Jun	257.10	278.42	276.58	812.11	60	190	100	350	24.5	65.9	29.5	119.9	74.8	27.4	51.6	153.8	273.6	67.7	71.25	52.09	191	31.6	22	29	82.6	0	13.1	21.7	16.5	51.3	137.2				
11	7-Jun	257.17	276.93	283.75	817.85	120	100	100	320	45.3	49.7	26.1	121.1	42.8	37.3	52.3	132.5	253.6	53.33	57.14	46.96	157.4	34.8	29.9	31.5	96.2	0	23.9	27.0	11.1	61.9	182.3				
12	8-Jun	228.45	260.04	293.32	781.81	90	110	150	350	52.6	26.7	47.4	126.6	27.7	41.8	29.9	99.5	226.1	48.33	40.45	48.3	137.1	32	28	29	89	0	25.4	22.4	21.2	69.0	136.8				
13	9-Jun	245.64	294.81	269.96	810.41	150	110	140	400	26.0	69.6	14.0	109.5	57.6	18.9	67.7	144.2	253.7	47.55	55.45	50.5	153.5	36	33	31.2	100.2	0	29.3	10.3	16.0	55.5	101.1				
14	10-Jun	250.07	267.64	243.31	761.02	150	80	140	370	62.0	9.2	66.7	137.9	32.3	58.7	13.6	104.6	242.5	63.58	49.11	49.01	161.7	30.8	18.8	31.2	80.8	0	32.1	20.3	16.4	68.8	79.7				
15	11-Jun	258.23	259.76	227.60	745.59	100	110	100	310	13.0	58.0	70.1	141.2	62.2	21.6	53.6	137.4	278.6	43.99	59.85	90.77	194.6	31.2	19.8	33	84	0	21.5	24.3	28.4	74.1	82.8				
16	12-Jun	242.78	302.72	325.88	871.37	90	150	180	420	34.5	45.4	29.6	109.5	49.3	26.5	38.9	114.7	224.3	51.85	50.31	36.12	138.3	32	21.6	32.4	86	0	15.1	21.9	29.5	66.4	160.7				
17	13-Jun	352.15	363.84	370.36	1086.35	50	140	120	310	47.2	21.6	65.5	134.3	31.9	60.8	9.1	101.8	236.1	46.25	59.74	47.08	153.1	32.8	22.7	27.5	83	0	14.6	39.2	18.0	71.8	468.5				
18	14-Jun	376.75	364.35	339.42	1080.52	110	130	90	330	16.8	51.4	30.7	98.9	69.1	11.2	59.1	139.4	238.3	52.36	41.22	57.55	151.1	33.6	21.4	32.2	87.2	0	26.9	27.2	19.7	73.8	488.4				
19	15-Jun	290.70	331.40	367.30	989.40	50	100	80	230	39.1	23.6	45.8	108.5	39.9	35.9	33.4	109.1	217.6	41.2	40.44	45.92	127.6	37.8	19	33.2	90	0	20.3	20.2	18.4	58.9	483.0				
20	16-Jun	368.32	303.08	308.33	979.73	100	180	190	470	31.2	42.3	31.0	104.6	43.4	32.7	46.0	122.1	226.6	43.82	41.22	45.5	130.5	30.8	33.8	31.5	96.1	0	27.3	16.9	16.2	60.4	222.7				
21	17-Jun	307.98	355.96	220.16	884.10	140	140	200	480	44.7	32.4	43.7	120.7	38.0	40.8	18.4	97.1	217.8	51.76	51.34	45.81	148.9	30.9	21.8	16.2	68.9	0	23.7	26.1	16.8	66.5	119.8				
22	18-Jun	286.92	297.03	353.29	937.25	140	170	170	480	7.9	64.4	16.7	89.1	59.6	13.2	62.1	135.0	224.1	37.54	51.59	47.84	137	30	26.1	31	87.1	0	24.2	20.7	17.6	62.6	170.6				
23	19-Jun	339.51	364.18	333.54	1037.23	140	150	130	420	48.2	19.3	64.6	132.1	27.7	51.2	9.5	86.4	220.5	43.22	39.07	43.52	125.8	32.7	31.5	30.5	94.7	0	33.3	30.5	16.6	80.4	316.3				
24	20-Jun	326.37	350.08	356.03	1032.48	180	230	200	610	10.0	82.7	7.4	100.1	73.0			74.4	147.4	247.5	51.57	61.74	51.3	164.6	31.4	21	30.5	82.9	0	35.5	19.5	18.6	73.6	101.4			
25	21-Jun	375.89	314.13	344.66	1034.68	210	190	140	540	72.0		51.1	123.0	2.0	56.8	22.1	60.9	203.9	40.26	36.53	43.13	119.9	33.7	20.3	30	84	0	26.7	35.1	39.3	101.0	189.7				
26	22-Jun	270.88	336.69	370.44	978.01	70	180	230	480	46.0	19.5	62.3	127.9	34.1	41.3	19.7	95.2	223.0	49.12	43.89	47.33	140.3	31	17	34.7	82.7	0	41.6	10.7	23.9	76.3	198.7				
27	23-Jun	317.66	302.70	218.99	839.35	190	160	80	430	20.1	65.3	35.7	121.1	59.5	25.5	57.9	142.9	264.0	42.59	60.01	61.71	164.3	37	30.8	31.9	99.7	0	37.6	15.3	15.5	68.4	77.0				
28	24-Jun	236.96	254.33	252.77	746.05	80	130	110	320	48.6	20.4	59.0	128.0	40.8	42.4	16.8	100.0	228.0	59.1	40.67	45.76	145.5	30.3	22.2	30	82.5	0	31.2	10.3	18.3	59.9	138.2				
29	25-Jun	265.93	236.07	211.35	713.35	150	130	80	360	21.3	57.4		78.7	57.3	10.0	72.2	139.5	218.2	44.84	50.63	39.93	135.4	33.7	16.8	32.3	82.8	0	23.9	24.1	21.1	69.1	66.0				
30	26-Jun	263.13	232.39	247.31	742.84	120	110	90	320	74.9		77.2	152.1	10.7	67.7	8.7	87.0	239.2	52.56	48.39	55.21	156.2	33	19.3	30.7	83	0	19.9	19.0	17.5	56.4	127.3				
31	27-Jun	230.79	225.91	247.00	703.70	110	110	80	300	3.7	70.6	4.1	78.4	78.7		71.7	150.4	228.8	51.37	48.1	50.36	149.8	31	22.5	25.5	79	0	18.9	18.0	36.9	138.0					
32	28-Jun	240.97	241.05	264.38	746.40	130	60	170	360	69.8	16.5	49.0	135.4	15.6	54.2	26.5	96.3	231.7	52.71	51.44	45.51	149.7	32.7	19.3	30	82	0	24.6	23.0	19.1	66.7	88.1				
33	29-Jun	218.53	251.31	260.62	730.46	100	90	130	320	42.5	28.6	52.9	124.0	42.4	39.3	29.0	110.7	234.7	48.43	35.36	49.7	133.5	36.5	32.5	32.2	101.2	0	19.0	21.6	17.5	58.0	117.8				

Nota. Excel “BD INCASA.xlsm” (Pestaña 1. H2O) que recopila datos de tratamiento de aguas.

También se reporta mensualmente a entidades públicas como la ANA (Autoridad Nacional de Agua) y también se genera informes dentro de la empresa.

Tabla 5

Tabla de resumen mensual del balance de aguas.

Periodo: Del 01 al 30 JUNIO 2024					
PRODUCTOS	UNIDAD	STOCK INICIAL	PRODUCCION COMPRA	OTROS INGRESOS	CONSUMO
Balance de Aguas					
Agua Cruda	m3		24,283.72		24,283.72
Agua Consumo Industrial	m3		22,332.12		22,332.12
<i>Agua de Refrigeración</i>	m3		12,000.00		12,000.00
<i>Agua Desmineralizada</i>	m3		7,089.83		7,089.83
<i>Agua de Calderos</i>	m3		4,470.43		4,470.43
<i>Agua de Procesos</i>	m3		2,619.40		2,619.40
<i>Agua de Servicios</i>	m3		3,242.28		3,242.28
Agua Consumo Domestico	m3		1,951.61		1,951.61
<i>Agua de Servicios</i>	m3		1,951.61		1,951.61

Nota. Tabla de resumen empleada en los informes corporativos mensuales.

2.2. Producción de Nitrógeno

Para la producción de nitrógeno se tiene como materia prima el aire, usándose solamente el nitrógeno para los procesos posteriores. El oxígeno es devuelto al ambiente.

Figura 7

Diagrama de bloques de la producción de nitrógeno



Nota. Diagrama resumen de producción.

Tabla 6

Tabla de datos importantes de la planta de fraccionamiento de aire

PLANTA DE FRACCIONAMIENTO									
DATOS DE PLANTA									
CENTAC	Inicio de Turno			Medio turno					
	Vibraciones (mills)	Presiones (Kg/cm2)	Voltajes (Voltios)	Vibraciones (mills)	Presiones (Kg/cm2)	Voltajes (Voltios)			
Etapa 1	0.25 mills	0.38 Kg/cm2	8.10 V	0.25 mills	0.40 Kg/cm2	8.30 V			
Etapa 2	0.29 mills	1.20 Kg/cm2	8.70 V	0.29 mills	1.20 Kg/cm2	8.20 V			
Etapa 3	0.32 mills	3.10 Kg/cm2	7.60 V	0.34 mills	3.05 Kg/cm2	7.70 V			
Etapa 4	0.22 mills	6.20 Kg/cm2	7.50 V	0.22 mills	6.00 Kg/cm2	7.70 V			
INSTRUMENTO	Inicio de Turno		Medio turno	INSTRUMENTO	Inicio de Turno		Medio turno		
PI - 21A	6.0 Kg/cm2		6.0 Kg/cm2	PI - 13	1.57 Kg/cm2		1.52 Kg/cm2		
FIC - 1	80.0%		80.0%	TI - 141	42.5 °C		43.0 °C		
FIC - 2	53.5%		54.0%	PSL-14	1.560 Kg/cm2		1.515 Kg/cm2		
TURBO	Inicio de Turno		Medio turno	PROCESOS	Inicio de Turno		Medio turno	PUREZA N2	
SI - 920 (RPM)	18,400 RPM		18,600 RPM	TI - 80 - 6 (°C)	-107.0 °C		-108.0 °C	AR-70-4 A (ppm O2)	339.0 ppm O2
PI-909 (Kg/cm2)	2.20 Kg/cm2		2.15 Kg/cm2	TI - 80 - 7 (°C)	-102.0 °C		-13.0 °C	AR-70-4 B (ppm O2)	98.0 ppm O2
PI-910 (Kg/cm2)	0.35 Kg/cm2		0.35 Kg/cm2	TI - 80 - 11 (°C)	-167.0 °C		-168.0 °C		
TI-80-1 (°C)	-151.0 °C		-152.4 °C	TI - 80 - 12 (°C)	-165.0 °C		-166.0 °C		
TI-80-2 (°C)	-173.0 °C		-174.5 °C	FRC - 106 (Nm3/h)	4.60 Nm3/Hr		4.70 Nm3/Hr	Transferencia LIN	
COLUMNA HP	Inicio de Turno		Medio turno	BOOSTER	Inicio de Turno		Medio turno	HIC-101 (% apertura)	56.0%
LRC - 102 (%)	58%		58%	PI-150	5.45 Kg/cm2		4.45 Kg/cm2	Cant. de transf/turno	1.00
PI-84 (Kg/cm2)	5.45 Kg/cm2		5.40 Kg/cm2	PI-112	31.0 Kg/cm2		31.0 Kg/cm2	Cant. Aprox por transf.	0.04 TM
COLUMNA LP	Inicio de Turno		Medio turno	PI-180	1.50 Kg/cm2		1.50 Kg/cm2	TK LIN de almacenamiento final	
LRC - 103 (%)	80%		80%				Presion TK (PI-129)	70.00 psi	
PI - 85 (Kg/cm2)	2.25 Kg/cm2		2.25 Kg/cm2				LAL-130	8.85 TM	

Nota. Esta tabla contiene datos principales de la planta de fraccionamiento de aire, tabla de generación propia (aporte a la empresa) perteneciente al formato “Ocurrencias de turno.xlsm”.

Para calcular la producción de nitrógeno, se toma los datos de control de flujo de N₂ del instrumento FRC – 106. Las unidades empleadas son Nm³.

$$F_{N_2} \left(\frac{c}{2hrs} \right) = \dots \dots \dots (16)$$

Para realizar el balance de producción, se emplea la sumatoria de la formula (16) en la siguiente formula:

$$P_{N_2(t)}(TM) = \sum (16) * 2 * 400 * \rho_{N_2} \dots \dots \dots (17)$$

Considerando la densidad del nitrógeno a 0°C y 1 atm de $0.00125 \frac{TM}{Nm^3}$

Estos datos son consolidados en el Excel “BD INCASA.xlsm” y son revisados diariamente.

Tabla 7

Producción de nitrógeno en el archivo Excel “BD INCASA.xlsm”

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
1	 Planta de Fraccionamiento de aire														
2	días/hrs	7	9	11	13	15	17	19	21	23	1	3	5	Nm3	TM
3	1-Jun	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	46,080	57.60
4	2-Jun	4.7	4.7	4.7	4.7	4.7	4.7	4.7	4.7	4.8	4.8	4.8	4.8	45,440	56.80
5	3-Jun	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.7	4.7	4.7	4.7	45,760	57.20
6	4-Jun	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.7	4.7	4.7	4.7	45,760	57.20
7	5-Jun	4.7	4.7	4.7	4.7	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	45,760	57.20
8	6-Jun	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	46,080	57.60
9	7-Jun	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	46,080	57.60
10	8-Jun	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	46,080	57.60
11	9-Jun	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	46,080	57.60
12	10-Jun	4.7	4.7	4.7	4.7	4.7	4.7	4.7	4.7	4.7	4.7	4.7	4.7	45,120	56.40
13	11-Jun	4.7	4.7	4.7	4.7	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	45,760	57.20
14	12-Jun	4.7	4.7	4.7	4.7	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	45,760	57.20
15	13-Jun	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	46,080	57.60

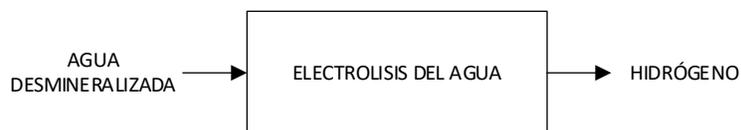
Nota. Este formato Excel “BD INCASA.xlsm” (en la pestaña “3. N2”) recopila todos los datos del Excel “Ocurrencias de turno” referentes a fraccionamiento de aire.

2.3. Producción de Hidrógeno

Para calcular la producción de hidrógeno se toman dato de las horas trabajadas por cada electrolitor y el amperaje promedio de cada uno de los electrolitores. Estos datos de recopilan por turno en el Excel de “Ocurrencias de turno.xlsm” en el bloque de electrolisis. Cabe mencionar que los insumos utilizados en la producción de hidrógeno son el agua desmineralizada (producto de la planta de tratamiento secundario) y la energía eléctrica.

Figura 8

Diagrama de bloques de la producción de hidrógeno



Nota. Diagrama resumen de producción.

Tabla 8

Tabla de datos importantes de la planta de electrolisis

ELECTRÓLISIS								
DATOS DE PLANTA								
ELECTROLITOR:	Elect. 1	Elect. 2	Elect. 3	Elect. 4	Elect. 5	Elect. 6	Elect. 7	H2 Enfriador
Hora 1ra Parada	14:00 H - Parada	14:00 H - Parada	14:00 H - Parada	14:00 H - Parada	14:00 H - Parada	14:00 H - Parada	14:00 H - Parada	70.0 °C - Entrada
Hora 1er Arranque	14:00 H - Arranq	14:00 H - Arranq	14:00 H - Arranq	14:00 H - Arranq	14:00 H - Arranq	14:00 H - Arranq	14:00 H - Arranq	22.0 °C - Salida
Horas de Trabajo	08:00 H - Efect. 18	08:00 H - Efect.	08:00 H - Efect.	08:00 H - Efect.	08:00 H - Efect.	08:00 H - Efect.	08:00 H - Efect.	H2 Enfriador Medio Turno
Intensidad	5,900 A 19	6,150 A	5,900 A	6,100 A	0 A	6,100 A	6,150 A	70.0 °C - Entrada
Tension	520 V	492 V	505 V	518 V	0 V	505 V	522 V	23.0 °C - Salida
Temp Rectificador	30.00 °C - Rectif.	29.60 °C - Rectif.	30.00 °C - Rectif.	30.20 °C - Rectif.	0.00 °C - Rectif.	33.60 °C - Rectif.	28.90 °C - Rectif.	TOTAL H2 PROD.
Prod H2/Elect (TM)	0.47 TM H2	0.49 TM H2	0.47 TM H2	0.48 TM H2	0.00 TM H2	0.48 TM H2	0.49 TM H2	2.871 TM H2

Nota. Esta tabla contiene datos principales de la planta de electrolisis, tabla de generación propia (aporte a la empresa) perteneciente al formato “Ocurrencias de turno.xlsm”.

De la tabla 8, se obtiene las horas de trabajo registradas, como también la intensidad de corriente promedio de cada electrolitor para poder calcular la producción de hidrogeno.

$$\text{Horas}(Et) = \dots \dots \dots (18)$$

$$\text{Amperaje}(Et) = \dots \dots \dots (19)$$

Con estos datos recopilados por cada electrolitor como se ve en la tabla 8, se realiza el cálculo de producción de hidrogeno en toneladas mediante la ley de Faraday para electrólisis que se explica a continuación:

$$P_{H_2(Et)}(TM) = f * \rho_{H_2} * \sum [H_{(1)} * A_1 + \dots + H_{(7)} * A_7] \dots \dots \dots (20)$$

Donde f es el factor de producción y ρ_{H_2} es la densidad.

$$f = \frac{Vnm \times nc}{a \times F \times p} = \frac{22.4 * 10^{-3} Nm^3 \times 270}{2 \times 96472.44 \frac{A.s}{mol} \times 0.9967} * \frac{3600 s}{h} = 0.1133 \frac{Nm^3}{A.h} \cong 0.1111 \frac{Nm^3 de H_2}{A.h} \dots \dots (21)$$

$$\rho_{H_2}: Densidad del Hidrogeno = 0.089946457 \frac{Kg}{Nm^3}$$

Tabla 9

Datos de cada electrolitor por turno y fecha en el archivo Excel “BD INCASA.xlsm”

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	
1	INDUSTRIAS Cachimayo Planta de Electrólisis de agua																
2																	
3		Fecha:	1-Jun	2-Jun	3-Jun	4-Jun	5-Jun	6-Jun	7-Jun	8-Jun	9-Jun	10-Jun	11-Jun	12-Jun	13-Jun		
4		Día:	sáb	dom	lun	mar	mié	jue	vie	sáb	dom	lun	mar	mié	jue		
36	HORAS	2 Turno	Q1	5.05	8.00	8.00	5.18	4.92	5.23	8.00	5.75	8.00	4.58	4.13	5.23	3.38	
37			Q2	3.80	8.00	5.25	5.18	5.25	5.23	8.00	8.00	8.00	3.80	4.13	4.18	4.00	
38			Q3	3.80	8.00	4.92	5.18	8.00	5.23	8.00	5.75	8.00	3.80	4.13	4.18	4.00	
39			Q4	3.80	8.00	4.58	5.18	5.25	5.23	8.00	5.75	8.00	3.80	4.13	4.18	4.00	
40			Q5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
41			Q6	3.80	8.00	4.58	5.18	5.25	8.00	8.00	5.75	8.00	3.80	4.13	4.18	4.00	
42			Q7	3.80	8.00	4.58	8.00	5.25	5.23	8.00	5.75	8.00	3.80	5.32	4.18	5.27	
43		3 Turno	Q1	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00
44			Q2	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00
45			Q3	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00
46			Q4	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00
47			Q5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
48			Q6	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00
49			Q7	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00
50			120.05	144.00	127.91	129.90	129.92	130.15	144.00	132.75	144.00	119.58	121.97	122.13	120.65		
51																	
52																	
53	CARGAS [Amp]	1 Turno	Q1	6000	6000	6000	6000	5900	6000	6000	6000	6000	5900	5900	5900	5900	
54			Q2	6150	6120	6150	6150	6150	6150	6150	6150	6150	6050	6150	6150	6150	
55			Q3	6000	6000	6000	5900	5850	6000	5900	5900	5900	6000	5800	6000	6000	
56			Q4	6050	6100	6100	6100	6100	6100	6100	6100	6100	5900	6100	6100	6100	
57			Q5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
58			Q6	6185	6180	6100	6050	6100	6100	6100	6100	6100	5800	6200	6200	6150	
59			Q7	6190	6190	6100	6150	6200	6100	6100	6100	6100	6100	6100	6200	6150	
60		2 Turno	Q1	6000	6000	6000	6000	5900	6000	6000	6000	6000	5900	5900	5900	5900	
61			Q2	6050	6150	6150	6150	6150	6150	6150	6100	6150	6050	6150	6150	6150	
62			Q3	6000	5900	6000	6000	5850	6000	5900	5900	5900	5900	5800	6000	6000	
63			Q4	6050	6100	6100	6100	6100	6100	6100	6100	6100	6100	6100	6100	6100	
64			Q5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
65			Q6	6100	6100	6100	6100	6100	6100	6100	6100	6100	6000	6200	6200	6200	
66			Q7	6150	6150	6200	6150	6200	6100	6100	6100	6100	6100	6100	6100	6200	
67			6000	6000	6000	6000	5900	6000	6000	6000	5900	6000	5900	5900	5900		

Nota. Datos de horas e intensidad de los equipos “BD INCASA.xlsm” (en la pestaña “2. H2”).

Tabla 10

Producción de hidrógeno por cada electrolitor en el archivo Excel “BD INCASA.xlsm”

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	INDUSTRIAS Cachimayo Planta de Electrólisis de agua											
2												
3	Fecha:	1-Jun	2-Jun	3-Jun	4-Jun	5-Jun	6-Jun	7-Jun	8-Jun	9-Jun		
4	Día:	sáb	dom	lun	mar	mié	jue	vie	sáb	dom		
76	PRODUCCION (m3)	1 Turno	Q1	5333	5333	5333	5333	5244	5333	5333	5333	5333
77			Q2	5466	5439	5466	5466	5466	5466	5466	5466	5466
78			Q3	5333	5333	5333	5244	5199	5333	5244	5244	5244
79			Q4	5377	5422	5422	5422	5422	5422	5422	5422	5422
80			Q5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
81			Q6	5497	5493	5422	5377	5422	5422	5422	5422	5422
82			Q7	5502	5502	5422	5466	5511	5422	5422	5422	5422
83		2 Turno	Q1	3366	5333	5333	3453	3225	3486	5333	3833	5333
84			Q2	2554	5466	3587	3539	3587	3573	5466	5422	5466
85			Q3	2533	5244	3280	3453	5199	3486	5244	3769	5244
86			Q4	2554	5422	3104	3511	3558	3544	5422	3897	5422
87			Q5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
88			Q6	2575	5422	3104	3511	3558	5422	5422	3897	5422
89			Q7	2596	5466	3155	5466	3616	3544	5422	3897	5422
90		3 Turno	Q1	5333	5333	5333	5333	5244	5333	5333	5333	5333
91			Q2	5466	5466	5466	5466	5466	5466	5466	5466	5466
92			Q3	5333	5333	5244	5333	5199	5333	5244	5244	5244
93			Q4	5422	5422	5422	5422	5422	5422	5422	5422	5422
94			Q5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
95			Q6	5422	5448	5475	5422	5422	5422	5422	5422	5493
96			Q7	5466	5466	5493	5466	5511	5422	5422	5422	5466
97	H2 m3	81129	97341	86391	87682	87271	87850	96924	89330	97039		
98	TM H2	7.220	8.663	7.689	7.804	7.767	7.819	8.626	7.950	8.636		

Nota. Según la ecuación 20, se tiene las producciones de hidrógeno (en la pestaña “2. H2”) en el Excel “BD INCASA.xlsm” por día en metros cúbicos y toneladas.

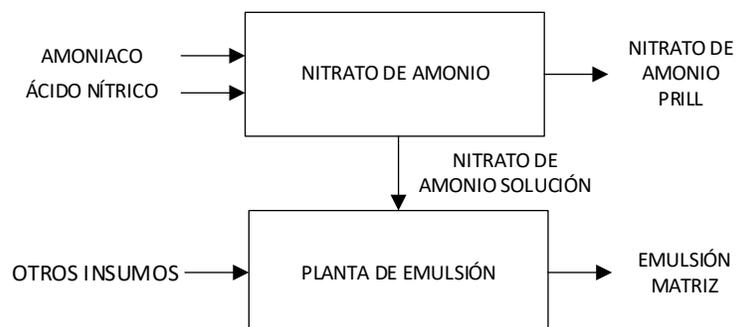
2.4. Producción de Nitrato de Amonio

Para calcular la producción de nitrato de amonio se cuenta de manera física la cantidad de bolsas producidas en el turno. Se debe tener en consideración el tipo de presentación (ANFO, técnico y/o fertilizante) y la cantidad (1TM, 1.25TM y/o 50 Kg). Adicional a esto, se debe

considerar si se envió nitrato de amonio en solución (nasol) a la planta de emulsión. De aquí se tiene el siguiente diagrama de bloques.

Figura 9

Diagrama de bloques de la planta de nitrato de amonio



Nota. Diagrama resumen de producción.

Tabla 11

Tabla de datos importantes de la planta de nitrato de amonio

NITRATO DE AMONIO									
DATOS DE PLANTA						STOCKS DE PLANTA			
Carga NH3	Carga HNO3	Nivel R.C. (Inicio Turno)	P. Conc P (Inicio Turno)	Nivel R.C. (Medio Turno)	P. Conc P (Med Turno)		Stock Físico	Preparado	Total
0.90 TM/Hr	6.50 TM/Hr	22.00%	0.00 Kg/cm2	18.00%	0.00 Kg/cm2	Stk Aceite P.	50 Gal	25 Gal	25 Gal
PRODUCCIÓN DE NITRATO PRILL						Lilamin	450 Kg	20 Kg	430 Kg
Producción Nitrato Prill en presentación de 1.0 TM (no colocar producción de 1.25TM)									
Producción Total	Dens. Baja [720-739]	Dens. Media [740;=>	Prod. Técnico	Prod. Acum	Obs. Calidad	Stock BB	3 UN	-	-
33.00 TM 23	15.00 TM	18.00 TM	0.00 TM	241.00 TM	0.00 TM	Stock Pabulo	2.00 Kg	-	-
Producción Nitrato Prill en presentación de 1.25 TM									
Producción Total	Dens. Baja [720-739]	Dens. Media [740;=>	Prod. Técnico	Prod. Acum	Obs. Calidad	Totalizador NH3	Totalizador HNO3	Hora exacta Lectura	
0.00 TM 24						39710.10 25	585102.00 26		

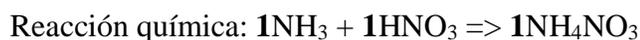
Nota. Datos de nitrato de amonio en “Ocurrencias de turno.xlsm”.

De la tabla 11, se puede recopilar la producción total del día de nitrato de amonio en big bags, valores en los círculos 23 y 24 como también los totalizadores de amoniaco y ácido nítrico, valores en los círculos 25 y 26 (estos valores 25 y 26 funcionan tal cual los totalizadores de agua en la planta de tratamiento de aguas y se requiere que siempre sean registrados al final del turno).

La cantidad de nasol total producida se obtiene mediante la suma de la cantidad de nasol prillada (nasol que paso por la fase seca y posteriormente ensacada) y la cantidad de nasol que se envió a emulsión.

La cantidad de nasol enviada a emulsión se calcula estequiométricamente con la cantidad de amoniaco, debido a que no se posee un flujómetro de nasol hacia la planta de emulsión como tal.

$$Prod_{NH_4NO_3(Emulsión)} = (T_{final NH_3(Valor 25)} - T_{Inicial NH_3(Valor 25)})$$



Peso molecular 17 63 80

$$P_{NH_4NO_3(Emulsión)} = (T_{final NH_3(Valor 25)} - T_{Inicial NH_3(Valor 25)}) \times 80 \div 17 \dots \dots \dots (27)$$

Donde el $T_{final/inicial NH_3(Valor 25)}$ es el totalizador en toneladas registrado en la tabla 11, valor 25. El peso molecular del nitrato de amonio es 80 y el peso molecular del amoniaco es 17. De esta manera se tiene la cantidad de nitrato de amonio en solución mandado a la planta de emulsiones en función de la cantidad de amoniaco totalizado.

Para poder calcular el total de producción de nitrato de amonio, se tiene la siguiente ecuación:

$$Prod_{NH_4NO_3(total)} = Prod_{NH_4NO_3(Prill)} + Prod_{NH_4NO_3(Emulsión)}$$

$$Prod_{NH_4NO_3(total)} = Prod_{NH_4NO_3(Prill)} + (Ecu. 27) \dots \dots \dots (28)$$

Tabla 12

Datos de producción de nitrato de amonio en el archivo Excel "BD INCASA.xlsm"

	A	AF	AG	AH	AI	AJ	AK	AL	AM	AN	AR	AT	AU	AX
1	INDUSTRIAL CACHI													
2	-29500													
3	EMUL													
4	DIA	TOTAL PRILL DBAJA	TOTAL PRILL DMEDIA	TOTAL PRILL TECNICO 1.00-1.25	TOTAL PRILL 1.0TM	TOTAL PRILL 1.25TM	TOTAL PRILL ANFO	TOTAL PRILL	Nitrato diluido ACRON 1.25TM	TOTAL NASOL A EMUL	TOTAL NASOL 100%	Totalizador		
5												Totalizr inicial NH3	Totalizr Final NH3	TM de NaSol
6	1-Jun	0	0	0			0	0.00		92.00	92.00	39126.5	39145.6	92.1
7	2-Jun	0	0	0			0	0.00		93.00	93.00	39145.6	39164.9	93.1
8	3-Jun	26.25	0	0			26.25	26.25		69.50	95.75	39164.9	39179.3	69.5
9	4-Jun	20	0	0			20	20.00		80.75	100.75	39189.2	39205.6	79.1
10	5-Jun	0	0	1.25			0	1.25		117.00	118.25	39205.6	39229.9	117.2
11	6-Jun	62.5	6.25	0			68.75	68.75		17.00	85.75	39246.5	39250	16.9
12	7-Jun	0	0	0			0	0.00		108.00	108.00	39250	39272.4	108
13	8-Jun	0	0	0			0	0.00		100.00	100.00	39272.4	39293.3	100.8
14	9-Jun	0	0	0			0	0.00		91.60	91.60	39293.3	39312.3	91.6
15	10-Jun	0	0	0			0	0.00		96.00	96.00	39312.3	39332.2	96
16	11-Jun	30	7.5	0			37.5	37.50		40.00	77.50	39332.2	39340.3	39.1
17	12-Jun	3.75	6.25	0			10	10.00		99.50	109.50	39351.9	39372.5	69.4
18	13-Jun	0	0	0			0	0.00		104.00	104.00	39372.5	39394.1	104.2
19	14-Jun	0	0	0			0	0.00		98.50	98.50	39394.1	39414.5	98.4
20	15-Jun	0	0	0			0	0.00		98.50	98.50	39414.5	39434.9	98.4
21	16-Jun	0	0	0			0	0.00		83.50	83.50	39434.9	39452.2	83.4
22	17-Jun	38.75	0	0			38.75	38.75		35.00	73.75	39452.20	39454.067	19.6
23	18-Jun	0	0	0			0	0.00		81.00	81.00	39464.7	39481.5	81
24	19-Jun	13.75	0	0			13.75	13.75		73.00	86.75	39481.5	39492	50.6
25	20-Jun	67.5	0	0			67.5	67.50		33.50	101.00	39510.8	39517.7	33.3
26	21-Jun	0	0	0			0	0.00		96.00	96.00	39517.7	39538.1	96.4
27	22-Jun	8.75	0	0			8.75	8.75		85.00	93.75	39538.1	39552.5	81.1
28	23-Jun	0	0	0			0	0.00		75.00	75.00	39557.4	39573	75.2
29	24-Jun	67.5	0	0			67.5	67.50		81.00	87.50			0
30	25-Jun	68.75	0	0			68.75	68.75		46.40	115.15	39604.8	39612.6	37.6
31	26-Jun	35	49	0			84	84.00			84.00			0
32	27-Jun	9	7	0			16	16.00		80.00	96.00	39632.8	39649.3	79.6
33	28-Jun	43.25	0	0			43.25	43.25		62.50	105.75	39661.77	39674.7	62.4
34	29-Jun	80.5	0	0			80.5	80.50		34.25	114.75			0
35	30-Jun	9	0	0			9	9.00		86.00	95.00	39696.9	39714.8	86.3
36	1-Jul													0
37	Prom.			1.25	0	0.00	660.25	661.50		2,178.50	2840.00			2092.30

Nota. Datos de nitrato de amonio en "BD INCASA.xlsm" (pestaña "6. NH4NO3"). Columna AT y AU registran los totalizadores iniciales y finales para determinar de manera estequiométrica (en relación al amoniaco) la cantidad de nasol producida en un día de producción.

2.5. Producción de Ácido Nítrico

Para el cálculo de la producción de ácido nítrico, se debe tener en cuenta que este sub producto solo se usa como insumo en la planta de tratamiento secundario (para regenerar lechos catiónicos) y en la planta de nitrato de amonio (neutralización).

Figura 10

Diagrama de bloques de la planta de ácido nítrico



Nota. Diagrama resumen de producción de la planta de ácido nítrico.

Tabla 13

Tabla de datos importantes de la planta de ácido nítrico

ÁCIDO NÍTRICO								31	32
DATOS DE PLANTA				Carga NH3 FR 6-4 (Nm3/h)	FIR:10 (2 decimís)	Dens P. Final (g/L) (3202)			
		INICIO DE TURNO	MITAD DE TURNO	7:00					
Carga de NH3	1,186 Nm3/Hr			7:00	1167	5.10	1328		
Carga de Aire	9,039.0 Nm3/Hr	T° Bobina 1	63.0 °C	8:00	1177	5.06	1326		
Razón	7.62 Nm3/Hr	T° Bobina 2	63.0 °C	9:00	1180	5.02	1324		
P. H2O Refrigeración	2.23 Kg/cm2	T° Bobina 3	64.0 °C	10:00	1166	4.96	1322		
H2O Aniones	14 m3	T° Bobina 4	64.0 °C	11:00	1156	4.90	1322		
pH H2O Calderas	12.00 pH	T° Bobina 5	65.0 °C	12:00	1155	4.88	1322		
T° Caldera 01	834.0 °C (1)	T° Bobina 6	75.0 °C	13:00	1155	4.82	1324		
T° Caldera 02	837.0 °C (2)	T° rodaje ad.	41.0 °C	14:00	1153	4.76	1324		
Vapor Cald1 (TI 6-5/50):	345.0 °C	PIA 6-11	1.50						
Vapor Cald2 (TI 6-5/51):	357.0 °C	Amperaje	96.80						
Totalizador NH3	455.4	Nivel TK1	Nivel TK2	Stock Total					
MIC 6.1	78 %	15 m3 (Tk1) 29	2 m3 (Tk2) 30	17 m3 (Total)					
MIC 6.2	68 %	P. Oxígeno de electrólisis	FR 6-14	FR 6-17	PR 6-3	Pdl 6-33	NZO INICIO TURNO	NZO FIN TURNO	
MIC 6.3	72 %	4 Kg/cm2	3,394 m3/h	126 m3/h	1 Kg/cm2	1,185 mmWS	104 ppm	99 ppm	

Nota. Datos de ácido nítrico en “Ocurrencias de turno.xlsm”.

Para poder calcular la producción en toneladas, primero debemos tomar en consideración el stock inicial y final de ácido nítrico, luego adicionar consumos y obtener así la producción.

$$Prod_{HNO_3(AC)}(TM) = \{Stk_{Final} - Stk_{Inicial} + Cons_{Nitrato} + Cons_{aguas}\} \times 53.5\% \dots \dots \dots (33)$$

Se multiplica por 53.5% (concentración) debido a que se requiere el ácido nítrico puro.

Para poder calcular el stock en toneladas, se tiene que sumar los volúmenes de los 2 tanques (tabla 13) y convertirlos a toneladas:

$$Stock_{HNO_3(Ac)}(TM) = [(Valor\ 29) + (Valor\ 30)] * \rho_{HNO_3(l)} \dots \dots \dots (34)$$

La densidad del ácido nítrico se tiene como dato por hora en la tabla 13(última columna). Se saca un promedio (generalmente es $1.33 \frac{TM}{m^3}$) y este es empleado en los cálculos posteriores.

Ahora, para calcular los consumos debemos entender que solo hay dos plantas que usan el ácido nítrico como insumos y son: la planta de tratamiento de aguas y la planta de nitrato.

Para calcular el consumo de ácido nítrico en la planta de nitrato de amonio, emplearemos el totalizador de consumo de ácido nítrico de la tabla 11, valor del círculo 26. De igual manera, se registrará un inicial y un final para tener así una diferencia de consumo.

$$Cons_{HNO_3(Nitrato)}(TM) = Tot_{HNO_3(Nitrato\ final)} - Tot_{HNO_3(Nitrato\ inicial)} \dots \dots \dots (35)$$

Los horarios de lectura de este totalizador son a las 6am (lapso de 24 horas, todos los días) para así poder tener el consumo del día.

Para calcular el ultimo consumo de ácido nítrico de la planta de tratamiento de aguas (regeneración de resinas) emplearemos la tabla 3, valor del círculo 15, que está en litros. Para llevarlo a toneladas, emplearemos la densidad del ácido nítrico de la tabla 13.

$$Cons_{aguas}(TM) = (Valor\ 15\ en\ litros) \times 1.33 \frac{TM}{m^3} \div 1000 \dots \dots \dots (36)$$

Luego, reemplazando en la ecuación 33 quedaría de la siguiente manera:

$$Prod_{HNO_3(Ac)}(TM) = \{Stk_{Final} - Stk_{Inicial} + Cons_{Nitrato} + Cons_{aguas}\} \times 53.5\% \dots \dots (33)$$

$$Prod_{HNO_3(Ac)}(TM) = \{Ecu.\ 34_{Final} - Ecu.\ 34_{Inicial} + Ecu.\ 35 + Ecu.\ 36\} \times 53.5\% \dots \dots (33)$$

Tabla 14

Datos de producción de ácido nítrico en el archivo Excel "BD INCASA.xlsm"

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
1	INDUSTRIAS Cachimayo		Planta de Ácido Nítrico												
3	Data Ini	525.0	74.0	5.7	80.2	1.328	106.539	56.998	580934.924	137.54					
4															
5		Stocks							Consumos					Producción	
6	FECHA	Stock Aguas en L	TK1 HNO3 m3	TK1 HNO3 m3	Stock Total HNO3 m3	Densidad HNO3 TM/m3	Stock HNO3 al 53.5% en TM	Stock HNO3 al 100% en TM	Totalizador de HNO3 en Nitrato en TM	Cons. HNO3 53.5% en Nitrato en TM	Carga NH3 NTTO/24	Carga HNO3 NTTO/24	Cons HNO3 100% en Nitrato en TM	Consumo HNO3 100% aguas en TM	Producción HNO3 100% en TM
7	1-Jun	525.0	66.0	5.7	72.225	1.330	96.059	51.392	581072.924	138.00	0.796	0.830	73.830	0.587	68.811
8	2-Jun	525.0	61.0	5.7	67.225	1.330	89.409	47.834	581210.000	137.08	0.799	0.825	73.336	0.587	70.365
9	3-Jun	525.0	61.0	5.7	67.225	1.331	89.476	47.870	581348.462	138.46	0.803	0.833	74.077	0.392	74.505
10	4-Jun	525.0	44.0	5.7	50.225	1.329	66.749	35.711	581500.000	151.54	0.893	0.912	81.073	0.391	69.305
11	5-Jun	525.0	11.0	5.7	17.225	1.331	22.926	12.265	581674.000	174.00	1.033	1.047	93.090	0.783	70.427
12	6-Jun	525.0	5.0	5.7	11.225	1.324	14.862	7.951	581816.385	142.39	0.846	0.856	76.176	0.389	72.251
13	7-Jun	525.0	7.0	0.7	8.225	1.323	10.882	5.822	581976.316	159.93	0.952	0.962	85.563	0.389	83.823
14	8-Jun	525.0	11.0	1.2	12.725	1.321	16.810	8.993	582124.924	148.61	0.868	0.894	79.505	0.583	83.259
15	9-Jun	525.0	20.0	1.0	21.525	1.320	28.413	15.201	582260.924	136.00	0.792	0.818	72.760	0.583	79.551
16	10-Jun	525.0	27.0	1.0	28.525	1.318	37.596	20.114	582407.079	146.16	0.838	0.879	78.193	0.582	83.688
17	11-Jun	525.0	37.0	1.1	38.625	1.318	50.908	27.236	582541.981	134.90	0.795	0.811	72.172	0.388	79.682
18	12-Jun	525.0	36.0	1.2	37.725	1.317	49.684	26.581	582694.000	152.02	0.899	0.914	81.330	0.582	81.257
19	13-Jun	525.0	32.0	0.9	33.425	1.318	44.054	23.569	582850.078	156.08	0.944	0.939	83.502	0.582	81.072

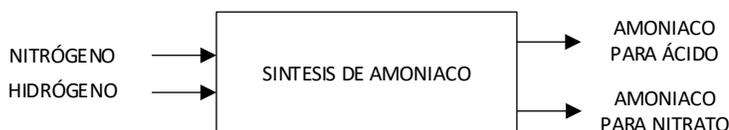
Nota. Datos de ácido nítrico en "BD INCASA.xlsm" (pestaña "5. HNO3").

2.6. Producción de Amoniaco

Para el cálculo de la producción de amoniaco, al igual que es ácido nítrico, solo se tiene dos consumos en planta y estos son en la planta de ácido nítrico (amoniaco que se oxida para obtener NO) y en la planta de nitrato de amonio (amoniaco empleado para neutralizar al ácido nítrico).

Figura 11

Diagrama de bloques de la planta de síntesis de amoniaco



Nota. Diagrama resumen de producción.

Tabla 15

Tabla de datos importantes de la planta de ácido nítrico

SÍNTESIS DE AMONIACO							
DATOS DE PLANTA							
INICIO DE TURNO			MITAD DE TURNO			Stock NH3 liq. (m3)	Producción NH3 (m3)
P.Borsig (Kg/cm2)	Apertura Mic (%)	Tº Estratos (°C)	P.Borsig (Kg/cm2)	Apertura Mic (%)	Tº Estratos (°C)		24.00
57 Kg/cm2 (1ºEtap)	100 % (1502)	466 °C (3)	0 Kg/cm2 (1ºEtap)	100 % (1502)	456 °C (3)	0.0 m3 (Tk1)	Consumo NH3 (m3)
124 Kg/cm2 (2ºEtap)	100 % (1503)	492 °C (5)	0 Kg/cm2 (2ºEtap)	100 % (1503)	487 °C (5)	0.0 m3 (Tk2)	20.5 m3
208 Kg/cm2 (3ºEtap)	70 % (1504)	480 °C (7)	0 Kg/cm2 (3ºEtap)	70 % (1504)	488 °C (7)	25.0 m3 (Tk3)	Stock NH3 (m3)
272 Kg/cm2 (4ºEtap)	0 % (1505)	480 °C (9)	0 Kg/cm2 (4ºEtap)	0 % (1505)	486 °C (9)	1.0 m3 (Tk4)	26.00 m3 37

Nota. Datos de síntesis de amoniaco en “Ocurrencias de turno.xlsm”.

Para poder calcular la producción en toneladas, se tiene la siguiente ecuación, donde el stock lo conforma la suma de los cuatro tanques de amoniaco, el consumo en nitrato (que se obtiene del totalizador de amoniaco, tabla 11, valor del círculo 25) y el consumo en ácido (que es la sumatoria de la carga de amoniaco en m³/h, tabla 13, valor del círculo 31).

$$Prod_{NH_3(Ac)}(TM) = \{Stk_{Final} - Stk_{Inicial}\} + Cons_{Nitrato} + Cons_{ácido} \dots \dots (38)$$

Como se puede observar en la tabla 15, valor del círculo 37, el stock está en m³. La densidad para tener un valor en TM es de $0.625 \frac{TM}{m^3}$. El consumo en nitrato que figura en la ecuación 38 ya se encuentra en TM. Para el consumo de amoniaco en ácido nítrico, se realiza la sumatoria de la FI 6-4 (tabla 13, valor 31), que es la carga de ingreso de amoniaco en Nm³/h.

Tabla 16

Tabla de cargas horarias de amoniaco en planta de ácido nítrico

	A	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	A		
1	Cachin Datos: Planta de Ácido Nítrico																											
2	Densidad	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	1	2	3	4	5	6	Promedio			
70	Flujo NH3 m3/h																											
71	1-Jun	1201	1201	1201	1201	1201	1201	1148	1148	1148	1148	1148	1148	1148	1148	1148	1170	1170	1170	1170	1170	1170	1170	1170	1170	1170	1170	28152
72	2-Jun	1188	1188	1188	1188	1188	1188	1146	1146	1146	1146	1146	1146	1146	1146	1157	1157	1157	1157	1157	1157	1157	1157	1157	1157	1157	1157	27928
73	3-Jun	1178	1178	1178	1178	1178	1178	1159	1159	1159	1159	1159	1159	1159	1159	1175	1175	1175	1175	1175	1175	1175	1175	1175	1175	1175	1175	28096
74	4-Jun	1174	1174	1174	1174	1174	1174	1171	1171	1171	1171	1171	1171	1171	1171	1172	1172	1172	1172	1172	1172	1172	1172	1172	1172	1172	1172	28136
75																												

Nota. Datos de carga de ingreso de amoniaco en Nm³/h a la planta de ácido nítrico.

Para tener un consumo de amoniaco en toneladas se tiene la siguiente ecuación en base a los datos de la tabla 16, que son los datos de la tabla 13, valor 31, registrados por hora.

$$Cons_{NH_3 \text{ en ácido}}(TM) = \sum (FI 6 - 4) \times 0.7713 \frac{kg}{m^3} \div 1000 \dots \dots \dots (39)$$

Donde se emplea la densidad del amoniaco gas de $0.7713 \frac{kg}{m^3}$ para convertir las unidades.

El consumo de amoniaco en nitrato anteriormente se calculó de manera parcial en la ecuación 27 (no se emplean los cálculos estequiométricos). Entonces la ecuación 38 quedaría así:

$$Prod_{NH_3(Ac)}(TM) = \{Stk_{Final} - Stk_{Inicial}\} + Cons_{Nitrato} + Cons_{ácido} \dots \dots (38)$$

$$Prod_{NH_3(Ac)}(TM) = \{Stk_{Fin \text{ en } TM} - Stk_{Ini \text{ en } TM}\} + (Tot_{Final} - Tot_{Ini}) + Ecu. 39 \dots \dots (38)$$

Tabla 17

Datos de producción de amoniaco en el archivo Excel “BD INCASA.xlsm”

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
1	INDUSTRIAS Cachimayo Planta de Síntesis de Amoniaco													
2		Data: ρ NH3 Líq:		0.625 T/Mm3										
3		ρ NH3 Gas:		0.7713 Kg/m3										
5	Data Ini	0.0	0.0	12.0	32.0	44.00	27.500	27992.00	21.59	39126.63				
7	Stock						Consumos					Producción		
8	FECHA	TK1 NH3 m3	TK2 NH3 m3	TK3 NH3 m3	TK4 NH3 m3	Stock Total m3	Stock Total TM	Flujo total NH3 a AN en m3	Cons NH3 en Acido en TM	totalizador de NH3 en nitrato	Consumo NH3 en nitrato TM	Carga nitrato/2 4h	Consumos Total en TM	Producción Total en TM
9	1-Jun	0.00	0.00	10.00	32.00	42.00	26.250	28152	21.714	39145.73	19.10	0.796	40.814	39.5640
10	2-Jun	0.00	0.00	21.00	32.00	53.00	33.125	27928	21.541	39164.90	19.17	0.799	40.711	47.5860
11	3-Jun	0.00	0.00	24.00	32.00	56.00	35.000	28096	21.670	39184.17	19.27	0.803	40.940	42.8150
12	4-Jun	0.00	0.00	23.00	32.00	55.00	34.375	28136	21.701	39205.60	21.43	0.893	43.131	42.5060
13	5-Jun	0.00	0.00	17.00	32.00	49.00	30.625	28088	21.664	39229.90	24.79	1.033	46.450	42.7000
14	6-Jun	0.00	0.00	16.00	32.00	48.00	30.000	30167	23.268	39250.20	20.30	0.846	43.568	42.9430
15	7-Jun	0.00	0.00	16.00	32.00	48.00	30.000	31528	24.318	39272.59	22.84	0.952	47.156	47.1560
16	8-Jun	0.00	0.00	13.00	32.00	45.00	28.125	31592	24.367	39293.43	20.84	0.868	45.207	43.3320
17	9-Jun	0.00	0.00	18.00	32.00	50.00	31.250	32256	24.879	39312.43	19.00	0.792	43.879	47.0040
18	10-Jun	0.00	0.00	9.50	32.00	41.50	25.938	31616	24.385	39332.36	20.12	0.838	44.504	39.1920
19	11-Jun	0.00	0.00	4.00	32.00	36.00	22.500	31632	24.398	39351.44	19.09	0.795	43.488	40.0500
20	12-Jun	0.00	0.00	2.00	24.00	26.00	16.250	32104	24.762	39372.50	21.59	0.899	46.349	40.0990
21	13-Jun	0.00	0.00	2.00	12.50	14.50	9.063	31248	24.102	39394.40	22.67	0.944	46.769	39.5820
22	14-Jun	0.00	0.00	2.00	9.00	11.00	6.875	30872	23.812	39414.61	20.21	0.842	44.022	41.8340
23	15-Jun	0.00	0.00	2.00	2.00	4.00	2.500	30712	23.688	39435.04	20.43	0.851	44.118	39.7430

Nota. Datos de amoniaco en “BD INCASA.xlsm” (pestaña “4. NH3”).

2.7. Producción de Emulsión

La planta de emulsión es la mas moderna de la empresa y la producción se visualiza en línea en tiempo real, debido a que se tiene caudalímetros electrónicos másicos Coriolis que miden la producción constantemente, la totalizan y dan reportes horarios que tienen mucha precisión.

2.8. Resumen de Producción

Todos los cálculos anteriores se almacenan en el Excel “BD INCASA.xlsm” y de acá es de donde se saca la información para cualquier informe y de igual manera estos datos son ingresados al programa SAP de manejo de almacenes, stock y producción.

Tabla 18

Tabla resumen de producción en el Excel “BD INCASA.xlsm”

		PRODUCCION DE PLANTAS - Junio 2024																								
Dia		Tratamiento de Aguas					Fraccionamiento del Aire		Electrólisis del Agua		Síntesis de Amoniaco				Acido Nítrico (100%)						NASOL (100%)					
		Filtrada	Mrigeraci	mineraliz	Nitrogeno	Horas	PROD (TM)	Horas	PROD (TM)	Horas	PROD (TM)	CONS	STOCK	HORAS	PROD (TM)	NH3		CONS	STOCK	HORAS	TM	Horas trabajadas	CONS. TOTAL	CONS. UNITA	CONS. TOTAL	CONS. UNITA
		(M3)	(M3)	(M3)	(TM)											CONS. TOTAL	CONS. UNITA	HNO3	(TM)							HNO3 (53.5%)
sáb	01	265.334	460.000	229.415	34.274	24.00	7.220	120.05	39.564	40.814	26.250	21.05	68.811	21.714	0.316	74.417	51.392	24.0	92.0	24.0	19.100	0.2076	73.830	0.8025		
dom	02	250.330	390.000	228.227	41.124	24.00	8.663	144.00	47.586	40.711	33.125	24.00	70.365	21.541	0.306	73.923	47.834	24.0	93.0	24.0	19.170	0.2061	73.336	0.7886		
lun	03	304.035	460.000	236.432	36.501	24.00	7.689	127.91	42.815	40.940	35.000	24.00	74.505	21.670	0.291	74.469	47.870	24.0	95.6	24.0	19.270	0.2015	74.077	0.7745		
mar	04	664.923	440.000	246.814	37.047	24.00	7.804	129.90	42.506	43.131	34.375	24.00	69.305	21.701	0.313	81.464	35.711	24.0	100.7	24.0	21.430	0.2129	81.073	0.8053		
mié	05	1168.842	580.000	269.548	36.871	24.00	7.767	129.92	42.700	46.450	30.625	24.00	70.427	21.664	0.308	93.873	12.285	24.0	118.3	24.0	24.786	0.2096	93.090	0.7872		
jue	06	812.110	350.000	273.644	37.118	24.00	7.819	130.15	42.943	43.568	30.000	24.00	72.251	23.268	0.322	76.565	7.951	24.0	85.5	24.0	20.300	0.2375	76.176	0.8912		
vie	07	817.850	320.000	253.619	40.949	24.00	8.626	144.00	47.156	47.156	30.000	24.00	83.823	24.318	0.290	85.952	5.822	24.0	108.0	24.0	22.838	0.2115	85.563	0.7923		
sáb	08	781.810	350.000	226.086	37.740	24.00	7.950	132.75	43.332	45.207	28.125	24.00	83.259	24.367	0.293	80.088	8.993	24.0	100.0	24.0	20.840	0.2084	79.505	0.7951		
dom	09	810.408	400.000	253.703	40.996	24.00	8.636	144.00	47.004	43.879	31.250	24.00	79.551	24.879	0.313	73.343	15.201	24.0	91.6	24.0	19.000	0.2074	72.760	0.7943		

Nota. Esta tabla resumen ubicada en la pestaña “PP+NRGY” contiene todos los resultados de los balances mencionados en los puntos anteriores y da origen a informes mensuales y reportes varios.

También se tiene informes mensuales en los cuales se analiza las producciones del mes, niveles de stock y consumo de insumos.

Tabla 19

Tabla resumen de producción y consumo

Periodo: Del 01 al 30 JUNIO 2024							
PRODUCTOS	UNIDAD	STOCK INICIAL	PRODUCCION COMPRA	OTROS INGRESOS	CONSUMO	ENTREGAS OTROS	STOCK FINAL
Balance de Productos Intermedios							
<i>Nitrógeno Líquido</i>	KG	0.00	7,534.454			7,534.45	0.000
<i>Nitrógeno</i>	TM		1,089.144		1,089.144		
<i>Hidrógeno</i>	TM		231.019		231.019		
<i>Amoniaco</i>	TM	27.500	1,260.852		1,270.852	-	17.500
<i>Para Producción de Ácido Nítrico</i>	TM				675.339		
<i>Para Producción de NASOL</i>	TM				595.513		
<i>Ácido Nítrico</i>	TM	56.998	2,225.670		2,273.300	-	9.368
<i>Para Producción de NASOL</i>	TM				2,256.532		
<i>Para Tratamiento de Aguas</i>	TM				16.768		
<i>NASOL 100% (Neutralización)</i>	TM	39.250	2,837.382		2,777.830	-	98.802
<i>Para Producción de NA PRILL ANFO</i>	TM				632.73		
<i>Para Producción de NA Técnico</i>	TM						
<i>Para Producción de NA Fertilizante</i>	TM						
<i>Para Producción de Emulsión Vertex</i>	TM				423.10		
<i>Para Producción de Emulgex Plus</i>	TM						
<i>Para Producción de Matriz VE03G</i>	TM				404.65		
<i>Para Producción de Matriz DL10</i>	TM				1,317.35		
<i>NASOL 100% (Dilución)</i>	TM	0.000	3,306.25		3,306.25	-	0.000
<i>Para Prod Emulsión Maquilla(HD EXSA)</i>	TM		-		-		
<i>Para Emulsión (Prillex HD)</i>	TM		-		-		
<i>Para Emulsión (Acron Ruso)</i>	TM		3,298.75		3,298.75		
<i>Para Prod Nitrato (Acron Ruso)</i>	TM		7.50		7.50		
Producto Terminado							
<i>*Nitrato Prillex HD 1.250 TM</i>	TM	804.995					804.995
<i>NITRATO DE AMONIO ACRON RUSO 1250</i>	TM	3,043.75	2,670.00		3,306.25		2,407.50
<i>*Nitrato Amonio "Anfo" 1.00 TM</i>	TM	166.00	239.00			126.00	279.00
<i>*Nitrato Amonio "Anfo" 1.25 TM</i>	TM	213.75	403.75			420.00	197.50
<i>FERTILIZANTE 50KG</i>	TM	-					-
<i>MATRIZ VE-03G</i>	TM	92.90	2,444.00			2,296.00	240.90
<i>MATRIZ DL-10</i>	TM	8.70	2,082.40			2,070.00	21.10
<i>Matriz Vertex (VE-03)</i>	TM	78.90	2,986.70			2,882.00	183.60
<i>SOLUCION L-11</i>	TM	-	76.00			76.00	-
<i>OXIGENO INDUSTRIAL</i>	M3	-					-

Nota. Tabla de resumen mensual, donde se muestra los stocks iniciales, finales, consumos y producciones.

REGULACIÓN DEL CONSUMO DE ENERGÍA

El consumo de energía en Industrias Cachimayo tiene un papel muy importante en la rentabilidad de la empresa, debido al elevado costo de la energía eléctrica. Se tiene un consumo de 14,500,000 KWh por mes en promedio que representa un costo de 550,000 dólares. Este costo puede verse incrementado en un 50% si no se tiene una buena regulación de energía en hora punta.

A continuación, detallaremos la importancia de la regulación de energía en hora punta y como es que se da esta regulación en Industrias Cachimayo.

3.1. Distribución de Energía en Industrias Cachimayo

La distribución de energía en Industrias Cachimayo se da gran mayoría en la planta de electrólisis (producción de hidrógeno). Tomaremos como ejemplo el mes de mayo 2024.

Tabla 20

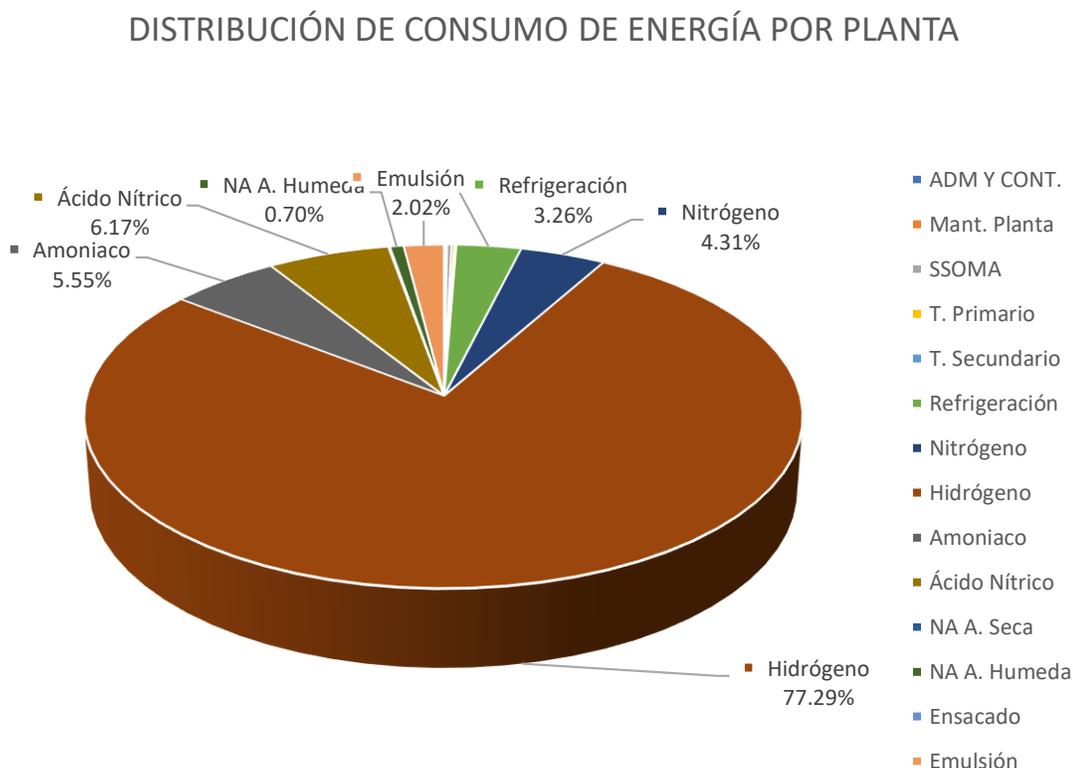
Tabla de consumo de energía en KWh por centro de costo.

CENTRO DE COSTO	ENERGÍA CONSUMIDA EN May 2024 EN KWh
ADMINISTRACION	
ADMINISTRACION Y CONTABILIDAD	14,128.00
SERVICIOS	
MANTENIMIENTO PLANTA	8,835.00
HSEC - SSOMA	32,966.00
PRODUCCIÓN	
TRATAMIENTO PRIMARIO DE AGUA	21,008.00
TRATAMIENTO SECUNDARIO DE AGUA	15,418.00
PLANTA DE REFRIGERACION	487,467.00
PLANTA DE NITROGENO	644,459.00
PLANTA DE HIDROGENO	11,550,591.00
PLANTA DE AMONIACO	829,250.00
PLANTA DE ACIDO NITRICO	922,222.00
PRODUCCION DE NA AREA SECA	11,560.00
PRODUCCION DE NA AREA HUMEDA	104,038.00
ENSACADO Y ALMACENAMIENTO	139.00
EMULSIÓN	302,052.00
TOTAL	14,944,133.00

Nota. Se posee varios medidores para poder evaluar el consumo a fin de mes

Figura 12

Distribución de consumo de energía por planta

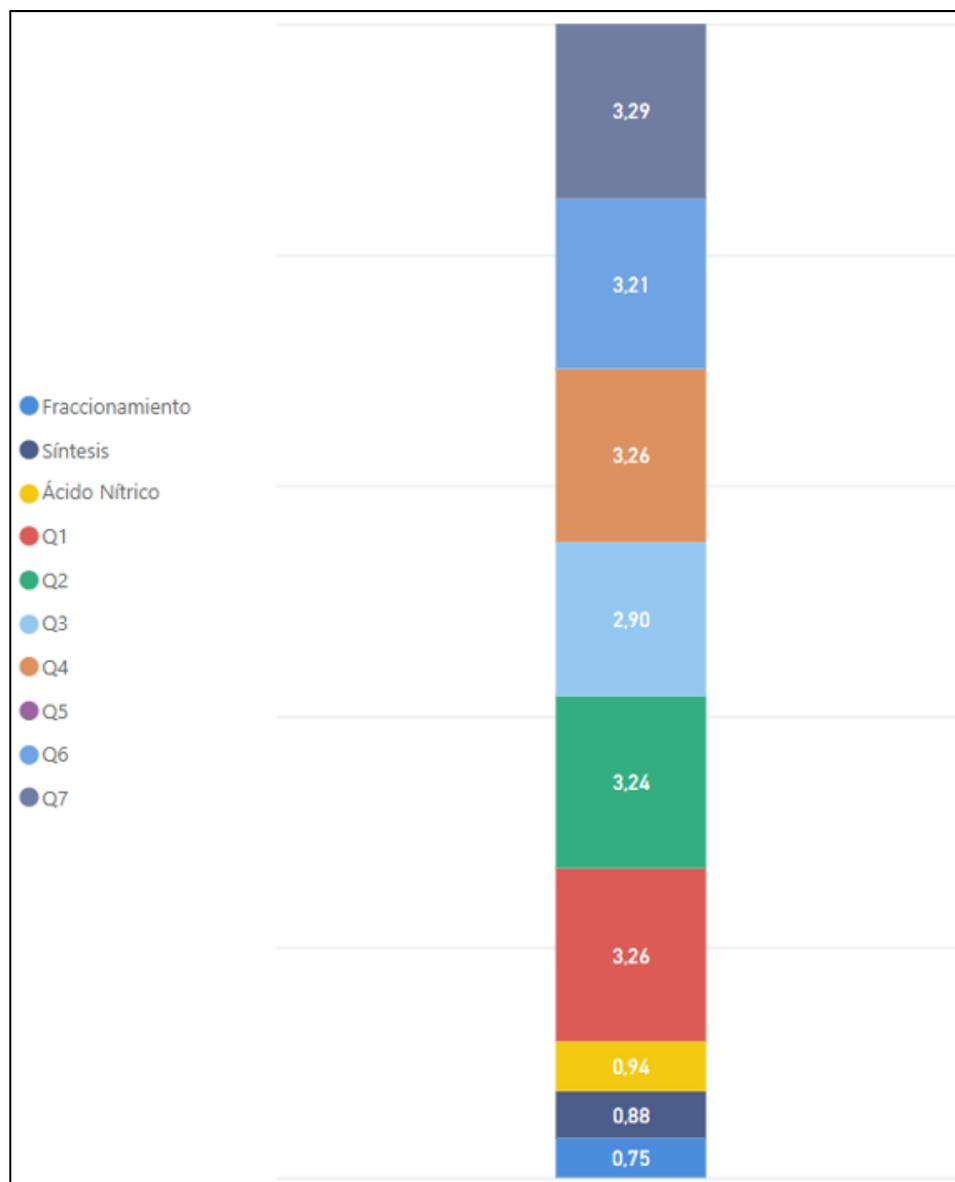


Nota. La planta de electrólisis consume la mayor cantidad de energía

Como se puede apreciar en la figura 12, electrólisis consume mas del 75% de energía de la planta. Si se por potencia consumida, se tiene un consumo por cada electrolitor de aproximadamente 3.2 MW. La potencia consumida a diferencia de una facturación de energía domiciliaria usual, se cobra cuando se trata de una industria que tiene gran consumo de energía, es decir, que hay un monto adicional en la factura de energía de Industrias Cachimayo por la potencia consumida en el mes. Este valor se le denomina potencia coincidente y se detallará más adelante, sin embargo, a continuación, se detallará las potencias más importantes de planta.

Figura 13

Distribución de los equipos principales por potencia consumida en MW



Nota. Se tiene un consumo aproximado de 19.5MW de la planta de electrolisis (6 electrolitores que actualmente se tiene en funcionamiento) además de los 3 compresores principales en las plantas de fraccionamiento, síntesis y ácido nítrico.

3.2. Facturación de Industrias Cachimayo

La facturación de energía a nivel industrial es diferente a la facturación domestica usual que se tiene en los domicilios y esto se debe a que hay leyes que establecen cargos adicionales de pago como la Ley 28749 por Cargo por Electrificación Rural, la Ley 29852 por Fondo de Inclusión Social Energético (FISE), Ley N° 27510 de Cargo Por Fondo de Compensación Social Eléctrica (FOSE) que hacen que la facturación sea diferente. Además, se tiene cargos por potencia y transmisión de energía, que hacen que un recibo de energía industrial sea mas costoso.

Para resumir todos los cargos de una facturación de Industrias Cachimayo, se tiene la siguiente tabla.

Tabla 21

Resumen de facturación mensual.

Fecha	Potencia Coin. (USD)	Energía HP (USD)	Energía HFP (USD)	PCSPT (USD)	SST 10 (USD)	SST 15 (USD)	Alumbrado (USD)	Elect. Rural (USD)	FISE (USD)	FOSE (USD)	Total (USD)
Ene-24	17,455	32,056	362,533	26,796	10,625	7,749	817	37,210	14,154	13,756	523,156
Feb-24	17,579	37,143	405,487	27,226	11,900	8,695	830	41,675	15,723	15,197	581,459
Mar-24	19,102	32,926	392,993	28,891	11,283	8,244	824	39,514	15,273	14,845	563,898
Abr-24	16,935	45,631	397,463	28,292	10,075	7,055	826	41,145	16,718	16,199	580,342

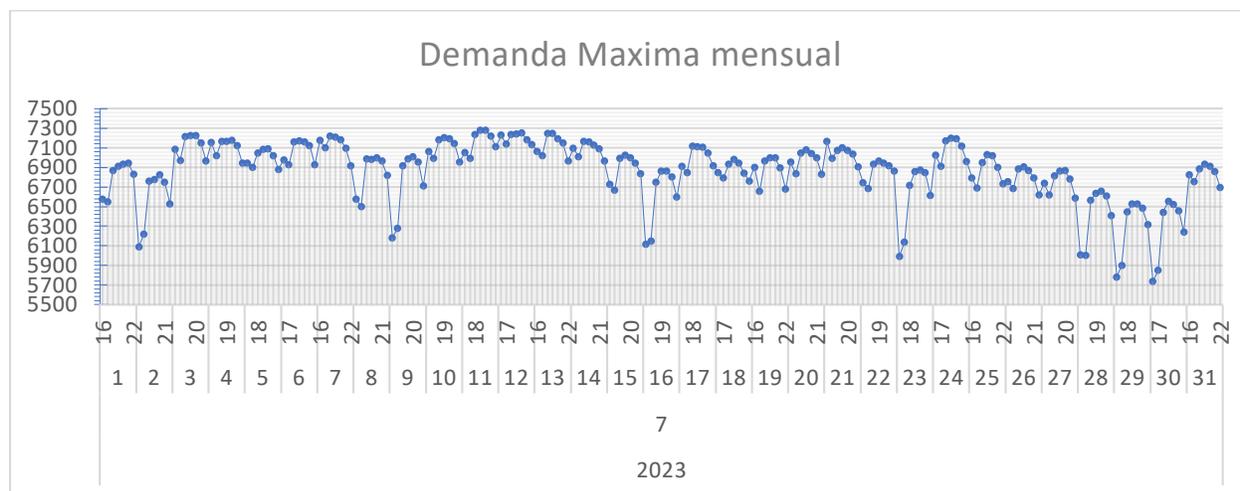
Nota. Los ítems resaltados en amarillo como la potencia coincidente y el peaje principal de transmisión (PCSPT) son cargos que dependen de la potencia coincidente con el sistema en la máxima demanda del mes.

Máxima demanda mensual

La máxima demanda mensual es el valor máximo de consumo de energía a nivel nacional que se dio en el mes dentro de un horario establecido (de 17:00hrs a 23:00hrs) (COES, Maxima Demanda Mensual COES, 2023). Este consumo de energía a nivel nacional depende de las industrias (denominados usuarios libres) y la población. Ambos consumos de energía suman en consumo de energía a nivel nacional.

Figura 14

Consumo de energía a nivel nacional, por mes, día, hora (17:00hrs a 23:00hrs)



Nota. Se observa que el pico mas alto se da el día 11 de julio del 2023 a las 20:15hrs. Este valor se dio debido al consumo en conjunto de la población y usuarios libres y este valor se considera como la máxima demanda del mes.

De la figura 14 se puede observar gráficamente la máxima demanda del mes. Este valor es publicado por el COES (Comité de Operación Económica del Sistema eléctrico peruano) (COES, COES, 2023) en su página web.

Tabla 22

Máxima demanda coincidente publicada por el COES.

MD Mensual						Ordenamiento MD				
Máxima Demanda Mensual										
Máxima Demanda Mensual		7 280,212								
Fecha		11/07/2023								
Hora:		20:15								
Fecha	HFP					HP				
	HORA	TOTAL	IMPORTACIÓN	EXPORTACIÓN	DEMANDA SEIN	HORA	TOTAL	IMPORTACIÓN	EXPORTACIÓN	DEMANDA SEIN
	HH:MM	MW	MW	MW	MW	HH:MM	MW	MW	MW	MW
01/07/2023	12:30	6 989,779	0,000	0,000	6 989,779	21:30	6 943,851	0,000	0,000	6 943,851
02/07/2023	00:30	6 269,147	0,000	0,000	6 269,147	20:30	6 823,926	0,000	0,000	6 823,926
03/07/2023	11:45	7 193,740	0,000	0,000	7 193,740	19:45	7 228,548	0,000	0,000	7 228,548
04/07/2023	11:30	7 306,226	0,000	0,000	7 306,226	20:15	7 177,817	0,000	0,000	7 177,817
05/07/2023	12:00	7 073,129	45,328	0,000	7 118,456	20:00	7 036,630	52,382	0,000	7 089,012
06/07/2023	11:30	7 232,823	0,000	0,000	7 232,823	19:00	7 171,879	0,000	0,000	7 171,879
07/07/2023	12:00	7 354,535	0,000	0,000	7 354,535	18:45	7 219,312	0,000	0,000	7 219,312
08/07/2023	12:00	7 118,707	0,000	0,000	7 118,707	20:45	7 001,058	0,000	0,000	7 001,058
09/07/2023	00:15	6 425,501	0,000	0,000	6 425,501	20:15	7 009,515	0,000	0,000	7 009,515
10/07/2023	11:30	7 103,584	0,000	0,000	7 103,584	19:45	7 201,674	0,000	0,000	7 201,674
11/07/2023	11:45	7 269,197	0,000	0,000	7 269,197	20:15	7 280,212	0,000	0,000	7 280,212
12/07/2023	11:45	7 469,154	0,000	0,000	7 469,154	20:00	7 253,723	0,000	0,000	7 253,723
13/07/2023	12:00	7 221,301	46,874	0,000	7 268,175	18:45	7 201,422	45,708	0,000	7 247,130

Nota. Ranking de máxima demanda, por el COES, 2024,

<https://www.coes.org.pe/Portal/portalinformacion/demanda?indicador=maxima>

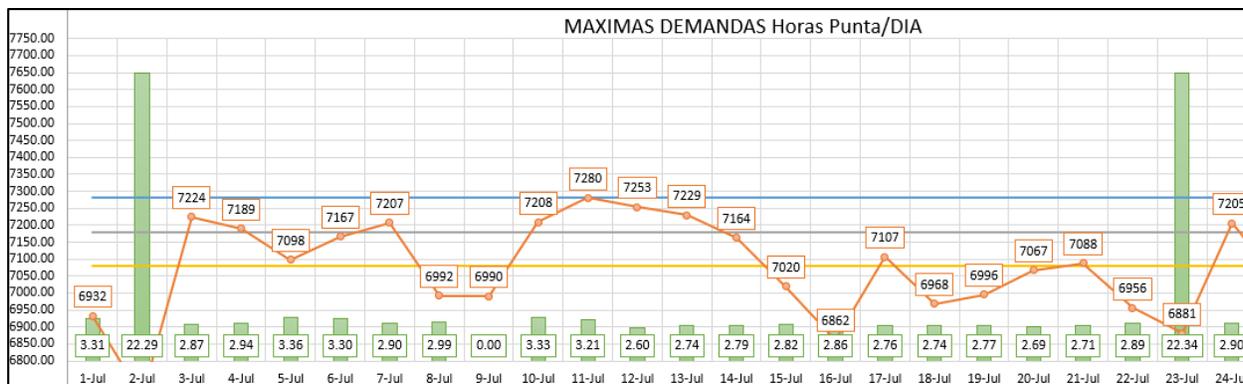
Potencia Coincidente

La potencia coincidente es la potencia consumida por el cliente, y registrada en el punto de suministro y medición, coincidente con la máxima demanda mensual del SEIN determinada e informada por el COES. Es decir, es la potencia de la industria que coincide con la máxima demanda que es informada por el COES, como se puede apreciar en la tabla 22.

La potencia coincidente va a depender del consumo de energía que tenía Industrias Cachimayo, en este ejemplo en particular, el mes de julio del 2023 a las 20:15hrs. Para poder visualizar las potencias del mes, se tiene la siguiente figura:

Figura 15

Máxima demanda por día y potencia coincidente de Industrias Cachimayo



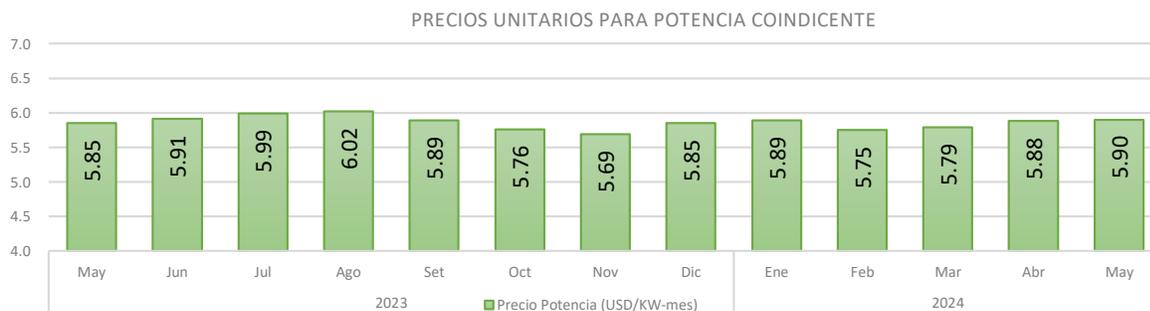
Nota. La máxima demanda del mes de julio 2023 se dio el día 11 como indica la tabla 22, Industrias Cachimayo estaba con una potencia de 3.21MW a las 20:15hrs. Figura parte del Excel “BD MD.xlsm” para análisis de la máxima demanda.

Cargos Unitarios por Potencia Coincidente y Peaje Principal de Transmisión

Los costos unitarios por potencia coincidente y peaje principal de transmisión van variando de mes a mes. Esto depende de varios factores, como el cambio del dólar, tarifas definidas con el suministrador, costo del gas natural, costo de la UIT y el PPI de Estados Unidos.

Figura 16

Costos unitarios por potencia coincidente por mes y año



Nota. Precios unitarios de manera mensual para la potencia coincidente, hora punta.

Figura 17

Costo unitario por peaje principal de transmisión por mes y año



Nota. Resumen del costo unitario del peaje principal de transmisión de manera mensual, costo que es afectado por la máxima demanda.

Facturación Mensual

En este caso en particular, se está analizando la facturación del mes de julio del 2023, para lo cual se tiene la factura de nuestro suministrador ENGIE

Tabla 23

Factura del mes de julio del 2023

Consumos Registrados				HP	HFP			
Potencia Coincidente con el SEIN				KW	3,212.33			
Concepto	Cantidad	Precio Unitario	Importe	MONTO FOSE	Cálculos con Recargo FOSE			
					Precio Und.	Importe		
CARGOS POTENCIA Y ENERGIA (Factura 1)				USD	USD	USD		
Potencia	3,212.33 KW	5.99 USD/KW-mes	19,241.83	673.47	6.20	19,915.30		
Exceso de Potencia	- KW	1.50 USD/KW-mes	-	-	1.55	-		
Energía Activa Hora Punta	993,572.033 KWh	28.850 USD/MWh	28,664.55	1,003.26	29.86	29,667.81		
Energía Activa Hora Fuera de Punta	12,961,270.620 KWh	28.850 USD/MWh	373,932.66	13,087.64	29.86	387,020.30		
Exceso de Energía Activa HP	- KWh	máx(CMg+3.5,Pe) USD/MWh	-	-	-	-		
Exceso de Energía Activa HFP	- KWh	máx(CMg+3.5,Pe) USD/MWh	-	-	0.00	-		
			Sub Total USD	421,839.04	14,764.37	436,603.41		
CARGOS REGULADOS (Factura 2)				S/	S/	Importe S/		
Peaje Principal de Transmisión (PCSPT)	3,212.33 KW	36.929 S/ / kW-mes	118,627.99	4,151.98	38.22	122,779.97		
Peaje SST del Area de Demanda 7	13,954,842.653 KWh	0.2968 ctm S/./kWh	41,417.97	1,449.63	0.3072	42,867.60		
Peaje SST del Area de Demanda 15	13,954,842.653 KWh	0.2142 ctm S/./kWh	29,891.27	1,046.20	0.2217	30,937.47		
VAD Hora Punta	- kW	- S/ / kW-mes	-	-	0.00	-		
VAD Hora Fuera de Punta	- kW	- S/ / kW-mes	-	-	0.00	-		
Exceso de Energía Reactiva	- KVARh	4.580 ctm S/./kVar-h	-	-	4.74	-		
Alumbrado Público (D.S. Nro. 018-2007-EM) (*)			2,970.00	-	0.00	2,970.00		
Mantenimiento y Reposición de Conexión (*)			-	-	0.00	-		
Energía Reactiva Capacitiva	- KVARh	9.160 ctm S/./kVar-h	-	-	9.48	-		
Cargo Fijo			13.430	0.47	-	13.90		
			Sub Total S/.	192,920.66	6,648.28	199,568.94		

Nota. Se tiene resaltado los dos conceptos que dependen de la potencia coincidente, que de la figura 15, se tiene un valor de 3.21MW (3212.33KW).

En este punto la potencia con la cual se está en la máxima demanda es muy importante, debido a que el valor de 3.21MW (potencia cuando la planta está parada y no operan los compresores grandes ni los electrolitores) podría ser de 22.80MW (cuando la planta está a máxima potencia de trabajo). De no ser así, el costo total de la facturación podría incrementar hasta en un 50%, haciendo que el proceso productivo no sea rentable.

3.3. Análisis del Sistema Eléctrico Interconectado Nacional

Debido a temas de facturación ya expuestos, diariamente se analiza el sistema eléctrico interconectado nacional para poder determinar si se regulará la carga de la planta y no se dé la máxima demanda con una potencia alta.

Programa Semanal de Operación.

En el informe del programa semanal del COES se puede encontrar la programación de paradas de los usuarios libres y la máxima demanda en con siete días de anticipación.

Figura 18

Repositorio del programa Semanal de Operación COES



Nota. Figura del portal web COES, programa semanal de operaciones

<https://www.coes.org.pe/Portal/Operacion/ProgOperacion/ProgSemanalOp>

Figura 19

Informe del Programa semanal de Operaciones

3. Datos y consideraciones para el Despacho de Operación					
3.1 Demanda de Potencia y Energía					
Se realizó el pronóstico de demanda en potencia en forma diaria para cada media hora y la energía en forma diaria, con base en lo establecido en el procedimiento N°3 "Pronóstico de la Demanda a Corto Plazo del Sistema Interconectado Nacional".					
Cuadro 1: Potencias máximas y energías diarias pronosticadas (a nivel de generación y no incluye demanda de Ecuador).					
DÍA	ENERGÍA (GWh)	MÁXIMA DEMANDA (MW)			
SÁBADO	159.8	7142.2			
DOMINGO	150.4	7033.9			
LUNES	160.8	7323.2			
MARTES	163.2	7281.1			
MIÉRCOLES	164.0	7326.5			
JUEVES	164.3	7356.0			
VIERNES	164.3	7394.4			
Adicionalmente, para el cálculo del pronóstico de demanda se consideraron las siguientes variaciones de clientes libres:					
Cuadro 2: Variación de Demanda de Clientes Libres					
EMPRESA	AREA	FECHA/ HORA INICIO	FECHA/HORA FIN	CONSUMO TIPICO	CONSUMO PREVISTO
MINERA ANTAMINA	VIZCARRA	15/07/2023 14:30	19/07/2023 06:30	125	60
MINERA CERRO VERDE	SAN JOSE	18/07/2023 14:30	20/07/2023 21:00	285	170

|Página 2 de 7

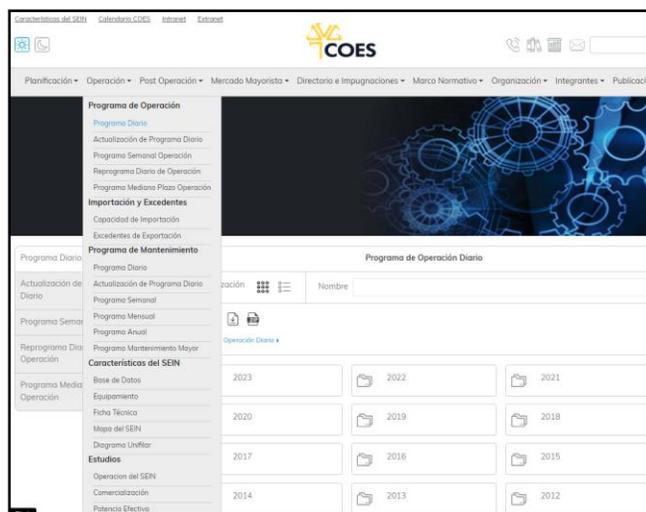
Nota. Informe del COES (COES, "PROGRAMA SEMANAL DE OPERACIÓN" SEMANA N°29, 2023), Informe que se encuentra en la pagina web mencionada en la figura 18.

Programa Diario de operación.

En el informe del programa diario de operación se puede verificar con mayor certeza las paradas programadas de los usuarios libres, con solo unas 12 a 24 horas de anticipación a comparación de las estimaciones semanales, que se hacen con 7 días de anticipación y tienen más error en sus cálculos.

Figura 20

Repositorio del Programa Diario COES.

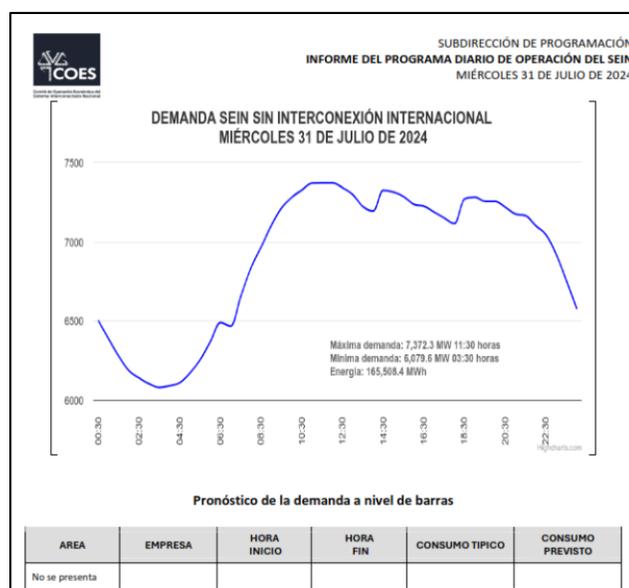


Nota. Figura del portal web COES, programa diario de operaciones.

<https://www.coes.org.pe/Portal/Operacion/ProgOperacion/ProgramaDiario>

Figura 21

Informe del Programa diario COES



Nota. Informe diario que se puede encontrar en la dirección web de la figura 20.

3.4. Regulación de carga de Industrias Cachimayo

Para poder regular la carga de la planta, se realiza un análisis a la operación de El Sistema Eléctrico Interconectado Nacional del Perú (SEIN) para estimar la demanda de energía y poder regular las horas de operación dentro del horario de hora punta. Este análisis se realiza con los informes antes mencionados en las figuras 19 y 21. De acuerdo a este análisis, se regula carga y se para la planta durante un lapso determinado, para no parar mucho tiempo ni tampoco se dé la máxima demanda con una potencia alta.

Esta regulación se analiza principalmente desde un punto de vista económico, donde el costo por la potencia adicional facturada mensualmente no compensa la producción adicional que se podría tener si mantenemos la planta trabajando en el periodo de horas que se da la máxima demanda.

Excel de estimación

Para poder centralizar todos los datos que proporcionan los informes del COES, se tiene un Excel para realizar el análisis y poder determinar la regulación de carga de la planta. En este Excel se maneja información de manera estadística de años pasados como también la data que se envía de manera semanal y diaria.

Este Excel es fundamental para poder visualizar el comportamiento del sistema

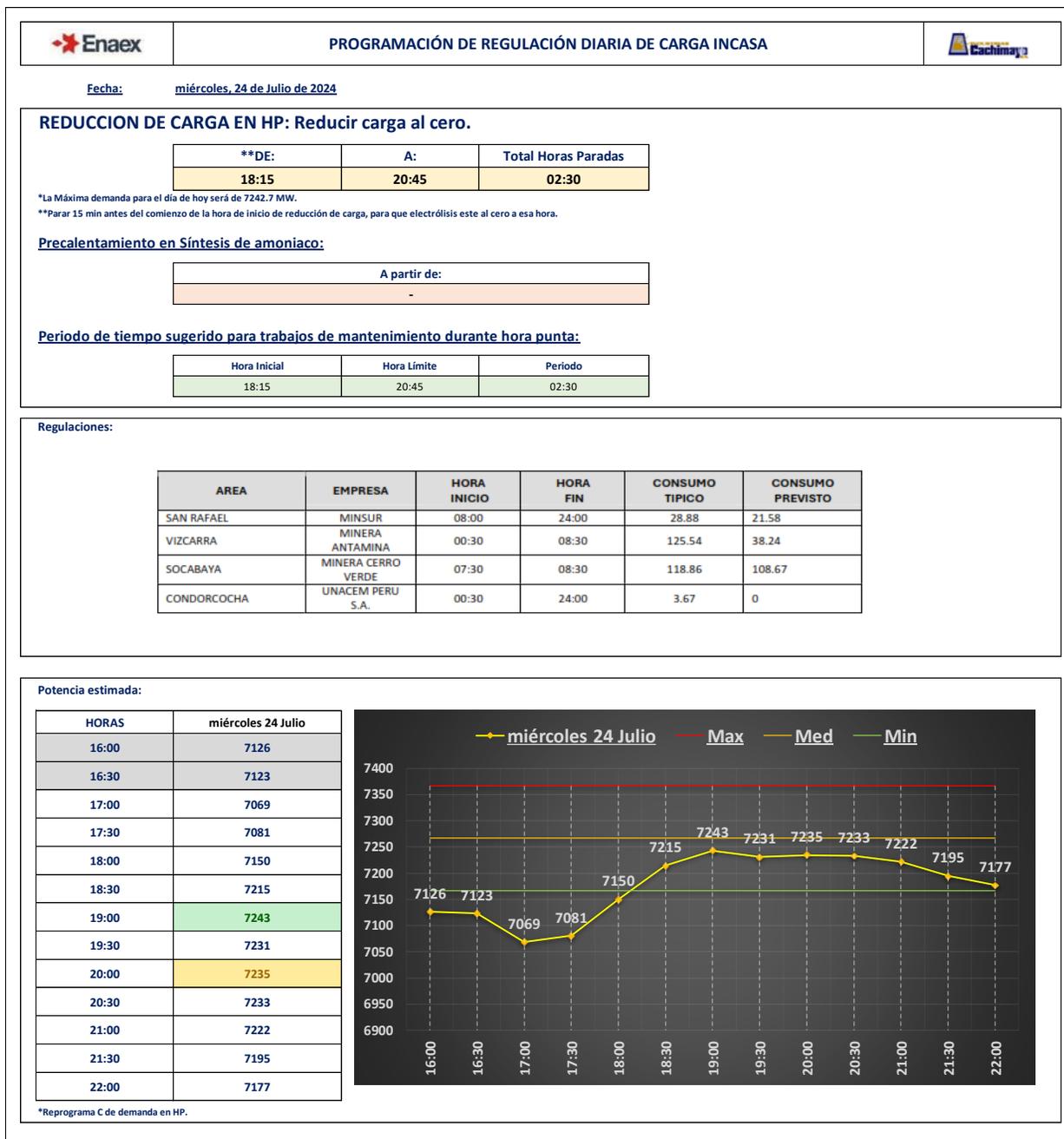
Tabla 24

Documento Excel para análisis de la máxima demanda

	A	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z
	Dem SEIN	lunes	martes	miércoles	jueves	viernes	sábado	domingo	lunes	martes	miércoles	jueves	viernes	sábado	domingo	lunes	martes	miércoles	jueves	viernes	sábado	domingo
HORAS		1-Jul	2-Jul	3-Jul	4-Jul	5-Jul	6-Jul	7-Jul	8-Jul	9-Jul	10-Jul	11-Jul	12-Jul	13-Jul	14-Jul	15-Jul	16-Jul	17-Jul	18-Jul	19-Jul	20-Jul	21-Jul
4	00:30	5993	6328	6397	6361	6387	6323	6373	5916	6453	6326	6400	6309	6262	6372	6071	6459	6416	6335	6409	6368	6269
5	01:00	5952	6230	6293	6262	6232	6222	6279	5927	6326	6172	6234	6236	6139	6339	5945	6355	6340	6348	6387	6395	6208
6	01:30	5790	6201	6122	6186	6095	6165	6100	5909	6208	6190	6139	6155	6184	6145	5830	6245	6164	6276	6196	6202	6120
7	02:00	5759	6163	6143	6052	6092	6087	6113	5886	6102	6073	5953	6076	6047	6128	5816	6073	6115	6211	6225	6236	6067
8	02:30	5697	6001	6103	6037	6083	6064	5747	6141	6060	6037	5923	5991	6001	5742	6151	6003	6145	6161	6171	5922	
9	03:00	5765	6078	6073	6080	6037	6121	5970	5820	6150	5963	6021	5953	5968	5942	5718	6142	6080	6101	6090	6016	5980
10	03:30	5580	5981	6106	6030	6027	5978	5938	5825	6082	6018	5830	5891	5994	5996	5687	6022	6073	6022	6019	6149	5897
11	04:00	5725	5990	6056	6009	6061	6078	5896	5731	6105	5952	5889	5997	5983	5944	5766	6064	6089	6153	6051	6007	5860
12	04:30	5859	6123	6136	6082	6071	5991	6044	5711	6087	6022	5837	6025	5988	5936	5774	6159	6062	6046	6076	6145	5940
13	05:00	5829	6158	6079	6094	6058	6040	5934	5725	6260	6131	6004	6036	5937	5964	5828	6246	6174	6240	6180	6166	5861
14	05:30	6082	6252	6324	6156	6213	6149	5991	5937	6224	6118	6039	6234	6111	5981	5858	6316	6309	6247	6264	6144	5929
15	06:00	6173	6456	6394	6382	6327	6114	5882	6085	6420	6285	6113	6198	6181	5936	6115	6488	6437	6343	6380	6264	5847
16	06:30	6418	6594	6643	6550	6509	6182	5861	6241	6685	6535	6409	6536	6273	5830	6282	6649	6535	6542	6645	6301	5711
17	07:00	6501	6488	6670	6524	6408	6028	5728	6211	6708	6491	6316	6495	6086	5744	6328	6690	6626	6557	6700	6237	5595
18	07:30	6621	6773	6755	6699	6589	6301	5881	6409	6695	6689	6574	6563	6281	5758	6521	6759	6741	6685	6707	6342	5677
19	08:00	6680	6843	6769	6661	6694	6473	5839	6578	6741	6679	6602	6653	6614	5807	6603	6755	6787	6828	6715	6573	5750
20	08:30	6721	6884	7027	6963	6814	6769	5908	7043	6965	6853	6828	6781	6772	5877	6845	6995	6852	7036	6926	6825	5837
21	09:00	6945	7091	7057	7057	6993	6870	6006	6960	7067	7030	7030	6842	7005	6886	6122	6912	7093	6957	7072	7066	6972
22	09:30	6915	7154	7053	7061	7107	6871	6157	7067	7136	7101	6953	7087	6948	6156	6970	7163	7076	7212	7202	7034	6121
23	10:00	7076	7152	7276	7164	7131	7146	6200	7152	7177	7164	6987	7163	7062	6304	7109	7259	7069	7131	7163	7120	6096
24	10:30	7076	7307	7273	7226	7176	7157	6194	7231	7265	7119	7173	7130	7116	6282	7087	7290	7213	7288	7067	7181	6257
25	11:00	7236	7269	7285	7296	7280	7156	6278	7218	7235	7198	7200	7193	7178	6480	7267	7327	7284	7200	7319	7182	6247
26	11:30	7185	7387	7286	7356	7284	7232	6354	7282	7219	7265	7185	7206	7224	6445	7362	7330	7332	7184	7270	7293	6275
27	12:00	7239	7198	7290	7184	7239	7306	6288	7212	7246	7192	7124	7287	7211	6417	7231	7301	7307	7285	7149	7267	6280
28	12:30	7166	7250	7233	7198	7266	7259	6269	7274	7185	6997	6956	7216	7165	6481	7232	7169	7126	7161	7247	7184	6239
29	13:00	7082	7058	7183	7101	7205	7177	6236	7178	7090	6884	7048	7045	6991	6477	7068	7147	7058	7088	7183	7128	6321
30	13:30	7027	7133	7055	7164	7191	7107	6224	7184	7053	6783	7007	7092	6954	6450	7110	7125	7032	7076	7079	7073	6311
31	14:00	7115	7058	7193	7199	7137	6984	6332	7083	7001	6964	7054	7138	6996	6396	7152	7103	7168	7099	7181	7082	6279
32	14:30	7201	7156	7232	7194	7205	7125	6240	7182	7125	7081	7114	7161	6958	6445	7247	7155	7261	7247	7258	7056	6246
33	15:00	7206	7294	7219	7319	7326	7063	6240	7275	7147	7029	7148	7117	6858	6424	7180	7249	7243	7229	7222	6942	6143
34	15:30	7114	7282	7305	7322	7329	7097	6253	7340	7205	7092	7100	7191	6853	6260	7139	7242	7237	7161	7333	6879	6203
35	16:00	7256	7238	7129	7228	7304	6942	6126	7271	7219	7058	7143	7142	6761	6276	7217	7255	7178	7134	7343	6928	6218
36	16:30	7269	7343	7165	7352	7141	7001	6232	7116	7104	7024	7035	7138	6815	6396	7208	7351	7212	7208	7204	6834	6091
37	17:00	7063	7100	7110	7111	7107	6915	6255	7023	7093	6957	6958	7067	6822	6402	7070	7100	6920	7120	7104	6757	6284
38	17:30	7027	7099	7085	7065	7052	6987	6352	6998	7113	6864	6878	6982	6763	6614	7053	7035	6991	7074	7066	6751	6285
39	18:00	7022	7060	7093	7127	7093	7096	6568	6959	7053	6913	6858	6960	7021	6812	7073	6967	6992	7063	7091	6905	6658
40	18:30	7225	7266	7204	7242	7285	7150	6972	7162	7224	7194	7095	7149	6248	6998	7215	7219	7152	7303	7286	7147	6923
41	19:00	7277	7263	7231	7236	7133	7235	6924	7243	7254	7229	7150	7127	7148	7214	7250	7264	7128	7338	7292	7187	7022
42	19:30	7285	7299	7251	7289	7183	7243	7067	7283	7250	7272	7167	7261	7151	7289	7266	7234	7225	7367	7236	7183	6999
43	20:00	7291	7260	7228	7275	7166	7203	7072	7276	7254	7222	7187	7168	7168	7218	7261	7212	7269	7304	7258	7186	6997
44	20:30	7288	7255	7191	7300	7141	7179	6977	7278	7229	7231	7068	7119	7119	7183	7275	7197	7223	7322	7239	7143	7017
45	21:00	7245	7243	7174	7291	7087	7137	6998	7296	7153	7114	7092	7102	7168	7190	7238	7140	7108	7255	7170	7148	6905
46	21:30	7176	7225	7142	7218	7065	7061	6897	7133	7252	7130	7093	7066	7094	7017	7246	7083	7109	7207	7085	7085	6727
47	22:00	7075	7215	7177	7193	7037	7085	6736	7073	7148	7122	7103	7019	7066	6917	7286	7184	7129	7067	7022	6885	6581
48	22:30	7033	6931	7045	7009	6953	6923	6650	6929	6956	7020	6967	6856	6911	6743	7079	7021	6976	7045	6919	6920	6544
49	23:00	6689	6865	6678	6904	6660	6833	6396	6818	6727	6769	6753	6692	6722	6569	6882	6859	6761	6791	6756	6723	6360
50	23:30	6577	6636	5424	6763	6651	6626	6261	6628	6602	6629	6602	6629	6602	6378	6624	6715	6663	6665	6598	6603	6035
51	00:00	6465	6489	5413	6535	6380	6561	6057	6445	6416	6367	6371	6390	6394	6123	6527	6464	6534	6412	6593	6453	5885
52	17:15	7045	7099	7097	7084	7079	6951	6303	7010	7025	6791	6598	7091	7067	7005	6943	7097	7085	7085	6754	6384	
53	100	-228	-199	-141	-189	-118	-328	-817	-260	-160	-415	-209	-194	-421	-887	-217	-164	-248	-247	-188	-430	-739
54		-15	-36	-20	-64	-92	-148	-80	-148	-80	-44	-17	-134	-96	-75	-36	0	0	0	0	0	0
55		-46	-57	-76	-9	-138	-106	-75	-76	-100	-159	-75	-159	-75	-99	-49	-180	-160	-160	-207	-102	-295
56	Hr	30:00	18:30	18:30	20:30	18:30	18:30	20:00	18:30	20:00	18:30	18:30	18:30	18:30	21:00	18:30	20:00	18:30	18:30	18:30	18:30	18:30
57		3.33	0.00	2.98	6.58	3.28	3.31	22.89	3.12	2.97	3.45	3.45	3.65	2.97	22.92	23.04	3.99	3.01	3.05	2.95	3.12	2.93
58		1-Jul	2-Jul	3-Jul	4-Jul	5-Jul	6-Jul	7-Jul	8-Jul	9-Jul	10-Jul	11-Jul	12-Jul	13-Jul	14-Jul	15-Jul	16-Jul	17-Jul	18-Jul	19-Jul	20-Jul	21-Jul
59	1-Ene	7291	7299	7251	7300	7225	7243	7072	7283	7254	7372	7167	7261	7243	7289	7286	7264	7269	7367	7292	7187	7022
60																						

Tabla 25

Informe de regulación de carga diaria



Nota. Este informe se envía diariamente para que el personal de turno realice la parada de planta.

APORTES

Los aportes realizados a Industrias Cachimayo, son principalmente formatos digitales programados, que ayudan a reducir el tiempo de trabajo, generación de informes y corrección de datos que por error de tipeo pueden ser erróneos. Además estos formatos se centralizan en bases de datos para poder llevar un estadístico de los mismos, y poder analizar posibles variaciones en el proceso.

3.1. Ocurrencias de turno

El formato de ocurrencias de turno es un formato que lo llenan los ingenieros de turno (jefes de turno), es el formato que se puede ver en la tabla 1. Este formato además de presentar un formato por planta donde se genera un reporte diario, también almacena los datos de un día que ira a una base de datos mas grande, que se denomina “Estadísticos INCASA.xlsm”.

Tabla 26

Almacenamiento de datos del formato Excel “Ocurrencias de turno”.

	AN	AO	AP	AQ	AR	AS	AT	AU	AV	AW	AX	AY	AZ	BA	BB	BC	BD	BE	BF	BG	BH	BI	BJ	BK															
	LC m3	LC Cond	LC Rend	LD m3	LD Cond	LD Rend	Regeneración LA y LB	Regeneración LC y LD	Agua de Servicios	B-67 (pH)	Desagastador m3	Desagastador %	Desagastador pH	Ingreso HNO3 Catolites (m3)	Cons. HNO3 Catolites	Stock HNO3 Catolites	Cons. NaOH Anilenes m3	Cons. NaOH Anilenes %	Cons. NaOH Anilenes Stock	Cons. Petroleo caldera	Elimin-Ox Stock	NaOH m3	Consumo NaOH Neutralización	Horas de trabajo caldera ask															
1																																							
2	33	0.345					66.529		38.69	8	34.904	100%	12.44		275.00	525		280.00	500			50	100	50															
3																																							
4	18.4	0.423					70.823		14.853	8	46.219	100%	12.8		275.00	525		280.00	1125			100																	
5																																							
6	31.4	0.388					68.248		17.551		40.036		12.3		275.00	525		280.00	700			100		0.416666															
7																																							
8																																							
9																																							
10																																							
11																																							
12																																							
13																																							
14	Secundario																																						
	LC m3	LC Cond	LC Rend	LD m3	LD Cond	LD Rend	Regeneración LA y LB	Regeneración LC y LD	Agua de Servicios	B-67 (pH)	Desagastador m3	Desagastador %	Desagastador pH	Ingreso HNO3 Catolites (m3)	Cons. HNO3 Catolites	Stock HNO3 Catolites	Cons. NaOH Anilenes m3	Cons. NaOH Anilenes %	Cons. NaOH Anilenes Stock	Cons. Petroleo caldera	NaOH Stock	NaOH m3	Consumo NaOH Neutralización	Horas de trabajo caldera ask															
15																																							
16	33	0.345	0	0	0	0	66.529	0	38.69	8	34.904	1	12.44	0	275	525	0	280	500	0	50	100	50	0.00															
17																																							
18	18.4	0.423	0	0	0	0	70.823	0	14.853	8	46.219	1	12.8	0	275	525	0	280	1125	0	0	100	0	0.00															
19																																							
20	31.4	0.388	0	0	0	0	68.248	0	17.551	0	40.036	0%	12.3	0	275	525	0	280	700	0	0	100	0	0.42															
21																																							

Nota. Parte del documento donde se guarda de manera que puede ser exportada mediante macros a otros archivos Excel.

3.2. BD INCASA

Formato en el cual se realiza el balance de materia de la planta, como se mencionó en la tabla 2. Sirve para generar informes diarios y también para poder analizar la producción diaria, y sus desviaciones.

Ademas este formato sirve de plantilla y base de datos para generar informes en Power BI, informes de producción y proyección de producción.

Tabla 27

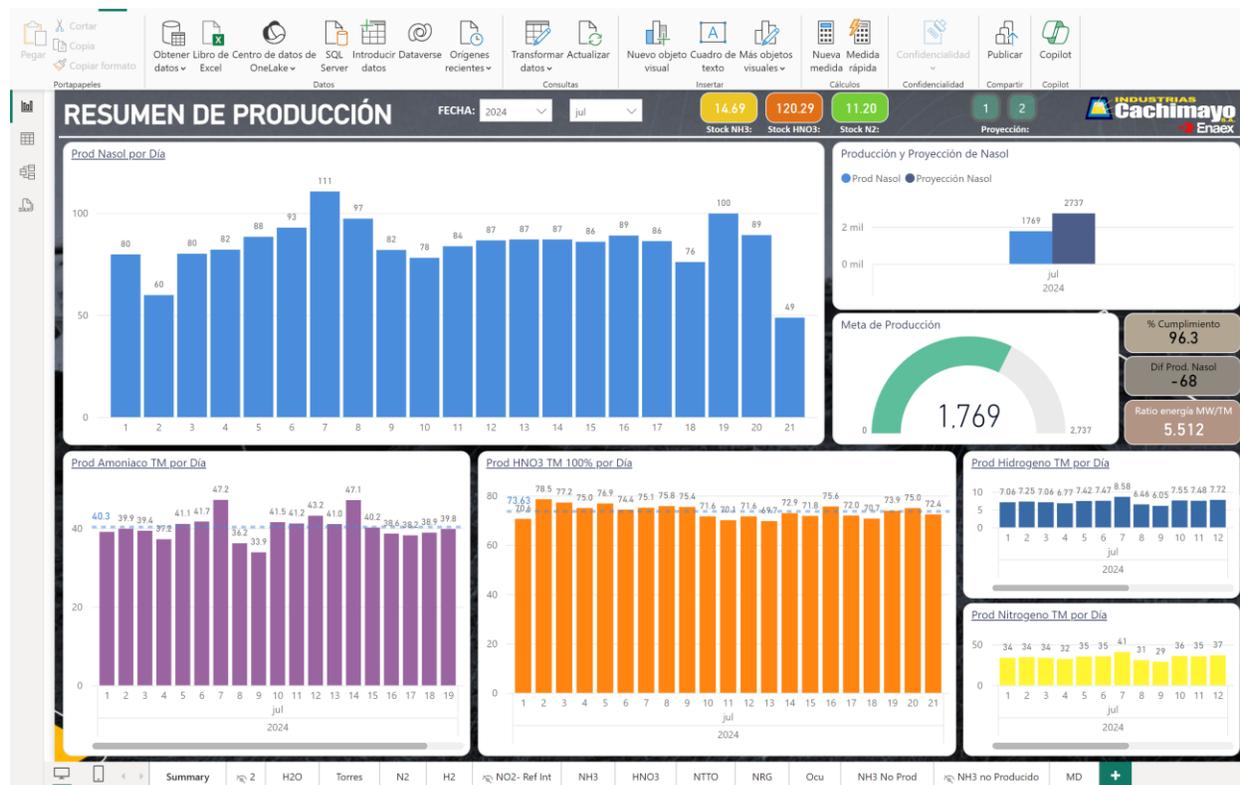
Proyección de producción en el formato “BD INCASA.xlsm”.

Amoniaco			Ácido Nítrico al 100%			NITRATO - NASOL (100%)			
Día	Fecha	Stock Final TM	Horas de Parada	Carga Ácido	Stock Final (TM)	Horas de Parada	Carga Nitrato	Producción	Prod. Acumulada en TM
lun	1	16.25		1100	10.076		0.80	79.69	80
mar	2	22.50		1100	48.856		0.80	59.75	139
mié	3	21.25		1100	61.033		0.80	80.00	219
jue	4	17.50		1100	69.647		0.80	82.00	301
vie	5	15.63		1100	69.629		0.80	88.31	390
sáb	6	13.75		1100	63.839		0.80	92.78	483
dom	7	15.00		1150	51.121		0.80	110.50	593
lun	8	8.75		1150	51.798		0.80	97.20	690
mar	9	2.81		1150	61.144		0.80	81.84	772
mié	10	5.94		1150	70.550		0.80	78.00	850
jue	11	7.19		1150	72.081		0.80	83.66	934
vie	12	10.00		1150	74.090		0.80	86.54	1020
sáb	13	10.94		1150	73.979		0.80	87.00	1107
dom	14	17.81		1150	76.124		0.75	87.00	1194
lun	15	17.19		1150	77.294		0.75	85.86	1280
mar	16	14.06		1150	80.515		0.75	88.91	1369
mié	17	11.56		1150	84.336		0.75	86.19	1455
jue	18	10.31		1150	85.240		0.75	75.95	1531
vie	19	7.19		1150	82.913		0.75	99.70	1631
sáb	20	4.69		1150	84.863		0.75	89.15	1720
dom	21	14.69		1150	120.286		0.75	48.70	1769

Nota. Esta hoja del archivo Excel sirve para determinar las cargas de operación de la planta los siguientes días del mes, para que la planta no se quede sin stock de amoniaco ni de ácido nítrico y así parar la producción.

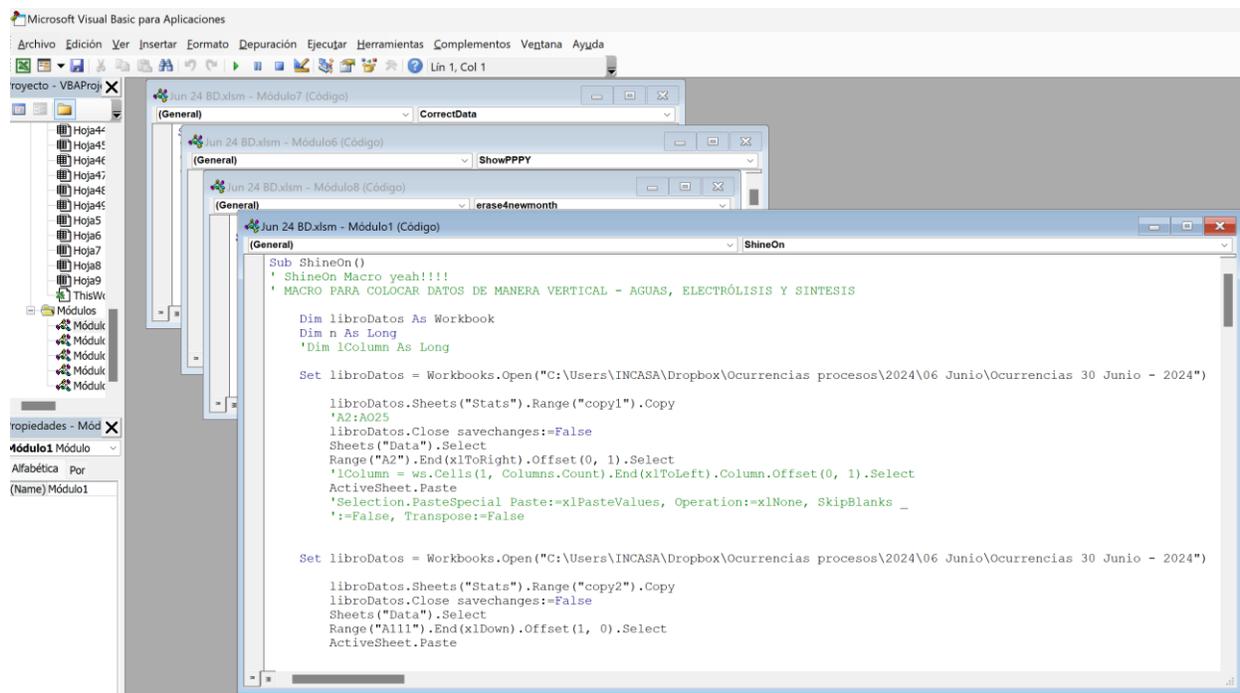
Figura 22

Informe en Power BI de producción y operación de planta.



Nota. Informe en Power BI de acceso rápido a los estadísticos de planta que es alimentado por el formato “BD INCASA.xlsm”.

Este formato “BD INCASA.xlsm” esta programado con macros, para poder obtener los datos del formato ocurrencias de turno, específicamente de la tabla 26. Esta programación de macros es un aporte personal a la planta, con la finalidad de llevar un estadístico de estos datos.

Figura 23**Programación en Macros del documento “BD INCASA.xlsm”**

Nota. La programación en macros principal es la que se describe. Las otras ventanas de programación son para navegar en el mismo archivo Excel.

3.3. Estadísticos BD

Este archivo Excel es netamente de almacenamiento de datos y es generado por el documento “BD INCASA.xlsm”. En este documento se tiene data desde el 2008, y es de vital importancia al momento de realizar mantenimientos y verificar como están los parámetros de operación y otros datos que son comparables y que no deberían cambiar.

Ademas este formato sirve para verificar los cambios en el tiempo que se dan debido a la antigüedad de la planta y sus equipos.

Tabla 28

Documento Excel "Estadísticos DB.xlsx"

The screenshot shows an Excel spreadsheet with a grid of data. The columns are labeled with letters from A to AA. The data includes various metrics such as dates (e.g., 06/01/2024), plant names (e.g., Rolando Human Champs, Teófilo Arana Salazar), and numerical values. Some cells are highlighted in red, and others in green, indicating specific data points of interest. The spreadsheet appears to be a summary of operational data for multiple plants over time.

Nota. Documento Excel con datos operativos relevantes de todas las plantas de la empresa.

3.4. Plataforma de Control de Procesos SharePoint

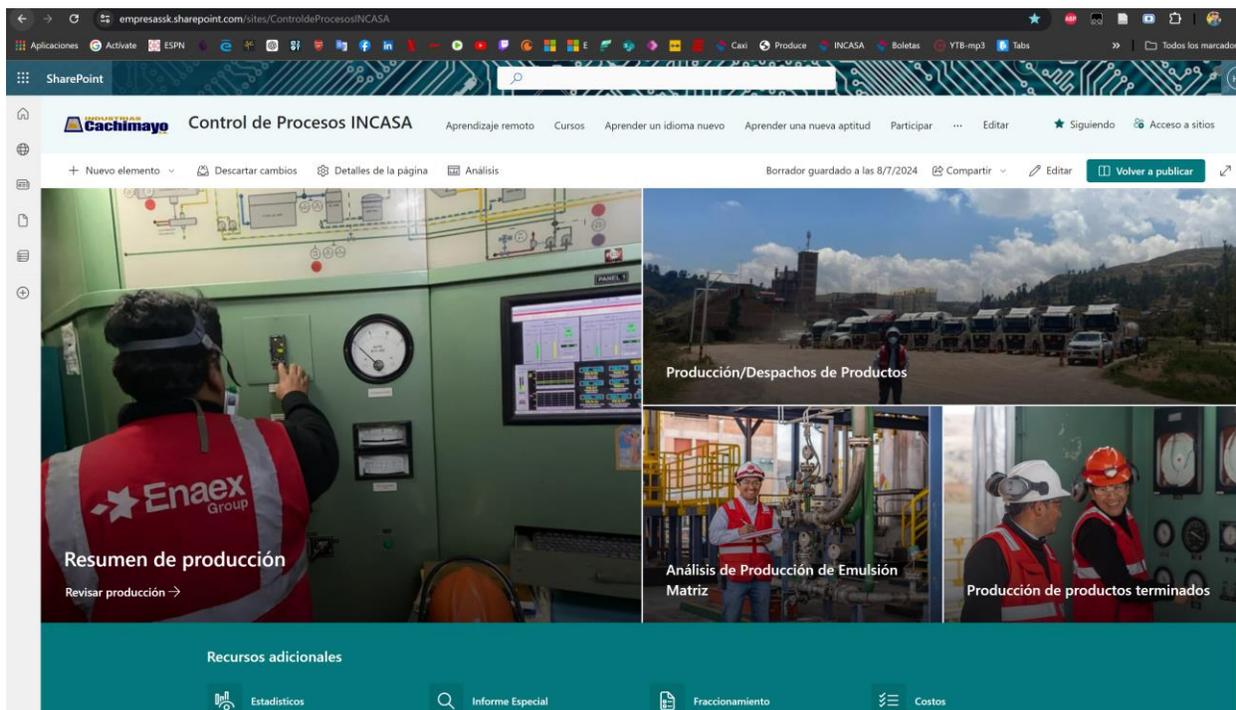
La plataforma en SharePoint fue creada para compartir todos los documentos antes mencionados y que sean de rápido acceso a todas las jefaturas interesadas para su análisis e información.

Esta plataforma es de acceso restringido, solo el personal que labora en Industrias Cachimayo, ENAEX puede visualizarla.

La plataforma resume los datos de producción, operación, despachos y eventos importantes.

Figura 24

Plataforma en SharePoint de control de procesos



Nota. Esta plataforma se actualiza diariamente para tener los datos del día a día, portal SharePoint Enaex, <https://empresask.sharepoint.com/sites/ControldeProcesosINCASA>

Bibliografía

COES. (2023). *"PROGRAMA DIARIO DE OPERACIÓN" SEMANA N°29 MIÉRCOLES 19 JULIO DE 2023*. Lima: COES.

COES. (2023). *"PROGRAMA SEMANAL DE OPERACIÓN" SEMANA N°29*. Lima: COES.

COES. (15 de Agosto de 2023). *COES*. COES: <https://www.coes.org.pe/Portal/>

COES. (14 de Diciembre de 2023). *Maxima Demanda Mensual COES*. coes.org.pe:

<https://www.coes.org.pe/Portal/portalinformacion/demanda?indicador=maxima>

Corbacho, J., & Izquierdo, E. (1977). *Manual del operador de Planta de Tratamiento de Aguas*.

Cachimayo: SENATI SUR.

Osinermin. (Agosto de 2023). *osinermin.gob.pe*. osinermin.gob.pe:

<https://prie.osinermin.gob.pe/PF-SICLI>

Osinermin. (Agosto de 2023). *osinermin.gob.pe*. osinermin.gob.pe:

<https://prie.osinermin.gob.pe/PF->

SIOSEIN#:~:text=Consiste%20en%20efectuar%20la%20programaci%C3%B3n,Eficiente%20de%20la%20Generaci%C3%B3n%20El%C3%A9ctrica

INDICE DE FIGURAS

Figura 1	8
Figura 2	9
Figura 3	11
Figura 4	13
Figura 5	23
Figura 6	26
Figura 7	29
Figura 8	32
Figura 9	35
Figura 10	38
Figura 11	40
Figura 12	46
Figura 13	47
Figura 14	49
Figura 15	51
Figura 16	51
Figura 17	52
Figura 18	53
Figura 19	54
Figura 20	55
Figura 21	55

INDICE DE TABLAS

Tabla 1	24
Tabla 2	25
Tabla 3	26
Tabla 4	28
Tabla 5	29
Tabla 6	30
Tabla 7	31
Tabla 8	32
Tabla 9	33
Tabla 10	34
Tabla 11	35
Tabla 12	37
Tabla 13	38
Tabla 14	40
Tabla 15	41
Tabla 16	41
Tabla 17	42
Tabla 18	43
Tabla 19	44
Tabla 20	45
Tabla 21	48
Tabla 22	50
Tabla 23	52

Anexos

- Programación en Macros para obtener datos de “ocurrencias de turno.xlsm” en el documento “BD INCASA.xlsm”.

```
Sub ShineOn()
```

```
' ShineOn Macro yeah!!!!
```

```
' MACRO PARA COLOCAR DATOS DE MANERA VERTICAL - AGUAS, ELECTRÓLISIS Y SINTESIS
```

```
Dim libroDatos As Workbook
```

```
Dim n As Long
```

```
'Dim lColumn As Long
```

```
Set libroDatos = Workbooks.Open("C:\Users\INCASA\Dropbox\Ocurrencias procesos\2024\06 Junio\Ocurrencias 30 Junio - 2024")
```

```
libroDatos.Sheets("Stats").Range("copy1").Copy
```

```
'A2:AO25
```

```
libroDatos.Close savechanges:=False
```

```
Sheets("Data").Select
```

```
Range("A2").End(xlToRight).Offset(0, 1).Select
```

```
'lColumn = ws.Cells(1, Columns.Count).End(xlToLeft).Column.Offset(0, 1).Select
```

```
ActiveSheet.Paste
```

```
'Selection.PasteSpecial Paste:=xlPasteValues, Operation:=xlNone, SkipBlanks _
```

```
':=False, Transpose:=False
```

```
Set libroDatos = Workbooks.Open("C:\Users\INCASA\Dropbox\Ocurrencias procesos\2024\06 Junio\Ocurrencias 30 Junio - 2024")
```

```
libroDatos.Sheets("Stats").Range("copy2").Copy
```

```
libroDatos.Close savechanges:=False
```

```
Sheets("Data").Select
```

```
Range("A111").End(xlDown).Offset(1, 0).Select
```

```
ActiveSheet.Paste
```

```
Range("A1").Select
```

```
End Sub
```

```
Sub OCBD()
```

```
' Ocurrencias Procesos Macro yeah!!!!
```

```
' MACRO PARA IMPORTAR TODOS LOS DATECHIS
```

```
' Siempre cambiar fecha (poner "SI" cuando se ejecute la macro) y ubicación por si no estoy ;D
```

```
Dim libroDatos As Workbook
```

```
Dim n As Long
```

```
'Dim lColumn As Long
```

```
Set libroDatos = Workbooks.Open("C:\Users\INCASA\Dropbox\Ocurrencias procesos\2024\06 Junio\Ocurrencias
30 Junio - 2024")
```

```
libroDatos.Sheets("StatsAll").Range("BDcopy").Copy
'A2:AO25
libroDatos.Close savechanges:=False
Sheets("OCBD").Select
Range("A2").End(xlDown).Offset(1, 0).Select
'IColumn = ws.Cells(1, Columns.Count).End(xlToLeft).Column.Offset(0, 1).Select
ActiveSheet.Paste
'Selection.PasteSpecial Paste:=xlPasteValues, Operation:=xlNone, SkipBlanks _
':=False, Transpose:=False
```

```
Range("A2").Select
```

```
End Sub
```

```
Sub Ocurex()
```

```
' Ocurrrex Macro yeah!!!!
```

```
' Llenar las ocurrencias del reporte del Ing de Turno (ocurrencias) ((vElga la redundancia xD))
```

```
Dim libroDatos As Workbook
```

```
Dim n As Long
```

```
'Dim IColumn As Long
```

```
Set libroDatos = Workbooks.Open("C:\Users\INCASA\Dropbox\Ocurrencias procesos\2024\06 Junio\Ocurrencias
30 Junio - 2024")
```

```
libroDatos.Sheets("Ocurrencias").Range("copy3").Copy
libroDatos.Close savechanges:=False
Sheets("Ocur.").Select
Range("A40").End(xlDown).Offset(1, 0).Select
ActiveSheet.Paste
```

```
Range("A1").Select
```

```
End Sub
```

```
Sub HNO3Stuff()
```

```
' flujos y densidades de HNO3
```

```
Dim libroDatos As Workbook
```

```
Dim n As Long
```

```
'Dim IColumn As Long
```

```
Set libroDatos = Workbooks.Open("C:\Users\INCASA\Dropbox\Ocurrencias procesos\2024\06 Junio\Ocurrencias
30 Junio - 2024")
```

```
libroDatos.Sheets("Stats").Range("copy5").Copy
libroDatos.Close savechanges:=False
Sheets("Data").Select
Range("CO111").End(xlDown).Offset(1, 0).Select
ActiveSheet.Paste
```

```
Set libroDatos = Workbooks.Open("C:\Users\INCASA\Dropbox\Ocurrencias procesos\2024\06 Junio\Ocurrencias
30 Junio - 2024")
```

```
libroDatos.Sheets("Stats").Range("copy6").Copy
libroDatos.Close savechanges:=False
Sheets("Data").Select
Range("FN111").End(xlDown).Offset(1, 0).Select
ActiveSheet.Paste
```

```
Set libroDatos = Workbooks.Open("C:\Users\INCASA\Dropbox\Ocurrencias procesos\2024\06 Junio\Ocurrencias
30 Junio - 2024")
```

```
libroDatos.Sheets("Stats").Range("copy7").Copy
libroDatos.Close savechanges:=False
Sheets("Data").Select
Range("GO111").End(xlDown).Offset(1, 0).Select
ActiveSheet.Paste
```

```
Range("A1").Select
End Sub
```

```
Sub mamacro()
' Make all your dreams comes true
```

```
Sheets("OCBD").Visible = True
Sheets("Data").Visible = True
Sheets("Ocur.").Visible = True
Sheets("MoarOCDB").Visible = True
```

```
Call ShineOn
Call OCBD
Call Ocurex
Call HNO3Stuff
```

```
Sheets("OCBD").Visible = False
Sheets("Data").Visible = False
Sheets("Ocur.").Visible = False
Sheets("MoarOCDB").Visible = False
```

```
Sheets("Macro").Select
Range("A1").Select
End Sub
```

```
Sub ShowAll()
' Make all your sheets visible :v
```

```
Sheets("OCBD").Visible = True
Sheets("Data").Visible = True
Sheets("Ocur.").Visible = True
Sheets("MoarOCDB").Visible = True
Sheets("9. Oculmp").Visible = True
```

```
Sheets("Macro").Select
Range("A1").Select

End Sub
Sub CloseAll()
' hide all your sheets man :v

    Sheets("OCBD").Visible = False
    Sheets("Data").Visible = False
    Sheets("Ocur.").Visible = False
    Sheets("MoarOCDB").Visible = False
    Sheets("9. Oculmp").Visible = False

    Sheets("Macro").Select
    Range("A1").Select

' LostCause Was Here
End Sub

Sub ShowData()
' hide all your sheets man :v

    Sheets("Data").Visible = True

    Sheets("Macro").Select
    Range("A1").Select

' LostCause Was Here
' prro
End Sub
Sub CloseData()
' hide all your sheets man :v

    Sheets("Data").Visible = False

    Sheets("Macro").Select
    Range("A1").Select

'LostCause Was Here
'Lost Cause still here!!
End Sub
```