



# **INFORME ACR CADENA REDLER DE EVACUACIÓN DE ESCORIA LAUTARO 2(L2)**

**LAUTARO – CHILE**

**Rev.**

**Febrero 2024**

	<b>Elaborado Por:</b>	<b>Revisado por;</b>	<b>Aprobado por:</b>
Nombre	Landerson Laborit		
Fecha	05/02/2024		
Firma			
<b>Control de Rev./Versión.</b>			

	ANÁLISIS CAUSA - RAÍZ	CÓDIGO: INF-I&P-MAN-2401-00
	INGENIERÍA Y PROYECTO	NUMERO DE PAGINA 2 de 29

## CONTENIDO

<b>1. ANTECEDENTES</b>	<b>3</b>
<b>2. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO</b>	<b>3</b>
2.1. Principios de funcionamiento	3
2.2. Fallos de funcionamiento, causas y soluciones	4
2.3. Especificaciones técnicas (contexto operacional)	6
<b>3. DESCRIPCIÓN DE LOS HECHOS</b>	<b>11</b>
<b>4. AFECTACIÓN</b>	<b>11</b>
<b>5. EQUIPO NATURAL DE TRABAJO (ENT)</b>	<b>12</b>
<b>6. DOCUMENTOS RECABADOS</b>	<b>13</b>
<b>7. ANÁLISIS CAUSA RAÍZ</b>	<b>14</b>
7.1. Árbol lógico de falla	16
7.2. Determinación causa raíz	17
7.3. Validación de hipótesis	20
7.4. Causa raíz determinada	20
<b>8. CONCLUSIONES</b>	<b>21</b>
<b>9. RECOMENDACIONES</b>	<b>22</b>
9.1. Re-instrucción del personal (operaciones, mecánicos y contratistas)	23
9.2. Inspeccionar y hacer pruebas a las partes del activo involucrado en el incidente	23
9.3. Procedimiento paso a paso de limpieza del desmenuzador y Bisinfín	23
9.4. Capacitación del personal	23
9.5. Evaluar posibilidad de apoyo del personal de otros departamentos para supervisión en terreno	24
9.6. Inspección y seguimiento de los mantenimientos preventivos programados	24
9.7. Definir funciones y responsabilidades de las empresas contratistas	25
9.8. Capacitar al personal dependiendo del área de trabajo donde apoyará	25
<b>10. JERARQUIZACIÓN DE RECOMENDACIONES</b>	<b>25</b>
<b>11. TIEMPO DE EJECUCIÓN</b>	<b>27</b>
<b>12. ANEXOS DEL EVENTO</b>	<b>28</b>

	ANÁLISIS CAUSA - RAÍZ	CÓDIGO: INF-I&P-MAN-2401-00
	INGENIERÍA Y PROYECTO	NUMERO DE PAGINA 3 de 29

## 1. ANTECEDENTES

El Redler de evacuación de escoria se encuentra ubicado en la salida de la unidad generadora 2, lado galpón de cascarilla, debajo de la boca de salida de las parrillas.

En el mes en curso (enero 2024), el redler de evacuación de escoria presentó dos eventos asociados a roturas de buzón (evento 533) que no generó ninguna afectación y a desmontaje (se observó guía de deslizamiento en el lado conducido levantada) y montaje (para dejar en estado original) de cadena de arrastre (evento 538) donde hubo afectación en la limitación de carga bajando la generación a 7,5 MW, para poder crear condiciones seguras para el trabajador.


## 2. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

### 2.1 PRINCIPIOS DE FUNCIONAMIENTO

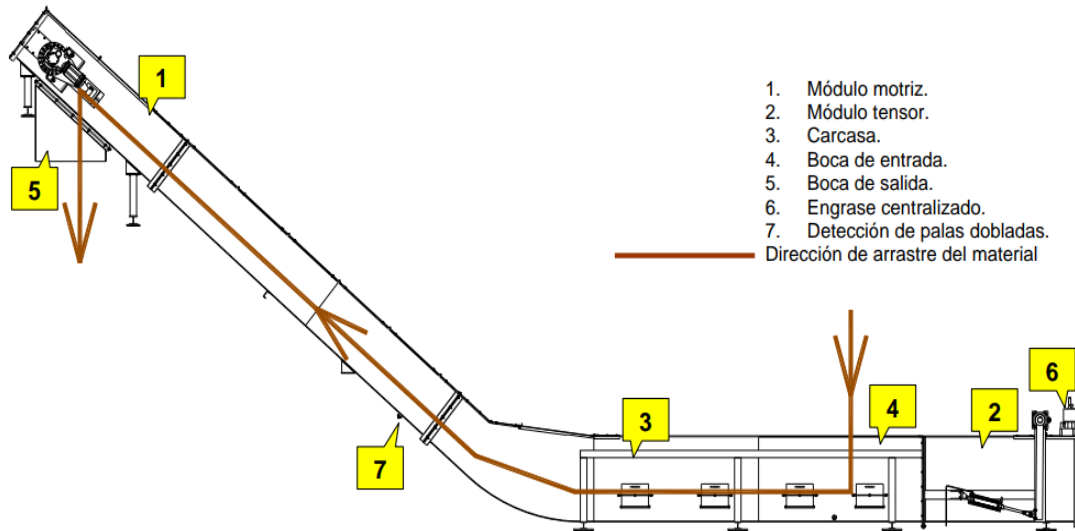
El transportador de cadena modelo TC – 135/80-2-I, se compone de una cadena de dos ramales, cuya forma y material depende de las características físicas del material que se desea transportar, que se deslizan dentro de una carcasa metálica.

La cadena es movida mediante una corona dentada que es accionada por un motor – reductor eléctrico situado fuera de la caja y en uno de sus extremos. Este módulo se denomina módulo motriz.

El material es empujado hacia delante con dirección a la descarga siguiendo la dirección del ramal de arrastre de cadena. Una vez realizada la descarga del material, la cadena se desliza hasta el extremo opuesto de la cadena, denominado módulo tensor. En el módulo tensor se encuentra el sistema de engrase centralizado del dispositivo tensor. Este dispositivo es programable.

	ANÁLISIS CAUSA - RAÍZ	CÓDIGO: INF-I&P-MAN-2401-00
	INGENIERÍA Y PROYECTO	NUMERO DE PAGINA 4 de 29

El transportador está dotado de sensores que controlan la rectitud de las palas arrastradores, dando una señal de aviso en caso necesario para detener el equipo.



## 2.2 FALLOS DE FUNCIONAMIENTO, CAUSAS Y SOLUCIONES

En la tabla siguiente, se indican una serie de problemas, razonablemente previsibles, que puede obstaculizar el funcionamiento correcto de la maquinaria suministrada.

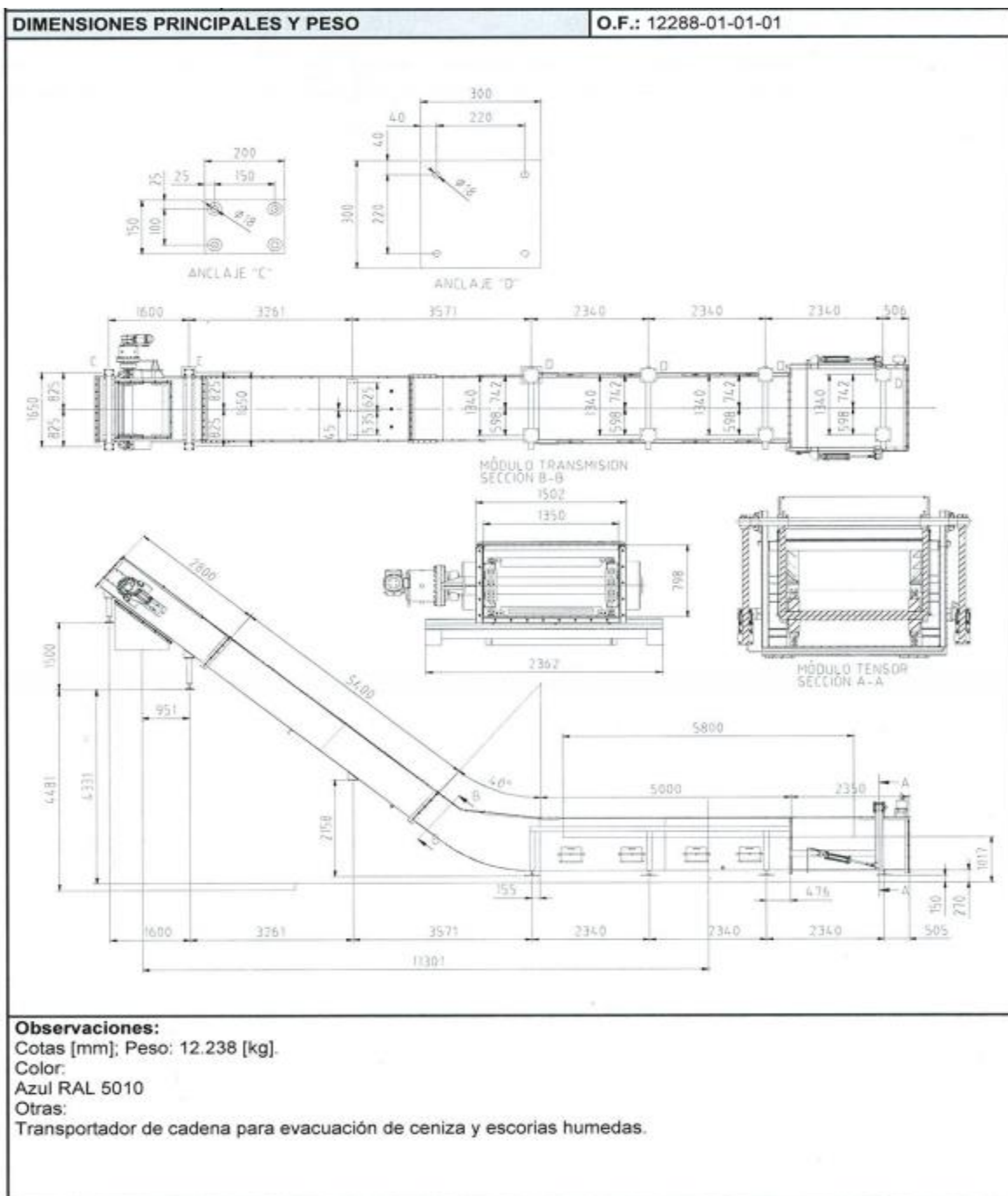
Para cada problema se supone, se suponen las causas y se sugieren para cada una de ellas las intervenciones para su solución.


	ANÁLISIS CAUSA - RAÍZ	CÓDIGO: INF-I&P-MAN-2401-00
	INGENIERÍA Y PROYECTO	NUMERO DE PAGINA 5 de 29

PROBLEMA	CAUSA	SOLUCIÓN
El material no descarga uniformemente	No se trasmite movimiento a la cadena	Comprobar el motor - reductor y los componentes de transmisión
	Palas de arrastre deterioradas o inexistentes	Comprobar las palas de arrastre
Defecto en el arrastre de material	Perdida de tensión de la cadena de arrastre	Revisar circuito neumático. Revisar presión y caudal de suministro
	Acumulación no deseada de material	Limpieza interior de la carcasa
Calentamiento anormal de rodamientos de transmisión	Excesiva tensión de la cadena de arrastre	Controlar la tensión de la cadena de arrastre y la alineación de las coronas dentadas
	Desalineación de las coronas dentadas	
	Excesiva resistencia de la cadena a la traslación	Controlar alineación de las coronas dentadas, desplazamiento y engrane de la cadena de arrastre.
El térmico del motor eléctrico salta	El material está obstruyendo la cadena	Despejar la carcasa y restaurar la tensión
Ruidos anormales durante el arrastre	Desgaste de la pletina de rodadura del carril guía	Sustituir la pletina
	Desgaste de los eslabones de la cadena de arrastre	Sustituir los eslabones deteriorados o según sea el caso la cadena completa
	Desalineación de los módulos de transporte	Controlar la alineación de los módulos
	Perdida de tensión de la cadena de arrastre	Revisar circuito neumático del brazo tensor. Revisar presión y caudal de suministro.
	Fallo en el sistema de engrase del eje de reenvío	Comprobar el sistema de engrase del casquillo de bronce y el estado del mismo
Vibraciones anormales	Los tornillos de unión de los módulos están flojos	Controlar apriete de los tornillos de unión de los módulos
	Defectos de soportación de los módulos	Verificar los puntos de soportación del redler y el terreno

### 2.3 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS (CONTEXTO OPERACIONAL)

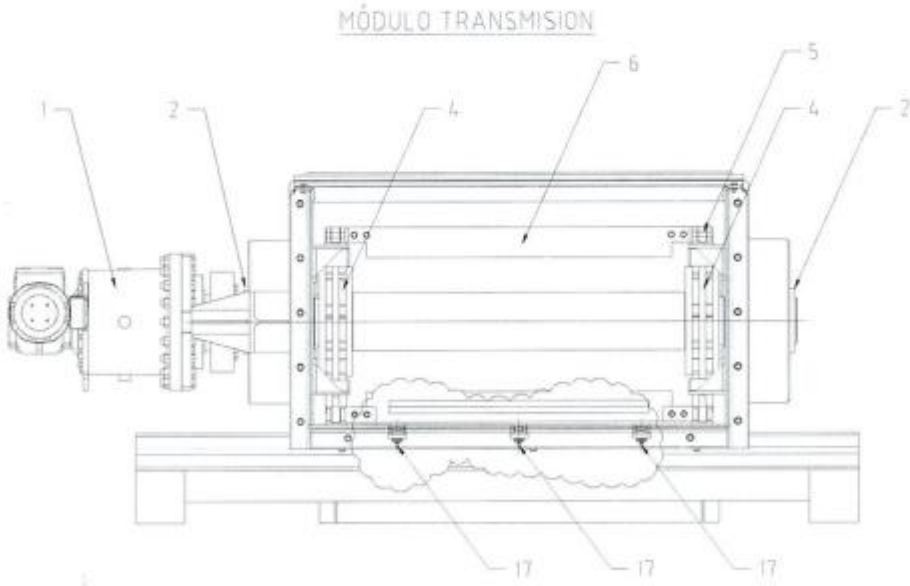
En este ítem se informará sobre las características operacionales del activo y sus parámetros de funcionamiento adecuado.



<b>CARACTERÍSTICAS DEL EMPLAZAMIENTO</b>		O.F.: 12288-01-01-01
Presión absoluta:	0,8 ... 1 bar	
Temperatura:	-10°C ... 40°C	
Humedad:	...	
Clasificación de zonas s/Directiva ATEX:	No clasificada. (Zona NO ATEX)	
<b>Observaciones:</b> <b>Atención!!!</b> , este equipo no puede ser emplazado en zonas potencialmente explosivas.		
		
<b>CARACTERÍSTICAS DEL MATERIAL TRANSPORTADO</b>		
Descripción:	Cenizas y escorias húmedas.	
Densidad:		
Humedad:		
Temperatura:		
Tamaño del grano:		
Combustibilidad (BZ)		
Límite inferior de explosividad (LIE)		
Límite superior de explosividad (LSE)		
Presión máxima de explosión (P <sub>máx</sub> )		
Constante K <sub>st</sub>		
Clase		
Energía mínima de ignición (EMI)		
Temperatura mínima de ignición en nube de polvo (TMI <sub>nube</sub> )		
Temperatura mínima de ignición en capa de polvo de 5 mm (TMI <sub>5 mm</sub> )		
Resistividad		
<b>Observaciones:</b> <b>Atención!!!</b> , las sustancias cuyos parámetros se encuentren fuera de los límites establecidos no podrán ser manejadas por la máquina. 1: Fracción de gruesos.		
<b>CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS</b>		
Capacidad máxima <sup>1</sup> (coef. llenado 100%):	5000 Kg/h.	
Velocidad de transporte:	1,8 m/min.	
Potencia instalada:	4 CV/ 3 kW.	
Suministro eléctrico:	400 V/ 50 Hz.	
Nivel de presión acústica ponderado <sup>1</sup> A:	<70 db (A).	
Clasificación de zonas s/Directiva ATEX:	<b>Interior:</b> no clasificado. <b>Exterior:</b> no clasificado.	
<b>Observaciones:</b> (1): consultar apartado 5.1 de Manual de instrucciones.		



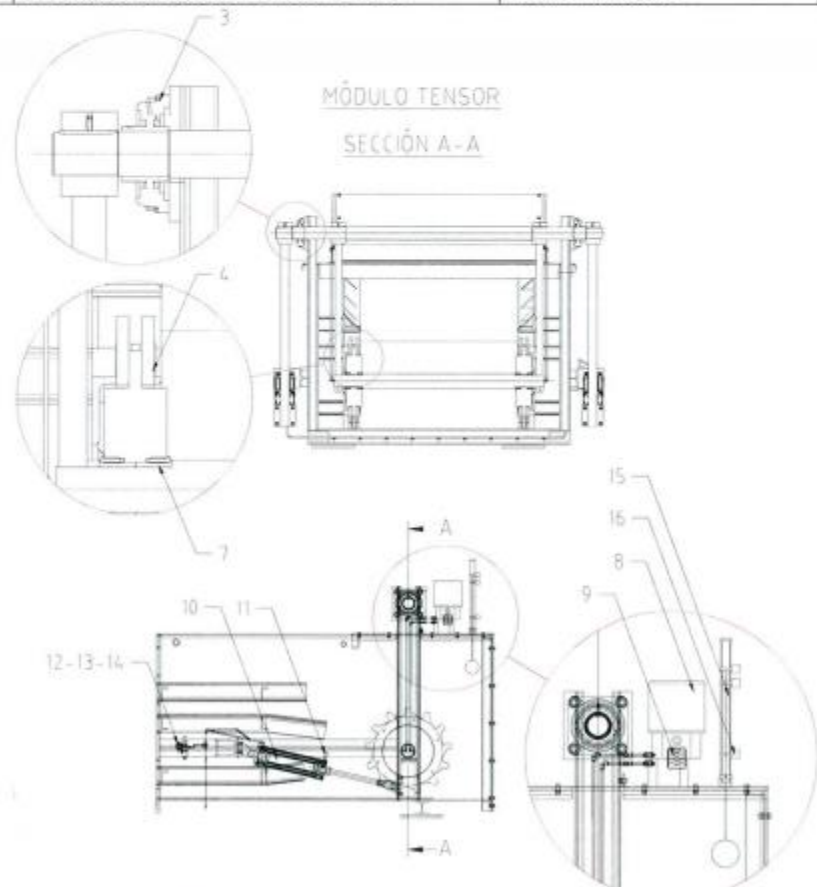
ELEMENTOS INCORPORADOS			O.F.: 12288-01-01-01	
N.º	Uds.	Denominación	Fabricante/ modelo	Se recomienda repuesto
1	1	MOTOR-REDUCTOR-PLANETARIO 4 CV/ 3 kW; 1455/41/1 rpm; 230/400 V; 50 Hz.	SEW EURODRIVE PFH012/TKF77DRP112M4/C/ N.º 01.1888076401.0001.13	X
2	2	SOPORTE-RODAMIENTO Ø=150 mm	ISB SD 3034	X
3	1+1	SOPORTE	ISB UCF-216	X
	1+1	RODAMIENTO	ISB 23034 KC3 CA W33	X
	1+1	MANGUITO	ISB H-3034	X
	1+1	OBTURACIÓN DE FIELTRO	ISB TF-3034	X
	1 <sup>†</sup>	ANILLO	ISB SR 260x10	X
4	2+2	RUEDA DENTADA MCV 14226/13CS S/P. 16.023.0000197	OÑAZ art. 1011-160230000197	X
5	2	CADENA DE ESLABON FORJADO TIPO 14226/142263 MN; L= 36,016 metros. S/P. A0001.16.023.000004	OÑAZ art. 0401CADENA-14226	X
6	51	PALA DE ARRASTRE S/P. A0001.16.023.000004	OÑAZ art.	X
17	3	DETECTOR INDUCTIVO	IFM IIC219	X

**Observaciones:**  
 Lado motor.






ELEMENTOS INCORPORADOS			O.F.: 12288-01-01-01	
N.º	Uds.	Denominación	Fabricante/ modelo	Se recomienda repuesto
7	2	CASQUILLO DE BRONCE S/P. 16.023.0000133	OÑAZ art. 1002-160230000133	X
8	1	BOMBA CON PROGRAMADOR. ENGRASE AUTOMÁTICO	WOERNER W-GMG-B.B/4P/C/0/A/16/0/C2/3/0	X
9	1	DISTRIBUIDOR PROGRESIVO. ENGRASE AUTOMÁTICO	INTZA VP33/B-1/4-55/L2020-R0202	X
10	1+1	CILINDRO ISO/VDMA Ø125x320 mm.	SMC CP96 SDB125-320	X
11	1+1	SILENCIADOR tamaño 40	SMC AN40-04	X
12	1	FILTRO/ REGULADOR 5µ a ¼"	SMC AW20-F02E	X
13	1	VÁLVULA DE 3 VÍAS tamaño 20 a ¼"	SMC VHS20-F02	X
14	1	SILENCIADOR tamaño 10	SMC AN10-01	X
15	1	NIVEL DE AGUA	JOLA NVM/PP/B	X
16	3	INTERRUPTOR MAGNÉTICO 24 VDC	JOLA HMW/3/32	X



MÓDULO TENSOR  
SECCIÓN A-A

Observaciones:

REGISTROS DE INSPECCIÓN Y ENSAYO			O.F.: 12288-01-01-01			
Registro	Especificación	Resultado	Decisión		Firma y fecha:	
			Aceptar	Rechazar		
<b>Dimensiones<sup>1</sup>:</b> (1) Autoverificación en construcción mediante flexómetro Clase II.	S/P A0001.16.023.0000000 EN 13920 B		OK		 16-10-13	
<b>Giro cadena:</b>	Comprobar que gira sin agarrotamiento.		OK		 16-10-13	
<b>Consumo del motor en vacío:</b>	Nominal $\pm$ <u>-4,2A</u>	2,8.. A	OK		 17-10-13	
<b>Observaciones:</b> Cotas [mm].  <b>CUADRO DE TOLERANCIAS.</b> Clase EN 13920 B						
2 a 30	>30 a 120	>120 a 400	>400 a 1000	>1000 a 2000	>2000 a 4000	>4000 a 8000
$\pm 1$	$\pm 2$	$\pm 2$	$\pm 3$	$\pm 4$	$\pm 6$	$\pm 8$

	ANÁLISIS CAUSA - RAÍZ	CÓDIGO: INF-I&P-MAN-2401-00
	INGENIERÍA Y PROYECTO	NUMERO DE PAGINA 11 de 29

### 3. DESCRIPCIÓN DE LOS HECHOS

El 18/01/2024 a las 22:10 el operador de turno informa al departamento mecánico de la falla del redler, encontrándose en la cola del redler un tubo de fierro atascado.

El 18/01/2024 a las 22:59 el personal de turno del departamento mecánico procede al retiro del tubo de fierro, no se percataron de ninguna falla.

El 19/01/2024 a las 03:30 am el personal de operaciones informa el corte de cadena del redler de evacuación de escoria de la unidad 2 y proceden a bajar la generación, se informan al jefe de operaciones sobre la eventualidad y se da aviso que posiblemente darán salida de sincronismo a la unidad por la complejidad del trabajo a realizar.

El 19/01/2024 a las 04:21 am el departamento de operaciones da aviso al despacho de la salida de sincronismo de la unidad 2.

El 19/01/2024 a las 04:26 el departamento de operaciones informa al Gerente de O&M sobre la situación y se procede a solicitar apoyo al departamento mecánico.

El 19/01/2024 a las 06:00 am ingresa el personal del departamento de mecánica a inspeccionar el redler, donde se percata que la cadena se enrolló en el accionamiento.

El 19/01/2024 a las 08:00 am el departamento de operaciones recibe la central detenida por corte de cadena en redler de evacuación de escoria.

El día 19/01/2024 a las 09:00 am se activa el curso forzoso N° 2024006371, corte de cadena redler de evacuación de escoria.

### 4. AFECTACIÓN

Los daños ocasionados en el redler de escoria están relacionados directamente a la cadena de arrastre (debilitamiento y posterior rompimiento de la misma), ocasionando parada de la unidad y provocando la salida de sincronismo, el cual afecta directamente la producción de la empresa, ya que, se perdieron durante la eventualidad treinta y tres (33) horas de operación.

	ANÁLISIS CAUSA - RAÍZ	CÓDIGO: INF-I&P-MAN-2401-00
	INGENIERÍA Y PROYECTO	NUMERO DE PAGINA 12 de 29

## 5. EQUIPO NATURAL DE TRABAJO (ENT)

El equipo de trabajo encargado de analizar este evento en particular estuvo compuesto por personal del departamento de operaciones, departamento eléctrico, departamento mecánico, planificación, proyecto, confiabilidad y Gerente de O&M.

COMASA Bioenergía Lautaro		ANÁLISIS CAUSA - RAÍZ ACTA CONSTITUTIVA DEL EQUIPO NATURAL DE TRABAJO (ENT)			
No.	Nombre	Rut	Rol	Cargo	Firma
1	DAVIDO CONTRERAS A.	15.213.141-2		JEFE ELECTROCONTROL	
2	MAURICIO ESCOBAR Q.	10.065.865-8		Sub - GERENTE OP.	
3	Angel Martinez Quezada	19.305.610-5		Ing. Planificador	
4	Tson Schibai L.	11.591.914-8		Proc. Senior Mont.	
5	Alejandro Renera P.	17.220.239-K		tec. Senior. Mecanica	
6	GASTON Ruiz	13.350.879-1		ENCARGADO PROYECTOS	
7	Cesar Toro	18.959.737-1		Supervisor H&R.	
8	Janderson Johant	26.957.929-3		Ing. Confiabilidad	
9					
10					
11					



	ANÁLISIS CAUSA - RAÍZ	CÓDIGO: INF-I&P-MAN-2401-00
	INGENIERÍA Y PROYECTO	NUMERO DE PAGINA 13 de 29

## 6. DOCUMENTOS RECABADOS

### RESUMEN TURNO DE OPERACIONES 18/01 AL 19/01



#### RESUMEN TURNO OPERACIONES CENTRAL COMASA UNIDAD 1 y 2 Rev. 1

Página 2 de 4

PERMISO DE TRABAJO SEGURO					
TIPO PERMISO	N° PERMISO	UNIDAD	NOMBRE (TRABAJO A REALIZAR)	AREA EJECUTORA	ESTADO
Sin información...					

#### NOVEDADES

LAUTARO 1		
18/01/2024	08:00	Se recibe central en 19 MW, despachada a mínimo técnico.
18/01/2024	08:40	Se agrega 1/2 KG cloro granulado a torre.
18/01/2024	08:41	En servicio patio biomasa, mezcla- 3 aserrín, 3 astilla, 1 corteza de pino, 1 cascarilla, mas bandit.
18/01/2024	09:35	Ingresa personal aguas Araucanía a control de riles.
18/01/2024	10:00	Don Héctor S. realiza limitación a ventilador aire primario llega hasta 92%, mantener en observación.
18/01/2024	14:00	Se bloquea equipo bandit por área mecánica,
18/01/2024	16:00	Personal de aguas Araucanía retira equipo de riles.
18/01/2024	17:30	Se sube referencia bomba alcalinizante de 10 a 15 % por bajo PH final en osmosis (paso 2).
18/01/2024	19:39	Cen solicita bloque 2.
18/01/2024	19:40	Durante todo el turno no se logra subir carga, sobre los 19 MW mezcla no da para subir.
18/01/2024	20:20	Se agrega 1/2 kg cloro granulado a torre,
18/01/2024	21:19	Falla planta de osmosis por alto PH paso 2, se baja referencia bomba alcalinizante de 15 a 13 %.
18/01/2024	22:46	Cen solicita mínimo técnico, costo cero.
19/01/2024	03:32	Se rellena antiincrustante con 3 litros.
LAUTARO 2		
18/01/2024	08:00	Se recibe central a 16.9 MW, despachada a mínimo técnico.
18/01/2024	08:40	Se agrega 1/2 kg de cloro granulado a torre.
18/01/2024	09:55	Mecánico entrega bomba 25 condensado turbina, se realiza pruebas sin novedad, queda en servicio bomba 25, bomba 24 queda en stand by.
18/01/2024	16:48	Se realiza ciclo soplado, en modo manual.
18/01/2024	18:00	Mecánico cambia 3 cuchillos de linea central.
18/01/2024	19:00	Durante todo el turno con atollo en linea derecha y central, queda pendiente algunos aseos.
18/01/2024	19:39	Cen solicita bloque 2.
18/01/2024	20:00	Se recibe central 19.9 MW, despachada a bloque 2.
18/01/2024	20:20	Se agrega 1/2 kg cloro granulado a torre.
18/01/2024	22:10	Falla redler, se informa a mecánico , operador encuentra tubo de fierro en cola del redler atascado.
18/01/2024	22:46	Cen solicita mínimo técnico, costo cero.
18/01/2024	22:59	En servicio redler inundado, personal mecánico retira el fierro.

	ANÁLISIS CAUSA - RAÍZ	CÓDIGO: INF-I&P-MAN-2401-00
	INGENIERÍA Y PROYECTO	NUMERO DE PAGINA 14 de 29



**RESUMEN TURNO OPERACIONES CENTRAL COMASA  
UNIDAD 1 y 2  
Rev. 1**

Página 3 de 4

18/01/2024	16:20	Se baja referencia bomba secuestrante de oxígeno de 30 a 20 % por alto residual.
19/01/2024	03:30	Falla redler inundado, se corta cadena se informa a mecánico y se baja generación, se llama a don Héctor S, informando la situación y posiblemente dejar fuera la central, por complejidad en el trabajo a realizar.
19/01/2024	04:21	Se llama a despacho informando de salida de la central.
19/01/2024	04:26	Se llama a Don Víctor R, informando situación y solicitando apoyo para el personal mecánico de turno.
19/01/2024	04:49	Se descarga turbina.
19/01/2024	06:00	Ingresa a planta Don Iván Shivar.
<b>GENERAL</b>		
Sin información...		
<b>SERVICIOS</b>		
Sin información...		

## 7. ANÁLISIS CAUSA RAÍZ

Durante el análisis de este evento, se utilizó la técnica de lluvias o tormentas de ideas, donde el personal involucrado (Departamento de Operaciones y Mecánica), abordaron la situación y en conjunto se determinó los parámetros establecidos para realizar un análisis de causa raíz.

### ¿Dónde Ocurrió?

El evento ocurrió en el Redler de evacuación de escoria de la Unidad Generadora Lautaro 2 (L2).

### ¿Cómo Ocurrió?

Atasco de Fierro (elemento externo) por mala maniobra durante un atollamiento por parte de personal contratista (brigadista), esto ocasionó rompimiento de la cadena de arrastre y enrollamiento de la misma en el accionamiento, provocando la detención de la Unidad Generadora y su salida de sincronismo.



	ANÁLISIS CAUSA - RAÍZ	CÓDIGO: INF-I&P-MAN-2401-00
	INGENIERÍA Y PROYECTO	NUMERO DE PAGINA 15 de 29

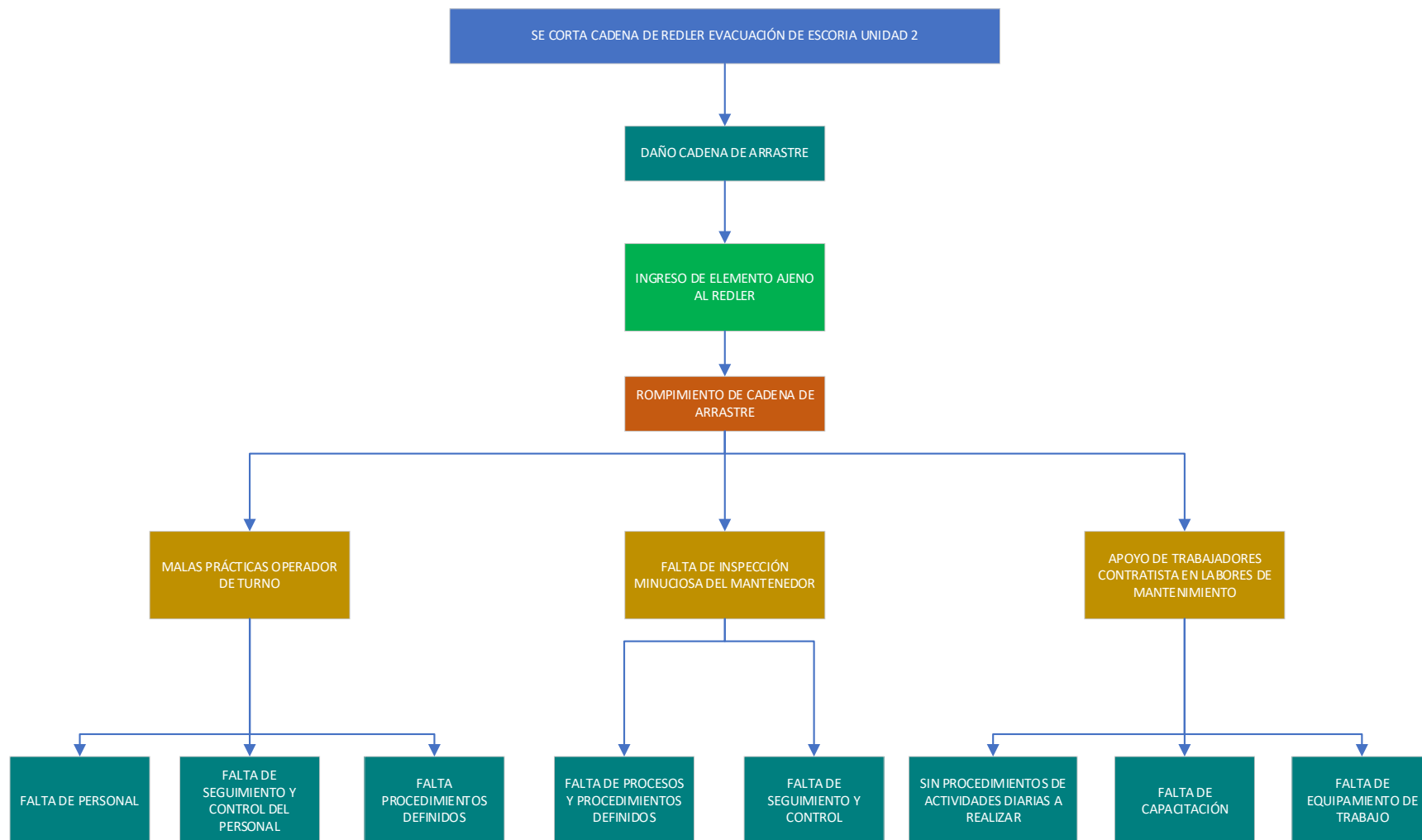
### ¿Cuándo Ocurrió?

Esta eventualidad ocurrió el 19/01/2024 a las 04:00 am.

### ¿Es Frecuente?

Revisando el histórico de eventos durante los últimos cuatro (4) meses, es primera vez que se corta la cadena de arrastre. Frecuencia Baja.

## 7.1 ARBOL LÓGICO DE FALLA



	ANÁLISIS CAUSA - RAÍZ	CÓDIGO: INF-I&P-MAN-2401-00
	INGENIERÍA Y PROYECTO	NUMERO DE PAGINA 17 de 29

## 7.2 DETERMINACIÓN CAUSAS RAÍZ

### *DEFINICIÓN DEL PROBLEMA*

Se produce corte en la cadena de arrastre del redler de evacuación de escoria de la Unidad Generadora Lautaro 2, imposibilitando su normal funcionamiento.

### *MODOS DE FALLO*

Junto al equipo de trabajo y de acuerdo con la experticia realizada por el Departamento Mecánico se determinó que existía daño en la cadena por fatiga.

### *HIPÓTESIS*

A partir del modo de fallo anteriormente descrito, se establece la siguiente hipótesis:

- **Ingreso de Elemento Ajeno al Redler**
  - Corte de Cadena de arrastre
  - Enrollamiento de cadena de arrastre en el accionamiento del redler

### *RAÍCES FÍSICAS*

Durante la intervención del activo se determinó que la raíz física suscitada fue el rompimiento de la cadena de arrastre.

### *RAÍCES HUMANAS*

Las raíces humanas suscitada durante esta intervención fueron las siguientes:

- **Malas Prácticas del Operador de Turno.**
  - Se involucró personal contratista (brigadista) sin capacitación para realizar labores de desatollo en redler.

	ANÁLISIS CAUSA - RAÍZ	CÓDIGO: INF-I&P-MAN-2401-00
	INGENIERÍA Y PROYECTO	NUMERO DE PAGINA 18 de 29

- Información poco asertiva con el personal mecánico para abordar inspecciones después de ocurrido el evento.
- **Falta de Inspección minuciosa del mantenedor**
- Falta de criterios de mantenimiento para revisión en inspección del Redler después de ocurrido el evento para verificar alguna anomalía en el activo.
- **Apoyo de trabajadores contratista en labores operativas**
- Irresponsabilidad de solicitar apoyo de personal contratista (brigadista) sin capacitación ni adiestramiento en labores de operaciones.

#### RAÍCES LATENTES

##### MALA PRÁCTICA OPERADOR DE TURNO

- **Falta de Personal**
  - Durante la eventualidad el personal del Departamento de Operaciones contaba con dos Operadores, por tal motivo acudieron a personal externo (brigadista).
- **Falta de Seguimiento y Control del Personal**
  - Personal con poca experiencia haciendo labores operativas sin supervisión inmediata de Operador Líder.
- **Falta de Procedimientos Definidos**
  - No hay base de datos de procedimientos para el desatollo de Desmenuzador y Bisinfín por el área de operaciones.

	ANÁLISIS CAUSA - RAÍZ	CÓDIGO: INF-I&P-MAN-2401-00
	INGENIERÍA Y PROYECTO	NUMERO DE PAGINA 19 de 29

#### FALTA DE INSPECCIÓN MINUCIOSA DEL MANTENEDOR


- **Falta de Procesos y Procedimientos Definidos**
  - Personal de Mantenimiento carece de procedimientos de como ejecutar una acción de inspección en el redler de evacuación de escoria después de un evento (falla).
- **Falta de Seguimiento y Control**
  - Sin personal que supervise o verifique que las actividades de mantenimiento realizadas por los trabajadores cumplan con las exigencias y parámetros adecuados.

#### APOYO DE TRABAJADORES CONTRATISTA EN LABORES DE MANTENIMIENTO


- **Sin Procedimientos de Actividades diarias a realizar**
  - Personal a libre disposición dentro de la planta sin tener el adiestramiento adecuado en algunas actividades o tareas de mantenimiento y operaciones.
- **Falta de Capacitación**
  - Personal sin conocimientos previos de las actividades a realizar, poniendo en riesgo su integridad física.
- **Falta de Equipamiento de Trabajo**
  - Personal sin conocimiento adecuado que improvisó para abordar la eventualidad, utilizando equipos o herramientas inadecuadas y que ponen en peligro tanto su integridad como el buen funcionamiento del activo.

	ANÁLISIS CAUSA - RAÍZ	CÓDIGO: INF-I&P-MAN-2401-00
	INGENIERÍA Y PROYECTO	NUMERO DE PAGINA 20 de 29


### 7.3 VALIDACIÓN DE HIPÓTESIS

		ANÁLISIS CAUSA - RAÍZ (ACR)				
		VALIDACIÓN DE HIPÓTESIS				
N°	Evidencia	Descripción de Hipótesis	Método de Validación	Fecha	Responsable del método de Validación	Resultados
1	Se encontró tubo de fierro en el redler de evacuación de escoria	Elemento ajeno afecto el funcionamiento del activo	Tormenta de ideas	31-01-2024	Landerson Laborit	El departamento de Operaciones informó al Departamento Mecánico, quién abordó la eventualidad donde se percataron que debido a una mala manipulación de un elemento externo que se utilizó improvisadamente para un desatollo debilitó la cadena al punto de romperse y enrollarse en el accionamiento del redler, se pudo resolver la eventualidad, sin embargo, se procedió a detener la unidad generadora para solventarlo.

### 7.4 CAUSAS RAÍZ DETERMINADAS

		ANÁLISIS CAUSA - RAÍZ (ACR)
TIPO	CAUSA RAÍZ DETERMINADA	CANTIDAD
Físicas	Rompimiento de cadena de arrastre	1
Humanas	Malas prácticas operador de turno	1
	Falta de inspección minuciosa por parte del mantenedor y operaciones	2
	Apoyo de trabajadores de empresas contratista en labores de mantenimiento	3
Latentes	Falta de Personal	1



	ANÁLISIS CAUSA - RAÍZ	CÓDIGO: INF-I&P-MAN-2401-00
	INGENIERÍA Y PROYECTO	NUMERO DE PAGINA 21 de 29

	Falta de seguimiento y control de personal	2
	Falta de procedimientos definidos	3
	Falta de procesos y procedimientos definidos	4
	Falta de seguimiento y control	5
	Sin procedimientos de actividades diarias a realizar	6
	Falta de capacitación del personal contratista	7
	Falta de equipamiento de trabajo	8


## 8 CONCLUSIONES

El evento analizado arrojó varias falencias a nivel estructural y organizacional de la empresa. El evento pudo ser evitado si se rigen ciertos procedimientos dentro de cada departamento, evaluando las competencias de cada miembro del equipo tanto de la empresa Comasa como de empresas externas (contratista).

El desenlace de este evento se debió a malas prácticas, donde por falta de personal se solicitó apoyo de personal externo (brigadista), quién no tiene la preparación ni el desenvolvimiento proactivo para abordar de manera eficaz la eventualidad, sin embargo, se abordó la contingencia de manera improvisada y sin supervisión alguna, trayendo como consecuencia el atasco de un tubo de 2" que generó el rompimiento de la cadena de arrastre y posteriormente se enrolló en el accionamiento del Redler.

	ANÁLISIS CAUSA - RAÍZ	CÓDIGO: INF-I&P-MAN-2401-00
	INGENIERÍA Y PROYECTO	NUMERO DE PAGINA 22 de 29

## 9 RECOMENDACIONES

 <div>ANÁLISIS CAUSA - RAÍZ (ACR)</div> <div>PLAN DE RECOMENDACIONES</div>				
N°	Descripción de la Causa - Raíz	Acción Preventiva ¿Qué se puede hacer para prevenir la falla?	Responsable de la ejecución preventiva	Fecha de la ejecución de la acción preventiva
1	Rompimiento de cadena de arrastre	1. Re-instrucción del personal (operaciones, mecánico y contratista)	Departamento Mecánico, Eléctrico y Operaciones	Semestral
		2. Inspeccionar y hacer pruebas a las partes del activo involucrado en el incidente	Departamento Mecánico, Eléctrico y Operaciones	Al momento de abordarse el Evento
		3. Procedimiento paso a paso de limpieza del desmenuzador y Bisinfín	Departamento de Operaciones	Una vez (se podrá ir actualizando)
2	Malas prácticas operador de turno	1. Capacitación del personal	Departamento de Operaciones	Semestral
		2. Evaluar posibilidad de apoyo de personal de otros departamentos para supervisión de terreno		Siempre que se requiera de personal adicional
3	Falta de inspección minuciosa por parte del mantenedor y operaciones	1. Inspección y seguimiento de los mantenimientos preventivos programados	Departamento Mecánico	Semanal
4	Apoyo de trabajadores de empresas contratista en labores de mantenimiento	1. Definir funciones y responsabilidades de las empresas contratistas	Gerencia	Una vez por cada contratista nuevo
		2. Capacitar al personal dependiendo del área de trabajo donde apoyará	Comité de Capacitación	Una vez (se podrá ir actualizando)

	ANÁLISIS CAUSA - RAÍZ	CÓDIGO: INF-I&P-MAN-2401-00
	INGENIERÍA Y PROYECTO	NUMERO DE PAGINA 23 de 29

### 9.1 RE-INSTRUCCIÓN DEL PERSONAL (OPERACIONES, MECÁNICO Y CONTRATISTA)

Se debe realizar capacitaciones y adiestramiento constantes (cada seis meses) de trabajos de mantenimientos y operaciones en el Redler de evacuación de escoria a los miembros de cada equipo de trabajo (Mecánico, Operaciones y Contratista) ya que existe rotación de personal, de esta manera se buscará ser más efectivo al efectuar labores operacionales y de mantenimiento al redler.

### 9.2 INSPECCIONAR Y HACER PRUEBAS A LAS PARTES DEL ACTIVO INVOLUCRADO EN EL INCIDENTE

Ocurrido un evento donde parte de un activo presentó fallas, después de abordar y resolver la falla se debe realizar una inspección minuciosa “in situ” por parte de los trabajadores que abordaron y repararon la falla, para que, de esta manera se pueda asegurar el buen funcionamiento del activo y así evitar grietas o fisuras en otras partes que, debiliten, desgasten o dañen el equipo en su totalidad.

### 9.3 PROCEDIMIENTO PASO A PASO DE LIMPIEZA DEL DESMENUZADOR Y BISINFÍN DE LA UNIDAD GENERADORA LAUTARO 2 (L2)

Se debe implementar un manual de procedimiento operacional indicando paso a paso de cómo abordar un atollamiento en el desmenuzador y bisinfín, que personal puede o debe abordar estas fallas, con la finalidad de evitar maniobras defectuosas o toma de decisiones erradas que traigan como consecuencia una reacción en cadena y afecten directamente el funcionamiento del Redler.

### 9.4 CAPACITACIÓN DE PERSONAL

Se debe implementar un plan de capacitación Operacional, para abordar estas emergencias en caso de no contar con suficiente personal en el turno, dentro de este plan se debe incluir la priorización de los eventos que se deben abordar en caso de ocurrir varios, tomando en cuenta como criterio principal la afectación de la producción y medio ambiente, seguido de la criticidad

	ANÁLISIS CAUSA - RAÍZ	CÓDIGO: INF-I&P-MAN-2401-00
	INGENIERÍA Y PROYECTO	NUMERO DE PAGINA 24 de 29

del activo, teniendo los parámetros bien establecidos se podrá analizar de manera asertiva los eventos y así tratar de forma más efectiva la eventualidad.

Este plan de capacitación operacional será de gran utilidad ya que se puede implementar para las dos unidades generadoras (UG1 y UG2) y a todos los activos asociados.

#### 9.5 EVALUAR POSIBILIDAD DE APOYO DE PERSONAL DE OTROS DEPARTAMENTOS PARA SUPERVISIÓN DE TERRENO

Durante una eventualidad donde exista escasez de personal de Operaciones, se debe implementar un plan de acción donde se deba recurrir en primera instancia al personal perteneciente a Comasa (Mecánico, Eléctrico, Patio, Maquina Rodante), siempre y cuando la persona tenga la capacitación o adiestramiento adecuado para atacar el evento, de lo contrario se debe solicitar apoyo a los contratistas que cumplen con los requisitos de capacitación para acometer la contingencia y se debe regir por prioridades y abordar desde lo más crítico a lo menos crítico

Dentro de este plan de acción se deben plantear ciertos criterios asociados a los eventos como son:

- El evento tiene consecuencias catastróficas y repercute directamente en la salida de sincronismo de la Unidad Generadora Lautaro 2.
- El evento puede producir afectación al medio ambiente, seguridad y producción
- El activo involucrado en el evento es de criticidad extrema.

#### 9.6 INSPECCIÓN Y SEGUIMIENTO DE LOS MANTENIMIENTOS PREVENTIVOS PROGRAMADOS

El Departamento de Planificación debe evaluar semanalmente que mantenimientos preventivos se han reprogramado en más de dos (2) oportunidades y elaborar un reporte con cada departamento involucrado para analizar el motivo o la razón de la reprogramación.

	ANÁLISIS CAUSA - RAÍZ	CÓDIGO: INF-I&P-MAN-2401-00
	INGENIERÍA Y PROYECTO	NUMERO DE PAGINA 25 de 29

## 9.7 DEFINIR FUNCIONES Y RESPONSABILIDADES DE LAS EMPRESAS CONTRATISTAS

Las empresas contratistas deben tener parámetros y funciones bien descritos y definidos dentro de la empresa Comasa, su personal debe estar capacitado para las diferentes áreas que abordarán en los mantenimientos.

## 9.8 CAPACITAR AL PERSONAL DEPENDIENDO DEL ÁREA DE TRABAJO DONDE APOYARÁ

Todo el personal que forme parte de los mantenimientos dentro de la empresa Comasa, debe estar previamente capacitado, contar con todos sus implementos y equipos de seguridad y debe tener supervisión inmediata del personal de Comasa.

## 10 JERARQUIZACIÓN DE RECOMENDACIONES

Durante este proceso utilizaremos criterios para darle ponderación a cada hipótesis, para determinar cuáles son las más urgente, los criterios para tener en cuenta son los siguientes:

- **ESFUERZO PARA IMPLEMENTAR**
  - Requiere personal de la misma sección: **1**
  - Requiere personal de otras secciones dentro de la misma división o personal de otras divisiones: **2**
  - Requiere Personal fuera de la empresa: **3**
- **COSTO DE IMPLEMENTACIÓN**
  - Menor a 1.000.000\$: **1**
  - Entre 1.000.000 y 2.000.000: **2**
  - Mayor a 2.000.000: **3**
- **TIEMPO DE EJECUCIÓN**
  - Menor a quince (15) días: **1**
  - Entre quince (15) y treinta (30) días: **2**

	ANÁLISIS CAUSA - RAÍZ	CÓDIGO: INF-I&P-MAN-2401-00
	INGENIERÍA Y PROYECTO	NUMERO DE PAGINA 26 de 29

- Mayor a treinta (30) días: **3**


- TIPO CAUSA RAÍZ

- Causa Latente: **1**
- Causa Humana: **2**
- Causa Física: **3**

Los valores obtenidos al jerarquizar las recomendaciones fueron los siguientes:


ACCIÓN PREVENTIVA	E.I	C.I	T.E	T.C.R	TOTAL
Capacitación del Personal	1	1	1	1	4
Evaluar posibilidad de apoyo de personal de otros departamentos para supervisión de terreno	1	1	1	1	4
Re-instrucción del personal (operaciones, mecánico y contratista)	1	1	1	1	4
Inspección y seguimiento de los mantenimientos preventivos programados	1	1	1	2	5
Definir funciones y responsabilidades de las empresas contratistas	1	1	2	1	5
Capacitar al personal dependiendo del área de trabajo donde apoyará	1	1	2	1	5
Inspeccionar y hacer pruebas a las partes del activo involucrado en el incidente	2	2	1	1	6
Procedimiento paso a paso de limpieza del desmenuzador y Bisinfín	2	1	1	2	6



	ANÁLISIS CAUSA - RAÍZ	CÓDIGO: INF-I&P-MAN-2401-00
	INGENIERÍA Y PROYECTO	NUMERO DE PAGINA 27 de 29

## 11. TIEMPO DE EJECUCIÓN

Se informa el tiempo de ejecución descrito en el plan de acción que debe llevarse a cabo durante el Análisis Causa Raíz.

 <b>ANÁLISIS CAUSA - RAÍZ (ACR)</b> <b>TIEMPO DE EJECUCIÓN DEL PLAN DE ACCIÓN</b>			
N°	Acción Preventiva ¿Qué se puede hacer para prevenir la falla?	Responsable de la ejecución preventiva	Fecha de la ejecución de la acción preventiva
1	Capacitación del personal	Departamento de Operaciones	18-03-2024
2	Evaluar posibilidad de apoyo de personal de otros departamentos para supervisión de terreno	Departamento de Operaciones	Siempre que se requiera de personal adicional
3	Re-instrucción del personal (operaciones, mecánico y contratista)	Departamento Mecánico, Eléctrico y Operaciones	18-03-2024
4	Inspección y seguimiento de los mantenimientos preventivos programados	Departamento Mecánico	19-02-2023
5	Definir funciones y responsabilidades de las empresas contratistas	Gerencia	04-03-2023
6	Capacitar al personal dependiendo del área de trabajo donde apoyará	Comité de Capacitación	04-03-2023
7	Inspeccionar y hacer pruebas a las partes del activo involucrado en el incidente	Departamento Mecánico, Eléctrico y Operaciones	Al momento de abordarse el Evento
8	Procedimiento paso a paso de limpieza del desmenuzador y Bisinfín	Departamento de Operaciones	25-03-2024

## 11. ANEXOS DEL EVENTO

