

	PLANTA DE GENERACIÓN TÉRMICA TERMOBARRANCA.	Revisión No.: 1
	MANUAL DE PROCEDIMIENTOS PARA MANTENIMIENTO PREVENTIVO CALDERA EN LAS UNIDADES 1 Y 2.	Página: 1 de 98.
		Código:
Elaborado por: Dalia Luna Monsalve. Estudiante en práctica de Ingeniería Mecánica UPB Seccional Bucaramanga.		Fecha: Noviembre 2010.

TABLA DE CONTENIDO.


1. GENERALIDADES CALDERA UNIDADES 1 Y 2. -----	6
1.1. <i>DATOS TÉCNICOS.</i> -----	6
1.2. <i>CARACTERÍSTICAS.</i> -----	7
1.3. <i>CÓDIGO FUNCIONAL DE EQUIPOS.</i> -----	8
1.3.1. <i>Descripción.</i> -----	8
1.4. <i>DESCRIPCIÓN GENERAL.</i> -----	9
2. FICHA DE OPERACIÓN CALDERA EN LAS UNIDADES 1 Y 2.-----	17
2.1. <i>DESCRIPCIÓN DE SIGLAS DEL FORMATO DE FICHA DE OPERACIÓN.</i> -----	17
2.2. <i>PREPARACIÓN PARA EL ARRANQUE.</i> -----	17
2.3. <i>ARRANQUE.</i> -----	18
2.4. <i>FUNCIONAMIENTO NORMAL.</i> -----	20
2.5. <i>PARADA NORMAL.</i> -----	21
2.6. <i>PARADA DE EMERGENCIA.</i> -----	22
2.7. <i>PUESTA EN SEGURIDAD DEL EQUIPO.</i> -----	22
2.8. <i>CONSERVACIÓN DE CALDERA.</i> -----	23
2.9. <i>RECOMENDACIONES ESPECIALES.</i> -----	23
2.9.1. <i>Seguridad industrial.</i> -----	24
3. MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE CALDERA EN LAS UNIDADES 1 Y 2.--	26

	PLANTA DE GENERACIÓN TÉRMICA TERMOBARRANCA.	Revisión No.: 1.
	MANUAL DE PROCEDIMIENTOS PARA MANTENIMIENTO PREVENTIVO CALDERA EN LAS UNIDADES 1 Y 2.	Página: 2 de 98.
		Código:
Elaborado por: Dalia Luna Monsalve. Estudiante en práctica de Ingeniería Mecánica UPB Seccional Bucaramanga.		Fecha: Noviembre 2010.

3.1.	LISTA DE HERRAMIENTAS Y EQUIPOS.	26
3.2.	GENERALIDADES.	27
3.3.	INSPECCIÓN VISUAL EXTERNA.	29
3.4.	APERTURA DE LOS ACCESOS A LA CALDERA (MANHOLD).	30
3.4.1.	Generalidades.	30
3.4.2.	Pasos a seguir.	30
3.5.	INSPECCIÓN VISUAL INTERNA.	30
3.6.	PRUEBA DE HUMOS.	32
3.6.1.	Generalidades.	32
3.6.2.	Pasos a seguir.	32
3.7.	PRUEBA DE VÁLVULAS DE SEGURIDAD DE 915, 1040 Y 1070 PSI.	33
3.8.	PRUEBA HIDROSTÁTICA.	36
3.8.1.	Generalidades.	36
3.8.2.	Pasos a seguir.	37
3.9.	LIMPIEZA.	40
3.9.1.	Generalidades.	40
3.9.2.	Pasos a seguir.	41
3.10.	PRUEBA DE LÍQUIDOS PENETRANTES.	42
3.10.1.	Generalidades.	42
3.10.2.	Recomendaciones.	43


	PLANTA DE GENERACIÓN TÉRMICA TERMOBARRANCA.	Revisión No.: 1.
	MANUAL DE PROCEDIMIENTOS PARA MANTENIMIENTO PREVENTIVO CALDERA EN LAS UNIDADES 1 Y 2.	Página: 3 de 98.
		Código:
Elaborado por: Dalia Luna Monsalve. Estudiante en práctica de Ingeniería Mecánica UPB Seccional Bucaramanga.		Fecha: Noviembre 2010.

3.10.3. Pasos a seguir.	44
3.11. MEDICIONES DE ESPESORES DE LA TUBERÍA.	45
3.11.1. Generalidades.	45
3.11.2. Pasos a seguir.	46
3.12. PARTÍCULAS MAGNÉTICAS.	47
3.13. BOROSCOPIO.	48
3.14. RÉPLICAS METALOGRAFICAS.	48
3.15. MEDICIONES DE DUREZA.	49
3.16. CIERRE DEL MANHOLD.	50
4. REPARACIONES DE LA CALDERA UNIDADES 1 Y 2.	51
5. LISTA DE TUBERÍAS DE LA CALDERA UNIDADES 1 Y 2.	52
6. PRUEBAS FINALES- CALDERA EN LAS UNIDADES 1 Y 2.	53
6.1. PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO DE LA CALDERA.	53
7. NORMAS Y CÓDIGOS APLICADOS EN MANTENIMIENTOS PREVENTIVOS DE CALDERAS.	54
BIBLIOGRAFÍA.	55
ANEXOS.	55

	PLANTA DE GENERACIÓN TÉRMICA TERMOBARRANCA.	Revisión No.: 1.
	MANUAL DE PROCEDIMIENTOS PARA MANTENIMIENTO PREVENTIVO CALDERA EN LAS UNIDADES 1 Y 2.	Página: 4 de 98.
		Código:
Elaborado por: Dalia Luna Monsalve. Estudiante en práctica de Ingeniería Mecánica UPB Seccional Bucaramanga.		Fecha: Noviembre 2010.


LISTA DE TABLAS.

TABLA 1. FICHA TÉCNICA DE CALDERA UNIDADES 1 Y 2.	6
TABLA 2. PREPARACIÓN PARA EL ARRANQUE.	18
TABLA 3. ARRANQUE.	19
TABLA 4. FUNCIONAMIENTO NORMAL.	20
TABLA 5. PARADA NORMAL.	21
TABLA 6. PARADA DE EMERGENCIA.	22
TABLA 7. PUESTA EN SEGURIDAD DEL EQUIPO.	22
TABLA 8. CONSERVACIÓN DE CALDERA.	23
TABLA 9. RECOMENDACIONES ESPECIALES.	23
TABLA 10. LISTA DE HERRAMIENTAS Y EQUIPOS PARA EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE CALDERA UNIDADES 1 Y 2.	26
TABLA 11. PLAN DE INSPECCIÓN CALDERA UNIDADES 1 Y 2.	28
TABLA 12. SOLDADURA CALDERA UNIDADES 1 Y 2.	51
TABLA 13. LISTA DE TUBERÍAS DE LA CALDERA DE LAS UNIDADES 1 Y 2.	52
TABLA 14. PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO.	53

	PLANTA DE GENERACIÓN TÉRMICA TERMOBARRANCA.	Revisión No.: 1.
	MANUAL DE PROCEDIMIENTOS PARA MANTENIMIENTO PREVENTIVO CALDERA EN LAS UNIDADES 1 Y 2.	Página: 5 de 98.
		Código:
Elaborado por: Dalia Luna Monsalve. Estudiante en práctica de Ingeniería Mecánica UPB Seccional Bucaramanga.		Fecha: Noviembre 2010.

LISTA DE ANEXOS.

ANEXO 1. REPORTE DE ASISTENTE DE PERSONAL DE OPERACIÓN TERMOBARRANCA CÓDIGO RTER015. -----	56
ANEXO 2. PROTOCOLO DE OPERACIONES PRUEBA DE VÁLVULAS DE CORTE Y REGULACIÓN – TERMOBARRANCA CÓDIGO RTER026 -----	57
ANEXO 3. ORDEN DE TRABAJO FRENTE CÓDIGO RMAN004. -----	58
ANEXO 3. ORDEN DE TRABAJO RESPALDO CÓDIGO RMAN004. -----	59
ANEXO 4. INFORME TÉCNICO ASISTENTE DE MANTENIMIENTO INTEGRAL TERMOBARRANCA CÓDIGO RMAN008.-----	60
ANEXO 5. CONSUMO DE COMBUSTIBLES CÓDIGO RTER004. -----	61
ANEXO 6. VARIABLES DE OPERACIÓN RELACIONADAS CON COMBUSTIBLE, CONDENSADO Y VAPOR EN CALDERA CÓDIGO RTER008.-----	62
ANEXO 7. PROTOCOLO DE OPERACIONES PRUEBA DE PROTECCIONES CALDERA CÓDIGO RTER025. -----	63
ANEXO 8. CURVA NATURAL DE CIRCULACIÓN MEDIA DE RECALENTAMIENTO CALDERA UNIDADES 1 Y 2- FIGURA RECOMENDADA POR EL FABRICANTE. -	64
ANEXO 9. VARIABLES DE OPERACIÓN RELACIONADAS CON LOS TABLEROS 1 Y 2 CÓDIGO RTER011.-----	65
ANEXO 10. CONTROL Y OPTIMIZACIÓN DE PROCESOS CÓDIGO RTER013. --	66
ANEXO 11. ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO DE AGUA CÓDIGO RTER001. -----	67
ANEXO 12. PROTOCOLO DE EQUIPOS AUXILIARES PRINCIPALES PRUEBA HIDROSTÁTICA CALDERA CÓDIGO RTER022.-----	68
ANEXO 13. PROTOCOLO DE EQUIPOS AUXILIARES PRINCIPALES PRUEBA DE DISPARO DE VÁLVULAS DE SEGURIDAD CALDERAS CÓDIGO RTER023. -----	69
ANEXO 14. DIMENSIONES DE LAS TUBERÍAS CURVAS DE LOS SOBRECALENTADORES PRIMARIO Y SECUNDARIO.-----	70
ANEXO 15. LISTA DE PARTES CALDERA UNIDADES 1 Y 2. -----	71
ANEXO 16. FOTOS CALDERA UNIDADES 1 Y 2. -----	74


	PLANTA DE GENERACIÓN TÉRMICA TERMOBARRANCA.	Revisión No.: 1.
	MANUAL DE PROCEDIMIENTOS PARA MANTENIMIENTO PREVENTIVO CALDERA EN LAS UNIDADES 1 Y 2.	Página: 6 de 98.
		Código:
Elaborado por: Dalia Luna Monsalve. Estudiante en práctica de Ingeniería Mecánica UPB Seccional Bucaramanga.		Fecha: Noviembre 2010.

1. GENERALIDADES CALDERA UNIDADES 1 Y 2.

1.1. Datos técnicos.


FICHA TÉCNICA DEL EQUIPO.			
AREA	CALDERA	UNIDAD	1 Y 2.
TIPO	VU-60 ACUO- TUBULAR	FABRICANTE	COMBUSTION ENGINEERING INC.
CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN DE VAPOR	140000 lb/h (63.5 t/h)	TEMPERATURA DEL VAPOR SOBREALENTADO	905 °F (485 °C)
PRESIÓN DE VAPOR DE SALIDA SOBREALENTADO	875 PSIG (61.5 kg/cm ²)	PRESIÓN DE DISEÑO	1312 PSI
COMBUSTIBLE	GAS NATURAL O FUEL OIL	QUEMADORES	4 QUEMADORES FRONTALES
EFICIENCIA	84.12%	ALTURA CHIMENEA	25 METROS

Tabla 1. Ficha técnica de Caldera unidades 1 y 2.

	PLANTA DE GENERACIÓN TÉRMICA TERMOBARRANCA.	Revisión No.: 1
	MANUAL DE PROCEDIMIENTOS PARA MANTENIMIENTO PREVENTIVO CALDERA EN LAS UNIDADES 1 Y 2.	Página: 7 de 98.
		Código:
Elaborado por: Dalia Luna Monsalve. Estudiante en práctica de Ingeniería Mecánica UPB Seccional Bucaramanga.		Fecha: Noviembre 2010.

1.2. Características.

- La caldera es de tipo acuotubular y la temperatura de agua de alimentación es de 150°C.
- La caldera es un equipo utilizado para calentar agua o generar vapor a una presión superior a la atmosférica.
- La caldera se compone de un compartimiento donde se quema el combustible y otro donde el agua se convierte en vapor.
- El vapor producido es principalmente aplicado en la generación de potencia eléctrica o mecánica, calentamiento de espacios o procesos industriales.
- La caldera se compone básicamente de las siguientes partes: Parte de presión, Sistema de control y de seguridad y Sistema de combustión.
- Capacidad de producción de la caldera: 140000 libras/hora (63 ton/h) de vapor sobrecalentado.
- Vapor sobrecalentado tiene temperatura de 900 °F (482 °C) y presión de 875 PSI (61.5 kg./cm²).
- El combustible es gas natural y/o Fuel oil (combustóleo N° 6).
- La caldera tiene cuatro quemadores de disposición frontal.
- Los gases de combustión son expulsados por una chimenea de 25 metros de altura.

	PLANTA DE GENERACIÓN TÉRMICA TERMOBARRANCA.	Revisión No.: 1
	MANUAL DE PROCEDIMIENTOS PARA MANTENIMIENTO PREVENTIVO CALDERA EN LAS UNIDADES 1 Y 2.	Página: 8 de 98.
		Código:
Elaborado por: Dalia Luna Monsalve. Estudiante en práctica de Ingeniería Mecánica UPB Seccional Bucaramanga.		Fecha: Noviembre 2010.

1.3. Código funcional de equipos.

En las unidades 1 y 2 de la Central existen 2 Calderas, una para cada unidad y realizan la misma función, por ser idénticas se les hace igual mantenimiento.

➤ Código de Caldera 1 unidad 1:BA107.

BA, BARRANCA; 1, UNIDAD 1; 07, GENERADOR DE VAPOR.

➤ Código de Caldera 2 unidad 2:BA207.

BA, BARRANCA; 2, UNIDAD 2; 07, GENERADOR DE VAPOR.


1.3.1. Descripción.

[3]

SISTEMA 07, GENERADOR DE VAPOR: Este sistema lo constituye la caldera.

Grupos funcionales:

- PV, circuito vapor sobrecalentado: Lo constituyen las tuberías, las válvulas de seguridad y las válvulas de alivio, los venteos, drenajes y tanques de purgas.
- AW, circuito de agua de atemperación: Lo constituyen el sistema de atemperación (para bajar la temperatura al vapor) con sus tuberías, válvulas y regulación.
- PD, plenum (sección) de aire: Comprende la caja de aire. Se excluye los ductos. Se incluye los registros de aire primario y secundario.


	PLANTA DE GENERACIÓN TÉRMICA TERMOBARRANCA.	Revisión No.: 1.
	MANUAL DE PROCEDIMIENTOS PARA MANTENIMIENTO PREVENTIVO CALDERA EN LAS UNIDADES 1 Y 2.	Página: 9 de 98.
		Código:
Elaborado por: Dalia Luna Monsalve. Estudiante en práctica de Ingeniería Mecánica UPB Seccional Bucaramanga.		Fecha: Noviembre 2010.

- PP, partes de presión: Lo constituyen todas las partes de caldera como son tambores, paredes, sobrecalentadores, cabezales.
- RM, revestimientos y soportes caldera: Lo constituyen todas las estructuras de soportes de caldera y todo el sistema de aislamiento.

1.4. Descripción general.


[2]

- Caldera: Son generadores de vapor diseñados para producir vapor a partir del intercambio térmico entre el agua y una fuente de alto contenido calórico, la cual puede ser gases, estos generalmente son producto de la quema de un combustible en el hogar de la caldera. El objetivo de una caldera, además de generar vapor, es realizar con máxima eficiencia posible la transferencia de calor.
- Hogar u horno: Es la parte de la caldera donde se realiza la combustión. Está constituido por una serie de tubos que forman las llamadas paredes de agua que le dan la forma y encierran la zona radiante de la caldera pues allí el calor es transmitido principalmente por radiación. Los quemadores están colocados paralelos al hogar y de forma frontal. El hogar de la caldera cumple básicamente con los siguientes requisitos: Tener capacidad para admitir el volumen de aire necesario para la combustión; tener suficiente altura para asegurar circulación adecuada de agua por los tubos; tener dimensión suficiente para evitar que la llama ataque las paredes de tubos; tener forma y

	PLANTA DE GENERACIÓN TÉRMICA TERMOBARRANCA.	Revisión No.: 1
	MANUAL DE PROCEDIMIENTOS PARA MANTENIMIENTO PREVENTIVO CALDERA EN LAS UNIDADES 1 Y 2.	Página: 10 de 98.
		Código:
Elaborado por: Dalia Luna Monsalve. Estudiante en práctica de Ingeniería Mecánica UPB Seccional Bucaramanga.		Fecha: Noviembre 2010.


dimensiones adecuadas para asegurar que los gases llenen el hogar proporcionando absorción térmica óptima en todas las partes. La tubería del hogar es de la mayor longitud posible para minimizar las soldaduras.

- Paredes de tubos: Serie de tubos que rodean el hogar de la caldera, en los lados, en el piso y en el techo y están conectados a los tambores por medio de los cabezales o colectores.
- Drum superior o tambor de vapor (domo): Recipiente donde llega el vapor saturado que se forma en la caldera y el agua de alimentación de la misma. En este se encuentran ubicadas dos válvulas de seguridad (disparan a 1040 PSI y 1070 PSI, si la caldera supera estos rangos de presión), además encontramos un venteo y la línea para el vapor auxiliar y la del precalentador de aire. Tiene como funciones principales: Proveer un volumen adecuado de agua para proteger la caldera y garantizar un flujo continuo; proporcionar espacio suficiente para acomodar la llegada de los tubos evaporadores o risers, la salida de los tubos descendentes o downcomers, los tubos de salida hacia el sobrecalentador o tubos saturados; suministrar área para la separación del vapor del agua.
- Partes internas del tambor de vapor: Cuando la presión del vapor aumenta, ciertos aspectos de la operación de la caldera cobran especial importancia. La calidad del vapor es uno de ellos. La contaminación del vapor por el agua o sólidos no se puede tolerar si se desea un alto rendimiento en los equipos que lo usen, especialmente en las turbinas. El vapor queda libre de impurezas recogidas en el sistema y reintroducidas en la caldera con el condensado o

	PLANTA DE GENERACIÓN TÉRMICA TERMOBARRANCA.	Revisión No.: 1.
	MANUAL DE PROCEDIMIENTOS PARA MANTENIMIENTO PREVENTIVO CALDERA EN LAS UNIDADES 1 Y 2.	Página: 11 de 98.
		Código:
Elaborado por: Dalia Luna Monsalve. Estudiante en práctica de Ingeniería Mecánica UPB Seccional Bucaramanga.		Fecha: Noviembre 2010.

con el agua de reposición, además el vapor no arrastra gotas de agua. Es en esta área que los internos del tambor de vapor juegan un papel muy importante. Estos internos tienen forma de baffles y secadores de malla. Otros internos del tambor de vapor son la tubería de agua de alimentación, la tubería de dosificación de químicos que son líneas perforadas a lo largo y paralelas que permiten una adecuada mezcla de los químicos con el agua de alimentación para proteger la tubería de la caldera.


- Drum de lodos o Tambor de lodos (colector inferior): Esta parte de la caldera hace las veces de colector pues allí llegan y salen los bancos de tubos que unen los tambores, pero además teniendo en cuenta que las impurezas contenidas en el agua de alimentación tienden a depositarse en el fondo o en los puntos más bajos del circuito de agua, se aprovecha este colector para expulsar estas impurezas por la línea de extracción o drenaje.
- Quemadores tipo R: Son unos tubos que atraviesan el frente de la caldera y pasan al hogar donde se produce la combustión. De tipo horizontal para combustibles líquidos y gaseosos (como el fuel oil y gas natural). En las unidades 1 y 2, cada caldera tiene 4 quemadores que son los elementos encargados de suministrar y acondicionar el combustible para mezclarlo con el aire y obtener una buena combustión. He aquí sus principales funciones: Produce la quema del combustible para liberar el calor que este contiene; con la liberación del calor se controla la temperatura o presión de la caldera; suministra un alto "turndown" para que no se apague en ningún punto dentro del rango de demanda de carga de la caldera; quema el combustible de la manera más eficiente posible para mantener un bajo consumo de este;

	PLANTA DE GENERACIÓN TÉRMICA TERMOBARRANCA.	Revisión No.: 1
	MANUAL DE PROCEDIMIENTOS PARA MANTENIMIENTO PREVENTIVO CALDERA EN LAS UNIDADES 1 Y 2.	Página: 12 de 98.
		Código:
Elaborado por: Dalia Luna Monsalve. Estudiante en práctica de Ingeniería Mecánica UPB Seccional Bucaramanga.		Fecha: Noviembre 2010.

produce una llama estable y uniforme de manera que se realice una cierta distribución en el hogar. Los quemadores de gas son perforados y por sus orificios el gas sale a una velocidad mayor que la del aire para asegurar una penetración íntegra del chorro de aire. En los quemadores de aceite, este es atomizado para aumentar la superficie de contacto con el aire, la atomización se realiza con vapor.


- Mirilla de observación: Ventana por donde se puede apreciar la forma de la llama y las paredes de tubos de la caldera.
- Deshollinadores: Son herramientas para la limpieza de las superficies de las tuberías de la caldera, hay dos fijos y uno retráctil para cada caldera. La frecuencia de esta limpieza depende del tipo de operación y de la naturaleza del combustible. Es importante mantener la caldera a una adecuada tasa de producción mientras se están operando los deshollinadores; esto evita la posibilidad de que la llama se apague o de una explosión por bolsas de combustible no quemado en algunas secciones de la caldera, también se incrementa el tiro ligeramente antes de soplar el hollín, el soplado se hace con vapor. Actualmente la tendencia es a utilizar deshollinadores retráctiles que se pueden operar automáticamente y a control remoto por medio de dos motores de los cuales uno permite el desplazamiento rotacional de la lanza a velocidad constante mientras el otro motor de dos velocidades permite su recorrido. La velocidad de entrada es generalmente el doble de la velocidad de retorno.

El lavado con agua es otro método para mantener limpias las superficies del lado fuego. Este lavado se realiza cuando la caldera está fuera de servicio y,

	PLANTA DE GENERACIÓN TÉRMICA TERMOBARRANCA.	Revisión No.: 1.
	MANUAL DE PROCEDIMIENTOS PARA MANTENIMIENTO PREVENTIVO CALDERA EN LAS UNIDADES 1 Y 2.	Página: 13 de 98.
		Código:
Elaborado por: Dalia Luna Monsalve. Estudiante en práctica de Ingeniería Mecánica UPB Seccional Bucaramanga.		Fecha: Noviembre 2010.


en algunos casos, cuando la caldera está a muy baja carga, puede ser práctico para las zonas de baja temperatura o para todo el lado fuego de la caldera. Lanzas operadas manualmente o aspersores con agua caliente con un alto PH, en cantidades cuidadosamente reguladas, son utilizados para esta operación.

- Sobrecalentador: Es un equipo que ofrece una superficie de absorción de calor por medio de la cual se eleva la temperatura del vapor por encima de su punto de saturación. Las principales razones para realizar este trabajo: Se aumenta la eficiencia total de la unidad; se aumenta la ganancia termodinámica del vapor; se obtiene un vapor más seco; una de las razones más importantes es que el vapor sobrecalentado tiene menos tendencia a condensarse en las últimas etapas de las turbinas. El sobrecalentador entrega el vapor a una temperatura uniforme dentro de un amplio rango de variaciones de carga. Existe el sobrecalentador de baja y el sobrecalentador de alta temperatura, en este último se encuentra ubicada una válvula de seguridad calibrada a 915 PSI.
- Ventilador tiro forzado: El tiro en la caldera tiene por objeto aportar al combustible la cantidad de aire necesaria para realizar la combustión, igualmente, hacer que los gases de la combustión recorran las cámaras y los conductos de la caldera, y finalmente, llevar los humos que salen de la caldera a una altura suficiente para repartirlo de modo que ocasione la menor molestia posible. Estos ventiladores son los encargados de producir el tiro por medio de la aspiración de aire del exterior. Este ventilador es de tipo centrífugos operado por medio de un motor eléctrico. Son los encargados de suministrar

	PLANTA DE GENERACIÓN TÉRMICA TERMOBARRANCA.	Revisión No.: 1.
	MANUAL DE PROCEDIMIENTOS PARA MANTENIMIENTO PREVENTIVO CALDERA EN LAS UNIDADES 1 Y 2.	Página: 14 de 98.
		Código:
Elaborado por: Dalia Luna Monsalve. Estudiante en práctica de Ingeniería Mecánica UPB Seccional Bucaramanga.		Fecha: Noviembre 2010.


el aire para la combustión, y de sacar los gases desde el hogar hacia la chimenea en las calderas de tiro balanceado, además sirve para la refrigeración en las mirillas y cañas de encendido de los quemadores. Tienen una capacidad superior en un 15% al flujo a máxima carga para suplir las pérdidas por ensuciamiento de la caldera, disminución de la calidad del combustible o desgaste de los mismos ventiladores.

- Calentador de aire rotativo (CAR): Consiste en un rotor que gira a una velocidad baja. Este rotor o eje tiene acopladas unas láminas montadas unas sobre otras. Una mitad de este conjunto, se calienta con los gases que salen mientras que la otra mitad previamente calentada cede calor al aire que entra.
- Precalentador de aire: Es un intercambiador de vapor que está instalado entre el ventilador de tiro forzado y el calentador de aire rotativo (CAR). Este vapor se toma del drum superior y es controlado por una válvula reguladora.
- Pilotos: Son los encargados mediante el flujo de gas-aire y con ayuda de la bujía, de sostener la llama en la antorcha para encender el quemador.
- Purgador: Elemento utilizado para extraer de la caldera cierta cantidad de agua con el fin de retirar los lodos o sedimentos.
- Transmisor de presión: Instrumento que envía la señal remota a la sala de control para observar la presión de la caldera.
- Válvula de atemperación: Elemento que inyecta agua en forma pulverizada para controlar la sobretemperatura del vapor por medio del cabezal de

	PLANTA DE GENERACIÓN TÉRMICA TERMOBARRANCA.	Revisión No.: 1.
	MANUAL DE PROCEDIMIENTOS PARA MANTENIMIENTO PREVENTIVO CALDERA EN LAS UNIDADES 1 Y 2.	Página: 15 de 98.
		Código:
Elaborado por: Dalia Luna Monsalve. Estudiante en práctica de Ingeniería Mecánica UPB Seccional Bucaramanga.		Fecha: Noviembre 2010.


atemperación que se encuentra entre el sobrecalentador de baja y el sobrecalentador de alta.

- Válvula principal de vapor: Elemento que da vía, paso de vapor a la turbina.
- Válvula de corte: Elemento encargado de suministrar el combustible a los quemadores, solo abre cuando termina el barrido en la caldera.
- Válvula de seguridad: Elemento que se emplea para impedir que en las calderas se desarrollen presiones de vapor excesivo, abriéndose automáticamente a una presión determinada y dejando escapar vapor. Son tres válvulas de seguridad que disparan a 915 PSI, 1040 PSI y 1070 PSI si la caldera supera estos rangos de presión.
- Válvula maxon: Válvula que abre después de que abre la válvula de corte.
- Válvula reguladora: Elemento encargado de suministrar el flujo adecuado de acuerdo con los requerimientos del proceso.
- Venteos: Elemento para desalojar los excesos de vapor, combustible y aire.
- Combustible: Es el encargado de sustentar mediante la materia volátil el encendido del quemador con la ayuda del comburente (oxígeno). En las unidades 1 y 2 se utiliza gas natural o fuel-oil.
- Registros: Para tener una buena combustión es necesario producir una mezcla íntima aire / combustible. Para lograr esta mezcla el aire entra desde la caja de aire a la zona del quemador a través de un registro, que es un ducto

	PLANTA DE GENERACIÓN TÉRMICA TERMOBARRANCA.	Revisión No.: 1
	MANUAL DE PROCEDIMIENTOS PARA MANTENIMIENTO PREVENTIVO CALDERA EN LAS UNIDADES 1 Y 2.	Página: 16 de 98.
		Código:
Elaborado por: Dalia Luna Monsalve. Estudiante en práctica de Ingeniería Mecánica UPB Seccional Bucaramanga.		Fecha: Noviembre 2010.

circular segmentado en compuertas o persianas las cuales están conectadas a un eje que se puede accionar desde el exterior para graduar la abertura o posición de las compuertas. La forma de estas compuertas, arqueadas, le imprime velocidad y le da un sentido de rotación al aire formando una turbulencia que propicia una mezcla homogénea aire / combustible. En las unidades 1 y 2 existen 2 sistemas de registros, primario y secundario, para cada quemador.

- Registro de aire primario: Mecanismo fijo cuya función es utilizar el aire adecuado para el inicio de la combustión y la refrigeración.
- Registro de aire secundario: Mecanismo móvil encargado de darle la forma a la llama del quemador para darle una mejor combustión y foco de calor al hogar.
- Bomba de suministro de combustible (fuel oil): Estas bombas son de tipo rotativas (de tornillo sin fin) y son las encargadas de suministrar el combustible a los quemadores para el proceso de combustión. Ya que este combustible es muy denso, se calienta hasta un valor determinado antes de hacerlo pasar por las bombas. Para la combustión el fuel oil requiere una temperatura adecuada, para ello se hace pasar el combustible después de las bombas por un calentador que toma vapor auxiliar de la caldera para realizar el trabajo de calentamiento. Estas bombas son accionadas por motores eléctricos.
- Chimenea: Lugar por donde se envían los gases que salen de la combustión en el hogar de la caldera a la atmósfera. Sus paredes son de material refractario.

	PLANTA DE GENERACIÓN TÉRMICA TERMOBARRANCA.	Revisión No.: 1
	MANUAL DE PROCEDIMIENTOS PARA MANTENIMIENTO PREVENTIVO CALDERA EN LAS UNIDADES 1 Y 2.	Página: 17 de 98.
		Código:
Elaborado por: Dalia Luna Monsalve. Estudiante en práctica de Ingeniería Mecánica UPB Seccional Bucaramanga.		Fecha: Noviembre 2010.

2. FICHA DE OPERACIÓN CALDERA EN LAS UNIDADES 1 Y 2.

[5]

2.1. Descripción de siglas del formato de ficha de operación.

El campo ITEM corresponde al consecutivo de pasos a realizar.

El campo RESP. corresponde al área de la planta responsable de realizar esta actividad, así el técnico u oficial operador mantenedor encargado de esta zona responderá por la actividad.

OM PB: Oficial o técnico operador mantenedor responsable de la zona de planta baja.

OM CAL: Oficial o técnico operador mantenedor responsable de la zona de calderas.

OM TUR: Oficial o técnico operador mantenedor responsable de la zona de turbinas.


OM TAB: Oficial o técnico operador mantenedor responsable de la zona de tableros.

AS OM: Asistente operativo y de mantenimiento.

MO ELE: Técnico mantenedor integral y operador responsable de los aspectos eléctricos.

2.2. Preparación para el arranque.

ITEM	ACTIVIDAD.	RESP.
1	Revisar el equipo y sus elementos auxiliares y ausencia de tarjetas de no operar, según RTER015 (VER ANEXO 1) Lista de chequeo para el arranque de las unidades 1 y 2.	OM CAL AS OM
2	Verificar accionamiento de las válvulas de corte y regulación, según RTER026 (VER ANEXO 2) Protocolo de Operaciones prueba de válvulas de corte y regulación.	OMCAL OMTAB AS OM


	PLANTA DE GENERACIÓN TÉRMICA TERMOBARRANCA.	Revisión No.: 1.
	MANUAL DE PROCEDIMIENTOS PARA MANTENIMIENTO PREVENTIVO CALDERA EN LAS UNIDADES 1 Y 2.	Página: 18 de 98.
		Código:
Elaborado por: Dalia Luna Monsalve. Estudiante en práctica de Ingeniería Mecánica UPB Seccional Bucaramanga.		Fecha: Noviembre 2010.

ITEM	ACTIVIDAD.	RESP.
3	Verificar aislamiento eléctrico del motor del ventilador de tiro forzado, motor reductor del calentador de aire rotativo, motor de la bomba de fuel oil, motor bomba de alimentar caldera y bomba de condensado, ejecutándose con una ODTRMAN004 (VER ANEXO 3), dejando constancia de estas verificaciones en la bitácora RMAN008 (VER ANEXO 4).	MO ELE AS OM

Tabla 2. Preparación para el arranque.


2.3. Arranque.

ITEM	ACTIVIDAD.	RESP.
4	Colocar en servicio el calentador de aire rotativo (CAR) y verificar la señal del sensor en sala de control.	OM CAL OM TAB
5	Colocar en servicio el ventilador de tiro forzado (VTF), dirigirse al manual de operaciones de las unidades 1 y 2 de Termobarranca código MTER004 capítulo 10.	OM CAL OM TAB
6	Regular la presión del gas natural hacia las calderas en 50-70 PSI registrar en RTER004 (VER ANEXO 5) Consumo de gas natural y RTER008 (VER ANEXO 6) Variables de operación relacionadas con combustible, condensado y vapor en calderas y abrir las válvulas de bloqueo de la válvula de corte de gas de ignición.	OM PB OM CAL OM TAB
7	Cuando el proceso de purga se haya completado, poner en servicio un quemador (quemador 1 o 2), dirigirse al manual de operaciones de las unidades 1 y 2 de Termobarranca código MTER004 capítulo 8.	OM CAL OM TAB
8	Realizar las pruebas de protecciones de caldera según el protocolo RTER025 (VER ANEXO 7).	OM CAL OM TAB AS OM

	PLANTA DE GENERACIÓN TÉRMICA TERMOBARRANCA.	Revisión No.: 1.
	MANUAL DE PROCEDIMIENTOS PARA MANTENIMIENTO PREVENTIVO CALDERA EN LAS UNIDADES 1 Y 2.	Página: 19 de 98.
		Código:
Elaborado por: Dalia Luna Monsalve. Estudiante en práctica de Ingeniería Mecánica UPB Seccional Bucaramanga.		Fecha: Noviembre 2010.

ITEM	ACTIVIDAD.	RESP.
9	Iniciar el proceso de calentamiento y presurización, siguiendo la curva recomendada por el fabricante (VER ANEXO 8); Curva natural de circulación media de recalentamiento caldera.	OM CAL OM TAB
10	Abrir la válvula de la purga continua ubicada a la salida del tambor de vapor e informar al Técnico operador mantenedor laboratorio químico.	OM CAL
11	Cuando la presión de caldera sea de 50 PSI proceder a: ✓ Cerrar las 2 válvulas de venteo del drum superior o tambor de vapor. ✓ Cerrar los tres primeros drenajes del sobrecalentador y dejar el cuarto a ¼ de vuelta abierto. ✓ Abrir la válvula de vapor auxiliar ubicada a la salida del drum de vapor.	OM CAL
12	Cuando la caldera llegue a 200 PSI, poner en servicio el vapor auxiliar a través de la válvula TCV 2-7 ubicada en la estacionaria de vapor auxiliar. El vapor auxiliar se utiliza para iniciar la desgasificación y calentar el agua del desgasificador.	OM CAL OM TAB
13	Cuando se alcance una presión en la caldera mayor a 500 PSI y una temperatura mayor a 350°C, abrir el by-pass de la válvula principal de vapor, para calentamiento de la línea de vapor.	OM CAL
14	Abrir la válvula principal de vapor para que el personal responsable de turbina, proceda a hacer vacío en el condensador y a ejecutar el armado y lanzamiento de turbina.	OM CAL OM TAB OM TUR
15	Al sincronizar el turbogruppo, cerrar el venteo de arranque y cerrar completamente el cuarto drenaje del sobrecalentador	OM CAL
16	Colocar en servicio los otros quemadores, de acuerdo, a las necesidades de carga de la máquina.	OMCAL OM TAB
17	Cuando la unidad esté generando 3 MW sacar el vapor auxiliar y abrir las válvulas manuales de las extracciones uno y dos que van al evaporador y desgasificador quedando los equipos auxiliares trabajando con vapor de extracciones.	OM CAL


Tabla 3. Arranque.

	PLANTA DE GENERACIÓN TÉRMICA TERMOBARRANCA.	Revisión No.: 1.
	MANUAL DE PROCEDIMIENTOS PARA MANTENIMIENTO PREVENTIVO CALDERA EN LAS UNIDADES 1 Y 2.	Página: 20 de 98.
		Código:
Elaborado por: Dalia Luna Monsalve. Estudiante en práctica de Ingeniería Mecánica UPB Seccional Bucaramanga.		Fecha: Noviembre 2010.

2.4. Funcionamiento normal.

ITEM	ACTIVIDAD.	RESP.
18	Vigilar que el nivel del domo marque 3 ½ orificios en el nivel visual local y en el nivel magnético según corresponda al cero de la operación en la sala de control, registrar en RTER008 (VER ANEXO 6) Variables de operación relacionadas con combustible, condensado y vapor en calderas y RTER011 (VER ANEXO 9) Variables de operación relacionadas con los tableros 1 y 2.	OM CAL OM TAB
19	Mantener el nivel de agua disponible en los tanques de condensado mínimo en 3 metros, registrar en RTER008 (VER ANEXO 6) Variables de operación relacionadas con combustible, condensado y vapor en calderas y RTER013 (VER ANEXO 10) Control y optimización de procesos.	OM CAL OM LAB
20	Mantener un alto nivel de disponibilidad de combustible (fuel oil) en los tanques, dependiendo del combustible con el cual se trabaja la caldera, se registra en RTER004 (VER ANEXO 5) Consumo de gas natural.	OM CAL
21	Vigilar funcionamiento normal del ventilador de tiro forzado, dirigirse al manual de operaciones de las unidades 1 y 2 de Termobarranca código MTER004 capítulo 10.	OM CAL
22	Vigilar funcionamiento normal del calentador de aire rotativo.	OM CAL OM TAB
23	Vigilar la combustión, observando la forma y color de la llama.	OM CAL
24	Vigilar el exceso de O ₂ en los gases de combustión, con el fin de obtener el máximo de CO ₂ y mínimo de CO, registrar en RTER001 (VER ANEXO 11) Análisis físico-químicos de agua, RTER011 (VER ANEXO 9) Variables de operación relacionadas con los tableros 1 y 2 y RTER013 (VER ANEXO 10) Control y optimización de procesos)	OM CAL OM TAB OM LAB
25	Deshollinar la caldera, semanalmente si se quema gas natural, y en cada turno si se quema fuel oil.	OM CAL OM TAB


Tabla 4. Funcionamiento normal.

	PLANTA DE GENERACIÓN TÉRMICA TERMOBARRANCA.	Revisión No.: 1.
	MANUAL DE PROCEDIMIENTOS PARA MANTENIMIENTO PREVENTIVO CALDERA EN LAS UNIDADES 1 Y 2.	Página: 21 de 98.
		Código:
Elaborado por: Dalia Luna Monsalve. Estudiante en práctica de Ingeniería Mecánica UPB Seccional Bucaramanga.		Fecha: Noviembre 2010.

2.5. Parada normal.

ITEM	ACTIVIDAD.	RESP.
26	Deshollinar caldera y lavar evaporador.	OM CAL OM TAB
27	Empezar a sacar quemadores de servicio uno a uno, iniciando por los quemadores No. 3 o 4, dirigirse al manual de operaciones de las unidades 1 y 2 de Termobarranca código MTER004 capítulo 8.	OM CAL OM TAB
28	Embotellar la caldera así: ✓ Cerrar la válvula principal de vapor a la turbina y la válvula manual entrada agua de alimentar. ✓ Bloquear sistema de vapor auxiliar y todas las válvulas de combustible.	OM CAL OM TAB
29	Cuando se haya completado el ciclo de purga, sacar de servicio el ventilador de tiro forzado.	OM CAL OM TAB
30	Cerrar las válvulas de aire de los cabezales de los quemadores.	OM CAL
31	En la estacionaria de vapor auxiliar bloquear la válvula que va de la primera extracción al evaporador.	OM CAL OM TAB
32	Dejar el calentador de aire rotativo en servicio hasta que la caldera haya bajado temperatura hasta 60°C.	OM CAL OM TAB
33	Cuando la presión de la caldera haya llegado a 50 PSI despresurizar la caldera, abriendo las 2 válvulas de venteo de arranque, las 2 válvulas de venteo del drum superior y los 4 drenajes del sobrecalentador.	OM CAL

Tabla 5. Parada normal.

	PLANTA DE GENERACIÓN TÉRMICA TERMOBARRANCA.	Revisión No.: 1.
	MANUAL DE PROCEDIMIENTOS PARA MANTENIMIENTO PREVENTIVO CALDERA EN LAS UNIDADES 1 Y 2.	Página: 22 de 98.
		Código:
Elaborado por: Dalia Luna Monsalve. Estudiante en práctica de Ingeniería Mecánica UPB Seccional Bucaramanga.		Fecha: Noviembre 2010.

2.6. Parada de emergencia.


ITEM	ACTIVIDAD.	RESP.
34	La parada de emergencia se puede dar por disparo local del TRIP BOILER (ubicado en el panel de los relés en el piso de los quemadores No. 3 y 4), o disparo remoto desde la sala de control o disparo por actuación de una de las protecciones de caldera. En cualquier caso, proceder de acuerdo a los ítems del 28 al 33.	OM CAL OM TAB
35	Cualquier duda consultarla con el Asistente operativo y de mantenimiento y/o profesional de disponibilidad.	

Tabla 6. Parada de emergencia.

2.7. Puesta en seguridad del equipo.

ITEM	ACTIVIDAD.	RESP.
36	Verificar que todas las válvulas de combustible estén bloqueadas	OM CAL OM TAB AS OM
37	Extraer a celda del ventilador de tiro forzado y colocar tarjetas de no operar en los mandos local, remoto y en la celda del centro de control motor CCM.	OM CAL OM TA AS OM
38	Extraer la celda del calentador de aire rotativo y colocar tarjetas de no operar en el mando local y en la celda del centro de control motor CCM.	OM CAL OM TAB AS OM

Tabla 7. Puesta en seguridad del equipo.

	PLANTA DE GENERACIÓN TÉRMICA TERMOBARRANCA.	Revisión No.: 1
	MANUAL DE PROCEDIMIENTOS PARA MANTENIMIENTO PREVENTIVO CALDERA EN LAS UNIDADES 1 Y 2.	Página: 23 de 98.
		Código:
Elaborado por: Dalia Luna Monsalve. Estudiante en práctica de Ingeniería Mecánica UPB Seccional Bucaramanga.		Fecha: Noviembre 2010.

2.8. Conservación de caldera.


ITEM	ACTIVIDAD.	RESP.
39	Injectar una solución de hidracina y llenar la caldera hasta el rebose por los venteos, para mantener un residual de hidracina mayor de una (1) parte por millón (ppm) y cerrar los venteos.	OM CAL OM LAB
40	Calentar semanalmente la caldera, haciendo prueba de encendido de todos los quemadores.	OM CAL OM TAB
41	Realizar una prueba semanal de válvulas de corte y regulación, y diligenciar el registro RTER026 (VER ANEXO 2) Protocolo de Operaciones prueba de válvulas de corte y regulación.	OM CAL OM TAB

Tabla 8. Conservación de caldera.

2.9. Recomendaciones especiales.

ITEM	ACTIVIDAD.
42	Dejar constancia en la bitácora RMAN008 (VER ANEXO 4) de las maniobras realizadas.
43	Coordinar con el Asistente operativo y de mantenimiento las maniobras de la ficha de operación.
44	Cualquier duda consultarla con el Asistente operativo y de mantenimiento $\%$ profesional de disponibilidad.
45	Los equipos que hayan sido intervenidos por mantenimiento o que lleven más de un (1) mes sin operar se les deben realizar y registrar el protocolo de prueba respectivo.

Tabla 9. Recomendaciones especiales.


	PLANTA DE GENERACIÓN TÉRMICA TERMOBARRANCA.	Revisión No.: 1.
	MANUAL DE PROCEDIMIENTOS PARA MANTENIMIENTO PREVENTIVO CALDERA EN LAS UNIDADES 1 Y 2.	Página: 24 de 98.
		Código:
Elaborado por: Dalia Luna Monsalve. Estudiante en práctica de Ingeniería Mecánica UPB Seccional Bucaramanga.		Fecha: Noviembre 2010.

2.9.1. Seguridad industrial.

Todos los trabajos en la caldera se ejecutan con protección respiratoria. Utilice los elementos de seguridad y dotación que le suministra la central.

Es esencial tener en cuenta que todo operador debe cumplir con las siguientes reglas básicas de trabajo y seguridad en la ejecución de las actividades de mantenimiento: [6]

- a. Planear las actividades:** Se debe conocer y planificar el trabajo a realizar. El operador debe estar capacitado y autorizado por sus jefes para realizar las tareas asignadas.
- b. Aplicar las 5 Reglas de Oro:**
 1. **HACER CORTE VISIBLE:** Identificar la instalación y aislarla de toda fuente de tensión mediante dispositivos de corte efectivo.
 2. **CONDENAR O BLOQUEAR:** Realizar el enclavamiento o bloqueo de los aparatos de corte y colocar tarjetas y/o avisos de “No Operar”.
 3. **VERIFICAR AUSENCIA DE TENSION:** Comprobar la ausencia de tensión en los lugares de apertura y en el lugar de trabajo con la ayuda de los detectores de tensión.
 4. **CONECTAR A TIERRA Y EN CORTO CIRCUITO:** Crear intencionalmente un paso de baja resistencia a la tierra.

	PLANTA DE GENERACIÓN TÉRMICA TERMOBARRANCA.	Revisión No.: 1
	MANUAL DE PROCEDIMIENTOS PARA MANTENIMIENTO PREVENTIVO CALDERA EN LAS UNIDADES 1 Y 2.	Página: 25 de 98.
		Código:
Elaborado por: Dalia Luna Monsalve. Estudiante en práctica de Ingeniería Mecánica UPB Seccional Bucaramanga.		Fecha: Noviembre 2010.

5. DEMARCAR Y SEÑALIZAR EL AREA DE TRABAJO: Señalizar y delimitar la zona de trabajo y, eventualmente, la zona de peligro si quedaran instalaciones próximas con tensión.

c. Utilizar para trabajos en altura: Siempre que ejecuten trabajos en altura se deben utilizar el siguiente equipo:

➤ Cinturón de seguridad y Arnés.

➤ Casco.


➤ Cuerda de servicio (Eslinga).

➤ Botas de seguridad.

➤ Vestido de dotación.

d. Utilizar los equipos y herramientas apropiadas: Se deberá contar con las herramientas debidamente aisladas de acuerdo a la tensión en la cual se trabaja, así como los equipos de protección colectiva y personales adecuados.

e. Utilice el protocolo de comunicaciones: Para la coordinación segura de maniobras o reporte de eventos, se utilizará siempre el nombre con el que se conoce la línea o equipo, indicando el nivel de tensión, podrá adicionarse el código, si se desea, pero en todo se utilizará el nombre y se reconfirmarán las actividades a desarrollar y las órdenes impartidas.


	PLANTA DE GENERACIÓN TÉRMICA TERMOBARRANCA.	Revisión No.: 1.
	MANUAL DE PROCEDIMIENTOS PARA MANTENIMIENTO PREVENTIVO CALDERA EN LAS UNIDADES 1 Y 2.	Página: 26 de 98.
		Código:
Elaborado por: Dalia Luna Monsalve. Estudiante en práctica de Ingeniería Mecánica UPB Seccional Bucaramanga.		Fecha: Noviembre 2010.

3. MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE CALDERA EN LAS UNIDADES 1 Y 2.

3.1. Lista de herramientas y equipos.

DESIGNACIÓN.
Llave para tubo de 16"
Cepillos de alambre.
Espátulas.
Gratas y pulidoras.
Trapo o estopa.
Ladrillos refractarios.
Cinta de asbesto de 2"x1/4"
Cemento refractario (cóncrax) 1400 / 1700.
Cemento blanco.
Boroscopio.
Durómetro.
Medidor de espesores.
Tintas penetrantes.
Equipo para prueba de Partículas magnéticas.

Tabla 10. Lista de herramientas y equipos para el mantenimiento preventivo de caldera unidades 1 y 2.


	PLANTA DE GENERACIÓN TÉRMICA TERMOBARRANCA.	Revisión No.: 1.
	MANUAL DE PROCEDIMIENTOS PARA MANTENIMIENTO PREVENTIVO CALDERA EN LAS UNIDADES 1 Y 2.	Página: 27 de 98.
		Código:
Elaborado por: Dalia Luna Monsalve. Estudiante en práctica de Ingeniería Mecánica UPB Seccional Bucaramanga.		Fecha: Noviembre 2010.

3.2. Generalidades.

Cumplida las horas de operación de la caldera (8760 horas), se dará inicio al mantenimiento preventivo de la misma, para lo cual se necesita diligenciada la orden de trabajo ODT (VER ANEXO 3) y la tarjeta de “NO OPERAR”. En esta labor intervienen un conjunto de personas que corresponden a diferentes áreas en la Central como el departamento de mantenimiento y el de operación, quienes se encargarán de llevar al funcionamiento óptimo de la caldera con un buen trabajo en equipo.


El mantenimiento apropiado permite que las calderas funcionen con la máxima seguridad y eficiencia durante todo el año. Un programa de mantenimiento bien organizado puede reducir los gastos de reparaciones hasta en un 25 %. Este es un hecho demostrado por larga experiencia.

En la siguiente tabla se observará un plan de inspección para el mantenimiento preventivo de la caldera en las unidades 1 y 2 (lista de chequeo), en el cual el personal de mantenimiento a cargo del respectivo trabajo, tendrá una visión general de lo que se realizará. Es importante seguir meticulosamente cada paso y volver a revisar esta tabla para asegurar cada detalle como un hecho cumplido.

	PLANTA DE GENERACIÓN TÉRMICA TERMOBARRANCA.	Revisión No.: 1.
	MANUAL DE PROCEDIMIENTOS PARA MANTENIMIENTO PREVENTIVO CALDERA EN LAS UNIDADES 1 Y 2.	Página: 28 de 98.
		Código:
Elaborado por: Dalia Luna Monsalve. Estudiante en práctica de Ingeniería Mecánica UPB Seccional Bucaramanga.		Fecha: Noviembre 2010.


COMPONENTE.	DETALLE.	Inspección visual	Medición de espesores	Ultrasonido	Líquidos penetrantes	Partículas magnéticas	Boroscopia	Replicas metalográficas	Mediciones de dureza	Prueba hidrostática
DOMO DE VAPOR	Casco	X		X	X	X		X	X	X
	Manholes	X								X
	Internos	X								X
DOMO DE LODOS	Casco	X		X	X	X		X	X	X
	Manholes	X								X
	Internos	X								X
SOBRECALENTADOR PRIMARIO	Colector de entrada	X	X	X	X	X		X	X	X
	Colector de salida	X	X	X	X	X		X	X	X
	Tubería	X	X	X				X		X
SOBRECALENTADOR SECUNDARIO	Colector de entrada	X	X	X	X	X		X	X	X
	Colector de salida	X	X	X	X	X		X	X	X
	Tubería	X	X	X				X		X
COLECTORES	Atemperador	X	X	X	X	X		X	X	X
	Colector superior pared lateral derecha	X	X	X	X			X	X	X
	Colector inferior pared lateral derecha	X	X	X	X			X	X	X
	Colector superior pared lateral izquierda	X	X	X	X			X	X	X
	Colector inferior pared lateral izquierda	X	X	X	X			X	X	X
TUBERIAS DE PRESION	Pared frontal caldera (techo, quemadores, piso)	X	X	X				X		X
	Paredes laterales caldera	X	X	X				X		X
	Pared trasera caldera	X	X	X				X		X
	Pared trasera hogar	X	X	X				X		X
	Sellos y membranas	X	X							X
BANCO PRINCIPAL	Tuberías banco principal	X	X	X			X	X		X
	Pantalla lateral derecha	X	X	X				X		X
	Pantalla lateral izquierda	X	X	X				X		X
TUBERIAS EXTERIORES	Condensado y alimento	X	X	X						X
	Vapor	X	X	X						X
	Servicios auxiliares	X	X							X
	Venteos, drenajes	X	X							X
DUCTOS	Gases	X	X							
	Aire	X	X							
	Caja de aire	X	X							
	Juntas de expansión	X								
AISLAMIENTO TERMICO	Caldera	X								
	Tuberías	X								
REFRACTARIOS	Hogar	X								
	Quemadores	X								
	Mirillas	X								
	Piso	X								
FLEXIBILIDAD	Soportería	X								
	Ubicación tuberías	X								
SOPORTACION	Estructuras	X								
	Cinturones de amarre	X								

Tabla 11. Plan de inspección caldera unidades 1 y 2.

	PLANTA DE GENERACIÓN TÉRMICA TERMOBARRANCA.	Revisión No.: 1.
	MANUAL DE PROCEDIMIENTOS PARA MANTENIMIENTO PREVENTIVO CALDERA EN LAS UNIDADES 1 Y 2.	Página: 29 de 98.
		Código:
Elaborado por: Dalia Luna Monsalve. Estudiante en práctica de Ingeniería Mecánica UPB Seccional Bucaramanga.		Fecha: Noviembre 2010.

3.3. Inspección visual externa.

- Examinar las superficies de calentamiento y paredes en busca de corrosión, fugas de gases que se identifican por marca de ceniza o color oscuro, grietas; tener en cuenta los siguientes elementos: Ductos de gases, aire, caja de aire, juntas de expansión; tuberías exteriores de condensado y alimento, vapor, servicios auxiliares, venteos, drenajes.
- Observar que la lámina externa protectora del aislamiento térmico no esté desprendida, maltratada o rota.
- Revisar el buen estado del aislamiento térmico, el colchón de lana de vidrio debe estar completamente seco.
- Asegurarse que todas las válvulas accionen libremente y que no tengan fugas.
- Confirmar el buen funcionamiento del sistema de control y el sistema eléctrico siguiendo los procedimientos del departamento eléctrico y de instrumentación.
- Evaluar puntos críticos propensos a mecanismos de falla típicos asociados a las condiciones de operación como los deshollinadores, válvula principal de vapor, calentador de aire rotativo, registros primarios y secundarios, dámper del tiro forzado.

	PLANTA DE GENERACIÓN TÉRMICA TERMOBARRANCA.	Revisión No.: 1.
	MANUAL DE PROCEDIMIENTOS PARA MANTENIMIENTO PREVENTIVO CALDERA EN LAS UNIDADES 1 Y 2.	Página: 30 de 98.
		Código:
Elaborado por: Dalia Luna Monsalve. Estudiante en práctica de Ingeniería Mecánica UPB Seccional Bucaramanga.		Fecha: Noviembre 2010.

3.4. Apertura de los accesos a la caldera (manhold).

3.4.1. Generalidades.

Es de extrema importancia no pretender retirar los manholds (compuertas) cuando haya la menor posibilidad de que se encuentre bajo presión. Antes de entrar en una caldera hay que asegurarse que esté despresurizada (venteos abiertos) y la temperatura sea admisible para el cuerpo humano.

3.4.2. Pasos a seguir.


Nota importante: Recordar que la ODT esté tramitada para seguir el procedimiento de mantenimiento preventivo, además cerciorarse que la temperatura interna de la caldera debe ser menor a 37°C para el ingreso del personal.

- Soltar las tuercas de las tapas y abrirlas.
- Retirar los ladrillos refractarios que aíslan el hogar del exterior.


3.5. Inspección visual interna.

Observar cada elemento de la caldera desarrollando una valoración y análisis para concluir qué entra en reparación. Los componentes no deben tener grietas, fracturas, erosión, corrosión.

- DOMO DE VAPOR: Casco, manholds, internos.

	PLANTA DE GENERACIÓN TÉRMICA TERMOBARRANCA.	Revisión No.: 1.
	MANUAL DE PROCEDIMIENTOS PARA MANTENIMIENTO PREVENTIVO CALDERA EN LAS UNIDADES 1 Y 2.	Página: 31 de 98.
		Código:
Elaborado por: Dalia Luna Monsalve. Estudiante en práctica de Ingeniería Mecánica UPB Seccional Bucaramanga.		Fecha: Noviembre 2010.

- DOMO DE LODOS: Casco, manholds, internos.
- SOBRECALENTADOR PRIMARIO: Colector de entrada, colector de salida, tubería.
- SOBRECALENTADOR SECUNDARIO: Colector de entrada, colector de salida, tubería, atemperador.
- COLECTORES: Colector superior pared lateral derecha, colector inferior pared lateral derecha, colector superior pared lateral izquierda, colector inferior pared lateral izquierda.
- TUBERÍAS DE PRESIÓN: Pared frontal caldera (techo, quemadores, piso), paredes laterales caldera, pared trasera caldera, pared trasera hogar, sellos y membranas.
- BANCO PRINCIPAL: Tuberías banco principal, pantalla lateral derecha, pantalla lateral izquierda.
- REFRACTARIOS: Hogar, quemadores, mirillas, piso.
- FLEXIBILIDAD: Soportaría, ubicación tuberías.
- SOPORTACIÓN: Estructuras, cinturones de amarre.

	PLANTA DE GENERACIÓN TÉRMICA TERMOBARRANCA.	Revisión No.: 1
	MANUAL DE PROCEDIMIENTOS PARA MANTENIMIENTO PREVENTIVO CALDERA EN LAS UNIDADES 1 Y 2.	Página: 32 de 98.
		Código:
Elaborado por: Dalia Luna Monsalve. Estudiante en práctica de Ingeniería Mecánica UPB Seccional Bucaramanga.		Fecha: Noviembre 2010.

3.6. Prueba de humos.


[2]

3.6.1. Generalidades.

La prueba de humos tiene por objeto revisar la hermeticidad de la caldera, la cual es una de las condiciones de seguridad que tiene un equipo generador de vapor; pues en condiciones de variaciones de carga brusca de generación, se producen excesos de gases que entre otros van como corrientes de monóxido de carbono en los gases de combustión y que al entrar en contacto con filtraciones de aire por tiro convencional que se introducen a la caldera, generan post combustiones en las zonas de convección y pequeñas explosiones que pueden resultar perjudiciales a los tubos de caldera afectándolos mecánicamente, y recalentándolos por la formación de zonas de radiación en lugares que operan como convección. Adicionalmente desde el punto de vista de ahorro de energía se pierde calor a través de los gases de combustión.

3.6.2. Pasos a seguir.

- Sellar con un tabique de madera la parte baja de la chimenea por el calentador de aire de modo que evite filtración de humos hacia la atmósfera.
- Cerrar herméticamente todas las compuertas de acceso y ductos usando empaques provisionales excepto la puerta por donde se introducirá el elemento productor de humo.

	PLANTA DE GENERACIÓN TÉRMICA TERMOBARRANCA.	Revisión No.: 1.
	MANUAL DE PROCEDIMIENTOS PARA MANTENIMIENTO PREVENTIVO CALDERA EN LAS UNIDADES 1 Y 2.	Página: 33 de 98.
		Código:
Elaborado por: Dalia Luna Monsalve. Estudiante en práctica de Ingeniería Mecánica UPB Seccional Bucaramanga.		Fecha: Noviembre 2010.

- Encender el aceite o llantas y cierre la última puerta de inspección. Una vez cerrada la puerta ponga en funcionamiento el tiro forzado con las compuertas abiertas al mínimo o abra el dámper para permitir un tiro natural.
- Al mismo tiempo que se encienda el fuego el inspector verifica con una tiza todas las áreas de la caldera buscando escapes de humo.

3.7. Prueba de válvulas de seguridad de 915, 1040 y 1070 PSI.

[2]

El objetivo principal de este procedimiento es efectuar las pruebas de disparo en caliente de las válvulas de seguridad de 915, 1040 y 1070 PSI de las calderas de unidad N° 1 y 2, después de desmontarlas, hacerles mantenimiento y realizarles pruebas en el banco del taller:

- El personal de operación revisará condiciones para arranque de la caldera y equipos auxiliares y hará comprobación de las siguientes protecciones:

Nivel caldera.

Disparo caldera local y remoto.


Bajo flujo de aire.

Baja presión de aire de instrumentos.

Comprobación del correcto funcionamiento de apertura y cierre de las válvulas de corte de combustible (gas natural).

Alta y baja presión de gas natural.


Parada del CAR.

	PLANTA DE GENERACIÓN TÉRMICA TERMOBARRANCA.	Revisión No.: 1
	MANUAL DE PROCEDIMIENTOS PARA MANTENIMIENTO PREVENTIVO CALDERA EN LAS UNIDADES 1 Y 2.	Página: 34 de 98.
		Código:
Elaborado por: Dalia Luna Monsalve. Estudiante en práctica de Ingeniería Mecánica UPB Seccional Bucaramanga.		Fecha: Noviembre 2010.

- Posteriormente a la verificación de protecciones, se procederá a colocar el quemador en servicio para levantar presión siguiendo estrictamente la curva de calentamiento de caldera recomendada por el fabricante (100 °F o 38°C por hora) (VER ANEXO 8). Cuando la presión de la caldera sea de 700 PSI, se apagará el quemador y embotellará la caldera para que el personal del Grupo De Mantenimiento Mecánico (GMI) designado para las pruebas proceda a amordazar las válvulas de seguridad de 915 y 1040 PSI.


Nota importante: Se revisa en cada incremento de 100 PSI en la presión de la caldera, que la presión del manómetro local de caldera coincida con la lectura de presión en el controlador de la sala de control.

- El operador de calderas procederá a restringir lentamente el venteo del sobrecalentador (venteo de arranque), hasta dejarlo abierto 4 vueltas, con el fin de incrementar la presión para realizar la prueba de la válvula de seguridad de 1070 PSI.
- Para la prueba de la válvula de 1070 PSI, la presión no sobrepasa los 1080 PSI. Si se alcanza la presión en caldera de 1080 PSI y la válvula no dispara, se procederá a disparar la caldera y bajar presión a la caldera hasta 900 PSI para que el personal de mantenimiento encargado proceda a recalibrar el punto de disparo. Después de lo anterior, se colocará nuevamente en servicio el quemador para levantar presión y hacer la prueba. Durante la prueba de las válvulas, estas no fuman y el disparo es seco.
- Terminada la prueba de la válvula de 1070 PSI, disparar la caldera y bajar presión a la caldera hasta 900 PSI, para que el personal del GMI encargado

	PLANTA DE GENERACIÓN TÉRMICA TERMOBARRANCA.	Revisión No.: 1.
	MANUAL DE PROCEDIMIENTOS PARA MANTENIMIENTO PREVENTIVO CALDERA EN LAS UNIDADES 1 Y 2.	Página: 35 de 98.
		Código:
Elaborado por: Dalia Luna Monsalve. Estudiante en práctica de Ingeniería Mecánica UPB Seccional Bucaramanga.		Fecha: Noviembre 2010.

proceda a retirar la mordaza de la válvula de 1040 PSI.

- Seguido de retirar la mordaza de la válvula de seguridad de 1040 PSI, se coloca nuevamente en servicio el quemador para levantar presión y revisar el disparo de esta válvula. Si la presión de la caldera alcanza los 1050 PSI, y no ocurre el disparo, se procede a apagar el quemador y bajar presión a la caldera a 875 PSI para que el personal del GMI recalibre el punto de disparo. Después de recalibrar la válvula nuevamente se levanta la presión para revisar la presión de disparo.
- Probada la válvula de 1040 PSI, bajar presión a la caldera hasta 800 PSI, para que el personal del GMI encargado retire la mordaza de la válvula de 915 PSI.
- Retirada la mordaza de la válvula de seguridad de 915 PSI, colocar nuevamente en servicio el quemador para levantar presión y revisar el disparo de esta válvula. Si la presión de la caldera alcanza los 920 PSI, y no ocurre el disparo, apagar el quemador y bajar presión a la caldera a 800 PSI para que el personal del GMI recalibre el punto de disparo y se proceda nuevamente a levantar presión para revisar la presión de disparo de esta válvula.
- Probada la válvula de 915 PSI, embotellar la caldera y colocar todos los equipos auxiliares en seguridad y dar por terminada las pruebas.
- Al finalizar la prueba se ejecuta el RTER023 Protocolo equipos auxiliares principales prueba disparo de válvula de seguridad caldera – Termobarranca (VER ANEXO 13), registro en donde se consignan las maniobras realizadas, la respuesta del equipo y el personal que intervino en dicha operación.

	PLANTA DE GENERACIÓN TÉRMICA TERMOBARRANCA.	Revisión No.: 1.
	MANUAL DE PROCEDIMIENTOS PARA MANTENIMIENTO PREVENTIVO CALDERA EN LAS UNIDADES 1 Y 2.	Página: 36 de 98.
		Código:
Elaborado por: Dalia Luna Monsalve. Estudiante en práctica de Ingeniería Mecánica UPB Seccional Bucaramanga.		Fecha: Noviembre 2010.

3.8. Prueba hidrostática.

[2]

3.8.1. Generalidades.

A pesar de su aparente sencillez la prueba hidrostática se efectúa con ciertas precauciones que buscan proteger la caldera y a las personas encargadas de realizarla. Para el mantenimiento preventivo la caldera es sometida a la prueba hidrostática para revisar su hermeticidad, la resistencia de las partes que trabajan a alta presión y localizar las fallas que pudiera presentar; las partes de la caldera que se inspeccionarán cuidadosamente en esta prueba son:

DOMO DE VAPOR: Casco, Manholds, Internos.


DOMO DE LODOS: Casco, Manholds, Internos.

SOBRECALENTADOR PRIMARIO: Colector de entrada, Colector de salida, Tubería.

SOBRECALENTADOR SECUNDARIO: Colector de entrada, Colector de salida, Tubería, Atemperador.

COLECTORES: Colector superior pared lateral derecha, Colector inferior pared lateral derecha, Colector superior pared lateral izquierda, Colector inferior pared lateral izquierda.

TUBERÍAS DE PRESIÓN: Pared frontal caldera (techo, quemadores, piso), Paredes laterales caldera, Pared trasera caldera, Pared trasera hogar, Sellos y membranas.

	PLANTA DE GENERACIÓN TÉRMICA TERMOBARRANCA.	Revisión No.: 1.
	MANUAL DE PROCEDIMIENTOS PARA MANTENIMIENTO PREVENTIVO CALDERA EN LAS UNIDADES 1 Y 2.	Página: 37 de 98.
		Código:
Elaborado por: Dalia Luna Monsalve. Estudiante en práctica de Ingeniería Mecánica UPB Seccional Bucaramanga.		Fecha: Noviembre 2010.

BANCO PRINCIPAL: Tuberías banco principal, Pantalla lateral derecha, Pantalla lateral izquierda.


TUBERÍAS EXTERIORES: Condensado y alimento, Vapor, Servicios auxiliares, Venteos y Drenajes.

La caldera ha de ser inspeccionada interna y externamente por el personal adecuado, demarcando con una tiza las posibles fugas o humedades que se presenten.


3.8.2. Pasos a seguir.

- Instalar ciegos, para presurizar, en todas las conexiones de los tambores de vapor y lodos.
- Instalar ciegos a las conexiones de las válvulas de seguridad (o amordazarlas), las cuales no son sometidas a la presión de prueba y cerrar todos los drenajes.
- No instalar ciegos a las líneas de venteo del tambor de vapor y a la línea de extracción del tambor de lodos.

Nota importante: Retirar todos los materiales extraños y herramientas, evacuar el personal del interior de la caldera y aislar todas las válvulas de seguridad y las partes que no son sometidas a la presión de prueba.


	PLANTA DE GENERACIÓN TÉRMICA TERMOBARRANCA.	Revisión No.: 1.
	MANUAL DE PROCEDIMIENTOS PARA MANTENIMIENTO PREVENTIVO CALDERA EN LAS UNIDADES 1 Y 2.	Página: 38 de 98.
		Código:
Elaborado por: Dalia Luna Monsalve. Estudiante en práctica de Ingeniería Mecánica UPB Seccional Bucaramanga.		Fecha: Noviembre 2010.

- Revisar especialmente que todos los tambores y colectores estén libres de materiales extraños.
- Abrir todos los venteos, sobrecalentadores, tambores y salida de vapor.
- Llenar el sobrecalentador con agua de condensado a temperatura ambiente para protegerlo de depósitos de impurezas propias del agua de calderas.
- Llenar la caldera, utilizar agua limpia o tratada preferiblemente condensado frío o agua de calderas a temperatura ambiente y nunca exceder dicha temperatura, con la bomba de transferencia de condensado y/o la bomba de alimentar caldera y llevar la caldera hasta rebose por los venteos del tambor de vapor.
- Una vez llena la caldera se ventea durante algún tiempo, más o menos 15 minutos, para desalojar todo el aire del sistema y asegurarse que no quedan burbujas de aire.
- Cerrar las válvulas del venteo, hacer la prueba hidrostática, durante un tiempo de 24 horas.
- Las calderas de las unidades 1 y 2 serán sometidas a la prueba hidrostática requerida de 1.5 veces la presión de servicio del tambor de alta presión, según código ASME, es decir, a 1310 psig aproximadamente (presión de la primera prueba del equipo), sin embargo si la presión de operación es bastante menor que la presión de diseño (1312 PSI) se puede programar una prueba a menor presión.

	PLANTA DE GENERACIÓN TÉRMICA TERMOBARRANCA.	Revisión No.: 1
	MANUAL DE PROCEDIMIENTOS PARA MANTENIMIENTO PREVENTIVO CALDERA EN LAS UNIDADES 1 Y 2.	Página: 39 de 98.
		Código:
Elaborado por: Dalia Luna Monsalve. Estudiante en práctica de Ingeniería Mecánica UPB Seccional Bucaramanga.		Fecha: Noviembre 2010.

Nota importante: Es esencial que durante la ejecución de la prueba hidrostática de la caldera se aleje el personal que no esté inmiscuido con el procedimiento.

- Utilizar la bomba de alimentar caldera para subir presión hasta 1000 Psig (70 kg/cm²) aproximadamente y luego con la bomba de desplazamiento positivo se presionará hasta 1300 PSI (91 kg/cm²), previo bloqueo de la válvula de alimentar caldera y transmisores.
- Cuando se esté presurizando la caldera es recomendable que ésta se haga lentamente o de manera controlada a una rata de 50 PSI por minuto. Una vez presurizada la caldera se espera un tiempo mínimo de 15 minutos para realizar la inspección. Hacerlo antes es exponerse al riesgo de una rotura o escape súbito por falla de alguno de los elementos sometidos a presión. Nunca se excede la presión en más del 6% de la presión de prueba.
- Durante la inspección se observa que la presión se mantenga, si esto no ocurre se buscan las fugas en las bridas donde se instalaron los ciegos: tapas de los manholds, de los tambores de vapor y de lodos, válvulas a las que no se les puede instalar ciegos, humedad en las tuberías del hogar y el sobrecalentador.
- Si la presión se sostiene durante un tiempo prudencial, más o menos 1 hora, se considera que la prueba ha sido satisfactoria y se despresuriza la caldera abriendo el venteo del tambor de vapor.
- Al finalizar la prueba se ejecuta el RTER022 (VER ANEXO 12) Protocolo equipos auxiliares principales prueba hidrostática caldera - Termobarranca,

	PLANTA DE GENERACIÓN TÉRMICA TERMOBARRANCA.	Revisión No.: 1.
	MANUAL DE PROCEDIMIENTOS PARA MANTENIMIENTO PREVENTIVO CALDERA EN LAS UNIDADES 1 Y 2.	Página: 40 de 98.
		Código:
Elaborado por: Dalia Luna Monsalve. Estudiante en práctica de Ingeniería Mecánica UPB Seccional Bucaramanga.		Fecha: Noviembre 2010.

registro en donde se consignan las maniobras realizadas, la respuesta del equipo y el personal que intervino en dicha operación.

3.9. Limpieza.


[4]

3.9.1. Generalidades.

La caldera y su aislamiento (material refractario que la rodea) se deben dejar enfriar antes de vaciarle su agua. El enfriamiento rápido endurece las incrustaciones y es perjudicial para el refractario ya que provoca excesivos esfuerzos en las juntas. No es conveniente enviar a la caldera grandes cantidades de agua fría con el objeto de enfriar su agua o de reducir su presión.

Es tan importante la limpieza de las superficies interna y externa, que toda oportunidad ha de ser aprovechada para quitar las acumulaciones de grasa, incrustaciones, lodo y hollín. La frecuencia con que una caldera es abierta para su limpieza depende del agua de alimentación y de la clase de combustible consumido, igualmente es de importancia para la caldera, el buen funcionamiento de los deshollinadores que impiden la acumulación de estos depósitos.

Una caldera inactiva se deteriora rápidamente en un lugar húmedo y sucio. Un método efectivo para preservarla consiste en quitarle todas las portezuelas, limpiarla por completo, secarla por dentro con el tiro forzado prendiendo un quemador, preferiblemente a gas por espacio de 1 hora. Pintarla, pasar al interior 40 kg de cal


	PLANTA DE GENERACIÓN TÉRMICA TERMOBARRANCA.	Revisión No.: 1
	MANUAL DE PROCEDIMIENTOS PARA MANTENIMIENTO PREVENTIVO CALDERA EN LAS UNIDADES 1 Y 2.	Página: 41 de 98.
		Código:
Elaborado por: Dalia Luna Monsalve. Estudiante en práctica de Ingeniería Mecánica UPB Seccional Bucaramanga.		Fecha: Noviembre 2010.

viva (hogar y chimenea), cerrar las compuertas manteniendo la caldera hermética para evitar la corrosión.

Es necesario tomar todas las precauciones contra una apertura accidental de alguna válvula antes de que la caldera se encuentre en condiciones de entrar en servicio y cedida por mantenimiento.

3.9.2. Pasos a seguir.

- Al tambor de vapor que contiene los elementos responsables de la purificación del vapor generado, se le revisa que no exista obstrucción de flujo en el tambor a los tubos elevadores o bajantes.
- Limpiar el interior del hogar, los refractarios de las “gargantas” de los quemadores han de estar en buen estado sin fisuras o rajaduras que alteren el normal flujo de aire de la combustión, lo mismo que el refractario del piso. Antes de iniciar un arranque se verifica el cierre hermético de los orificios de inspección.
- En los pasos de gases es necesario que permanezcan libres de obstrucciones y limpios, para brindar un flujo estacionario de gases a través de toda la caldera, además de poseer una buena hermeticidad en las juntas y sellos para protección contra fugas.
- Remueva las incrustaciones y cenizas por métodos mecánicos. Tanto las incrustaciones como los depósitos de hollín retardan la transmisión calorífica y

	PLANTA DE GENERACIÓN TÉRMICA TERMOBARRANCA.	Revisión No.: 1.
	MANUAL DE PROCEDIMIENTOS PARA MANTENIMIENTO PREVENTIVO CALDERA EN LAS UNIDADES 1 Y 2.	Página: 42 de 98.
		Código:
Elaborado por: Dalia Luna Monsalve. Estudiante en práctica de Ingeniería Mecánica UPB Seccional Bucaramanga.		Fecha: Noviembre 2010.


generan puntos calientes en la caldera. Los métodos usualmente adoptados para quitar las incrustaciones cuando no son de posible remoción con los deshollinadores, son mediante la utilización de cepillos de alambre y herramientas desincrustantes de mano o mecánicas (espátulas, gratas, pulidoras).

- Si es necesario utilizar algún método químico para remover las incrustaciones y cenizas; consultando el procedimiento con el Ingeniero de Operación y Medio Ambiente.
- Retirar las cenizas y escorias dejando el recinto limpio y libre de elementos utilizados en el mantenimiento.
- Las cenizas y escorias se verterán a un recipiente o carretilla y nunca directamente sobre las planchas del suelo.

3.10. Prueba de líquidos penetrantes.

3.10.1. Generalidades.

Es una técnica no destructiva, la cual nos ayuda a detectar imperfecciones abiertas a la superficie, principalmente en las uniones realizadas por soldadura, roturas, pliegues, inclusiones o porosidad, así también a los acabados que se realizan a ciertos componentes, y los materiales expuestos a sufrir fracturas, las cuales no son detectadas a simple vista. Este método es muy eficaz, siempre y cuando el personal que realice la inspección cuente con la experiencia necesaria.

	PLANTA DE GENERACIÓN TÉRMICA TERMOBARRANCA.	Revisión No.: 1.
	MANUAL DE PROCEDIMIENTOS PARA MANTENIMIENTO PREVENTIVO CALDERA EN LAS UNIDADES 1 Y 2.	Página: 43 de 98.
		Código:
Elaborado por: Dalia Luna Monsalve. Estudiante en práctica de Ingeniería Mecánica UPB Seccional Bucaramanga.		Fecha: Noviembre 2010.

Las fallas o fisuras buscadas pueden deberse a fatiga del material, concentraciones del mismo y defectos de cordones de soldadura; en cada caso se deberá determinar la localización y extensión de las mismas. Las partes de la caldera bajo prueba son:

TAMBORES: Casco de tambor de vapor y tambor de lodos.


SOBRECALENTADOR PRIMARIO: Colector de entrada, Colector de salida.

SOBRECALENTADOR SECUNDARIO: Colector de entrada, Colector de salida, Atemperador.

COLECTORES: Colector superior pared lateral derecha, Colector inferior pared lateral derecha, Colector superior pared lateral izquierda, Colector inferior pared lateral izquierda.

3.10.2. Recomendaciones.


- El lugar debe ser no inflamable.
- El lugar debe estar ventilado.
- Se deben alejar de las fuentes de ignición.
- Los vapores no se deben respirar.
- No se deben tirar los residuos por el desagüe.

	PLANTA DE GENERACIÓN TÉRMICA TERMOBARRANCA.	Revisión No.: 1
	MANUAL DE PROCEDIMIENTOS PARA MANTENIMIENTO PREVENTIVO CALDERA EN LAS UNIDADES 1 Y 2.	Página: 44 de 98.
		Código:
Elaborado por: Dalia Luna Monsalve. Estudiante en práctica de Ingeniería Mecánica UPB Seccional Bucaramanga.		Fecha: Noviembre 2010.

- Evitar la acumulación de cargas electrostáticas, sobrecalentadores y equipos auxiliares.

3.10.3. Pasos a seguir.

- Tomar la muestra a analizar y limpiar su superficie de forma que quede libre de agua, aceite, óxido o cualquier otro agente contaminante.
- Aplicar, por pulverización mediante aerosoles, un líquido rojo intenso (líquido penetrante - generalmente materiales orgánicos) con un gran poder de penetración (baja tensión superficial) sobre la superficie para que penetre en los posibles efectos del elemento; se deja secar la zona entre 15 – 20 min.
- Eliminar el exceso de líquido penetrante mediante el líquido removedor a base de acetona. Para ello se impregna una toalla o servilleta con el removedor y se frota la superficie del elemento.
- Aplica un tercer líquido blanco llamado revelador o fijador, con gran capacidad de absorción (base no acuosa – alcohol). Este líquido absorbe el penetrante que no ha quedado en las discontinuidades, quedando manchado de color rojo solo los lugares donde existen defectos. De este modo, a simple vista, ya se puede realizar la inspección.
- Tras la inspección se procede a limpiar de nuevo el componente.
- Realizar informe con la descripción de los defectos obtenidos en la tubería o estructuras.

	PLANTA DE GENERACIÓN TÉRMICA TERMOBARRANCA.	Revisión No.: 1.
	MANUAL DE PROCEDIMIENTOS PARA MANTENIMIENTO PREVENTIVO CALDERA EN LAS UNIDADES 1 Y 2.	Página: 45 de 98.
		Código:
Elaborado por: Dalia Luna Monsalve. Estudiante en práctica de Ingeniería Mecánica UPB Seccional Bucaramanga.		Fecha: Noviembre 2010.

3.11. Mediciones de espesores de la tubería.

3.11.1. Generalidades.

Las partes de la caldera sometidas a la medición de espesores es para determinar el desgaste a causa de espesores por debajo del espesor mínimo de cálculo, sin esto ocurre se prosigue a: Reparar el defecto por soldadura, calcular una nueva presión de trabajo inferior a la original de diseño que permitirá que el recipiente continúe operando de manera segura, o finalmente remplazar la zona afectada.

Este cálculo generalmente se realiza según las secciones aplicables del Código ASME (Secciones I y VIII). La siguiente fórmula se utiliza para hallar el espesor mínimo encontrado en la tubería y la presión máxima de trabajo, de esta manera se analiza si la tubería puede trabajar con la presión requerida para la generación de vapor.

$$t = [PD / (2S + P)] + 0.005D + e$$

$$P = S \{ [2t - 0.01D - 2e] / [D - (t - 0.005D - e)] \}$$


Donde:

t: Espesor mínimo encontrado en la inspección (in).

P: Presión máxima de trabajo (PSI).

S: Valor máximo del esfuerzo del material (SA-192) 11500 PSI a 700°F.

e: Factor de espesor para tubería expandida (en este caso cero=0).

	PLANTA DE GENERACIÓN TÉRMICA TERMOBARRANCA.	Revisión No.: 1.
	MANUAL DE PROCEDIMIENTOS PARA MANTENIMIENTO PREVENTIVO CALDERA EN LAS UNIDADES 1 Y 2.	Página: 46 de 98.
		Código:
Elaborado por: Dalia Luna Monsalve. Estudiante en práctica de Ingeniería Mecánica UPB Seccional Bucaramanga.		Fecha: Noviembre 2010.

D: Diámetro exterior de la tubería (in).

Las zonas de la caldera sometidas a esta prueba son:

SOBRECALENTADOR PRIMARIO: Colector de entrada, Colector de salida, Tubería.

SOBRECALENTADOR SECUNDARIO: Colector de entrada, Colector de salida, Tubería, Atemperador.

COLECTORES: Colector superior pared lateral derecha, Colector inferior pared lateral derecha, Colector superior pared lateral izquierda, Colector inferior pared lateral izquierda.

TUBERÍAS DE PRESIÓN: Pared frontal caldera (techo, quemadores, piso), Paredes laterales caldera, Pared trasera caldera, Pared trasera hogar, Sellos y membranas.


BANCO PRINCIPAL: Tuberías banco principal, Pantalla lateral derecha, Pantalla lateral izquierda.

TUBERÍAS EXTERIORES: Condensado y alimento, Vapor, Servicios auxiliares, Venteos y drenajes.

DUCTOS: Gases, Aire, Caja de aire, Caso de tambor de vapor y tambor de lodos.

3.11.2. Pasos a seguir.

- Utilizar el equipo medidor de espesores por ultrasonido.


	PLANTA DE GENERACIÓN TÉRMICA TERMOBARRANCA.	Revisión No.: 1
	MANUAL DE PROCEDIMIENTOS PARA MANTENIMIENTO PREVENTIVO CALDERA EN LAS UNIDADES 1 Y 2.	Página: 47 de 98.
		Código:
Elaborado por: Dalia Luna Monsalve. Estudiante en práctica de Ingeniería Mecánica UPB Seccional Bucaramanga.		Fecha: Noviembre 2010.

- Calibrar el medidor de espesores según la velocidad del sonido en el material de la tubería de la caldera, con un patrón de 5945 m/s.
- El área de trabajo a medir debe estar completamente limpio, sin óxido ni partículas extrañas para obtener resultados confiables.
- Agregar grasa o aceite para acoplar el sensor al área de trabajo.
- Tomar nota de cada dato observado en el equipo.
- Hacer la metrología en diferentes zonas de la caldera de forma aleatoria analizando los puntos críticos con mayor exposición al fuego y demarcar el área susceptible a fallas.

3.12. Partículas magnéticas.

Es una prueba no destructiva donde se utiliza polvo de hierro y una fuente de corriente con un yugo conveniente para garantizar buen contacto, este se coloca sobre el área a estudiar con el polvo de hierro previamente rociado, de esta manera se hace pasar corriente ocasionando un campo magnético sobre la zona, el cual se interrumpe si el defecto está presente (grietas, poros), dicho polvo de hierro se organizará en línea con la imperfección.

Con esta técnica de partículas magnéticas se puede revelar daños hasta 6 mm por debajo de la superficie. En caso de resultados inaceptables, se debe estudiar con más profundidad la naturaleza o causa del mismo, para determinar si es posible reparar por soldadura.

	PLANTA DE GENERACIÓN TÉRMICA TERMOBARRANCA.	Revisión No.: 1
	MANUAL DE PROCEDIMIENTOS PARA MANTENIMIENTO PREVENTIVO CALDERA EN LAS UNIDADES 1 Y 2.	Página: 48 de 98.
		Código:
Elaborado por: Dalia Luna Monsalve. Estudiante en práctica de Ingeniería Mecánica UPB Seccional Bucaramanga.		Fecha: Noviembre 2010.


Las partes de la caldera que entrarán en la prueba de partículas magnéticas son el casco de tambor de vapor y tambor de lodos, el colector de entrada y salida del sobrecalentador primario o de alta temperatura, el colector de entrada y salida y el atemperador del sobrecalentador secundario o de baja temperatura.

3.13. Boroscopio.

Se emplea este equipo especial en las tuberías del banco principal de la caldera para observar indirectamente su interior. Gracias al Boroscopio se hace una inspección visual al interior de las tuberías puesto que proporcionan imágenes de estas áreas no reconocibles a simple vista por su difícil acceso, emitiéndolas con un grado de nitidez, fidelidad en la reproducción de los colores y luminosidad que resultan decisivos. La principal ventaja de este método reside en acceder a puntos no visibles de forma sencilla y facilitar diagnósticos visuales y objetivos. Esto pone al alcance del observador competente un cuadro para formar un juicio rápido y certero.

3.14. Réplicas metalográficas.

Es una prueba no destructiva que consiste en la observación de la microestructura del componente. Se usa especialmente en equipos que exponen sus áreas al fuego, como lo es la caldera, ya que se desea determinar la degradación micro estructural del material por efecto temperatura - tiempo. La inspección se realiza de un modo indirecto, a través de una reproducción negativa de la superficie pulida metalográficamente y posteriormente atacada. Esta reproducción se obtiene mediante una película plástica, llamada réplica, la cual copia el relieve de la superficie. El procedimiento para la obtención de muestras incluye varias etapas: preparación de la superficie, ataque para revelar la microestructura, observación

	PLANTA DE GENERACIÓN TÉRMICA TERMOBARRANCA.	Revisión No.: 1
	MANUAL DE PROCEDIMIENTOS PARA MANTENIMIENTO PREVENTIVO CALDERA EN LAS UNIDADES 1 Y 2.	Página: 49 de 98.
		Código:
Elaborado por: Dalia Luna Monsalve. Estudiante en práctica de Ingeniería Mecánica UPB Seccional Bucaramanga.		Fecha: Noviembre 2010.

mediante microscopio portátil (óptico o electrónico de barrido – SEM) y obtención de la réplica. La observación de ésta se realiza luego de aplicar una película reflectiva (oro o aluminio). Las partes bajo prueba para analizar el estado del material son:

TAMBORES: Casco de tambor de vapor y tambor de lodos.

DOMO DE VAPOR: Casco, Manholds, Internos.

DOMO DE LODOS: Casco, Manholds, Internos.

SOBRECALENTADOR PRIMARIO: Colector de entrada, Colector de salida, Tubería.

SOBRECALENTADOR SECUNDARIO: Colector de entrada, Colector de salida, Tubería, Atemperador.


COLECTORES: Colector superior pared lateral derecha, Colector inferior pared lateral derecha, Colector superior pared lateral izquierda, Colector inferior pared lateral izquierda.

TUBERÍAS DE PRESIÓN: Pared frontal caldera (techo, quemadores, piso), Paredes laterales caldera, Pared trasera caldera, Pared trasera hogar.

BANCO PRINCIPAL: Tuberías banco principal, Pantalla lateral derecha, Pantalla lateral izquierda.

3.15. Mediciones de dureza.

Esta prueba se realiza para determinar la dureza del material a las partes de la caldera en estudio con el durómetro como equipo especial, el cual es colocado sobre

	PLANTA DE GENERACIÓN TÉRMICA TERMOBARRANCA.	Revisión No.: 1.
	MANUAL DE PROCEDIMIENTOS PARA MANTENIMIENTO PREVENTIVO CALDERA EN LAS UNIDADES 1 Y 2.	Página: 50 de 98.
		Código:
Elaborado por: Dalia Luna Monsalve. Estudiante en práctica de Ingeniería Mecánica UPB Seccional Bucaramanga.		Fecha: Noviembre 2010.

la zona a medir y mediante un impacto sobre el material marca una huella; seguidamente se observa con un microscopio que tendrá integrado, la profundidad que ocasionó dicho golpe para evaluar según las condiciones exigidas por el fabricante, normas o códigos, qué tan blando se encuentra el material, dando resultados en unidades de durezas de los materiales. Si los resultados no entran en rangos aceptables se debe acudir al cambio del área afectada. Las partes de la caldera sometidas a la medición de dureza son:

TAMBORES: Casco de tambor de vapor y tambor de lodos.


SOBRECALENTADOR PRIMARIO: Colector de entrada, Colector de salida.

SOBRECALENTADOR SECUNDARIO: Colector de entrada, Colector de salida, Atemperador.

COLECTORES: Colector superior pared lateral derecha, Colector inferior pared lateral derecha, Colector superior pared lateral izquierda, Colector inferior pared lateral izquierda.

3.16. Cierre del manhold.

- Verifique antes de cerrar o sellar compuertas que no hallan elementos extraños o personas dentro.
- Colocar los ladrillos refractarios que aíslan el hogar del exterior.
- Cambiar las cintas de asbesto a las compuertas (manhold) si lo amerita.
- Cerrar las compuertas (manhold) y apretar las tuercas de las tapas.

	PLANTA DE GENERACIÓN TÉRMICA TERMOBARRANCA.	Revisión No.: 1.
	MANUAL DE PROCEDIMIENTOS PARA MANTENIMIENTO PREVENTIVO CALDERA EN LAS UNIDADES 1 Y 2.	Página: 51 de 98.
		Código:
Elaborado por: Dalia Luna Monsalve. Estudiante en práctica de Ingeniería Mecánica UPB Seccional Bucaramanga.		Fecha: Noviembre 2010.


4. REPARACIONES DE LA CALDERA UNIDADES 1 Y 2.

Después de haber terminado las pruebas e inspecciones en el mantenimiento preventivo de la caldera en las unidades 1 y 2, se prosigue a concluir el estado de los elementos y fallos encontrados en el equipo con un criterio técnico que permitan la elaboración de las recomendaciones pertinentes para entrar a recuperar los componentes o área si es posible, de lo contrario solicitar pedidos específicos.

En la caldera las partes críticas que tienden a presentarse afectadas por horas de trabajo pueden ser: Tramos de tuberías, estructuras, pisos, las juntas de dilatación, el tambor de vapor, el tambor de lodos, atemperador, cabezales, sobrecalentador primario y secundario. El mantenimiento se enfoca principalmente en los elementos más críticos, los cuales son aquellos que en caso de presentar falla impactan directamente en la confiabilidad, en la seguridad y en el comportamiento operativo de la unidad. Para la reparación se utilizará el procedimiento de soldadura ya sea eléctrica o con argón (procedimiento TIC).

JUNTA.	ELEMENTOS.	FONDEO.	RELLENO.	TRATAMIENTO TÉRMICO.	
				PRECALENTAMIENTO.	ALIVIO.
SA-192 - SA192	Tubo -Tubo	AWS ER 70S-6	AWS E 7018-S		
SA-209 Gr.T1 - SA-209 Gr.T1	Tubo -Tubo	AWS ER 70S-6	AWS E 7018-S		
SA-213 Gr.T11 - SA-213 Gr.T11	Tubo - Tubo	AWS ER 80SB-2	AWS E 8018-B2	250 °F	No amerita
SA-213 Gr.T22 - SA-213 Gr.T22	Tubo - Tubo	AWS ER 90SB-2	AWS E 9018-B2	250 °F	No amerita

Tabla 12. Soldadura caldera unidades 1 y 2.

	PLANTA DE GENERACIÓN TÉRMICA TERMOBARRANCA.	Revisión No.: 1
	MANUAL DE PROCEDIMIENTOS PARA MANTENIMIENTO PREVENTIVO CALDERA EN LAS UNIDADES 1 Y 2.	Página: 52 de 98.
		Código:
Elaborado por: Dalia Luna Monsalve. Estudiante en práctica de Ingeniería Mecánica UPB Seccional Bucaramanga.		Fecha: Noviembre 2010.

5. LISTA DE TUBERÍAS DE LA CALDERA UNIDADES 1 Y 2.

De: DIÁMETRO EXTERIOR (En milímetros).


E: ESPESOR DE LA PARED DEL TUBO (En milímetros).

MATERIAL: CALIDAD DEL MATERIAL RECEPCIONADO SEGÚN CÓDIGO ASME.

DESIGNACIÓN.	De.	E.	MATERIAL.
Paredes del hogar.	76.2	4.57	SA-192 ST-37-2
Colectores superiores del hogar.	219	12.87	SA-335
Colectores inferiores del hogar.	219	12.7	SA-335
Banco principal.	50.8	4.57	SA-178
Tubos de pantalla.	76.2	4.57	SA-192
Tambor de vapor o drum superior.	1371.6	-	SA-106 Gr.B
Tambor de lodos o drum inferior.	914.4	-	SA-106 Gr.B
Cabezal de atemperación del sobrecalentador.	260.35	22	SA-106 Gr.B
Sobrecalentador primario o de baja.	50.8	4.57	SA-209, T1
Sobrecalentador secundario o de alta.	50.8	4.57	SA- 209, T1 SA- 213, T11, T22
Tubo de deshollinador retráctil.	76.2	5.588	Vulcrom SA- 213, T22

Tabla 13. Lista de tuberías de la caldera de las unidades 1 y 2.

Dimensiones de las tuberías curvas de los sobrecalentadores primario y secundario (VER ANEXO 14).

	PLANTA DE GENERACIÓN TÉRMICA TERMOBARRANCA.	Revisión No.: 1.
	MANUAL DE PROCEDIMIENTOS PARA MANTENIMIENTO PREVENTIVO CALDERA EN LAS UNIDADES 1 Y 2.	Página: 53 de 98.
		Código:
Elaborado por: Dalia Luna Monsalve. Estudiante en práctica de Ingeniería Mecánica UPB Seccional Bucaramanga.		Fecha: Noviembre 2010.


6. PRUEBAS FINALES- CALDERA EN LAS UNIDADES 1 Y 2.

6.1. Pruebas de funcionamiento de la caldera.

Las pruebas de funcionamiento posteriores al mantenimiento realizado a La Caldera están consignados en:

CODIGO.	NOMBRE.	UNIDAD.
RTER022	Protocolo equipos auxiliares principales Prueba hidrostática calderas – Termobarranca (VER ANEXO 12).	1 y 2
RTER023	Protocolo equipos auxiliares principales Prueba de disparo de válvulas de seguridad de calderas – Termobarranca (VER ANEXO 13).	1 y 2
RTER025	Protocolo de operaciones Prueba de protecciones caldera – Termobarranca (VER ANEXO 7).	1 y 2


Tabla 14. Pruebas de funcionamiento.

	PLANTA DE GENERACIÓN TÉRMICA TERMOBARRANCA.	Revisión No.: 1.
	MANUAL DE PROCEDIMIENTOS PARA MANTENIMIENTO PREVENTIVO CALDERA EN LAS UNIDADES 1 Y 2.	Página: 54 de 98.
		Código:
Elaborado por: Dalia Luna Monsalve. Estudiante en práctica de Ingeniería Mecánica UPB Seccional Bucaramanga.		Fecha: Noviembre 2010.

7. NORMAS Y CÓDIGOS APLICADOS EN MANTENIMIENTOS PREVENTIVOS DE CALDERAS.

Las normas que se deben tener en cuenta para aplicar en el procedimiento del mantenimiento preventivo de la caldera en las unidades 1 y 2 son las siguientes:


- API (American Petroleum Institute):
 - API 580 (“Risk – Based Inspection”).
 - API 510 (Pressure Vessel Inspection Code: Maintenance, Inspection, Rating, Repair, and Alteration”).
 - API 570 (“Piping Inspection Code: Inspection, Repair, Alteration and Rerating of In-Service Piping Systems”).
 - API 1107 (“Pipeline Maintenance Welding Practices”).
 - API 5L (“Specification for Line Pipe”).
 - API 598 (“Valve Inspection and Testing”).
- ASME (The American Society of Mechanical Engineers):
 - ASME Sección I Calderas de potencia.
 - ASME Sección V Ensayos No Destructivos.
 - ASME Sección VIII Recipientes a presión.
 - ASME Sección IX Calificación de Soldadura.
- ANSI (“American National Standards Institute”):
 - ANSI B16.11 Forged Steel Fittings, Socket Welding and Threaded.
 - ANSI B16.5 Bidas en acero para tuberías, válvulas y accesorios.
 - ANSI B16.25 Butt Welding End.
 - ANSI/NB 23 National Board Inspection Code (NBIC).

	PLANTA DE GENERACIÓN TÉRMICA TERMOBARRANCA.	Revisión No.: 1.
	MANUAL DE PROCEDIMIENTOS PARA MANTENIMIENTO PREVENTIVO CALDERA EN LAS UNIDADES 1 Y 2.	Página: 55 de 98.
		Código:
Elaborado por: Dalia Luna Monsalve. Estudiante en práctica de Ingeniería Mecánica UPB Seccional Bucaramanga.		Fecha: Noviembre 2010.


BIBLIOGRAFÍA.

- [1] COMBUSTION ENGINEERING, IND. Instruction Manual for Boiler and Auxiliary Equipment furnished, 1968.
- [2] CRISTANCHO, Pinzón Víctor, Manual de arranque de calderas nuevas o después de una reparación – Termobarranca, código MTER005, 2005.
- [3] FIRMA ITALIANA ENEL – ICEL – PLANTA DE GENERACIÓN TÉRMICA TERMOBARRANCA, Filosofía del Código Funcional para la Central Térmica de Barrancabermeja Termobarranca, 1991.
- [4] LUNA, Elvis Hernán, Manual de limpieza de equipos – Termobarranca, código MMAN002, 2005.
- [5] PROFESIONAL DE PROGRAMACIÓN Y PRODUCCIÓN, Manual de Operación de las Unidades 1 y 2 – Termobarranca, código MTER004, 2005.
- [6] SEGURIDAD INDUSTRIAL ELECTRIFICADORA DE SANTANDER S.A. E.S.P., Principales factores de riesgo del sector eléctrico, 1999.
- [7] THE AMERICAN SOCIETY OF MECHANICAL ENGINEERS, ASME Boiler and Pressure Vessel Code an Internationally Recognized Code, 1992 Edition.

ANEXOS.

	PLANTA DE GENERACIÓN TÉRMICA TERMOBARRANCA.	Revisión No.: 1.
	MANUAL DE PROCEDIMIENTOS PARA MANTENIMIENTO PREVENTIVO CALDERA EN LAS UNIDADES 1 Y 2.	Página: 57 de 98.
		Código:
Elaborado por: Dalia Luna Monsalve. Estudiante en práctica de Ingeniería Mecánica UPB Seccional Bucaramanga.		Fecha: Noviembre 2010.

Anexo 2. PROTOCOLO DE OPERACIONES PRUEBA DE VÁLVULAS DE CORTE Y REGULACIÓN – TERMOBARRANCA CÓDIGO RTER026

	PROCESO GESTIÓN GENERACIÓN TÉRMICA SUBPROCESO GESTIÓN GENERACIÓN TÉRMICA A VAPOR	Revisión No: 2
	PROTOCOLO DE OPERACIONES PRUEBA DE VÁLVULAS DE CORTE Y REGULACION - TERMOBARRANCA	Código: RTER026

Marque con X la UNIDAD correspondiente

1 2

Fecha

CALDERA						
TAG	REGULACIÓN A:	0%	25%	50%	75%	100%
LCV4-1	Calentador de alta al desgasificador					
LCV4-4	Evaporador al desgasificador					
LCV4-6	Rebose tanque agua desgasificada					
LCV4-24	Agua al evaporador					
LCV5-7	Agua potable					
FCV2-7	Control vapor de atomización					
FCV3-1	Control agua de alimentar					
FCV7-1	Control de fuel oil					
FCV7-2	Corte de fuel oil					
FCV7-3	Control de gas natural					
FCV7-4	Corte de gas natural					
FCV7-5	Control de gas propano					
FCV7-6	Corte gas propano					
PCV2-7	Vapor auxiliar					
PCV2-15	Vapor al evaporador					
TCV2-4	Vapor al calentador TK diario de fuel oil					
TCV1-10	Vapor principal prv					
TCV2-21	Vapor al desgasificador					
	Maxon quemador N° 1					
	Maxon quemador N° 2					
	Maxon quemador N° 3					
	Maxon quemador N° 4					
	Maxon recirculación de fuel oil					
	Damper VTF					

PLANTA BAJA

TAG	REGULACIÓN A:	0%	25%	50%	75%	100%
FCV4-1	Recirculación bombas de condensado					
LCV5-2	Agua de Enfriamiento					
LCV4-5H	Condensador al tanque de condensado					
LCV4-5L	Tanque de condensado al condensador					
FCV3-3	Recirculación bomba de alimentar caldera					
PCV8-1	Suministro de agua potable al tanque aéreo					
	Prueba manual limitorque Bomba circulac. 1					
	Prueba manual limitorque Bomba circulac. 2					
	Prueba manual limitorque B. Circulac. comun					

TURBINA


TAG	REGULACIÓN A:	0%	25%	50%	75%	100%
LCV4-2	Calentador de intermedia al calentador de baja					
LCV4-3	Calentador de baja al condensador					
LCV4-8	Control principal de condensado					
LCV4-13	Vapor del precalentador de aire al condensador					
LCV4-1E	Calentador de alta al calentador de intermedia					

PARTICIPANTES EN LA PRUEBA


Participantes por Operación		Participantes por Operación	
Nombre	Firma	Nombre	Firma
_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____


Revisado por: _____

Cargo: _____

	PLANTA DE GENERACIÓN TÉRMICA TERMOBARRANCA.	Revisión No.: 1.
	MANUAL DE PROCEDIMIENTOS PARA MANTENIMIENTO PREVENTIVO CALDERA EN LAS UNIDADES 1 Y 2.	Página: 58 de 98.
		Código:
Elaborado por: Dalia Luna Monsalve. Estudiante en práctica de Ingeniería Mecánica UPB Seccional Bucaramanga.		Fecha: Noviembre 2010.


Anexo 3. ORDEN DE TRABAJO FRENTE CÓDIGO RMAN004.

		COPIA SECCION MANTENIMIENTO Y ARCHIVO		Revisión No.: 3													
				Código: RMAN004													
		ORDEN DE TRABAJO		O.D.T. N°	FECHA DE SOLICITUD												
PLANTA		UNIDAD		CÓDIGO DEL EQUIPO													
EQUIPO																	
SOLICITANTE	5 MOTIVO DE LA SOLICITUD			6 TRABAJAR CON SERVICIO <input type="checkbox"/> PARADA <input type="checkbox"/>													
				UNIDAD <input type="checkbox"/> EQUIPO <input type="checkbox"/>													
				7 SOLICITANTE NOMBRE													
				8 APROBADO POR NOMBRE													
				9													
				10 AREA RESPONSABLE													
				11 COORDINADOR RESPONSABLE NOMBRE FIRMA													
				12 PRIORIDAD													
				13 TIPO DE MANTENIMIENTO													
				14													
COORDINADOR	14 NOTAS DEL COORDINADOR RESPONSABLE			15 EJECUTANTES PERSONAL ESSA <input type="checkbox"/> FIRMA EXTERNA <input type="checkbox"/> Cuál?													
				16 FECHA DE REGISTRO													
				17 Notas Asistente Responsable													
18 INCLUIDA HOJA PLANEADOR ?		20 Operador responsable del área															
<input type="checkbox"/> SI		<table border="1"> <tr> <th colspan="2">Entrega</th> <th colspan="2">Recibe</th> </tr> <tr> <td>Nombre</td> <td>Firma</td> <td>Nombre</td> <td>Firma</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>				Entrega		Recibe		Nombre	Firma	Nombre	Firma				
Entrega		Recibe															
Nombre	Firma	Nombre	Firma														
19 FECHA DE ASIGNACION TRABAJO		Mantenedor responsable del trabajo															
		<table border="1"> <tr> <th colspan="2">Recibe</th> <th colspan="2">Entrega</th> </tr> <tr> <td>Nombre</td> <td>Firma</td> <td>Nombre</td> <td>Firma</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>				Recibe		Entrega		Nombre	Firma	Nombre	Firma				
Recibe		Entrega															
Nombre	Firma	Nombre	Firma														
EQUIPO EN:		Asistente de Mantenimiento		Asistente Operativo													
Fecha	Hora	Nombre	Firma	Nombre	Firma												
Seguridad e inicio de trabajo																	
Entrega, Trabajo efectuado-aceptado																	


	PLANTA DE GENERACIÓN TÉRMICA TERMOBARRANCA.	Revisión No.: 1.
	MANUAL DE PROCEDIMIENTOS PARA MANTENIMIENTO PREVENTIVO CALDERA EN LAS UNIDADES 1 Y 2.	Página: 59 de 98.
		Código:
Elaborado por: Dalia Luna Monsalve. Estudiante en práctica de Ingeniería Mecánica UPB Seccional Bucaramanga.		Fecha: Noviembre 2010.

Anexo 3. ORDEN DE TRABAJO RESPALDO CÓDIGO RMAN004.

[illegible]


	PLANTA DE GENERACIÓN TÉRMICA TERMOBARRANCA.		Revisión No.: 1.
	MANUAL DE PROCEDIMIENTOS PARA MANTENIMIENTO PREVENTIVO CALDERA EN LAS UNIDADES 1 Y 2.		Página: 61 de 98.
			Código:
Elaborado por: Dalia Luna Monsalve. Estudiante en práctica de Ingeniería Mecánica UPB Seccional Bucaramanga.			Fecha: Noviembre 2010.

Anexo 5. CONSUMO DE COMBUSTIBLES CÓDIGO RTER004.


		PROCESO GESTION GENERACION TERMICA SUBPROCESO GESTION GENERACION TERMICA A VAPOR CONSUMO DE COMBUSTIBLES ZONA RESPONSABLE: PLANTA BAJA TERMOBARRANCA		Revision No: 2 Codigo: RTER004
FECHA: _____ AÑO _____ MES _____ DIA _____				

VICH	GAS NATURAL LINEA - 220 PSI		QUEMADORES EN SERVICIO												NIVEL TANQUES FUEL OIL		
	BASE TOTAL (ACUMULADO TOTAL)	CONTRACT TOTAL (ACUMULADO DIA)	PREY COTR TOTAL (P. COTR. ANTERIOR)	UNIDAD 1			UNIDAD 2			UNIDAD 3			Principa	Damo 1	Damo 2	Damo 3	
				Carga	Con Gas	Con F.O.	Carga	Con Gas	Con F.O.	Carga	Con Gas	Con F.O.					
0	MCF	MCF	MCF	MW	N°	N°	MW	N°	N°	MW	N°	N°	m³	m³	m³	m³	
1																	
2																	
3																	
4																	
5																	
6																	
7																	
8																	
9																	
10																	
11																	
12																	
13																	
14																	
15																	
16																	
17																	
18																	
19																	
20																	
21																	
22																	
23																	
24																	

OBSERVACIONES:	OPERADOR TURNO 1:	OPERADOR TURNO 2:	OPERADOR TURNO 3:
	ASISTENTE TURNO 1:	ASISTENTE TURNO 2:	ASISTENTE TURNO 3:

	PLANTA DE GENERACIÓN TÉRMICA TERMOBARRANCA.	Revisión No.: 1.
	MANUAL DE PROCEDIMIENTOS PARA MANTENIMIENTO PREVENTIVO CALDERA EN LAS UNIDADES 1 Y 2.	Página: 63 de 98.
		Código:
Elaborado por: Dalia Luna Monsalve. Estudiante en práctica de Ingeniería Mecánica UPB Seccional Bucaramanga.		Fecha: Noviembre 2010.

Anexo 7. PROTOCOLO DE OPERACIONES PRUEBA DE PROTECCIONES CALDERA CÓDIGO RTER025.

	PROCESO GESTIÓN GENERACIÓN TÉRMICA SUBPROCESO GESTIÓN GENERACIÓN TÉRMICA A VAPOR	Revisión No: 2
	PROTOCOLO DE OPERACIONES PRUEBA DE PROTECCIONES CALDERA - TERMOBARRANCA	Código: RTER025

Fecha: _____

Marque con X la UNIDAD correspondiente

1	2
---	---

PARÁMETRO	V/R NOMINAL	V/R MEDIDO	ACEPTADO SI ó NO	OBSERVACIONES
Disparo caldera por bajo flujo de aire	> 30 Klb/h			
Disparo cald por bajo flujo de aire (% Damper)	18% (*).2)			
Disparo caldera por parada de CAR	Disparo Caldera			
Disp. cald. por baja pres. aire instrumentos	60 Psi (*).10%)			
Disp. Caldera por baja presión de gas natural	25 Psi (*).10%)			
Disp. Caldera por alta presión de gas natural	80 Psi (*).5%)			
Prueba apertura y cierre valvula corte de gas	On-Off			
Verificación nivel normal en sala de control	0 Pulg			
Verificación nivel Normal en nivel visual local	3.5 Orificios			
Disparo nivel alto	7 Pulg. (*).10%)			
Alarma nivel alto	4 Pulg. (*).10%)			
Disparo nivel bajo	-7 Pulg. (*).10%)			
Alarma nivel bajo	-4 Pulg. (*).10%)			
Verificación nivel local desgasificador	60% (*).2%)			
Verificación nivel remoto desgasificador en sala de control	0 Pulg			
Actuador de Disparo caldera local	Disparo Caldera			
Actuador de Disparo caldera remoto S de C.	Disparo Caldera			


Observaciones Generales: _____

PARTICIPANTES EN LA PRUEBA

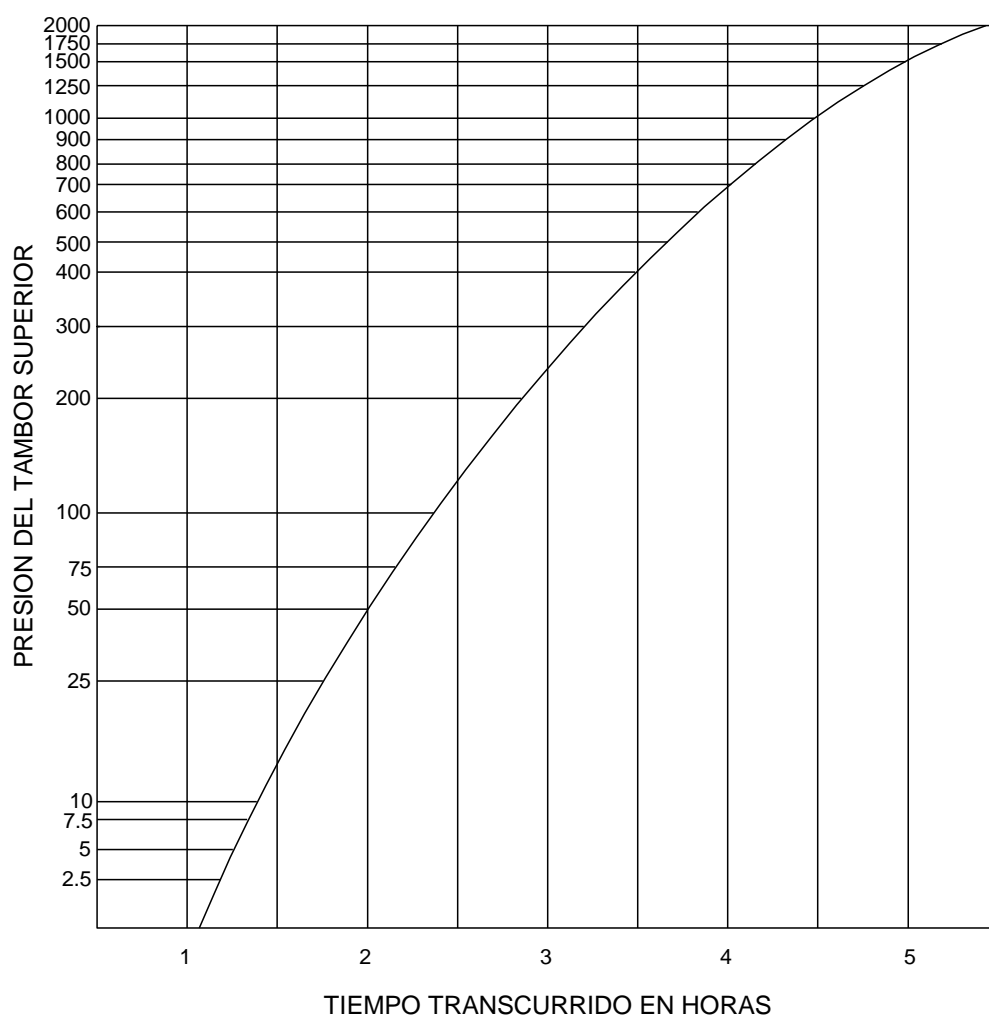
<i>Participantes por Operación</i>		<i>Participantes por Mantenimiento</i>	
Nombre	Firma	Nombre	Firma

Revisado por: _____

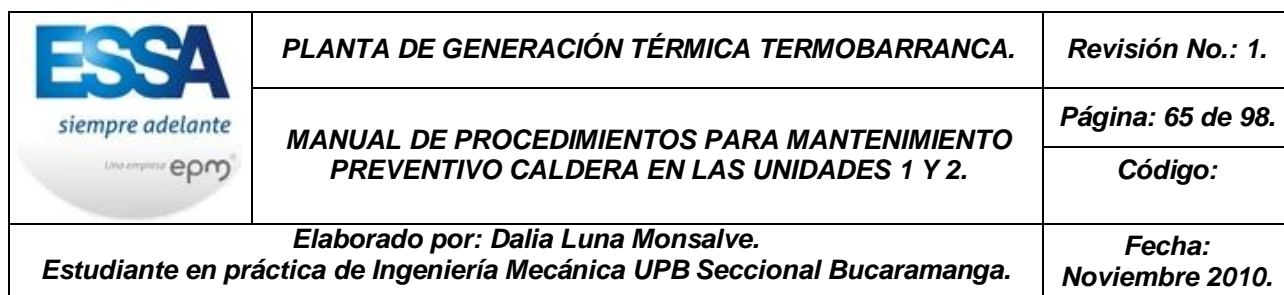
Cargo: _____

	PLANTA DE GENERACIÓN TÉRMICA TERMOBARRANCA.	Revisión No.: 1.
	MANUAL DE PROCEDIMIENTOS PARA MANTENIMIENTO PREVENTIVO CALDERA EN LAS UNIDADES 1 Y 2.	Página: 64 de 98.
		Código:
Elaborado por: Dalia Luna Monsalve. Estudiante en práctica de Ingeniería Mecánica UPB Seccional Bucaramanga.		Fecha: Noviembre 2010.

Anexo 8. CURVA NATURAL DE CIRCULACIÓN MEDIA DE RECALENTAMIENTO CALDERA UNIDADES 1 Y 2- FIGURA RECOMENDADA POR EL FABRICANTE.




INCREMENTO DE TEMPERATURA DEL FLUJO DE VAPOR SATURADO 100°C POR HORA.
TEMPERATURA INICIAL DEL AGUA DE LA CALDERA 100°F 37,8°C.




Anexo 9. VARIABLES DE OPERACIÓN RELACIONADAS CON LOS TABLEROS 1 Y 2 CÓDIGO RTER011.


FECHA:			AÑO	MES	DÍA																					
UNIDAD No.: _____																										
PROCESO GESTION GENERACION TERMICA SUBPROCESO GESTION GENERACION TERMICA A VAPOR Revision No.: 3 Codigo: RTER011																										
VARIABLES DE OPERACION RELACIONADAS CON LOS TABLEROS 1 Y 2 ZONA RESPONSABLE: TABLEROS TERMOBARRANCA																										
HORA / PARAMETRO	CANTIDAD	UNIDAD	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
CALDERA																										
PRESION CALDERA	527 - 615 kg/cm ²	750 - 875 psi																								
NIVEL CALDERA	[2] - [3] paginas																									
POTENCIA PARA VAPOR CALDERA	480 - 485 °C	860 - 965 #F																								
LLENADO FUELO OIL A ALIMENTADORES	110 - 102 kWh																									
LLENADO GAS A ALIMENTADORES	115 - 102 kWh																									
POTENCIA DE VAPOR CALDERA	0.09 - 0.14 kg/cm ²	1.4 - 2.0 psi																								
LLENADO ANE LA CALDERA	130 - 170 kWh																									
LLENADO AGUA ALIMENTAR CALDERA	85 - 110 kWh																									
LLENADO AGUA PARA TURBINA	80 - 102 kWh																									
TURBINA																										
PRESION VAPOR ENTRADA TURBINA	527 - 615 kg/cm ²	750 - 875 psi																								
NIVEL CONDENSADOR	[4] - [4] paginas																									
TURBO MANDO CONDENSADO	80 - 102 kWh																									
GENERADOR																										
POTENCIA ACTIVA	445% DESPACHO MW																									
POTENCIA REACTIVA	5.8 - 6.5 MJAR																									
CORRIENTE A	480 - 600 A																									
CORRIENTE B	480 - 600 A																									
CORRIENTE C	480 - 600 A																									
TENSION 1	13.5 - 15 KV																									
TENSION 2	13.5 - 15 KV																									
TENSION 3	13.5 - 15 KV																									
EXCITACION (CO)	165 - 95 A																									
EXCITACION (CD)	175 - 210 V																									
OBSERVACIONES:																										
OPERADOR TURNO 1: _____ ASISTENTE TURNO 1: _____																										
OPERADOR TURNO 2: _____ ASISTENTE TURNO 2: _____																										
OPERADOR TURNO 3: _____ ASISTENTE TURNO 3: _____																										

	PLANTA DE GENERACIÓN TÉRMICA TERMOBARRANCA.		Revisión No.: 1.
	MANUAL DE PROCEDIMIENTOS PARA MANTENIMIENTO PREVENTIVO CALDERA EN LAS UNIDADES 1 Y 2.		Página: 66 de 98.
			Código:
Elaborado por: Dalia Luna Monsalve. Estudiante en práctica de Ingeniería Mecánica UPB Seccional Bucaramanga.			Fecha: Noviembre 2010.

Anexo 10. CONTROL Y OPTIMIZACIÓN DE PROCESOS CÓDIGO RTER013.


	PROCESO GESTION GENERACION TERMICA SUBPROCESO GESTION GENERACION TERMICA A VAPOR CONTROL Y OPTIMIZACION DE PROCESOS ZONA RESPONSABLE: TABLEROS TERMOBARRANCA		Revision No: 3 Código: RTER013
	<div style="text-align: right;"> FECHA: <u> </u> AÑO <u> </u> MES <u> </u> DIA UNIDAD No.: <u> </u> </div>		

VARIABLE	TURNO		OBSERVACIONES
	UNIDAD	MM	
CARGA DE LA UNIDAD			
PRESION CALDERA	527 - 613 kg/cm ²	750 - 875 psi	
EXCESO DE OXIGENO	0.5 - 2.0 % O ₂		
DIÓXIDO DE CARBONO	±3.8 % CO ₂		
BASES COME CALDERA	55 - 80 %		
APERTURA DEL DAMPER	50 - 65 %		
APERTURA VALVULA DE GAS	130 - 170 ksh		
FLUJO DE AIRE A LA CALDERA	115 - 125 psfh		
FLUJO DE GAS A QUEMADORES	132 - 141 VUELTAS		
APERTURA PURGA CALDERA			
TEMP. VAPOR ENTRADA EVAPORADOR	250 - 320 °C	482 - 608 °F	
TEMP. CUERPO EVAPORADOR	130 - 160 °C	266 - 320 °F	
PRESION VAPOR ENTRADA EVAPORADOR	6 - 7.7 kg/cm ²	86 - 110 psi	
NIVEL EVAPORADOR	30 - 70 %		
APERTURA PURGA EVAPORADOR			
PH EVAPORADOR	6 - 8.5 unidad de pH		
CONDUCTIVIDAD SALIDA VAPOR DEL EVAPORADOR	±5 µS/cm		
CONDUCTIVIDAD CUERPO EVAPORADOR	1000 - 1500 µS/cm		
NIVEL TANQUE DE CONDENSADO	2 - 5.1 m		
PRESION VAPOR DESGASIFICADOR	3.0 - 6.0 kg/cm ²	42 - 86 psi	
TEMPERATURA DESGASIFICADOR	130 - 170 °C	266 - 328 °F	
APERTURA VENTIL DEL DESGASIFICADOR	1 - 3 VUELTAS		
PH AGUA DESGASIFICADOR	±7.8 unidad de pH		
RESIDUAL DE HORNOVA DESGASIFICADOR	0.01 - 0.2 mg/L N-H		
OBSERVACIONES:			
FIRMA OPERADOR			
FIRMA ASISTENTE			


	PLANTA DE GENERACIÓN TÉRMICA TERMOBARRANCA.	Revisión No.: 1.
	MANUAL DE PROCEDIMIENTOS PARA MANTENIMIENTO PREVENTIVO CALDERA EN LAS UNIDADES 1 Y 2.	Página: 67 de 98.
		Código:
Elaborado por: Dalia Luna Monsalve. Estudiante en práctica de Ingeniería Mecánica UPB Seccional Bucaramanga.		Fecha: Noviembre 2010.

Anexo 11. ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO DE AGUA CÓDIGO RTER001.

[illegible]

	PLANTA DE GENERACIÓN TÉRMICA TERMOBARRANCA.	Revisión No.: 1.
	MANUAL DE PROCEDIMIENTOS PARA MANTENIMIENTO PREVENTIVO CALDERA EN LAS UNIDADES 1 Y 2.	Página: 68 de 98.
		Código:
Elaborado por: Dalia Luna Monsalve. Estudiante en práctica de Ingeniería Mecánica UPB Seccional Bucaramanga.		Fecha: Noviembre 2010.

Anexo 12. PROTOCOLO DE EQUIPOS AUXILIARES PRINCIPALES PRUEBA HIDROSTÁTICA CALDERA CÓDIGO RTER022.

	PROCESO GESTIÓN GENERACIÓN TÉRMICA SUBPROCESO GESTIÓN GENERACIÓN TÉRMICA A VAPOR	Revisión No: 2
	PROTOCOLO EQUIPOS AUXILIARES PRINCIPALES PRUEBA HIDROSTATICA CALDERAS - TERMOBARRANCA	Código: RTER022

Fecha

Marque con X la UNIDAD correspondiente

Presión de Prueba acordada (Psi)

PARÁMETRO	UNIDAD	V/R MEDIDO	OBSERVACIONES
Presión de prueba	Psi		
Presión a los 2 minutos	Psi		
Presión a los 3 minutos	Psi		
Presión a los 5 minutos	Psi		
Presión a los 10 minutos	Psi		
Presión a los 15 minutos	Psi		
Presión a los 20 minutos	Psi		
Presión a los 25 minutos	Psi		
Presión a los 30 minutos	Psi		
Presión a los 60 minutos	Psi		

Observaciones Generales:

PARTICIPANTES EN LA PRUEBA

Participantes por Operación


Nombre _____ Firma _____

Participantes por Mantenimiento


Nombre	Firma
--------	-------

Revisado por: _____

Cargo:

	PLANTA DE GENERACIÓN TÉRMICA TERMOBARRANCA.	Revisión No.: 1.
	MANUAL DE PROCEDIMIENTOS PARA MANTENIMIENTO PREVENTIVO CALDERA EN LAS UNIDADES 1 Y 2.	Página: 69 de 98.
		Código:
Elaborado por: Dalia Luna Monsalve. Estudiante en práctica de Ingeniería Mecánica UPB Seccional Bucaramanga.		Fecha: Noviembre 2010.

Anexo 13. PROTOCOLO DE EQUIPOS AUXILIARES PRINCIPALES PRUEBA DE DISPARO DE VÁLVULAS DE SEGURIDAD CALDERAS CÓDIGO RTER023.

	PROCESO GESTIÓN GENERACIÓN TÉRMICA SUBPROCESO GESTIÓN GENERACIÓN TÉRMICA A VAPOR	Revisión No: 2
	PROTOCOLO EQUIPOS AUXILIARES PRINCIPALES PRUEBA DE DISPARO DE VALVULAS DE SEGURIDAD DE CALDERAS - TERMOBARRANCA	Código: RTER023

Fecha _____

Marque con X la UNIDAD correspondiente

☐ 1 ☐ 2

PARÁMETRO	V/R NOMINAL	V/R MEDIDO	ACEPTADO SI ó NO	OBSERVACIONES
Presión de Disparo válvula de 1070 Psi	1070 Psi			
Presión de cierre válvula de 1070 Psi	1027 Psi			
Presión de Disparo válvula de 1040 Psi	1040 Psi			
Presión de cierre válvula de 1040 Psi	998 Psi			
Presión de Disparo válvula de 915 Psi	915 Psi			
Presión de cierre válvula de 915 Psi	878 Psi			

NOTA 1

El disparo de las válvulas de seguridad se debe efectuar en mas o menos el 1% de la Presión nominal de disparo

NOTA 2

Antes de iniciar la prueba de disparo de cada válvula se debe:

1. Verificar que la señal de nivel local de la caldera coincida con la señal de nivel en la sala de control
2. Verificar que la señal de presión local coincida con la señal de presión del transmisor en sala de control

NOTA 3

Para realizar esta prueba de válvulas, el área debe estar despejada de personal y limitada con cinta de área restringida


Observaciones Generales:

PARTICIPANTES EN LA PRUEBA

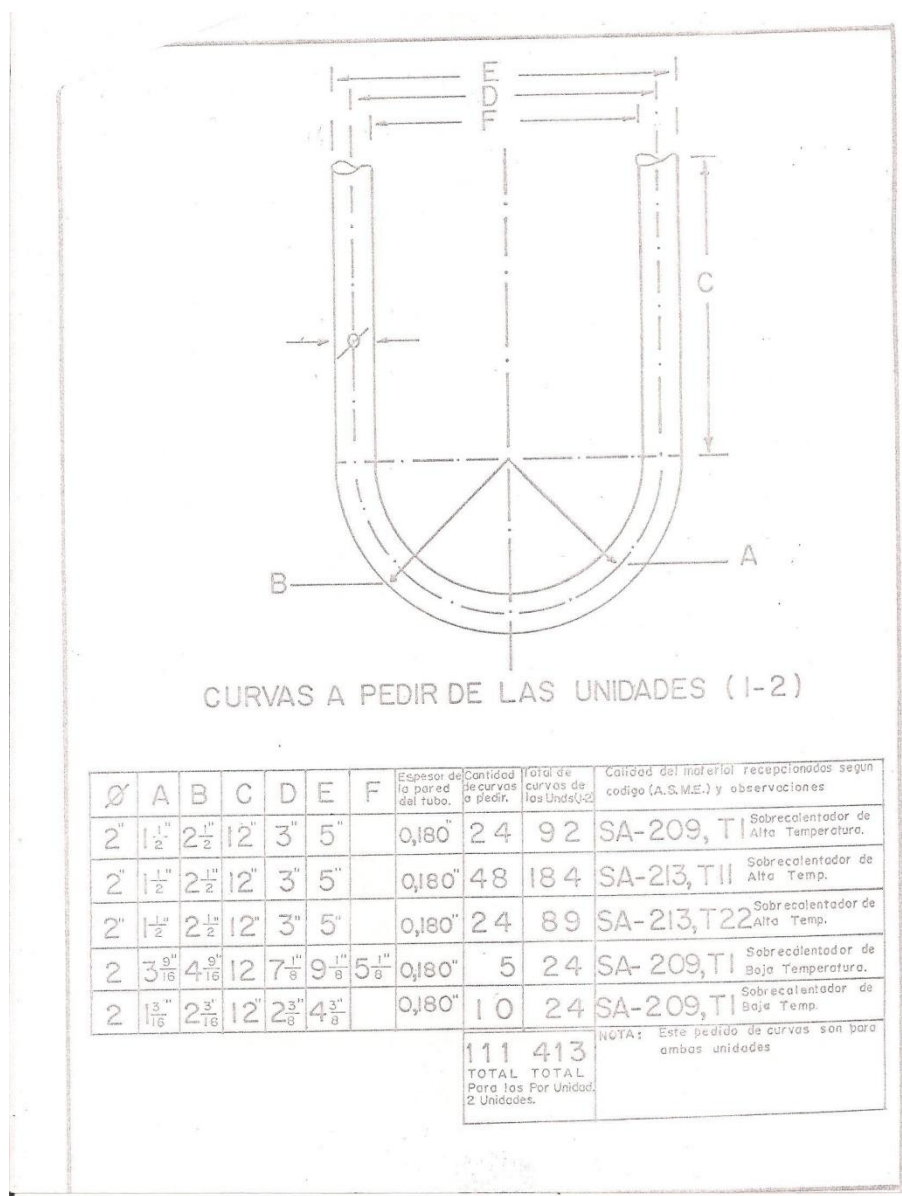
Participantes por Operación		Participantes por Mantenimiento	
Nombre	Firma	Nombre	Firma
_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____


Revisado por: _____

Cargo: _____

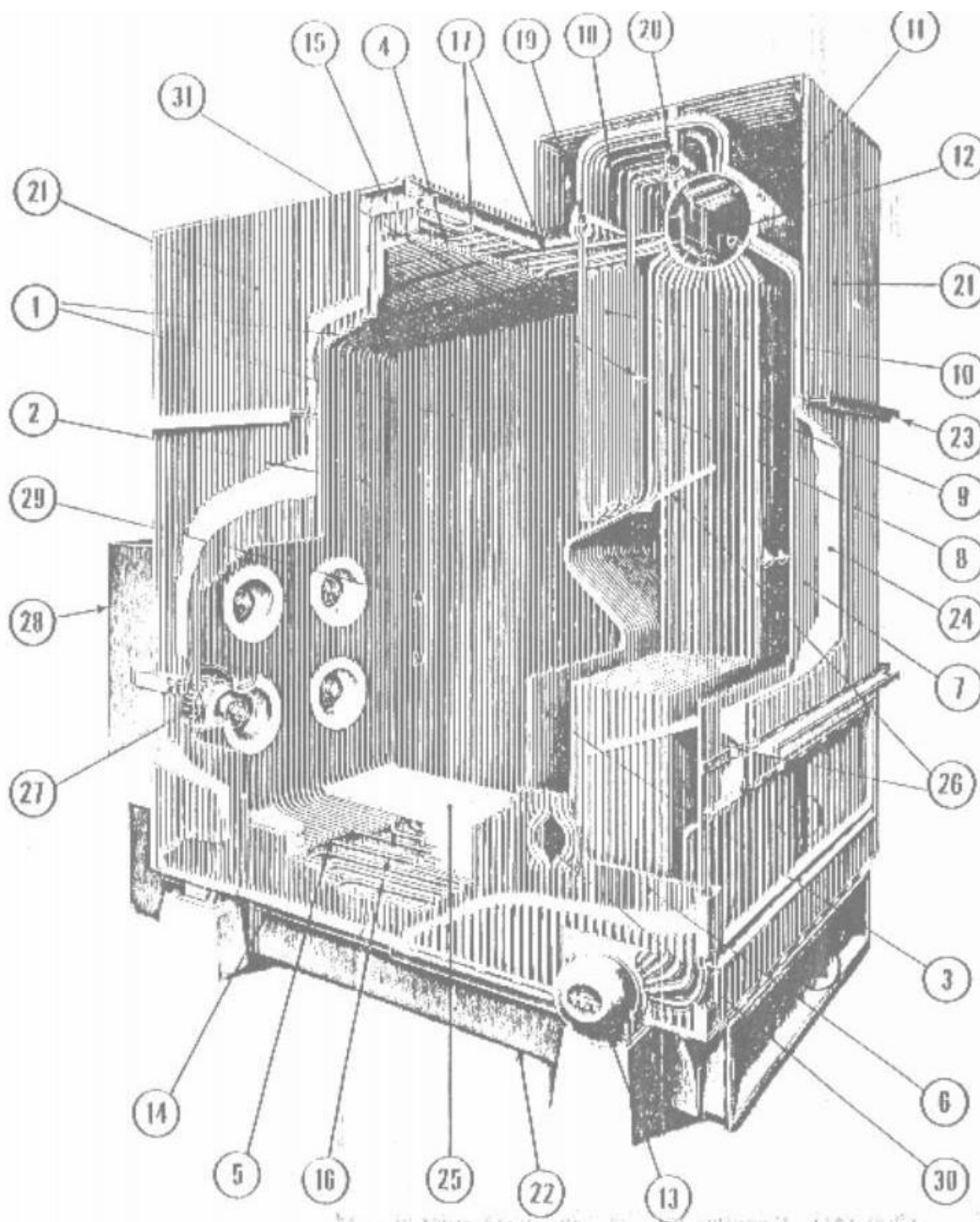
	PLANTA DE GENERACIÓN TÉRMICA TERMOBARRANCA.	Revisión No.: 1.
	MANUAL DE PROCEDIMIENTOS PARA MANTENIMIENTO PREVENTIVO CALDERA EN LAS UNIDADES 1 Y 2.	Página: 70 de 98.
		Código:
Elaborado por: Dalia Luna Monsalve. Estudiante en práctica de Ingeniería Mecánica UPB Seccional Bucaramanga.		Fecha: Noviembre 2010.


Anexo 14. DIMENSIONES DE LAS TUBERÍAS CURVAS DE LOS SOBRECALENTADORES PRIMARIO Y SECUNDARIO.




	PLANTA DE GENERACIÓN TÉRMICA TERMOBARRANCA.	Revisión No.: 1.
	MANUAL DE PROCEDIMIENTOS PARA MANTENIMIENTO PREVENTIVO CALDERA EN LAS UNIDADES 1 Y 2.	Página: 71 de 98.
		Código:
Elaborado por: Dalia Luna Monsalve. Estudiante en práctica de Ingeniería Mecánica UPB Seccional Bucaramanga.		Fecha: Noviembre 2010.

Anexo 15. LISTA DE PARTES CALDERA UNIDADES 1 Y 2.




	PLANTA DE GENERACIÓN TÉRMICA TERMOBARRANCA.	Revisión No.: 1.
	MANUAL DE PROCEDIMIENTOS PARA MANTENIMIENTO PREVENTIVO CALDERA EN LAS UNIDADES 1 Y 2.	Página: 72 de 98.
		Código:
Elaborado por: Dalia Luna Monsalve. Estudiante en práctica de Ingeniería Mecánica UPB Seccional Bucaramanga.		Fecha: Noviembre 2010.

1. Panel de tubos de la pared lateral del hogar.
2. Panel de tubos de la pared frontal del hogar.
3. Panel de tubos de la pared posterior del hogar.
4. Panel de tubos de techos del hogar.
5. Panel de tubos del piso del hogar.
6. Tubos laterales de la pared de la caldera.
7. Panel de tubos de la pared posterior de la caldera.
8. Pantalla de tubos de la caldera.
9. Tubos de la caldera.
10. Elementos del Sobrecalentador.
11. Drumm superior ó de vapor
12. Interior del Drumm superior.
13. Drumm de lodos ó Inferior.
14. Colector inferior de la pared lateral
15. Colector superior de la pared lateral
16. Tubos de abastecimientos.
17. Tubos ascendentes.
18. Tubos de conexión del Sobrecalentador.
19. Colector de entrada al Sobrecalentador
20. Colector de salida del Sobrecalentador.
21. Envoltura estriada.
22. Envoltura lisa.

	PLANTA DE GENERACIÓN TÉRMICA TERMOBARRANCA.	Revisión No.: 1.
	MANUAL DE PROCEDIMIENTOS PARA MANTENIMIENTO PREVENTIVO CALDERA EN LAS UNIDADES 1 Y 2.	Página: 73 de 98.
		Código:
Elaborado por: Dalia Luna Monsalve. Estudiante en práctica de Ingeniería Mecánica UPB Seccional Bucaramanga.		Fecha: Noviembre 2010.


23. Refuerzo.
24. Capa de aislamiento en lana mineral
25. Piso.
26. Desviación del cruce del flujo de gas.
27. Quemador tipo R.
28. Caja de circulación de aire al quemador.
29. Mirilla de observación.
30. Manhold.
31. Soplador de deshollinador rotativo.
32. Ducto de conexión de entrada de aire.
33. Ducto de conexión de salida de gases.

	PLANTA DE GENERACIÓN TÉRMICA TERMOBARRANCA.	Revisión No.: 1.
	MANUAL DE PROCEDIMIENTOS PARA MANTENIMIENTO PREVENTIVO CALDERA EN LAS UNIDADES 1 Y 2.	Página: 74 de 98.
		Código:
Elaborado por: Dalia Luna Monsalve. Estudiante en práctica de Ingeniería Mecánica UPB Seccional Bucaramanga.		Fecha: Noviembre 2010.

Anexo 16. FOTOS CALDERA UNIDADES 1 Y 2.




Calderas unidades 1 y 2.

	PLANTA DE GENERACIÓN TÉRMICA TERMOBARRANCA.	Revisión No.: 1.
	MANUAL DE PROCEDIMIENTOS PARA MANTENIMIENTO PREVENTIVO CALDERA EN LAS UNIDADES 1 Y 2.	Página: 75 de 98.
		Código:
Elaborado por: Dalia Luna Monsalve. Estudiante en práctica de Ingeniería Mecánica UPB Seccional Bucaramanga.		Fecha: Noviembre 2010.




Caldera Unidad 1.

	PLANTA DE GENERACIÓN TÉRMICA TERMOBARRANCA.	Revisión No.: 1.
	MANUAL DE PROCEDIMIENTOS PARA MANTENIMIENTO PREVENTIVO CALDERA EN LAS UNIDADES 1 Y 2.	Página: 76 de 98.
		Código:
Elaborado por: Dalia Luna Monsalve. Estudiante en práctica de Ingeniería Mecánica UPB Seccional Bucaramanga.		Fecha: Noviembre 2010.




Caldera unidad 2.

	PLANTA DE GENERACIÓN TÉRMICA TERMOBARRANCA.	Revisión No.: 1.
	MANUAL DE PROCEDIMIENTOS PARA MANTENIMIENTO PREVENTIVO CALDERA EN LAS UNIDADES 1 Y 2.	Página: 77 de 98.
		Código:
Elaborado por: Dalia Luna Monsalve. Estudiante en práctica de Ingeniería Mecánica UPB Seccional Bucaramanga.		Fecha: Noviembre 2010.




Vista Lateral – Caldera unidad 1.

	PLANTA DE GENERACIÓN TÉRMICA TERMOBARRANCA.	Revisión No.: 1.
	MANUAL DE PROCEDIMIENTOS PARA MANTENIMIENTO PREVENTIVO CALDERA EN LAS UNIDADES 1 Y 2.	Página: 78 de 98.
		Código:
Elaborado por: Dalia Luna Monsalve. Estudiante en práctica de Ingeniería Mecánica UPB Seccional Bucaramanga.		Fecha: Noviembre 2010.




Chimenea – Caldera unidades 1 y 2.

	PLANTA DE GENERACIÓN TÉRMICA TERMOBARRANCA.	Revisión No.: 1.
	MANUAL DE PROCEDIMIENTOS PARA MANTENIMIENTO PREVENTIVO CALDERA EN LAS UNIDADES 1 Y 2.	Página: 79 de 98.
		Código:
Elaborado por: Dalia Luna Monsalve. Estudiante en práctica de Ingeniería Mecánica UPB Seccional Bucaramanga.		Fecha: Noviembre 2010.




Mirillas – Caldera unidades 1 y 2.

	PLANTA DE GENERACIÓN TÉRMICA TERMOBARRANCA.	Revisión No.: 1.
	MANUAL DE PROCEDIMIENTOS PARA MANTENIMIENTO PREVENTIVO CALDERA EN LAS UNIDADES 1 Y 2.	Página: 80 de 98.
		Código:
Elaborado por: Dalia Luna Monsalve. Estudiante en práctica de Ingeniería Mecánica UPB Seccional Bucaramanga.		Fecha: Noviembre 2010.




Dos deshollinadores rotativos – Caldera unidades 1 y 2.

	PLANTA DE GENERACIÓN TÉRMICA TERMOBARRANCA.	Revisión No.: 1.
	MANUAL DE PROCEDIMIENTOS PARA MANTENIMIENTO PREVENTIVO CALDERA EN LAS UNIDADES 1 Y 2.	Página: 81 de 98.
		Código:
Elaborado por: Dalia Luna Monsalve. Estudiante en práctica de Ingeniería Mecánica UPB Seccional Bucaramanga.		Fecha: Noviembre 2010.




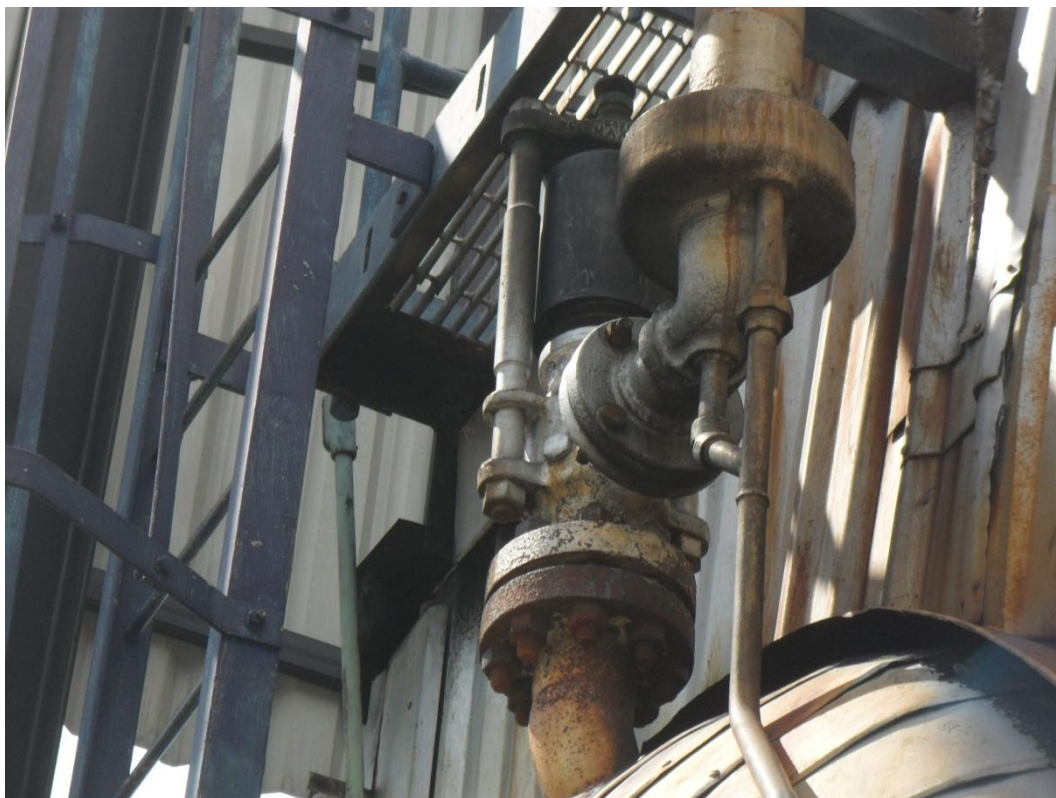
Un deshollinador retráctil – Caldera unidades 1 y 2.

	PLANTA DE GENERACIÓN TÉRMICA TERMOBARRANCA.	Revisión No.: 1.
	MANUAL DE PROCEDIMIENTOS PARA MANTENIMIENTO PREVENTIVO CALDERA EN LAS UNIDADES 1 Y 2.	Página: 82 de 98.
		Código:
Elaborado por: Dalia Luna Monsalve. Estudiante en práctica de Ingeniería Mecánica UPB Seccional Bucaramanga.		Fecha: Noviembre 2010.




Acceso hogar de la caldera, MANHOLD – Caldera unidades 1 y 2.

	PLANTA DE GENERACIÓN TÉRMICA TERMOBARRANCA.	Revisión No.: 1.
	MANUAL DE PROCEDIMIENTOS PARA MANTENIMIENTO PREVENTIVO CALDERA EN LAS UNIDADES 1 Y 2.	Página: 83 de 98.
		Código:
Elaborado por: Dalia Luna Monsalve. Estudiante en práctica de Ingeniería Mecánica UPB Seccional Bucaramanga.		Fecha: Noviembre 2010.




Válvula de seguridad 915 PSI, tambor de vapor – Caldera unidades 1 y 2.

	PLANTA DE GENERACIÓN TÉRMICA TERMOBARRANCA.	Revisión No.: 1.
	MANUAL DE PROCEDIMIENTOS PARA MANTENIMIENTO PREVENTIVO CALDERA EN LAS UNIDADES 1 Y 2.	Página: 84 de 98.
		Código:
Elaborado por: Dalia Luna Monsalve. Estudiante en práctica de Ingeniería Mecánica UPB Seccional Bucaramanga.		Fecha: Noviembre 2010.




Ventoe, válvula de seguridad 915 PSI, tambor de vapor – Caldera unidades 1 y 2.

	PLANTA DE GENERACIÓN TÉRMICA TERMOBARRANCA.	Revisión No.: 1.
	MANUAL DE PROCEDIMIENTOS PARA MANTENIMIENTO PREVENTIVO CALDERA EN LAS UNIDADES 1 Y 2.	Página: 85 de 98.
		Código:
Elaborado por: Dalia Luna Monsalve. Estudiante en práctica de Ingeniería Mecánica UPB Seccional Bucaramanga.		Fecha: Noviembre 2010.




Quemadores, vista frontal – Caldera unidades 1 y 2.

	PLANTA DE GENERACIÓN TÉRMICA TERMOBARRANCA.	Revisión No.: 1.
	MANUAL DE PROCEDIMIENTOS PARA MANTENIMIENTO PREVENTIVO CALDERA EN LAS UNIDADES 1 Y 2.	Página: 86 de 98.
		Código:
Elaborado por: Dalia Luna Monsalve. Estudiante en práctica de Ingeniería Mecánica UPB Seccional Bucaramanga.		Fecha: Noviembre 2010.




Ductos de gas, aire – Caldera unidades 1 y 2.

	PLANTA DE GENERACIÓN TÉRMICA TERMOBARRANCA.	Revisión No.: 1.
	MANUAL DE PROCEDIMIENTOS PARA MANTENIMIENTO PREVENTIVO CALDERA EN LAS UNIDADES 1 Y 2.	Página: 87 de 98.
		Código:
Elaborado por: Dalia Luna Monsalve. Estudiante en práctica de Ingeniería Mecánica UPB Seccional Bucaramanga.		Fecha: Noviembre 2010.




Ventilador tiro forzado (VTF), precalentador – Caldera unidades 1 y 2.

	PLANTA DE GENERACIÓN TÉRMICA TERMOBARRANCA.	Revisión No.: 1.
	MANUAL DE PROCEDIMIENTOS PARA MANTENIMIENTO PREVENTIVO CALDERA EN LAS UNIDADES 1 Y 2.	Página: 88 de 98.
		Código:
Elaborado por: Dalia Luna Monsalve. Estudiante en práctica de Ingeniería Mecánica UPB Seccional Bucaramanga.		Fecha: Noviembre 2010.




Calentador de aire rotativo (CAR) – Caldera unidades 1 y 2.

	PLANTA DE GENERACIÓN TÉRMICA TERMOBARRANCA.	Revisión No.: 1.
	MANUAL DE PROCEDIMIENTOS PARA MANTENIMIENTO PREVENTIVO CALDERA EN LAS UNIDADES 1 Y 2.	Página: 89 de 98.
		Código:
Elaborado por: Dalia Luna Monsalve. Estudiante en práctica de Ingeniería Mecánica UPB Seccional Bucaramanga.		Fecha: Noviembre 2010.




Tambor de lodos o drum inferior – Caldera unidades 1 y 2.

	PLANTA DE GENERACIÓN TÉRMICA TERMOBARRANCA.	Revisión No.: 1.
	MANUAL DE PROCEDIMIENTOS PARA MANTENIMIENTO PREVENTIVO CALDERA EN LAS UNIDADES 1 Y 2.	Página: 90 de 98.
		Código:
Elaborado por: Dalia Luna Monsalve. Estudiante en práctica de Ingeniería Mecánica UPB Seccional Bucaramanga.		Fecha: Noviembre 2010.




Tambor de vapor o drum superior – Caldera unidades 1 y 2.

	PLANTA DE GENERACIÓN TÉRMICA TERMOBARRANCA.	Revisión No.: 1.
	MANUAL DE PROCEDIMIENTOS PARA MANTENIMIENTO PREVENTIVO CALDERA EN LAS UNIDADES 1 Y 2.	Página: 91 de 98.
		Código:
Elaborado por: Dalia Luna Monsalve. Estudiante en práctica de Ingeniería Mecánica UPB Seccional Bucaramanga.		Fecha: Noviembre 2010.




Proceso de arranque, vapor saturado – Caldera unidades 1 y 2.

	PLANTA DE GENERACIÓN TÉRMICA TERMOBARRANCA.	Revisión No.: 1.
	MANUAL DE PROCEDIMIENTOS PARA MANTENIMIENTO PREVENTIVO CALDERA EN LAS UNIDADES 1 Y 2.	Página: 92 de 98.
		Código:
Elaborado por: Dalia Luna Monsalve. Estudiante en práctica de Ingeniería Mecánica UPB Seccional Bucaramanga.		Fecha: Noviembre 2010.




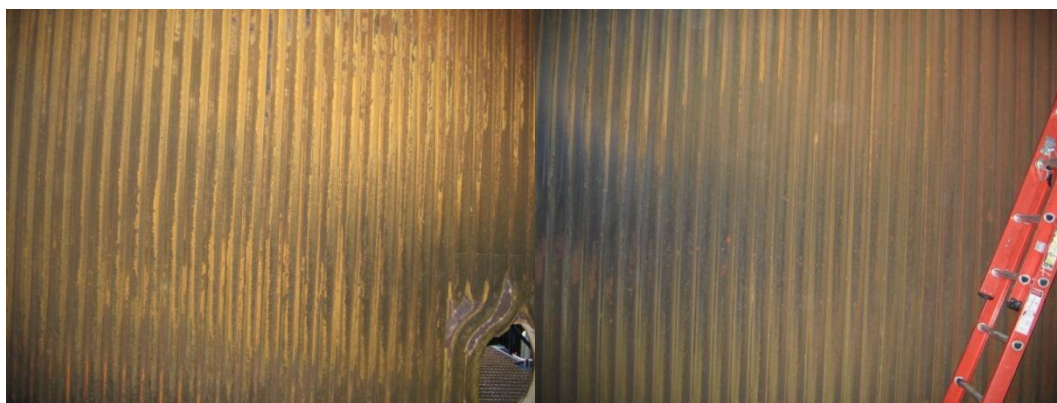
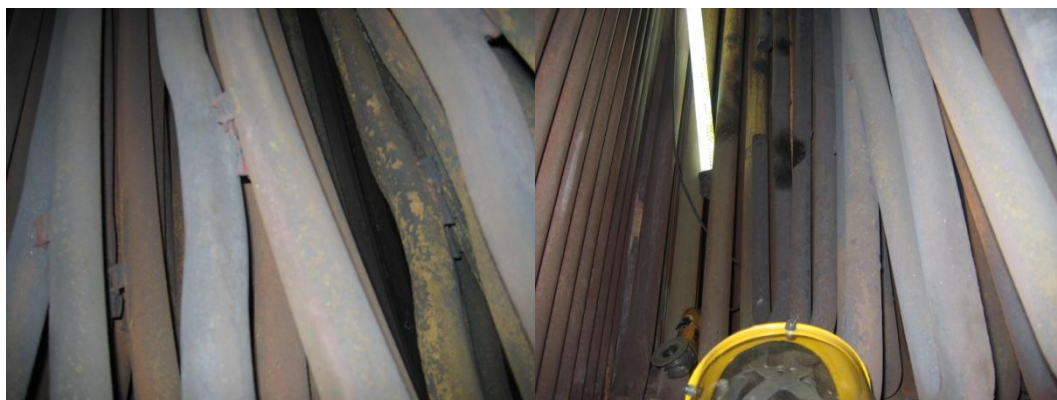
Proceso de arranque – Caldera unidades 1 y 2.

	PLANTA DE GENERACIÓN TÉRMICA TERMOBARRANCA.	Revisión No.: 1.
	MANUAL DE PROCEDIMIENTOS PARA MANTENIMIENTO PREVENTIVO CALDERA EN LAS UNIDADES 1 Y 2.	Página: 93 de 98.
		Código:
Elaborado por: Dalia Luna Monsalve. Estudiante en práctica de Ingeniería Mecánica UPB Seccional Bucaramanga.		Fecha: Noviembre 2010.


INSPECCIÓN VISUAL – Caldera unidades 1 y 2.



	PLANTA DE GENERACIÓN TÉRMICA TERMOBARRANCA.	Revisión No.: 1.
	MANUAL DE PROCEDIMIENTOS PARA MANTENIMIENTO PREVENTIVO CALDERA EN LAS UNIDADES 1 Y 2.	Página: 94 de 98.
		Código:
Elaborado por: Dalia Luna Monsalve. Estudiante en práctica de Ingeniería Mecánica UPB Seccional Bucaramanga.		Fecha: Noviembre 2010.



Tubería, en busca de corrosión, grietas – Inspección visual interna.


	PLANTA DE GENERACIÓN TÉRMICA TERMOBARRANCA.	Revisión No.: 1.
	MANUAL DE PROCEDIMIENTOS PARA MANTENIMIENTO PREVENTIVO CALDERA EN LAS UNIDADES 1 Y 2.	Página: 95 de 98.
		Código:
Elaborado por: Dalia Luna Monsalve. Estudiante en práctica de Ingeniería Mecánica UPB Seccional Bucaramanga.		Fecha: Noviembre 2010.



Láminas protectoras, aislamiento térmico, marca de ceniza (detección de fugas).




Colchón de lana de vidrio, aislamiento térmico, láminas protectoras desubicadas, color oscura (detección de fugas).

	PLANTA DE GENERACIÓN TÉRMICA TERMOBARRANCA.	Revisión No.: 1.
	MANUAL DE PROCEDIMIENTOS PARA MANTENIMIENTO PREVENTIVO CALDERA EN LAS UNIDADES 1 Y 2.	Página: 96 de 98.
		Código:
Elaborado por: Dalia Luna Monsalve. Estudiante en práctica de Ingeniería Mecánica UPB Seccional Bucaramanga.		Fecha: Noviembre 2010.




Caña de encendido, Fococelda, Mirilla – Quemador.

	PLANTA DE GENERACIÓN TÉRMICA TERMOBARRANCA.	Revisión No.: 1.
	MANUAL DE PROCEDIMIENTOS PARA MANTENIMIENTO PREVENTIVO CALDERA EN LAS UNIDADES 1 Y 2.	Página: 97 de 98.
		Código:
Elaborado por: Dalia Luna Monsalve. Estudiante en práctica de Ingeniería Mecánica UPB Seccional Bucaramanga.		Fecha: Noviembre 2010.



Piso del hogar de la caldera, ladrillos refractarios.

	PLANTA DE GENERACIÓN TÉRMICA TERMOBARRANCA.	Revisión No.: 1.
	MANUAL DE PROCEDIMIENTOS PARA MANTENIMIENTO PREVENTIVO CALDERA EN LAS UNIDADES 1 Y 2.	Página: 98 de 98.
		Código:
Elaborado por: Dalia Luna Monsalve. Estudiante en práctica de Ingeniería Mecánica UPB Seccional Bucaramanga.		Fecha: Noviembre 2010.



Quemadores, parte interior de la caldera.