



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA CENTROAMERICANA

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

PRACITCA PROFESIONAL

**“MONTAJE DE GENERADOR DE GASES CALIENTES PARA MOLINO
“FIVES’ COMBUSTION BURNER”, CEMENTOS DEL NORTE S.A.”**

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TITULO INGENIERO

EN MECATRÓNICA

PRESENTADO POR:

21441206 EVELYNE CELESTE BERRIOS LEIVA

ASESOR: ING. ORLANDO AGUILUZ

CAMPUS SAN PEDRO SULA

Marzo 2019

ÍNDICE

I.	INTRODUCCIÓN	1
II.	GENERALIDADES DE LA EMPRESA	3
	2.1 Descripción de la empresa	3
	2.2 Descripción del Departamento	4
	2.3 Antecedentes del Problema	4
	2.2 Definición del Problema	5
	2.3 Preguntas de Investigación	6
	2.4 Objetivos	6
	2.4.1 Objetivo General	6
	2.4.2 Objetivos Específicos	6
III.	MARCO TEORICO	7
	3.1 Descripción General de la Industria Cementera	7
	3.2 Procesos Para la Elaboración de Cemento	7
	3.2.1 Extracción de Materia Prima	8
	3.2.2 Trituración y Prehomogenización	8
	3.2.3 Molienda y Harina Cruda	8
	3.2.4 Clinkerizacion	9
	3.2.5 Molienda y Cemento	9
	3.2.6 Empaque y Despacho	10

3.3 Tipos de Cemento	
12 3.4 Generadores de gases Calientes	
.....	12
3.4.1 Funcionamiento	
13 3.4.2 Ventajas	
.....	13
3.5 Molinos para Molienda de Cemento	
14	
3.5.1 Molienda	
14 3.5.2 Molino de Bolas	
14	
3.6 Elementos Utilizados	
15	
3.6.2 SITRANS P DS III	17
3.6.3 SITRANS T DS III	18
IV. METODOLOGÍA	
23	
5.1 Variables Dependientes e Independientes	23
5.1.1 Dependientes	
.....	23
5.1.2 Variables Independientes	
.....	23
5.2 Técnicas e Instrumentos Aplicados	24
5.3 Fuentes de Información	24
5.4 Cronograma de Actividades	25
V. DESCRIPCIÓN DE TRABAJO REALIZADO	
26	
VI. CONCLUSIÓN	
39	
VII. RECOMENDACIONES	
40	
VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	
41	

IX. ANEXOS	
45	

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	
Ilustración 1. Diagrama de Procesos de toda la Planta, "CENOSA"	¡Error! Marcador no definido.
Ilustración 2. Escáner de Llama para generador de gases calientes.....	17
Ilustración 3. Sensor SITRANS P DS III para la medida de presión	17
Ilustración 4. Sitrans TS Temperatura	18
Ilustración 5. Bomba Hidráulica	19
Ilustración 6. Guardamotor de 58ª	19
Ilustración 7. Indicador de Temperatura Thermophant.....	20
Ilustración 8. Indicador de Presión Ceraphant PTC 31B	21
Ilustración 9. Zelio Programable.....	21
Ilustración 10. Interfaz del Sistema SAP.....	22
Ilustración 11. Plano General de Vías de Conexiones.....	27
Ilustración 12. Válvulas Inteligentes de control de flujo	28
Ilustración 13. Valvulas encontradas en la estacion de "Tren de Vavlvulas"	29
Ilustración 14. Componentes en la estación de "Control de Válvulas"	31
Ilustración 15. Estación de diesel recién montada	32
Ilustración 16. Estación de Aceite Quemado.....	33
Ilustración 17. Calentador.....	34
Ilustración 18. Interfaz del software ZelioSoft 2	35
Ilustración 19. Programa Realizado.....	36
Ilustración 20. Programa Realizado.....	36
Ilustración 21. Contactor Inteligente para control de Electroválvulas.....	38
Ilustración 22. Diagrama de Estación de calentador de aceite.....	45
Ilustración 23. Diagrama de Estación de Aceite Quemado	45
Ilustración 24. Diagrama de Estación de Diesel.....	46
Ilustración 25. Plano de conexiones de caja de Conexiones en la estación de Diesel	46
Ilustración 26. Plano de Conexiones de Motores de Ventiladores de Succión y Enfriamiento	47
Ilustración 27. Plano de Conexiones de Señales Análogas del Tren de Válvulas.....	47
Ilustración 28. Plano de Conexiones de Señales Digitales del Tren de Válvulas.....	48
Ilustración 29. Plano de Conexiones de Señales Analógicas del Quemador y Accesorios (PC)	48
Ilustración 30. Plano de Conexiones de Señales Analógicas de Estación de Aceite Quemado	49

Ilustración 31. Plano de Conexiones de Señales Analógicas de Escáner de Llama	49
Ilustración 32. Plano de Conexiones de Panel del BMS.....	50
Ilustración 33. Plano de Conexiones de Panel del MCC (Control de Motores)	51
Ilustración 34. Panel de Control de Motores	51
Ilustración 35. Tanque de Aceite Quemado.....	52
Ilustración 36. Generador de Gases Calientes.....	52
Ilustración 37. Tolva con electroválvulas, para fluidificación de material	53
Ilustración 38. Molino FCB.....	53
Ilustración 39. Pruebas a chispero, crea la chispa por medio de un pequeño arco eléctrico.	54

ÍNDICÉ DE TABLAS

Tabla 1. Tipos de Cemento de Cementos del Norte S.A.	12
Tabla 2. Componentes Dentro de las Estaciones de Combustión del Generador.....	15
Tabla 3. Cronograma de Actividades	

Glosario

1. **FCB:** son las siglas de "Fives' Combustion Burners", que en español significa "Quemadores de Combustión de Fives", es el nombre que le han dado al molino horizontal de bolas en la planta.
2. **Electroválvula:** válvula electromecánica diseñada para controlar el paso de un fluido por un conducto o tubería.
3. **MCC:** son las siglas para "Motor Control Center (Centro de Control de Motores)".
4. **Combustión:** reacción química que se produce entre el oxígeno y un material oxidable, que va acompañada de desprendimiento de energía.
5. **Contactores Inteligentes:** aparatos que tienen la función de programar un número determinado de electroválvulas por medio de parámetros, actuando, así como un tipo de variador.
6. **Sensores:** dispositivo capaz de captar magnitudes físicas a su entorno.
7. **Indicadores:** instrumento para la medición de presión o temperatura en un sistema.
8. **Válvula:** dispositivo mecánico con el cual se puede iniciar, detener o regular la circulación de líquidos o gases.
9. **SAP:** Sistema utilizado en las empresas para el control, gestión, planificación y organización del mantenimiento de cada área de esta.
10. **Escáner de Llama:** un pirómetro y detector de parpadeo de acuerdo con el tipo de quemadores y es adecuado para cualquier tipo de combustible y toda industria.

I. INTRODUCCIÓN

La planta de CENOSA es una de las empresas monstruo más grandes de Honduras. Esta cuenta con sistemas automatizados casi en su totalidad, los cuales se distinguen por diferentes fases, ya sea; canteras, trituración, molinos, hornos, molinos que generan combustible, y envase. Este informe de práctica profesional es realizado en el are de

instrumentación, de Cementos del Norte S.A., donde se trabaja a la par de ingenieros eléctricos, mecatrónicos, y mecánico-eléctricos.

Durante todo el periodo de práctica, se trabaja en la supervisión y montaje de algunos proyectos, también, se estudia un poco o lo básico de lo que es la plataforma SAP. Este software se encarga de mantener un orden de la planificación de los mantenimientos que se le dan a cada parte de la empresa.

Destacado entre estos proyectos, se encuentra el montaje de un generador de gases calientes. Flórez et al. (2004) afirma que "Un generador de gases está formado por uno o varios compresores, la cámara de combustión donde se mezcla el combustible con el aire y onde tendrá lugar la combustión, y finalmente la turbina de expansión de gases" (p. 299).

El generador es para el molino FCB o molino 1, que funciona a base de aceite quemado y Diesel. El cual se encarga de realizar varios tipos de cementos, de los que la mayor producción es de cemento tipo GU (para el que es necesario el generador). Este, es el más comprado y usado por todos los distribuidores de la fábrica. El molino contaba anteriormente con un generador. Pero ya estaba bastante viejo, por lo tanto, era menos eficiente y estaban quedando obsoletos, lo que causaba que sus reparaciones tuvieran costos bastante altos.

II. GENERALIDADES DE LA EMPRESA

2.1 Descripción de la empresa

La planta original de producción de CEMENTOS DEL NORTE S. A. (CENOSA), inició sus operaciones en el año de 1,958 bajo el nombre de CEMENTOS DE HONDURAS S. A. como iniciativa privada; Luego, en 1,981 pasó a ser empresa estatal, denominándose CEMENTOS DE HONDURAS. Posteriormente en 1,992 volvió a constituirse como iniciativa privada con el nombre de CEMENTOS DEL NORTE S.A. y en 1,997 hizo una alianza estratégica con Cementos Progreso de Guatemala.

CENOSA participa activamente en el desarrollo económico de Honduras. Cuenta con las más altas tecnologías, con recurso humano capacitado y permanentemente interesado en el medio ambiente, así como en el desarrollo de la cultura organizacional orientada a resultados.

Las actividades principales de CENOSA son la elaboración y suministro de cemento, el cual es fabricado bajo estrictos controles de calidad, para entregar a nuestros clientes productos que cumplen las normas ASTM de Estados Unidos de América. Su misión es elaborar y distribuir cemento comprometiéndonos a ser una empresa altamente productiva y plenamente humana e innovadora, competitiva y fuertemente orientada a la satisfacción de nuestros clientes y consumidores; líder nacional en su ramo, con creciente presencia internacional.

La Planta brinda trabajo y desarrollo a los pobladores de Bijao, Choloma, Puerto Cortés y San Pedro Sula.



Fuente: Cementos del Norte, S.A.

2.2 Descripción del Departamento

Es el área encargada de manejar toda la parte electrónica de los equipos de la empresa. Su principal función y propósito es el análisis, diseño y automatización de los procesos que realizan los equipos en la planta. El área de instrumentación básicamente es la encargada de todas las áreas, eléctricas y electrónicas de la planta. El equipo de instrumentación atiende problemas prácticamente 24 horas al día, ya que, si se da cualquier tipo de fallo común, estos deben estar pendientes para solucionarlo, ya sea el instrumentista de turno, o cualquiera que se encuentre disponible.

En este departamento se ven todos los proyectos de la planta que están a punto de ser montados y los que lo están siendo. Ya que cuando se trata de conexiones de cableado, ya se hacía PLCs o motores, estos deben indicar a los contratistas, y trabajar al lado de ellos, por medio de planos para que se pueda elaborar todo el montaje de un recurso nuevo en la empresa.

2.3 Antecedentes del Problema

La planta cementera, Cementos del Norte S.A. (CENOSA), cuenta con molinos los encargados de la molienda (valga la redundancia), reciben los materiales triturados y prehomogenizados, y en ellos se realiza simultáneamente la mezcla y pulverización de estos. Existen 6 molinos en la planta los cuales son; Cuadropol, Duodan, FCB, Dorol, Cemengal y el molino 6, también se encuentran los molinos auxiliares; el Atox y el Molino de Carbón, los cuales son utilizados para la elaboración de combustibles auxiliares del horno.

Actualmente se está elaborando el montaje de un generador de gases calientes en el molino FCB, el anterior, tenía aproximadamente 20 años, ya que fue instalado en el año 2000.

Todo el equipo que se necesita para el montaje del generador de gases calientes, desde artefactos como sensores, motores, ventiladora, ductos enormes de gas, bases, paneles, módulos de PLC, etc. fueron vendidos por la empresa FIVE, con sede en Francia. Esta también se encargó de enviar técnicos que proporcionan su ayuda con la programación de los sistemas internos, externos y auxiliares del molino.

El generador anterior presentaba fallos constantes por lo que ya era necesario un cambio de estructura y de sistema. Durante el montaje del nuevo se presentan varias correcciones que hacer en los planos de las conexiones, ya que no coincidían con los paneles que la empresa envió. También se hace la supervisión del proyecto, y el montaje de las estaciones de diesel, aceite quemado, calentadores, y controles de válvulas del Generador.

2.2 Definición del Problema

Se instala este nuevo generador de gases calientes, porque se estima que funciones de manera as eficiente, ya que el anterior fallaba demasiadas veces diariamente por su antigüedad, ocasionando paros diarios en el molino cada vez que se hacía cemento GU (el más vendido en CENOSA como se mencionó anteriormente).

El nuevo generador instalado por la empresa "Fives", hará que trabaje en óptimas condiciones, o al menos eso es lo estimado.

El generador viejo está provocando que se presenten fallos incluso en el molino, lo cual también produce atrasos en la producción de otros tipos de cementos que no necesitan del generador.

También, durante la instalación del cableado restante, se notó que los manuales y planos no coincidían con algunas partes de los paneles, por lo que se tuvo que hacer correcciones y varias revisiones.

2.3 Preguntas de Investigación

¿Qué tanto tiempo toma el montaje de un generador de gases calientes?

¿Qué componentes externos se necesitan para la activación optima de un generador?

¿Cuáles son los conocimientos necesarios para poder realizar el cableado correcto de los paneles del generador?

2.4 Objetivos

Según Pérez Serrano(2002), "Los objetivos de un proyecto son los logros que queremos alcanzar con la ejecución de una acción planificada. Los objetivos en un proyecto constituyen

el punto central de referencia, son los que conforman su naturaleza más específica y le dan coherencia al plan de acción”.

2.4.1 Objetivo General

Asegurar el funcionamiento óptimo del molino FCB para molienda de cemento, cuando se requiere trabajar con el generador de gases, para elaborar cemento tipo GU.

2.4.2 Objetivos Específicos

- Realizar el montaje estructural y el cableado del generador.
- Rectificar los planos con señales analógicas y digitales, que no aparecen en los manuales y planos o estén erróneas.
- Realizar el cableado hasta la sala de control y hasta el MCC (cuarto de control de motor) de los motores y el PLC.
- Implementar controles que funcionen de manera automática.

III. MARCO TEORICO

3.1 Descripción General de la Industria Cementera

La industria cementera en Honduras es una de las más importantes e indispensables que puede haber en el país. Con estas, somos capaces de llevar a cabo obras de infraestructura, ya sea personales o para beneficio del país. Esta puede afectar el ambiente si los procesos no son llevados a cabo de manera correcta, pero en caso contrario, pueden ser de algún tipo de beneficio para el mismo.

Rodríguez, Frías, & Rojas (2010) Afirman:

La industria cementera contribuye de manera importante al equilibrio medioambiental, ya que reduce sustancialmente la cantidad de vertidos de estos residuos incorporándolos al proceso industrial. Estos residuos se pueden incorporar en cuatro fases del proceso: como correctores de las materias primas (la ceniza de piritita, arenas fundición); como combustibles alternativos (aceites neumáticos); como adiciones activas al Clinker Portland (cenizas volantes, humo de sílice, esquistos calcinados) y como árido de reciclado en base y subbase de carreteras, así como en la fábrica de hormigones. (p. 9)

3.2 Procesos Para la Elaboración de Cemento

Según Sanjuan Barbudo (2004)“El cemento es un material básico para la edificación. Su principal propiedad es la de formar masas pétreas resistentes y duraderas cuando se mezcla con áridos y agua. El endurecimiento de la mezcla ocurre un cierto tiempo después de que se realiza la mezcla”. (p. 4)

3.2.1 Extracción de Materia Prima

En el caso de Cementos del Norte S.A., la materia prima es directamente extraída de canteras cercanas a la planta de Bijao. Estas consisten en piedra caliza y esquisto que son extraídas por medio de desgarre (tractores) o voladura(explosivos).

3.2.2 Trituración y Prehomogenización

En este proceso se busca la reducción de tamaño del material proveniente de las canteras, por medio de trituración, desde diámetros de 1 metro hasta partículas menores de 1 pulgada. Este producto triturado se almacena en galeras cilíndricas de Prehomogenización con el objetivo de asegurar una mayor uniformidad en la distribución química de los

materiales y así reducir la variación en la calidad del material para lotes tan grandes como 18,000 ton, los que quedan listos para ser utilizados en la siguiente etapa.

3.2.3 Molienda y Harina Cruda

Se continúa reduciendo el material ya triturado, y pasa por un proceso de secado, previo a pasar a altas temperaturas en los hornos. Los molinos reciben los materiales triturados y prehomogenizados, y en ellos se realiza simultáneamente la mezcla y pulverización de estos.

La composición química de la mezcla de minerales es determinada en línea, a través de un analizador de neutrones previo a la entrada al molino, lo que permite que durante el proceso de molienda de harina cruda se realicen ajustes continuos en la proporción de los materiales. Esto se realiza para saber qué tan pura esta nuestra mezcla.

El producto es un polvo muy fino, por ello llamado "harina cruda", con la composición química adecuada para el tipo de cemento que se esté produciendo. La reducción en la variación de la calidad de la harina cruda se hace posible gracias al almacenamiento de esta en silos especiales para homogenización. Una segunda etapa en el control de calidad de la harina cruda se realiza en el producto que está entrando a los silos, a través de un analizador de rayos X, que pueden realizar análisis químicos completos en tiempos muy cortos y con gran precisión.

3.2.4 Clinkerizacion

La harina cruda proveniente de los silos es alimentada a hornos rotatorios en los que el material es calcinado y semifundido al someterlo a altas temperaturas (1450°C). Aquí se llevan a cabo las reacciones químicas entre los diferentes óxidos de calcio, sílice, aluminio, hierro y otros elementos en trazas menores, que se combinan para formar compuestos nuevos que son enfriados rápidamente al salir del horno. Al producto enfriado de los hornos se le da el nombre de Clinker y normalmente es granulado, de forma redondeada y de color

gris oscuro. En la planta de Bijao se cuenta con 2 hornos con una capacidad total de diseño de 5,500 toneladas/día de producción de Clinker y pueden usar combustibles derivados del petróleo, carbón, coque de petróleo y otros combustibles alternativos.

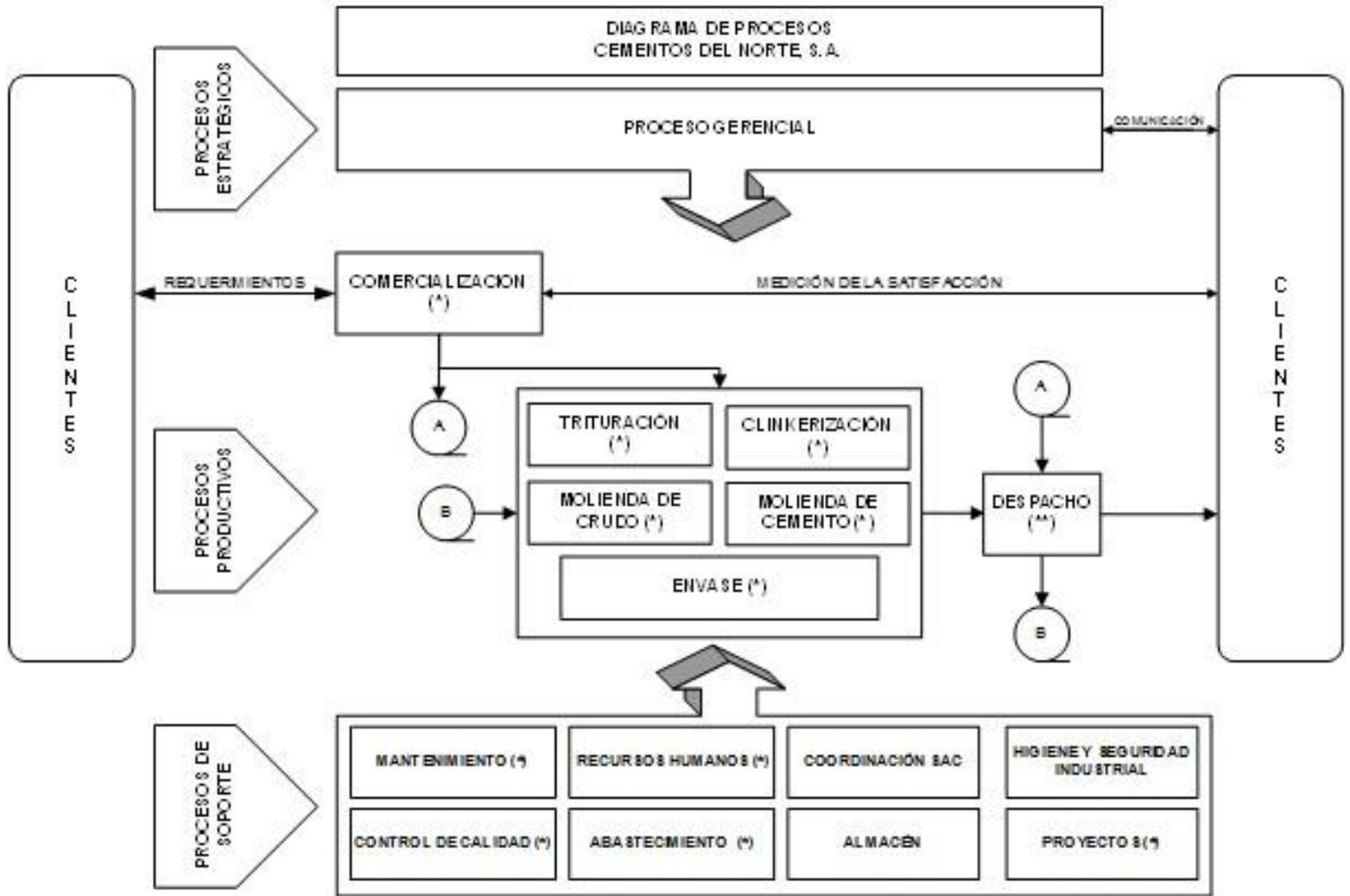
3.2.5 Molienda y Cemento

El siguiente paso en el proceso de producción de cemento es la molienda del Clinker, en forma conjunta con otros minerales que le confieren propiedades específicas al cemento. El yeso, por ejemplo, es utilizado para retardar el tiempo de fraguado (o endurecimiento) de la mezcla de cemento y agua, y así permitir su manejo. También se pueden adicionar otros materiales como las puzolanas o arenas volcánicas, las que producen concretos más duraderos, impermeables y con menor calor de hidratación, que un cemento Portland ordinario compuesto sólo por Clinker y yeso.

Una vez más el análisis del producto saliendo del molino es prioritario, por lo que el mismo también se lleva a cabo por medio de un analizador de rayos X, que permite el ajuste en las proporciones de los materiales y así obtener las características del cemento específico que se está produciendo. El control del tamaño de las partículas de cemento molido es otra variable de gran importancia, pues afecta grandemente sus propiedades; por lo que su medición frecuente es considerada.

3.2.6 Empaque y Despacho

Finalmente, el cemento producido y almacenado en silos puede ser despachado en pipas a granel para los grandes consumidores, o envasado en sacos. El peso neto utilizado tradicionalmente en Centro América para el cemento en sacos es de 42.5 kilogramos. (93.7lb.). En la planta Bijao se cuenta con 2 líneas de envasado de 3,000 sacos/hora cada una; una de ellas totalmente automatizada con capacidad de paletizar el producto.



(*) PROCESO REALIZADO POR PROVEEDOR EXTERNO
 (**) ALGUNAS ACTIVIDADES CONTRATADAS CON PROVEEDOR EXTERNO

SAC-CA-CS-001/ED 6

Ilustración 1. Diagrama de Procesos de toda la Planta, "CENOSA"

Fuente: CENOSA

3.3 Tipos de Cemento

Según Castells (2012) "Algunos tipos de cementos que se pueden encontrar en la industria debido a las propiedades puzolánicas que exhiben las escorias siderúrgicas, en particular las de estructura amorfa, es posible formular cementos como: Cementos de escoria, Mezclas de Portland, escoria de alto horno granulada, Clinker, Portland y Yeso".(p. 65)

En cementos del Norte S.A. se manejan tres tipos de cementos, los cuales son empaquetados en diferentes diseños de bolsas a causa de identificar hacia donde deben ser enviados, ya que esta empresa distribuye a otros países como, Guatemala, El salvador y México. En la siguiente tabla podremos apreciar mejor la clasificación de los tipos de cemento:

Tabla 1. Tipos de Cemento de Cementos del Norte S.A.

GU	Tipo 1	HE8
Verde	Saco Tipo 1	Albañilería
Azul	Saco Tipo 2	Saco HE
Azul – Rojo	Cemex Tipo 1	Cemex HE Industrial
Plástico GU		
Cemento Americano		
Cemex Volcán		
Tolteca GU		
Bolsas sin Impresión		

Fuente: Propia (CENOSA)

3.4 Generadores de gases Calientes

Podemos definir al Generador a Gas como un dispositivo que sirve para quemar gas y al mismo tiempo con esa quema, podemos producir o generar energía eléctrica, de una manera un tanto económica.

Pues con el generador a gas es muy usado en una serie de situaciones diferentes, puesto que se consiguen en todas partes y son muy prácticas y sencillas de instalar en cualquier lado.

Los generadores de gases calientes son cámaras de combustión compactas que se utilizan en un gran número de aplicaciones industriales. Estas unidades producen gases a diferentes temperaturas partiendo de la combustión de diferentes combustibles como pueden ser el gas natural, gasóleo, aceite quemado, etc. (E&MCombustion, 2018)

3.4.1 Funcionamiento

Internamente, las cámaras de combustión están recubiertas de refractario para resistir temperaturas de hasta 1500°C. Por esta razón, presentan una estructura robusta y resistente a este tipo de aplicaciones industriales. Existen diferentes tipos de cámaras, con simple o doble pared, que hacen que las pérdidas caloríficas a través de ellas sean bastante reducidas. Para generar estos gases calientes se utilizan quemadores de varios tipos, siendo los más habituales los quemadores de aire presurizados para combustibles líquidos y los quemadores de conducto utilizados para gases.

3.4.2 Ventajas

Las principales ventajas de los generadores de gas:

- Una de las ventajas es que es un combustible más limpio, más barato que otros combustibles no renovables;
- Cuando se compara con otros combustibles fósiles, como carbón, diesel y gasolina, los niveles de emisión son mucho más bajos. Una de las consecuencias directas es que el olor de las fugas es insignificante;

- Su uso y fácil adaptación a la reutilización térmica, como la cogeneración (vapor, agua caliente o aceite de calefacción); («Comparacion generador de diesel y generador de gas», s. f.)

3.5 Molinos para Molienda de Cemento

Según Luis, s. f, (2000) "El área de molienda de cemento, el equipo más importante y principal es el molino de bolas y los equipos auxiliares que permiten su funcionamiento."(pg.26)

3.5.1 Molienda

(Otto Labahn, 2000) Afirma que, se entiende por molienda la reducción de materiales a polvo. En la fabricación del cemento por vía seca constituye la fase final de la producción de la mezcla cruda. (pg. 324)

El Clinker descargado del horno debe reducirse a polvo fino, con la adición de cierta cantidad de yeso, con la que se obtiene el producto final de todo el proceso: cemento.

3.5.2 Molino de Bolas

Un moliendo de bolas es en conjunto un tubo metálico cubierto internamente con placas de acero de alta dureza que sirven de revestimiento y que permite realizar el proceso de molienda.

Este consta de equipos d transporte como:

- Tornillos sinfín
- Aerodeslizadores
- Elevadores de cangilones y transportadores de artesas.
- Bombas Neumáticas
- Colectores de Polvo
- Bandas Dosificadoras.

Los molinos horizontales de bolas cuentan con esferas de hierro en su interior, de aproximadamente 5kg y 10cm de diámetro, las cuales al molino girar, impactan con el Clinker y los aditivos para hacer el cemento. Generalmente estos molinos cuentan con dos cámaras de molienda, separadas por un diafragma cuyos slots tienen medidas máximas permitidas y una vez se alcanzan es necesario cambiar el diafragma. (Gazo, 2018, p. 26)

Según (Gueto, 2010), "Existen 2 tipos de molinos de bola:

- Tipo Alsing, discontinuo, cilindro hueco horizontal, provisto de una tapa, que, tras admitir una cierta carga, se le concede un determinado tiempo de molienda.
- Molino de bolas continuo, preferible para molienda en semiseco." (p. 245)

3.6 Elementos Utilizados

Según Trochez (2016)"Para cada proyecto a realizar, se requiere de un estudio previo de campo que permitirá seleccionar los materiales más adecuados por factores de costo, durabilidad y accesibilidad de los mismos." (p. 220)

Para el montaje del generador se ha utilizado una gran variedad de componentes, los cuales algunos de ellos, los más importantes y esenciales serán enlistados y explicados según su función dentro de la estación.

Tabla 2. Componentes Dentro de las Estaciones de Combustión del Generador

Componentes	Estación			Control de Válvulas
	Aceite Quemado	Estación de Diesel	Calentador	
Bombas	1	2	1	1
Guardamotores 58A	1	2	1	1
Manómetros	2	3	1	4

Válvulas Check		2	-	-
Válvulas Rotatorias	-	-	-	7
Tanques	1	2	-	-
SITRANS PDSIII Presión	1	1	-	-
FILTROS	1	1	1	1
SITRANS TS Temperatura	1	-	-	3
Indicadores de Presión PTC3IB CERAPHNAT T	1	-	-	2
Indicadores de Temperatura THERMOPHANT	-	-	-	3

Fuente: Cementos del Norte, S.A.

3.6.1 Detector de Llama

Escaner de Llama, puede operar con UV, pirómetro y detección de parpadeo de acuerdo con el tipo de quemadores y es adecuado para cualquier tipo de combustible y toda industria. Gracias a su diseño todo en uno, no necesita de ninguna caja remota entre el gabinete y la caja, su instalación es óptima.

Los niveles de la llama se muestran directamente en el detector, así optimizando el chequeo de la información mientras se instala. Si es necesario, el escáner inmediatamente puede reemplazarse, con una acción correctiva, ya que la configuración del escáner es hecha a distancia por un IR control remoto. (Francois Cail, 2018)



Ilustración 2. Escáner de Llama para generador de gases calientes

Fuente: (Francois Cail, 2018)

3.6.2 SITRANS P DS III

“El SITRANS P de la serie DS III es un transmisor de presión digital diseñado para medir la presión relativa, la presión absoluta, la presión diferencial, el caudal y el nivel de llenado.

El equipo estándar ofrece ya unas completas funciones de diagnóstico y simulación de gran fiabilidad. Institutos de ensayos independientes se han encargado de certificar que es apto para el empleo en circuitos de medición SIL2”. (Siemens, 2019a)



Ilustración 3. Sensor SITRANS P DS III para la medida de presión.

Fuente: (Siemens)

3.6.3 SITRANS TS

Los sensores de temperatura SITRANS TS son la base perfecta para mediciones de temperatura precisas y seguras. Las termorresistencias y los termopares cubren un campo de aplicación muy amplio en la industria de procesos. Con transductores de medida montados en cabezal, permiten una sencilla integración en el sistema. Posibilidad de manejo y visualización in situ, pues las variables de proceso se pueden leer cómodamente en una pantalla opcional. (Siemens, 2019)



Ilustración 4. Sitrans TS Temperatura

Fuente: (Siemens, 2019)

3.6.4 Bomba Volumétrica Rotativa

Según, Robles & Parra (2000)"Las bombas hidráulicas rotativas volumétricas se emplean en los sistemas de engrase y regulación de los motores, compresores y bobinas hidráulicas, en las transiciones hidráulicas de potencia y sobre todo en los dispositivos de transmisiones hidráulicas." (pp. 14-4)

Para las estaciones de control de combustión y dilución de los combustibles del generador se utilizaron bombas de 5.2 A, 0.5 HP Y 220V.



Ilustración 5. Bomba Hidráulica

Fuente: (Robles & Parra, 1997)

3.6.4.1 Guardamotores

Bastian (2001) Afirma, Son interruptores que se usan para manabrera simultáneamente todos los polos de un motor, al mismo tiempo que se le protege de la destrucción por fallo de arranque, sobrecarga, disminución de la tensión de la red y avería de un conductor en redes trifásicas. (pp. 91)

Para los motores en los que se utilizaran estos guardamotores, se necesita que estos soporten corriente de 58 A en adelante.



Ilustración 6. Guardamotor de 58^a

Fuente: (Bastian, 2001)

3.6.5 Indicador de Temperatura THERMOPHANT

Según Kagermann, Osterle, & Jordan, (2010), "No solo nos muestra la temperatura actual dentro de la instalación técnica, su electrónica integrada nos permite su configuración local y remota, habilita la comunicación electrónica con otros artefactos de medición y unidades de control."



Ilustración 7. Indicador de Temperatura Thermophant

Fuente: PROPIA

3.6.6 Indicador de Presión CERAPHANT PTC 31B

Según Endress+Hauser (2019) Es un presostato con célula de medición hermética al vacío para una medición y monitoreo seguros de la presión absoluta y la presión manométrica. El interruptor de presión con diseño compacto es extremadamente estable y altamente resistente al vacío hasta 0bar abs.



Ilustración 8. Indicador de Presión Ceraphant PTC 31B

Fuente: (Endress+Hauser, 2019)

3.6.7 Zelios Programables

Pertenece a la gama más baja de autómatas programables Schneider, se puede programar tanto en lenguaje de contactos como en el diagrama de bloques funcionales y de similar manera que el logo. Según (FERNÁNDEZ, FILIU, & SÁNCHEZ-HORNEROS (2014) La gama de zelios esta dividido en dos grupos, SR2 modelos de tipo compacto y SR3 modelos de tipo popular. Sus rangos son de 12 V, 24 V, Y 110-220 V."(pp.345)



Ilustración 9. Zelio Programable

Fuente: (FERNÁNDEZ et al., 2014)

3.7 Sistema SAP

El sistema SAP se emplea para todos los departamentos de la empresa, y en el caso de mantenimiento es para llevar un control de este y tener un registro de los costos del mantenimiento, repuestos necesarios, planificación de paros de mantenimiento, llevar un control de indicadores del cumplimiento del mantenimiento, etc.

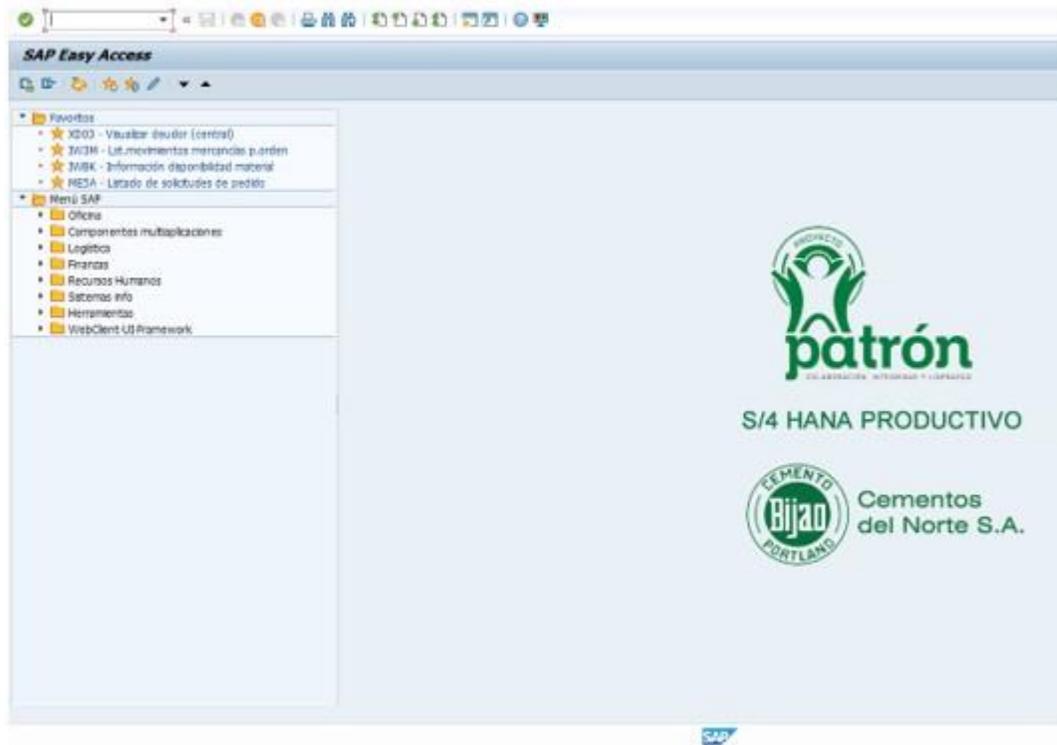


Ilustración 10. Interfaz del Sistema SAP

Fuente: PROPIA

IV. METODOLOGÍA

5.1 Variables Dependientes e Independientes

5.1.1 Dependientes

Podemos definir como variables dependientes las razones por las cuales se realizó el montaje de un nuevo generador. Como, el tiempo de vida del aparato estaba excedido, disminución de la eficiencia, paros continuos en el molino a causa de este, y desperdicio en el material al darse los paros.

5.1.2 Variables Independientes

Podemos enlistar todas las actividades que se realizaron para el montaje del generador;

- Moteje Estructural
- Cableado
- Montaje de Paneles
- Montaje de estación de Combustión y Dilución.
- Montaje de Componentes en las estaciones de Combustión y Dilución.
- Revisión de Manuales.
- Pruebas en componentes
- Programación para arranque:
 - Manual ○
 - Local ○
 - Automático

También las demás actividades que se realizaban como

- Introducción al SAP
- Charlas semanales de Seguridad
- Programación de Contactores
- Programación de Variadores
- Mediciones en motores de los Cuartos de Control.

5.2 Técnicas e Instrumentos Aplicados

Como técnicas aplicadas podemos definir los conocimientos adquiridos durante la carrera y durante la práctica profesional.

Los instrumentos aplicados, más que todo en el proyecto del generador vendrían siendo aparatos como sensores de temperatura y presión, manómetros, bombas, indicadores, mangueras, cables de diferentes calibres, manuales.

5.3 Fuentes de Información

El internet y los buscadores son un gran aliado, pues facilitan enormemente la búsqueda de información al proporcionar un sistema de acceso limitado y muy intuitivo, que permite encontrar información incluso sin saber con precisión lo que se busca, a través de presentaciones como la similitud fonética. (Pilar & Remei, 2013) ar información incluso sin saber con precisión lo que se busca, a través de presentaciones como la similitud fonética. (Pilar & Remei, 2013)

Se utilizan 2 tipos de fuentes de búsqueda para la elaboración de esta tesis:

‡ Fuentes Primarias:

Libros Electrónicos extraídos de la biblioteca Virtual de UNITEC (CRAI) Libros con Contenido alusivo al tema del proyecto.

‡ Fuentes Secundarias: ○ Catálogos. ○ Manuales. ○ Planos de Conexiones. ○ Departamentos de Instrumentación.

○ Hojas de Datos de Fabricante

5.4 Cronograma de Actividades

Tabla 3. Cronograma de Actividades

N°	Actividad	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 5	Semana 6	Semana 7	Semana 8	Semana 9	Semana 10	Semana 11
1	Recorrido por la planta.	Yellow										
2	Introducción a lo que es el proyecto del generador y todo su equipo alrededor.	Orange	Orange									
3	Revisión de manuales y planos de las conexiones del generador.			Light Green	Light Green							
4	Revisión del cableado y montaje de las estaciones de aceite quemado, Diesel, control de válvulas y calentador.			Red	Red	Red						
5	Supervisión del proyecto.					Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue
6	Introducción a lo que es el SAP				Purple	Purple						
7	Revisión del cableado que va hacia los paneles de control y cuartos de control de motores.					Dark Blue	Dark Blue	Dark Blue				
8	Cambios o adiciones de componentes a los paneles de control.					Green	Green					

Fuente: PROPIA

V. DESCRIPCIÓN DE TRABAJO REALIZADO

Primero que todo se necesitaba dar un recorrido por la planta para poder entender de una mejor manera cómo funciona el proceso para que la materia prima llegue al molino y se haga uso del generador.

Un generador de gases calientes no solo es la estructura en sí, este tiene que llevar una serie de cableados hacia paneles de control, los cuales lo energizan, los que tienen las señales de entradas y salidas análogas y digitales, los que contienen los controles de los motores, etc.

La primera semana se comenzó conociendo todos los cuartos de control que existen en la planta. Cabe destacar que cada molino posee uno.

Esta práctica profesional se centra un poco más en lo que es el montaje del generador de gases calientes, ya que se necesitaba realizar una serie de extensas actividades para llegar a que el proyecto culminara.

5.1 Análisis

El generador trabaja en base a diesel y aceite quemado, para lograr el funcionamiento óptimo para la quema de estos componentes se necesitaba elaborar 4 estaciones de control las cuales son:

- Estación de Diesel
- Estación de Aceite Quemado
- Calentador
- Estación de Control de Válvulas

Cada una de estas estaciones cuenta con un panel de control, en el caso de la estación de diesel y aceite quemado comparten el mismo panel, en donde se manejan los motores, abierto y cerrado de válvulas, controles y señales de sensores, etc.

Para poder comenzar a trabajar con la relación entre el molino y el generador, primero había que cerciorarse de que todos los parámetros de los motores del molino estuvieran en orden

(este había estado parado durante 2 semanas antes que comenzara mi práctica profesional), para esto se corroboraron las mediciones de corrientes nominales y de carga en ellos, así se podía energizar de nuevo para que se pudiera seguir trabajando con este en otros tipos de cemento.

A partir de la 2da semana me vi involucrada en el montaje de estas estaciones, tanto en la revisión de planos como modificación de estos mismos por causa de errores encontrados por ingenieros eléctricos encargados y mi persona.

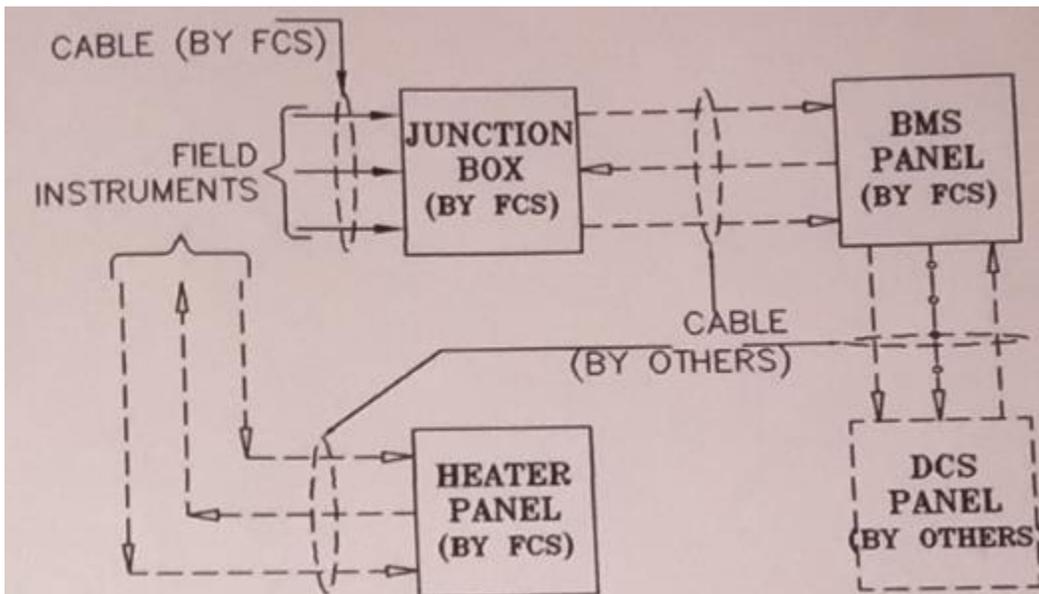


Ilustración 11. Plano General de Vías de Conexiones.

Fuente: Cementos del Norte S.A.

Cabe destacar que el trabajo realizado fue de montaje estructural, cableado y supervisión, ya que las personas encargadas de configurar estos equipos son técnicos extranjeros de las mismas empresas que los venden.

5.2 Resultados

5.2.1 Estación de Control de Válvulas

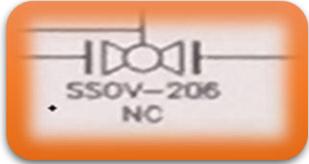
Consiste en un numero de 5 válvulas de apagado de seguridad, como podemos observar en la ilustración 12, las cuales las 2 del fondo se encargan de parar el flujo de diesel que tiene que fluir hasta el quemador si este sobrepasa o disminuye los niveles que se le han asignado y las de enfrente se encargan de lo mismo, pero para los niveles de aceite quemado, estos también retornaran los aceites a su respectivo tanque si pasa de más. La de en medio se encarga del apagar la presión de aire comprimido que fluye a través de los tubos azules que se observan en la misma imagen, si estos también llegan a sobrepasar los niveles ya establecidos.



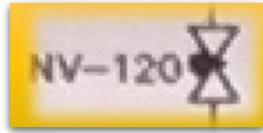
Ilustración 12. Válvulas Inteligentes de control de flujo.

Fuente: Propia

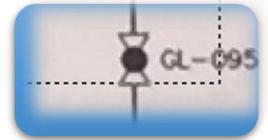
El montaje también incluye válvulas de 3 vías, válvulas de globo (normalmente abierta y cerrada), válvulas de aguja, y válvulas de retorno. Todas estas se encargan de manejar el flujo deseado de Diesel, aceite quemado y aire comprimido que se necesita y sus niveles de temperatura para que el proceso de la quema de combustible trabaje en optimas condiciones. En la ilustración 13 se detallan por medio del plano, la ubicación de todas estas válvulas mencionadas.



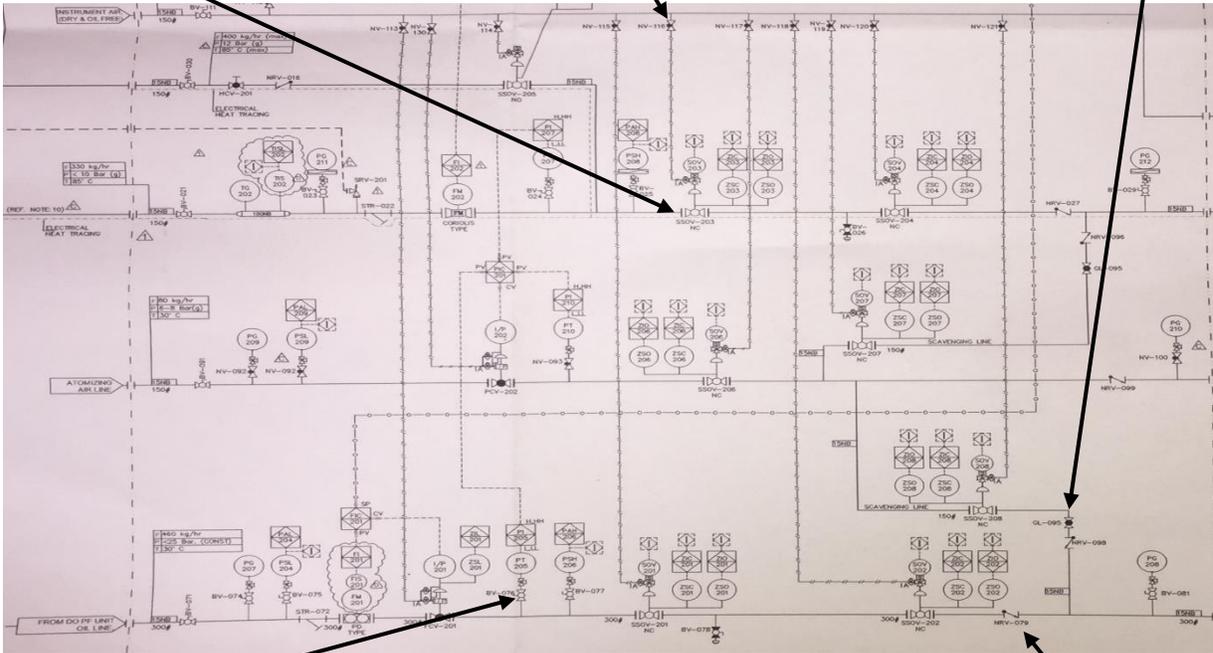
Válvula de seguridad para cerrado.



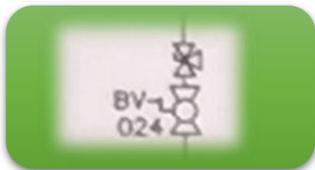
Válvula de Agujas



Válvula de Globo N.A. o N.C.



Válvula de Bola de 3 vías



Válvula Antirretorno



Ilustración 13.Valvulas encontradas en la estacion de "Tren de Vavlvulas"

Fuente: Cementos del Norte S.A.

Los sensores, transmisores e indicadores se encargan de mantener los niveles de presión y temperatura requeridos para la quema de los combustibles.

En la estación de "Control de Válvulas", encontramos 4 manómetros (en escala de bares), ubicados en las entradas y salidas de diesel y aceite quemado, para identificar las presiones de entrada y salida.

También cuenta con un indicador de presión en la entrada y salida de la tubería de aire comprimido. Se cuenta con 3 sensores de presión SITRANS PDS III, 1 en cada tubería de Diesel, aceite quemado, y aire comprimido, para mandar la señal al PLC de cuanto presión fluye en ese punto donde se encuentra colocado.

Indicadores de temperatura, para indicar a cuanto esta la temperatura y si se mantiene como se establece y un filtro para los aceites, para que evitar que cualquier cuerpo indeseado pase por las tuberías.

En la Ilustración 14, podemos ver la simbología y la ubicación de estos componentes en el plano de la estación.

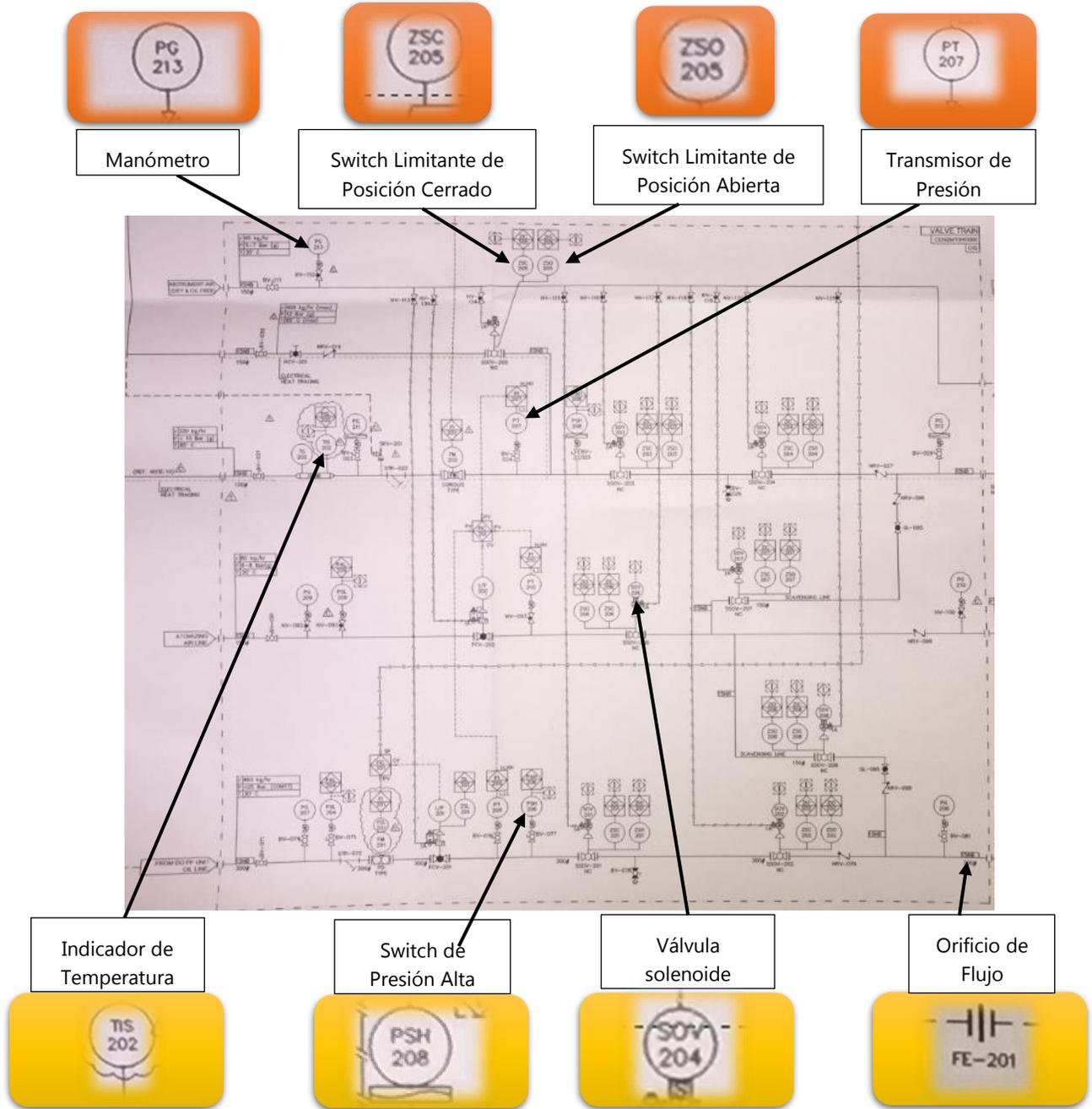


Ilustración 14. Componentes en la estación de "Control de Válvulas".

Fuente: Cementos del Norte S.A.

5.2.2 Estación de Diesel

Esta estación se encarga de regular los niveles diesel que salen del tanque. Controlan su flujo, dirección, presión y temperatura. Dos bombas hidráulicas se encargan de transportar el diesel fuera del tanque en el que este se almacena, y llevarlo hacia la estación de Diesel, luego es transportado hacia la estación de control de válvulas para que este llegue a la zona de combustión del generador de gases.

Las bombas hidráulicas que se instalaron presentaron fallos por lo que tuvo que hacerse varias pruebas, ya sea termográficas, de ultrasonido, de vibración y revisiones en el taller. En conclusión, los motores se estaban calentando a causa de sellos en mal estado ubicados en el rotor. Al hacer el cambio de estos sellos, el motor pudo trabajar de manera eficiente.

En la tercera semana se trabajó en el montaje y cableado de componentes en esta estación y en la de aceite quemado, como se puede observar en la ilustración 15.



Ilustración 15. Estación de diesel recién montada.

Fuente: PROPIA

Consta de medidores de flujo, manómetros, válvulas de reducción de presión, válvulas antirretornos, transmisor de presión diferencial, switch de presión baja y alta, los cuales se encargan de verificar cuanta presión se está ejerciendo en ciertas partes de la estación, válvulas de control de presión, que al actuar con los switches se encargan de reducir o aumentar la presión y válvulas de bola de 3 vías. Todos estos elementos trabajando en conjunto para el funcionamiento óptimo del sistema.

5.2.3 Estación de Aceite Quemado

Esta estación se encarga de regular los niveles aceite quemado que salen del tanque. Controlan su flujo, dirección, presión y temperatura. En este caso una bomba hidráulica se encarga de transportar el aceite fuera del tanque en el que este se almacena, y llevarlo hacia la estación de aceite quemado. Se tuvo que cebar la bomba varias veces ya que tendía a dispararse por contener aire en ella. Luego es transportado hacia la estación de control de válvulas para que este llegue a la zona de combustión del generador de gases.

Entre esta estación y la de diesel se da una mezcla para que se realice la combustión en el generador.



Ilustración 16. Estación de Aceite Quemado

Fuente: PROPIA

5.2.4 Calentador

El calentador cuenta de indicadores de temperatura, un sensor indicador de temperatura, un manómetro, válvulas de alivio y válvulas de bola de 3 vías. Este se encarga de calentar los dos combustibles a utilizar a temperaturas establecida, y las válvulas se encargan de controlar los niveles de cada líquido. Los sensores de dar a conocer que el calentador se mantenga en la temperatura establecida.



Ilustración 17. Calentador

Fuente: PROPIA

5.3 Programacion de ZELIO

Se utilizo un ZELIO para programar las señales de paro, arranque, disparo, encendido y apagado.

- RUN • ON
- STOP • OFF
- TRIP

Este módulo tenía que agregarse ya que no se contaba con mas espacio para entrada en los paneles, y estas señales son indispensable para poner a correr en modo automático los programas que controlan los motores de las estaciones desde el PLC. Para esto se utilizo un ZELIO modelo SR3 XT541FU, y el software "ZelioSoft 2". En la ilustración 17 se aprecia lo que es la pantalla donde se puede realizar el programa, en este caso en bloques, usando compuertas lógicas.

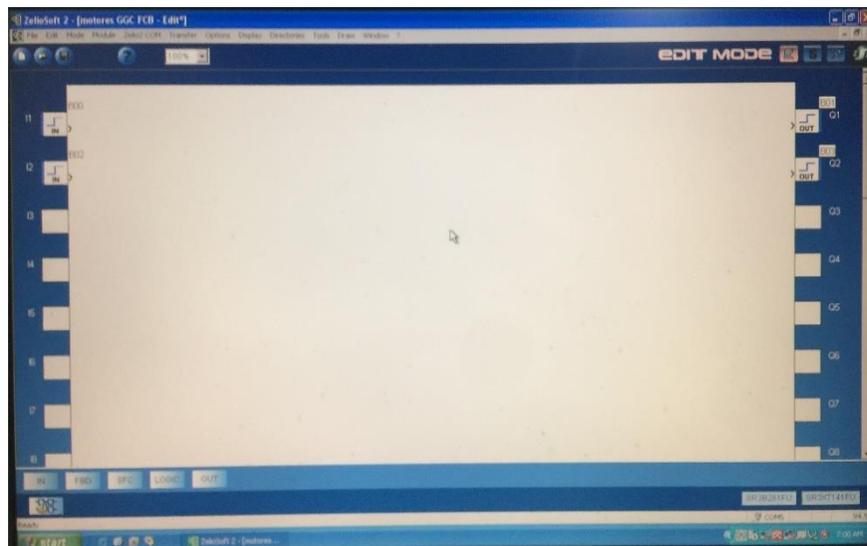


Ilustración 18. Interfaz del software ZelioSoft 2

Fuente: Cementos del Norte S.A.

A continuación, veremos lo que son los pasos para acceder a esta vista mostrada en la ilustración 17. El programa finalizado se encuentra representado en las ilustraciones 18 y 19.

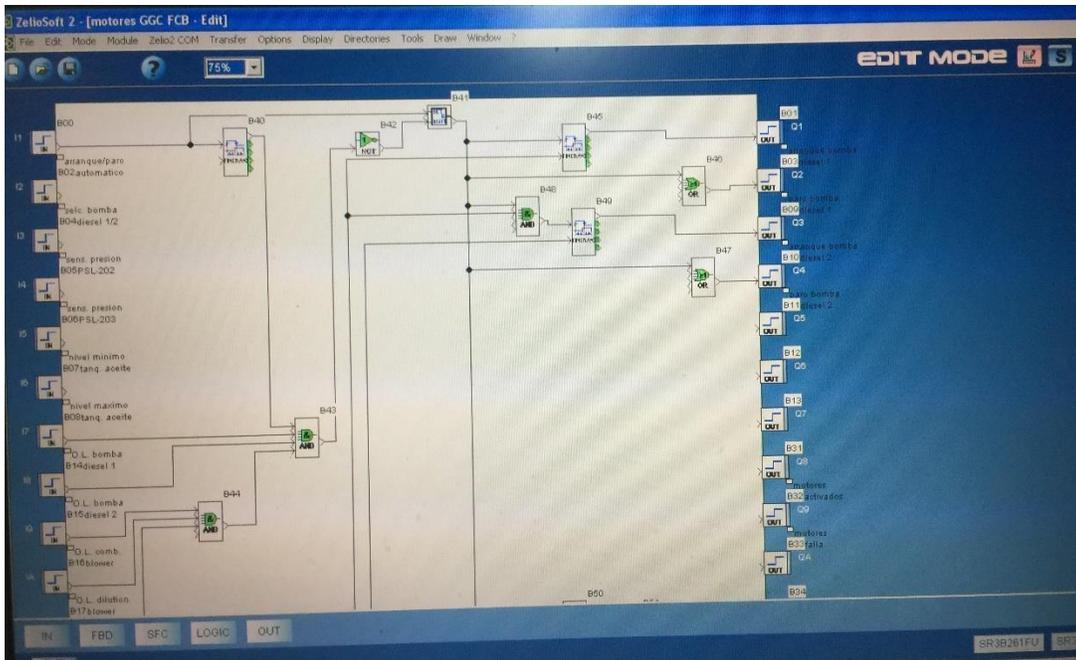


Ilustración 1819. Programa Realizado

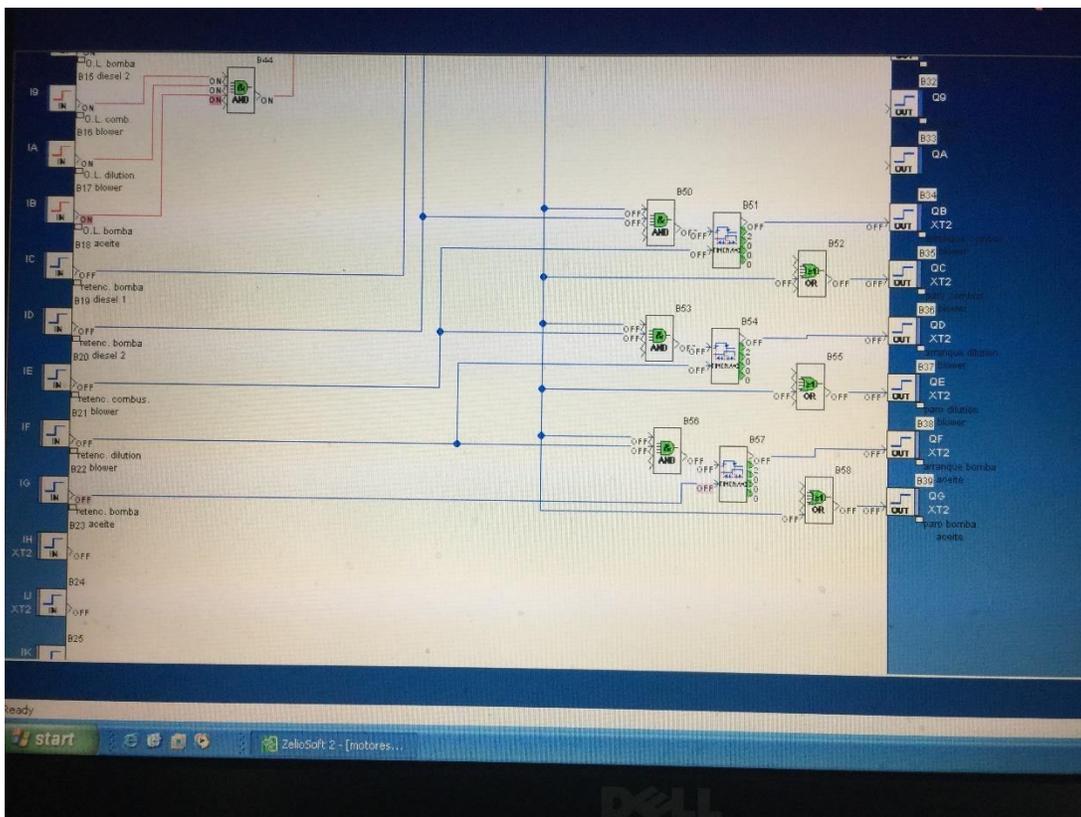


Ilustración 1920. Programa Realizado

Fuente: PROPIA

Antes de realizar el programa se procedió a cablear el zelio en el panel tirando los cables hacia un PLC que se encuentra en un cuarto de control de motores justo detrás del cuarto de control de las estaciones.



Ilustración 20. Zelio Cableado en el Panel de control.

Fuente: PROPIA

5.3 Configuración de Contactores para válvulas de control

En la quinta semana de practica se realizaron configuraciones en los parámetros de contactores para el control de válvulas de abierto y cerrado para las tolvas de los elevadores de los silos de cemento 13 y 14. Estas se encargan de llevar el cemento de las tolvas internas hacia las áreas de fluidificación de los silos, así lo pueden transportar a sus siguientes fases.

Para que estas tolvas no se saturen se colocan electroválvulas que abren y cierran diferentes compuertas, así hay fluidificación por varias partes de la tolva. Se programaron parámetros por medio de un manual para que estas abrieran a cierta presión en Bares de aire, así estas pueden liberar el material sin necesidad de quedar totalmente vacías.

En la ilustración 25 podemos observar los contactores AAF Ecomatic. Se le modificaron parámetros de nivel de presión, tiempo de espera antes de que se abra cada compuerta en secuencia, numero de válvulas que se abrirán, etc. También se le desconecto el cableado de

la forma de operación "automática", ya que estaba presentando bastantes defectos, los cuales deben ser arreglados por el área de control central de la planta. En total se programaron 6 contactores de 6 tolvas diferentes.



Ilustración 21. Contactor Inteligente para control de Electroválvulas.

Fuente: PROPIA

VI. CONCLUSIÓN

Según Nosich (2003)“Una conclusión se trata de un concepto central del pensamiento analítico, la idea es que, cuando razonamos, extraemos finiquitos que sean razonables, ósea precisa, que tengan suficiente evidencia de respaldo y que sean relevantes para nuestra investigación”.

1. Se reestructuró una gran parte de los manuales de los paneles del generador, por medio de la revisión de estos y durante la finalización de montaje de los paneles.
2. Se programaron señales para la seguridad de uso de los motores de las estaciones del generador por medio de módulos de fácil uso, mejor conocido como “Zelio” (el cual funciona para los controles de arranque automático, los cuales van cableados hasta el cuarto de control “MCC”).
3. Se le dio mantenimiento a las electroválvulas que sirven para el vaciado de las tolvas en silos de cemento, por medio de la programación de parámetros en contactores inteligentes.
4. Se realizó la supervisión diaria del proyecto del Generador para el molino FCB a lado de técnicos extranjeros, con los cuales se realizó el cableado de componentes para las estaciones del calentador.

VII. RECOMENDACIONES

A la Empresa:

- Permitir a los practicantes un poco más la manipulación del equipo, siempre bajo la supervisión de un experto.
- Enseñar a los estudiantes de mecatrónica más sobre las bases de la programación que existe para los equipos y áreas de la planta.

A la Universidad:

- Reforzar las clases de PLC, redes industriales y sensores y actuadores. La clase de sensores es excelente en la parte teórica, y se tiene una parte práctica básica, pero se recomienda que esta tenga practica con materiales de nivel industrial.
- En lo que concierne a PLC y redes industriales, el material que se aprende no llega ni a lo básico, volviendo la dificultad para realizar los proyectos de graduación más alta, y haciendo perder tiempo en clases donde ya se debería saber de estas ramas.
- En las únicas clases donde realmente se aprende de PLC, son las clases de Diseño Mecatrónico y Sistemas mecatrónicos. Según el plan de la universidad, el alumno ya tiene que saber de esto cuando llega a esas clases, y no es así, lo que hace que los temas de las clases ya mencionadas se deban ver muy rápido.
- Mejorar los Horarios
- Mejorar el servicio al cliente.
- Implementar una clase de estructuración tanto en software como en físico de paneles.
- Implementar talleres de seguridad especialmente en los primeros años de la carrera.

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Bastian, P. (2001). Electrotecnia. Ediciones AKAL.
2. Castells, X. E. (2012). Reciclaje de residuos industriales: Residuos sólidos urbanos y fangos de depuradora (Díaz de Santos). Ediciones Díaz de Santos.
3. Comparacion generador de diesel y generador de gas. (s. f.).
4. E&MCombustion. (2018). Camara de Combustion/Generadores de Gases Calientes. Recuperado de <http://emcombustion.es/camaras-de-combustion-generador-gasescalientes/>
5. Endress+Hauser. (2019). Absolute and gauge pressure - Ceraphant PTC31B | Endress+Hauser. Recuperado 15 de febrero de 2019, de <https://www.endress.com/en/field-instruments-overview/pressure/Absolute-gauge-Ceraphant-PTC31B>
6. FERNÁNDEZ, J. R., FILIU, L. M. C., & SÁNCHEZ-HORNEROS, R. B. (2014). Automatismos industriales. Ediciones Paraninfo, S.A.
7. Flórez, J. A. A., Agramunt, I. C., Farrús, S. F., Carles, P. R., Grande, D. B., Rossell, J. C., ... Llopis, F. P. (2004). Máquinas térmicas motoras (volum II) (II). España: Univ. Politèc. de Catalunya.
8. Francois Cail, J. (2018). Fives in Combustion. Recuperado 14 de febrero de 2019, de <https://combustion.fivesgroup.com/>
9. Gazo, V. (2018). Mantenimiento Mecanico Electrico a Molinos de CENOSA. UNAH-VS, Honduras.
10. Kagermann, H., Osterle, H., & Jordan, J. M. (2010). IT-Driven Business Models: Global Case Studies in Transformation. John Wiley & Sons.

11. Luis, F. (s. f.). JAIME CADME GALABAY., 229.
12. Nosich, G. M. (2003). Aprender a pensar: pensamiento analítico para estudiantes (Pearson Educación, 2003).
13. Perez Serrano. (2002). La planificación. Hacia un concepto técnico-científico de la planificación. Plan- Programa-Proyecto. NARCEA. Recuperado de <https://docplayer.es/77245544-Indice-1-la-planificacion-hacia-un-conceptotecnico-cientifico-de-la-planificacion-plan-programa-proyecto.html>
14. Pilar, C. L., & Remei, P. M. (2013). Cómo y dónde buscar fuentes de información. Servei de Publicacions de la Universitat Autònoma de Barcelona.
15. Robles, A. V., & Parra, B. Z. (1997). Teoría de máquinas hidráulicas. EDITUM.
16. Rodriguez, olga, Frias, M., & Rojas, M. (2010). Nuevos materiales puzolánicos a partir de un residuo papelerero para la industria del cemento (1.ª ed.). Madrid: Editorial CSIC - CSIC Press. Recuperado de https://books.google.hn/books?id=HwKc_e9oykAC&pg=PA9&dq=La+industria+cementera&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwinq_3Pxs_eAhWLzlkKHRrIASMQ6AEISDAH#v=onepage&q&f=false
17. SanJuan Barbudo, M. A. (2004). Introduccion a la fabricacion y normalizacion del cemento Portland (1.ª ed.). España: Universidad de Alicante. Recuperado de <https://ebookcentral.proquest.com/lib/bvunitecvirtualebooks/reader.action?docID=5192658&query=Elaboracion+de+Cemento>

18. Siemens. (2019a). SITRANS P DS III - Instrumentación de procesos - Siemens. Recuperado 14 de febrero de 2019, de <https://w3.siemens.com/mcms/sensorsystems/es/instrumentacion-de-procesos/medicion-de-presion/sitrans-p-dsiii/pages/sitrans-p-ds-iii.aspx>
19. Siemens. (2019b). Temperature Sensors - Instrumentación de procesos - Siemens [WCMS3Portfolio]. Recuperado 15 de febrero de 2019, de <http://w3.siemens.com/mcms/sensor-systems/es/instrumentacion-deprocesos/medicion-de-temperatura/temperature-sensors/pages/temperaturesensors.aspx>
20. Tochez. (2016). Proyectos de Desarrollo Rural Sostenible. España: II CA. Recuperado de https://books.google.com/books/about/Proyecto_de_Desarrollo_Rural_Sostenible.html?hl=es&id=IFjNtzSIqjUC
21. Viveros, P., Stegmaier, R., Kristjanpoller, F., Barbera, L., & Crespo, A. (2013). Propuesta de un modelo de gestión de mantenimiento y sus principales herramientas de apoyo/Proposal of a maintenance management model and its main support tools. *Ingeniare: Revista Chilena de Ingeniería; Arica, 21(1), 125-138.*
22. Alonso, D. I. (2018). Los Molinos Verticales en la Industria del Cemento. España: Consejo Superior de Investigación Científica.
23. Gueto, J. M. (2010). Tecnología de los materiales Ceramicos. Madrid: Ediciones Diaz de Santos.

24. Otto Labahn, B. K. (2000). Prontuaria de Cemento. Barcelona: Editores Tecnicos Asociados.

IX. ANEXOS

Cabe destacar que las ilustraciones de planos que se verán a continuación no pudieron ser adquiridas directamente del programa AUTOCAD, ya que eso para la empresa es

“Confidencial”, por eso, se tuvo que proceder a conseguir fotografías de planos ya impresos, cuyas correcciones fueron marcadas encima.

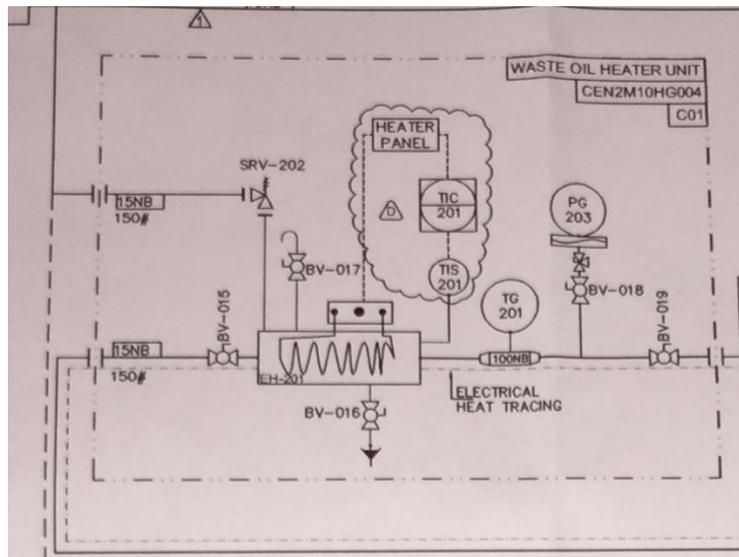


Ilustración 22. Diagrama de Estación de calentador de aceite.

Fuente: Cementos del Norte S.A.

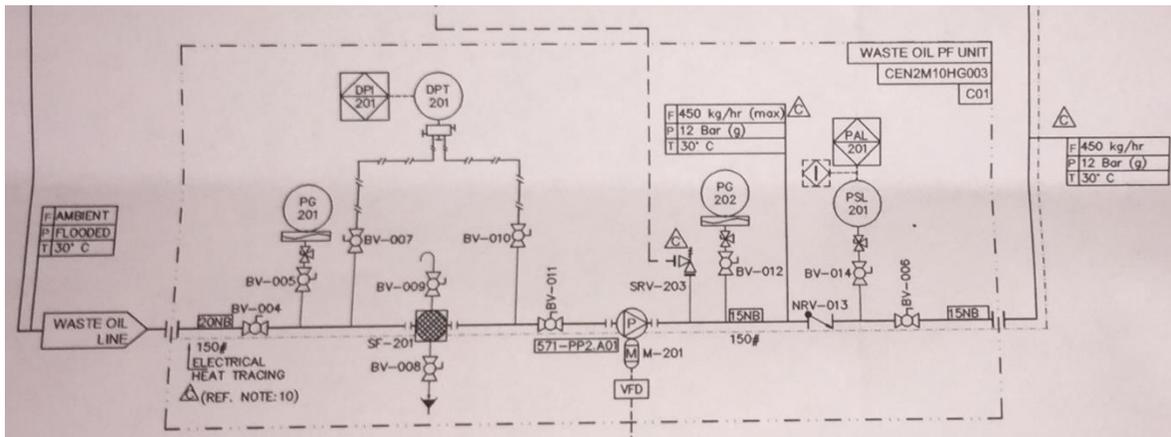


Ilustración 23. Diagrama de Estación de Aceite Quemado.

Fuente: Cementos del Norte S.A.

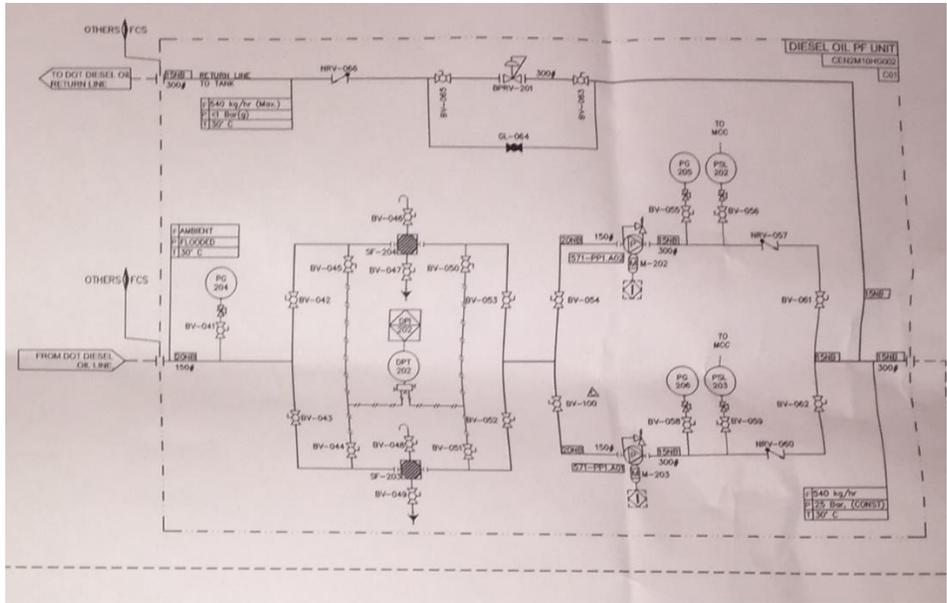


Ilustración 24. Diagrama de Estación de Diesel.

Fuente: Cementos del Norte S.A.

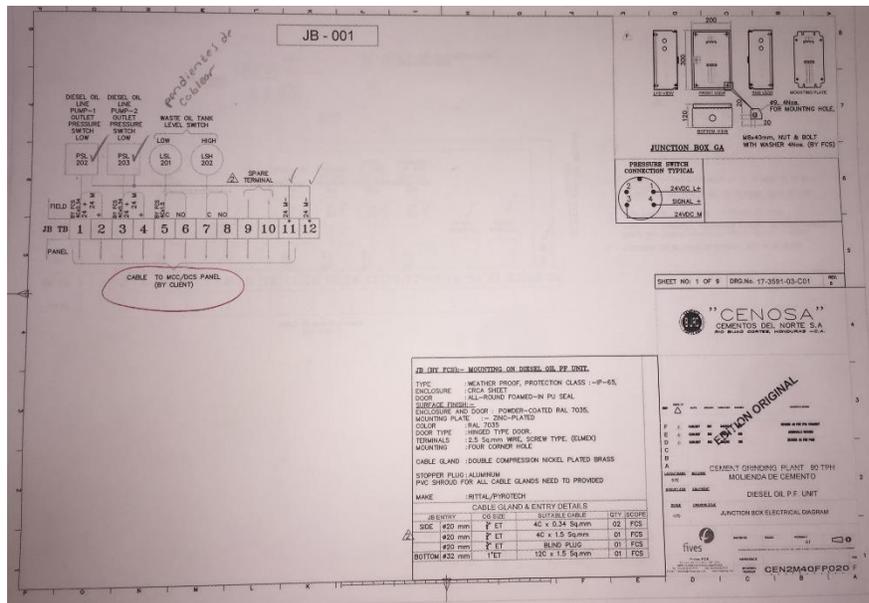


Ilustración 25. Plano de conexiones de caja de Conexiones en la estación de Diesel.

Fuente: Cementos del Norte S.A.

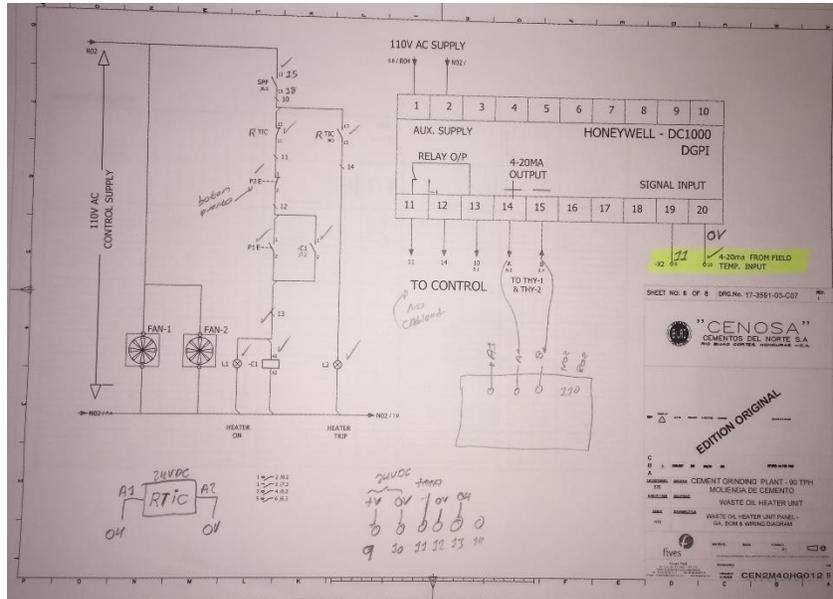


Ilustración 26. Plano de Conexiones de Motores de Ventiladores de Succión y Enfriamiento.

Fuente: Cementos del Norte S.A.

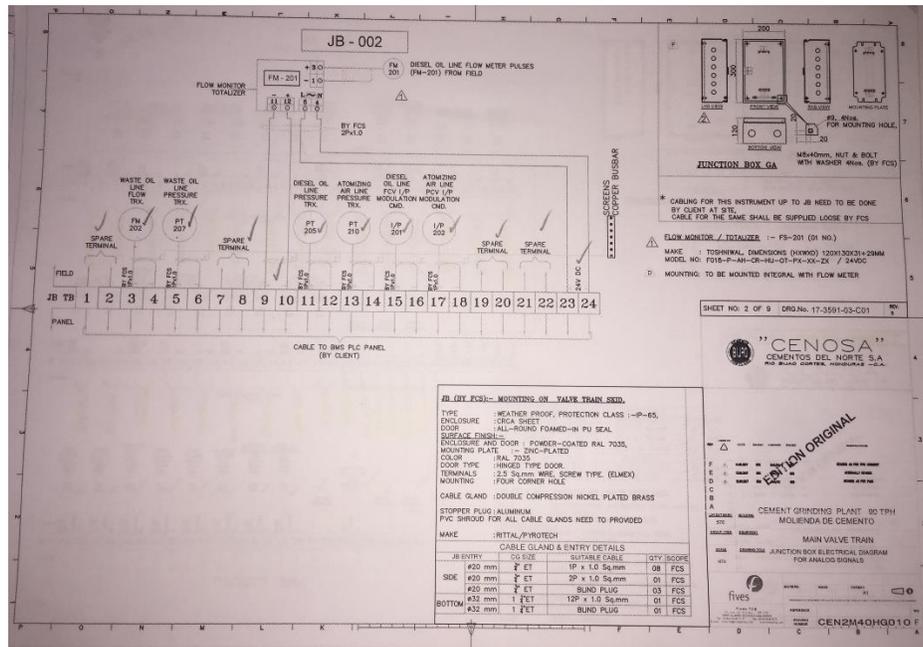


Ilustración 27. Plano de Conexiones de Señales Análogas del Tren de Válvulas.

Fuente: Cementos del Norte S.A.

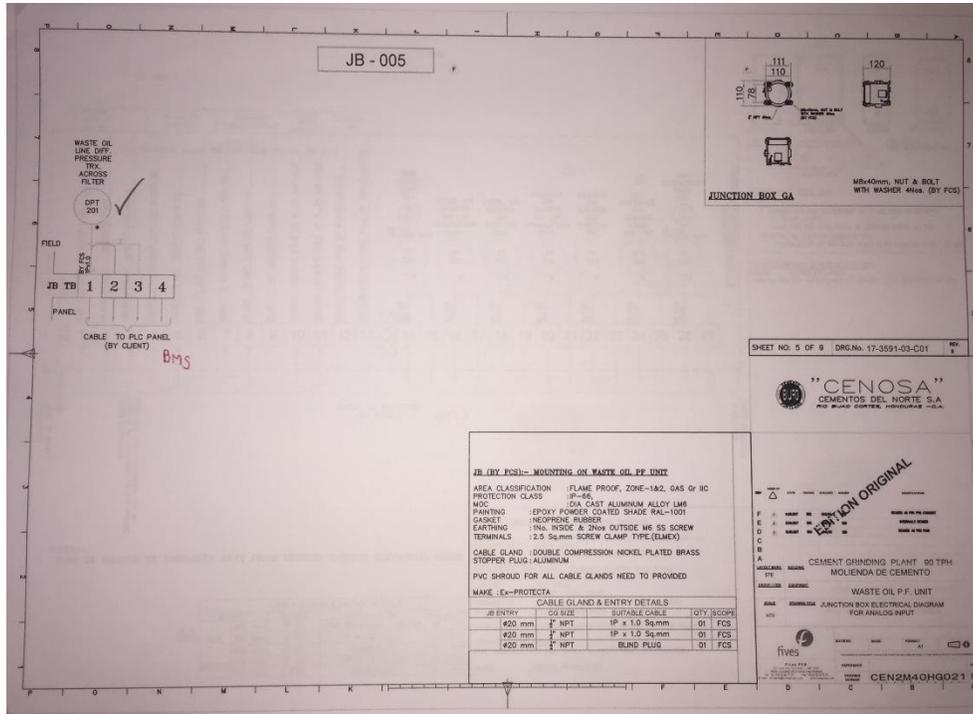


Ilustración 30. Plano de Conexiones de Señales Analógicas de Estación de Aceite Quemado.

Fuente: Cementos del Norte S.A.

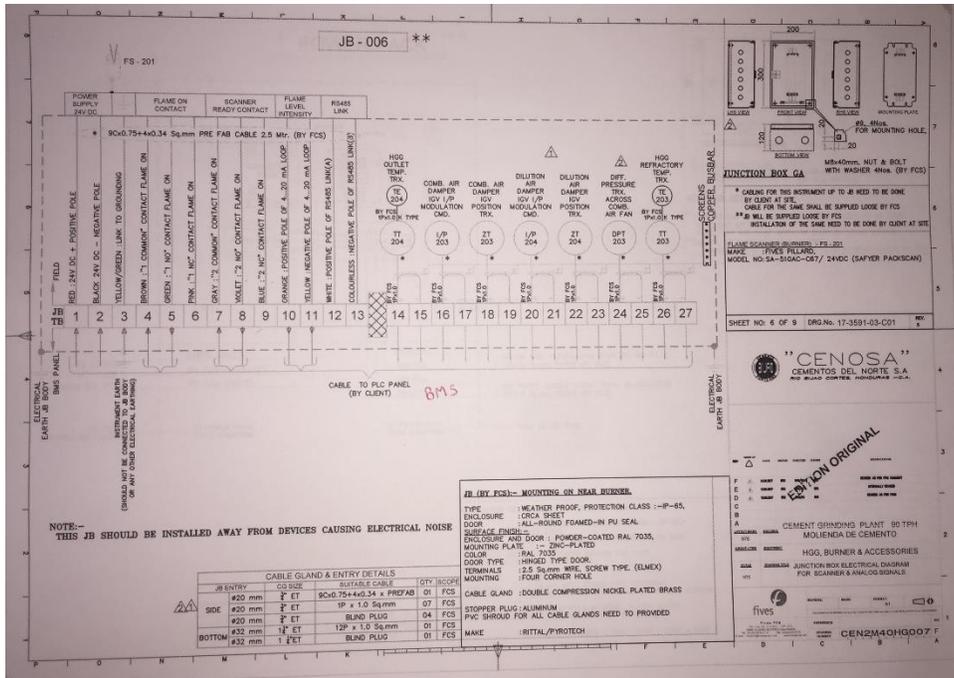


Ilustración 31. Plano de Conexiones de Señales Analógicas de Escáner de Llama.

Fuente: Cementos del Norte S.A.

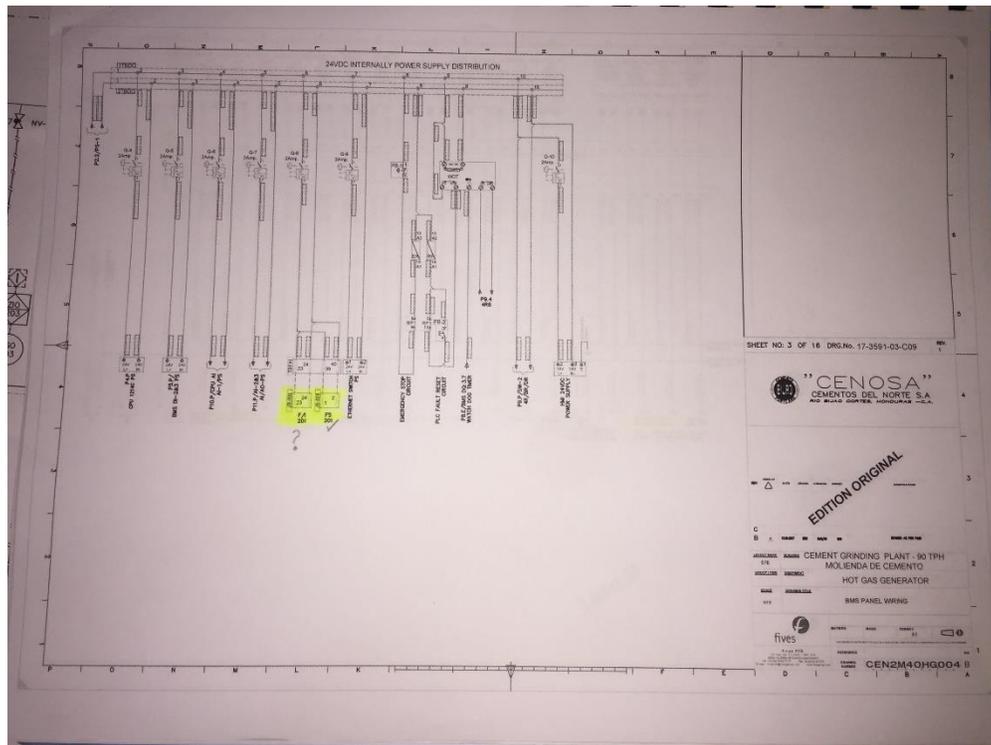
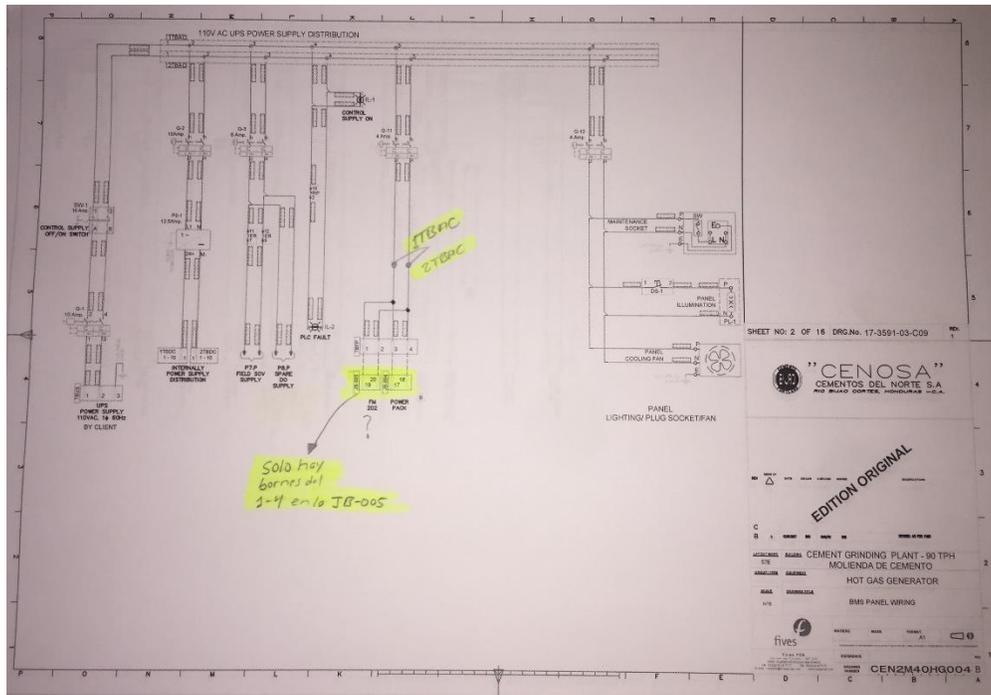


Ilustración 32. Plano de Conexiones de Panel del BMS.

Fuente: Cementos del Norte S.A.

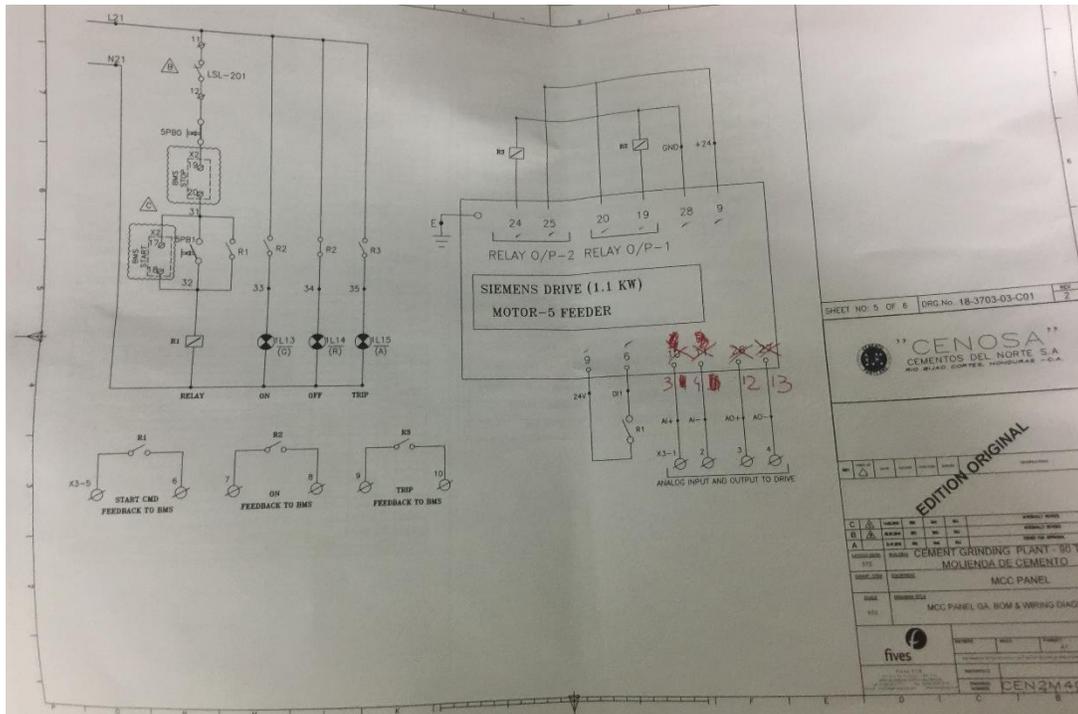


Ilustración 33. Plano de Conexiones de Panel del MCC (Control de Motores).

Fuente: Cementos del Norte S.A.



Ilustración 34. Panel de Control de Motores.

Fuente: Cementos del Norte S.A.



Ilustración 35. Tanque de Aceite Quemado

Fuente: Cementos del Norte S.A.



Ilustración 36. Generador de Gases Calientes.

Fuente: Cementos del Norte S.A.



Ilustración 37. Tolva con electroválvulas, para fluidificación de material.

Fuente: Cementos del Norte S.A.



Ilustración 38. Molino FCB.

Fuente: Cementos del Norte S.A.

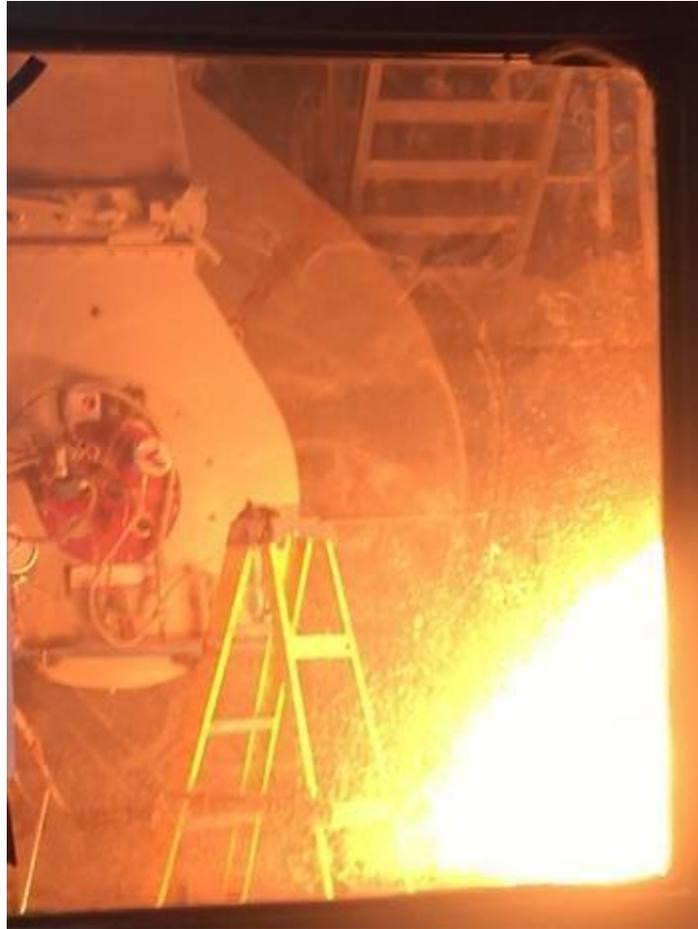


Ilustración 39. Pruebas a chispero, crea la chispa por medio de un pequeño arco eléctrico.

Fuente: PROPIA