



**UNIVERSIDAD
TORCUATO DI TELLA**

Analytics en la Industria 4.0

Daniela Stefanía Bessone

Master in Management and Analytics

Director: Gustavo Vulcano

Tutor: Marcelo Celani

Nota del autor

Como la aplicación de las técnicas de analytics permite en la Industria 4.0 alcanzar ventajas competitivas al lograr operaciones transparentes y eficientes, optimizar el uso de la energía y mantenimiento de sus equipos.

RESUMEN

Durante los últimos años se ha visto un crecimiento importante en cuanto a la importancia de los datos en todas las actividades económicas de negocios. El dato paso de ser un mero número a ser una fuente valiosa de información y por ende, poder para la toma de decisiones. La información comenzó a ser fundamental para mantener competitividad en los distintos mercados, buscando nuevas formas de satisfacer las necesidades de los potenciales clientes, mejorar productos, optimizar operaciones, aumentar ingresos, reducir costos y riesgos. Las industrias no fueron la excepción a esta transformación y observaron que a través de sus máquinas podrían generar información útil para optimizar su producción y servicios. La industria 4.0 se basa en la aplicación de las tendencias tecnológicas en las fábricas. Una importante transformación digital que trae consigo cambios en la forma de trabajo del sector industrial impactando en la productividad y la eficiencia de las empresas. El resultado de este proceso son las fábricas inteligentes que logran reducir plazos en procesos de producción, menor tiempo de espera para sus clientes finales, reducción de problemas durante la cadena de valor, reducción de costos y desperdicios, mejores planes de mantenimiento, entre otros beneficios. La transformación digital permite recolectar una gran cantidad de datos en relación con todos los procesos de la empresa, información clave y valiosa para tomar mejores decisiones. Estas fábricas inteligentes que generan grandes volúmenes de big data cada día logran un gran paso hacia el futuro, esta tecnología permite que sean competitivas y tengan una clara ventaja respecto a sus competidores. En la práctica se ve que los mayores problemas con los que las industrias deben lidiar, se encuentran relacionados al consumo de energía y mantenimiento de sus máquinas, estos son las debilidades más fuertes y en donde se incurre la mayor parte de sus costos. De esta misma manera, estos problemas ocupan los principales dolores de cabeza de los ingenieros de las plantas. Mi objetivo siguiendo con esta línea, es desarrollar una prueba de concepto para optimización del uso de energía, eficiencia operativa y mantenimiento de los distintos activos que poseen las fábricas. Voy a buscar demostrar como con las actuales herramientas del mercado de Analytics las industrias pueden explotar los datos originados con sus plantas y aprovechar esa información para optimizar sus procesos.

**“The goal is to turn data into information, and
information into insight.”**

- Carly Fiorina, CEO of Hewlett-Packard -

Palabras clave: Industrias; Debilidades; Analytics; Mantenimiento; Energía; Big Data; Costos; Desperdicios; Información; Poder; Decisiones; Competitividad; Optimizar; Eficiencia; Datos.

ABSTRACT

During the last years there has been a significant growth in terms of the importance of data in all economic business activities. The data went from being a mere number to being a valuable source of information and therefore power for decision-making. Information began to be essential to maintain competitiveness in different markets, looking for new ways to satisfy the needs of potential customers, improve products, optimize operations, increase income and reduce costs and risks. Industries were no exception to this transformation and They observed that through their machines they could generate useful information to optimize their production and services. Industry 4.0 is based on the application of technological trends in factories. An important digital transformation that brings with it changes in the way of working of the industrial sector, impacting the productivity and efficiency of companies. The result of this process is smart factories that manage to reduce deadlines in production processes, less waiting time for its end customers, reduction of problems during the value chain, reduction of costs and waste, better maintenance plans, among other benefits. Digital transformation allows collecting a large amount of data in relation to all company processes, key and valuable information to make better decisions. These smart factories that generate large volumes of big data every day take a big step into the future. This technology allows them to be competitive and have a clear advantage over their competitors. In practice, it is seen that the greatest weakness that industries suffer are in terms of energy consumption and the maintenance of their machines, they are the strongest pain points where most costs are incurred. They understand the main headaches of plant engineers. My objective, following this line, is to develop a proof of concept for optimizing energy use, operating efficiency and maintenance of the different assets that the factories have. I will seek to demonstrate how, with the current Analytics market tools, industries can exploit the data originating from their plants and take advantage of that information to optimize their processes.

Tabla de contenido

RESUMEN	2
ABSTRACT	4
Analytics en la Industria 4.0	7
<i>1 BIG DATA</i>	8
<i>¿Cómo funciona el Big Data en la industria 4.0?</i>	8
Usos en las Industrias.	9
<i>2 CLOUD COMPUTING</i>	10
<i>3 OTROS TERMINOS MENCIONABLES</i>	10
ROMPIENDO UN PARADIGMA	11
METODOLOGÍA DE TESIS	13
<i>Herramientas</i>	13
PRUEBA DE CONCEPTO	14
CONOCIENDO AL CLIENTE	14
<i>Relevamiento 1: El cliente y su planta</i>	14
<i>Relevamiento 2: El problema y la necesidad</i>	15
LA SOLUCIÓN	17
EXPLORACIÓN DE DATOS	18
<i>Los Datos</i>	18
ETAPA 1: MONITOREO DE PRINCIPALES VARIABLES	22
<i>ERRORES</i>	28
ETAPA 2: Conocimiento y transparencia del rendimiento.	53
ETAPA 3: Conocimiento y transparencia del consumo de la energía.	89
Regresiones Lineales Simples	104
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	108
SINTESIS DEL ANÁLISIS, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	109
Etapa 1: Monitoreo de variables	109
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES DE LA ETAPA	112
Etapa 2: Análisis de Performance	114
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES DE LA ETAPA	116
Etapa 3: Análisis del Consumo de Energía / Huella de Carbono	118

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES DE LA ETAPA	119
DASHBOARD RESUMEN.....	122
FINAL DE TESIS	123
ANEXO 1: HUELLA DE CARBONO	124
<i>HUELLA DE CARBONO EN ARGENTINA</i>	<i>125</i>
ANEXO 2: REPORTE MENSUAL COMEX – FEBRERO 2021	127
Links – Web – Bibliografía	129

Analytics en la Industria 4.0

Durante los últimos años se ha visto un crecimiento importante en cuanto a la importancia de los datos en todas las actividades económicas de negocios. El dato pasó de ser un mero número a ser una fuente valiosa de información y por ende poder para la toma de decisiones. La información comenzó a ser fundamental para mantener competitividad en los distintos mercados, buscando nuevas formas de satisfacer las necesidades de los potenciales clientes, mejorar productos, optimizar operaciones, aumentar ingresos y reducir costos y riesgos. Las industrias no fueron la excepción a esta transformación y observaron que a través de sus máquinas podrían generar información útil para optimizar su producción y servicios.

La Industria 4.0 se basa en la aplicación de las tendencias tecnológicas en las fábricas, la tecnología que aprovecha el Big Data y la Inteligencia Artificial (IA) para nutrir sistemas de aprendizaje automático. Los fabricantes en el mercado actual buscan alcanzar la inteligencia empresarial a través de la recopilación, el análisis y el intercambio de datos en todos los puntos claves para poder lograr la excelencia productiva.

“La Cuarta Revolución es la fase de la digitalización del sector manufacturero y está impulsada por el sorprendente aumento de los volúmenes de datos, la potencia en los sistemas computacionales y la conectividad. A diferencia de las revoluciones anteriores, la Revolución 4.0 se caracteriza por la convivencia de una gran variedad de tecnologías, que borran los límites entre lo físico, lo digital y lo biológico, generando una fusión entre estos tres planos. Se trata de sistemas ciberfísicos que operan en forma de redes más complejas y que se construyen sobre la infraestructura de la revolución digital anterior.”

Klaus Schwab, 2016

El resultado de este proceso son las fábricas inteligentes que logran reducir plazos en procesos de producción, menor tiempo de espera para sus clientes finales, reducción de problemas durante la cadena de valor, reducción de costos y desperdicios, mejores planes de mantenimiento, entre otros beneficios. La transformación digital permite recolectar una gran cantidad de datos en relación con todos los procesos de la empresa, información clave y valiosa para tomar mejores decisiones. Estas fábricas inteligentes que generan grandes volúmenes de big data cada día logran un gran paso hacia el futuro. Esta tecnología permite que sean competitivas y tengan una clara ventaja respecto a sus competidores.

En la práctica se ve que los mayores ítems en los que las industrias sufren deficiencias son en cuanto al consumo de energía y al mantenimiento de sus máquinas, son los puntos de dolor más fuertes en donde se incurre la mayor parte de costos. Comprenden los principales dolores de cabeza de los ingenieros de las plantas. La finalidad de mi TESIS es desarrollar una prueba de concepto para optimización del uso de energía, eficiencia operativa y mantenimiento de los distintos activos que poseen las fábricas. Voy a buscar demostrar como con las actuales herramientas del mercado de Analytics las industrias pueden explotar los datos originados con sus plantas y aprovechar esa información para optimizar sus procesos.

Mi objetivo final es generar información clara sobre este proceso para que las industrias que actualmente compiten en el mercado puedan interiorizarse sobre estas técnicas, informarse sobre el camino a la transformación digital y poder ver realmente los beneficios de la Industria 4.0.

1 BIG DATA

El primer paso de este proceso es definir aquellos términos que todavía generan confusiones y desinformación, uno de los principales es a que nos referimos cuando hablamos de Big Data. Cuando mencionamos el término Big Data nos referimos a conjuntos de datos o combinaciones de conjuntos de datos cuyo tamaño (volumen), complejidad (variabilidad) y velocidad de crecimiento (velocidad) dificultan su captura, gestión, procesamiento o análisis mediante **tecnologías y herramientas convencionales, tales como bases de datos relacionales y estadísticas** convencionales o paquetes de visualización, dentro del tiempo necesario para que sean útiles.

¿Cómo funciona el Big Data en la industria 4.0?

La interconexión entre sistemas y ordenadores y la capacidad de análisis de grandes cantidades de datos han hecho posible la existencia de máquinas inteligentes por sí solas, que pueden tomar decisiones con conocimientos fundamentadas en las experiencias pasadas y mejores prácticas del mercado, **sin la intervención de ningún humano involucrado.**

El Internet of Things (IoT), o en español, internet de las cosas, es una red de equipos conectados que se pueden comunicar entre sí y ofrecer datos a los usuarios a través de Internet. Los equipos del IoT se pueden conectar a Internet y cuentan con sensores que les permiten recopilar datos. Un equipo del IoT puede ser útil por sí mismo, pero cuando se utilizan varios en conjuntos, son más valiosos aún, pudiendo generar estos enormes volúmenes de datos aumentando el nivel del término al Internet de los Sistemas.

Las tecnologías aplicadas para la Industria 4.0 utilizan a esta Big Data para existir y el Big Data se nutre de ellas mismas para crecer aún mas.

Uso en las Industrias.

Estas herramientas fueron siendo aplicadas con distintos fines a lo largo del tiempo. Los casos de uso mas relevantes en los que se aplicó y se produjeron mayores beneficios son:

- Mejora de procesos de almacenes e inventarios: Gracias a la existencia de los nuevos sensores portatiles, las empresas pueden mejorar la eficiencia operativa a la hora de realizar los conteos y el seguimiento de sus mercaderías, materias primas y otros productos existentes en sus almacenes e inventarios. Permite detectar los errores humanos, controlar la calidad de los productos, mostrar las rutas optimas de produccion y montaje asi como el seguimiento del estado de los distintos productos y ubicación.
- Eliminación de los cuellos de botellas: Se pueden detectar los problemas que afectan el rendimiento de las lineas de producción, detectar los errores causantes de los problemas.
- Predicción de la demanda: Se pueden llegar a elaborar producciones más precisas y significativas gracias a la realización de distintos analisis internos como ser las preferencias de los clientes y externos como tendendencias, modas y eventos externos organizados para fines especificos, temporadas, que impactan en los números finales más alla de los datos históricos recolectados. Permite a las distintas fábricas modificar y optimizar la cartera de productos, ver la conveniencia de diversificar su producción, extenderse o contraerse.
- Mantenimiento predictivo: Sensores establecidos estrategicamente en las diferentes maquinas permiten identificar posibles fallas en el funcionamiento de ellas antes de que se convirtian en un problema mayor o una avería, por medio de la detección de rupturss dentro de los patrones. Con los distintos softwares y programas especializados en el correcto funcionamiento de las maquinarias es posible generar determinadas alertas para que se reaccione a tiempo.

Estos son los principales casos de uso algunos de los cuales me centrare durante el desarrollo de este trabajo, pero hay muchos mas ejemplos para mencionar como eficiencia energética, punto débil de las industrias y sobre el que trataré también más adelante, también

se ha experimentando en casos de seguridad mejorada, optimización de carga, gestión de la cadena de suministro, etc.

2 CLOUD COMPUTING

Otra tecnología que se encuentra muy vinculada a la Industria 4.0 es el Cloud Computing que nos ofrece la posibilidad de disponer de un **servicio a través de Internet totalmente adaptado a nuestras necesidades**. Esta tecnología permite tener la información y archivos de las distintas industrias debidamente respaldados y protegidos en la nube, lo que esta generando grandes ventajas para aquellas industrias que se animen al cambio. Estas industrias no se tendrán que preocupar tanto en la adquisición de la infraestructura para sus sistemas, y a su vez les da la posibilidad de tener un crecimiento **totalmente escalable**, es decir, ir incorporando nuevos servicios y almacenamiento a medida que lo vaya necesitando sin tener que incurrir grandes costos extras de instalación y mantenimiento. El costo producido es originado solo por el consumo de cada industria en particular, así como la demanda de los servicios que implique su accionar diario, lo que permite a estas industrias, cuando estos sistemas se encuentran correctamente instalados, a reducir sus costos significativamente, manteniendo una actualización constante de sus sistemas, seguridad y disponibilidad de su información en todo momento desde cualquier dispositivo con conexión a internet.

3 OTROS TERMINOS MENCIONABLES

Otros temas que se consideran importantes en la cuarta revolución industrial no van a ser punto de análisis de esta TESIS pero si cabe la importancia de su mención ya que tienen un lugar importante en este nuevo paradigma que se esta inculcando en las nuevas industrias.

- **CIBERSEGURIDAD:** La **ciberseguridad** tiene el objetivo de proteger la información digital de los procesos interconectadas y se encuentra enmarcado dentro de la seguridad de la información que podría llegar a ser gravemente perjudicial para la industria si esta se ve violada, alterada o extraída sin autorización con fines maliciosos. Busca salvaguardar el soporte físico de los sistemas, el software, las redes y las infraestructuras.
- **ROBÓTICA:** Uno de los puntos importantes dentro de la industria 4.0. Surge de la posibilidad de la comunicación entre los sistemas, máquinas y herramientas. Se trata de la automatización y el control de los medios de producción. Es necesario automatizar aquellos procesos sensibles a errores, puntos propensos a producirse cuellos de botellas a fin de mejorar la productividad de la empresa, reduciendo los costos de la producción y

mejorando la calidad de la misma. Con la automatización además se logra una mejora en las condiciones de trabajo del personal, suprimiendo los trabajos penosos e incrementando su seguridad. La robótica es una parte necesaria de estas soluciones de automatización y el control de las fábricas.

- **REALIDAD AUMENTADA Y VIRTUAL:** La realidad aumentada permite combinar el mundo real con el virtual. Con ella se consigue aumentar la capacidad de llevar a cabo muchos tipos de experiencias interactivas que benefician distintos aspectos de las industrias. Por un lado la posibilidad de la venta de los productos y marketing por medio de catálogos 3D, posibilidad de experimentar el uso virtual del producto, anticiparse virtualmente a como podría estar físicamente, entre otras. Otro uso muy interesante es el de la asistencia y soporte remoto, una persona experimentada no es necesario que se encuentre en el lugar para realizar una tarea o dar un soporte, con la realidad aumentada un operario puede tener el soporte en tiempo real, viendo el especialista técnico lo que esta pasando en el momento y señalando y mostrando al operario exactamente lo que tiene que hacer y como. Por otro lado, la realidad virtual genera un entorno de escenas, aspectos y objetos de apariencia real, pero en un mundo generado mediante tecnología informática, le genera a la persona que lo utiliza la sensación de estar inmerso en el. Esta tecnología está generando impacto en el área de recursos humanos, por ejemplo, dado que actualmente hay sistemas que brindan la posibilidad de realizar capacitaciones en ambientes virtuales tal como si estuviesen pasando en ese momento, en tiempo real, permiten la posibilidad de experimentar problemas, eventos, siniestros, alertas y distintas alarmas que pueden surgir en el día a día de un empleado manteniendo la seguridad del mismo. De esta forma contar con experiencia virtual previa para el caso en que las circunstancias lo ameriten.

Todo este nuevo paradigma no tendría ningún sentido si los sistemas no se implementan con una única visión, trabajando cada uno de forma independiente pero encauzados a un mismo objetivo e integrados de manera coherente.

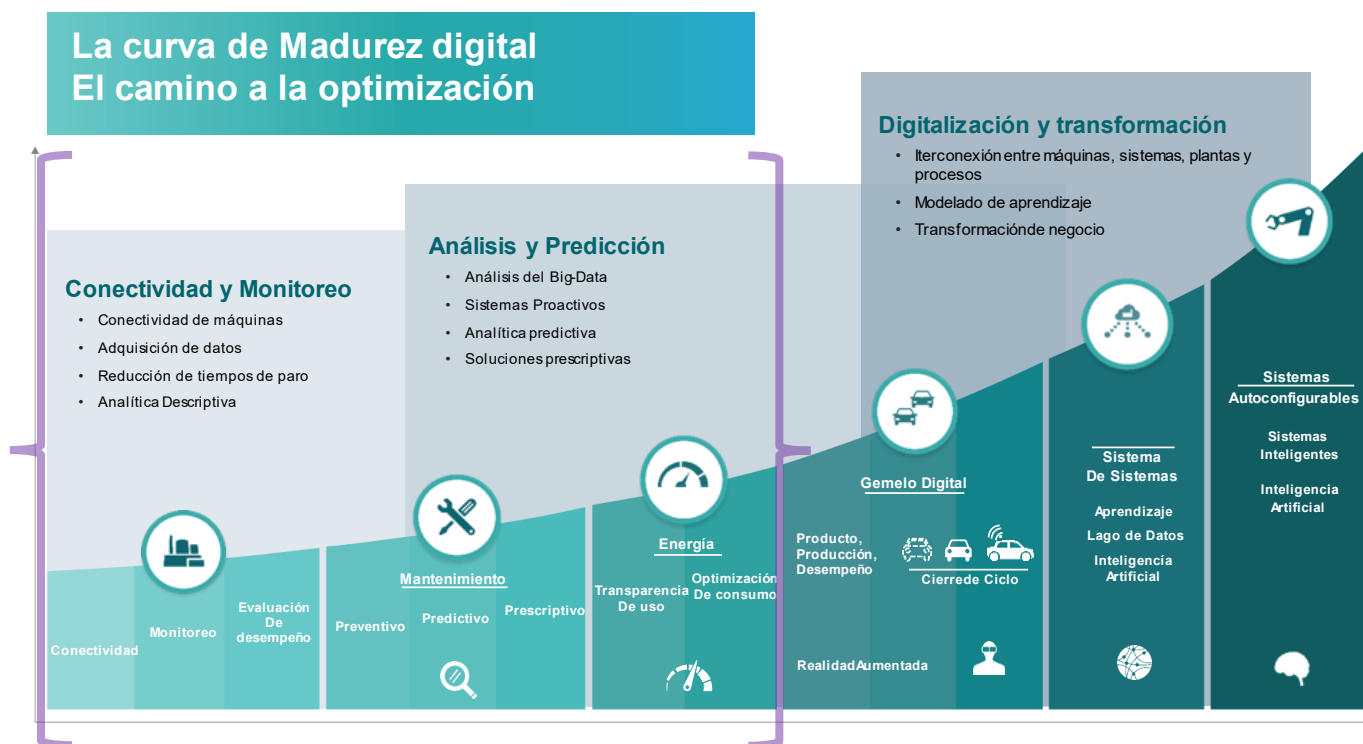
ROMPIENDO UN PARADIGMA

La motivación de esta Tesis es lograr hacer visible las ventajas que pueden alcanzar las industrias al alcanzar los mas altos niveles de Transformación digital. Es un proceso lento que implica varios pasos y un gran cambio no solo en cuanto a tecnología aplicada sino también en la forma de pensar de los distintos recursos humanos que forman parte de las

industrias. Al romper con los paradigmas antiguos se quiebra una relacion importante de apego y costumbre de realizar las tareas con los métodos que se venian utilizando, este quiebre rompe con la zona de confort de muchas personas y es muy comun observar descontento, resistencia al cambio y a la actualización, miedo de no saber que va a pasar con posterioridad y como va a impactar ese cambio en su vida personal. Es importante destacar que la tecnología no aparecio para reemplazar al sino ayudarlo, agilizar sus procesos, aportar a que sea más fácil su día a día y poder dedicar su tiempo a realizar otro tipo de tareas para las cuales se lo necesita en mayor medida.

A continuación realizo una muestra del camino desde el punto inicial para para lograr alcanzar conectividad en una industria, automatizar los procesos, comenzar a crear las interrelaciones y crear los sistemas interconectados entre si, hasta llegar al punto final del ciclo, en el que se alcanza la Digitalización completa de la industria, en la que todos los sistemas se encuentran integrados el uno con otros y aplicando inteligencia artificial para optimizar los procesos, lograr eficiencia operativa y transparencia de información. En este momento es donde se alcanza la Industria 4.0.

Durante el desarrollo de esta TESIS me voy a enfocar en un punto intermedio de la Transformación digital, en lo que sería el estado de Analisis y Predicción, generando beneficios en desempeño y productividad, mantenimiento y energía.



METODOLOGÍA DE TESIS

Como esta anticipado en mi “Abstract” voy a ir detallando el paso a paso durante la prueba de concepto con el cliente hasta lograr alcanzar una solución que satisfaga sus necesidades y expectativas. Estructuré mi TESIS de acuerdo a las distintas necesidades que fue teniendo el cliente, para finalmente realizar una conclusión final donde se detalle los beneficios de la implementación de esta tecnología y explotación de sus datos.

Herramientas

Para el desarrollo de la Tesis voy a utilizar las aplicaciones y herramientas de soluciones de SIEMENS, que me van a permitir contar con los datos del cliente sobre los cuales voy a trabajar. Los datos se encuentran almacenados dentro de MindSphere, el sistema operativo abierto de IoT, basado en la nube de SIEMENS. En este sistema operativo se encuentran conectados los equipos y sistemas del cliente, en donde podré extraer los datos y convertirlos por medio de distintas aplicaciones de programación y analítica, en información valiosa para cumplir con mi objetivo.

PRUEBA DE CONCEPTO

CONOCIENDO AL CLIENTE

Para realizar la prueba de concepto primero se realizaron multiples reuniones con el cliente para obtener detalles de la infraestructura con la que cuenta y entender su necesidad y problema para lograr enforarnos en el.

Relevamiento 1: El cliente y su planta

La industria sobre la cual se va a realizar la prueba de concepto es una terminal de embarque y faja transportadora tabular para concentrados de minerales. Tiene la finalidad de transportar y embarcar concentrados de minerales desde los almacenes existentes desde el puerto hacia los barcos para su posterior traslado marítimo.

Actualmente la empresa tiene las siguientes instalaciones:



Open Access

Punto de recepción de los concentrados en los almacenes. Es el punto de inicio y recepción del sistema de transporte y embarque de concentrados, capacidad 2.000 tmph.



Faja Tabular

Longitud 3,134 km. Dámetro: 40 cm. Capacidad 2000 mtpH.



Torre de Transferencia

Estructura reticulada de acero sobre pilotes también de acero, arriostrados con vigas de concreto



Faja Tripper

Es una faja abarquillada de 1.2 m de ancho ubicada dentro de una galería que recorre longitudinalmente el muelle (aprox. 400 m), abastece al cargador de barcos a una velocidad de hasta 5 m/s)



Muelle de Embarque

Estructura de concreto armado de 220 metros de largo por 21 metros de ancho, construida sobre pilotes tubulares de acero

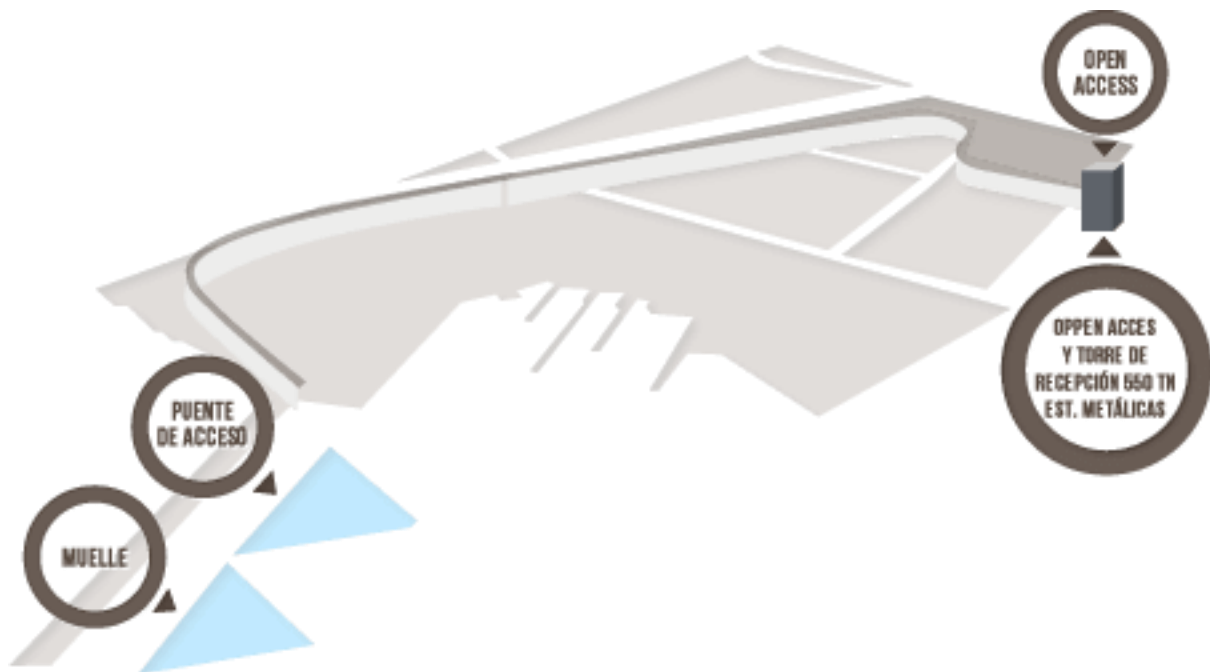


Shiploader

Equipo especializado que recibe el material desde la faja tripper y lo carga en la bodega de los barcos. La pluma del shiploader puede izarse hasta la posición casi vertical para no interferir con la llegada de los carcos. Asimismo cuenta con una oquilla giratoria que permite realizar el trimado de la bodega durante la carga. Puede desplazarse en dos ejes durante el llenado a fin de garantizar la continuidad de la operación y la homogeneidad del llenado a una velocidad de hasta 2000 tn/hr.

Para entender como estan distribuidas las instalaciones, agrego el recorrido donde se puede apreciar el recorrido de las fajas motrices y los distintos puntos sobre los que son transportadas las mercaderías desde el punto Open Access hasta el Shiploader.

Imagen 1



Con esta gráfica podemos ver como es la estructura de la planta y como se encuentran distribuidos los distintos puntos de interés para nosotros, necesarios a la hora de ofrecer una propuesta de conectividad y toma de dato por medios de distintos sensores IIoT.

Relevamiento 2: El problema y la necesidad

Durante los primeros encuentros que se dieron fueron surgiendo diferentes oportunidades y necesidades que el cliente necesitaba satisfacer, distintos puntos débiles que

iban detectando a medida que nos contaban la ejecución de sus procesos, controles, y verificaciones que realizan sobre sus máquinas. Estos puntos débiles eran sobre los que debíamos trabajar para asegurar el funcionamiento continuo de su máquina. Decidieron de esta forma, dividir en tres grandes etapas lo que sería la optimización de su industria.

Resumiendo las principales problemáticas a las que les dieron prioridad para comenzar con todo el proceso, fueron los siguientes puntos ordenados de acuerdo a los niveles de importancia y preferencia por parte de ellos:

ETAPA 1: Monitoreo de Variables Principales

1. No hay visibilidad sobre el rendimiento de los motores, engranajes y transmisiones. No cuentan con un monitoreo de los indicadores y las métricas para evaluar el correcto funcionamiento de sus máquinas, no pueden visualizar donde hay posibilidad de puntos de mejora. No están pudiendo ver donde tienen que enfocarse para mejorar su planta, donde se están produciendo los mayores gastos evitables.
2. Hay tiempos de inactividad inesperados de la planta debido a fallas en el tren de transmisión.
3. Reemplazos no eficientes de repuestos. Se reemplazan partes que no son las correctas debido a que no pueden detectar correctamente de donde surge el problema. No hay un control riguroso del estado de las máquinas.
4. Alto costo de mantenimiento. Se realizan mantenimientos tardíos, cuando ya las condiciones de las máquinas requieren repuestos y re acondicionamientos caros, sumado a la necesidad en muchos de los casos de tener que parar la planta para poder solucionarlo.

Para el cumplimiento de las expectativas del cliente detallados en estos puntos, requiere un foco en el monitoreo de las principales variables para su negocio. Posteriormente, para una segunda los puntos a mejorar se encuentran dirigidos al rendimiento y productividad:

ETAPA 2: Conocimiento y transparencia del rendimiento

1. Consideran que no están logrando alcanzar una producción óptima.
2. No logran visualizar los indicadores clave de rendimiento.
3. Falta de eficiencia general de su planta (OEE), teniendo en cuenta las diferentes variables que componen el indicador de eficiencia, calidad, disponibilidad y rendimiento.

4. Reacción lenta de los empleados a los retrasos y paradas de las máquinas. La posibilidad de lograr anticiparse a los estados mas criticos de las máquinarias y tener la posibilidad de contar con la información disponible cuando se la requiera.

Con Monitoreo de sus variables y logrando generar distintos indicadores de eficiencia operativa de sus máquinas, el cliente buscaría poder pasar a una tercer etapa en la que podría centrarse en la posibilidad de lograr Eficiencia en el consumo electrico, lo que le daría la posibilidad de optimizar sus consumos y de esta forma disminuir costos. A su vez, la posibilidad de mantener metricas importantes en cuanto a responsabilidad empresarial como ser el consumo de la huella de carbono.

ETAPA 3: Transparencia y eficiencia en el consumo de Energía

1. Imposibilidad de detectar excesos y desaprovechamiento de energia.
2. No pueden detectar zonas de consumos en excesos.
3. No tienen visualización para controlar el consumo de la huella de carbono.

LA SOLUCIÓN

Luego del análisis de la información suministrada por el cliente de su planta y expectativas, se realiza el relevamiento presencial en donde se ven las posibilidades reales para realizar las conexiones de los distintos dispositivos para la correcta toma de datos. Se llegó a la determinación de las partes de que la solución se realizaría en cloud, para asegurar su disponibilidad continua independientemente del lugar en donde se encuentre, pudiendo acceder a ella en cualquier momento desde cualquier dispositivo, lo que permitiría que los empleados cuenten con la información disponible de forma oportuna cuando fuera requerida. Para la toma de los datos se decidió conectar por medio de distintos dispositivos IIoT las tres líneas motrices principales para la ejecución de sus procesos. Para cada línea motriz se van a tomar datos desde dos activos distintos, por un lado, el motor reductor de cada línea, y por otro lado, la información del variador de velocidad o drive también de cada una de ellas.

Un motor reductor es una máquina que combina un motor junto a un reductor de velocidad con control automático, estos dos activos descriptos anteriormente se conectaron de forma separada para realizar una toma de datos con mayor detalle. Una de las características más destacadas de los motor reductores es que no genera un gasto elevado de energía, por lo que resulta ser el ideal para implementarlo en grandes industrias que requieren de procesos diarios. El torque es una parte fundamental de estos motores, aportando fuerza y accionando

el equipo para que gire a una velocidad determinada, por lo cual las variables de la velocidad (RPM), potencia (kW) y fuerza (kN.m) que tome son variables fundamentales para el sistema.

De esta manera se comenzó a realizar la toma de datos y generar la Big Data necesaria para pasar a una segunda etapa. En esta etapa, el cliente conto con la posibilidad de realizar un monitoreo de sus variables y darle un seguimiento continuo de estado general de su planta. La intención era que pudiera visualizar los distintos movimientos de sus datos, visualizar los rendimientos de sus motores, engranajes y transmisores, detectar los momentos de paradas y evaluar los distintos motivos para lograr tener un mejor control, visualización e información generando la Big Data necesaria para poder pasar a la siguiente etapa da análisis que le permitiría explotar sus datos.

EXPLORACIÓN DE DATOS

Los Datos

Centrándome en el almacenamiento de datos recolectados por el cliente, actualmente se poseen una Big Data proveniente de tres sistemas motrices con miles de datos históricos desde diciembre 2019 hasta la fecha de análisis, en intervalos de tiempos de entre 15 a 30 segundos dependiendo la variable. Para cada uno de los sistemas motrices se encuentra conectado un tipo de activo Motor y por otro lado un activo Variador (drive).

Los datos recolectados con los que se van a trabajar son los detallados a continuación:

Imagen 1

SISTEMA MOTRIZ 1 - TUBULAR			
ASSET	DESCRIPCIÓN	NOMENCLATURA	VARIABLE
Variador	Line corriente	A	Amperios
	Line voltaje	V	Voltios
	Corriente DC	A	Amperios
	Potencia	kW	Watts
	Voltaje	V	Voltios
	Velocidad	RPM	Revoluciones por minuto
	Corriente	A	Amperios
	Torque	kN.m	Newton por metro
	Temperatura Drive	°C	Celsius
	Horometro general	H	Horas
Motor - Reductor	Temperatura Bobinado U (Motor)	°C	Celsius
	Temperatura Bobinado V (Motor)	°C	Celsius
	Temperatura Bobinado W (Motor)	°C	Celsius
	Temperatura cojinete lado libre	°C	Celsius
	Temperatura cojinete lado reductor	°C	Celsius
	Vibración cojinete lado reductor	mm/s	Milimetro por segundo
	Ultrasonido rodamiento lado polea	dBm	Decibelio-milivatio
	Ultrasonido rodamiento lado motor	dBm	Decibelio-milivatio
	Temperatura Reductor	°C	Celsius
	Vibración de polea de cola 1	mm/s	Milimetro por segundo
Vibración de polea de cola 2	mm/s	Milimetro por segundo	

Imagen 2

SISTEMA MOTRIZ 2 - TUBULAR			
ASSET	DESCRIPCIÓN	NOMENCLATURA	VARIABLE
Variador	Line corriente	A	Amperios
	Line voltaje	V	Voltios
	Corriente DC	A	Amperios
	Potencia	kW	Watts
	Voltaje	V	Voltios
	Velocidad	RPM	Revoluciones por minuto
	Corriente	A	Amperios
	Torque	kN.m	Newton por metro
	Temperatura Drive	°C	Celsius
Motor - Reductor	Temperatura Bobinado U (Motor)	°C	Celsius
	Temperatura Bobinado V (Motor)	°C	Celsius
	Temperatura Bobinado W (Motor)	°C	Celsius
	Temperatura cojinete lado libre	°C	Celsius
	Temperatura cojinete lado reductor	°C	Celsius
	Vibración cojinete lado reductor	mm/s	Milimetro por segundo
	Ultrasonido rodamiento lado polea	dBm	Decibelio-milivatio
	Ultrasonido rodamiento lado motor	dBm	Decibelio-milivatio
	Temperatura Reductor	°C	Celsius
	Vibración de polea motriz 1	mm/s	Milimetro por segundo
Vibración de polea de desvio 1	mm/s	Milimetro por segundo	

Imagen 3

SISTEMA MOTRIZ 3 - TUBULAR			
ASSET	DESCRIPCIÓN	NOMENCLATURA	VARIABLE
Variador	Line corriente	A	Amperios
	Line voltaje	V	Voltios
	Corriente DC	A	Amperios
	Potencia	kW	Watts
	Voltaje	V	Voltios
	Velocidad	RPM	Revoluciones por minuto
	Corriente	A	Amperios
	Torque	kN.m	Newton por metro
	Temperatura Drive	°C	Celsius
Motor - Reductor	Temperatura Bobinado U (Motor)	°C	Celsius
	Temperatura Bobinado V (Motor)	°C	Celsius
	Temperatura Bobinado W (Motor)	°C	Celsius
	Temperatura cojinete lado libre	°C	Celsius
	Temperatura cojinete lado reductor	°C	Celsius
	Vibración cojinete lado reductor	mm/s	Milimetro por segundo
	Ultrasonido rodamiento lado polea	dBm	Decibelio-milivatio
	Ultrasonido rodamiento lado motor	dBm	Decibelio-milivatio
	Temperatura Reductor	°C	Celsius
	Vibración de polea motriz 1	mm/s	Milimetro por segundo
Vibración de polea de desvio 1	mm/s	Milimetro por segundo	

En cada variador se observan las 3 variables principales mencionadas en el apartado anterior de “LA SOLUCION” (pág. 19) en donde se mencionaba que considerando la estructura de la planta esa variable comienza a tomar importancia para lo que es la operatoria de las líneas motrices con las que cuenta el accionar de la planta. Otras variables a destacar son las temperatura, el ultrasonido y la vibración de los motores reductores ya que son variables importantes para considerar su correcto funcionamiento y deterioro a lo largo del tiempo, estas variables en exceso y fuera de los rangos normales provocan un deterioro

En este caso los datos corresponden a los del Motor Reductor del Sistema Tabular 1 (Imagen 1) con el detalle de todas las variables sobre las que se están tomando datos organizados entre comas.

SISTEMA MOTRIZ 1 - TUBULAR			
ASSET	DESCRIPCIÓN	NOMENCLATURA	VARIABLE
Motor - Reductor	Temperatura Bobinado U (Motor)	°C	Celsius
	Temperatura Bobinado V (Motor)	°C	Celsius
	Temperatura Bobinado W (Motor)	°C	Celsius
	Temperatura cojinete lado libre	°C	Celsius
	Temperatura cojinete lado reductor	°C	Celsius
	Vibración cojinete lado reductor	mm/s	Milimetro por segundo
	Ultrasonido rodamiento lado polea	dBm	Decibelio-milivatio
	Ultrasonido rodamiento lado motor	dBm	Decibelio-milivatio
	Temperatura Reductor	°C	Celsius
	Vibración de polea de cola 1	mm/s	Milimetro por segundo
	Vibración de polea de cola 2	mm/s	Milimetro por segundo

En cada una de las filas se puede observar una nueva captura de dato, o lo que se suele llamar registros.

Cuadro de Valores Máximos de las variables.

Se realizo con el cliente un cuadro detalle en el que se presentan los limites máximos que pueden obtener las variables, se determinaron en niveles de Peligro y de Alarma según la intensidad de alerta que se debe tener para cada variable. Cuando una de las variables excede el rango establecido, se debe actuar automáticamente acciones preventivas o correctivas para evitar un daño superior.

SISTEMA MOTRIZ 1,2,3 - FAJA TUBULAR									
ACTIVO	DESCRIPCIÓN	NOMENCLATURA	VARIABLE	LIMITES					
				Warning	Notification text		Alert	Notification text	
VARIADOR	Potencia	kW	Watts	>=580	Alarma Sobre-Potencia Motor 1 Faja Tubular		>=644	Alerta Sobre-Potencia Motor 1 Faja Tubular	
	Corriente	A	Amperios	>=918	Alarma Sobre-Corriente Motor 1 Faja Tubular		>=1020	Alerta Sobre-Corriente Motor 1 Faja Tubular	
Motor - Reductor	Temperatura Bobinado U	°C	Celsius	>=130	Alarma Sobre-Temperatura Bobinado U Motor 1 Faja Tubular		>=140	Alerta Sobre-Temperatura Bobinado U Motor 1 Faja Tubular	
	Temperatura Bobinado V	°C	Celsius	>=130	Alarma Sobre-Temperatura Bobinado V Motor 1 Faja Tubular		>=140	Alerta Sobre-Temperatura Bobinado V Motor 1 Faja Tubular	
	Temperatura Bobinado W	°C	Celsius	>=130	Alarma Sobre-Temperatura Bobinado W Motor 1 Faja Tubular		>=140	Alerta Sobre-Temperatura Bobinado W Motor 1 Faja Tubular	
	Temperatura cojinete lado libre - Motor	°C	Celsius	>=100	Alarma Sobre-Temperatura cojinete lado libre Motor 1 Faja Tubular		>=110	Alerta Sobre-Temperatura cojinete lado libre Motor 1 Faja Tubular	
	Temperatura cojinete lado reductor - Motor	°C	Celsius	>=100	Alarma Sobre-Temperatura cojinete lado reductor Motor 1 Faja Tubular		>=110	Alerta Sobre-Temperatura cojinete lado reductor Motor 1 Faja Tubular	
	Vibración cojinete lado reductor - Motor	mm/s	Milimetro por segundo	>=3.5	Alarma Sobre-Vibración cojinete lado reductor-Motor 1 Faja Tubular		>=7.1	Alerta Sobre-Vibración cojinete lado reductor-Motor 1 Faja Tubular	
	Ultrasonido rodamiento lado polea - Reductor	dBm	Decibelio-milivatio	>=21	Alarma Sobre-Ultrasonido rodamiento lado polea-Reductor 1 Faja Tubular		>=35	Alerta Sobre-Ultrasonido rodamiento lado polea-Reductor 1 Faja Tubular	
	Ultrasonido rodamiento lado motor - Reductor	dBm	Decibelio-milivatio	>=21	Alarma Sobre-Ultrasonido rodamiento lado polea-Reductor 1 Faja Tubular		>=35	Alerta Sobre-Ultrasonido rodamiento lado polea-Reductor 1 Faja Tubular	
	Temperatura Reductor	°C	Celsius	>=95	Alarma Sobre-Temperatura Reductor 1 Faja Tubular		>=105	Alerta Sobre-Temperatura Reductor 1 Faja Tubular	

En el cuadro de a continuación, se decidió setear un valor de advertencia vs el valor nominal de cada una de las variables,

SISTEMA MOTRIZ 1 - TUBULAR					
ASSET	DESCRIPCIÓN	NOMENCLATURA	VARIABLE	VALOR NOMINAL	VALOR SETEADO
Variador	Line corriente	A	Amperios		
	Line voltaje	V	Voltios		
	Corriente DC	A	Amperios		
	Potencia	kW	Watts	644	579,6
	Voltaje	V	Voltios		
	Velocidad	RPM	Revoluciones por minuto		
	Corriente	A	Amperios	1020	918
	Torque	kN.m	Newton por metro	99	89,1
	Temperatura Drive	°C	Celsius		
	Horometro general	H	Horas		
Motor - Reductor	Temperatura Bobinado U (Motor)	°C	Celsius	130	110,5
	Temperatura Bobinado V (Motor)	°C	Celsius	130	110,5
	Temperatura Bobinado W (Motor)	°C	Celsius	130	110,5
	Temperatura cojinete lado libre	°C	Celsius	80	72
	Temperatura cojinete lado reductor	°C	Celsius	75	67,5
	Vibración cojinete lado reductor	mm/s	Milimetro por segundo	5	4
	Ultrasonido rodamiento lado polea	dBm	Decibelio-milivatio	15	12
	Ultrasonido rodamiento lado motor	dBm	Decibelio-milivatio	15	12
	Temperatura Reductor	°C	Celsius	95	90,25
	Vibración de polea de cola 1	mm/s	Milimetro por segundo	5	4
Vibración de polea de cola 2	mm/s	Milimetro por segundo	5	4	
SISTEMA MOTRIZ 2 - TUBULAR					
ASSET	DESCRIPCIÓN	NOMENCLATURA	VARIABLE	VALOR NOMINAL	VALOR SETEADO
Variador	Line corriente	A	Amperios		
	Line voltaje	V	Voltios		
	Corriente DC	A	Amperios		
	Potencia	kW	Watts	644	579,6
	Voltaje	V	Voltios		
	Velocidad	RPM	Revoluciones por minuto		
	Corriente	A	Amperios	1020	918
	Torque	kN.m	Newton por metro	99	89,1
	Temperatura Drive	°C	Celsius		
	Motor - Reductor	Temperatura Bobinado U (Motor)	°C	Celsius	130
Temperatura Bobinado V (Motor)		°C	Celsius	130	104
Temperatura Bobinado W (Motor)		°C	Celsius	130	104
Temperatura cojinete lado libre		°C	Celsius	80	72
Temperatura cojinete lado reductor		°C	Celsius	75	67,5
Vibración cojinete lado reductor		mm/s	Milimetro por segundo	3	2,4
Ultrasonido rodamiento lado polea		dBm	Decibelio-milivatio	15	12
Ultrasonido rodamiento lado motor		dBm	Decibelio-milivatio	15	12
Temperatura Reductor		°C	Celsius	95	90,25
Vibración de polea motriz 1		mm/s	Milimetro por segundo	3	2,4
Vibración de polea de desvío 1	mm/s	Milimetro por segundo	3	2,4	
SISTEMA MOTRIZ 3 - TUBULAR					
ASSET	DESCRIPCIÓN	NOMENCLATURA	VARIABLE	VALOR NOMINAL	VALOR SETEADO
Variador	Line corriente	A	Amperios		
	Line voltaje	V	Voltios		
	Corriente DC	A	Amperios		
	Potencia	kW	Watts	644	579,6
	Voltaje	V	Voltios		
	Velocidad	RPM	Revoluciones por minuto		
	Corriente	A	Amperios	1020	918
	Torque	kN.m	Newton por metro	99	89,1
	Temperatura Drive	°C	Celsius		
	Motor - Reductor	Temperatura Bobinado U (Motor)	°C	Celsius	130
Temperatura Bobinado V (Motor)		°C	Celsius	130	110,5
Temperatura Bobinado W (Motor)		°C	Celsius	130	110,5
Temperatura cojinete lado libre		°C	Celsius	80	72
Temperatura cojinete lado reductor		°C	Celsius	75	67,5
Vibración cojinete lado reductor		mm/s	Milimetro por segundo	3	2,4
Ultrasonido rodamiento lado polea		dBm	Decibelio-milivatio	15	12
Ultrasonido rodamiento lado motor		dBm	Decibelio-milivatio	15	12
Temperatura Reductor		°C	Celsius	95	90,25
Vibración de polea motriz 1		mm/s	Milimetro por segundo	3	2,4
Vibración de polea de desvío 1	mm/s	Milimetro por segundo	3	2,4	

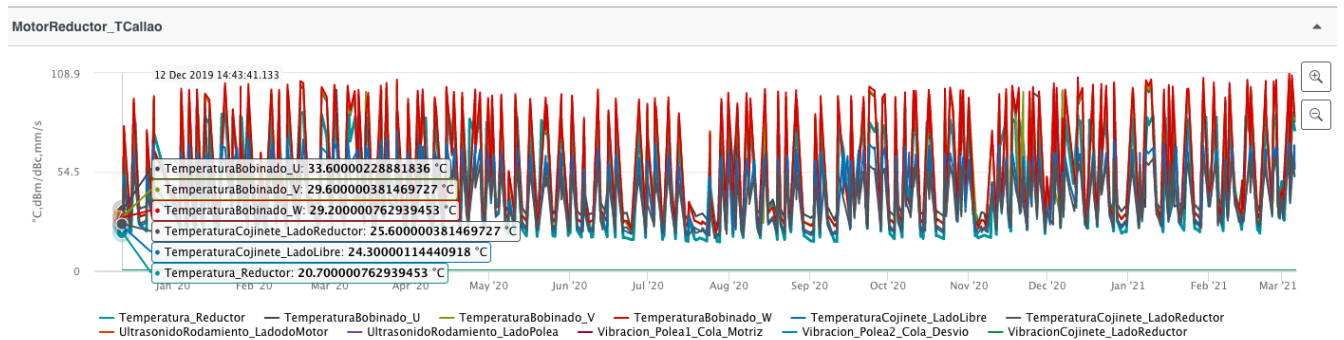
ETAPA 1: MONITOREO DE PRINCIPALES VARIABLES

Para el análisis voy a evaluar los datos con los que cuenta la empresa al día de hoy, durante el transcurso del año si bien no contaban con una base de datos suficientemente grande como para realizar estadísticas y análisis mas profundos, podían ir monitoreando el día a día de su planta, pudiendo llevar un control más específico y estricto que lo que lo hacían anteriormente sin llevar registro de lo que estaba pasando en sus máquinas.

Con la historización de los datos podemos observar distintos tipos de gráficos lineales que muestran como se fueron moviendo las distintas variables analizadas a lo largo del tiempo. Enfocándose individualmente en cada uno de los sistemas motrices, se puede observar la siguiente información:

1 – SistemaMotriz_1 / MOTOR REDUCTOR

Imagen 5 - Rango de datos Diciembre 2019 – Marzo 2021

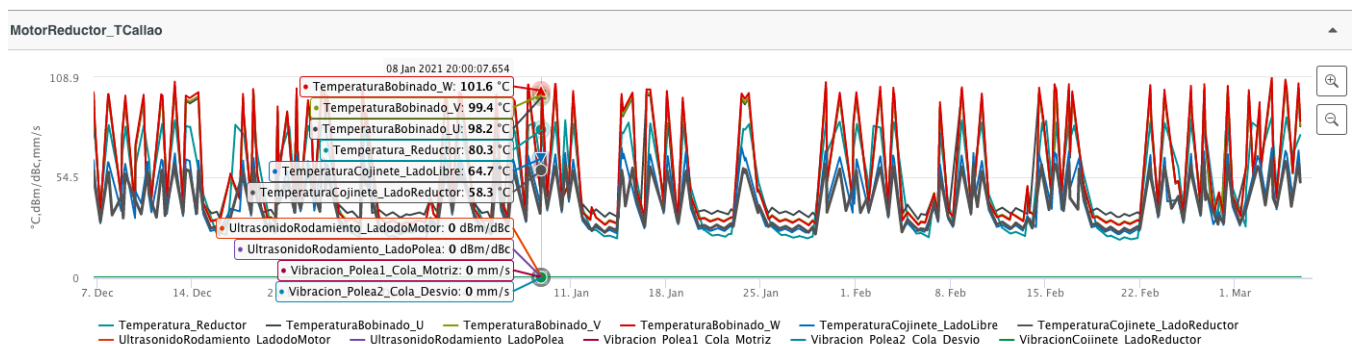


En esta imagen se pueden visualizar como se fueron moviendo las variables a lo largo de todo el rango de tiempo analizado, es la vista completa de como fueron modificando las variables en todos los meses en análisis.

Se puede ver como todas las variables en general mantuvieron un comportamiento similar. No aparecen en la visualización datos atípicos, ni casos extremos fuera de los rangos generales para lo que es la industria y las variables analizadas.

En un rango de tiempo inferior, en este caso mostrado a continuación los últimos 90 días, se puede ver más claramente esta tendencia de mantener un comportamiento similar.

Imagen 6 - Rango de datos Últimos 90 días

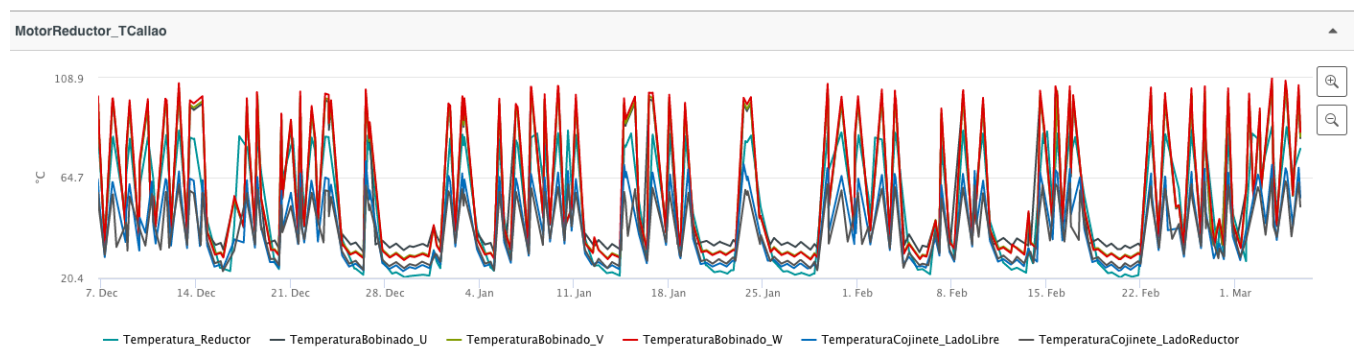


Un detalle que se puede observar en este caso es que solo se obtuvieron datos de las variables que toman información sobre la temperatura, y por esa razón se debe a que todos

los movimientos de las funciones se mantienen con un comportamiento similar, las variables que toman valores de vibración y frecuencia de ultrasonido se encuentran en cero para el caso del SistemaMotriz_1 Motor Reductor. Este sería un punto a tener en cuenta a la hora de realizar los análisis mas detallados.

Al filtrar la información de las variables que se encuentran en cero podemos tener aún información más clara comparando solo aquellas variables que se encuentran medidas en C°.

Imagen 7 - Rango de datos Últimos 90 días



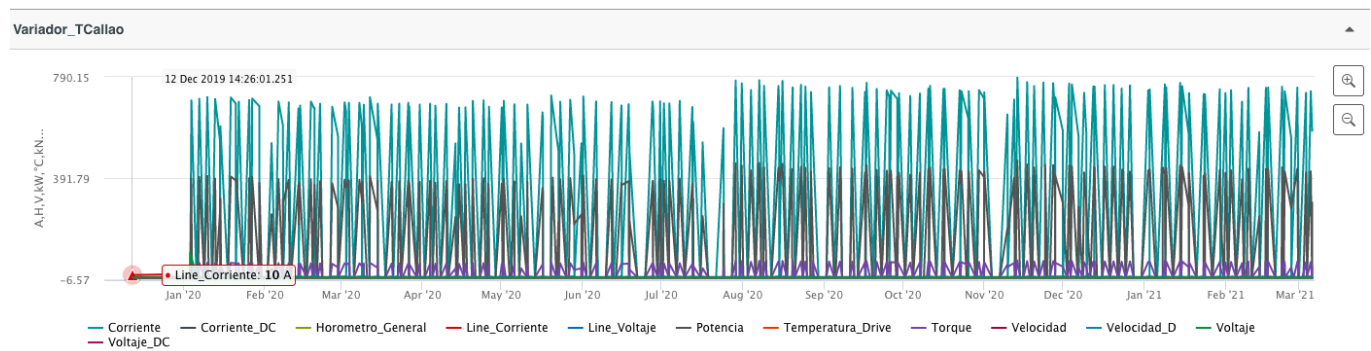
Se puede apreciar de la misma forma el comportamiento similar de las temperaturas tanto del motor reductor, bobinado y cojinete. Se puede suponer que si todas las temperaturas se están moviendo de formas similares, según el momento de la operativa, son señales de que en este aspecto los procesos están funcionando correctamente.

Por otro lado, las temperaturas máximas alcanzadas son de 108° C lo que significa que las variables no están presentando valores peligrosos para el desempeño del motor ni la planta.

2 – SistemaMotriz_1 / VARIADOR

Un variador es un dispositivo especial industrial que controla la velocidad rotacional de un motor regulando la frecuencia del voltaje aplicado al motor. Permite el ahorro de energía haciendo que el motor solamente utilice la energía que requiere el proceso de producción. Algunos motores industriales funcionan a velocidades variables, lo que puede ocasionar problemas en el rendimiento y gastos excesivos por el consumo de energía. Una manera de resolver esta falla es controlando de forma precisa la velocidad de los motores sin que esto genere un impacto en el rendimiento. A su vez, estos variadores pueden darme datos e información importante:

Imagen 8 - Rango de datos Diciembre 2019 – Marzo 2021



Como se observa la fuerza con el nombre de torque, velocidad y potencia son indicadores claves necesarios para este tipo de motores y son los variadores de velocidad o drives encargados de regularlos para que lo hagan de la forma más eficiente y óptima posible.

Entrando detalladamente en cada una de estas variables que me suministra el variador vemos el siguiente comportamiento de los datos.

Imagen 9 - Rango de datos Diciembre 2019 – Marzo 2021



Imagen 10 - Rango de datos Diciembre 2019 – Marzo 2021

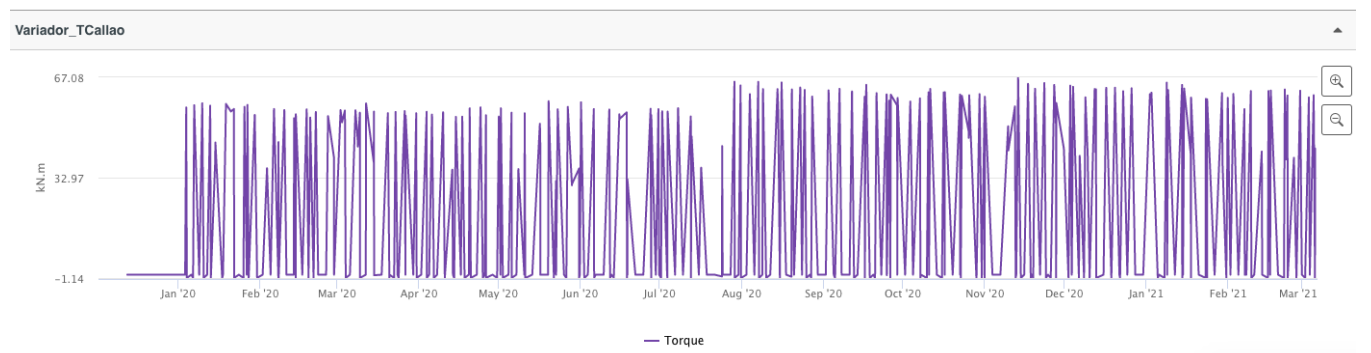
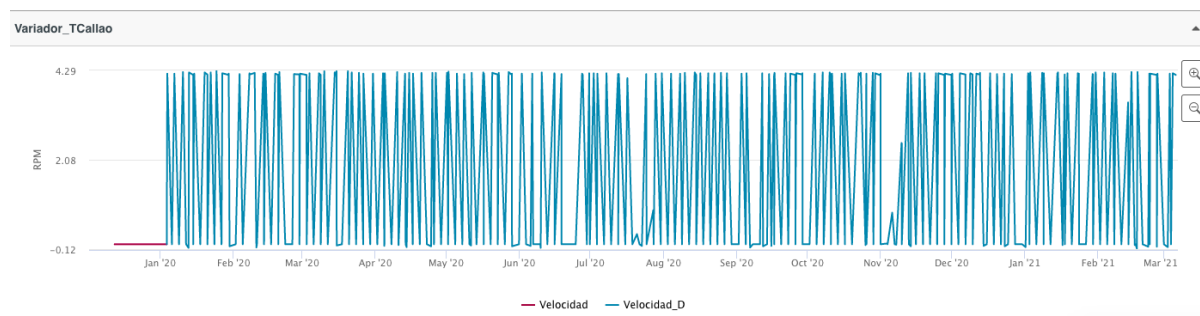


Imagen 11 - Rango de datos Diciembre 2019 – Marzo 2021

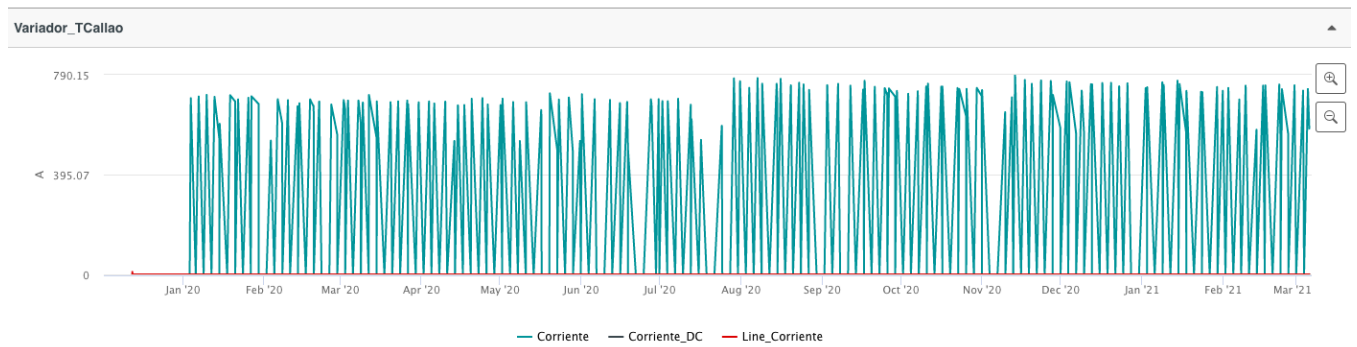


Comparando los 3 gráficos de estas variables se puede notar como el variador esta realizando bien su trabajo y no se observan datos atípicos o que se salten fuera del movimiento normal de los datos, todos se mantienen dentro de los rangos normales. Un punto interesante a mencionar es que en los gráficos de torque y potencia se pueden ver como los movimientos de los datos son prácticamente los mismos en cada momento, las líneas que muestran los comportamientos de cada una de las variables muestran movimientos similares en cada uno de los momentos, incluso en los momentos de bajada de una de las variables se observa lo mismo en la otra. Eso significa que están relacionadas entre si ya que ante la cantidad de torque o fuerza que se le suministra al motor va a ser la potencia con la que va a estar accionando, a menor fuerza, la potencia disminuye. Un motor es posible que se comience a deteriorar cuando al ir subiendo la cantidad de fuerza empleada la potencia se mantiene constante, o dicho de otra forma, se requiere mas fuerza para mantener la misma potencia de los motores. Al sumar el gráfico de la velocidad en el análisis se puede ver que pese a no ser exactamente los mismos movimientos de las curvas, se muestra la misma tendencia descrita anteriormente.

Igual que en el caso de las temperaturas del motor reductor, considerando los máximos deseados para la salud de los sistemas, las tres variables se encuentran dentro de los rangos determinados como fuera de peligro, lo que significa que todo esta funcionando correctamente en condiciones óptimas de funcionamiento.

Torque		kN.m	Newton por metro	99	89,1	
Potencia	KW	Watts	>=580	Alarma Sobre-Potencia Motor 1 Faja Tubular	>=644	Alerta Sobre-Potencia Motor 1 Faja Tubular

Imagen 11 - Rango de datos Diciembre 2019 – Marzo 2021



Otro dato interesante que trae el variador es el uso de la corriente eléctrica, los variadores se encargan de regularizar el uso de la energía permitiendo que los motores utilicen solo la cantidad que se necesita para realizar el proceso, evitando picos de energía variables que deterioran los motores.

De esta forma se observa como el variador esta regularizando el consumo de energía por medio de la variable corriente sin observar picos abruptos sino datos mas bien constantes a lo largo del tiempo. De la misma forma que las variables anteriores la variable de corriente se encuentra dentro de los rangos considerados saludables.

Corriente	A	Amperios	>=918	Alarma Sobre-Corriente Motor 1 Faja Tubular	>=1020	Alerta Sobre-Corriente Motor 1 Faja Tubular
-----------	---	----------	-------	---	--------	---

Imagen 12 - Rango de datos 1 Marzo 2021 – 8 Marzo 2021

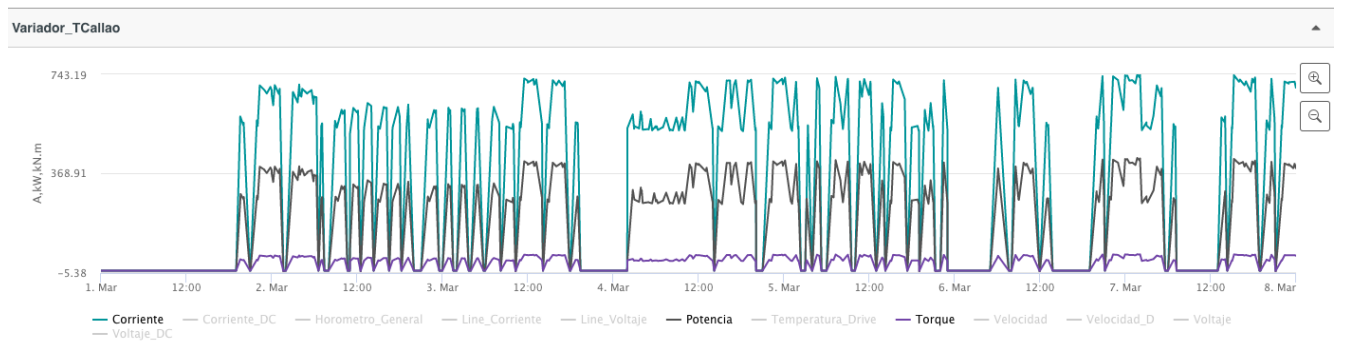
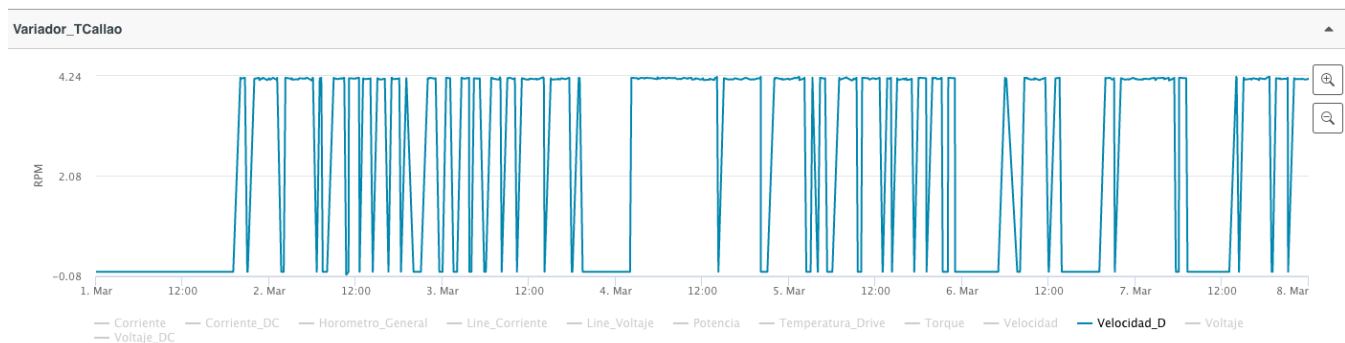


Imagen 12 - Rango de datos 1 Marzo 2021 – 8 Marzo 2021



Al ver un rango de tiempo mas limitado se puede observar de forma más detallada estos movimientos similares descritos anteriormente.

ERRORES

Para este primer sistema motriz analizado, en los datos observador por el lado del motor, las variables relacionadas al ultrasonido y vibración se encuentran en cero, lo que podría ser perjudicial para el análisis posterior. Por otro lado, en cuanto a los datos obtenidos del variador, los correspondientes al voltaje presentan comportamientos raros, los cuales se deben revisar con el cliente. Si bien presentan valores > 0 , se encuentran constantes luego de haber tenido un numero muy alto. Por otro lado las variables de Horómetro y Temperatura se encuentran en cero.

Imagen 13 - Rango de datos Diciembre 2019 – Marzo 2021

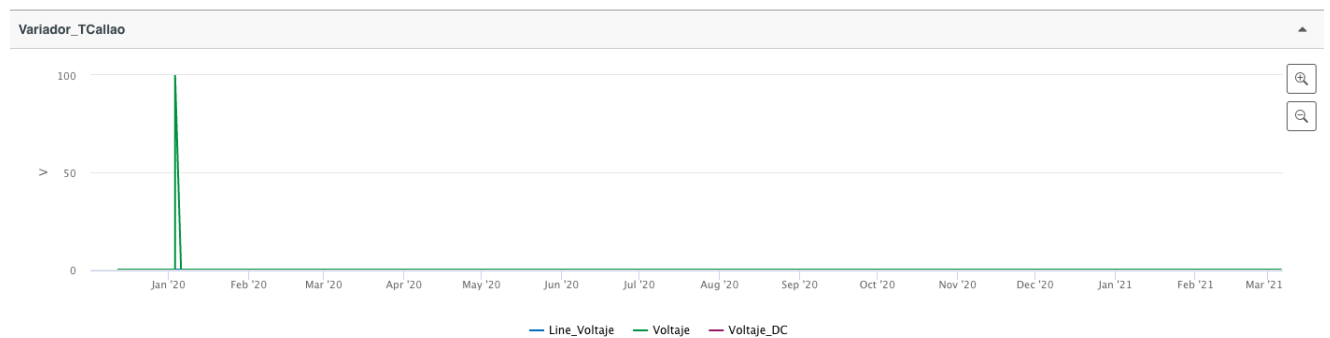
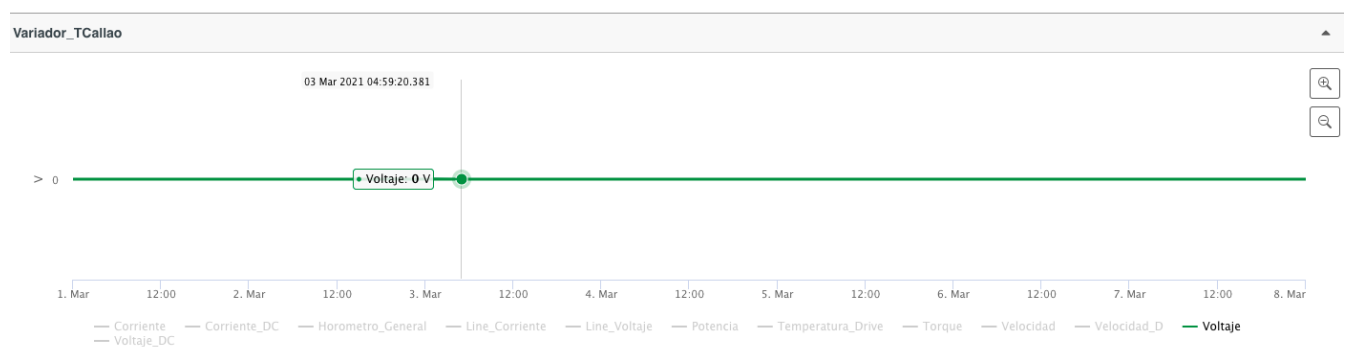


Imagen 14 - Rango de datos Diciembre 2019 – Marzo 2021

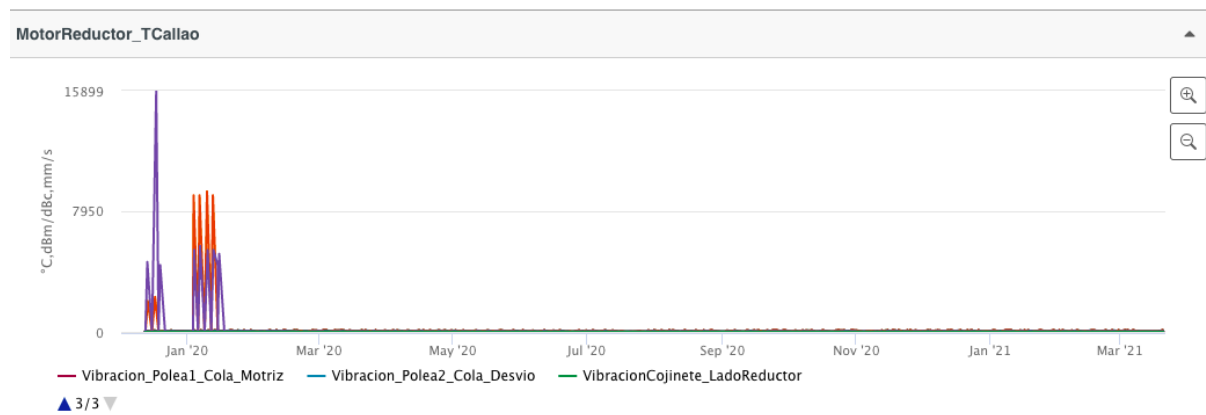


Siguiendo con el mismo análisis que el realizado para el caso anterior, voy a centrarme en el Sistema Motriz 2 para revisar y evaluar como se estuvieron cargando los datos y si se produjo algún acontecimiento que relevante.

3 - Sistema Motriz_2 / MOTOR REDUCTOR

Todas las variables

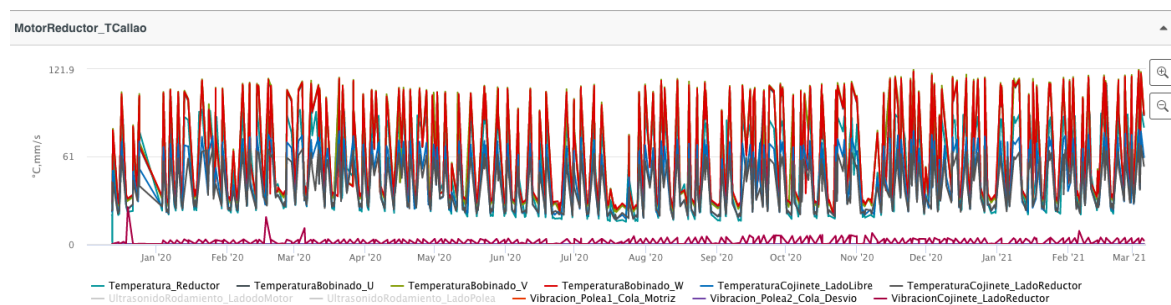
Imagen 15 - Rango de datos Diciembre 2019 – Marzo 2021



En el caso del sistema motriz 2, a diferencia del sistema motriz 1, en la vista de mi gráfico a nivel general de todas las variables provoca una visualización imposible de analizar no por la cantidad de datos dentro del mismo gráfico sino por la existencia de picos altos de algunas de las variables que hace que mis datos se encuentren concentrados en rangos inferiores. Esto se debe por un lado a la existencia de aparentes picos altos en algunas variables fuera de lo normal, y a distintas variables con distintas unidades de medida que no pueden ser comparables entre sí a simple vista.

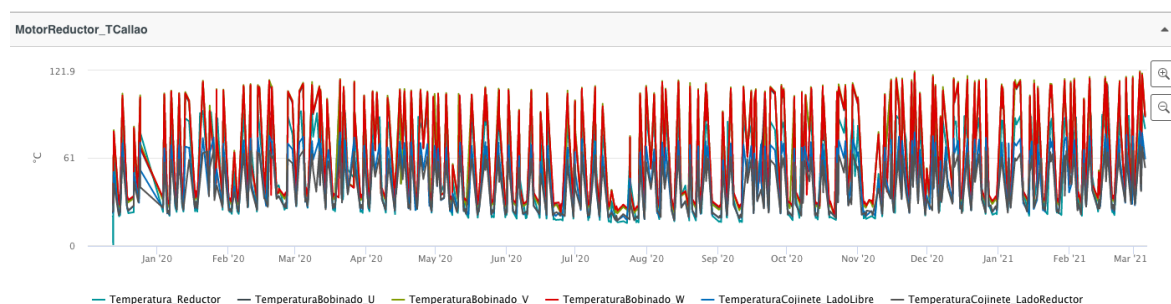
Sacando del análisis las variables de ultrasonido que son estas variables mencionadas que molestan la visualización del gráfico, se puede ver el siguiente comportamiento general.

Imagen 15.bis - Rango de datos Diciembre 2019 – Marzo 2021



Variables de Temperatura

Imagen 16 - Rango de datos Diciembre 2019 – Marzo 2021



Voy a dejar las variables de ultrasonido para más adelante dado que llevaran un análisis superior.

Evaluando y comparando las distintas temperaturas que son tomadas por los sensores, se puede ver como las variaciones son en todo el rango de tiempo dentro de los mismos rangos de medida, no hay grandes picos que llamen la atención, y cada una de las variables de temperatura presenta los mismos movimientos a lo largo del tiempo por lo cual llevaría a pensar que todo estaría en correcto funcionamiento en cuanto a este aspecto en el motor.

Para poder observar si las variables pasan los rangos determinados como saludables debemos entrar en un detalle superior de cada una de las variables
 Filtrando a continuación el gráfico para poder evaluar los rangos de temperaturas máximas de cada una de las variables, se observa que ninguna de las gráficas muestran datos de temperaturas que superan los límites de los rangos determinados como saludables o tolerables.

Temperatura Bobinado U	°C	Celsius	>=130	Alarma Sobre-Temperatura Bobinado U Motor 1 Faja Tubular	>=140	Alerta Sobre-Temperatura Bobinado U Motor 1 Faja Tubular
Temperatura Bobinado V	°C	Celsius	>=130	Alarma Sobre-Temperatura Bobinado V Motor 1 Faja Tubular	>=140	Alerta Sobre-Temperatura Bobinado V Motor 1 Faja Tubular
Temperatura Bobinado W	°C	Celsius	>=130	Alarma Sobre-Temperatura Bobinado W Motor 1 Faja Tubular	>=140	Alerta Sobre-Temperatura Bobinado W Motor 1 Faja Tubular
Temperatura cojinete lado libre - Motor	°C	Celsius	>=100	Alarma Sobre-Temperatura cojinete lado libre Motor 1 Faja Tubular	>=110	Alerta Sobre-Temperatura cojinete lado libre Motor 1 Faja Tubular
Temperatura cojinete lado reductor - Motor	°C	Celsius	>=100	Alarma Sobre-Temperatura cojinete lado reductor Motor 1 Faja Tubular	>=110	Alerta Sobre-Temperatura cojinete lado reductor Motor 1 Faja Tubular

Imagen 16.1 - Rango de datos Diciembre 2019 – Marzo 2021

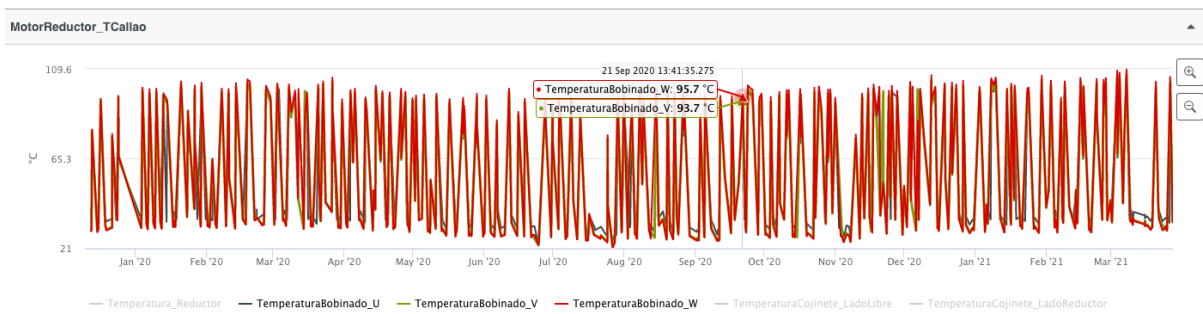


Imagen 16.2 - Rango de datos Diciembre 2019 – Marzo 2021

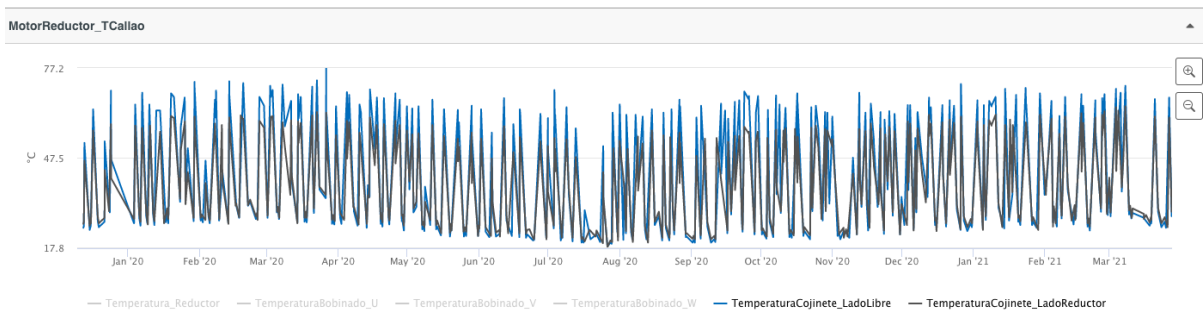
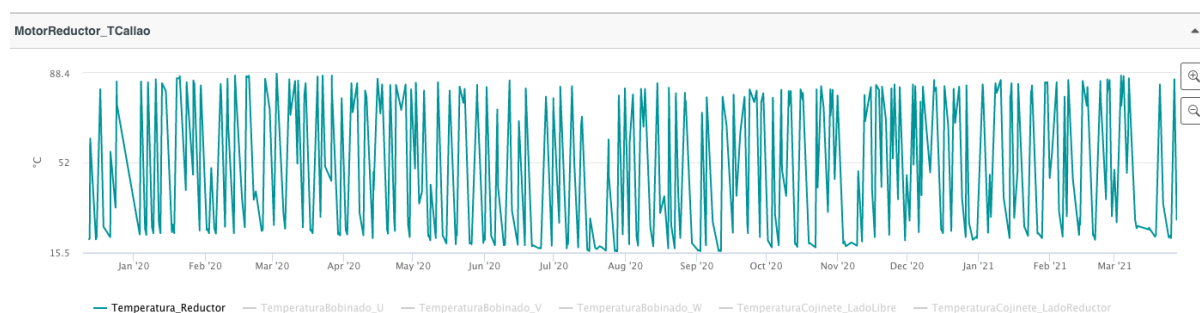
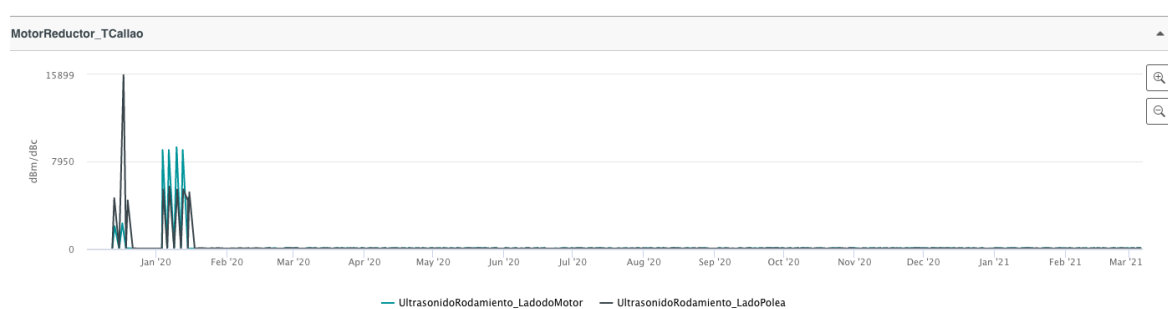


Imagen 16.3 - Rango de datos Diciembre 2019 – Marzo 2021



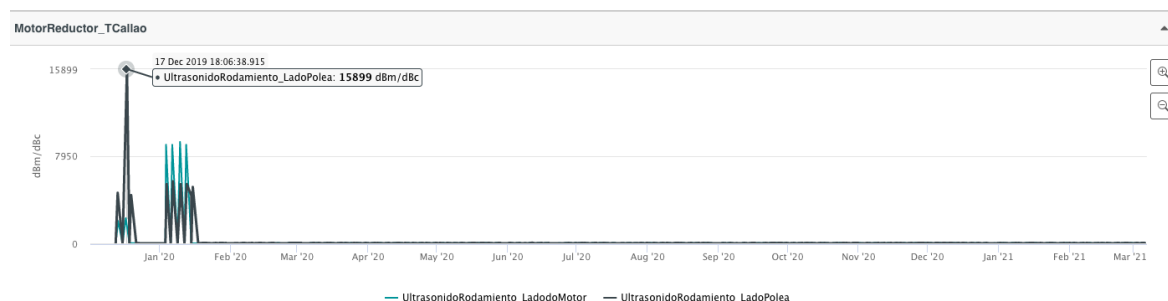
Variables de ultrasonido

Imagen 16- Rango de datos Diciembre 2019 – Marzo 2021



Al evaluar específicamente las variables de ultrasonido llama la atención el comienzo de la toma de los datos, donde se presentan unos picos y uno movimientos de las variables en números de dBm/dBc altos en comparación a como se mantuvo luego a lo largo del tiempo, lo que podría significar que pudo haber sido un problema en el motor que luego al ser detectado fue solucionado correctamente ya que no volvió a implicar niveles altos de estas variables de ultrasonido.

Imagen 17 - Rango de datos Diciembre 2019 – Marzo 2021



En esta imagen se comparan las dos variables de ultrasonido, el pico más alto lo presenta la variable de ultrasonido de rodamiento en el lado polea, el mayor pico se presentó el 17 de Diciembre del 2019 llegando a 15899 dBm/dBc lo que supera por muchos desibeles a los máximos tolerables para el sistema motriz.

Ultrasonido rodamiento lado polea - Reductor	dBm	Decibelio-milivatio	>=21	Alarma Sobre-Ultrasonido rodamiento lado polea- Reductor 1 Faja Tubular	>=35	Alerta Sobre-Ultrasonido rodamiento lado polea-Reductor 1 Faja Tubular
Ultrasonido rodamiento lado motor - Reductor	dBm	Decibelio-milivatio	>=21	Alarma Sobre-Ultrasonido rodamiento lado polea- Reductor 1 Faja Tubular	>=35	Alerta Sobre-Ultrasonido rodamiento lado polea-Reductor 1 Faja Tubular

Imagen 18 - Rango de datos Diciembre 2019 – Marzo 2021

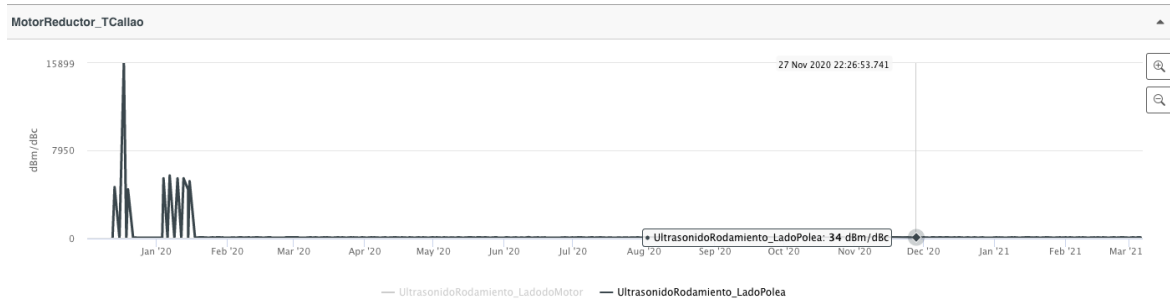


Imagen 19 – Rango de datos Diciembre 2019 – Marzo 2021

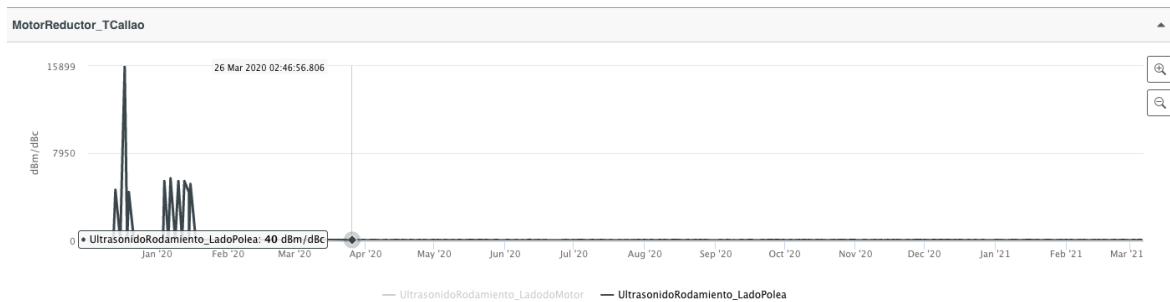


Imagen 20 - Rango de datos Diciembre 2019 – Marzo 2021

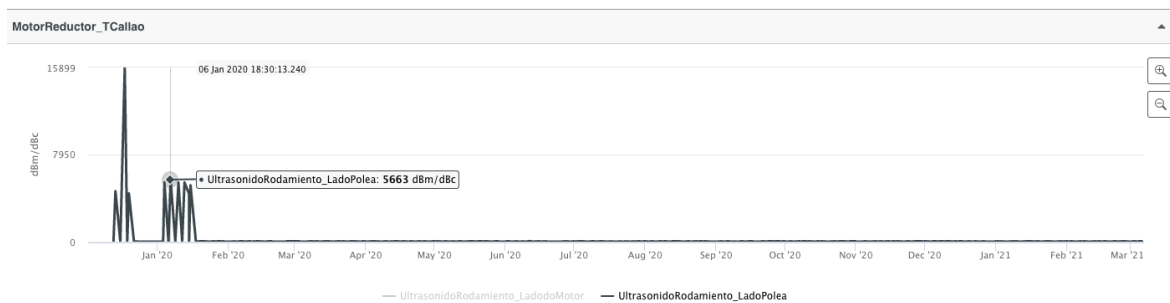
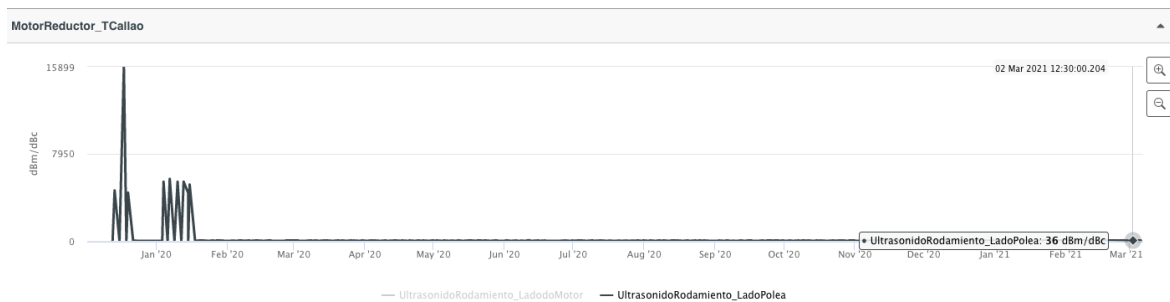


Imagen 21 - Rango de datos Diciembre 2019 – Marzo 2021



Al revisar las últimas 4 imágenes se observa como la variable de ultrasonido del lado polea luego de presentar ese pico máximo disminuyó abruptamente para luego presentar otro

momento de picos pronunciados durante los primeros días de Enero, se presentaron niveles altos y finalmente a finales del mismo se estabilizo en los niveles bajos de entre 30 y 40 dBm/dBc, tendencia que se ve reflejada también en estos días últimos de análisis en la fecha de 2 de Marzo 2021 que se presentan valores de 36 dBm/dBc. Estos últimos valores si bien continuan siendo altos y pondrían en estado de alerta a los empleados de la planta, no son exedidamente altos y dependiendo de la operatoria del día a la que se vio expuesto el sistema motriz, podría pasar a problemas mayores. En la práctica, habría que prestar atencion en grado de peligro a partir de un rango superior a 35 como alerta, y tomar mediadas pereventivas cuando supere los 40.

Tendencia similar se puede observar en las mediciones del ultrasonido Lado motor.

Imagen 22 - Rango de datos Diciembre 2019 – Marzo 2021

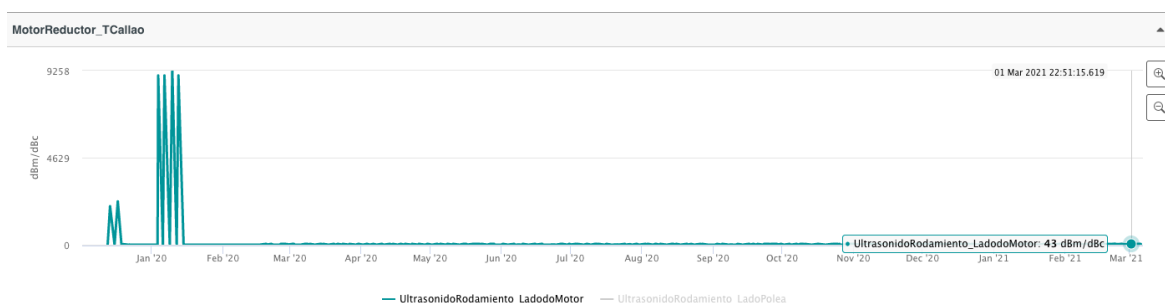


Imagen 23 - Rango de datos Diciembre 2019 – Marzo 2021

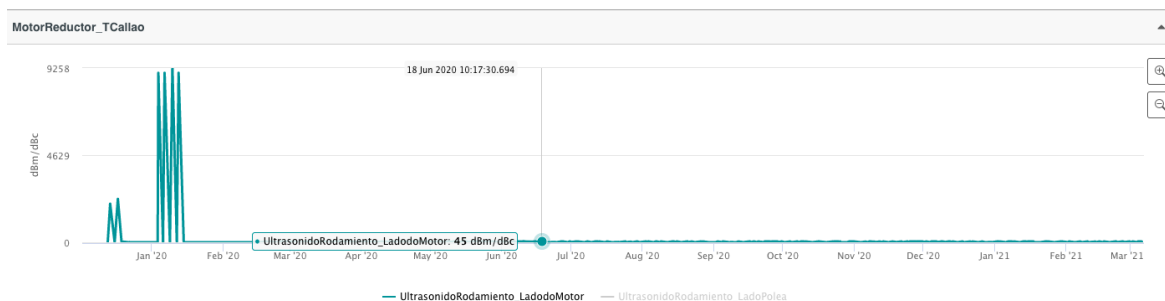


Imagen 24 - Rango de datos Diciembre 2019 – Marzo 2021

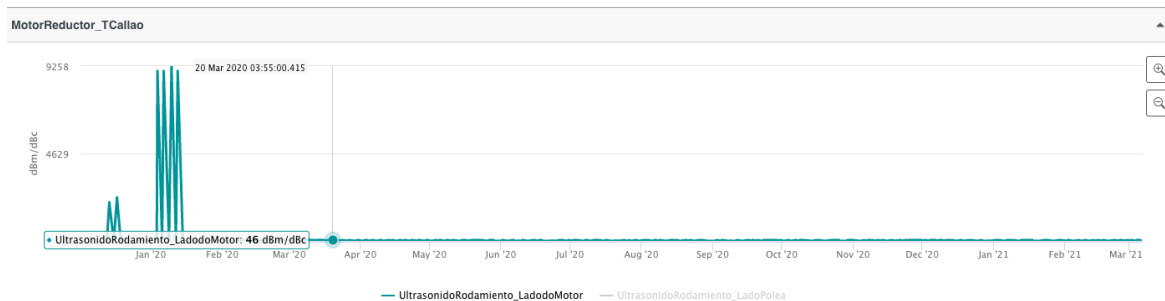
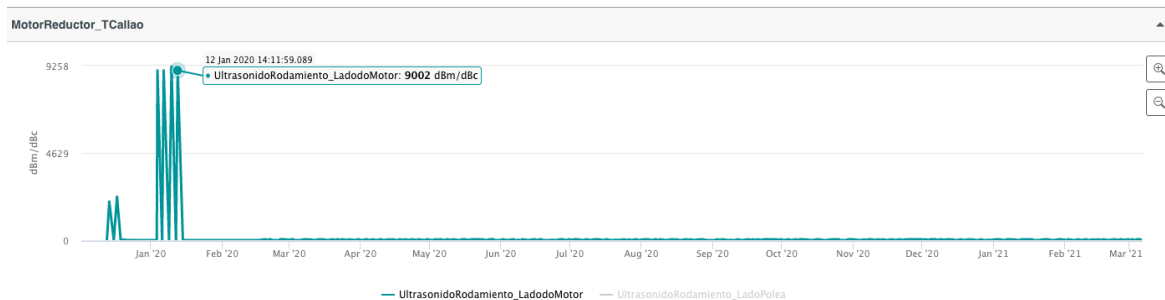
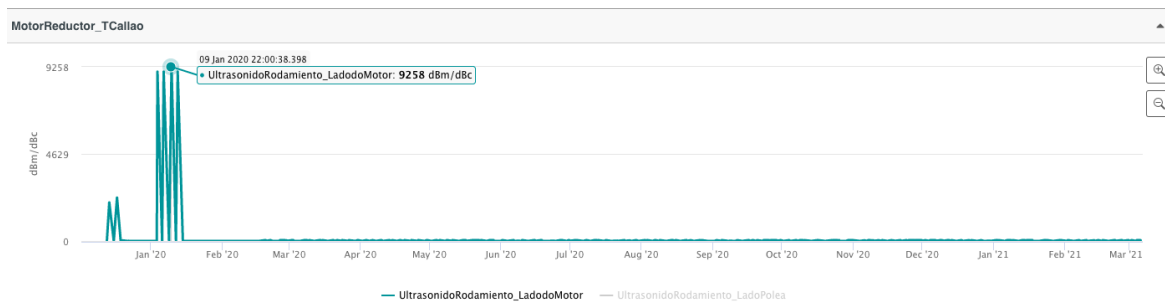


Imagen 25 - Rango de datos Diciembre 2019 – Marzo 2021



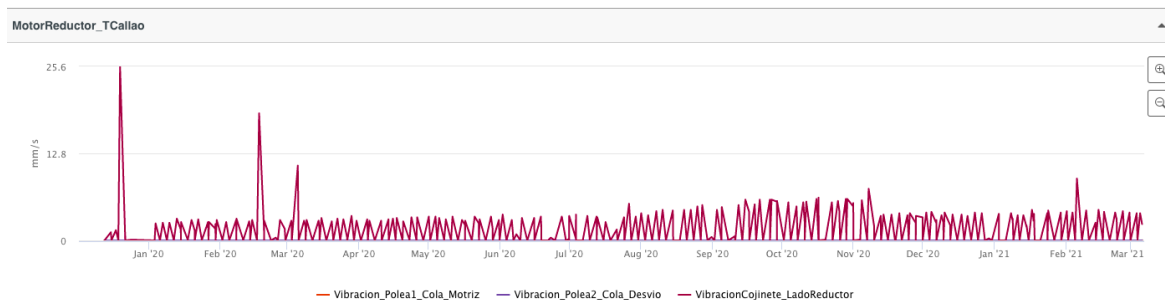
En este caso la variable luego de un pico relativamente alto pero sin ser su máximo, en los momentos en que el lado polea presentaba su pico maximo, se mantuvo en lo que serían sus niveles normales para luego subir fuertemente y realizar su pico máximo el 9 de enero 2020. En este momento en que esta variable llegaba a su pico máximo, la variable de ultrasonido de lado polea presentaba de esta misma forma niveles altos.

De la misma forma que en el caso de la otra variable de ultrasonido, al llegar fines de enero parece que ambas variables retomaron sus valores normales y se mantuvieron a lo largo del tiempo hasta las fechas actuales.

En conclusion, puede presumirse que hubo un problemas al comienzo de la toma de datos, que gracias al monitoreo rapido de sus variables pudieron detectar y solucionarlo antes de que implicara mayores inconvenientes en su planta.

VARIABLES DE VIBRACIÓN

Imagen 26 - Rango de datos Diciembre 2019 – Marzo 2021



Al analizar la vibración se pueden observar claros picos que destacan en comparación con los otros datos considerados normales a lo largo del rango del tiempo en los meses de diciembre 2019, febrero, marzo 2020 y febrero 2021, mostrando una claro pico alarmante para la variable de vibración del cojinete del lado reductor el 19 de Diciembre 2019, fecha que coincide con el pico máximo en la variable de ultrasonido lado polea.

Imagen 27 - Rango de datos Diciembre 2019 – Marzo 2021

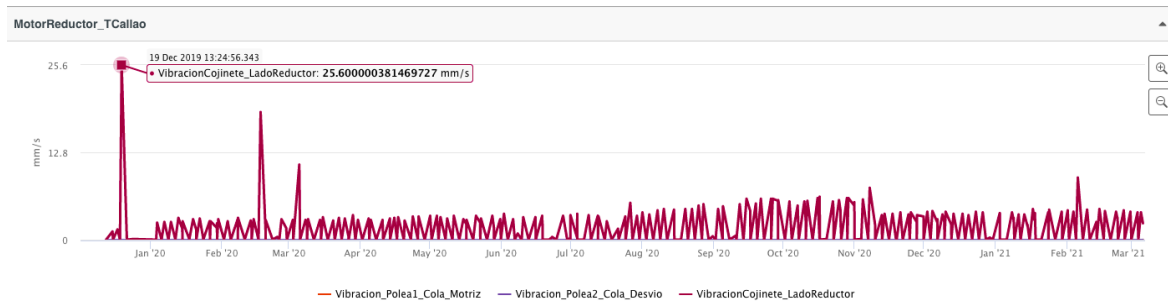


Imagen 28 - Rango de datos Diciembre 2019 – Marzo 2021

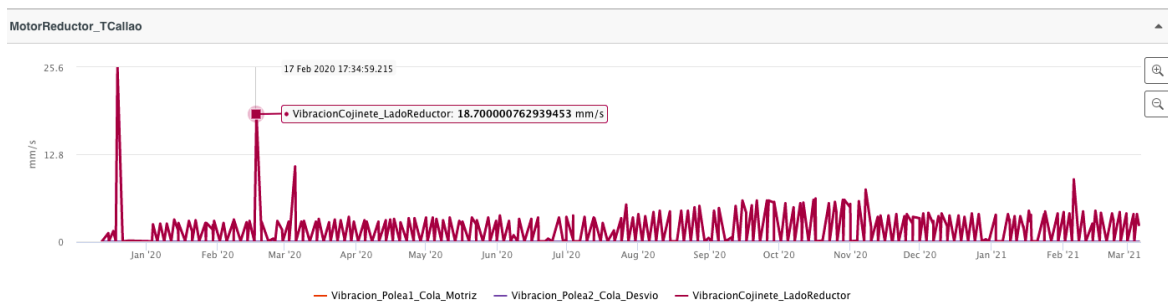


Imagen 29 - Rango de datos Diciembre 2019 – Marzo 2021

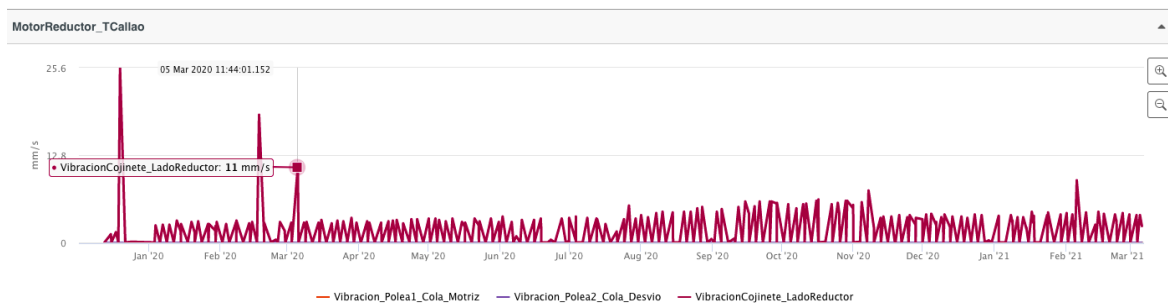
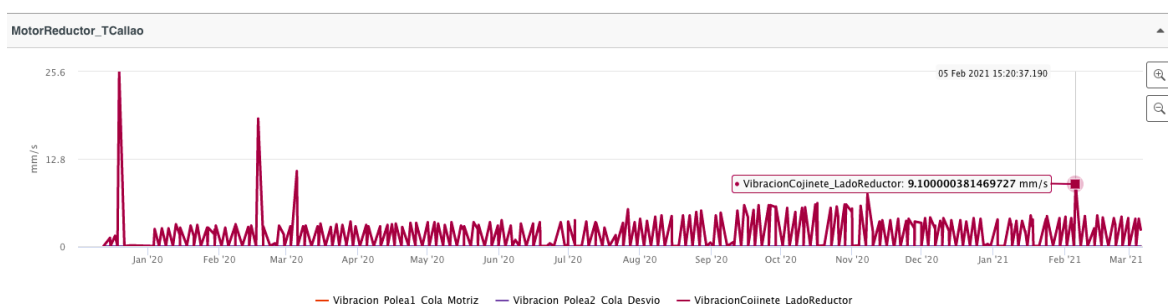
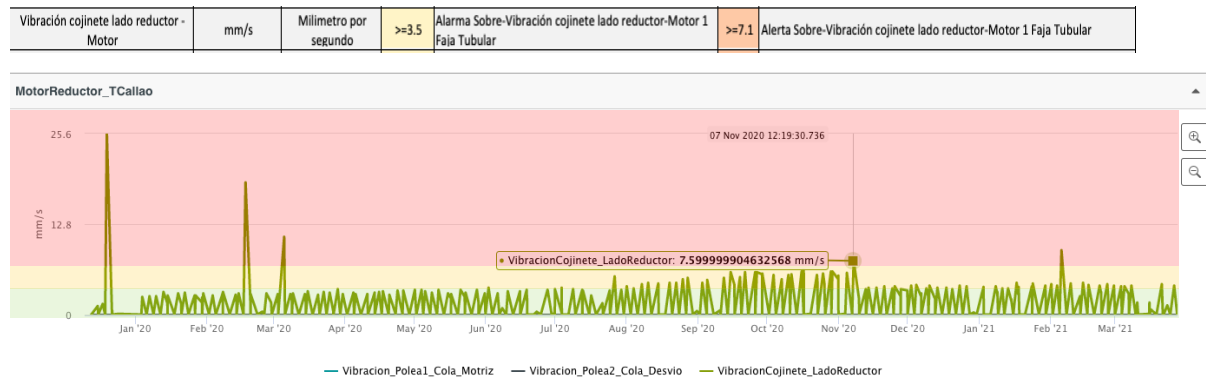


Imagen 30 - Rango de datos Diciembre 2019 – Marzo 2021



Marcando el gráfico de acuerdo a los distintos niveles de riesgo se puede ver más claramente los movimientos de la variable entre los rangos límites.

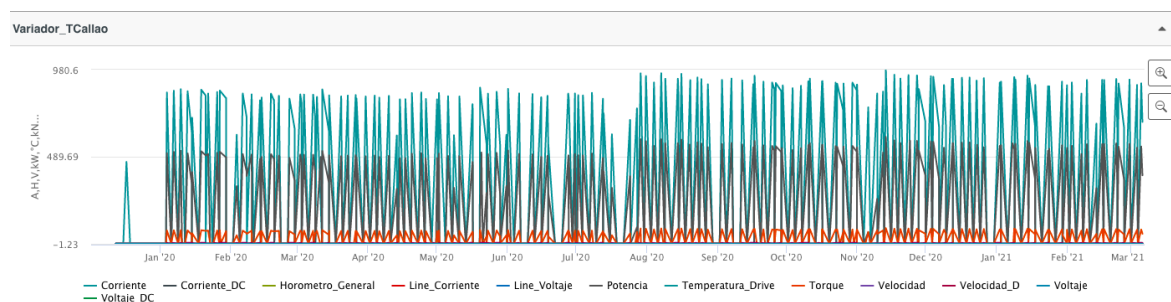


Por ahora no habría demasiada información para llegar a detectar cuales son los motivos por las cual la variable de vibración cojinete tuvo esos picos tan específicos a lo largo del tiempo, pero si para el primero de esos picos producido en diciembre, que podría demostrar como en ese punto el motor estaba presentando inconvenientes que luego de tener ese pico alto y presentar altos niveles de vibración y ultrasonido, se tomaron acciones al respecto para que luego se retomara la operatoria. Además, viendo el gráfico marcado por los niveles de peligro, se ve como en los meses de agosto, septiembre, octubre y noviembre, si bien los mm/s tomados no son para entrar en alerta, si se encuentran en niveles que llevarían a un problema a lo largo del tiempo, y son niveles que deberían estar en observación.

4 – Sistema Motriz_2 / VARIADOR

Todas las variables

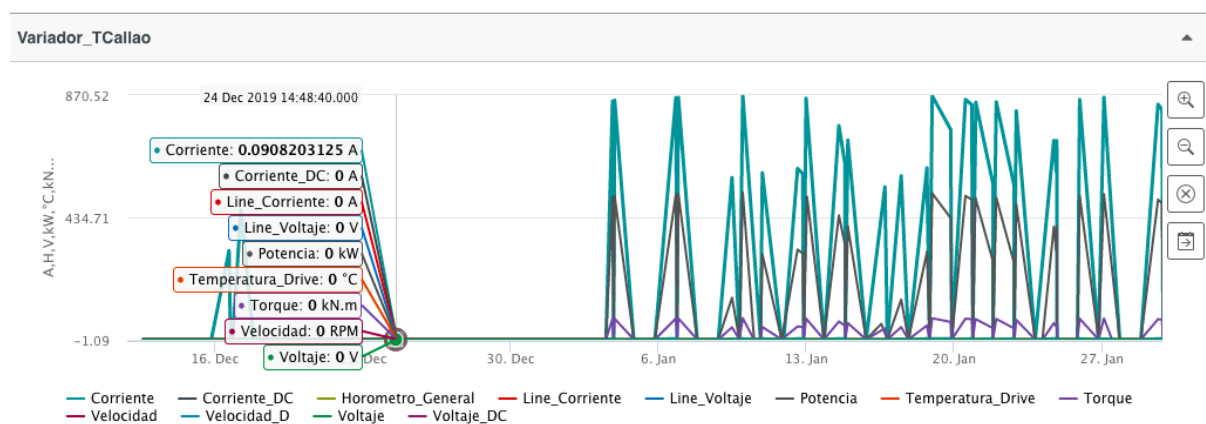
Imagen 31 - Rango de datos Diciembre 2019 – Marzo 2021



Como se presento previamente, el variador toma variables de torque o fuerza, potencia, velocidad, voltaje y corriente a los que son sometidos los motores, el variador o

drive ayuda a regularizar el uso de estas variables alcanzando una mayor eficiencia en la producción y colaborando al mantenimiento del motor evitando su deterioro a lo largo del tiempo. En el análisis de todas las variables en el mismo grafico, llama la atención como en un momento durante diciembre de 2019, una bajada completa de las variables, lo que a simple percepción podría ser considerado una parada del motor dado que coincide con los picos antes descritos de las variables de ultrasonido y vibración.

Imagen 31 - Rango de datos Diciembre 2019 – Enero 2020



Durante el rango de tiempo que llama la atención todas las variables quedaron detenidas en cero, incluso hubo una parada en la toma de datos que posteriormente en enero volvió a activarse, esto se debe a una parada de planta, por alguna situación planificada o no. Al volver a ver el tráfico de las variables tomadas directamente sobre el Motor reductor en ese rango de tiempo, se observa como las variables de temperatura seguían funcionando, pero las variables de vibración no, pero se presenta de la misma forma que en el caso del variador, una parada en la toma de datos hasta su activación nuevamente el 3 de enero 2020

Imagen 32 – Rango de datos Diciembre 2019 – Enero 2020

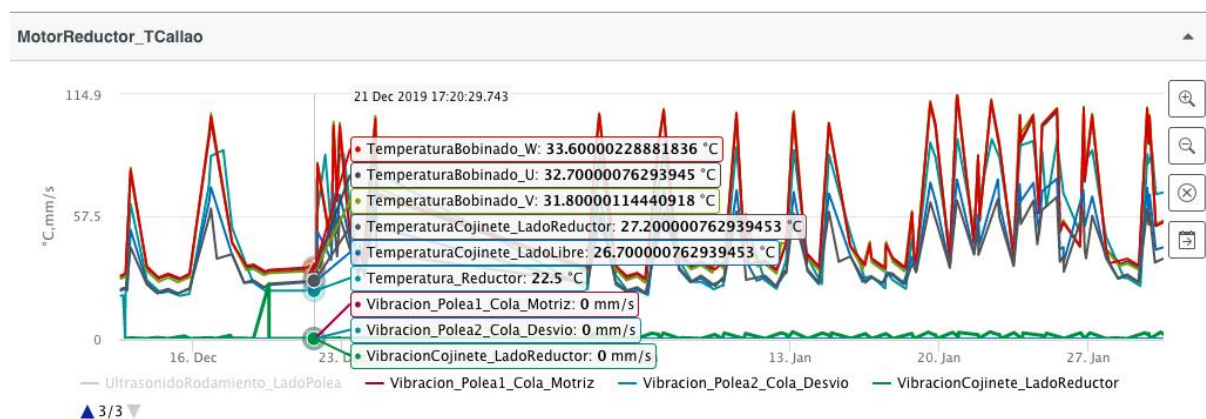
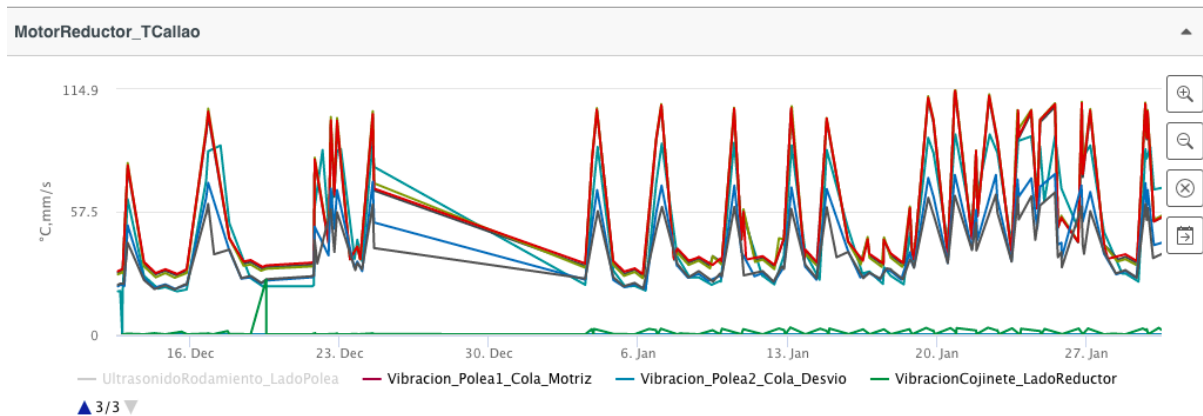


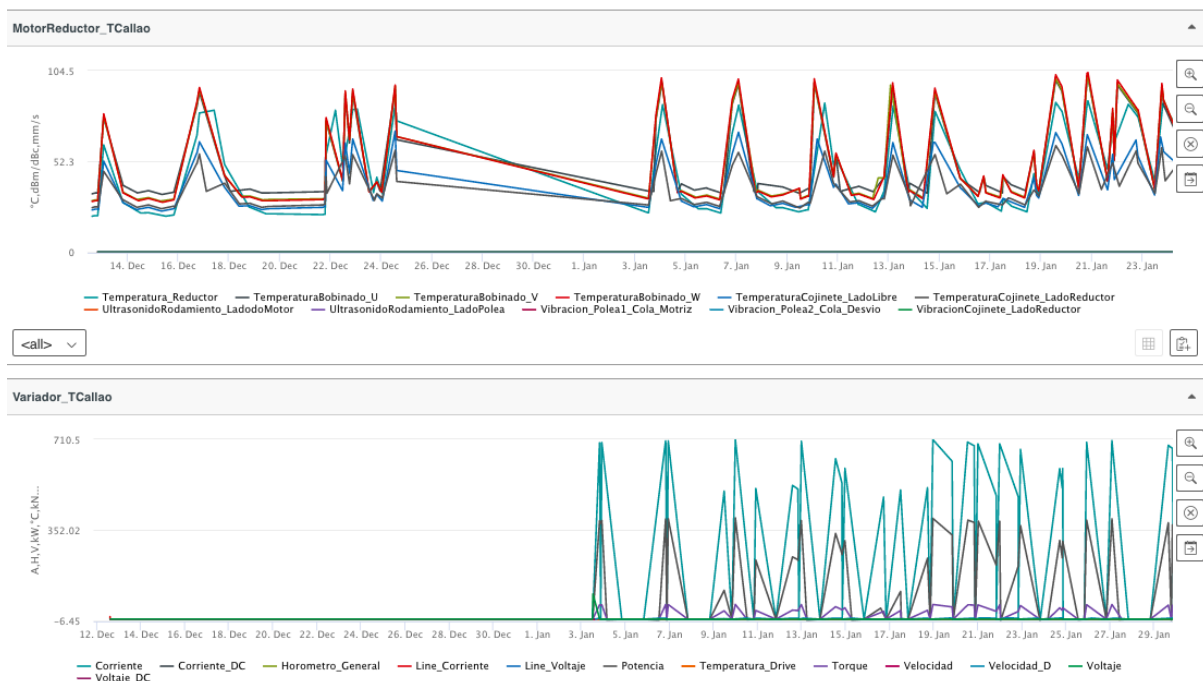
Imagen 33 - Rango de datos Diciembre 2019 – Enero 2020



Se podría entender esta parada a un caso planificado o a un hecho fortuito que implique la parada del sistema motriz 2 por unos días.

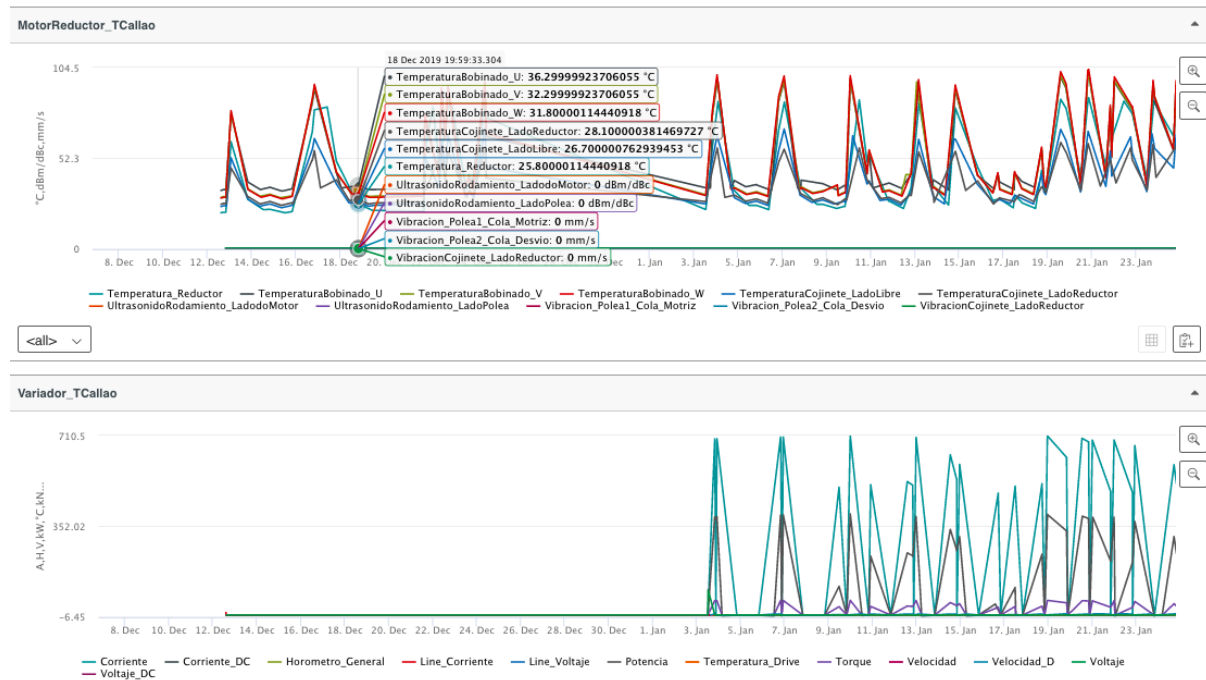
Al volver a analizar el Sistema Motriz 1, se observa que simplemente la empresa tuvo una parada en general, dado que las variables presentaron también valores cero y posteriormente no se tomaron datos. Lo mismo se podrá observar más adelante al analizar el sistema motriz 3.

Imagen 34 - Rango de datos Diciembre 2019 – Enero 2020 – Vista de variables SISTEMA MOTRIZ 1



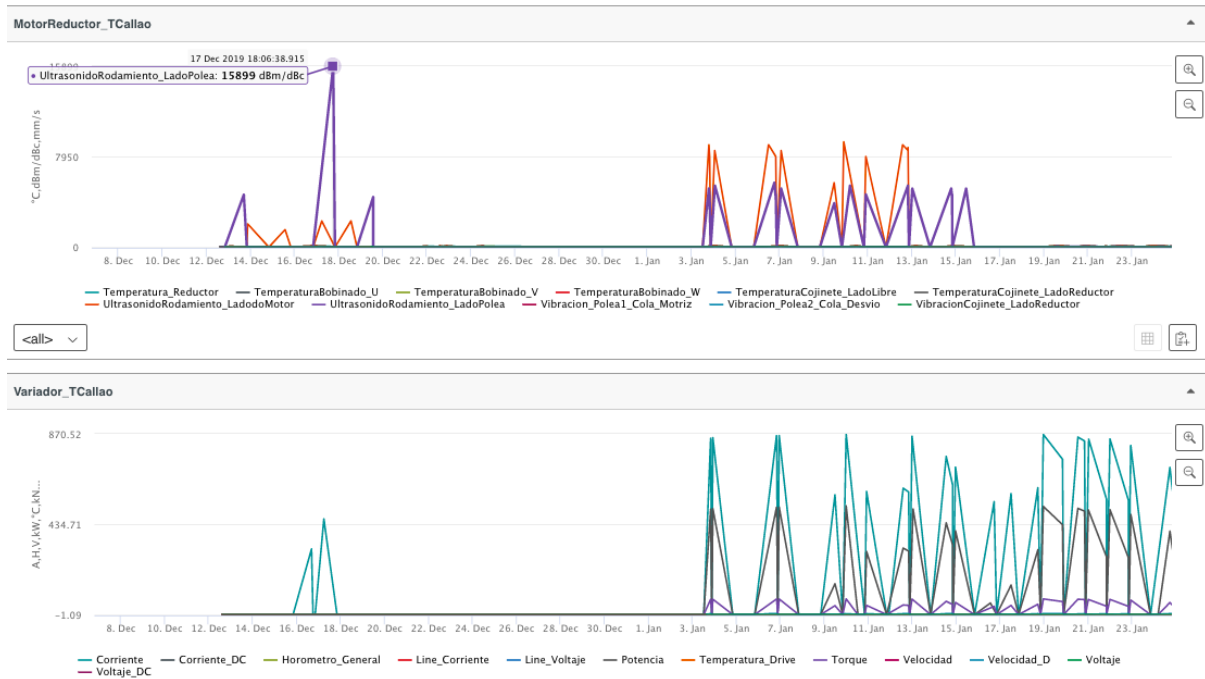
A diferencia del sistema motriz 2, el sistema motriz 1 durante ese rango de tiempo aún no se encontraba en funcionamiento la conectividad dado que las variables que mas representan un funcionamiento del motor, estaban en cero. (ultrasonido, vibración y todas las variables del variador)

Imagen 35 - Rango de datos Diciembre 2019 – Enero 2020 – Vista de variables SISTEMA MOTRIZ 1



Por otro lado en el sistema motriz 2, mostraba datos y funcionamiento, por lo cual ya en ese momento se estaba realizando un monitoreo con antelación a la posible parada de planta y al reactivarse se siguieron presentando los inconvenientes en cuanto a las variables de ultrasonido a niveles más elevados a los normales.

Imagen 36- Rango de datos Diciembre 2019 – Enero 2020 – Vista de variables SISTEMA MOTRIZ 2



(NOTA: como se explico anteriormente los altos picos de ultrasonido están imposibilitando la vista del resto de las variables, pero los movimientos de vibración, ultrasonido y variador estarían indicando que el motor se encontraba en funcionamiento y los sensores tomando datos)

Volviendo al análisis del monitoreo de las variables

Variables de potencia, torque, velocidad y corriente

Imagen 37 - Rango de datos Diciembre 2019 – Marzo 2021

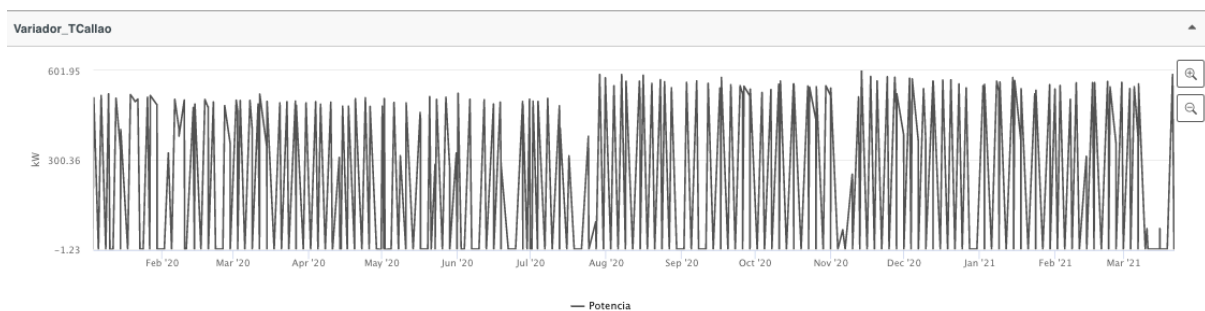


Imagen 38 - Rango de datos Diciembre 2019 – Marzo 2021

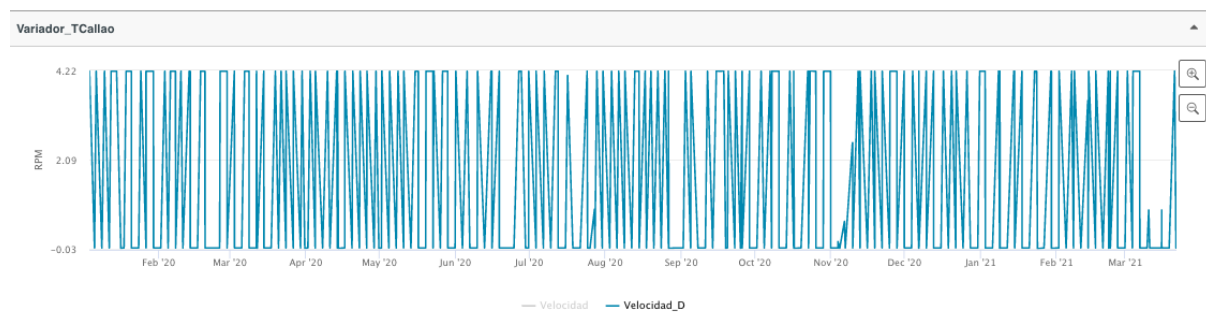
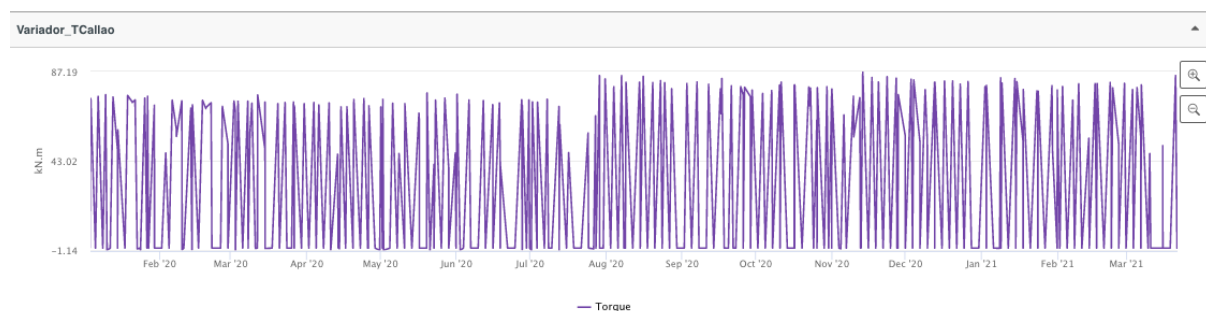
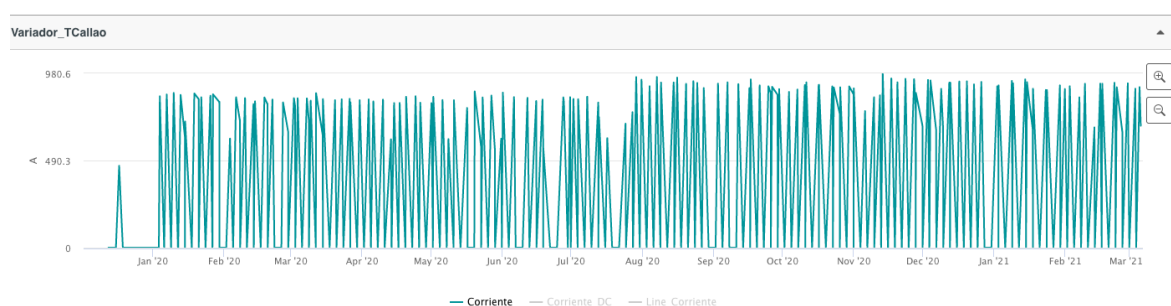


Imagen 39 - Rango de datos Diciembre 2019 – Marzo 2021



Al igual que en el sistema motriz 1, comparando los 3 gráficos de estas variables no se observan datos atípicos o que se salten fuera del movimiento normal de los datos, todos se mantienen dentro de los rangos normales, y tanto las variables de Torque como potencia presentan los movimientos similares a lo largo del histórico de los datos. Si bien en algunos casos, los valores de potencia se encuentran en estado de alarma, son pocos los casos, y en general en el histórico se observan datos dentro de los rangos normales tolerables.

Imagen 40 - Rango de datos Diciembre 2019 – Marzo 2021



La variable de corriente no presenta tampoco valores atípicos ni presenta características por las cuales haya que realizar un foco en el tiempo.

ERROR

Las variables del Horometro, Corriente y Linea Corriente, temperatura y voltaje del variador no presentaron datos.

Imagen 41.1 - Rango de datos Diciembre 2019 – Marzo 2021

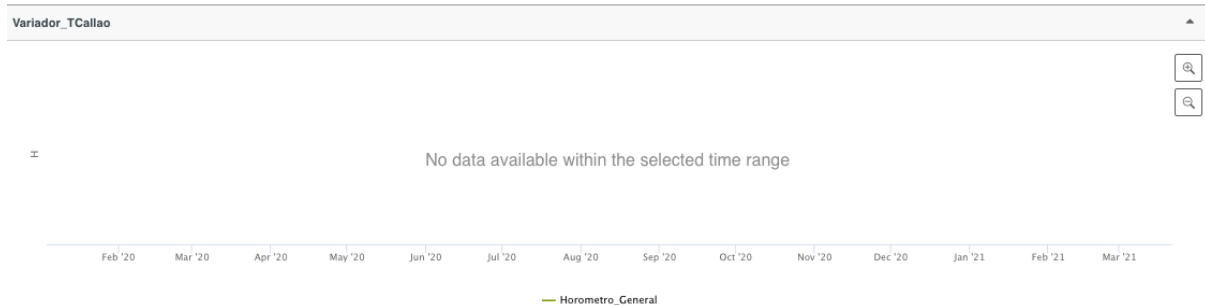


Imagen 41.2 - Rango de datos Diciembre 2019 – Marzo 2021



Imagen 41.3 - Rango de datos Diciembre 2019 – Marzo 2021

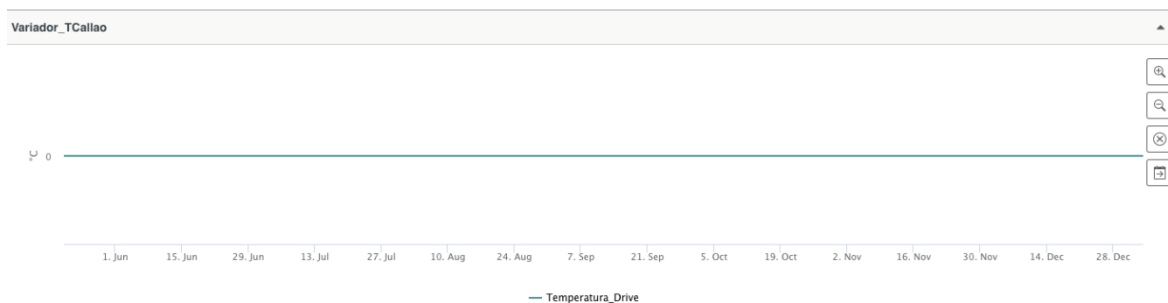
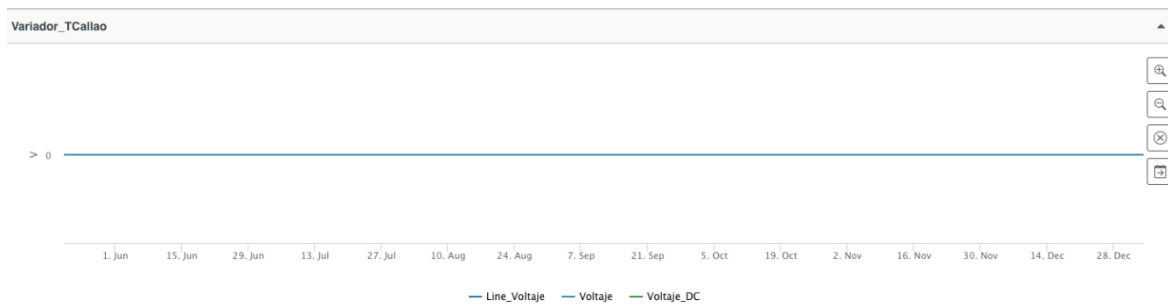
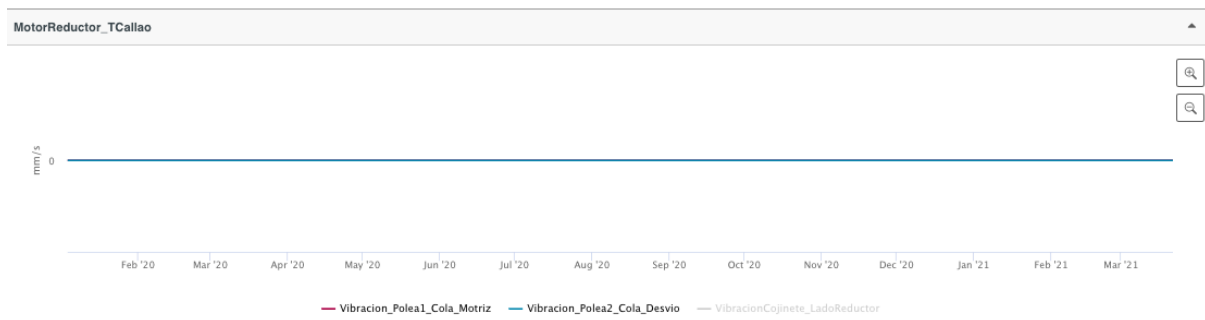


Imagen 41.4 - Rango de datos Diciembre 2019 – Marzo 2021



Las variables de vibración Vibración_Polea1_Cola_Motriz y Vibración_Polea2_Cola_Desvió del Motor Reductor también presentan valores ceros.

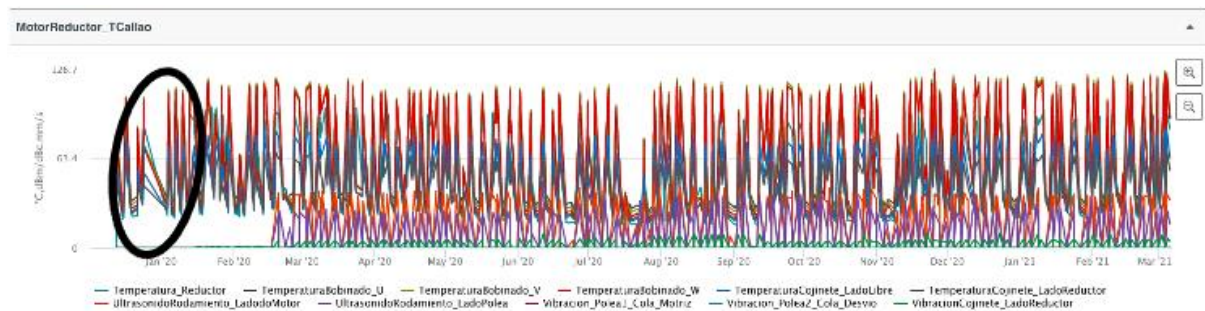
Imagen 41.5 - Rango de datos Diciembre 2019 – Marzo 2021



5- Sistema Motriz_3 / MOTOR REDUCTOR

Todas las variables

Imagen 42 - Rango de datos Diciembre 2019 – Marzo 2021

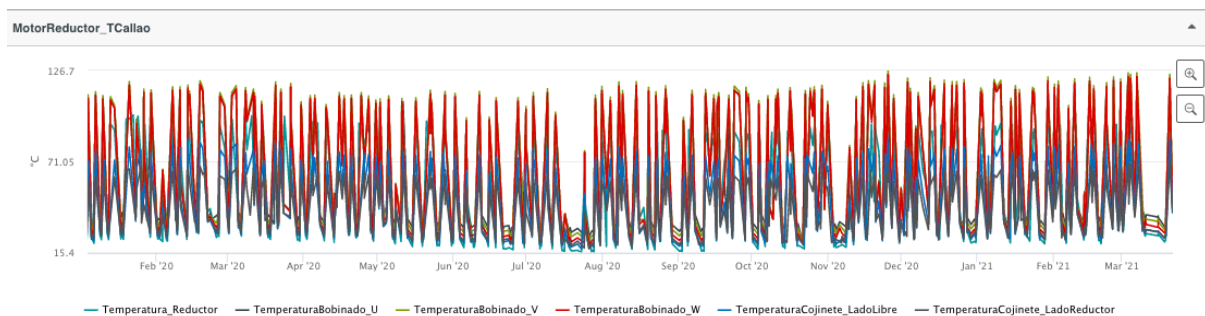


En el caso del sistema motriz 3 también se puede observar el corte de datos en diciembre 2019 hasta su reactivación el 3 de enero 2020.

A continuación el análisis particularmente en cada uno de los tipos de variables.

Variables de temperatura

Imagen 42 - Rango de datos Diciembre 2019 – Marzo 2021



En rangos generales la temperatura presenta el mismo comportamiento que en los casos anteriores en que cada una de las variables de temperatura siguen un comportamiento similar a lo largo de todo el histórico de tiempo. Al entrar en cada una de las variables de temperatura en particular, se puede ver como en detalle se mantiene constante dentro de los rangos normales sin presentar valores atípicos dudosos o picos extremos. Son valores que no alcanzan los valores determinados como peligrosos, por lo cual todos los datos demostraron que el motor se encuentra fuera de peligro para el caso de la temperatura.

Imagen 42.1 - Rango de datos Diciembre 2019 – Marzo 2021

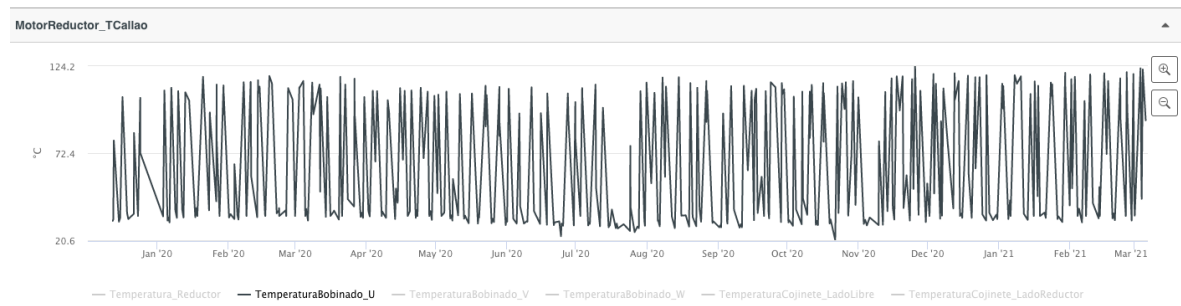


Imagen 42.2 - Rango de datos Diciembre 2019 – Marzo 2021

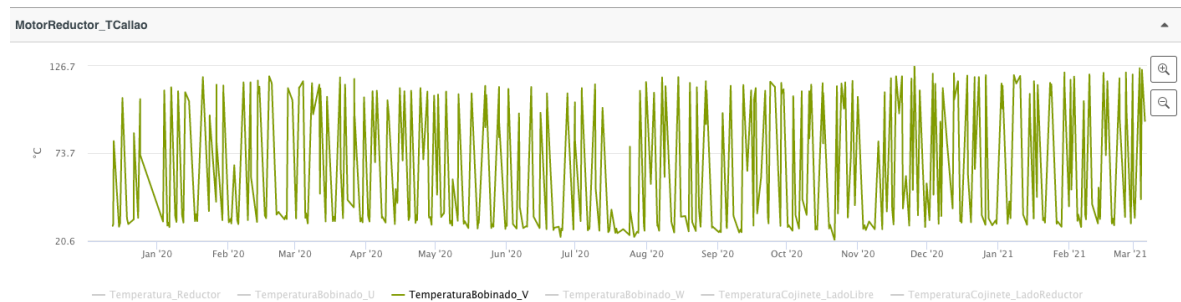
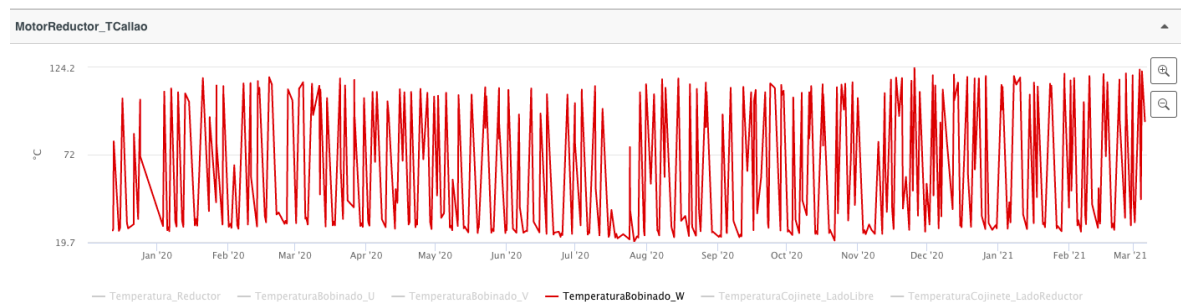
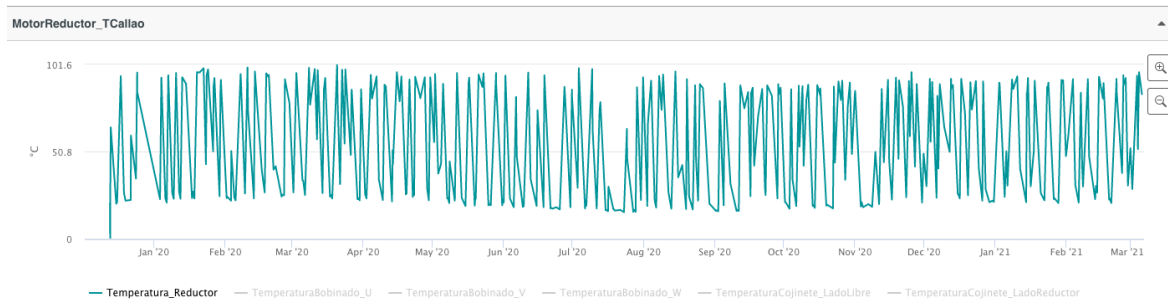


Imagen 42.3 - Rango de datos Diciembre 2019 – Marzo 2021



Para estas tres últimas variables de temperatura el rango saludable es hasta 130°C, las tres en su totalidad se encuentran dentro de los niveles normales y saludables para el mantenimiento del motor a lo largo del tiempo.

Imagen 42.4 - Rango de datos Diciembre 2019 – Marzo 2021



En este caso el limite de peligro se encuentra entre los 95 y 105 °C, si bien no se encuentra en rangos críticos hay momentos a lo largo del histórico, por lo cual es una variable con la cual hay que mantenerse alerta para que no se produzcan mayores problemas.

Imagen 42.5 - Rango de datos Diciembre 2019 – Marzo 2021

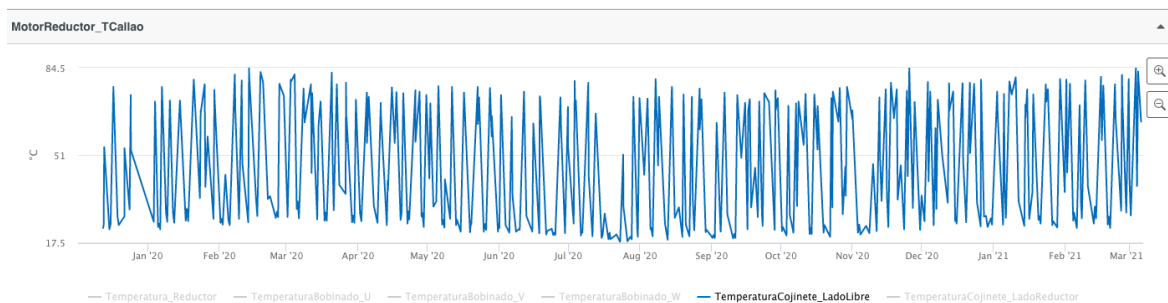
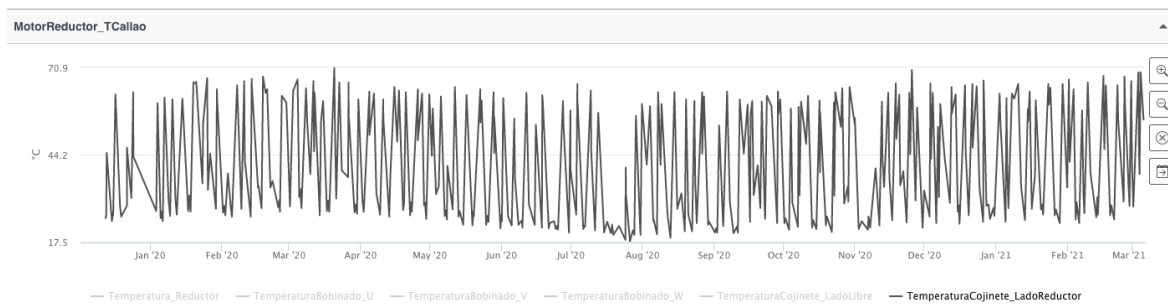


Imagen 42.6 - Rango de datos Diciembre 2019 – Marzo 2021



En estas dos últimas variables los datos se encuentran dentro de los rangos saludables y normales para asegurar el funcionamiento continuo y duradero del sistema motriz.

Variables de vibración

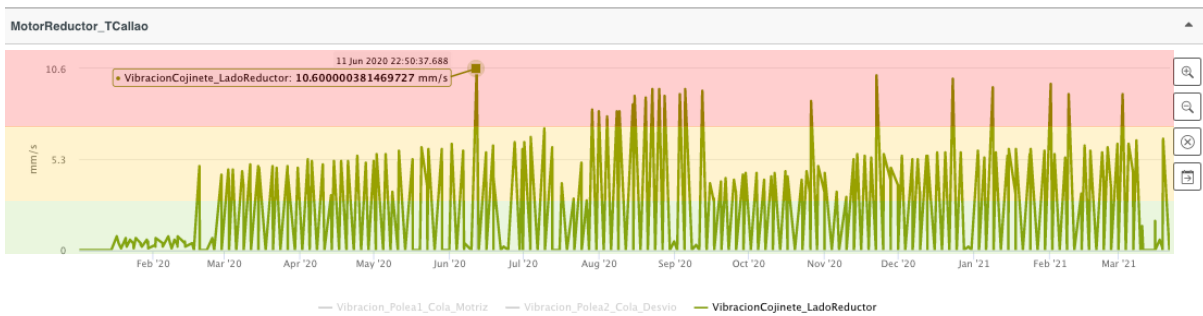
A diferencia de la temperatura al entrar en el detalle de las variables de la vibración ya podemos ver un comportamiento raro en algunos momentos de la variable de VibraciónCojinete_LadoReductor (al igual que en los casos anteriores las otras dos variables no presentaron datos)

En el comportamiento se pueden observar picos repentinos que se exceden de la operatoria que estaba llevando a diario el motor y se presentan valores que superan los rangos establecidos como seguros para los registros de vibración en mm/s.

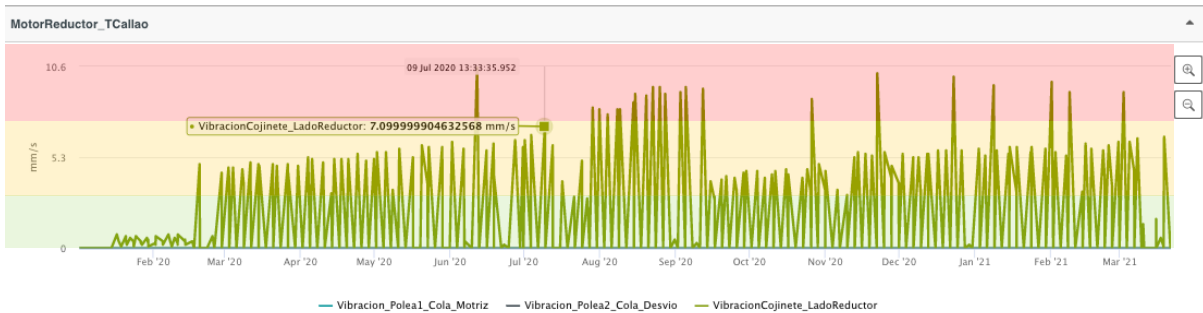
Vibración cojinete lado reductor - Motor	mm/s	Milimetro por segundo	>=3.5	Alarma Sobre-Vibración cojinete lado reductor-Motor 1 Faja Tubular	>=7.1	Alerta Sobre-Vibración cojinete lado reductor-Motor 1 Faja Tubular
--	------	-----------------------	-------	--	-------	--

Los valores en mayor medida en comparación con los sistemas motrices anteriores se encuentran presentando valores mucho mas altos que los considerados seguros, se encuentran en la mayor parte del tiempo en zona de peligro y en muchos casos superando incluso los limites de peligro para entrar a la zona de alerta.

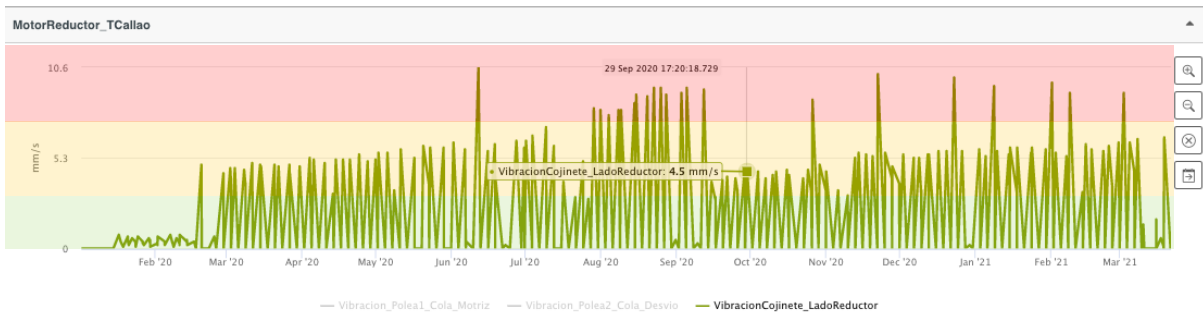
Zona ALERTA - Imagen 43 - Rango de datos Enero 2020 – Marzo 2021



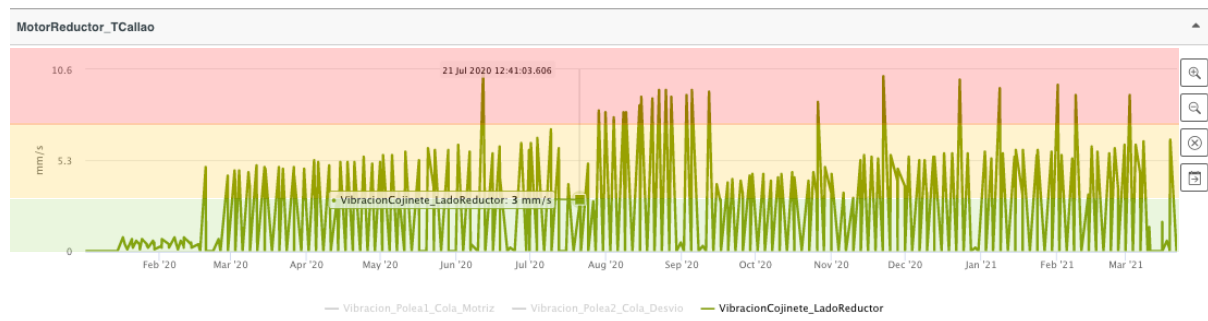
Zona ALERTA - Imagen 43.1 - Rango de datos Enero 2020 – Marzo 2021



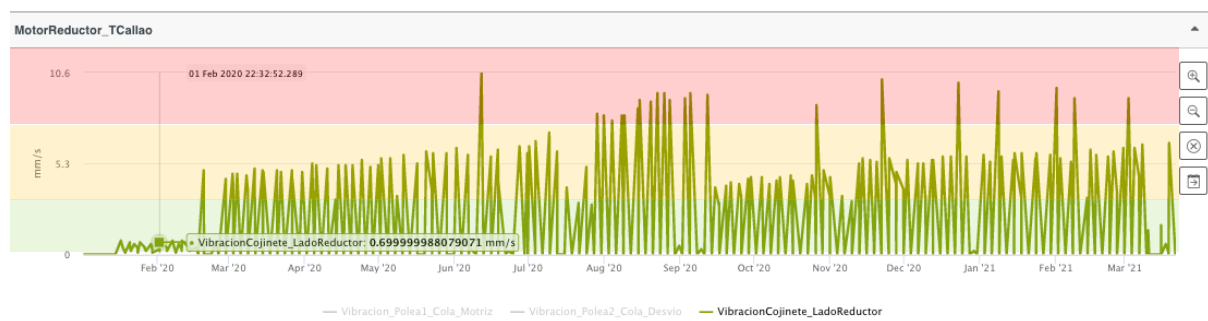
Zona PELIGRO - Imagen 43.2 - Rango de datos Enero 2020 – Marzo 2021



Zona Limite de Peligro - Imagen 43.3 - Rango de datos Enero 2020 – Marzo 2021

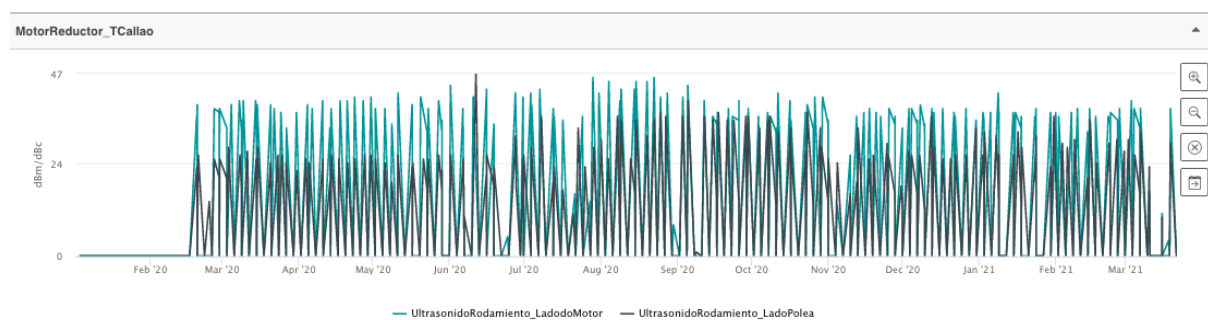


Zona Sana - Imagen 43.4 - Rango de datos Enero 2020 – Marzo 2021



Variables de ultrasonido

Imagen 44 - Rango de datos Enero 2020 – Marzo 2021



Las variables de ultrasonido presentan los mismos problemas descritos en el caso anterior. Se observa como los datos fueron comenzados a ser tomados con posterioridad al resto de los sistemas motrices, y peligrosamente, presentan valores a niveles demasiado altos para los considerados normales. Son datos que exceden los niveles de peligro y alerta considerados alarmantes para la seguridad del motor.

En comparación con los motores vistos previamente se presentan valores muy impactantes.

Recordando los valores considerados fuera de los normales se habían determinado los siguientes:

Ultrasonido rodamiento lado polea-Reductor	dBm	Decibelio-milivatio	>=21	Alarma Sobre-Ultrasonido rodamiento lado polea-Reductor 1 Faja Tubular	>=35	Alerta Sobre-Ultrasonido rodamiento lado polea-Reductor 1 Faja Tubular
Ultrasonido rodamiento lado motor-Reductor	dBm	Decibelio-milivatio	>=21	Alarma Sobre-Ultrasonido rodamiento lado polea-Reductor 1 Faja Tubular	>=35	Alerta Sobre-Ultrasonido rodamiento lado polea-Reductor 1 Faja Tubular

Entrando en el detalle de cada una de las variables en forma separada tenemos la siguiente información dividiendo el grafico en zonas sana, peligro y alerta.

Imagen 44.1 - Rango de datos Enero 2020 – Marzo 2021

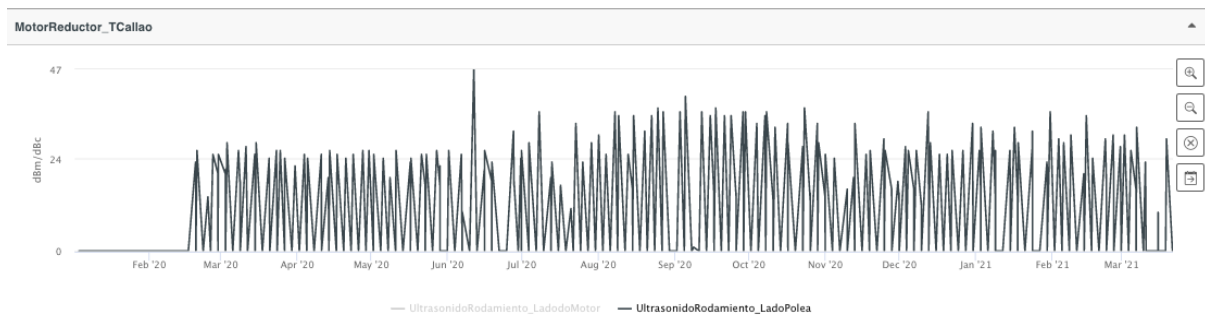


Imagen 44.2 - Rango de datos Enero 2020 – Marzo 2021

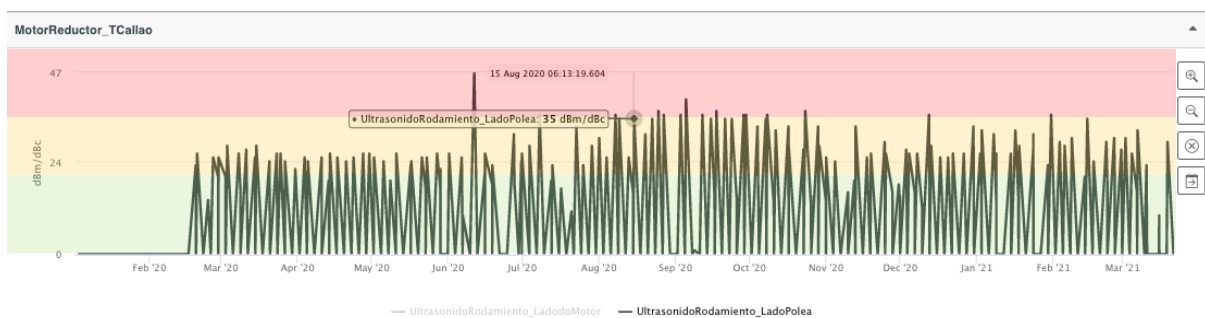


Imagen 44.3 - Rango de datos Enero 2020 – Marzo 2021

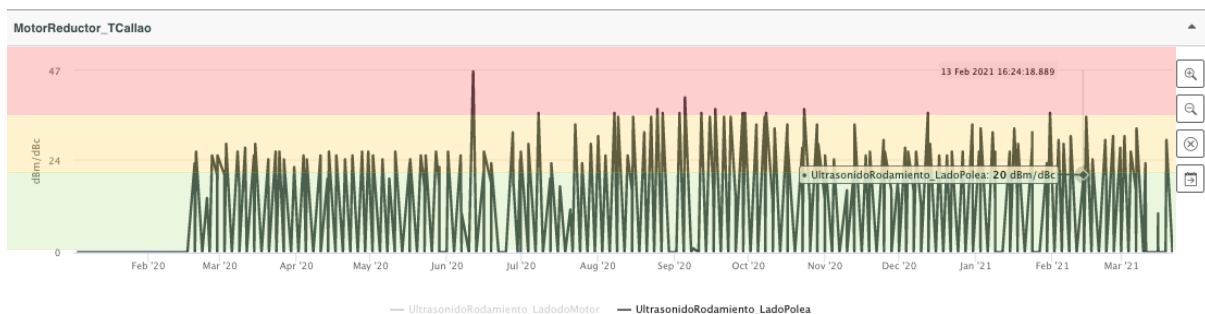
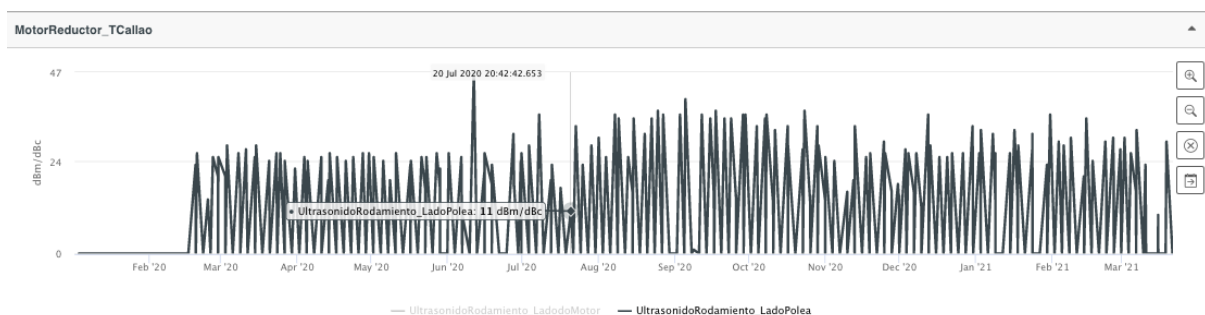


Imagen 44.4 - Rango de datos Enero 2020 – Marzo 2021



Para la variable de UltrasonidoRodamiento_LadoPolea la mayoría de los picos se encuentran en zona de peligro, presentando en algunos casos picos extremos en alerta.

Imagen 44.5 - Rango de datos Enero 2020 – Marzo 2021

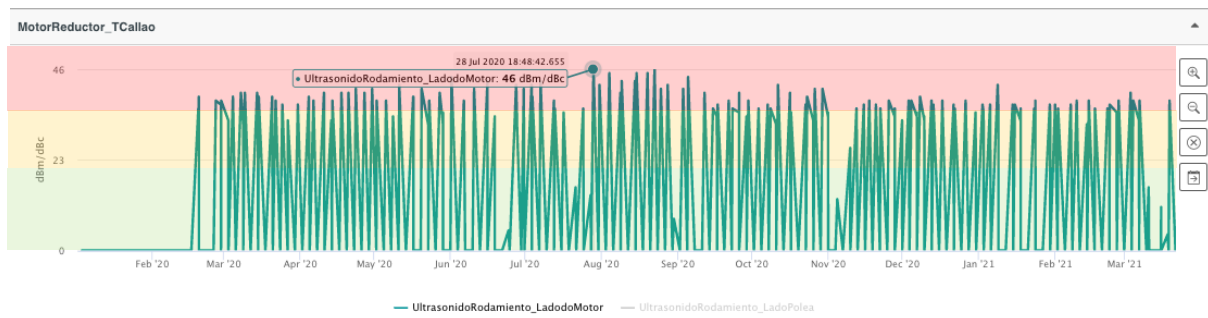


Imagen 44.6 - Rango de datos Enero 2020 – Marzo 2021

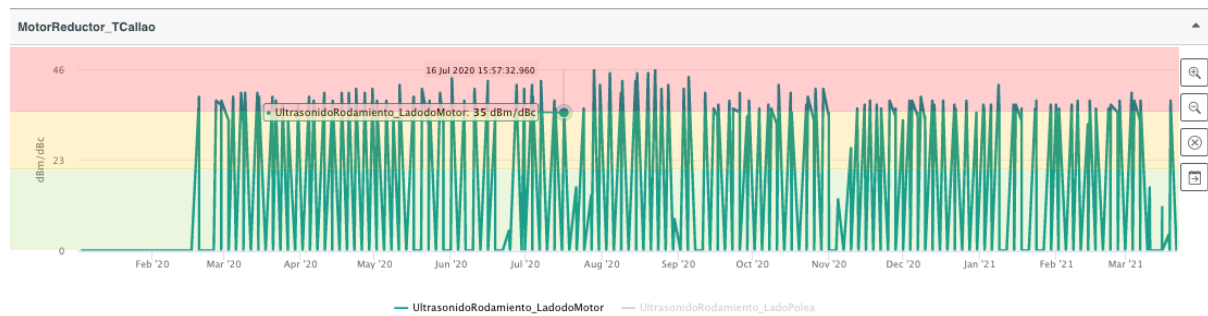
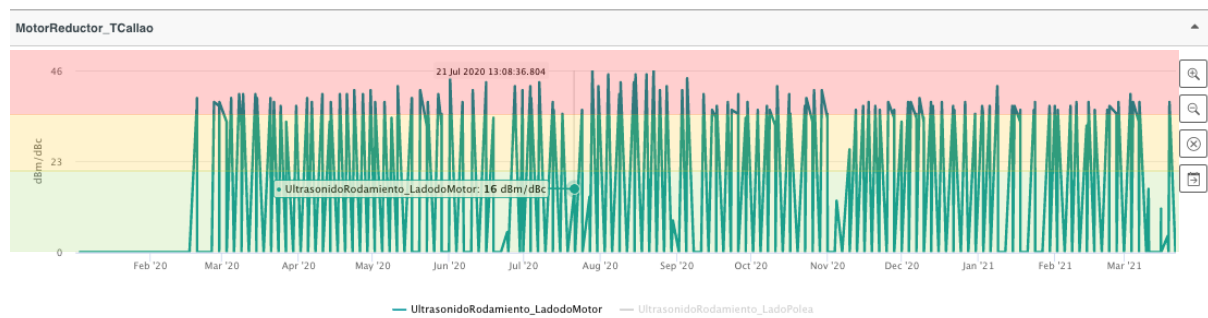


Imagen 44.7 - Rango de datos Enero 2020 – Marzo 2021

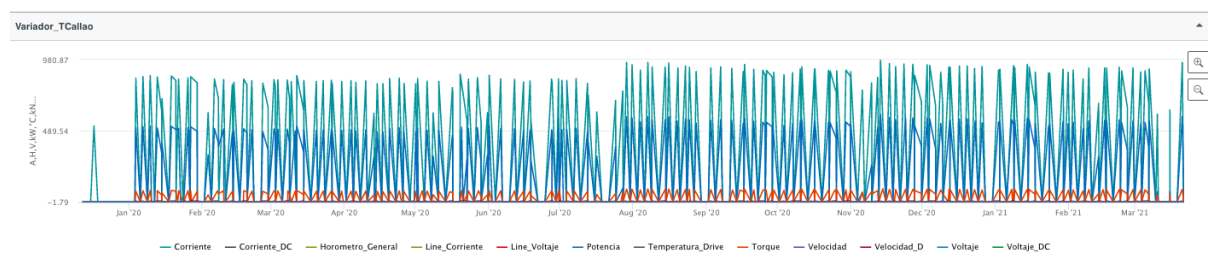


En el caso de la variable de UltrasonidoRodamiento_LadoMotor se observa que a diferencia de la de LadoPolea la mayoría de los picos se encuentran en la zona de Alerta.

6 - Sistema Motriz_3 / VARIADOR

Todas las variables

Imagen 45 - Rango de datos Diciembre 2019 – Marzo 2021



Se observa de la misma forma la parada de planta en el rango marcado a fines de Diciembre 2019, reanudando nuevamente la actividad el 3 de enero. Seguidamente voy a entrar en el detalle de cada una de las variables según la unidad de medida.

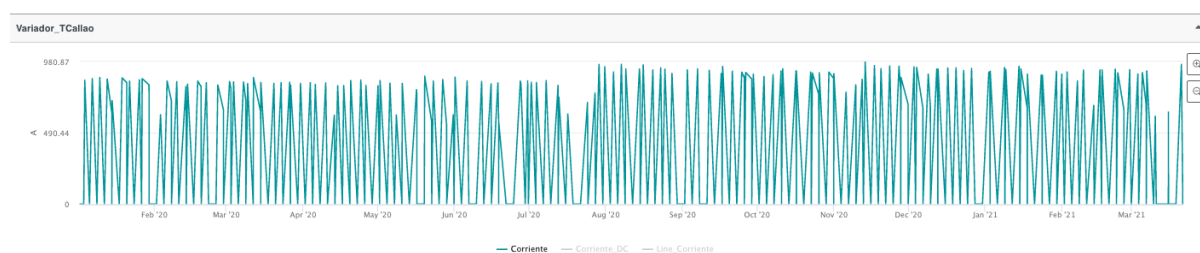
Variables de corriente

Como en los casos anteriores solo la variable de Corriente presenta valores, las variables de Corriente_DC y Line_Corriente se encuentran en cero.

Imagen 45.1 - Rango de datos Diciembre 2019 – Marzo 2021



Imagen 45.2 - Rango de datos Diciembre 2019 – Marzo 2021

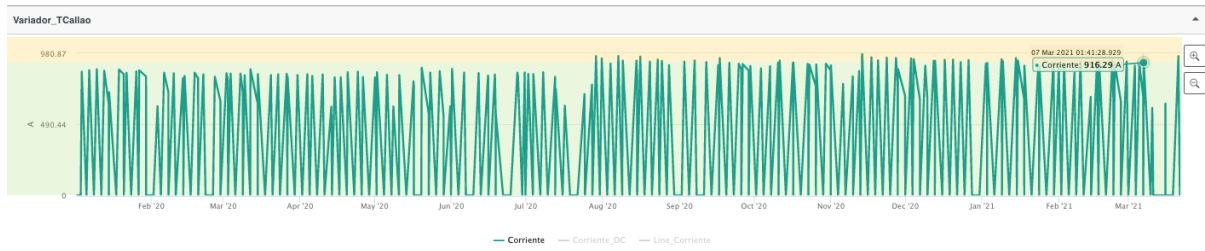


En este caso la variable presenta datos constantes en cuanto a que no existen datos que se destaquen por su comportamiento atípico, las variables mantienen una constante a lo largo del tiempo. Por otro lado recordando los límites marcados:

Corriente	A	Amperios	>=918	Alarma Sobre-Corriente Motor 1 Faja Tubular	>=1020	Alerta Sobre-Corriente Motor 1 Faja Tubular
-----------	---	----------	-------	---	--------	---

La variable adquiere valores que si bien no se encuentran en zona de alerta, algunos de los valores que se presentan son en estado de peligro por lo cual estos valores podrían estar causando deterioro al motor, pero son relativamente pocas las veces en que los valores saludables son superados.

Imagen 45.3 - Rango de datos Diciembre 2019 – Marzo 2021



Variables de velocidad

Imagen 46 - Rango de datos Diciembre 2019 – Marzo 2021



No presenta valores fuera de los normales, mas que momentos que es posible que debido a la actividad de la planta haya implicado menores velocidades o momentos de parada. Pero los valores se encuentran constantes manteniendo un comportamiento normal a lo largo de todo el rango del tiempo.

Variable de Torque

Imagen 47 - Rango de datos Diciembre 2019 – Marzo 2021

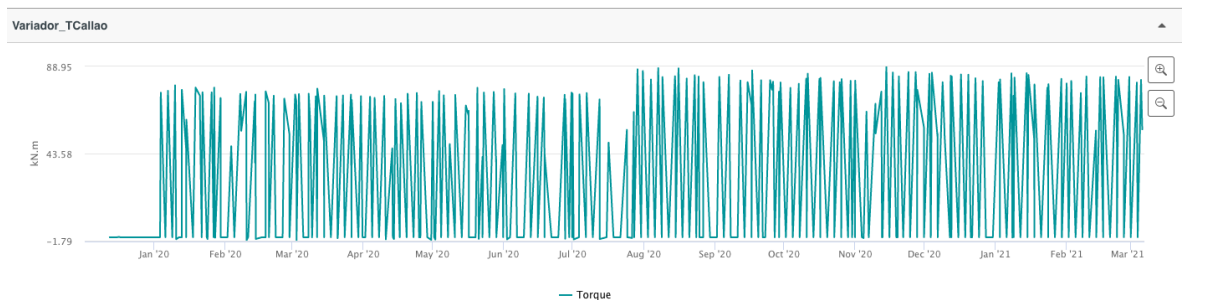
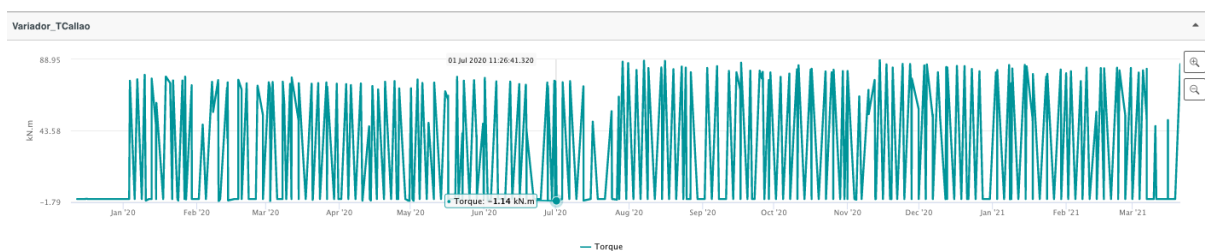


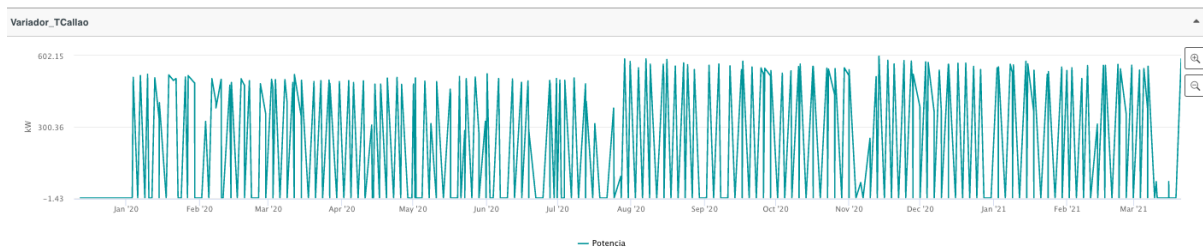
Imagen 47.1 - Rango de datos Diciembre 2019 – Marzo 2021



En el caso de esta variable se encuentra en su totalidad dentro de los valores normales, en la practica se estima que hasta 90 kN.m son valores saludables para el motor y normales e incluso podría llegar a alcanzar valores de 99 kN.m.

Variable de Potencia

Imagen 48 - Rango de datos Diciembre 2019 – Marzo 2021



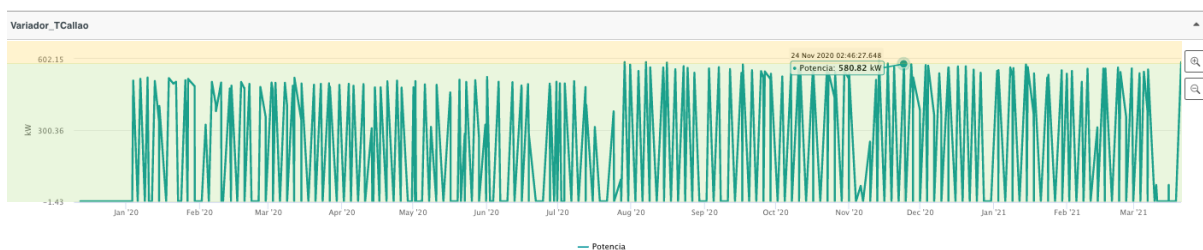
Las variables de potencia presenta valores generalmente dentro de los valores normales, son valores que no se ven alterados, sino que se mantienen mas bien constantes y con un comportamiento a lo largo del tiempo que acompañan los valores que toma la variable de torque.

Para estas variables lo valores limites marcados son

Potencia	kW	Watts	>=580	Alarma Sobre-Potencia Motor 1 Faja Tubular	>=644	Alerta Sobre-Potencia Motor 1 Faja Tubular
----------	----	-------	-------	--	-------	--

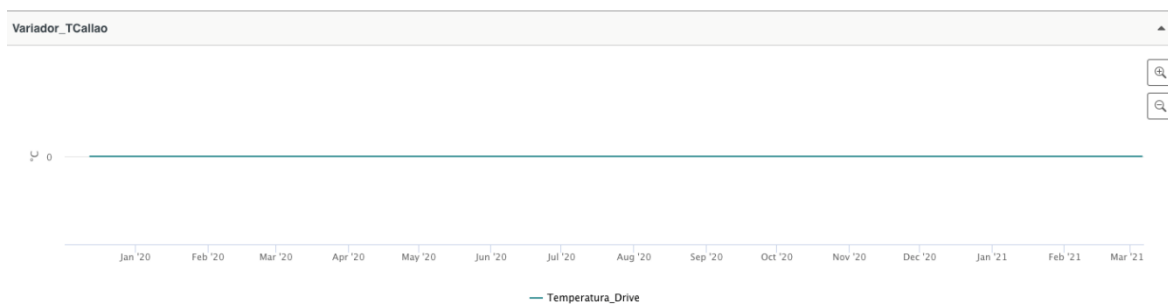
Por lo que algunos valores presentados a lo largo del tiempo fueron peligrosos para el motor, fueron pocos como para que implicaran un problema o una preocupación superior. Marcando los escenarios y zonas de alerta:

Imagen 48.1 - Rango de datos Diciembre 2019 – Marzo 2021



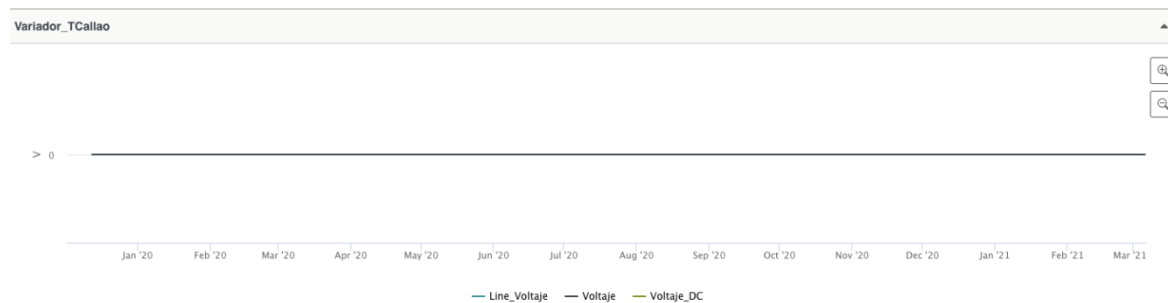
Variable de Temperatura

Imagen 49 - Rango de datos Diciembre 2019 – Marzo 2021



VARIABLES DE VOLTAJE

Imagen 50 - Rango de datos Diciembre 2019 – Marzo 2021



Las variables de Voltaje presentan valores en cero.

ETAPA 2: Conocimiento y transparencia del rendimiento.

El objetivo de esta etapa es ayudar a la empresa por medio de distintos indicadores KPI, lograr que tengan una visión general de la eficiencia de su planta. Tomar los datos que fueron siendo recolectados a lo largo de todo este tiempo y generar distintos dashboards que los ayuden a tener conocimiento y transparencia de su rendimiento, así como lograr alcanzar una producción óptima.

Primero me voy a enfocar en detalle nuevamente como en el caso anterior, en cada uno de los sistemas motrices para finalizar con lo que sería el cálculo de la eficiencia global de la planta. Un KPI, es un indicador clave o medidor de desempeño o rendimiento, es una medida del nivel del rendimiento de un proceso. El valor del indicador está directamente relacionado con un objetivo fijado previamente, normalmente se expresa en valores porcentuales.

Según el tipo de industria a analizar los KPI van cambiando a según que tipos de máquinas y producciones realice, en algunas industrias el cálculo de OEE, eficiencia operativa, es fundamental al tener en cuenta indicadores de disponibilidad, rendimiento, operativa, y calidad de sus productos, es para aquellas industrias que realizan una producción de productos continua y se obtienen piezas de calidad, lo que permite saber que tan bien están siendo utilizadas las capacidades productivas de sus plantas y que tan eficientemente se están aprovechando esos activos según disponibilidad para accionar y desempeño.

En este caso, la industria analizada es transportadora de mercancías, no realiza producción, sino que funciona por medio de una línea motriz que trabajaba con una cierta capacidad máxima, velocidad, potencia y peso posible, por lo cual el cálculo de eficiencia productiva no aplica de la misma forma, al hablar de calidad no se puede hablar de calidad de

piezas y productos realizados sino que se encuentra mas enfocado a la calidad de la operativa de sus motores, al impacto de la exigencia del motor para su accionar, su rendimiento. A su vez, si se puede utilizar otros indicadores de performance como ser la utilización de sus capacidades y el rendimiento en cuanto a deterioro causado a sus equipos y temperaturas alcanzados, para saber hasta que punto se puede exigir la planta en cuanto a performance sin implicar inconvenientes en el mediano y corto plazo.

1 – SistemaMotriz_1

KPI % Corriente

Como KPI de rendimiento y productividad en la planta uno de los puntos para tener en cuenta es el % de corriente alcanzado sobre el valor nominal de placa del dispositivo que se esta monitoreando. Es decir, en este caso es en cuanto se esta utilizando la capacidad máxima del variador/motor para distintos aspectos a evaluar. En este primer caso del sistema motriz 1, al variador del motor reductor se le asigno un valor nominal de 1020 A para la utilización de la energía, es la máxima energía con la que el variador podría operar correctamente.

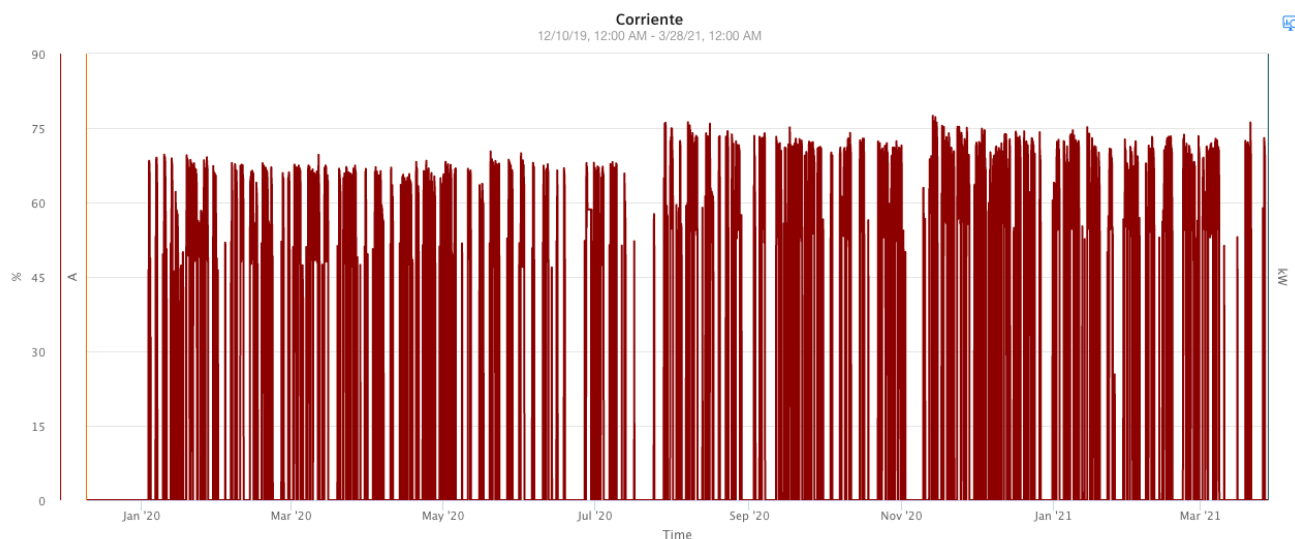
KPI %Corriente (Max/Nom) = VAR MAX Corriente_Variador / NOM 1020

(los valores máximos se encuentran tomados por hora)

Al graficar este KPI podemos ver durante el rango de tiempo determinado (Dic 2019 – Marzo 2021) hasta que punto se exigió el variador en cuanto a la corriente utilizada. Hay que tener en cuenta que el variador es el encargado de regular esta corriente para que el motor utilice efectivamente la energía permitiendo ahorrar y evitar el deterioro del motor.

Recordando el máximo nominal de alarma para la variable corriente es de 1020 amperios, y el rango que lleva a la variable en zona de riesgo es de 918 aproximadamente, por lo que ya la utilización a un nivel de 90% pone en riesgo y en zona de peligro de deterioro al variador. Por lo cual las variables deberían concentrarse en valores menores para controlar el deterioro, pudiendo en casos aumentar para determinadas tareas, pero siempre de forma controlada y sin generar demasiados desniveles y altibajos que perjudiquen el rendimiento y el tiempo de vida de los equipos.

Imagen 50 - Rango de datos Diciembre 2019 – Marzo 2021



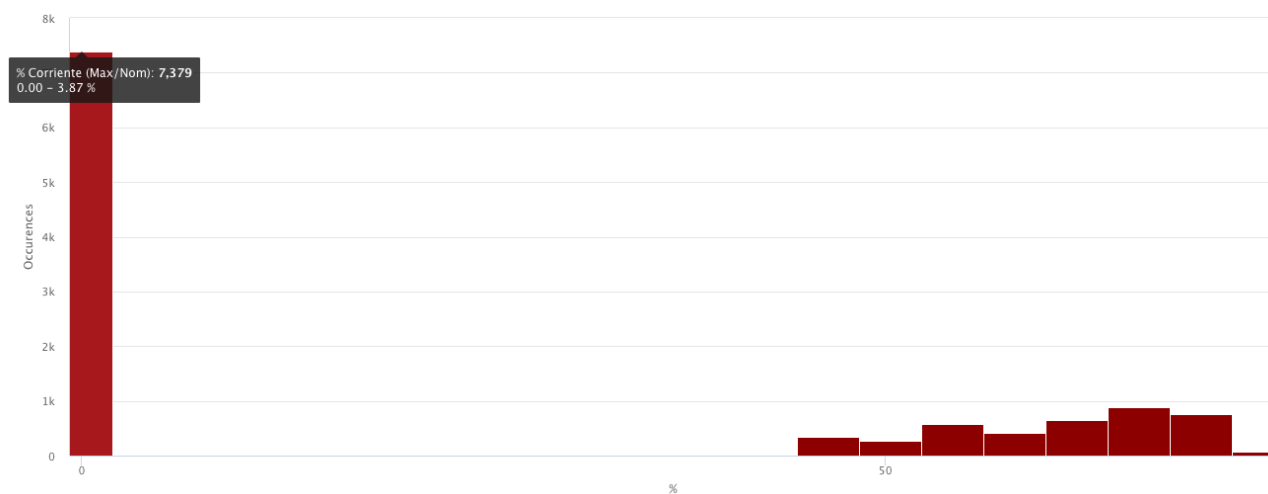
En el histórico total de los datos obtenidos es difícil lograr ver el detalle día por día, pero si se puede observar que la máxima corriente alcanzada por el variador nunca llego a superar el 75% aproximadamente del máximo que podría soportar sin problemas el variador. En el caso de este gráfico se trata del % alcanzado por hora a lo largo del tiempo.

En forma de histograma observamos cuales fueron los rangos que mas veces se repitieron a lo largo del tiempo.

El total de ocurrencias depende de la cantidad de veces que se tomo el dato máximo, en este caso por hora por lo tanto se tomaron un total de 11.362 ocurrencias.

En un mayor porcentaje los datos se vieron concentrados en bajos rangos de utilización, con muy baja corriente llegando al variador.

Imagen 50.1 - Rango de datos Diciembre 2019 – Marzo 2021



Seguido por 881 ocurrencias dentro del rango de los 65,84% y 69,71%.

Imagen 50.2 - Rango de datos Diciembre 2019 – Marzo 2021



Esto significa que los datos se encuentran concentrados en bajo valores en un total de 65% de las veces, mientras que en los valores máximos alcanzados solo un 8% de las horas. Supero el 50% de la utilización de la corriente nominal del variador un 32,4% de las veces en total. Esto implica que mas de la mitad de su tiempo el variador estuvo casi detenido o trabajando a baja corriente sin ningún esfuerzo de transporte.

Eliminando los datos extremos bajos, el variador estuvo trabajando en un promedio de utilización al 62,82% de su capacidad total.

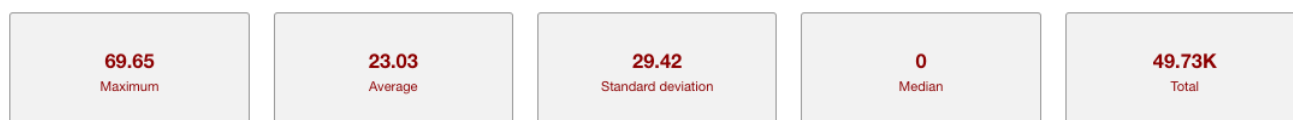
Analizando algunos indicadores estadísticos tenemos lo siguiente:

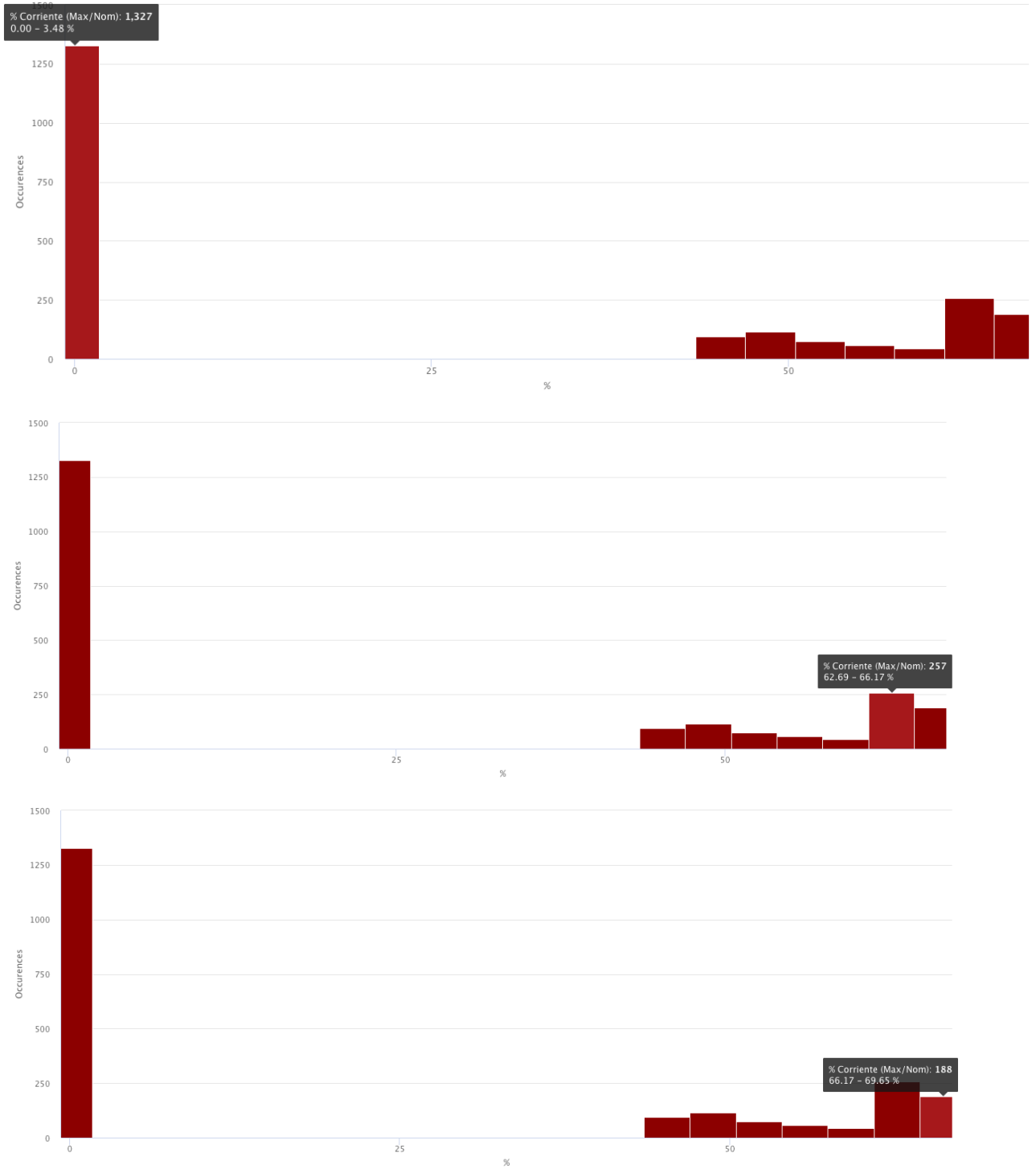


Ese pico máximo alcanzado solo se alcanzó una vez, y el rango de entre 73,59% y 77,46% 76 veces, es decir un 0,06% del total de ocurrencias.

Disminuyendo el rango de tiempo y evaluando el primer trimestre del 2020, luego de la instalación de los sensores y la posibilidad de tomar datos y comenzar a realizar analítica, comparándolo contra el último trimestre del 2021. Se puede observar como en reglas generales los datos mantuvieron las mismas tendencias en cuanto a cantidad de horas con baja corriente, en comparación con los picos de alta utilización.

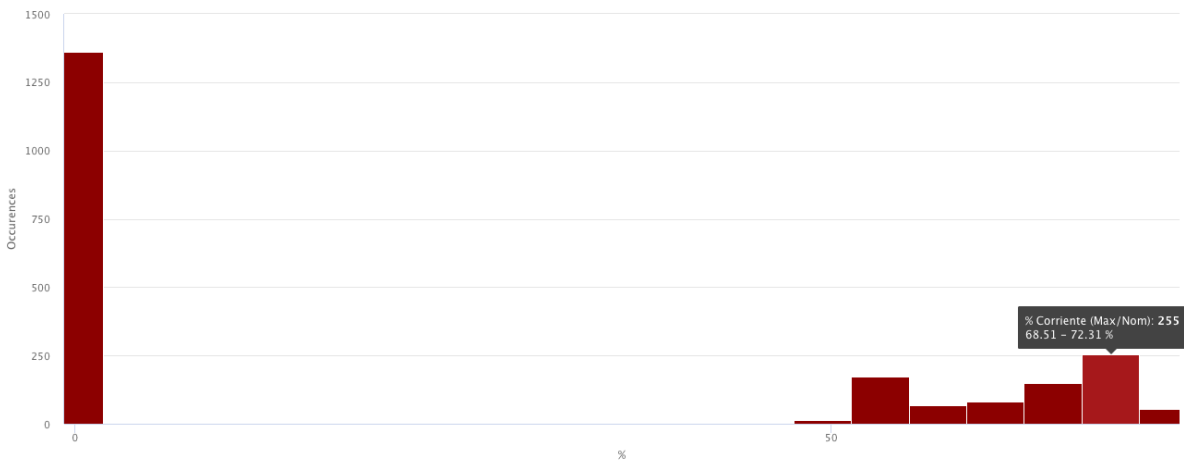
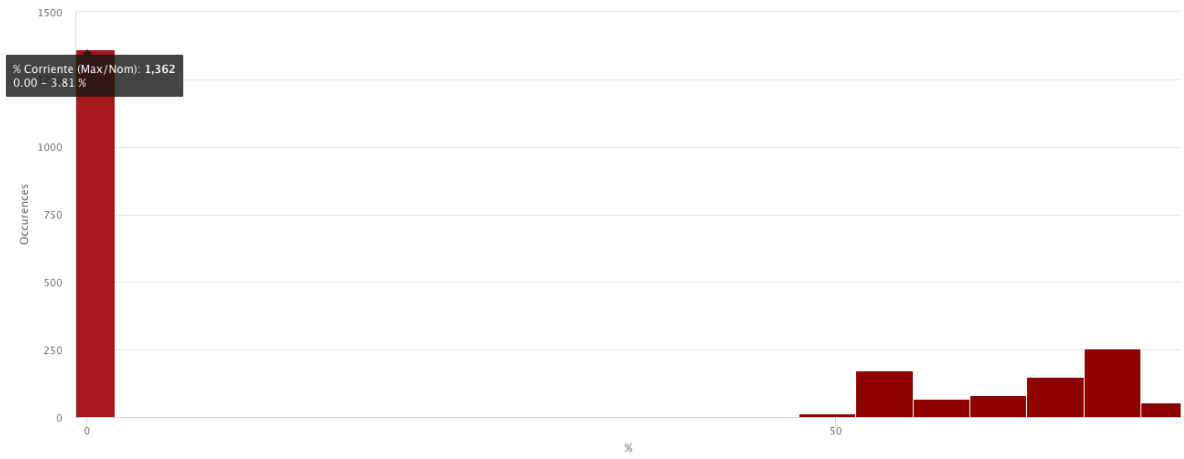
1º Trimestre 2020 - Imagen 50.3 - Rango de datos Enero 2020 – Marzo 2020





1º Trimestre 2021 - Imagen 50.4 - Rango de datos Enero 2021 – Marzo 2021

76.12 Maximum	23.85 Average	31.42 Standard deviation	0 Median	51.51K Total
-------------------------	-------------------------	------------------------------------	--------------------	------------------------

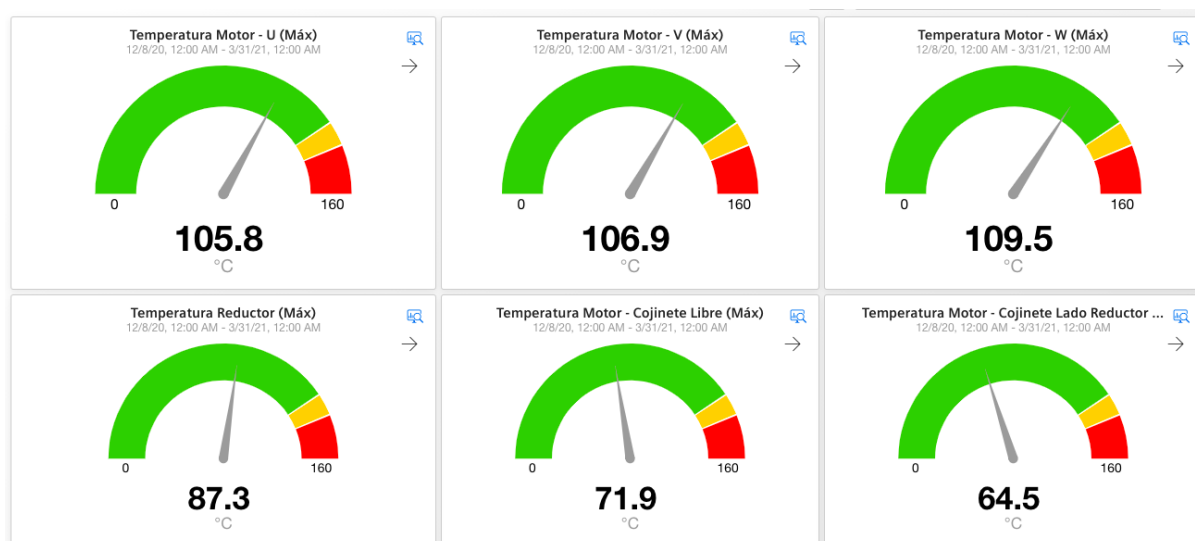




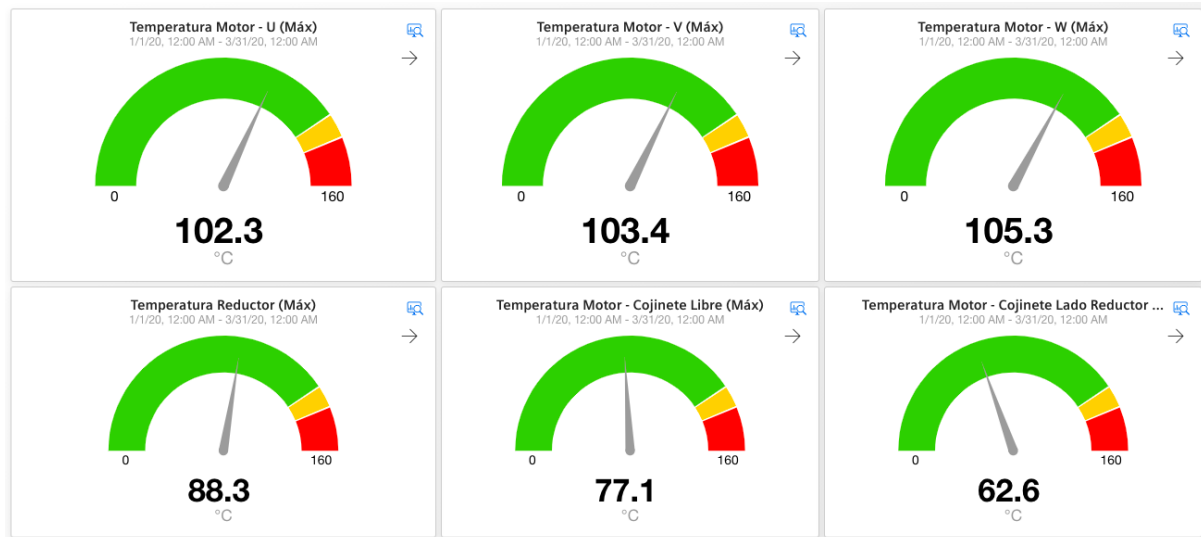
Sin embargo, se puede fácilmente ver como pese a que los datos a grandes rasgos se mantuvieron parecidos, al entrar en el detalle se observa que hubo una mejor gestión de la utilización. Sigue estando el pico concentrado de datos en los niveles bajos, pero este último trimestre se observa que los datos tampoco tienen picos concentrados en valores altos, las últimas columnas, sino que se encuentra mejor distribuida en una utilización media, si bien destaca en un segundo lugar datos concentrados en niveles altos, se puede notar una mayor participación de datos en un nivel medio de 53 a 57% de utilización. Se equilibra la utilización de la exigencia del variador, no generando tanto desbalanceo de baja utilización a alta utilización.

Variables de temperaturas

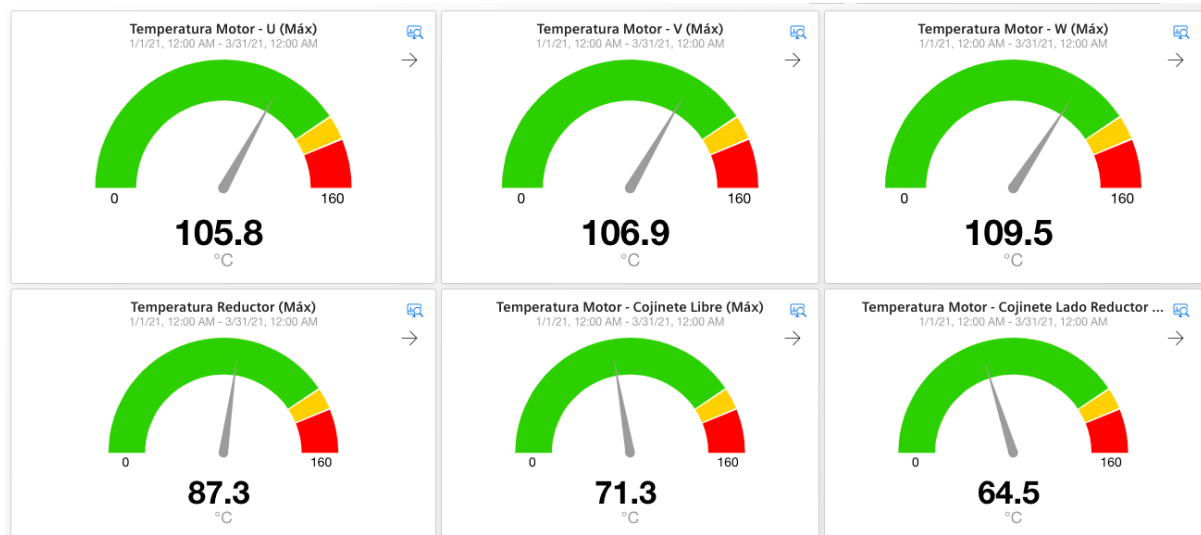
Imagen 51 - Rango de datos Diciembre 2019 – Marzo 2021



1º Trimestre 2020 - Imagen 51.1 - Rango de datos Enero 2020 – Marzo 2020



1º Trimestre 2021 - Imagen 51.2 - Rango de datos Enero 2021 – Marzo 2021



En cuanto a las temperaturas máximas alcanzadas, otra forma de mostrar los gráficos es por medio de velocímetros, en donde visualmente es mas fácil observar que a lo largo del año se mantuvieron similares a lo largo del período de tiempo analizado y en color verde, lo que implica que nunca se superaron los niveles insalubres para el motor de la línea motriz 1. Los niveles en verde, amarillo y rojo indican los distintos niveles de peligro.

2 – Sistema Motriz 2

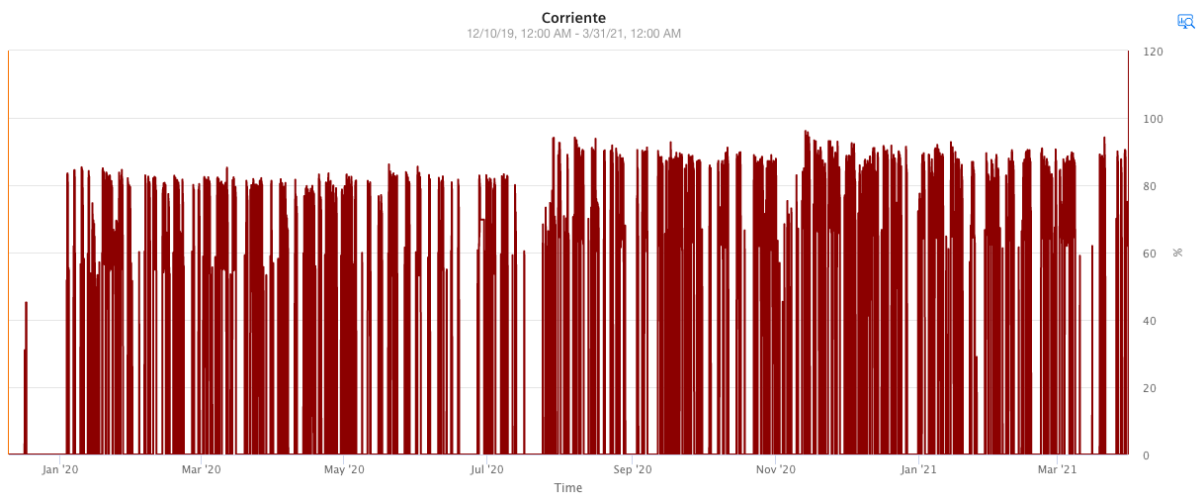
KPI % Corriente

Nuevamente el primer KPI a analizar es el de %Corriente:

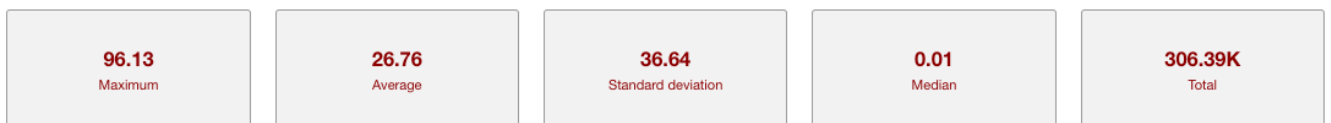
$$\text{KPI \%Corriente (Max/Nom)} = \text{VAR MAX Corriente_Variador} / \text{NOM 1020}$$

(los valores máximos se encuentran tomados por hora)

Imagen 52 - Rango de datos Diciembre 2019 – Marzo 2021



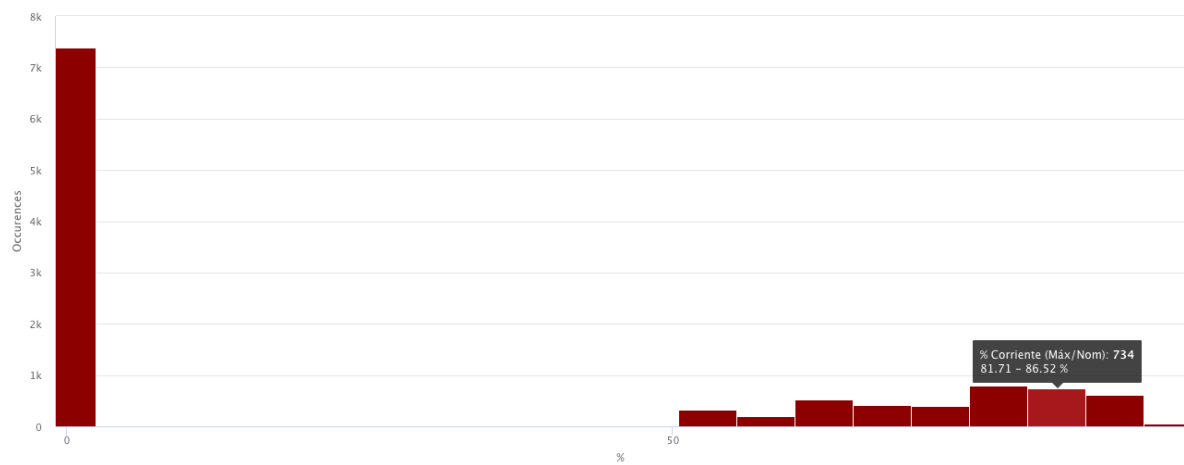
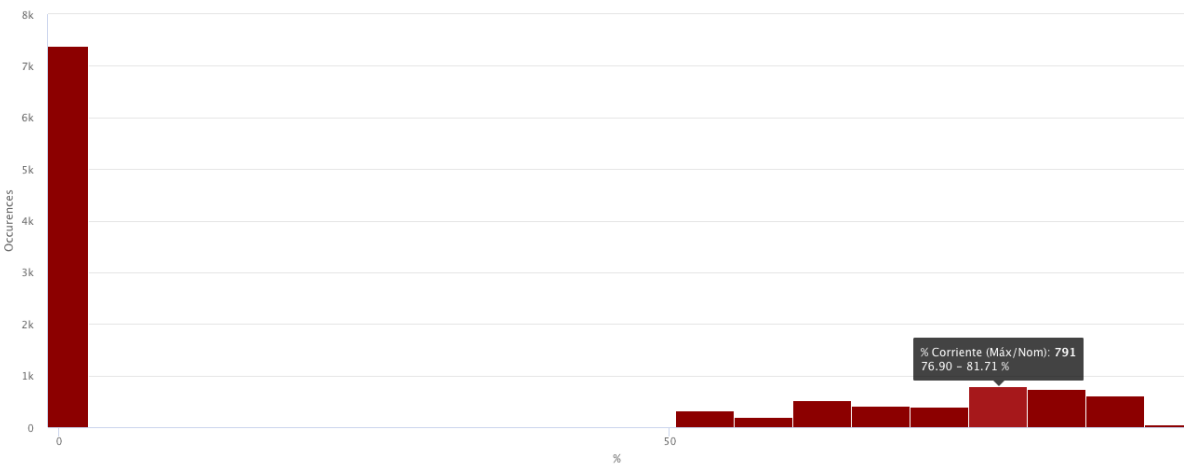
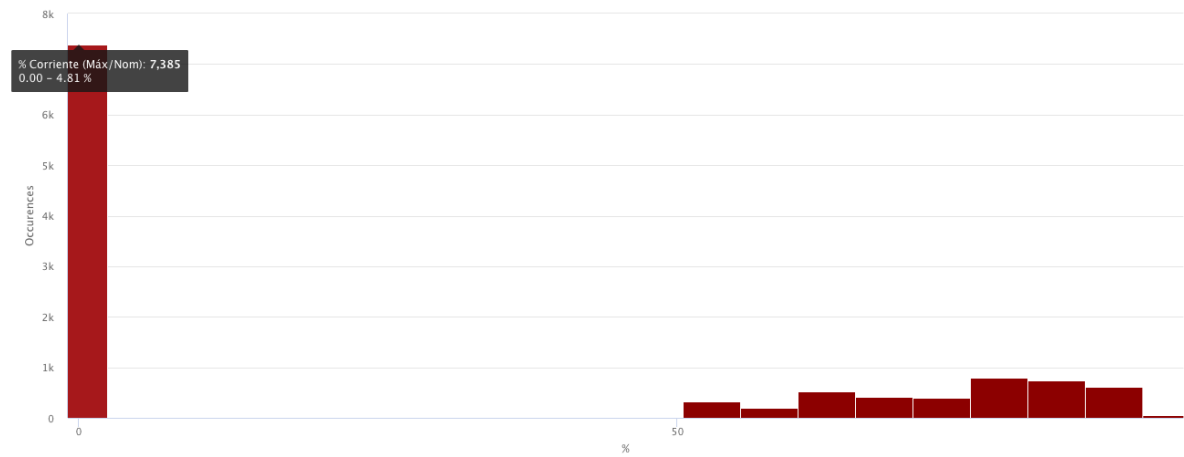
En este caso se puede observar como hubo momentos en que sin llegar a tocar el 100% de la utilización estuvo en porcentajes muy cercanos a este máximo, a diferencia con el caso anterior que el mayor valor de utilización alcanzado fue de 77,46%.

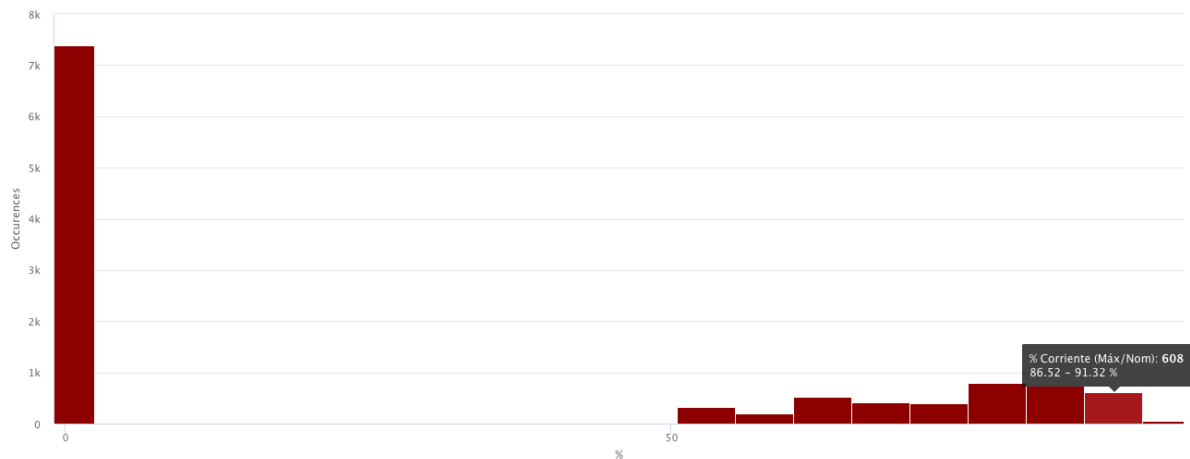


Ahora para el sistema motriz 2 la máxima de los datos registrados es del 96,13% de utilización de la capacidad total de corriente del variador.

De la misma forma que en el caso anterior el promedio de los datos se encuentra influenciado por muchas ocurrencias con valores bajos. Estos valores bajos son aquellos momentos que la línea transportadora se encuentra trabajando a muy baja intensidad, llevando y trayendo muy bajos pesos o nulos.

Imagen 52.1 - Rango de datos Diciembre 2019 – Marzo 2021

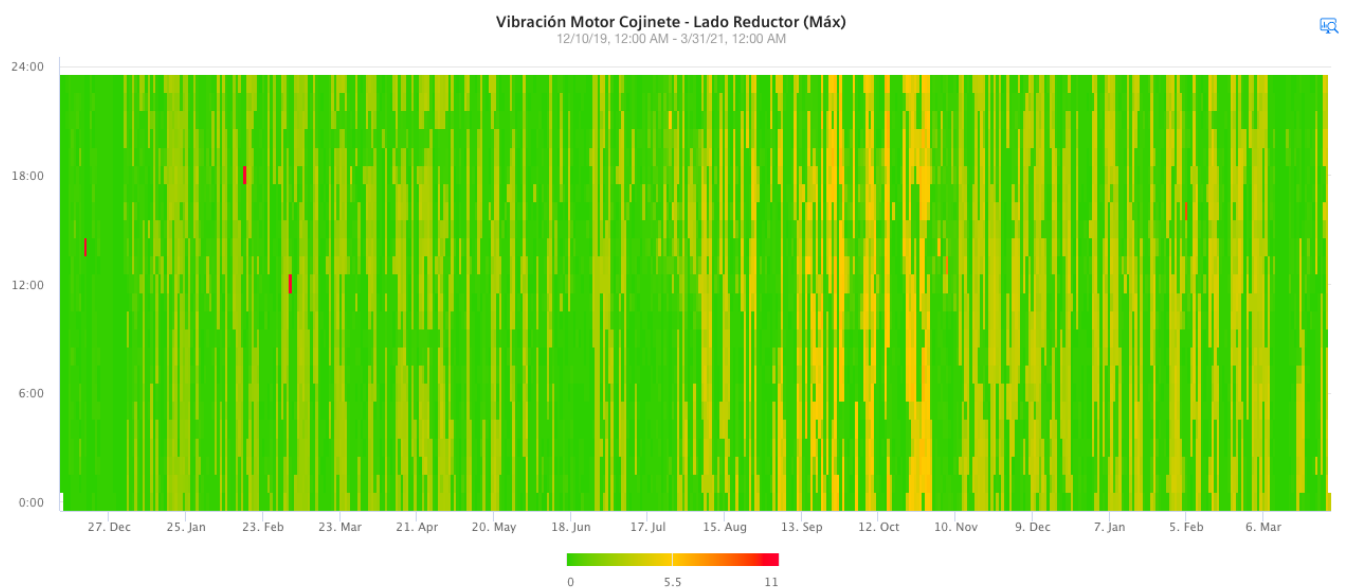




El total de registros en este caso fue de 11436 ocurrencias de toma de datos, entre las cuales 7385 veces los datos fueron inferiores a un 50% de utilización de la capacidad total de la maquinaria. Esto significa que tan solo, un 35,2% del tiempo total analizado el motor fue exigido en mas de un 50% de su capacidad máxima y eliminando de esta grafica los valores extremos muy bajos o nulos, el promedio de utilización en los valores mas altos es de 75,51%. Los niveles máximos alcanzados, representan a solo un 0,44% de su tiempo total, valores que no significan un problema para la performance del motor.

Otra gráfica interesante de analizar para la performance de los equipos es la vibración máxima registrada a lo largo del período de tiempo.

En este caso se realizó un heatmap donde se pueden ver los puntos críticos rojo, señal de que la vibracion del motor supero los limites de peligro permaneciendo en estado de alerta. Imagen 53 - Rango de datos Diciembre 2019 – Marzo 2021



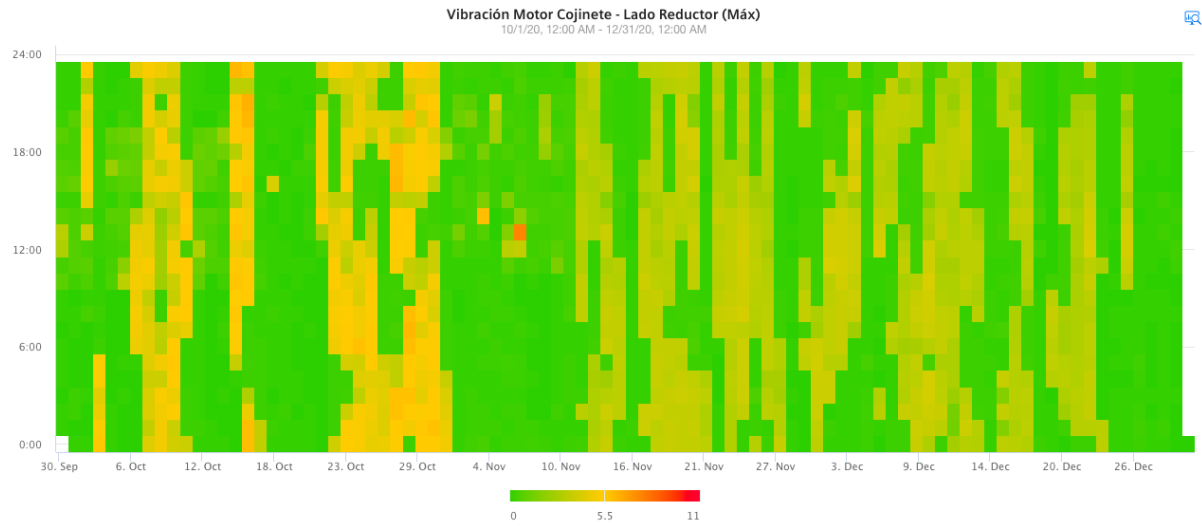
En esos puntos rojos la vibración alcanzo aproximadamente los niveles de 11 mm/s. y podemos destacar una mancha mas clara durante los meses de septiembre octubre y noviembre proveniente de un color mas amarillento, que podría ser evidencia de un periodo de uso mas exhaustivo de la línea motriz 2.

Haciendo un enfoque en los trimestres más importantes en el periodo de tiempo, tenemos los siguientes heatmaps

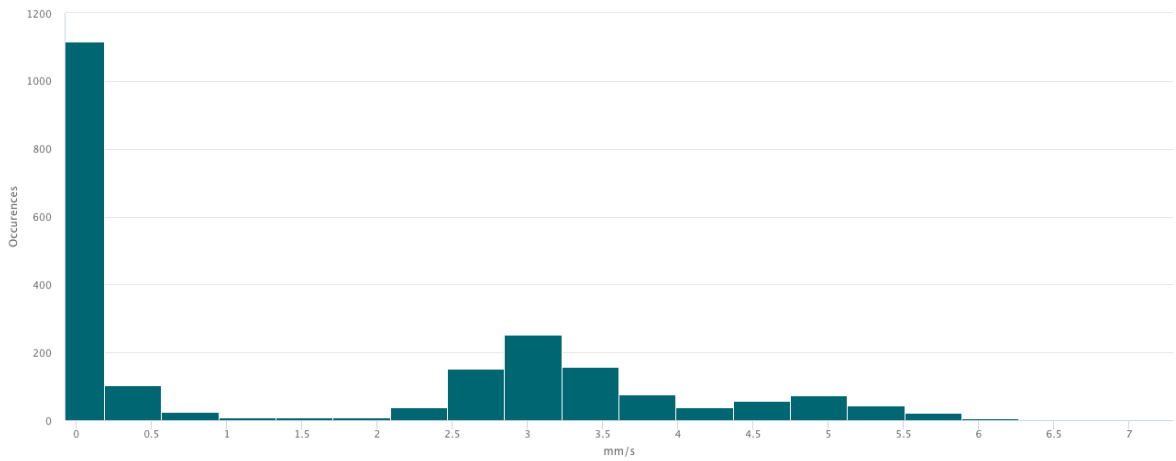
1º Trimestre 2020 - Imagen 53.1 - Rango de datos Enero 2020 – Marzo 2020



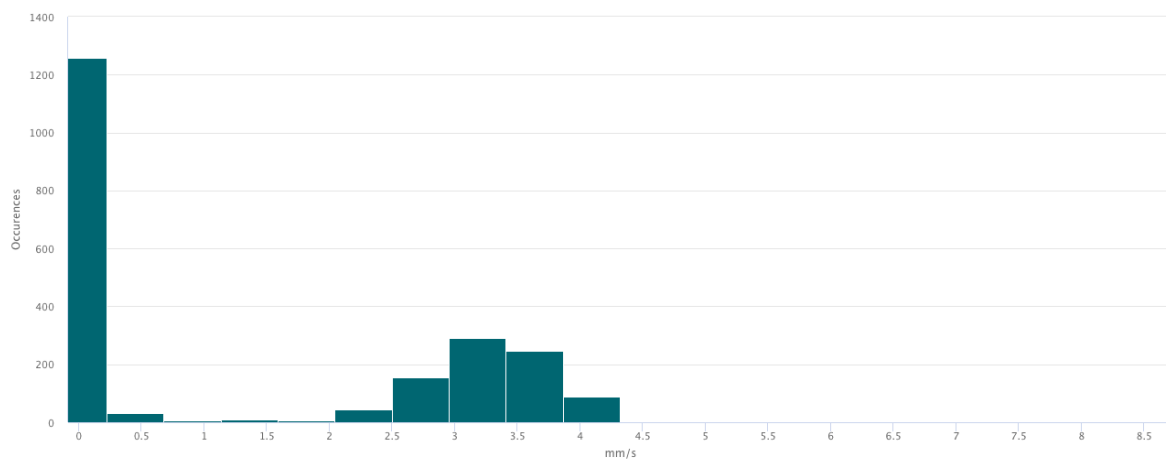
3º Trimestre 2020 Imagen 53.2 - Rango de datos Octubre 2020 – Diciembre 2020



7.6 Maximum	1.69 Average	1.86 Standard deviation	0.3 Median	3,693.8 Total
-----------------------	------------------------	-----------------------------------	----------------------	-------------------------



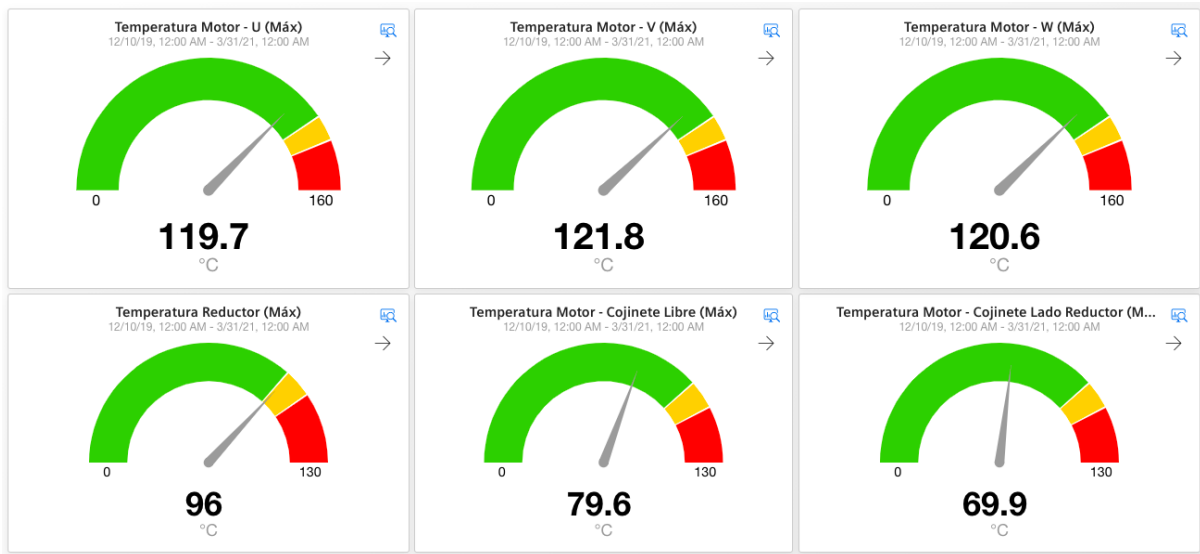
1º Trimestre 2021 - Imagen 53.3 - Rango de datos Enero 2021– Marzo 2021



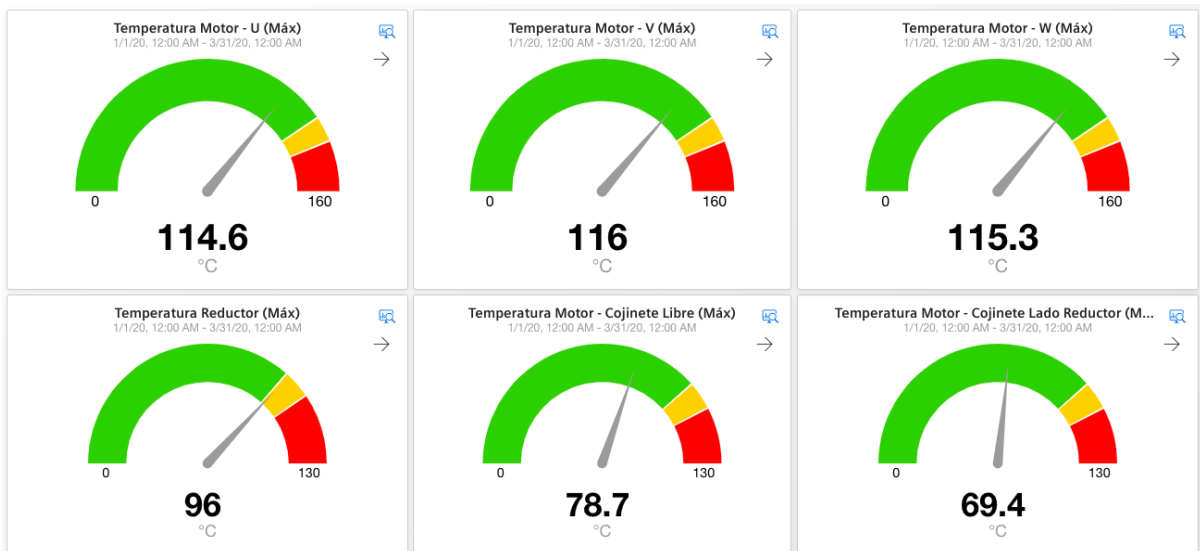
En comparación entre los dos primeros trimestres del 2020 y 2021, se observa como a pesar de haber habido un pico máximo de vibración durante este último trimestre, la gestión del motor en este aspecto resulto mas eficiente, el promedio de vibraciones disminuyo varios puntos y se administro mejor, se evito que el motor llegara mas intensamente a mediciones mas altas, por lo cual se pudo mantener al motor en mejores condiciones que al principio del monitoreo.

En la comparativa de las temperaturas máximas todas se encuentran en estado verde, alguna de ellas cercanas al límite o en el inicio de una situación de atención, pero con registros que no implicarían inconvenientes. Las temperaturas promedio de las máximas aumentaron, pero en una medida lo suficiente como para haber implicado una mayor operativa de los motores sin llegar a implicar un riesgo para ellos.

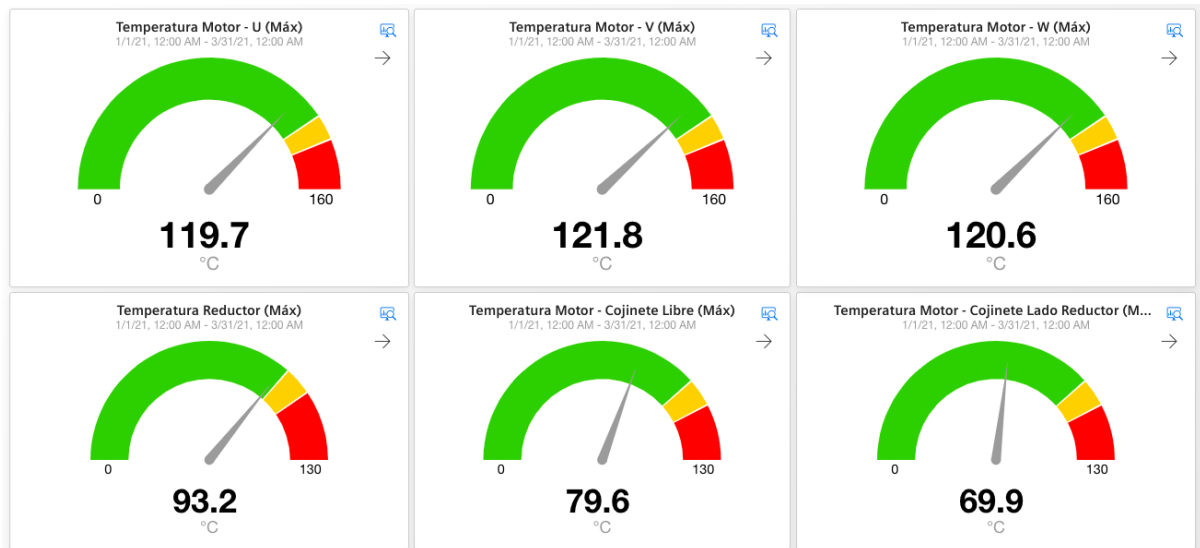
Imagen 54 - Rango de datos Diciembre 2019 – Marzo 2021



1º Trimestre 2020 - Imagen 54.1 - Rango de datos Enero 2020– Marzo 2020



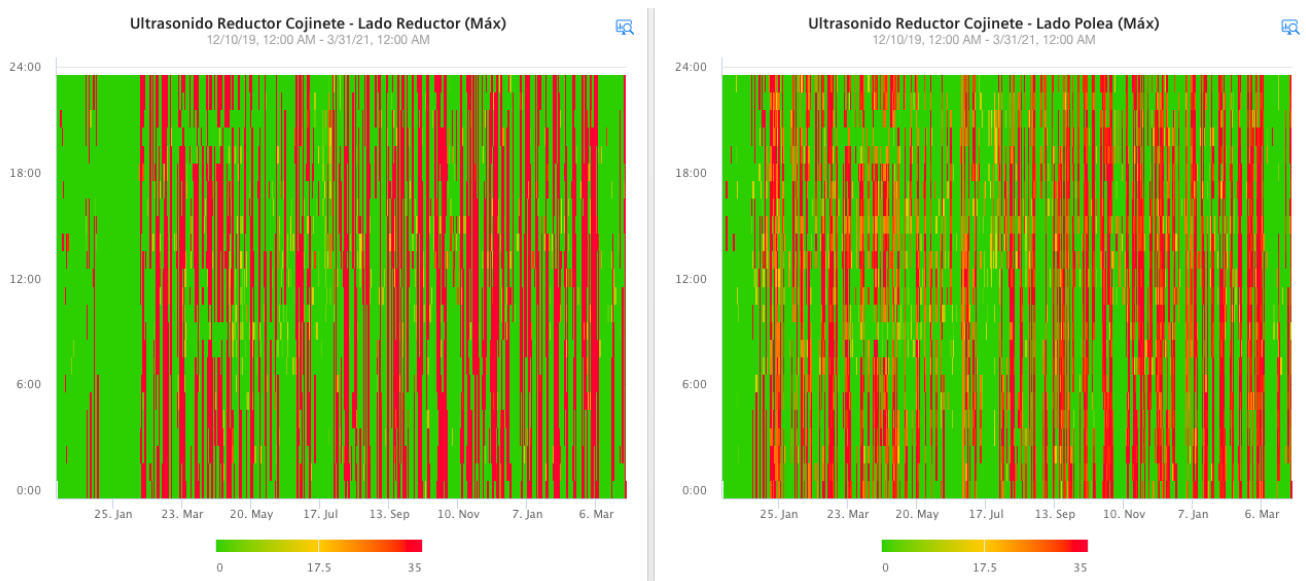
1º Trimestre 2021 - Imagen 54.2 - Rango de datos Enero 2021– Marzo 2021



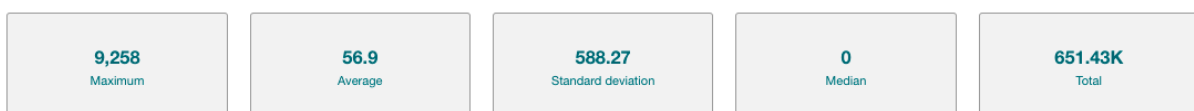
Variables de Ultrasonido

El ultrasonido por otro lado, si se encuentra en varias oportunidades en estado rojo al ver la vista total de los datos.

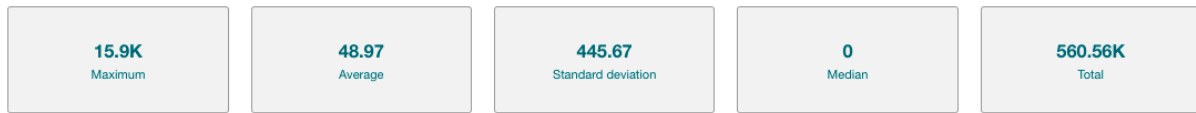
Total de período de tiempo Imagen 55 - Rango de datos Diciembre 2019 – Marzo 2021



- Lado reductor

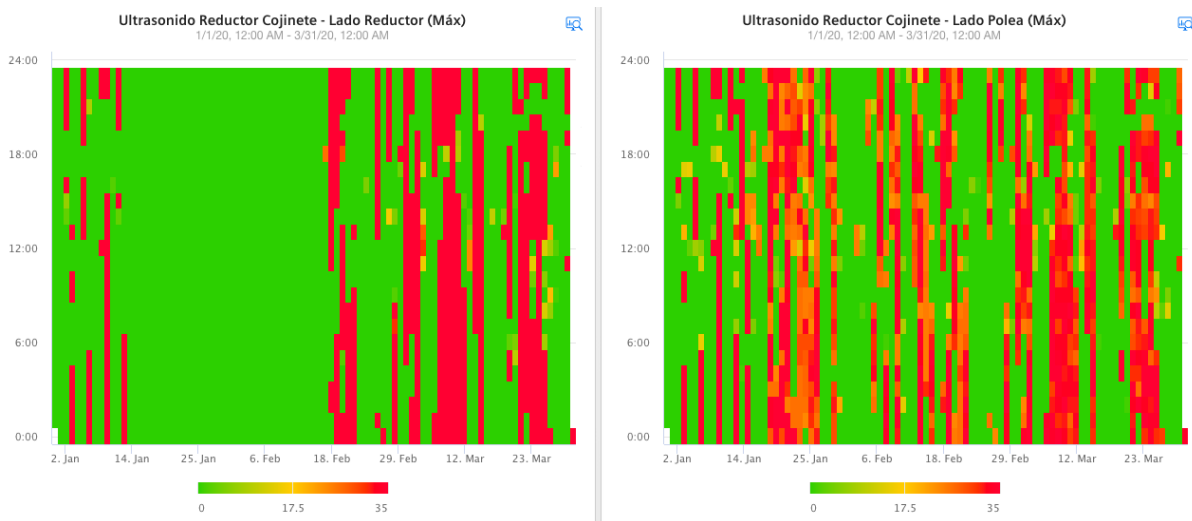


- Lado polea



Al entrar en detalle de la comparativa desde el inicio del sistema al estado actual luego de un año de monitoreo de las distintas variables, es posible observar algunos cambios en los registros obtenidos.

1º Trimestre 2020 - Imagen 55.1 - Rango de datos Enero 2020 – Marzo 2020

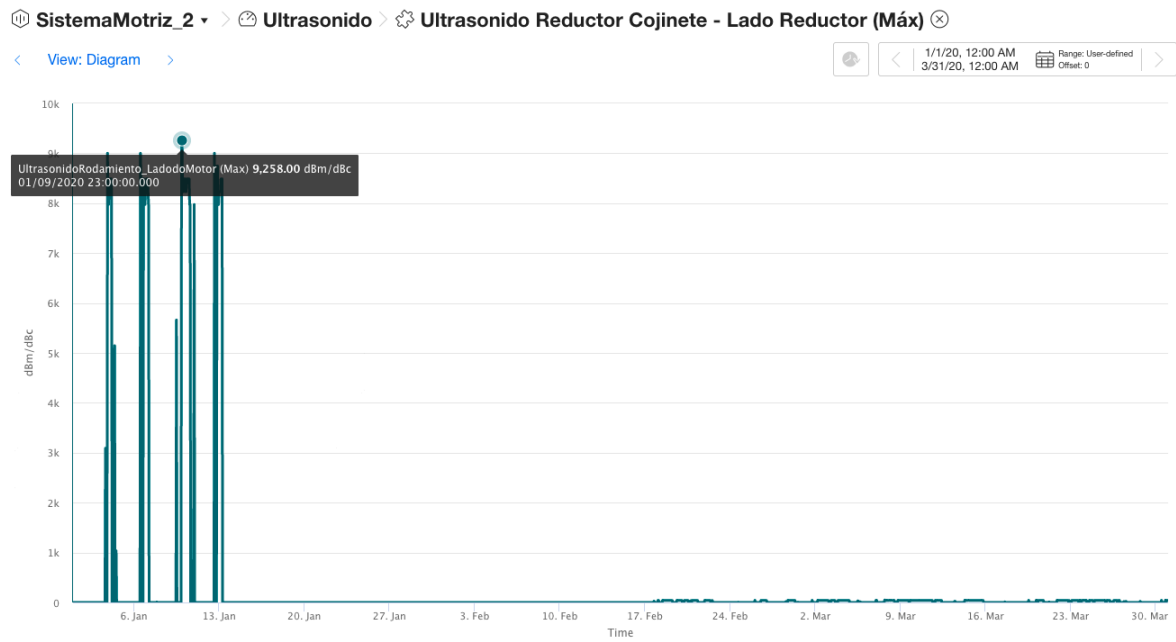


- Lado Reductor



SistemaMotriz_2 > Ultrasonido > Ultrasonido Reductor Cojinete - Lado Reductor (Máx)

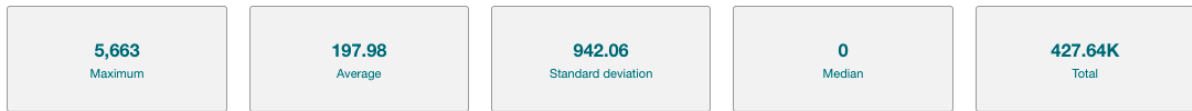




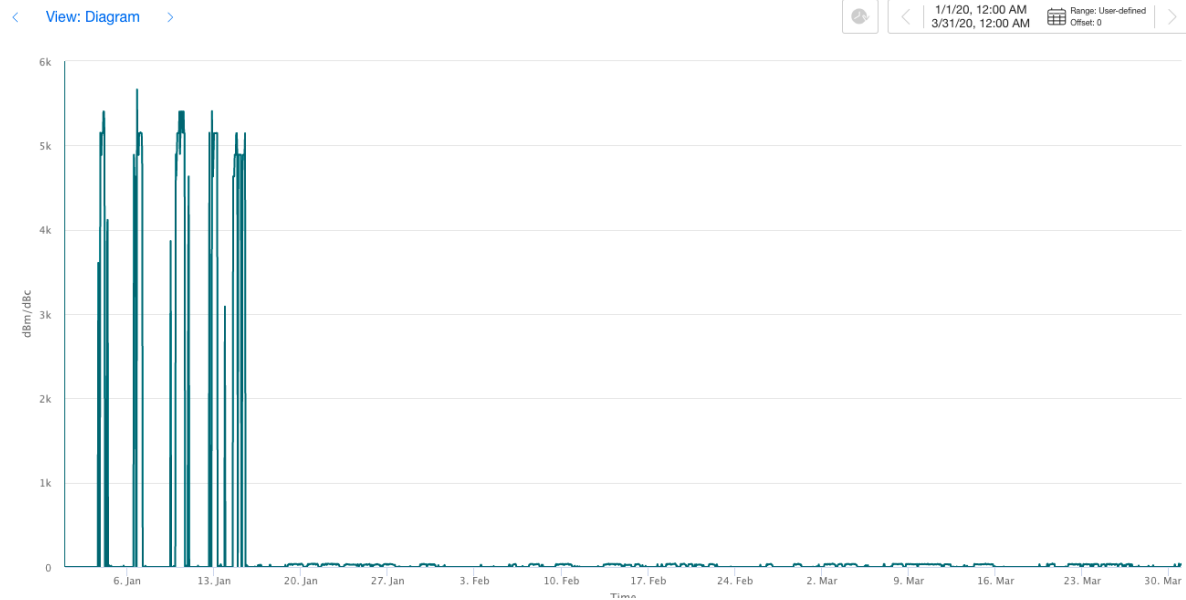
En este caso del Ultrasonido detectado del lado reductor del motor se puede detectar como en un comienzo del primer trimestre del 2020 se presentaron altísimos niveles de ultrasonido que luego se estabilizaron, a los 15 días aproximadamente, el sistema ya se encontraba recolectando datos por lo cual les fue posible observar estos picos que llaman la atención.

De la misma manera se observa en el caso del Lado Polea del motor reductor.

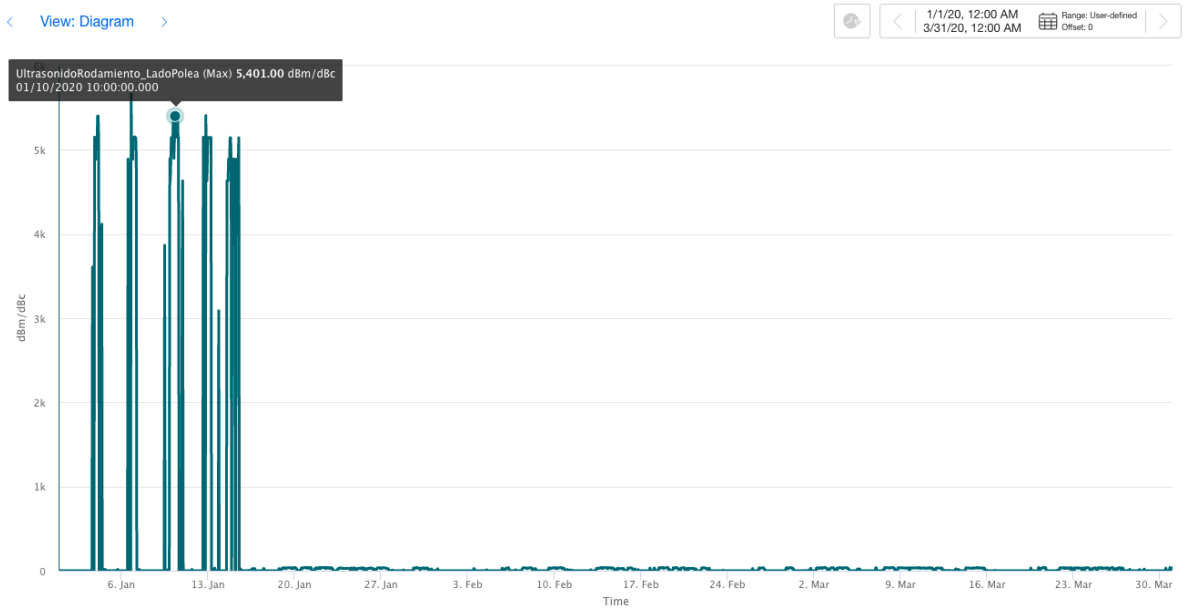
- Lado Polea



SistemaMotriz_2 > Ultrasonido > Ultrasonido Reductor Cojinete - Lado Polea (Máx)



SistemaMotriz_2 > Ultrasonido > Ultrasonido Reductor Cojinete - Lado Polea (Máx)



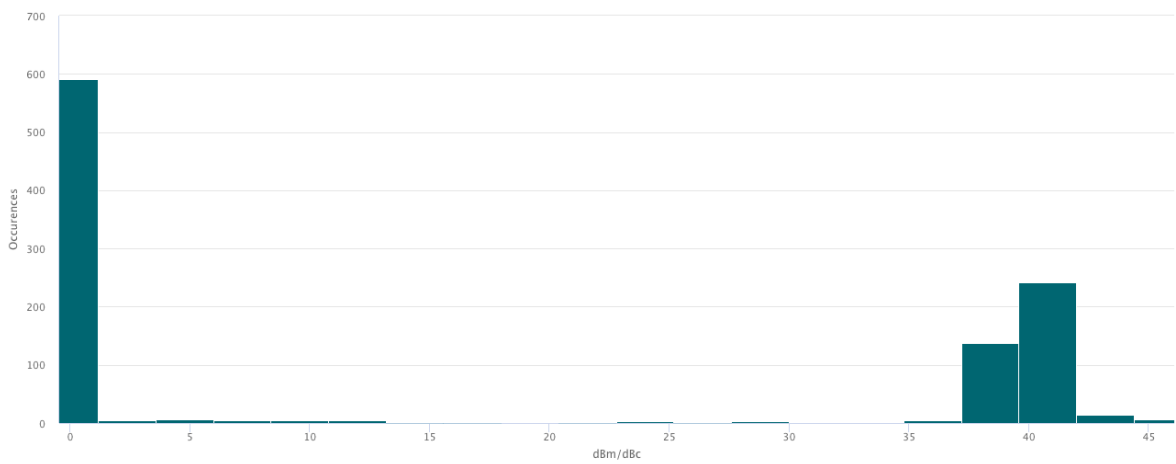
Eliminando del analisis los dias de alta inestabilidad, mejora la comparacion entre el estado inicial y el actual de la planta. A partir del día 17 de Febrero es cuando ambos lados del motor reductor presentaron datos normales.

- **Lado reductor**



● UltrasonidoRodamiento_LadodoMotor (Max) - SistemaMotriz_2 / MotorReductor_TCallao

48 Maximum	16.59 Average	19.9 Standard deviation	0 Median	17.12K Total
----------------------	-------------------------	-----------------------------------	--------------------	------------------------



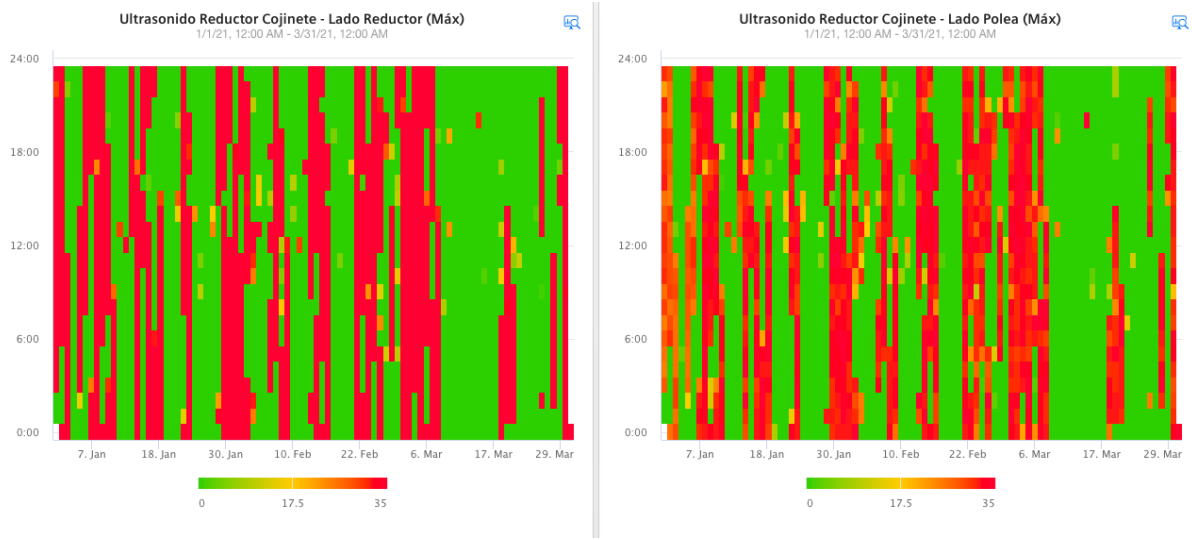
- **Lado polea**



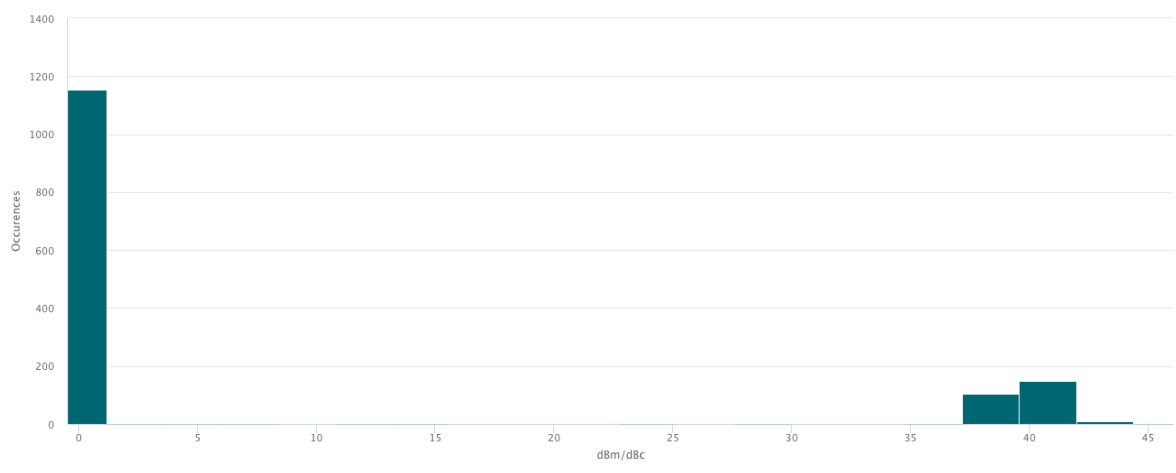
Aún así al ver las fechas más estables los datos siguieron siendo altos, superando en varias oportunidades el limite tolerable de 25 y el limite de alerta de 35 dBm/dBc.

Al comparar los datos con el último trimestre transitado del 2021, los datos se siguen manteniendo parecidos estadísticamente, los niveles y picos de ultrasonido siguen siendo similares en sus registros máximos obtenidos durante este período de tiempo, al igual que los promedios similares.

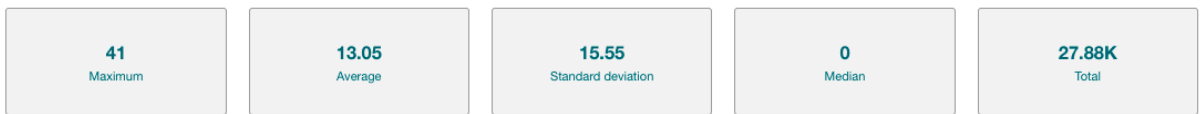
1º Trimestre 2021 - Imagen 55.2 - Rango de datos Enero 2021 – Marzo 2021

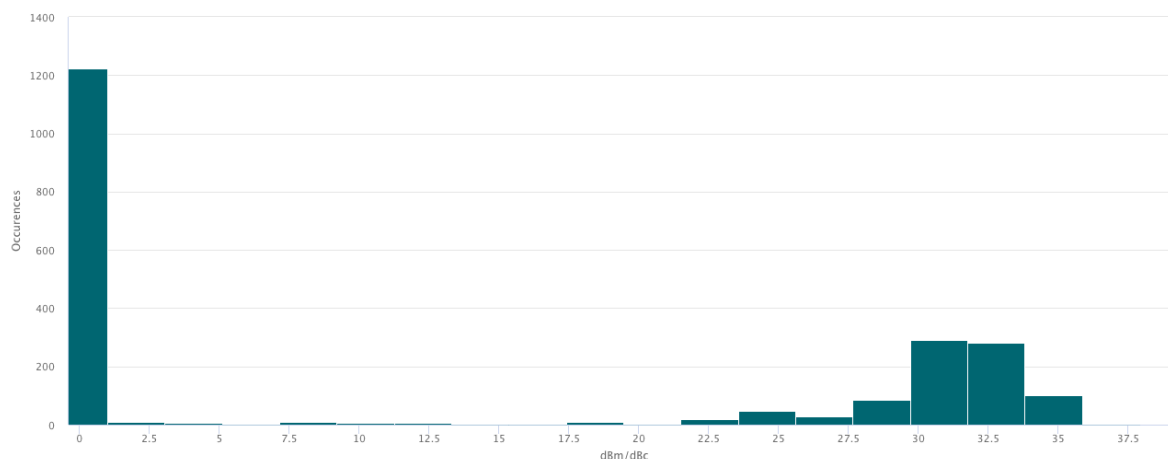


- Lado reductor



- Lado Polea





Por medio de los histogramas si se puede observar pese a ver estadísticamente mediciones similares, en la organización de los datos se puede ver como en comparación con el año anterior en este caso del 2021 los datos estuvieron en pequeña medida mas desplazados a valores menores. Los registros mostraron una leve tendencia de mayor cantidad de datos en valores mas bajos en comparación con el total de los datos del año anterior.

3- Sistema Motriz 3

KPI % Corriente

Al Igual que en los casos anteriores el principal KPI para este tipo de industrias es el del porcentaje de utilización expresado por el consumo de la corriente eléctrica.

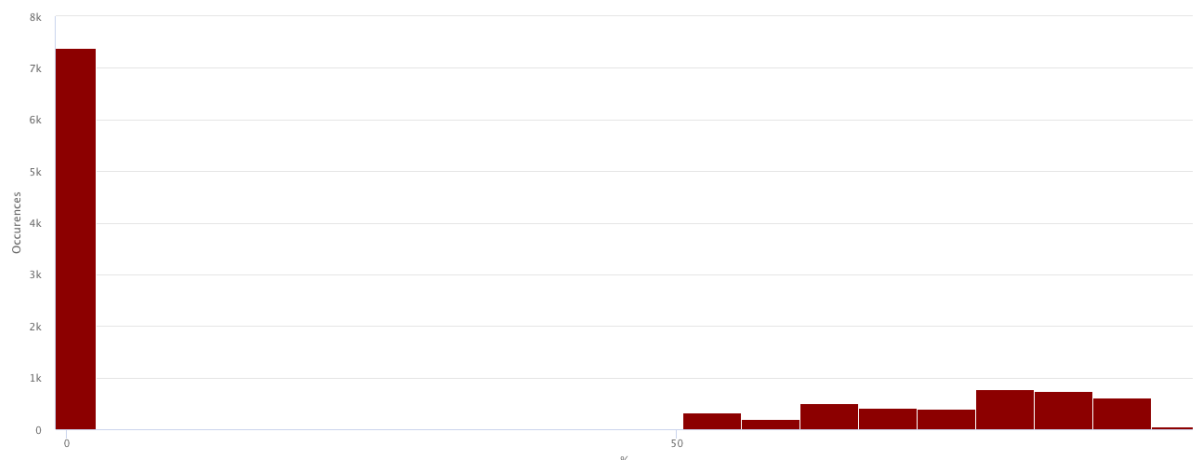
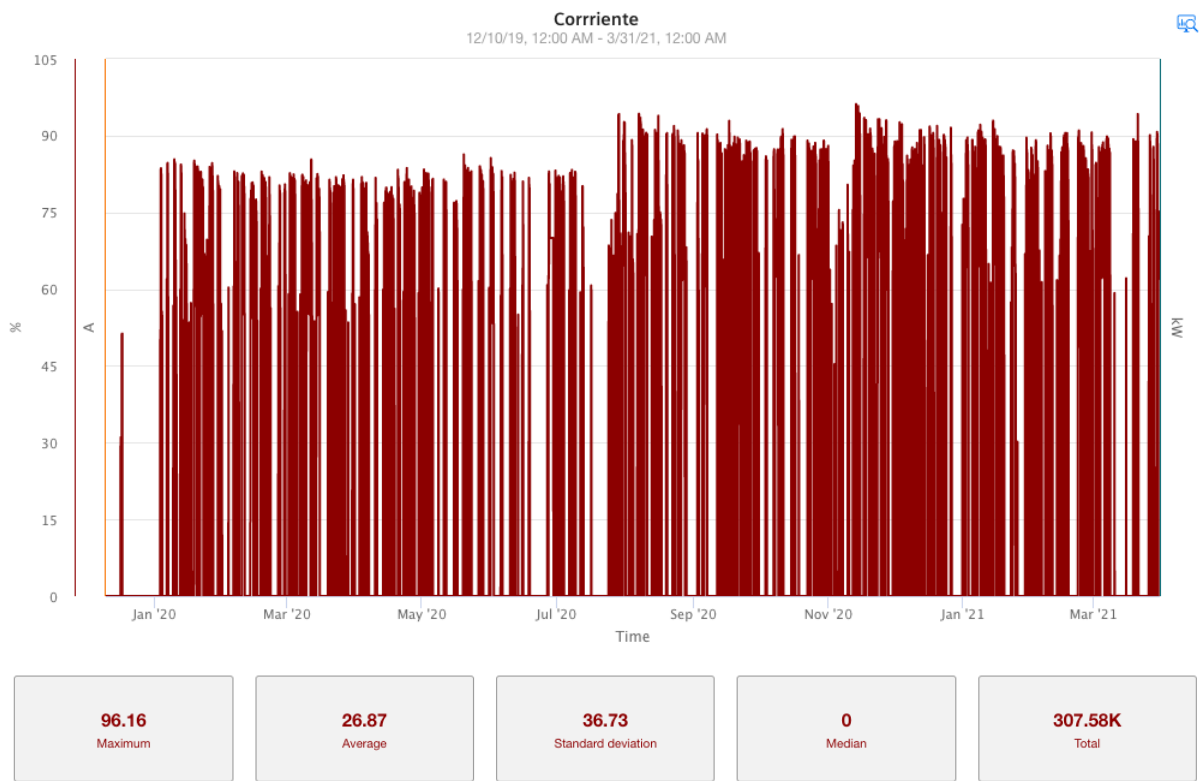
$$\text{KPI \% Corriente (Max/Nom)} = \text{VAR MAX Corriente_Variador} / \text{NOM 1020}$$

(los valores máximos se encuentran tomados por hora)

En este caso al igual que en el sistema motriz analizado anteriormente, el porcentaje de utilización alcanza un pico máximo de 96,16%, lo que implica un aprovechamiento casi máximo de las capacidades del variador y por consiguiente el motor durante su operativa.

Existe una dispersión muy alta de los datos y un promedio de solo 28,87%, demostrando los constantes picos intermitentes a los que es sometido el motor. Eliminando las 7.377 ocurrencias que se encuentran en este nivel bajo y representan un 65% del tiempo total analizado, el promedio de la utilización de la capacidad del variador del motor es de 75,71% de su capacidad total. Solo un 35,31% del tiempo total analizado el variador alcanzo porcentajes de utilización superiores a un 50% de su capacidad máxima total. (Promedio 75,71%)

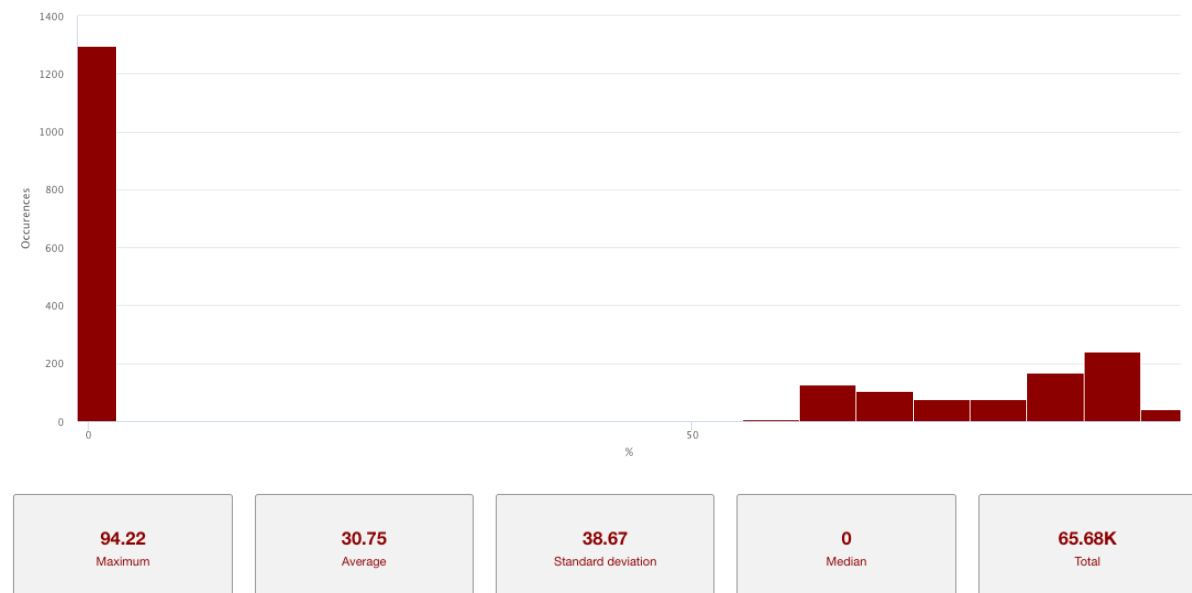
Imagen 56 - Rango de datos Diciembre 2019 – Marzo 2021



1º Trimestre 2020 Imagen 56.1 - Rango de datos Enero 2020 – Marzo 2020



1º Trimestre 2021 Imagen 56.2 - Rango de datos Enero 2021 – Marzo 2021

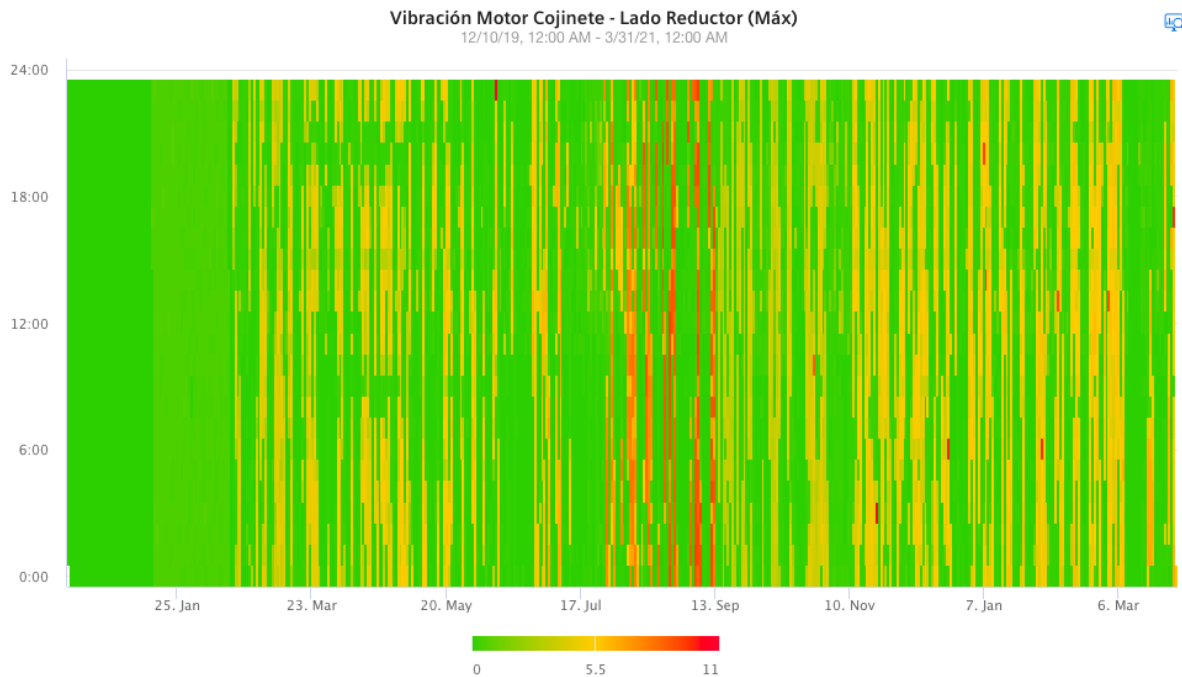


Al comparar el primer trimestre del 2020 contra el primer trimestre del 2021 se observa que se aprovecho muchísimo más el motor y el variador, la utilización alcanzo datos mas altos y el promedio también comenzó a elevarse un poco mas, se llegó a una mejor distribución de los datos en los niveles mas altos de utilización. A partir del primer trimestre del 2021 comenzó a utilizarse mas eficientemente el consumo energético y las capacidades del variador por lo cual se lograron aumentar los niveles totales anuales hasta llegar a valores importantes.

Variables de vibración

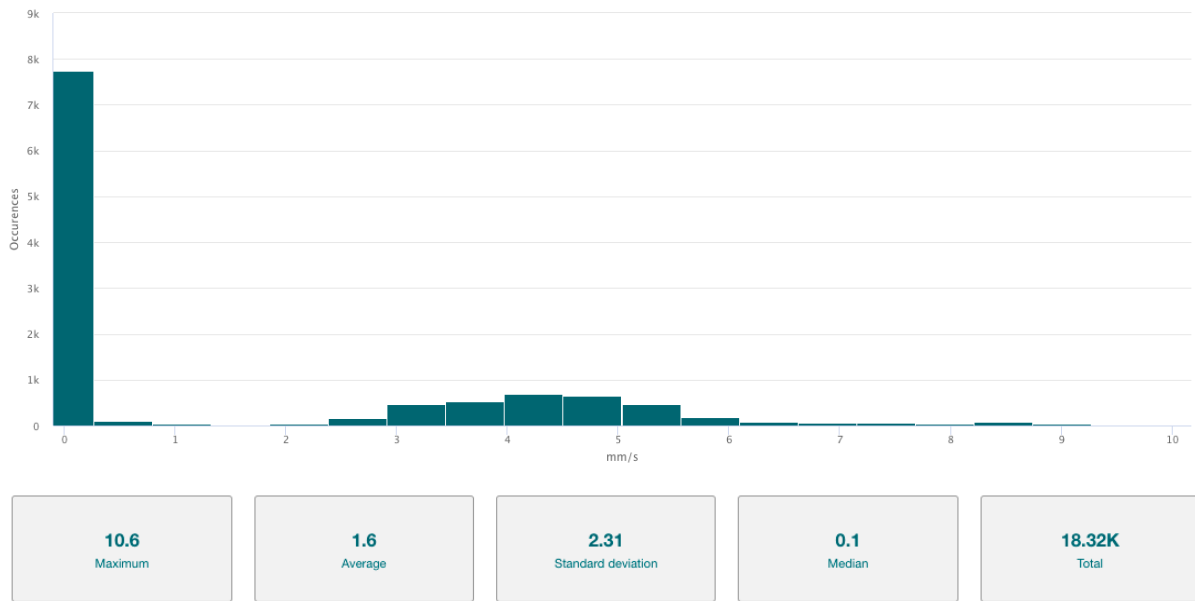
Por el lado de las vibraciones se ve como en un momento intermedio a lo largo del año el motor sufrió momentos de alarma de niveles de superiores a los recomendados y seguros para el motor.

Imagen 57 - Rango de datos Diciembre 2019 – Marzo 2021



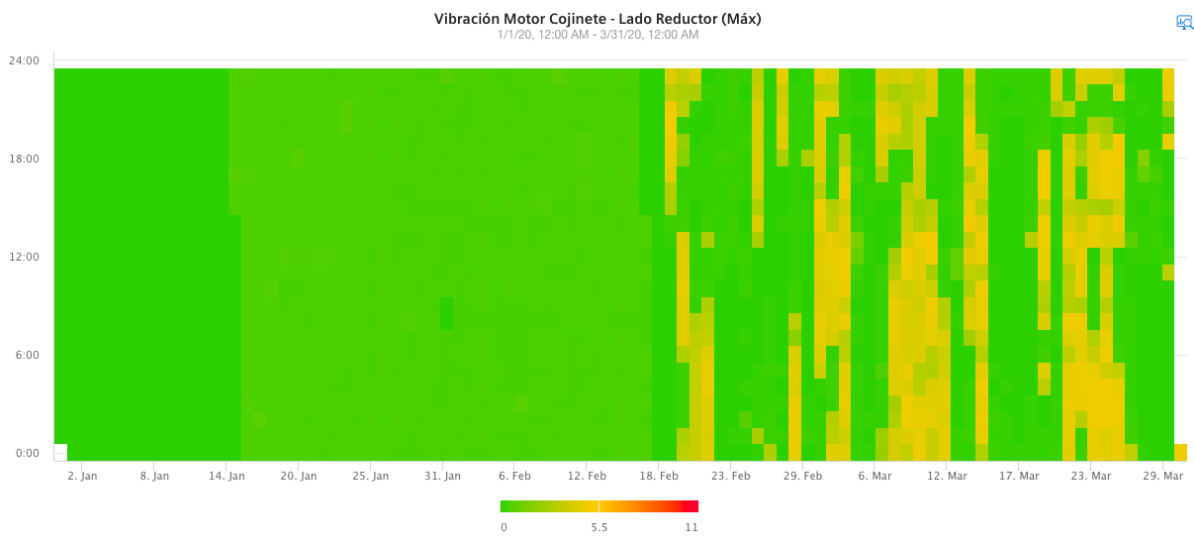
Durante este rango de tiempo analizado el motor supero los niveles de precaución 3855 veces, considerando que cada toma de datos es de aproximadamente 15 segundos, se estima que el motor estuvo trabajando en condiciones que podrian dañarle durante 16 horas, lo que es muy poco y no implica un riesgo para su operativa si se trata de un motor sano y mantenido correctamente. Es un punto que el cliente debería ser critico y considerar en el caso de un mayor deterioro de su unidad.

Imagen 57.1 - Rango de datos Diciembre 2019 – Marzo 2021

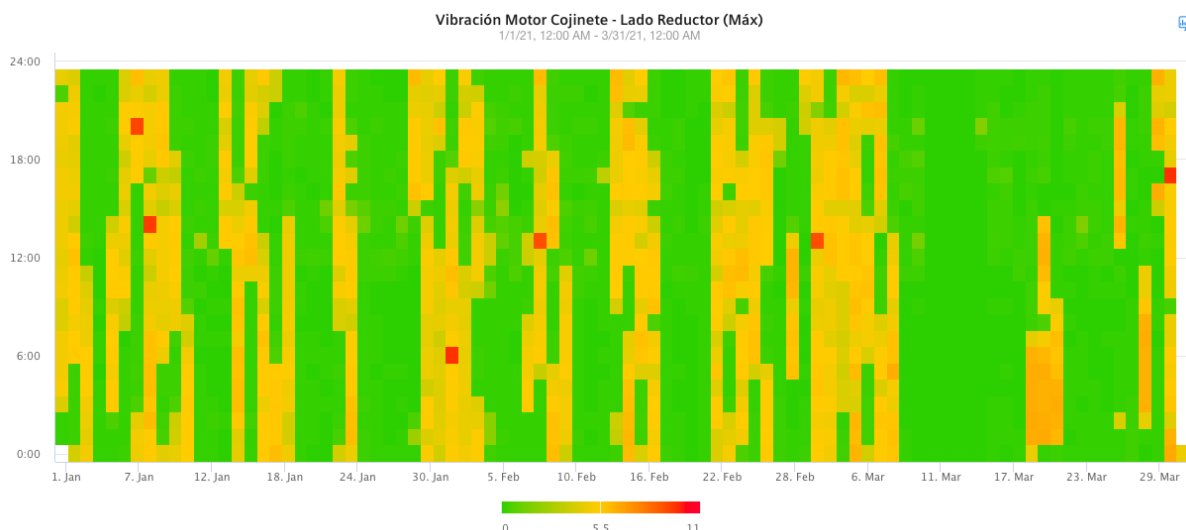


Entrando a la comparativa de cada uno de los trimestres comparables en el tiempo para ver algún grado de mejora o deterioro, observamos los siguientes gráficos.

1º Trimestre 2020 - Imagen 57.2 - Rango de datos Enero 2020 – Marzo 2020



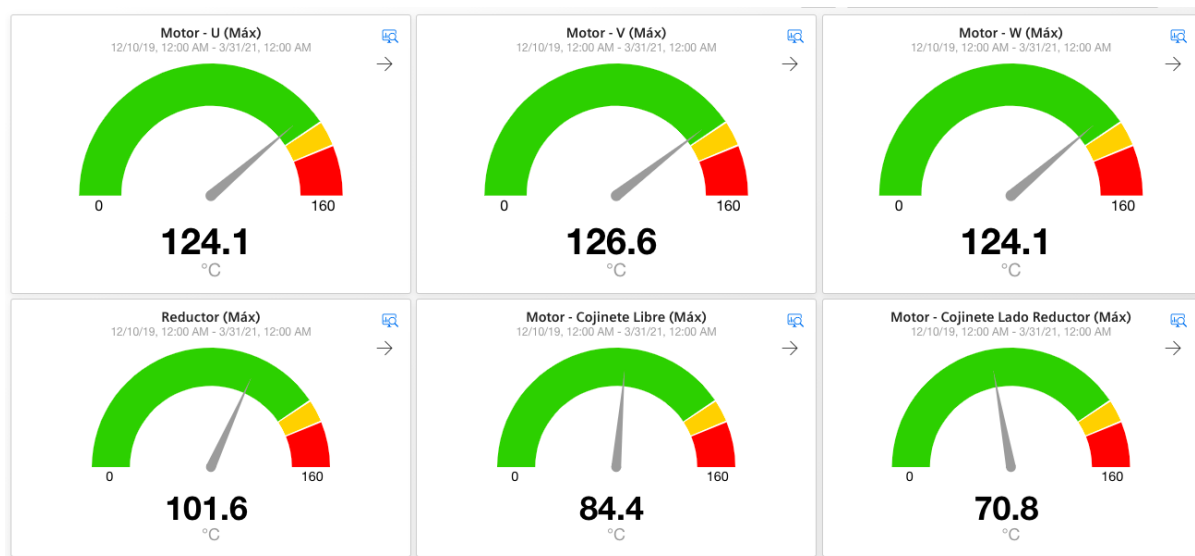
1º Trimestre 2021 Imagen 57.3 - Rango de datos Enero 2021 – Marzo 2021



Al comparar trimestralmente los primeros trimestres del 2020 y 2021 se ve que se exigió más al motor por lo cual los registros de vibraciones en promedio y máximos fueron más altos, pero sin ningún riesgo de operación ni de performance que pudiera afectar a la planta en su ejecución.

Variables de temperaturas

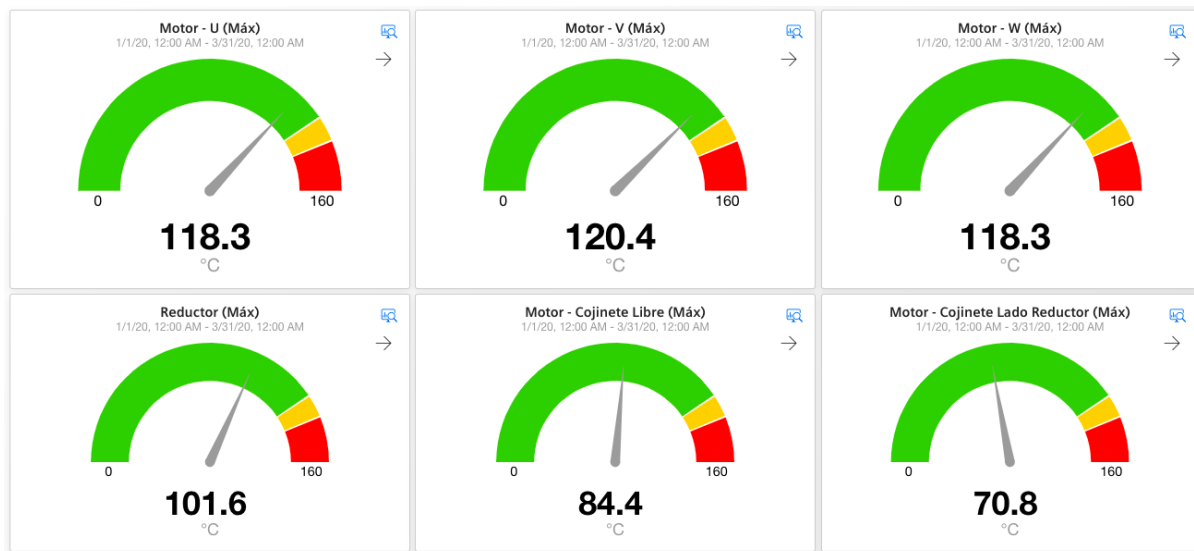
Imagen 58 - Rango de datos Diciembre 2019 – Marzo 2021



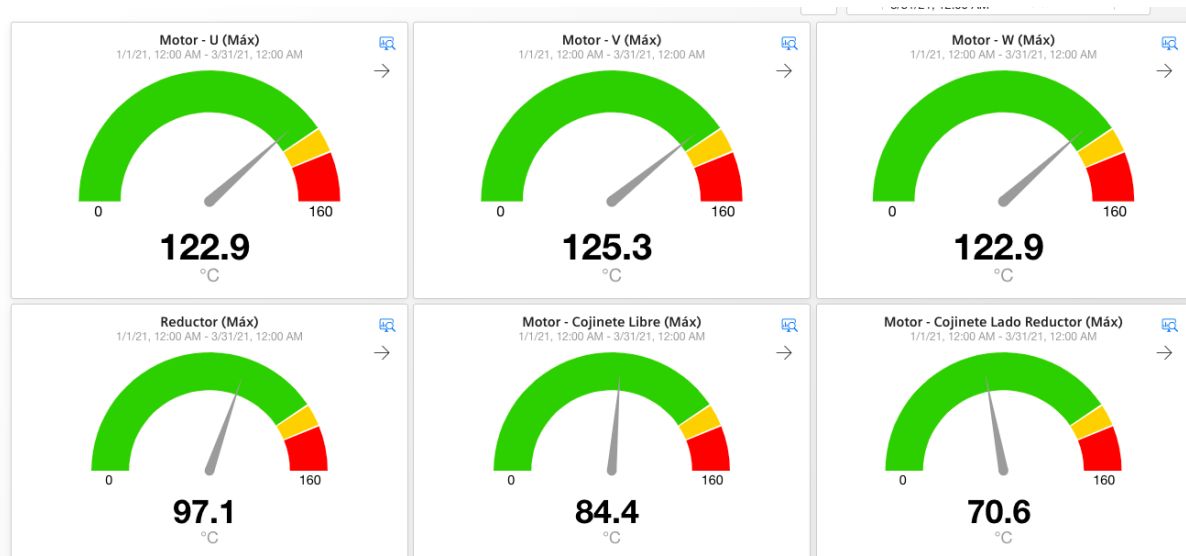
Las temperaturas máximas a lo largo de todo el periodo de tiempo analizado se encuentran dentro de los parámetros considerados normales pese de haber tenido un porcentaje de utilización anual del 96%. Lo cual expresa que tuvo una buena performance y pese la exigencia del motor las temperaturas se mantuvieron perfectamente dentro de las correctas y tolerables para la vida útil.

Al comparar los dos primeros trimestres 2020 y 2021, se tiene la siguiente información:

1º Trimestre 2020 - Imagen 58 - Rango de datos Enero 2020 – Marzo 2020



1º Trimestre 2021 Imagen 58 - Rango de datos Enero 2021 – Marzo 2021

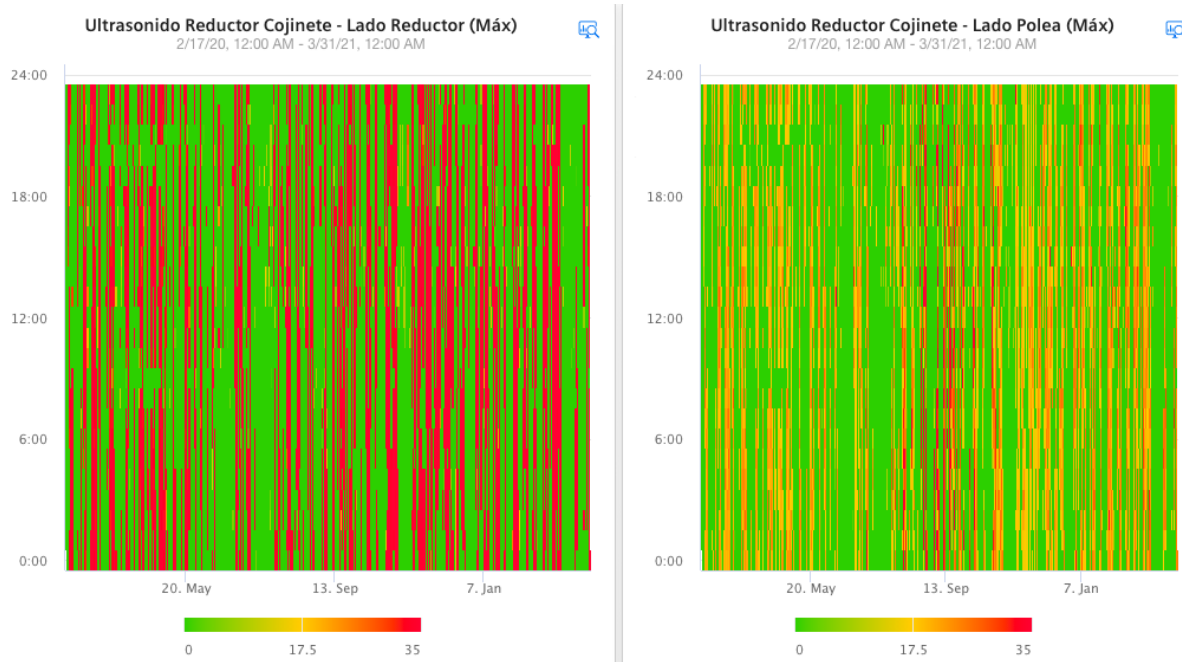


En algunos casos aumentaron las temperaturas máximas registradas durante el primer trimestre del 2021, pero en regla generales se mantuvieron constantes y de la misma forma al comparar con el total del periodo del tiempo, esto indica que no hubo inconvenientes y las temperaturas no condicionaron la operativa de la planta, posiblemente tampoco lo hagan en el futuro.

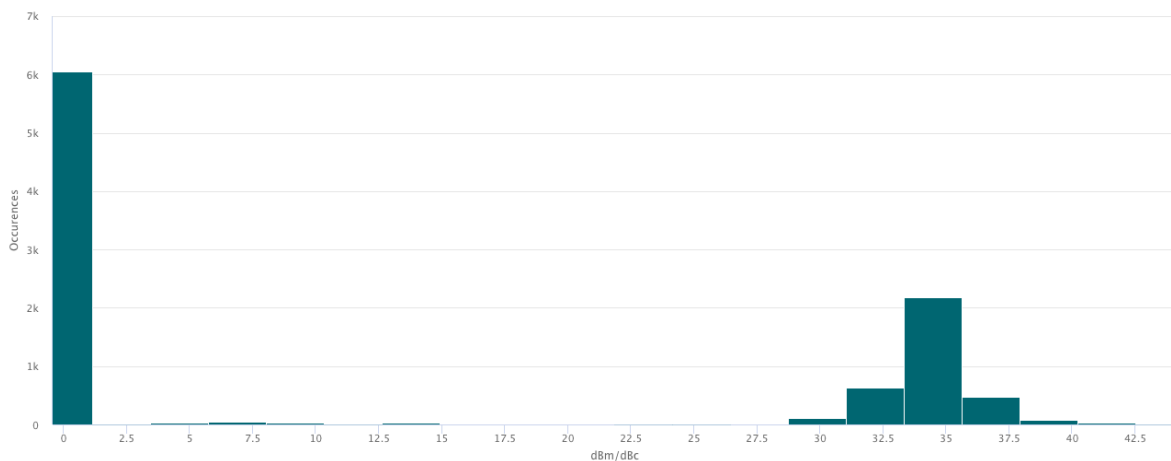
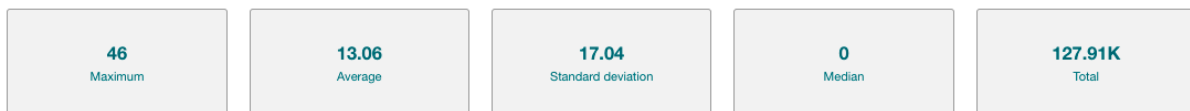
Variables de ultrasonido

Igual que en los sistemas motrices anteriores, se utilizan los datos desde el 17/02/2020 ya que en días previos los datos registrados son de cero.

Imagen 59 - Rango de datos Diciembre 2019 – Marzo 2021



- Lado Reductor

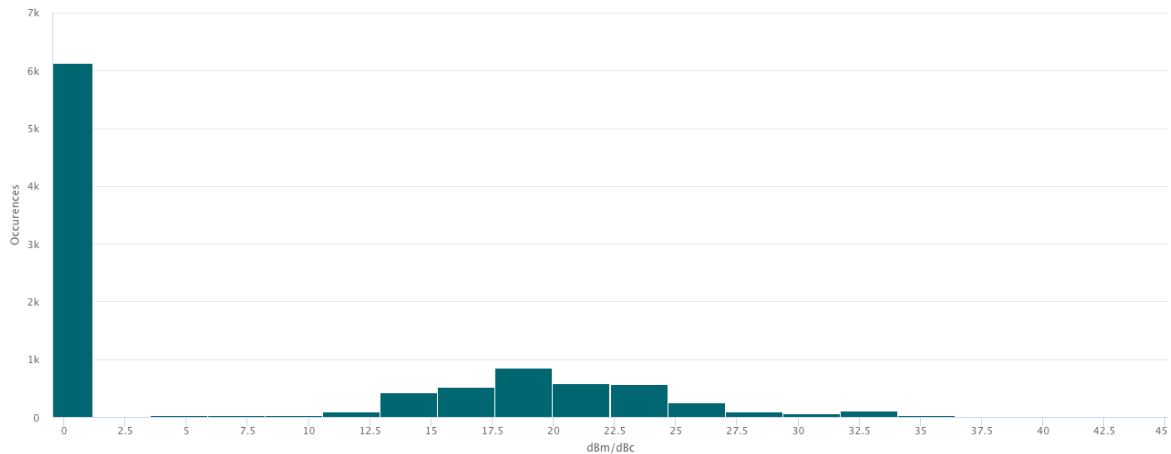


Se observa luego de una gran concentración de datos en los momentos ceros inoperativos o baja operativa, la sigue una concentración de datos en el nivel de 34.50 a 36.80 con 2.185 ocurrencias. Este punto es un intermedio entre un estado de alerta y de peligro, 35 es el limite del rango, por lo cual la mayor concentración de datos en ese punto indicaría un impacto del

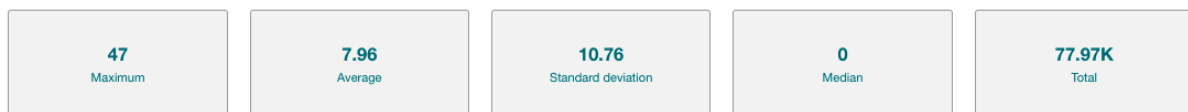
ultrasonido en el motor de una magnitud relativa y sin efecto inmediato, pero que podría implicar un problema a futuro

- **Lado Polea**

Al analizar en detalle el otro lado de la polea se observa una gran disminución de los valores de ultrasonidos alcanzados en este lado.

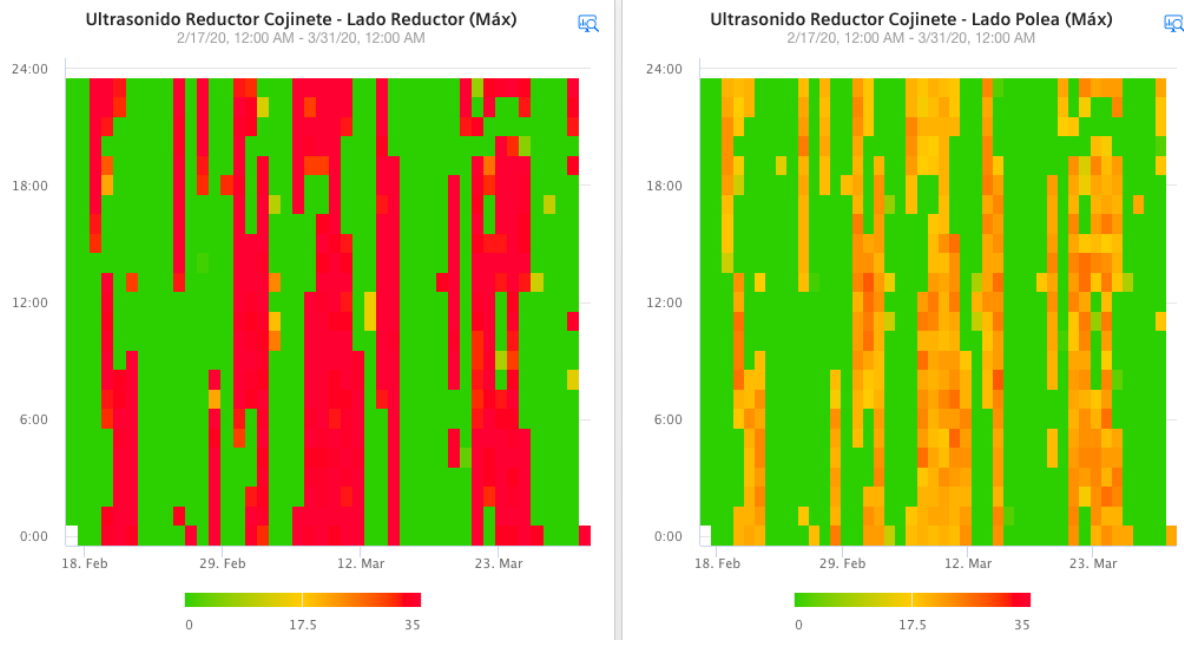


Los datos se encuentran desplazados a niveles inferiores y llegan muy pocas veces a grados que superan los recomendables para la vida útil del motor.

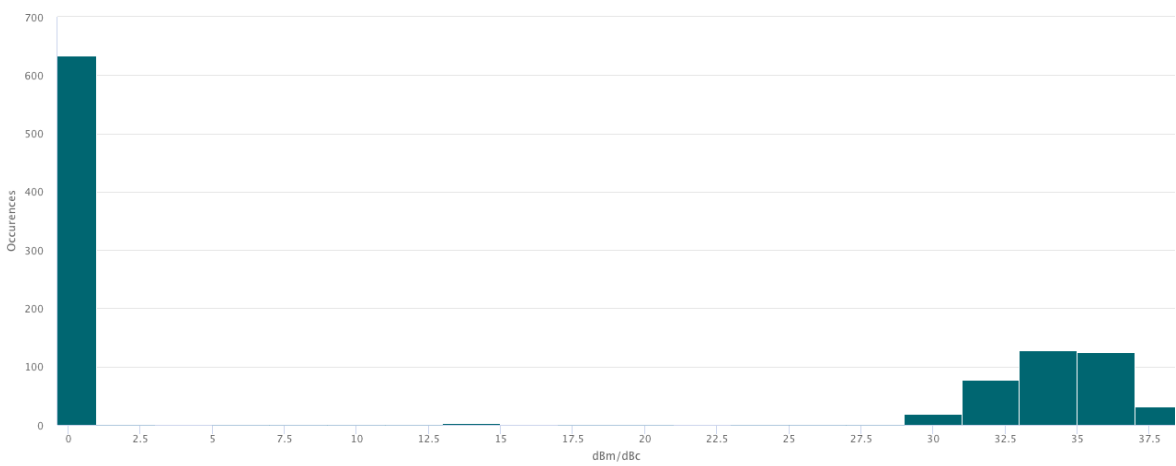


Al comparar los trimestres de la puerta en marcha con el trimestre último transitado tenemos la siguiente información:

1° Trimestre 2020 Imagen 59.1 - Rango de datos Enero 2020 – Marzo 2020

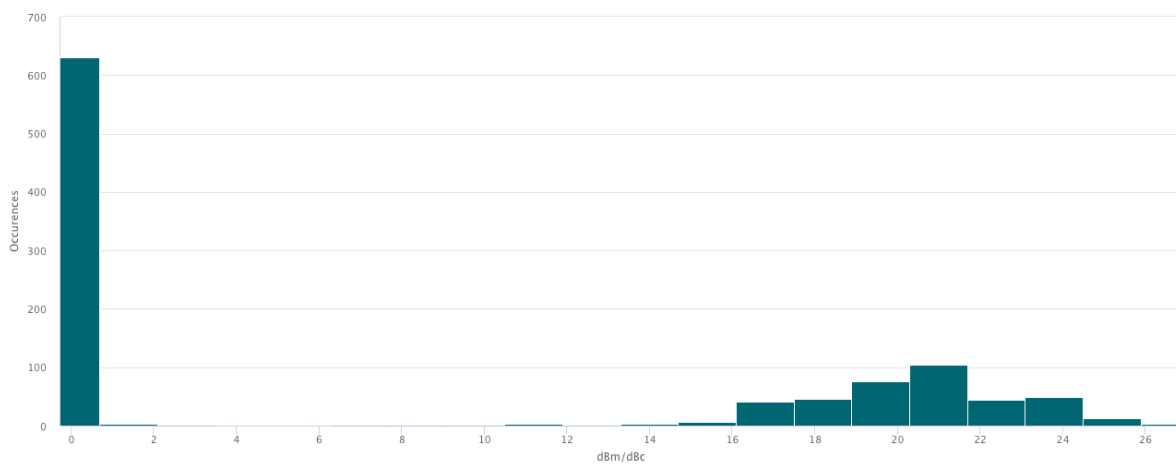


- Lado Reductor



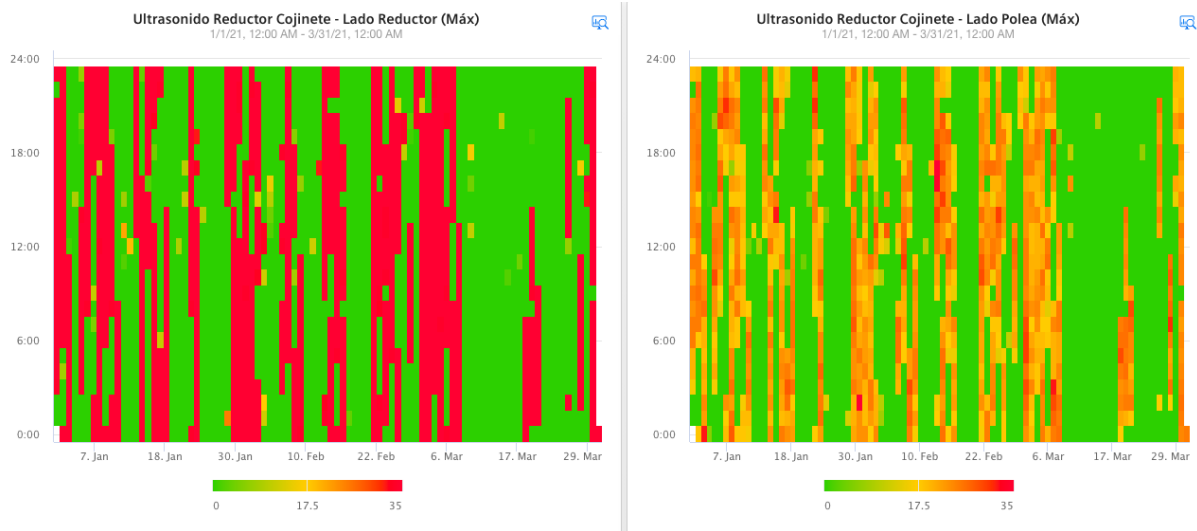
40 Maximum	13.15 Average	16.81 Standard deviation	0 Median	13.57K Total
----------------------	-------------------------	------------------------------------	--------------------	------------------------

- Lado Polea

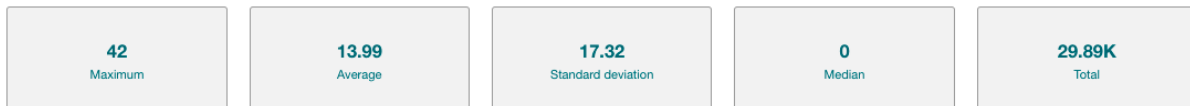
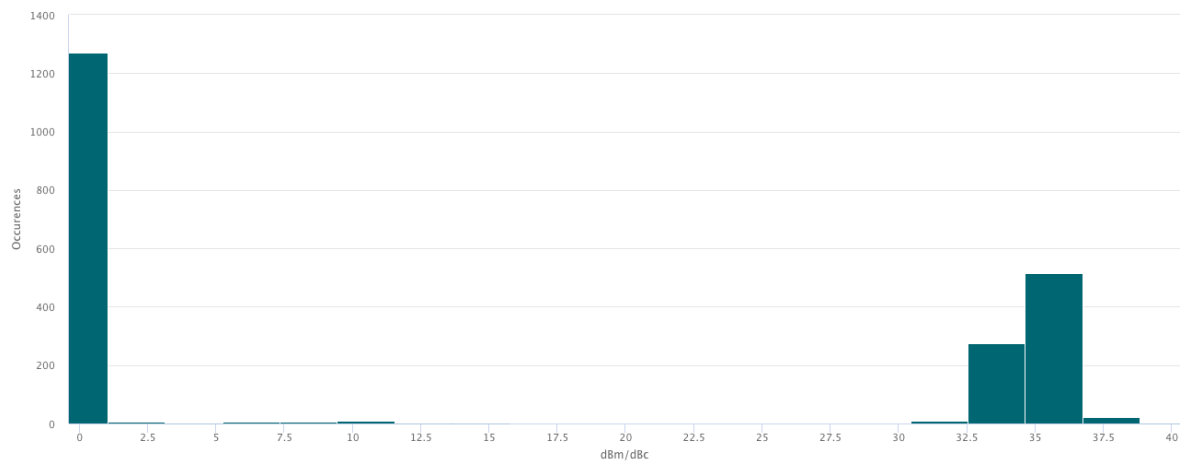




1º Trimestre 2021 Imagen 59.2 - Rango de datos Enero 2021 – Marzo 2021



- Lado Reductor



- Lado Polea



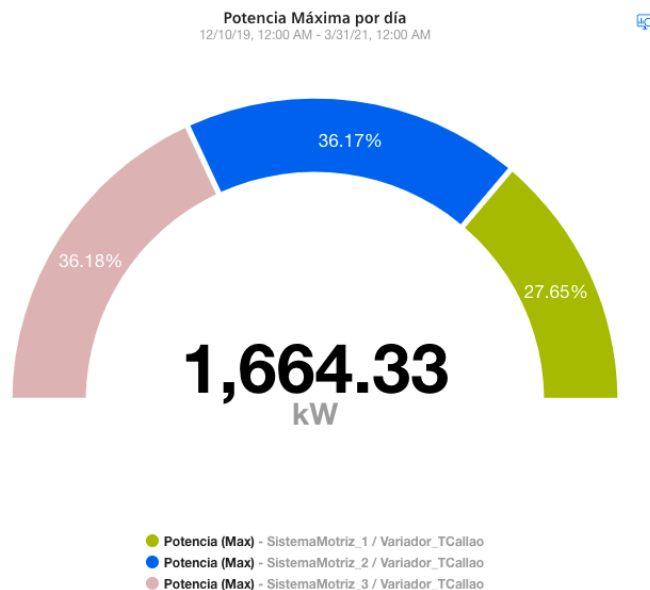
Al comparar los trimestres, se observa como aumentaron los niveles de ultrasonido, en el caso del lado polea, sin sobrepasar los limites tolerables por lo cual aumentar el uso de la capacidad del motor podría haber hecho aumentar los niveles del ultrasonido, pero no presenta inconvenientes, en el lado reductor los datos aumentaron concentrándose aún mas alrededor de los rangos limites de alarma, pero sin excederse demasiado, el limite de 35 fue superado varias veces, pero sin que impliquen una cantidad de tiempo acumulada que podría afectar la planta en el corto plazo, si es algo igualmente para prestar atención, un aumento continuo a lo largo del tiempo de esta variable de ultrasonido podría generar problemas.

4 - Eficiencia y Rendimiento total de la planta.

En este ítem voy a hacer la comparativa de los tres sistemas motrices en cuanto a su aporte a la planta y a la productividad general.

Durante el periodo total del tiempo analizado la planta llego a generar una potencia máxima de 1.664,33 kW. Para alcanzar esta potencia total participaron equitativamente los tres sistemas motrices de formas prácticamente similares, s advirtiendo que el Sistema motriz 1 intervino menos, en general el rendimiento de la planta se vio compartido por las tres líneas de forma similar.

Imagen 60 - Rango de datos Diciembre 2019 – Marzo 2021

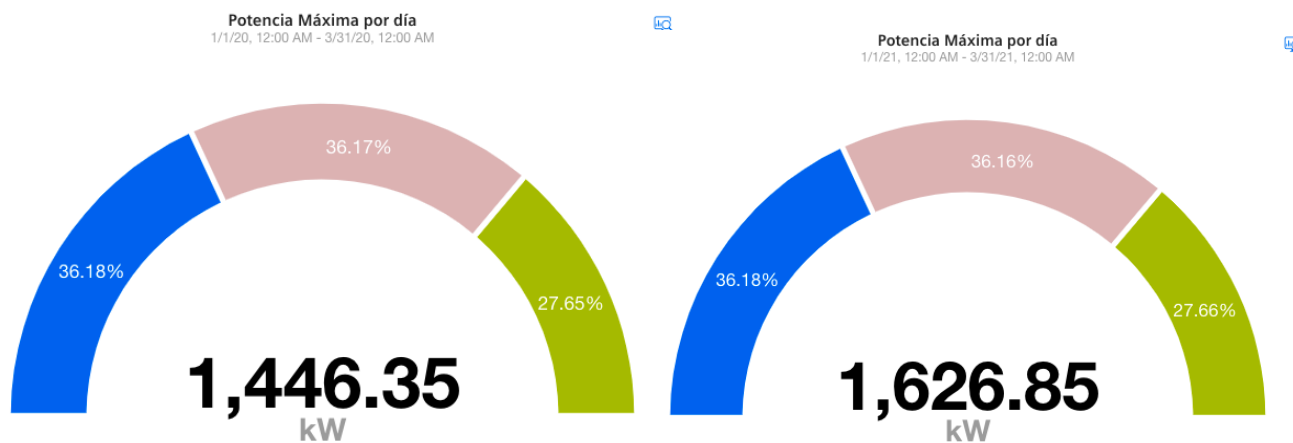


Al detallar en forma trimestral el primero de cada uno de los años analizados.

Imagen 60.1

Izquierda: 1° Trimestre 2020 Rango de datos Enero 2020 – Marzo 2020

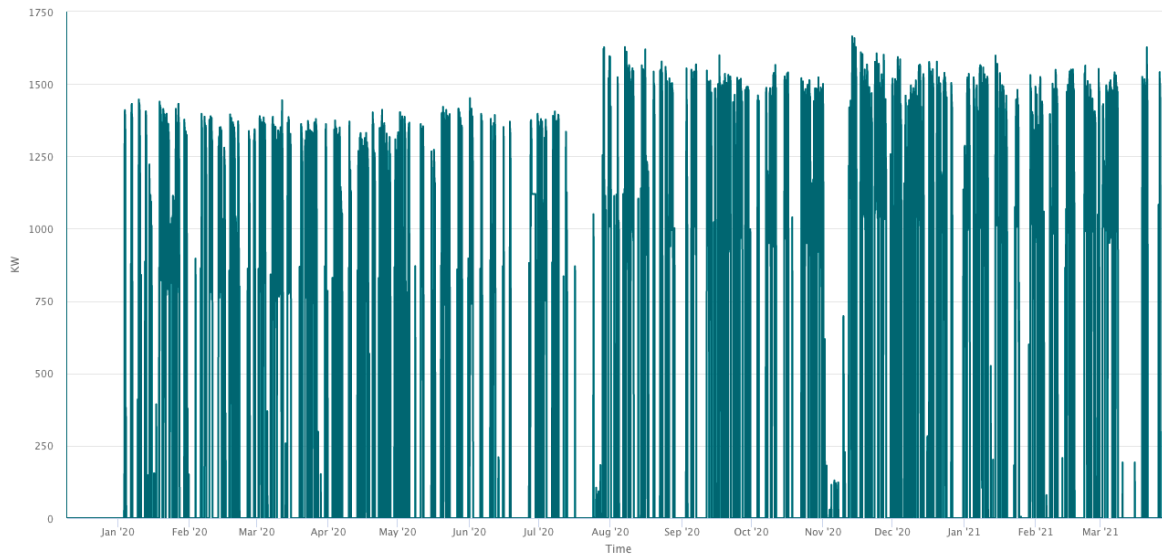
Derecha: 2° Trimestre 2021 Rango de datos Enero 2020 – Marzo 2021



Se observa que si bien la participación de cada uno de los sistemas motrices se mantuvo en la comparativa entre los trimestres de cada año, la potencia alcanzada fue superior, lo que implicaría una mejor gestión de los recursos de la planta para alcanzar mejor resultados en cuanto a productividad y utilización de los niveles de corriente y equipos necesarios para su operativa.

En el diagrama a lo largo del tiempo de la sumatoria de la potencia máxima diaria se observa como la tendencia de las medidas máximas fue en aumento a lo largo del período de tiempo.

Imagen 60.2 - Rango de datos Diciembre 2019 – Marzo 2021



Notándose los picos alcanzando mayor altura a partir del mes de agosto del 2020 y generando a partir de ahí una mayor concentración de datos en niveles mas altos que lo que lo hacia anteriormente.

ETAPA 3: Conocimiento y transparencia del consumo de la energía.

Para tercer etapa del análisis se había planteado los siguientes tres objetivos principales basados en problemáticas que tenía el cliente:

1. Imposibilidad de detectar desperdicios de energía.
2. No pueden detectar zonas de consumos en excesos.
3. No tienen visualización para controlar el consumo de la huella de carbono.

De estos análisis el principal que con los años aumento en importancia e impacto en la Responsabilidad Social Empresarial, es el registro y el seguimiento de la Huella de Carbono. Este indicador les da a las industrias una reputación y una imagen positiva al verse clasificadas como industrias verdes comprometidas con el medio ambiente. Esta clasificación les da una insignia reconocida por los organismos reguladores que las hace destacar del resto.

Huella de Carbono

La Huella de carbono es un indicador ambiental que busca reflejar “*el total de gases de efecto invernadero (GEI) emitidos por efecto directo o indirecto de una organización, individuo, evento o producto*”. En este caso, las emisiones de la huella de carbono que analizaremos sería de una organización del tipo industrial, producidas de forma directa e indirectamente por sus procesos productivos. La huella de carbono se mide en masa de CO₂ equivalente. Una vez conocido el tamaño y la huella, es posible implementar una estrategia de reducción o compensación.

Para tener conocimiento del impacto ambiental que ocasionan las emisiones, es necesario llevar al día un registro de las emisiones de GEI de acuerdo a las normativas internacionales. En el caso de la huella de carbono de una organización se analizan las emisiones a lo largo de un año o periodo determinado. Las organizaciones deben presentar cada año un informe siguiendo los estándares internacionales a los organismos reguladores para de esta forma obtener su certificación luego del posterior control. Para este registro e inventario se obliga la presentación de dos tipos de emisiones de los tres posibles de contabilizar, estos son:

- **Emisiones de Alcance 1** también denominadas *Emisiones Directas*. Son los gases de efecto invernadero emitidos de forma directa por la organización.
- **Emisiones de Alcance 2** o *Emisiones Indirectas por Energía*. Son los gases de efecto invernadero emitidos por el productor de la energía requerida por la organización.

Mayor información sobre la huella de carbono, estándares internacionales y organismos reguladores se encuentra detallada dentro del **ANEXO XX: Huella de Carbono**.

Cálculo para el análisis.

El CO₂ equivalente, es una medida en toneladas de la huella de carbono. Mientras que Huella de carbono se le llama a la TOTALIDAD de la emisión de gases de efecto invernadero. La masa de los gases emitidos es medida por su equivalencia en CO₂ (dióxido de carbono). El CO₂ es el más conocido y es también la referencia del resto de los gases de efecto invernadero, a los que se considera causantes del calentamiento del planeta. Como unidad se utiliza tCO₂eq que supone un volumen de emisión de gas de efecto invernadero equivalente a una tonelada de CO₂.

Los gases de efecto invernadero distintos del dióxido de carbono (metano, óxido nitroso, hidrofluorocarburos, etc.) son convertidos a su valor equivalente en dióxido de carbono, multiplicando la masa del gas en cuestión por su Potencial de calentamiento global (GWP).

$$\text{CO}_2\text{eq} = \text{masa del gas} \times \text{potencial de calentamiento global}$$

Las emisiones de metano, se miden en Kilotoneladas de equivalente de CO₂; (una kt es igual a 1000 toneladas).

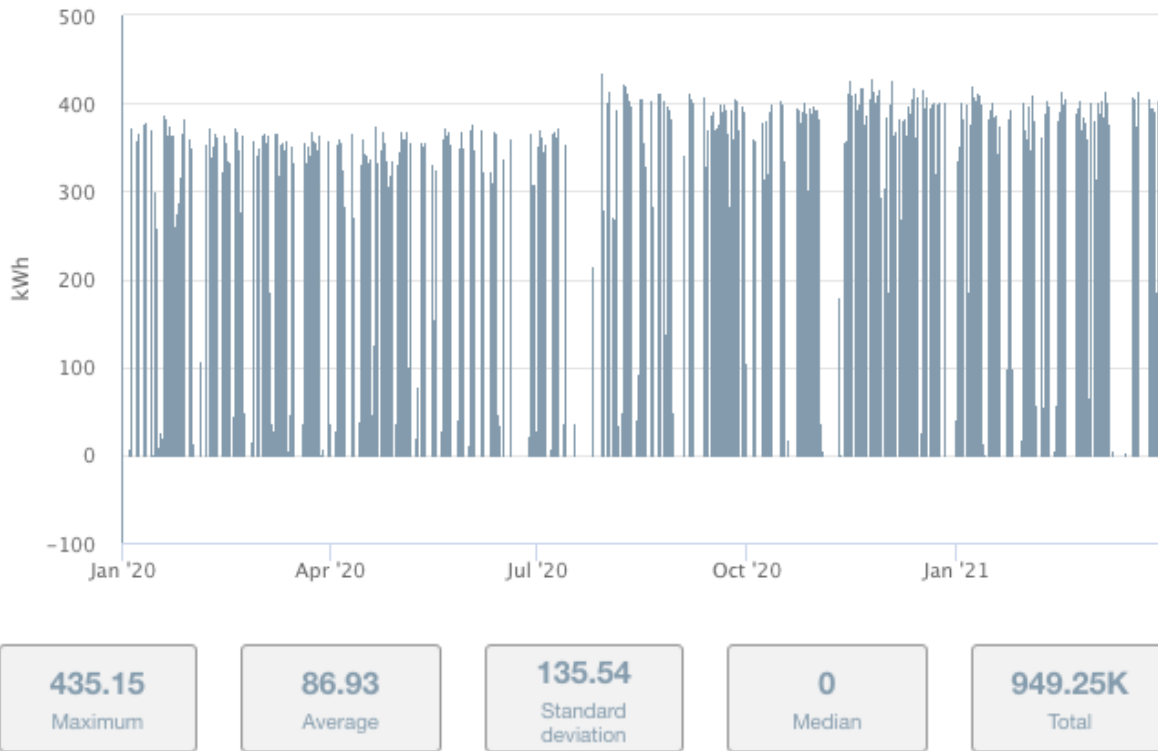
Se elige el CO₂ como el equivalente al total de los gases de efecto invernadero porque, a pesar de tener un potencial de calentamiento mucho menor que el de otros gases, como el metano o los óxidos nitrosos, es el que más crecimiento ha experimentado en la atmósfera terrestre y el más abundante en porcentaje de todos ellos. De esta manera se puede cuantificar un impacto ambiental atendiendo a la categoría de calentamiento global provocado por la emisión de gases de efecto invernadero.

Con esta información introductoria se puede pasar a realizar los análisis pertinentes sobre el consumo de energía y la transparencia del consumo de la huella de carbono.

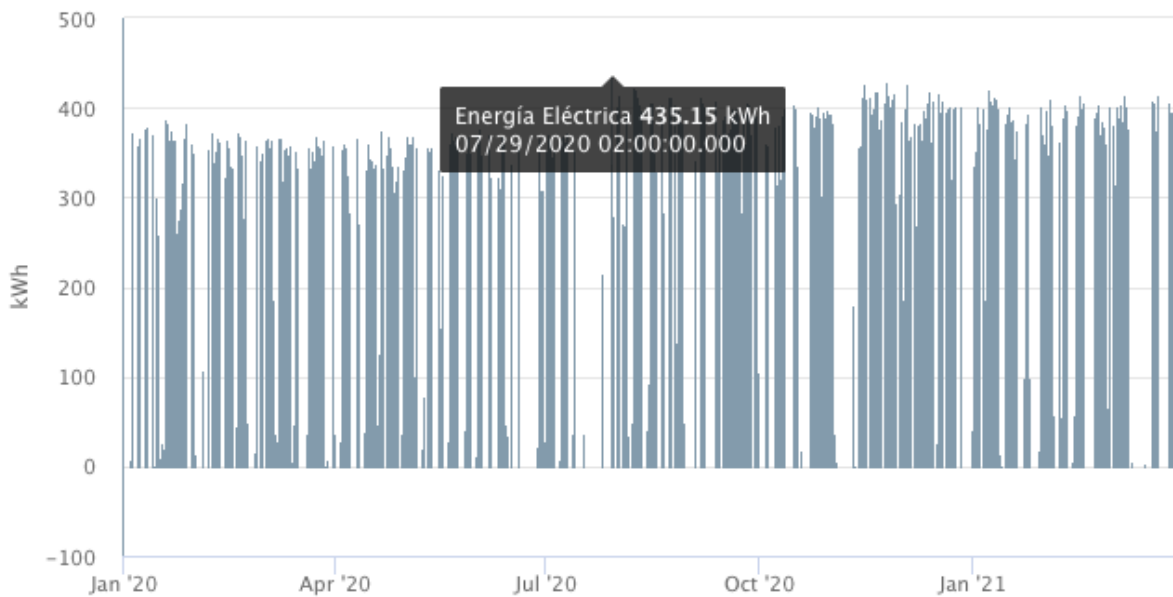
1- Consumo de Energía Eléctrica.

Comenzando con el consumo producido de energía eléctrica a lo largo del total del periodo analizado, se pueden apreciar los siguientes movimientos de consumo por hora.

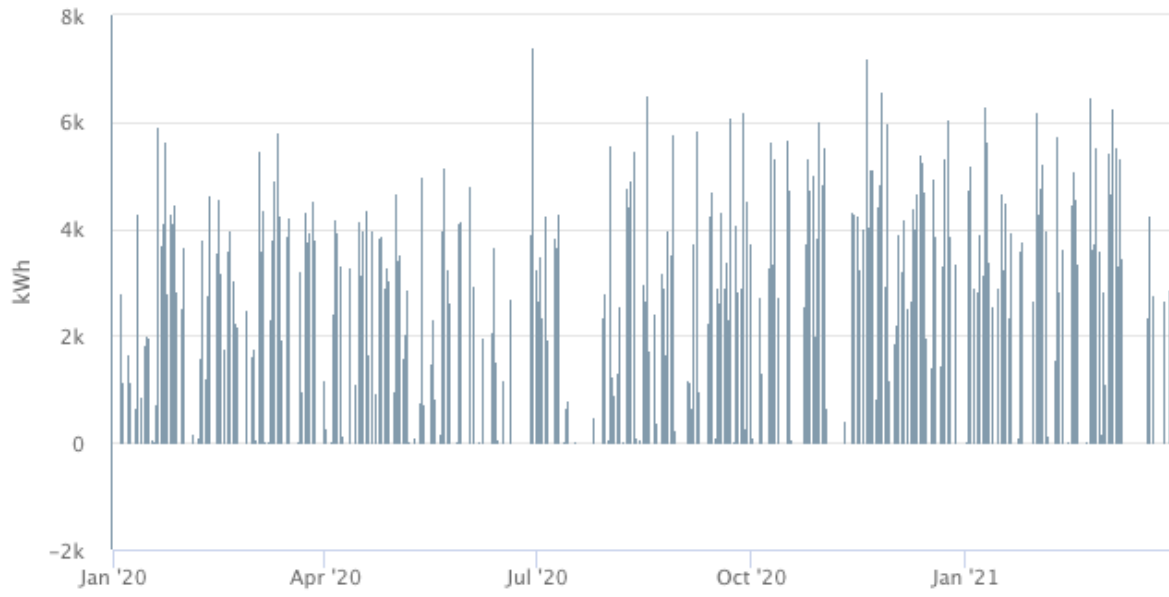
Imagen 61 - Rango de datos Enero 2020– Marzo 2021



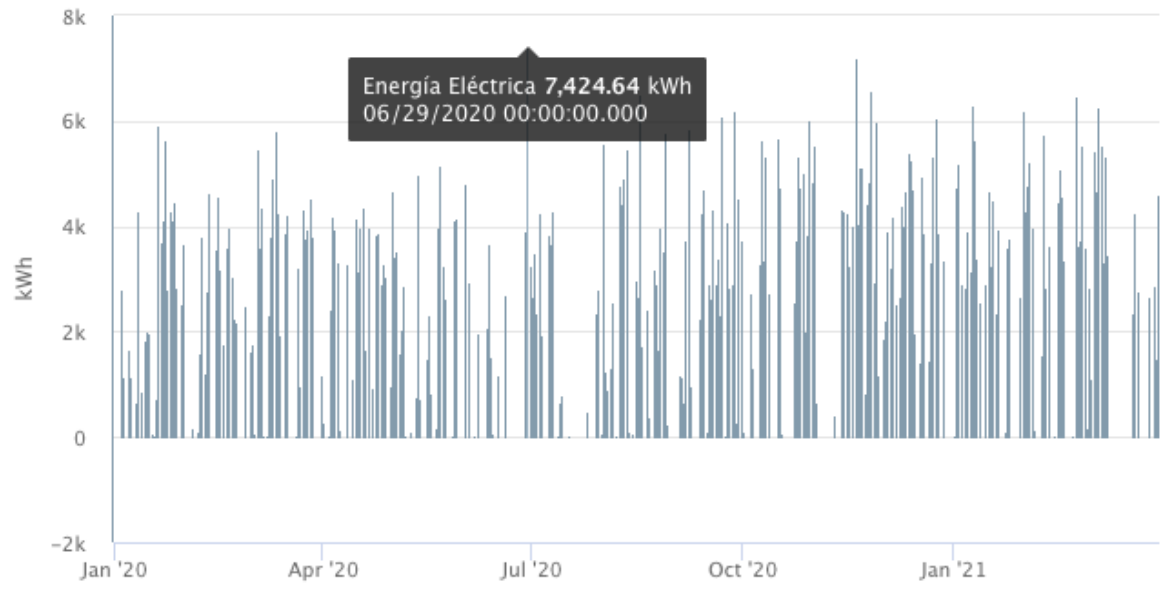
El máximo del consumo se presentó en el mes de Julio 2020 con un promedio total de 86.93 kW/hora.

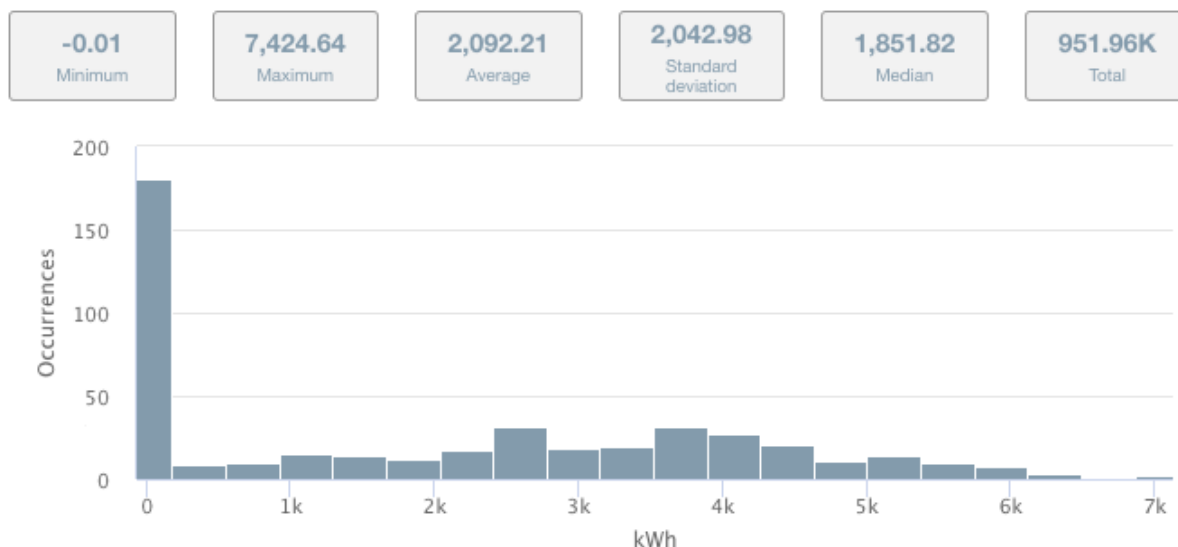


Al cambiar el intervalo de tiempo de las observaciones, por ejemplo para evaluar el consumo por día, se pueden original los siguientes gráficos.



En el cual el pico máximo alcanzado de energía se aprecia en otro día diferente. El pico máximo de consumo por día fue el 29 de Junio 2020 con un promedio total de 7.424,64 kW/h





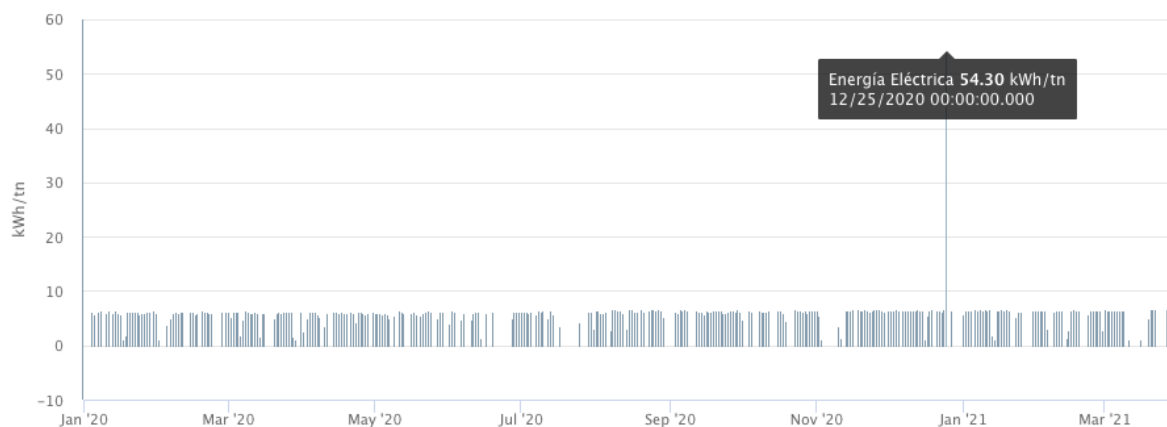
En el histograma se observa como luego de descartar de los datos de menor consumo producto de que la cinta transportadora lleva poca o nula carga, los datos se encuentran concentrados alrededor de los 4k de consumo por día. Por lo cual el pico de entre 6k y 7k, son valores que excedieron la concentracion tipica del consumo energético.

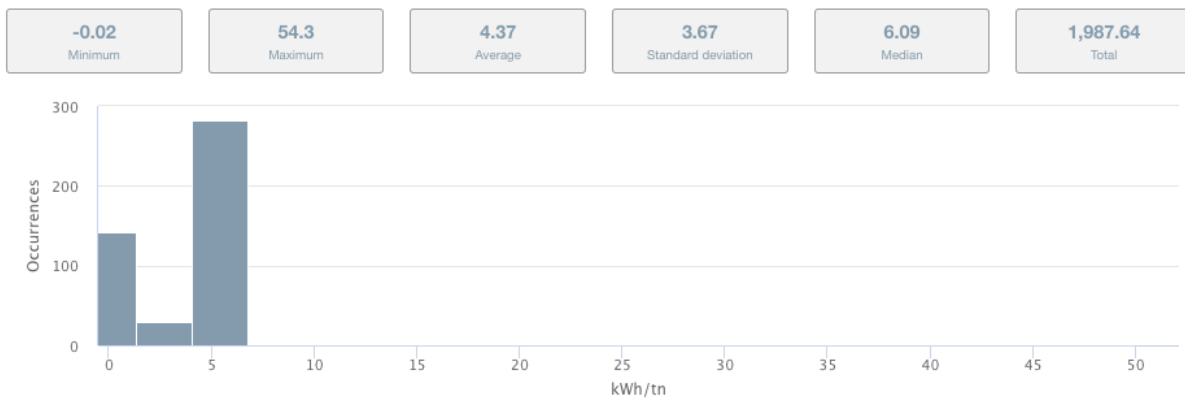
Este consumo de energía comienza a tener mas sentido al compararlo con el trabajo ejecutado en estos días para saber si el consumo fue acorde al trabajo realizado, o si hubieron desperdicios y excesos en el consumo.

En este caso, estamos hablando de cintas transportadoras por lo cual el trabajo ejecutado se debe considerar de acuerdo a la fuerza realizada por las cintas transportadoras que implicaron mayor consumo energético. Esta mayor fuerza producida por las cintas transportadoras se origina por la mayor carga y peso transportadas en ellas.

En el consumo por unidad de tonelada de carga se observan los siguientes movimientos:

Imagen 61.1 - Rango de datos Enero 2020– Marzo 2021

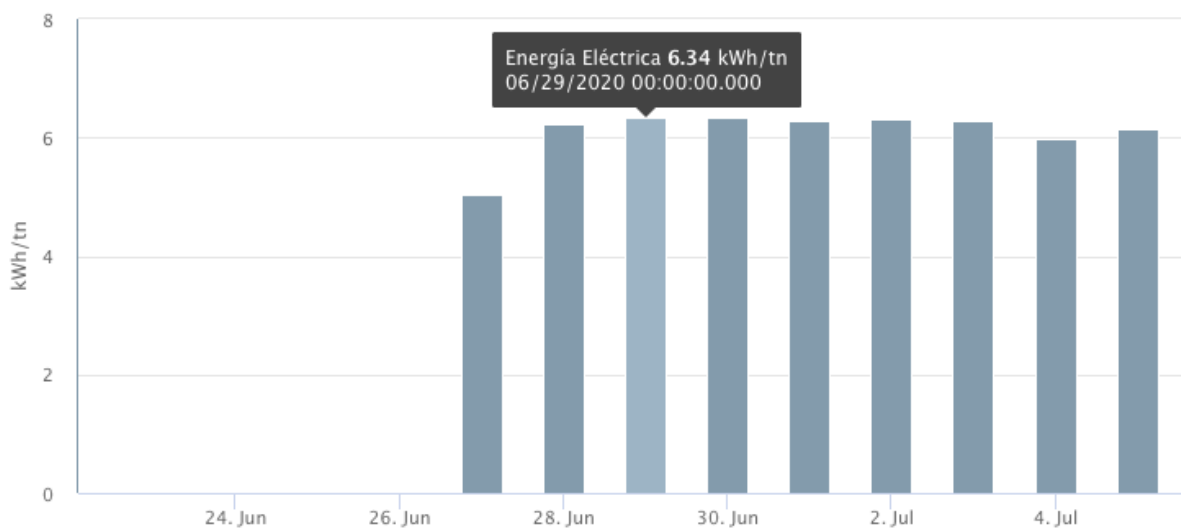




Se observa un pico abrupto que llama la atención 25/Diciembre/2020. Momento al que me centraré más adelante.

Filtrando al día 29/Junio 2020 que habíamos visto un consumo pico excedido por mucho del punto donde se acumulan la mayor cantidad de datos. Se puede ver que en el consumo por unidad de tonelada es un dato común que se mantiene dentro de los promedios normales, 6.34 kWh/tn por lo cual ese pico de alto consumo surge por el aprovechamiento y el esfuerzo por mayor operativa requerida de las cintas transportadoras.

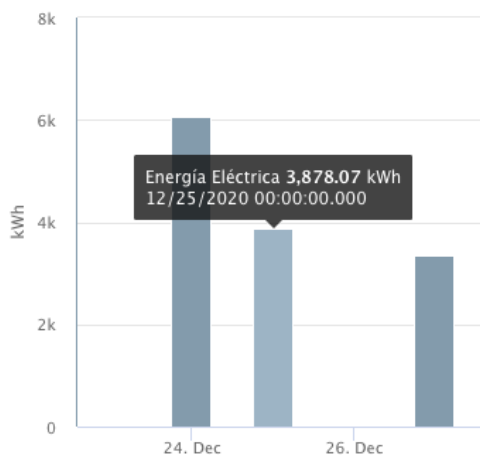
Imagen 61.2 - Rango de datos Junio 2020



Volviendo al día detectado como un consumo muy excedido de consumo de energía eléctrica por tonelada de carga, el día 25/12/2020 se produjo un pico en promedio de 54.3 kWh/tn.

Observamos el gráfico del consumo de energía eléctrica total por día en kW/h.

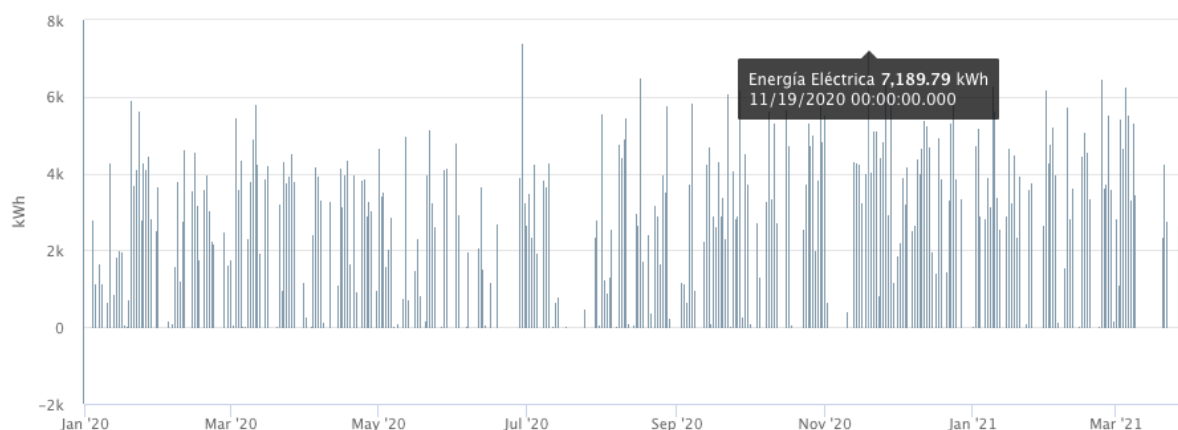
Imagen 61.3 - Rango de datos Diciembre 2020



Vemos como finalmente en el total del consumo energético del día no excedió lo consumido en la mayoría de los datos observados, por lo cual esto es producto de muy pocas toneladas que implicaron un gran exceso de energía. Es un valor que llama la atención, que podría ser producto de un desperdicio de energía producido por un mal funcionamiento en alguno de los componentes. Aún así como es un comportamiento excedido que se observa solo un día no implicaría mayores inconvenientes, pero que de repetirse excedidamente podría implicar altos costos para la industria.

Otro día que se observó un alto consumo de energía es el originado el día 19/Nov/20

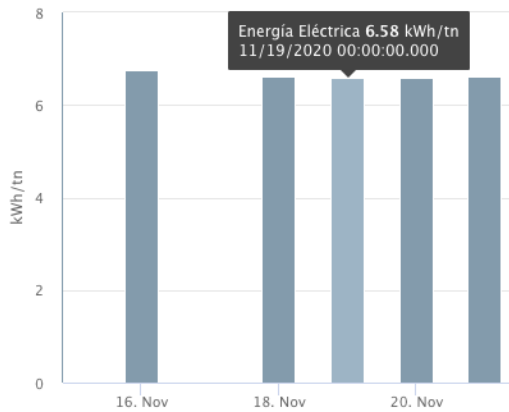
Imagen 61.4 - Rango de datos Enero 2020 – Marzo 2021



Pero al entrar nuevamente al consumo por unidad no se observan valores exagerados por lo cual igual que en el caso del 29/Julio, son casos en los que la operativa y el traslado de una mayor cantidad de carga implicaron el uso de una mayor cantidad de energía. Estos son

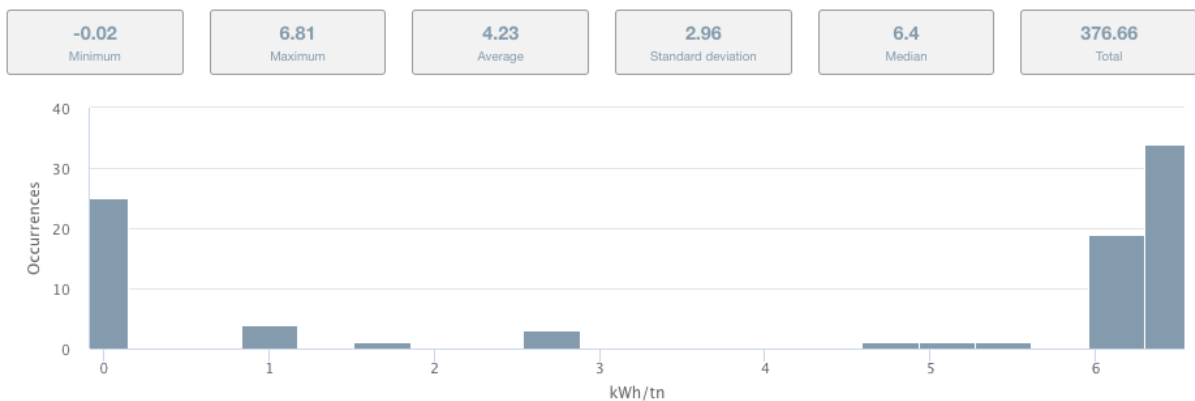
gastos justificados que suman dentro de la operativa de la planta, no son gastos de desperdicio de energía.

Imagen 61.5 - Rango de datos Noviembre 2020

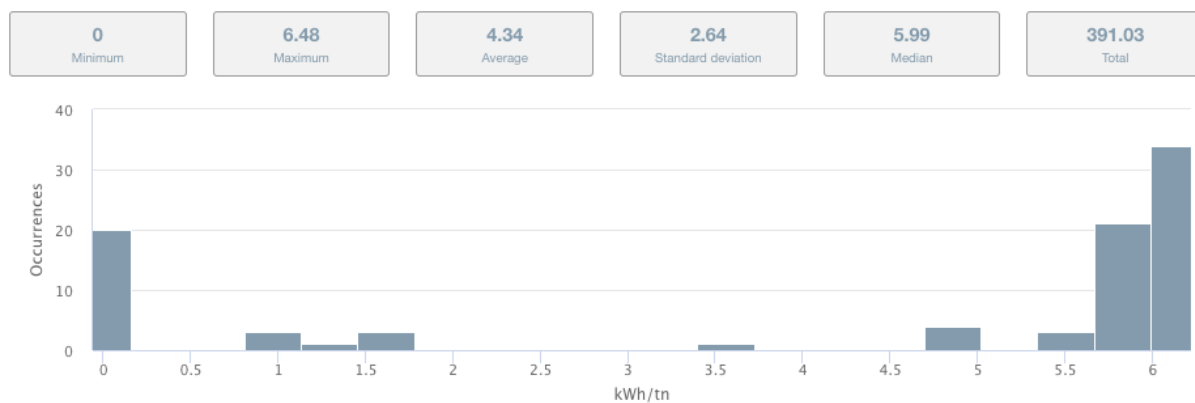


Al comparar el primer trimestre del 2020 con el primer trimestre del 2021

1 trimestre 2020 Imagen 61.6 - Rango de datos Enero 2020 – Marzo 2020



1 trimestre 2021 Imagen 61.7 - Rango de datos Enero 2021 – Marzo 2021



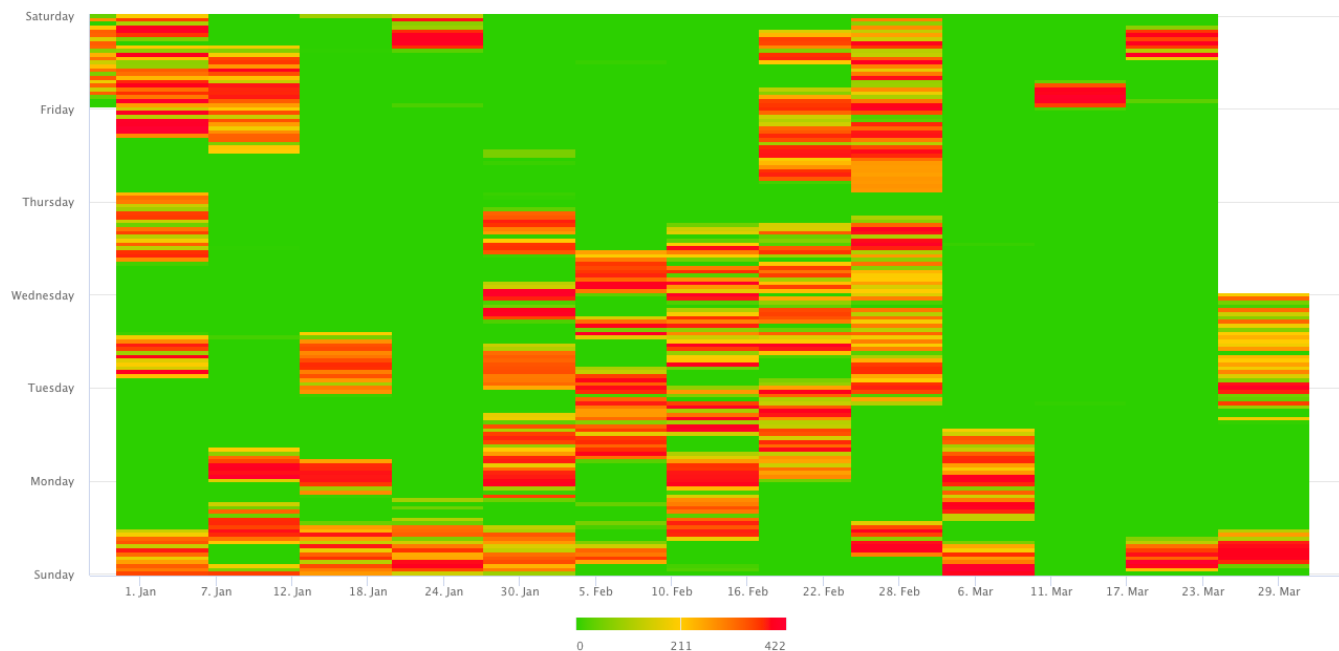
Se observan como las métricas obtenidas se mantienen similares, por lo cual son puntos que la planta podría tener en cuenta para implementar para en el futuro y generar un

cambio para su planta. Los datos se encuentran distribuidos en ambos extremos de la gráfica, cuando lo conveniente es que estuviera mas distribuida a lo largo del eje x.

Consumo de Energía Eléctrica por día

Un gráfico interesante para analizar es el consumo de energía diaria para detectar en que momentos del día y que días se produce un consumo mayor de la energía.

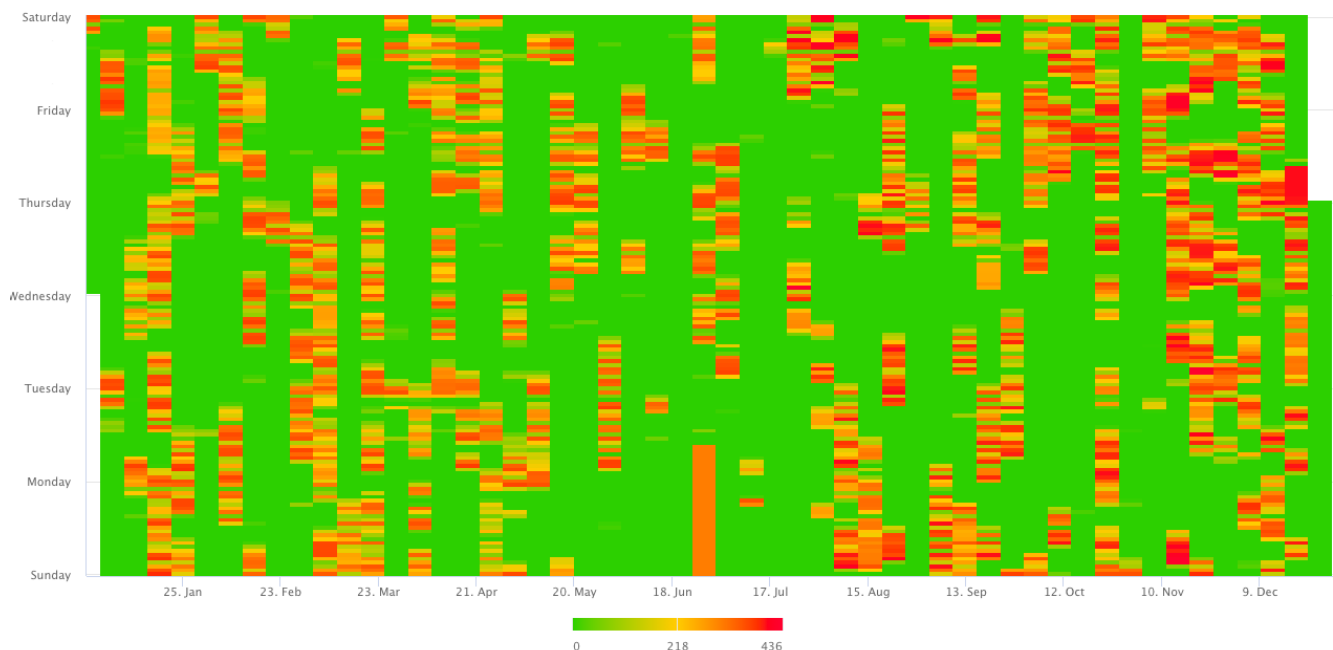
Imagen 61.8 - Rango de datos Enero 2020 – Marzo 2021



En este primer gráfico, realice un heatmap para tener la información de una forma visualmente más clara, según la intensidad del color de verde a rojo son los momentos donde se concentro mayor consumo eléctrico. En este caso los datos que se presentan son para el primer trimestre del 2021, pudiendo observar como los días de mayor consumo electrico se ven los dias entre semana especialmente durante el mes de Febrero, y llama la atencion que el Domingo tiene una gran importancia como un día clave de trabajo, dado que a lo largo del trimestre el día Domingo concentro un consumo eléctrico mayor al resto.

Pasando al analisis para el año 2020 capaz se puedan tener mejores conclusiones.

Imagen 61.9 - Rango de datos Enero 2020 – Diciembre 2020



Durante el 2020 se pudo ver un fuerte aumento a fines de año. Una de las razones posible por lo cual se podría ver esta tendencia de consumo concentrado a fines de año puede ser por las limitaciones de circulación en el contexto pandémico. La industria analizada es una empresa que tiene la finalidad de transportar y embarcar mercancías desde los almacenes existentes en el puerto hasta los barcos. En Perú, específicamente los servicios de transporte de carga y mercancía realizados en los ámbitos terrestre, acuático y ferroviario, así como toda otra actividad conexas a dichas operaciones, tales como los servicios prestados por operadores de infraestructura portuaria de uso público y privado, entre otros, no estuvieron restringidos de operar en todo el territorio peruano. Aún así, la actividad económica en general se vio afectada y el comercio internacional, principal motor del accionar de la empresa analizada, se vio impactado por el contexto mundial. Estudios realizados por el principal gremio peruano de Comercio Exterior, COMEX, se muestran las comparativas entre el periodo enero-diciembre 2020 y el mismo período del año anterior.

Exportaciones (en millones de US\$)

Los porcentajes indican la variación frente al mismo periodo del año anterior

	enero-diciembre		diciembre	
Exportaciones totales	39,223	(-15.6%)	3,984	(-15.4%)
Exportaciones tradicionales	26,439	(-19%)	2,546	(-23.4%)
Minería	22,705	(-15.3%)	2,135	(-24.8%)
Petróleo y derivados	1,466	(-53%)	206	(-32.4%)
Pesca	1,543	(-20%)	122	(+41.3%)
Agrícola	725	(-5.4%)	83	(-12.8%)
Exportaciones no tradicionales	12,784	(-7.5%)	1,438	(+4%)
Agropecuario	6,795	(+7.5%)	813	(+7.8%)
Químico	1,515	(-5.2%)	158	(+19.7%)
Textil	1,014	(-25.5%)	119	(+2.2%)
Pesquero	1,294	(-18.7%)	116	(-2.8%)

Fuente: COMEX Perú – Publicación Datacomex 095, Febrero 2021. Pág. 1 – Publicación en Anexo XX: Reporte Mensual de COMEX

Importaciones (en millones de US\$)

Los porcentajes indican la variación frente al mismo periodo del año anterior

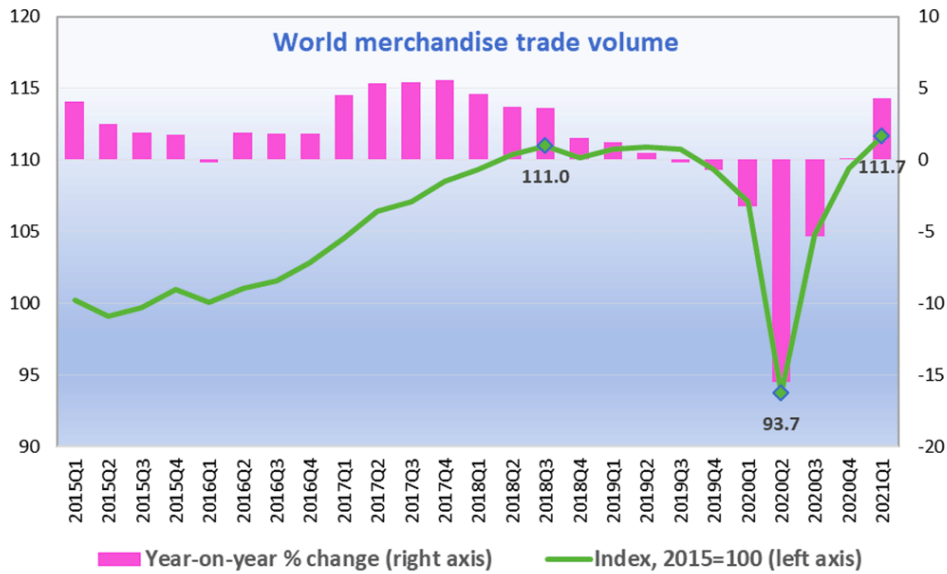
Fuente: Sunat. Elaboración: ComexPerú.

	enero-diciembre		diciembre	
Importaciones totales	36,752	(-13.6%)	4,006	(+12.3%)
Bienes intermedios	16,057	(-18.7%)	1,757	(+9.9%)
Bienes de capital	11,665	(-10.1%)	1,344	(+18.5%)
Bienes de consumo	9,013	(-7.9%)	904	(+9%)

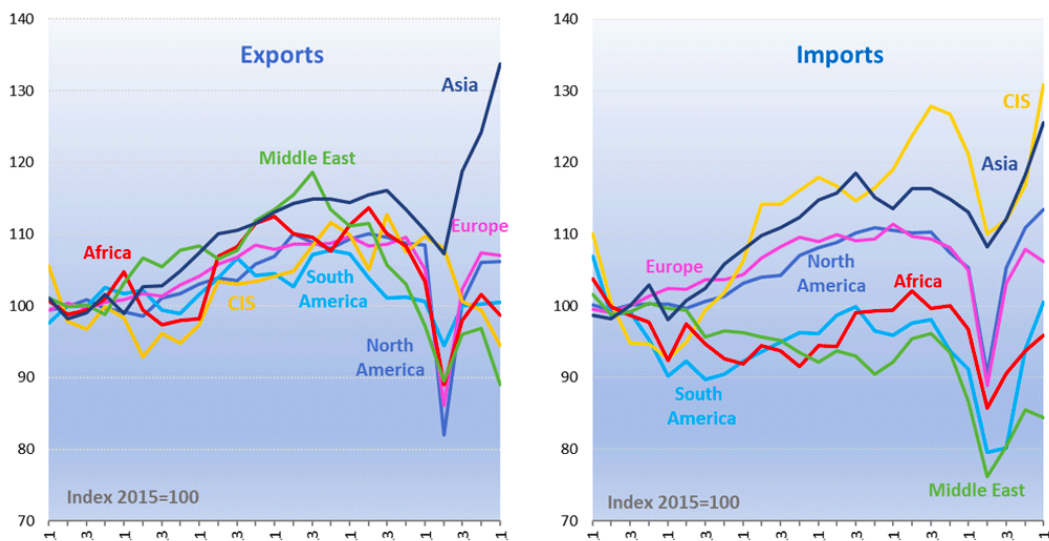
Fuente: COMEX Perú – Publicación Datacomex 095, Febrero 2021. Pág. 1 - Publicación en Anexo XX: Reporte Mensual de COMEX

Salvo en el caso de las exportaciones agropecuarias, el resto de los items muestran una fuerte disminución, lo que pudo haber causado una fuerte disminución en la actividad de la empresa analizada de forma indirecta ya que pese a no verse vista perjudicada directamente por medidas tomadas por el gobierno, se vió afectada por las medidas impuestas en otros países o en rubros relacionados a su actividad.

Otro estudio y análisis económico interesante, es el realizado por la Organización Mundial del Comercio (OMC) que demuestra como impacto el contexto de la pandemia en el comercio internacional a nivel mundial en forma general. En el estudio se muestra la abrupta caída registrada al inicio de la pandemia y luego su lenta recuperación, haciendo énfasis si que el ritmo de recuperación ha sido muy distinto de un país a otro y de una región a otra.



En la gráfica anterior se observa la variación interanual de los registros de volumen del comercio mundial de mercancías y en la siguiente, específicamente se ve la caída para el caso del volumen de mercancías de las exportaciones y las importaciones para cada una de las regiones.



Nota: América del Sur incluye América Central y el Caribe. La sigla CEI hace referencia a la Comunidad de Estados Independientes, incluidos determinados antiguos Estados miembros y Estados miembros asociados.
Fuente: OMC y UNCTAD.

2- Consumo Huella de Carbono

Como se mencionó previamente, el consumo de la huella de carbono se mide en toneladas de Co2 (tCo2), se realiza la equivalencia a dióxido de carbono por medio de la aplicación de un coeficiente que hace referencia al mayor impacto ambiental que ocasiona este gas en comparación al dióxido de carbono, se busca de

esta forma normalizar todos los valores y unificar a una misma medida. La estimación se realiza para todos los gases emitidos por la organización tanto de forma directa e indirectamente, de alcance 1 y 2.

Según el alcance de esta tesis y los datos con los que se cuentan, me voy a focalizar en la estimación de la huella de carbono producto del consumo de energía eléctrica, lo que sería el alcance 2 del cálculo de la huella de carbono total. Este consumo depende tanto de la cantidad de energía requerida por la organización como del Mix energético de la red que provee a la organización. Entonces, para calcular las emisiones, debe aplicarse un factor de emisión de CO₂ atribuible al suministro eléctrico –también conocido como mix eléctrico (g de CO₂/kWh)– que representa las emisiones asociadas a la generación eléctrica conectada a la red nacional necesaria para cubrir el consumo. La industria analizada se encuentra en Perú, por lo cual se debe tener en cuenta este factor de mix eléctrico de dicho país. De acuerdo a informes realizados por el Ministerio de Ambiente de Perú (“Informe de identificación de emisiones de gases de efecto invernadero (GEIs) en subsectores del Perú y análisis del potencial de mitigación”¹) se determina que **la emisión de CO₂-eq por la producción eléctrica (PE) en Perú es de 0,33 kg CO₂-eq/kWh**. Realizando la transformación a toneladas para tener el indicador que cumple con los estándares internacionales de los registros, la emisión de Co₂-eq es de 0,00033 tCo₂-eq/kWh.

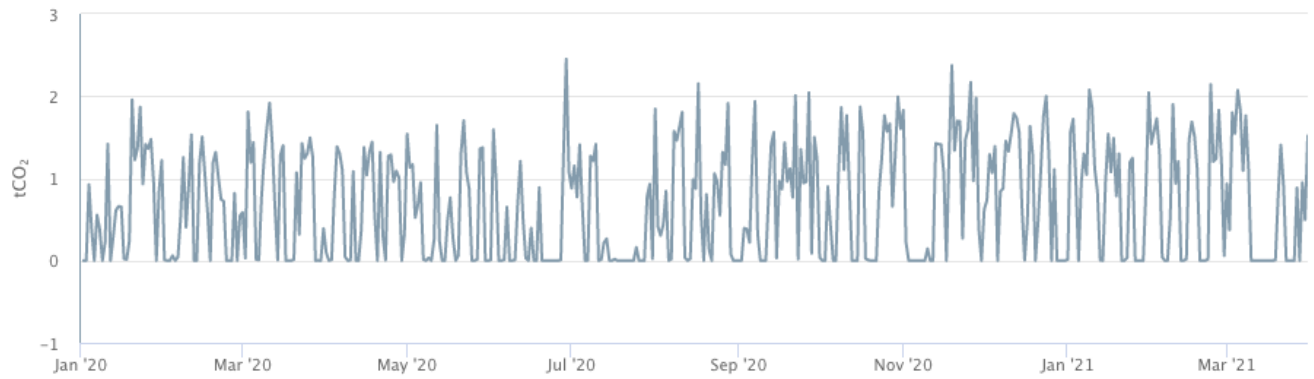
0.33	=	0.00033
Kilogramo		Tonelada

Con los datos almacenados a lo largo del año 2020, y este factor eléctrico se puede estimar la huella de carbono proveniente del consumo eléctrico emitida por la planta, teniendo la medición para el registro del Alcance 2: Emisiones indirectas por Energía.

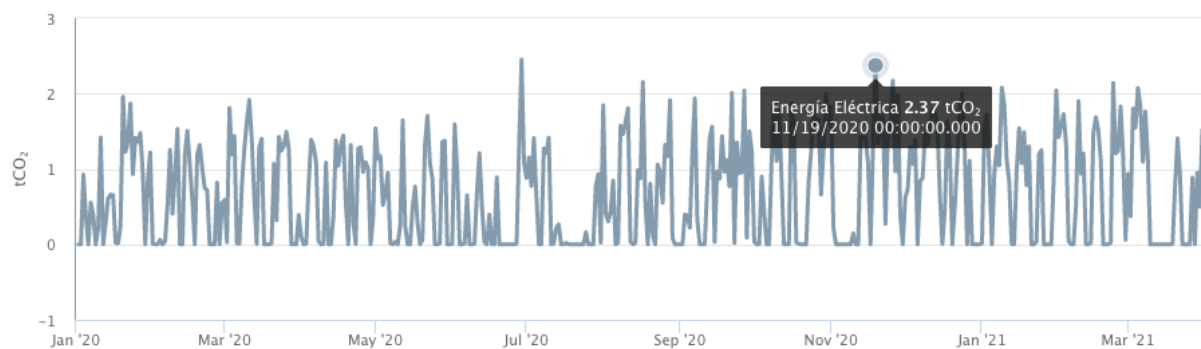
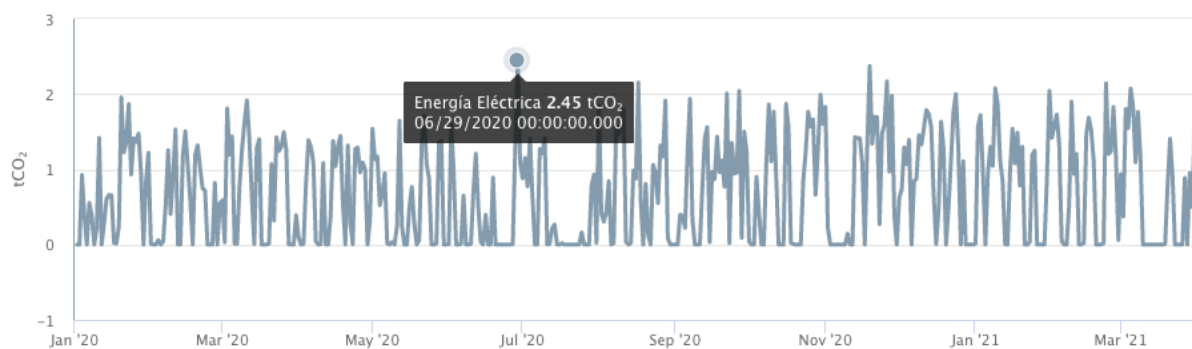
En el siguiente gráfico podemos ver el consumo de la Co₂-equivalente a lo largo del período de tiempo analizado por día

Imagen 62 - Rango de datos Enero 2020 – Marzo 2021

¹ Informe de identificación de emisiones de gases de efecto invernadero (GEIs) en subsectores del Perú y análisis del potencial de mitigación – Ministerio del Ambiente de Perú – Año 2017 - <https://red.pucp.edu.pe/ciclovida/wp-content/uploads/2018/06/Reporte-inicial-de-identificación-de-emisiones-de-GEIs.pdf>



Facilmente se pueden detectar los picos más altos de consumo de Co2, en aquellos días donde previamente habíamos revisado que sucedieron los picos de consumo eléctrico.



Uno de los mayores desafíos para las industrias es lograr año tras año disminuir este consumo y para esto es importante realizar este seguimiento y registro correcto de las variables.

Algunos indicadores estadísticos registrados indican un promedio de consumo de 0,69 tCo2/kWh



Haciendo una comparativa entre los primeros trimestres del año 2020 y 2021, podríamos evaluar la tendencia aproximada que se espera para este año 2021 en cuanto al

total del consumo, para evaluar si se encuentra en una tendencia a mejorar, mantener o empeorar el consumo para los registros del 2021.

1º trimestre 2020 Imagen 62.1 - Rango de datos Enero 2020 – Marzo 2020



1º trimestre 2021 Imagen 62.2 - Rango de datos Enero 2021 – Marzo 2021



Al comparar ambos trimestres, se observa como aún no fueron implementadas medidas para reducir las emisiones de carbono. Al comparar dos mismos periodos en dos años sucesivos fácilmente se ve el aumento de las emisiones para el año 2021, por lo cual en lo que va del año transcurrido ya estaría generando mayores emisiones que el año pasado, en este caso ya estaría perdiendo la certificación en el caso de que el año anterior hubiera registrado su año base para el calculo.

Regresiones Lineales Simples

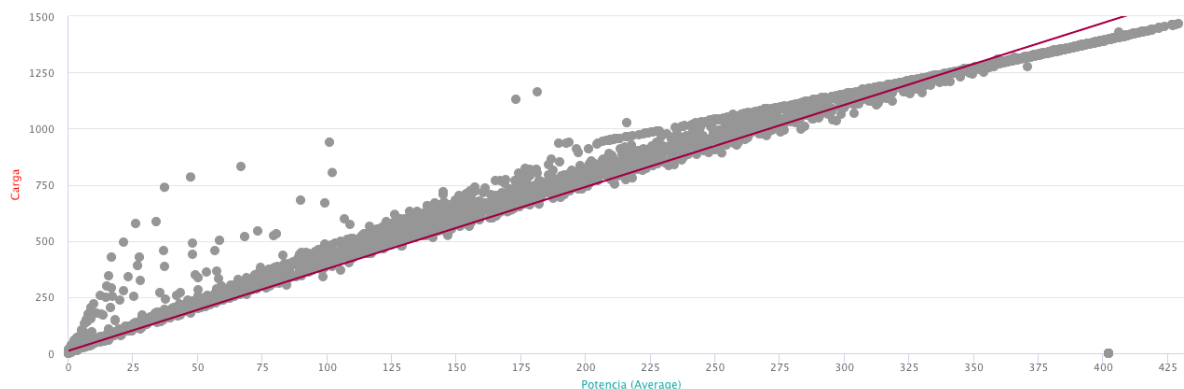
En estadística, el análisis de la regresión es un proceso estadístico para estimar las relaciones entre variables, se centra en la relación entre una variable dependiente y una o más variables independientes (o predictoras). El análisis de regresión es útil para ayudar a entender cómo el valor de la variable dependiente varía al cambiar el valor de una de las variables independientes, manteniendo el valor de las otras variables independientes fijas.

Como se planteo anteriormente, la industria analizada tiene como principal recurso productivo un motor eléctrico, por lo tanto las variables de energía son fundamentales para su actividad diaria. Al conocer su línea de regresión y como se encuentran relacionadas entre si las variables de energía, la industria puede determinar, por ejemplo, cuanta corriente eléctrica esta necesitando el motor para cumplir con determinada potencia o velocidad de ejecución.

Se van a comparar entre sí las siguientes variables promedios para los 3 sistemas motrices analizados: Intensidad de corriente eléctrica medida en Amperios (Carga), Potencia y Velocidad.

En la primer imagen se observa la intensidad de la corriente eléctrica (Carga) asignada en el eje y, y la potencia promedio del motor medida en Kw.

Imagen 63 – Rango de Datos Enero 2020 – Marzo 2021



A pesar de observarse un cierto grado de dispersion, facilmente se ve una importante relacion lineal entre las dos variables.

La función de regresión originada por los datos registrados a lo largo del periodo de tiempo analizado es la siguiente:

$$y = 3.65 x + 11.22$$

Formula

Esta función significa que la variable carga, es decir, la intensidad de la corriente eléctrica, se encuentra explicada en un 3,65 por la variable de potencia, con un valor residual de un 11,22 que no puede ser explicado por la variable de potencia. A medida que el motor utilice una unidad de Kw más de potencia, se requerirá una intensidad de la corriente de 3,65 amperios más.

Se interpreta que en todos aquellos puntos en los que se marcó una carga por arriba a la recta de regresión hubo un exceso de consumo, se podría haber alcanzado esa misma potencia con menos intensidad de corriente eléctrica. Se consumió mayor intensidad de corriente que la que en verdad era necesaria.

Para validar la calidad del modelo planteado se utilizó el coeficiente de determinación (R^2). Este coeficiente determina la calidad del modelo para replicar los resultados, y la proporción de variación de los resultados que puede explicarse por el modelo. Significa que tan cerca están los datos de la línea de regresión del modelo.

R-cuadrado = Variación explicada / variación total

Cuanto mayor sea la varianza explicada por el modelo de regresión, más cerca estarán los puntos de los datos de la línea de regresión. En teoría, si un modelo pudiera explicar el 100% de la varianza, los valores ajustados siempre serían iguales a los valores observados y, por lo tanto, todos los puntos de los datos estarían sobre la línea de regresión ajustada.

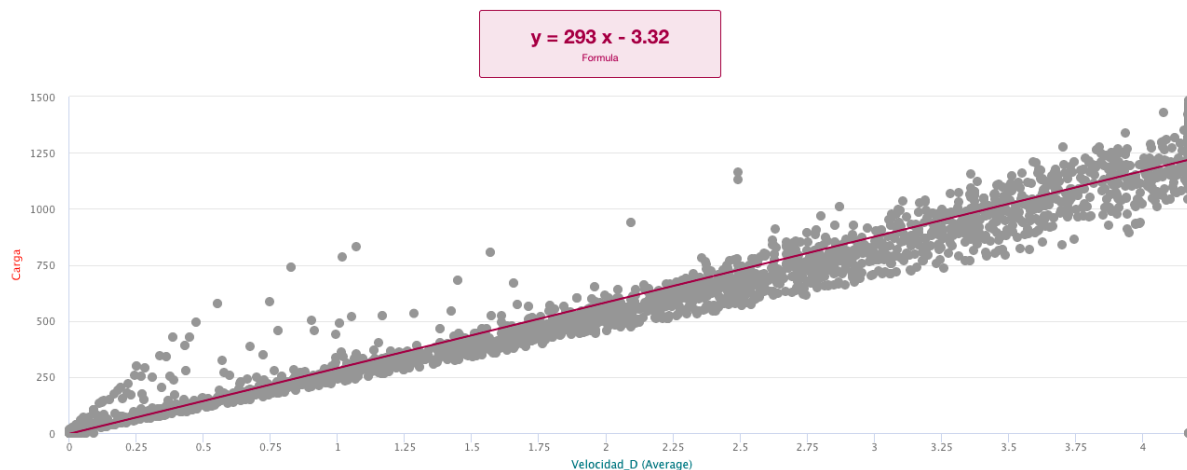
En el caso analizado, al tratarse de una regresión simple el R^2 es simplemente el cuadrado del coeficiente de correlación de Pearson.

Coefficiente de correlación múltiple	0,86849613
Coefficiente de determinación R^2	0,75428553

Estadísticamente el R^2 puede tomar valores entre 0 y 1: en el caso de que la intensidad de la corriente eléctrica total coincidiera exactamente con la potencia de la misma su R-cuadrado sería igual a uno. En este caso, **75%**.

Una regresión similar puede observarse para el caso de la intensidad de la corriente explicada por la Velocidad promedio necesaria por el motor.

Imagen 63.1 – Rango de Datos Enero 2020 – Marzo 2021



Para cada unidad de velocidad extra necesaria se va a requerir 293 más de intensidad de corriente, pero en este caso se tiene un valor residual negativo de -3,32.

Siguiendo la misma lógica que en el caso anterior, todos los puntos ubicados arriba de la recta de regresión para la variable carga, son todos puntos en los que podría haberse utilizado menor intensidad de la corriente eléctrica (amperios) por lo cual hubieron puntos de exceso. En este caso se observa como la mayoría de los puntos se encuentran en la parte inferior de la recta, demostrando que el variador está trabajando correctamente, regula y modifica la cantidad de intensidad de corriente eléctrica de acuerdo a la velocidad del motor para que sólo emplee la energía que demanda el proceso. Evita de esta forma el exceso constante de la corriente que dañaría el motor.

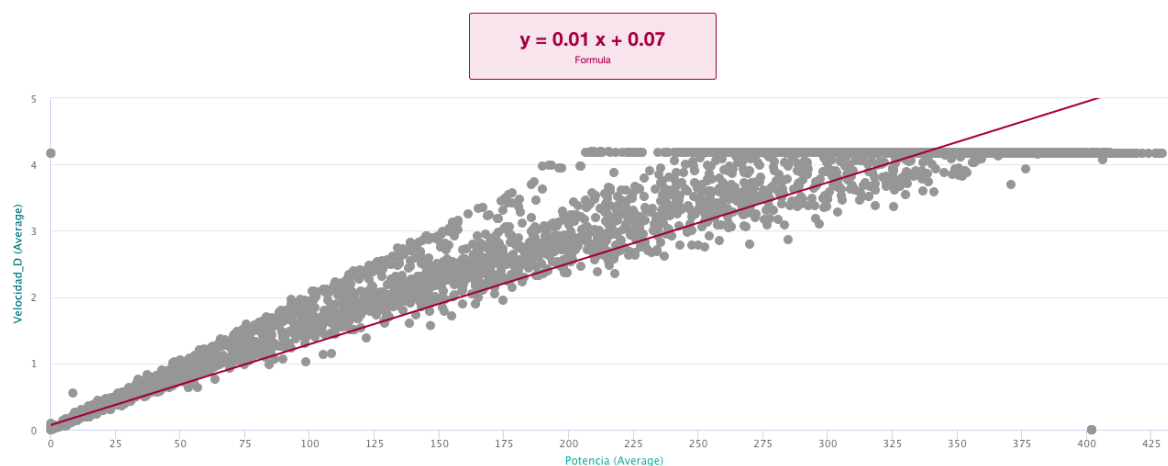
Para esta regresión al analizar el coeficiente de determinación se observaron los siguientes resultados:

Coeficiente de correlación múltiple	0,899450532
Coeficiente de determinación R²	0,809011259

Los datos se encuentran mejor explicados por el modelo que en el caso anterior, alcanzando un porcentaje de **81%**.

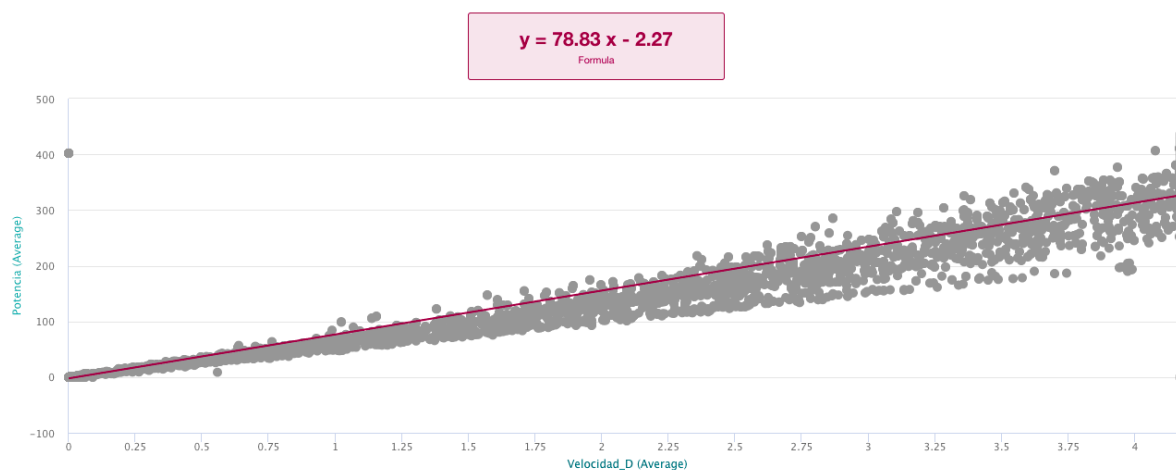
Al relacionar entre sí las variables de Potencia y Velocidad promedio entre sí, se observa muy poca relación entre las variables para el caso de la Velocidad explicada por la Potencia.

Imagen 63.2 – Rango de Datos Enero 2020 – Marzo 2021



En cambio al considerar la Potencia explicada por la velocidad si existe una relación lineal más fuerte con un valor residual de -2,27.

Imagen 63.3 – Rango de Datos Enero 2020 – Marzo 2021



En este caso se observa que la potencia registrada en promedio se encuentra explicada en un 78,83, es decir que para una unidad adicional de potencia se requiere 78,83 de velocidad extra. Afirmación que matemáticamente tiene sentido dado que la potencia es el resultado de multiplicar la fuerza por la velocidad de ejecución en un determinado ejercicio (potencia = fuerza x velocidad).

El análisis del coeficiente de determinación para estas dos últimas regresiones dio los siguientes resultados:

Coeficiente de correlación múltiple	0,89411783
Coeficiente de determinación R²	0,7994467

Los datos se encuentran explicados por el modelo de regresión en prácticamente un **80%**.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Para esta sección de la Tesis voy a hacer nuevamente una división en dos partes: por un lado, comenzaré con las conclusiones generales del informe realizado de la industria analizada, y posteriormente haremos algunas recomendaciones que considero podría darles beneficios en su gestión y administración de recursos, así como en una mejora de su performance, para luego en una nueva sección, “*RECOMENDACIONES FINALES*” donde trataremos de describir como las soluciones de analítica, en cuanto a producción, energía, y negocios, podrían implicar grandes ventajas competitivas a las industrias, mejorando procesos, productividad, calidad, y costos.

SINTESIS DEL ANÁLISIS, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Etapa 1: Monitoreo de variables

En general todas las variables se encuentran en estado normal, los sistemas motrices no presentan valores atípicos o fuera de los rangos considerados normales para el desempeño de los motores y variadores en cuestión en esta tesis. Como se menciona durante el desarrollo del análisis se observaron momentos de inconvenientes problemas de paradas que han podido solucionar a tiempo y acomodarlo para el accionar correcto al comienzo de este año.

SistemaMotriz_1

Motor Reductor

Se puede ver como todas las variables en general mantuvieron un comportamiento similar. No aparecen en la visualización datos atípicos, ni casos extremos fuera de los rangos generales para lo que es la industria y las variables analizadas.

Variable Temperatura:

- Todas las temperaturas se están moviendo de formas similares, según el momento de la operativa, son señales de que en este aspecto los procesos están funcionando correctamente.
- Las variables no presentaron valores peligrosos para el desempeño del motor ni la planta.

Variables Vibración y Ultrasonido: Las mediciones que toman valores de vibración y frecuencia de ultrasonido se encuentran en cero para el caso del SistemaMotriz_1 Motor Reductor. Este sería un punto a tener en cuenta a la hora de realizar los análisis mas detallados.

Dispositivo Variador

- El variador estuvo realizando correctamente su trabajo dado que no se observaron datos atípicos o picos que destaquen fuera del movimiento normal de los datos
- Los gráficos de torque y potencia demuestran como los movimientos de los datos son prácticamente los mismos en cada momento dejando en evidencia su acompañamiento y correlación mutua.
- Por otro lado el variador se encontró regularizando el consumo de energía perfectamente. No existen picos abruptos sino datos mas bien constantes a lo largo del tiempo.

- Todas las variables registradas por el variador se encontraron dentro de los rangos considerados tolerables.

SistemaMotriz_2

Motor Reductor

Al comienzo del análisis se pudo observar que las variables de ultrasonido estaban presentando valores fuera de los rangos considerados normales y típicos para lo que debería ser un correcto funcionamiento de las máquinas analizadas.

- **Variables de temperatura:** se encuentran dentro de los rangos considerados normales dentro de los índices tolerables para el motor.
- **Variables de ultrasonido:** demostraron problemas al inicio de la toma de datos, que gracias al monitoreo rápido de sus variables pudieron detectar estos comportamientos fuera de lo normal y tomar medidas correctivas para solucionarlo antes de que se implicaran mayores inconvenientes en la planta.
- **Variables de Vibración:** Fueron observados picos atípicos a lo largo del rango del tiempo analizado, se tomaron medidas correctivas al igual que en el ítem anterior.

Las variables de vibración y ultrasonido continuaron manteniendo un ciclo normal a lo largo del tiempo pero si bien los mm/s registrados no son para entrar en alerta, si se encuentran en niveles que llevarían a un problema a lo largo del tiempo, y son niveles que deberían estar en observación.

Dispositivo Variador

El sistema motriz 2 se encontraba generando datos con anterioridad a los otros sistemas motrices. El sistema motriz 2 ya mostraba datos y un funcionamiento por lo cual ya en ese momento se estaba realizando un monitoreo con antelación a la posible parada de la planta y al reactivarse se siguieron presentando los inconvenientes en cuanto a las variables de ultrasonido a niveles más elevados a los normales.

Variables de potencia, torque, velocidad y corriente:

- Durante el rango del tiempo analizado no se observaron datos atípicos o que destaquen fuera del movimiento normal de los datos
- Tanto las variables de Torque como potencia presentan los movimientos similares a lo largo del histórico de los datos debido a la correlatividad de su naturaleza.

- Valores de potencia se encuentran en estado de alarma, son pocos los casos en este nivel y en general durante el histórico se observan datos dentro de los rangos normales tolerables.
- La variable de corriente no presenta tampoco valores atípicos ni presenta características por las cuales haya que realizar un foco en el tiempo.

SistemaMotriz_3

Motor Reductor

- **Variables de temperatura:** siguen un comportamiento similar a lo largo de todo el histórico de tiempo, no se presentan datos atípicos, picos pronunciados o extremos que pudieran implicar inconvenientes. Son datos que no alcanzan los valores de peligro determinados, en consecuencia todos los datos demostraron que el motor se encuentra fuera de peligro para el caso de la temperatura.
- **Variables de vibración:** En el comportamiento se pueden observar picos repentinos que se exceden de la operatoria que estaba llevando a diario el motor y se presentan valores que superan altamente los rangos establecidos como seguros para los registros de vibración en mm/s. En la mayor parte del tiempo los valores registrados se encuentran en zona de peligro y en muchos casos entrando en la zona de alerta.
- **Variables de ultrasonido:** En comparación con los motores vistos previamente se presentan valores muy impactantes. Presentan valores a niveles demasiado altos para ser considerados normales. Presentan valores a niveles demasiado altos para ser considerados normales, exceden los niveles de peligro y alerta, significan un riesgo para la seguridad del motor.

Dispositivo Variador

- **Variable de Corriente:** Se presentan datos constantes a lo largo del tiempo, no se registraron datos atípicos que destaquen por su comportamiento o llamen especialmente la atención, se encuentran dentro de los parámetros normales en el histórico de los datos. Pese a esto, la variable adquiere valores que si bien no se encuentran en zona de alerta, algunos de ellos son en estado de peligro y podrían estar causando deterioro al motor, aunque son pocas las veces en que los valores de tolerancia son superados.
- **Variable de Velocidad:** No presenta valores fuera de los normales, solo intervalos que posiblemente sean debido a la actividad propiamente dicha de la planta,

relacionado con menores velocidades o momentos de parada. En conclusión los valores se encuentran constantes manteniendo un comportamiento normal a lo largo de todo el rango del tiempo.

- **Variable de Torque:** En el caso de esta variable se encuentra en su totalidad dentro de los valores normales.
- **Variable de Potencia:** Las variables de potencia presenta valores dentro de los normales, no se ven alterados, se mantienen constantes y a lo largo del tiempo acompañan los valores que toma la variable de torque.

Parada de la planta detectada en Diciembre

Un hito a mencionar detectado durante el análisis fue la parada de planta detectada al analizar uno de los sistemas motrices.

Durante un rango de tiempo todas las variables medidas por el variador quedaron detenidas en cero, incluso hubo una parada en la toma de datos que posteriormente en enero volvió a activarse, esto se debe a una parada de la planta, por alguna situación planificada o no. Al volver a ver el tráfico de las variables tomadas directamente sobre el Motor reductor en ese rango de tiempo, se observa como las variables de temperatura seguían funcionando, pero las variables de vibración no, pero se presenta de la misma forma que en el caso del variador una parada en la toma de datos hasta su activación nuevamente. Se podría entender esta parada a un caso planificado o a un hecho fortuito que implico la parada del sistema motriz 2 por unos días.

Al volver a analizar el Sistema Motriz 1, se observa que simplemente la empresa tuvo una parada en general, dado que las variables presentaron también valores cero y posteriormente no se tomaron datos. Lo mismo se podrá observar más adelante al analizar el sistema motriz 3.

Esta parada de la planta podría no ser mas que el receso por temporada navideña, donde suele pasar que muchas de las industrias bajan su operativa para realizar mantenimientos y mejoras dentro de sus sistemas aprovechando la época de menor trabajo.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES DE LA ETAPA

Luego del análisis detallado de las variables se llega a la conclusión de que todas las variables se encuentran dentro de los parámetros considerados normales para su actividad. No se observaron picos atípicos ni valores de niveles que pudieran implicar condiciones

riesgosas para las condiciones del motor reductor o del variador. El variador se encuentra trabajando de forma correcta regularizando el funcionamiento del motor.

En esta etapa las recomendaciones que fueron observadas durante el análisis es la existencia de variables que se encuentran en tomando valores en cero constantemente, posiblemente por un mal funcionamiento del dispositivo de medición de la información. En algunos casos esas variables con valores erróneos podrían ser perjudiciales para los análisis posteriores, dichas variables brindan información importante para el estado de las máquinas y la performance de la planta, mientras que algunas otras aportan información que enriquecen muchísimo los análisis posibles a realizar.

Etapa 2: Análisis de Performance

SistemaMotriz_1

KPI%Corriente

- La máxima corriente alcanzada por el variador nunca llego a superar el 77,46% de su capacidad máxima. Estos valores máximos solo fueron alcanzados un 8% del tiempo total.
- El promedio de utilización de la capacidad máxima fue del 22,02%, valor que se vio influenciado por valores concentrados en bajos valores en un total de 65% de las veces,
- Un 32,4% del tiempo analizado el variador alcanzo una utilización superior al 50% de su capacidad máxima, registrando valores en promedio de un 62,82% de su capacidad total.

Variable Temperatura

- Todas las variables analizadas se encontraron en VERDE
- El estado de niveles salubre se mantuvo a lo largo el año
- Los registros de temperaturas máximas se mantuvieron similares, por lo cual se podría estimar que es una tendencia que se mantendría a lo largo del próximo año salvo que haya algún inconveniente que haga disparar a alguno de estos indicadores.

SistemaMotriz_2

KPI%Corriente

- El promedio de utilización de la capacidad del variador fue del 26.76%.
- El 35,2% del tiempo total analizado, el motor fue exigido en mas de un 50% de su capacidad máxima. Este 32,2% del tiempo el motor fue exigido en un 75,51% de su capacidad máxima en promedio.
- La máxima de los datos registrados es del 96,13% de utilización de la capacidad total de corriente del variador. Solo un 0,44% del tiempo analizado.

Variables de vibración (no fue posible analizar el Sitema Motriz 1 por falta de datos)

- Se observo una mejora paulatina a lo largo del tiempo analizado, la gestión del motor en este aspecto resulto mas eficiente
- En el inicio del monitoreo registraron promedios mas bajos que a lo largo del tiempo, pero se presentaron picos altos en rojo que ponían al motor en peligro. Durante el

resto del año se logro disminuir la cantidad de picos máximos y equilibrar al motor, pasando a niveles medios de vibración disminuyendo de esta forma el promedio.

- Si bien las mediciones máximas subieron en el ultimo tiempo, los promedios se vieron disminuidos por una mejor gestión del sistema motriz.

Variables de temperatura:

- Todas las temperaturas se mantuvieron en valores tolerables para las maquinarias analizadas. Hubo casos cercanos al limite pero por un bajo periodo de tiempo que no implicarían un riesgo para el motor analizado.
- Las temperaturas promedio de las máximas aumentaron, pero en una medida lo suficiente como para haber generado una mayor operativa de los motores sin llegar a implicar un riesgo para ellos.

Variables de ultrasonido:

- Durante el año analizado se pude observar como en la gestión de la performance del motor, los datos se fueron desplazando a niveles inferiores. Existe una clara tendencia a disminuir paulativamente los valores

SistemaMotriz_3

KPI%Corriente

- el porcentaje de utilización alcanza un pico máximo de 96,16%
- Existe una dispersión muy alta de los datos y un promedio de solo 28,87% que se debe a la concentración de los datos en niveles muy bajos de utilización o nulos. Eliminando las 7.377 ocurrencias que se encuentran en este nivel bajo y representan un 65% del tiempo total analizado, el promedio de la utilización de la capacidad del variador del motor es de 75,71% de su capacidad total.
- Solo un 35,31% del tiempo total analizado el variador alcanzo porcentajes de utilización superiores a un 50% de su capacidad máxima total. (Promedio 75,71%)

Variables de vibración

- El motor sufrió varios momentos de alarma en niveles superiores a los recomendados y seguros para el motor. Pero, en tiempo son solo 16 horas que no implicaron un problema para el motor, pero es un valor para tener en cuenta. Si bien es un número que no implicaron un problema actualmente, ya que el motor se encuentra en un muy buen estado, a lo largo del tiempo con un deterioro mayor, estos mismos valores podrían ocasionar inconvenientes mayores.

- A lo largo del tiempo analizado se se exigió mas al motor, pero sin ningún riesgo de operación ni de performance que estuviera afectando actualmente el motor, si es algo que el cliente debería tener en cuenta al largo plazo para considerar realizar los mantenimientos correctos de sus unidades y evitar posibles paradas.

Variables de temperaturas

- Las variables de temperatura tanto en promedio como los picos máximos registrados se encuentran en estado VERDE lo que no implica un inconveniente para la planta.
- Se mantuvieron los niveles tolerables para sus motores.

Variables de Ultrasonido

- En primer lugar se observo una gran concentración de datos en los momentos ceros inoperativos o de baja operativa
- En segundo lugar una concentración de datos en el nivel de 34.50 a 36.80 con 2.185 ocurrencias. Este punto es un intermedio entre un estado de alerta y de peligro.

Son niveles que si bien no afectarían demasiado, podrían implicar a futuro un problema.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES DE LA ETAPA

Desde el comienzo al final del análisis se pudo apreciar como se tomaron medidas a lo largo del tiempo y se comenzó a aprovechar muchísimo más el motor y el variador, la utilización alcanzo datos mas altos y el promedio también comenzó a elevarse, se llegó a una mejor distribución de los datos en los niveles mas altos de utilización.

Aún así, en el total del periodo del año analizado más de la mitad del tiempo el variador estuvo casi detenido o trabajando a baja corriente sin ningún esfuerzo de transporte. En general, solo un 30% del tiempo el motor estuvo trabajando a niveles de utilización arriba de un 50% y en ese rango de tiempo en el que lo hizo en promedio alcanzo medidas de utilización de un 70%. Esto deja en claro el desaprovechamiento que se esta haciendo de la capacidad máxima del motor y del variador, si bien se están alcanzando algunos picos mas altos, en promedio se esta desaprovechando.

Como recomendación en este punto es poder redistribuir mejor el esfuerzo del motor y el variador a lo largo del tiempo, evitar tanto tiempo en bajo trabajo o nulo y distribuir los picos altos que hacen subir el promedio a lo largo del tiempo. Si bien se entiende que es un estilo operativo de la industria se podrían tomar medidas que permitan distribuir mejor las cargas a lo largo del tiempo y mantener mas constantes los niveles de utilización,

aprovechando niveles medios mas tiempo y no solo un 30% del tiempo, evitar picos máximos tan altos que a la larga afecten la operativa de las maquinas distribuyendo ese peso y esfuerzo máximo.

Algunas medidas podrían ser la mejor administración de los recursos que llegan para su traslado, generando almacenes de entrada para administrar la carga de cada transporte y anticiparse y planificar mejor las llegadas de materiales.

Las temperaturas máximas a lo largo de todo el periodo de tiempo analizado se encuentran dentro de los parámetros considerados normales pese de haber tenido un porcentaje de utilización anual del 96%. Lo cual expresa que tuvo una buena performance y pese la exigencia del motor las temperaturas se mantuvieron perfectamente dentro de las correctas y tolerables para la vida útil.

Las mediciones de vibración y temperatura muestran las exigencias mayores a las que fueron expuestos los motores, pero sin ningún riesgo de operación ni de performance que estuviera afectando actualmente el motor, si es algo que el cliente debería tener en cuenta largo plazo para considerar realizar los mantenimientos correctos de sus unidades y evitar posibles paradas. Misma recomendación para el ultrasonido, que si bien ahora tiene medidas que no afectan al motor ya vimos previamente que se encuentra actualmente en buenas condiciones de salubridad para aguantar exigencias, es recomendable que se tengan en cuenta a futuro los niveles, y que se realicen los mantenimientos necesarios para evitar futuros problemas mayores.

Etapa 3: Análisis del Consumo de Energía / Huella de Carbono

Consumo de energía eléctrica y Consumo de energía eléctrica por tonelada de carga.

- El máximo del consumo se presentó en el mes de Julio 2020 con un promedio total de 86.93 kW/h.
- Los datos se encontraron concentrados en conjunto de nivel inferior de consumo de energía, producto de que la cinta transportadora lleva poca o nula carga. Apartando del análisis estos datos que producen desbalanceo se obtuvo que concentrados alrededor de los 4k de consumo por día. Por lo cual el pico máximo descrito en el ítem anterior excede la concentración típica del consumo energético.
- El día 25/12/2020 se observó un pico en el consumo de energía por tonelada de carga transportada con un promedio de 54.3 kWh/tn, que al analizarlo en detalle significó un traslado de pocas toneladas pero que llevaron un excesivo consumo de energía. Podría ser producto de un desperdicio de energía producido por un mal funcionamiento en alguno de los componentes, que al haberse registrado solo un día no implicaría mayores inconvenientes, pero que de repetirse de la misma manera excedida, podría implicar altos costos para la industria.

Consumo de huella de carbono

- Los picos más altos de consumo de Co₂, en aquellos días donde previamente habíamos revisado que sucedieron los picos de consumo eléctrico.
- En el rango de tiempo analizado indican un promedio de consumo de 0,69 tCo₂/kWh
- Las emisiones de la huella de carbono han ido en aumento en el total del tiempo, incluyendo el principio del año 2021, lo que continuaría en tendencia en aumento para este año.
- Lo que va del año transcurrido ya estaría generando mayores emisiones que el año pasado, en este caso ya estaría perdiendo la certificación en el caso de que el año anterior hubiera registrado su año base para el cálculo.

Regresiones Lineales Simples

- Se analizaron entre sí las variables de Intensidad de corriente eléctrica consumida Promedio (Carga), Potencia Promedio y Velocidad Promedio de los tres sistemas motrices.

- **Carga explicada por Potencia:** Se encontró una relación entre las variables. Se interpreta que en todos aquellos puntos en los que se marco una carga por arriba a la recta de regresión hubo un exceso de consumo. En la gráfica observada la mayoría de los puntos se encuentran superior a la recta de la función de regresión, por lo cual se consumió mayor intensidad de corriente que la era necesaria.
- **Carga explicada por Velocidad:** La mayoría de los puntos se encontraron en la parte inferior de la recta de la función de regresión, demostrando que el variador esta trabajando correctamente, regula y modifica la cantidad de intensidad de corriente eléctrica de acuerdo a la velocidad del motor para que sólo emplee la energía que demanda el proceso. Evita de esta forma el exceso constante de la corriente que dañaría el motor.
- **Potencia explicada por Velocidad:** Como se esperaba presentaron una gran relación entre sí. Matemáticamente, la potencia es el resultado de multiplicar la fuerza por la velocidad de ejecución en un determinado ejercicio (potencia = fuerza x velocidad).

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES DE LA ETAPA

Realizando una conclusión final para el consumo de energía habiendo evaluado previamente el la performance de los sistemas motrices y ahora entrando en mayor detalle en lo que es el consumo energético por toneladas de cargas transportadas, se puede observar como hay grandes momentos y datos concentrados en bajos consumos de energía, esos bajos consumo de energía se deben a momentos en que las cintas transportadoras están trabajando con baja carga de toneladas o nulas y luego se observan como hay concentración de datos en consumos de entre 3 y 4 k diarios. En estos momentos de baja o nula carga energética se continua consumiendo generando un costo para la planta, esa energía eléctrica desperdicia, que si la planta implementara una mejor gestión de las cargas transportadas podria aprovechar esa energia desperdiciada distribuyendo mejor el paso de las cargas a lo largo de los días.

Se observan como las métricas obtenidas se mantienen similares a lo largo del tiempo, por lo cual son puntos que la planta podría tener en cuenta para implementar en el futuro y generar un cambio para su planta.

En cuanto al consumo de la huella de carbono, se observa la tendencia en aumento constante a lo largo del año 2020 y como se dijo previamente no se observan mejoras en lo que va del año 2021. En el primer trimestre del 2021 ya se estaría generando mayores

emisiones que el mismo trimestre del año pasado y ya estaría perdiendo la certificación para el calculo de mantener esta tendencia.

Entre los beneficios asociados al Cálculo de la Huella de Carbono, y a su posterior plan de acción para la reducción o compensación, están los siguientes:

- Reducción de emisiones GEI
- Ahorro económico
- Mejora de la productividad
- Mejora de la competitividad
- Mejora de la imagen corporativa
- Colaboración activa en la mitigación del cambio climático
- Sensibilización y difusión del respeto al medio ambiente
- Responder a un mercado cada vez más concienciado con la protección del medio ambiente

Particularmente para le caso de Perú, país al que pertenece la industria analizada, existe un sistema de reconocimiento a las empresas que participan de los proyectos de reducción de huella de carbono, dandoles por su accionar una serie de recompensas al que van accediendo al ir cumpliendo determinados objetivos paso a paso hasta alcanzar el nivel final.

Para alcanzar el nivel de neutralización las empresas pueden comprar créditos o bonos de carbono. Estos bonos tienen reconocimiento a nivel mundial y se obtienen a través de la implementacion de proyectos de reduccion de la huella de carbono. Cada **bono** corresponde a una tonelada de **dióxido de carbono**, cuyo valor de mercado se negocia hoy a US\$ 16. Se trata de incentivos económicos con los que se busca que las empresas privadas contribuyan a la mejora de la calidad ambiental, considerando que puedan emitir CO2 como un bien canjeable y con un precio establecido en el mercado. De esta forma, los bonos o creditos obtenidos por una empresa y que puede utilizar para su propio consumo de dióxido de carbono, en lugar de utilizarlos pueden venderlos en el mercado a otras empresas que los necesiten y estan dispuestos a pagarlos.

(Mayor información sobre los bonos de carbono detallo en el **Anexo 1: “Huella de Carbono”**.)

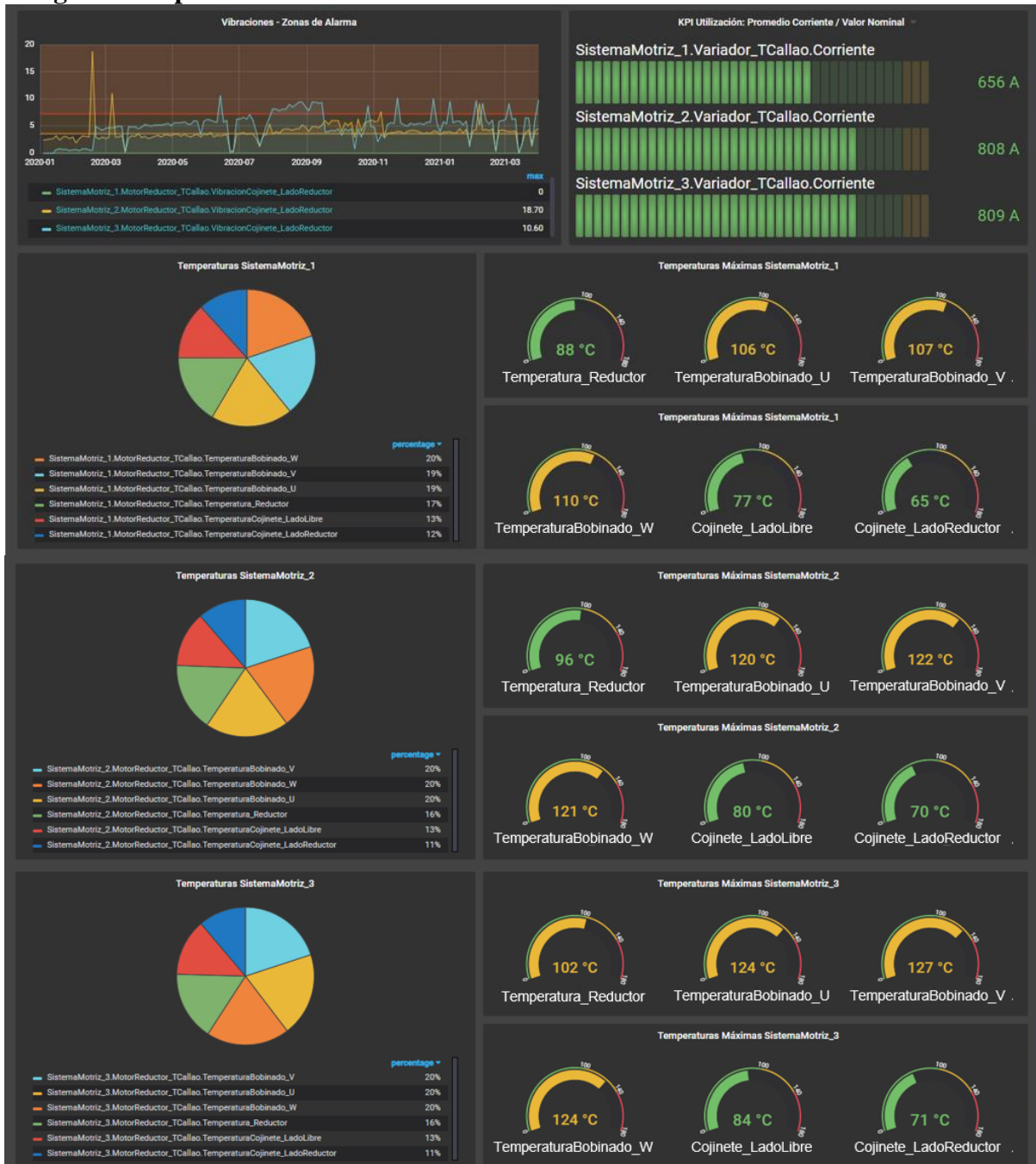
Una de las principales recomendaciones para hacer, es comenzar en lo que queda del año implementar algunos proyectos para reducir el consumo de la huella de carbono electrica. Hay tres tipos de proyectos que se pueden implementar para reducir las emisiones de GEI en la atmósfera.

- La primera, evitar las emisiones producto de la planta, por ejemplo, reemplazando la energía derivada de combustibles fósiles por energía de fuentes renovables. Reemplazar las fuentes de energía implican una gran inversión pero que posteriormente los beneficios podrían verse reflejados en la disminución de los costos, entre otros.
- La segunda, centrarse en buscar capturar las emisiones de CO₂ (principal GEI), por ejemplo, plantando árboles, los cuales capturan carbono en sus ramas, troncos y el suelo.
- La tercera, y la que posiblemente implica una mayor gestión, es secuestrar y destruir las emisiones, por ejemplo, capturando gas metano de las aguas residuales. Evitar la contaminación mayor haciendo de los desperdicios originados algo menos invasivo para el medio ambiente.

DASHBOARD RESUMEN

En el dashboard mostrado a continuación, se detallan las principales métricas y variables monitoreadas durante el análisis realizado.

Rango de tiempo: 1 Enero 2020 – 31 Marzo 2021.



FINAL DE TESIS

Durante la elaboración de mi TESIS fue abordando a la industria analizada en distintos aspectos de sus actividades diarias. Utilizando las herramientas que hoy en día nos brinda la tecnología, sin estar presencialmente en la planta, pude ir analizando como se fue desempeñando este último tiempo la empresa y gracias al monitoreo de las variables se pudo definir fácilmente y sin mayores dificultades lograr detectar puntos débiles y deficiencias en sus procesos que a medida que pase el tiempo les implicaría un problema a futuro. Durante este análisis observe como los procesos no se encuentran optimizados y la empresa sufre paradas y momentos de trabajo intenso vs momentos muy bajos de carga y esfuerzo en sus tareas, lo que podría ser perjudicial para la vida útil de sus maquinas, y en el futuro le podría generar un desgaste superior y la posibilidad de roturas, así como también la posibilidad de tener un uso mejor en el consumo de la energía eléctrica, una reducción de sus costos y de su huella de carbono, además de una mejor imagen para su comunidad, podría generarle mejor gestión del consumo de energía.

Toda esta información que fue desarrollando a lo largo de mi TESIS es información que obtuve gracias a la exploración de los datos, los datos bien aprovechados generan información clave para el negocio, tener conocimientos de los datos provenientes de las operaciones diarias, posibilita acceder a información sobre como fueron aprovechadas las herramientas y el tiempo, el dato por si mismo al ser aprovechado genera la información suficiente para tomar decisiones más eficientemente, genera conocimiento importante para la planta. Este es solo un escalón inicial de los pasos a los que podría llegar la planta con sus datos y el monitoreo de sus variables, es solo un comienzo en la transformación digital y de un viaje en donde paso a paso se puede ir avanzando hasta alcanzar la potencialidad completa de las nuevas herramientas.

Sin embargo, hay que tener en cuenta una participación indispensable en el proceso:

“...Si bien la tecnología juega un papel fundamental, ese protagonismo es compartido por cambios que van desde lo cultural hasta lo organizacional. La innovación está permeando todos los ámbitos de nuestras sociedades y debemos dar cuenta de dicho proceso. Ese es uno de los por qué de esta publicación: dejar testimonio de un presente dinámico que está modificando nuestro futuro para siempre...”

(Libro “Industria 4.0. Fabricando el Futuro” – Edición 2018 - Autores: Ana Inés Basco, Gustavo Beliz, Diego Coatz, Paula Garneró. – Participación: UAI – INTAL – BID)

ANEXO 1: HUELLA DE CARBONO

La Huella de carbono es un indicador ambiental que busca reflejar “*el total de gases de efecto invernadero (GEI) emitidos por efecto directo o indirecto de una organización, individuo, evento o producto*”. En este caso, las emisiones de la huella de carbono a analizar sería de una organización del tipo industrial, producidas de forma directa e indirectamente por sus procesos productivos. La huella de carbono se mide en masa de CO₂ equivalente. Una vez conocido el tamaño y la huella, es posible implementar una estrategia de reducción o compensación.

Para tener conocimiento del impacto ambiental que ocasionan las emisiones, es necesario llevar al día un registro de las emisiones de GEI de acuerdo a las normativas internacionales. En el caso de la huella de carbono de una organización se analizan las emisiones a lo largo de un año o periodo determinado. Los estándares más utilizados para hacerlo son: GHG Protocol e ISO 14064-1. En América Latina los organismos certificadores son dos, pero para la certificación siguiendo los estándares para organizaciones es la empresa **Enviro-Mark Solutions Limited**, perteneciente al gobierno de Nueva Zelanda posee las acreditaciones para certificar ISO 14064-1 y PAS2050.

Informe – Inventario de Gases de Efecto Invernadero

El Inventario de Gases de Efecto Invernadero de una organización, también denominado *Huella de Carbono de Organización*, es un informe donde se indican las emisiones de GEI realizadas por la organización objeto de estudio durante un periodo determinado, generalmente un año natural. Este inventario se realiza siguiendo estándares internacionales, los estándares contabilizan las emisiones de forma similar, diferenciándose principalmente en detalles a la hora de detallar y desglosar el informe final de inventario.

Para las organizaciones se diferencian tres tipos de emisiones:

- **Emisiones de Alcance 1** también denominadas *Emisiones Directas*. Son los gases de efecto invernadero emitidos de forma directa por la organización, por ejemplo por el uso de combustibles fósiles en maquinaria o vehículos propiedad de la organización, por pérdidas de gases refrigerantes, o por reacciones químicas durante los procesos productivos de la organización.
- **Emisiones de Alcance 2** o *Emisiones Indirectas por Energía*. Son los gases de efecto invernadero emitidos por el productor de la energía requerida por la organización. Dependen tanto de la cantidad de energía requerida por la organización como del Mix energético de la red que provee a la organización.

- **Emisiones de Alcance 3** también denominadas *Otras Emisiones Indirectas*. Son las atribuidas a los productos y servicios adquiridos por la organización, que a su vez habrán generado emisiones previamente para ser producidos. Son las más difíciles de contabilizar debido a la gran cantidad de productos y servicios utilizados por las organizaciones y a la dificultad en conocer las emisiones de estos productos o servicios si no son aportadas por el propio productor.

Dentro del Informe de emisiones de una organización también se deben indicar y medir las **absorciones** de CO₂. Para poder ser contabilizadas, estas absorciones deben ser referidas directamente a la actividad de la organización, y se indican por separado, no "restan" emisiones. La compensación de emisiones no es una absorción de CO₂, por tanto no se deben contabilizar dentro de un inventario, aunque la organización sí puede informar de sus compensaciones si las ha realizado.

Los Inventarios de Emisiones de GEI deben contener como mínimo las emisiones de Alcance 1 y Alcance 2, y pueden ser verificadas por una entidad de verificación acreditada.

Los Inventarios de Emisiones se referirán siempre a un "Año Base", indicando el aumento o reducción de emisiones del año del informe comparado con el Año Base. Si la organización realiza un inventario por primera vez, ese será su año base.

HUELLA DE CARBONO EN ARGENTINA

Hace varios años en Argentina se realizan mediciones de la huella de carbono en diversos ámbitos de la actividad productiva. En junio de 2008 la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable publicó un documento en el que informa que *la huella de carbono de un argentino con consumo promedio es de 5.71 Tm de CO₂ al año*.

Se pueden encontrar otros informes que dan cuenta de los avances y el compromiso de diferentes sectores con la disminución de GEI en distintos ámbitos de la vida del país.

BONOS DE CARBONO

Los **“Bonos de Carbono”** son un mecanismo a nivel internacional que busca reducir las emisiones contaminantes al Medio Ambiente; surge con el fin de reducir las emisiones que causan el calentamiento global o efecto invernadero. A través de estos incentivos de carácter económico buscan hacer que las empresas contribuyan a mejorar la calidad del medio ambiente, transformando la emisión de CO₂ como un bien canjeable y con un precio establecido en el mercado.

La transacción de los bonos de carbono (un bono de carbono representa el derecho a emitir una tonelada de dióxido de carbono) permite mitigar la generación de gases efecto invernadero, beneficiando a las empresas que no emiten o disminuyen la emisión y haciendo pagar a las que emiten más de lo permitido.

A modo de ejemplo, una empresa chica tiene 100 bonos de carbono que puede utilizar para su propia producción, pero esta empresa solo necesita 50 de estos bonos que obtuvo. En cambio, otra empresa mas grande requiere 150 bonos, esta primer empresa podría vender 50 de sus bonos sobrantes a la segunda empresa y así se benefician las dos.

Las reducciones de emisiones de GEI (Gases Efecto Invernadero) se miden en toneladas de CO2 equivalente, y se traducen en CER (Certificados de Emisiones Reducidas). Un CER equivale a una tonelada de CO2 que se puede emitir a la atmosfera, y puede ser vendido en el mercado de carbono a países industrializados, de acuerdo a la nomenclatura del Protocolo de Kyoto.

Protocolo de Kyoto – Firmado el 11 de diciembre de 1997; Kioto, Japón

Acuerdo internacional que tiene por objetivo reducir las emisiones de seis gases de efecto invernadero (GEI)

https://www.buenosaires.gob.ar/sites/gcaba/files/protocolo_de_kiotokpspan.pdf

ANEXO 2: REPORTE MENSUAL COMEX – FEBRERO 2021

DATA COMEX

Reporte mensual de
COMEXPERU
Sociedad de Comercio Exterior del Perú

Lunes 08 de febrero de 2021

Año 9 - N° 95



Exportaciones (en millones de US\$)

Los porcentajes indican la variación frente al mismo periodo del año anterior

	enero-diciembre		diciembre	
Exportaciones totales	39,223	(-15.6%)	3,984	(-15.4%)
Exportaciones tradicionales	26,439	(-19%)	2,546	(-23.4%)
Minería	22,705	(-15.3%)	2,135	(-24.8%)
Petróleo y derivados	1,466	(-53%)	206	(-32.4%)
Pesca	1,543	(-20%)	122	(+41.3%)
Agrícola	725	(-5.4%)	83	(-12.8%)
Exportaciones no tradicionales	12,784	(-7.5%)	1,438	(+4%)
Agropecuario	6,795	(+7.5%)	813	(+7.8%)
Químico	1,515	(-5.2%)	158	(+19.7%)
Textil	1,014	(-25.5%)	119	(+2.2%)
Pesquero	1,294	(-18.7%)	116	(-2.8%)



Principales productos no tradicionales exportados (en millones de US\$)

Los porcentajes indican la variación frente al mismo periodo del año anterior

	enero-diciembre		diciembre	
Uvas frescas	1,055	(+20.2%)	344	(+24.8%)
Arándanos frescos	998	(+22.5%)	70	(-22.4%)
Mangos frescos	281	(+7.8%)	51	(-14.9%)
Espárragos frescos o refrigerados	383	(-4.4%)	49	(-5.1%)
Calamares y potas congelados	413	(-28.7%)	34	(-3.7%)

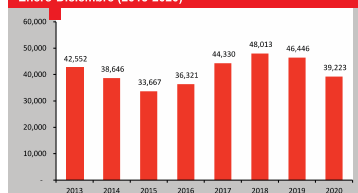


Principales destinos (en millones de US\$)

Los porcentajes indican la variación frente al mismo periodo del año anterior

	enero-diciembre		diciembre	
China	11,134	(-18%)	1,083	(-26.2%)
EE. UU.	6,272	(+6.7%)	716	(-4.2%)
Corea del Sur	2,287	(+0.3%)	276	(-11.4%)

Evolución de las exportaciones peruanas (US\$ millones)
Enero-Diciembre (2013-2020)



Fuente: Sunat, Elaboración: ComexPeru.



Importaciones (en millones de US\$)

Los porcentajes indican la variación frente al mismo periodo del año anterior

	enero-diciembre		diciembre	
Importaciones totales	36,752	(-13.6%)	4,006	(+12.3%)
Bienes intermedios	16,057	(-18.7%)	1,757	(+9.9%)
Bienes de capital	11,665	(-10.1%)	1,344	(+18.5%)
Bienes de consumo	9,013	(-7.9%)	904	(+9%)

1

Todos los resultados son obtenidos directamente de la fuente oficial, SUNAT, y sujetos a su confirmación. La fecha de corte utilizada fue: 03/02/2021. Se autoriza la difusión y reenvío total o parcial de esta publicación, siempre que se cite la fuente. Para mayor información o contacto, por favor escribanos a: mobregon@comexperu.org.pe o visite nuestra web www.comexperu.org.pe

COMEX Perú - Datacomex 095 - Febrero 08, 2021 - PDF Completo

<https://www.comexperu.org.pe/upload/articles/datacomex/datacomex095.pdf>

IMPORTACIONES CAEN UN 17.9% EN EL PERIODO ENERO-OCTUBRE DE 2020

Por **ComexPerú** / Publicado en **Diciembre 04, 2020** / **Semanario 1054** - Comercio Exterior

<https://www.comexperu.org.pe/articulo/importaciones-caen-un-179-en-el-periodo-enero-octubre-de-2020>

Links – Web – Bibliografía

- **Protocolo de Kyoto** – Firmado el 11 de diciembre de 1997; Kioto, Japón.
Acuerdo internacional que tiene por objetivo reducir las emisiones de seis gases de efecto invernadero (GEI)
https://www.buenosaires.gob.ar/sites/gcaba/files/protocolo_de_kiotokpspan.pdf
- **COMEX Perú** - Datacomex 095 - Febrero 08, 2021 - PDF Completo
<https://www.comexperu.org.pe/upload/articles/datacomex/datacomex095.pdf>
- **IMPORTACIONES CAEN UN 17.9% EN EL PERIODO ENERO-OCTUBRE DE 2020** Por ComexPerú / Publicado en Diciembre 04, 2020 / Semanario 1054 – Comercio
<https://www.comexperu.org.pe/articulo/importaciones-caen-un-179-en-el-periodo-enero-octubre-de-2020>
- **Bonos de Carbono** – Wikipedia – Introducción información orientativa
https://es.wikipedia.org/wiki/Bonos_de_carbono
- **Bonos de Carbono** – Portal explicativo
<http://www.codigor.com.ar/bonosdecarbono.htm>
- **Huella de Carbono Perú – Proyecto Minam** - Sistema de Reconocimiento
<https://huellacarbonoperu.minam.gob.pe/huellaperu/#/reconocimiento>
- **Huella de Carbono Perú – Proyecto Minam** – Funcionamiento
<https://huellacarbonoperu.minam.gob.pe/huellaperu/#/funciona>
- **Libro “Industria 4.0. Fabricando el Futuro”** – Edición 2018 - Autores: Ana Inés Basco, Gustavo Beliz, Diego Coatz, Paula Garneró. – Participación: UAI – INTAL – BID
Versión Digital: <https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/Industria-40-Fabricando-el-Futuro.pdf>
- **Organización Mundial del Comercio (OMC) “El comercio de mercancías registra un fuerte crecimiento en el primer trimestre a pesar de las crecientes disparidades regionales.”** Estudios y Análisis Económicos
https://www.wto.org/spanish/news_s/news21_s/rese_24jun21_s.htm
- **Organización Mundial del Comercio (OMC) “El comercio mundial listo para una recuperación sólida, aunque desigual, después de la pandemia de COVID-19”.**
Press/876 Comunicación de Prensa
https://www.wto.org/spanish/news_s/pres21_s/pr876_s.htm

