



Universidad de San Carlos de Guatemala  
Facultad de Ingeniería  
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

**CONSIDERACIONES DE SEGURIDAD INDUSTRIAL Y MEDIO AMBIENTE  
PARA EL MONTAJE DE CASA DE MÁQUINAS DE LAS HIDROELÉCTRICAS  
RENACE 2 Y RENACE 3, EN EL ÁREA DE CARCHÁ, ALTA VERAPAZ**

**Servio Danilo Sierra Prado**

Asesorado por la Inga. Sigrid Alitza Calderón de León

Guatemala, enero de 2016

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**CONSIDERACIONES DE SEGURIDAD INDUSTRIAL Y MEDIO AMBIENTE  
PARA EL MONTAJE DE CASA DE MÁQUINAS DE LAS HIDROELÉCTRICAS  
RENACE 2 Y RENACE 3, EN EL ÁREA DE CARCHÁ, ALTA VERAPAZ**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR

**SERVIO DANILO SIERRA PRADO**

ASESORADO POR LA INGA. SIGRID ALITZA CALDERÓN DE LEÓN

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO MECÁNICO INDUSTRIAL**

GUATEMALA, ENERO DE 2016

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL I	Ing. Angel Roberto Sic García
VOCAL II	Ing. Pablo Christian de León Rodríguez
VOCAL III	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Raúl Eduardo Ticún Córdova
VOCAL V	Br. Henry Fernando Duarte García
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADOR	Ing. César Ernesto Urquizú Rodas
EXAMINADOR	Ing. Jaime Humberto Batten Esquivel
EXAMINADORA	Inga. Sigrid Alitza Calderón de León
SECRETARIO	Ing. Pablo Christian de León Rodríguez a. i.

## HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

### **CONSIDERACIONES DE SEGURIDAD INDUSTRIAL Y MEDIO AMBIENTE PARA EL MONTAJE DE CASA DE MÁQUINAS DE LAS HIDROELÉCTRICAS RENACE 2 Y RENACE 3, EN EL ÁREA DE CARCHÁ, ALTA VERAPAZ**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha agosto de 2014.



**Servio Danilo Sierra Prado**



Guatemala, 12 de noviembre de 2015.  
REF.EPS.DOC.762.11.15.

Ingeniero  
Silvio José Rodríguez Serrano  
Director Unidad de EPS  
Facultad de Ingeniería  
Presente

Estimado Ing. Rodríguez Serrano:

Por este medio atentamente le informo que como Asesora-Supervisora de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) del estudiante universitario de la Carrera de Ingeniería Mecánica Industrial, **Servio Danilo Sierra Prado**, Carné No. **200915150** procedí a revisar el informe final, cuyo título es: **CONSIDERACIONES DE SEGURIDAD INDUSTRIAL Y MEDIO AMBIENTE PARA EL MONTAJE DE CASA DE MÁQUINAS DE LAS HIDROELÉCTRICAS RENACE 2 Y RENACE 3, EN EL ÁREA DE CARCHÁ, ALTA VERAPAZ.**

En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"

Inga. Sigrid Alitza Calderón de León  
Asesora-Supervisora de EPS  
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS  
Área de Ingeniería Mecánica Industrial



SACdL/ra



Guatemala, 12 de noviembre de 2015.  
REF.EPS.D.598.11.15

Ingeniero  
César Ernesto Urquizú Rodas  
Director  
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial  
Facultad de Ingeniería  
Presente

Estimado Ing. Urquizú Rodas:

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **CONSIDERACIONES DE SEGURIDAD INDUSTRIAL Y MEDIO AMBIENTE PARA EL MONTAJE DE CASA DE MÁQUINAS DE LAS HIDROELÉCTRICAS RENACE 2 Y RENACE 3, EN EL ÁREA DE CARCHÁ, ALTA VERAPAZ**, que fue desarrollado por el estudiante universitario, **Servio Danilo Sierra Prado** quien fue debidamente asesorado y supervisado por la Inga. Sigrid Alitza Calderón de León.

Por lo que habiendo cumplido con los objetivos y requisitos de ley del referido trabajo y existiendo la aprobación del mismo por parte de la Asesora-Supervisora de EPS, en mi calidad de Director, apruebo su contenido solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,  
"Id y Enseñad a Todos"

Ing. Silvio José Rodríguez Serrano

Director de la Unidad de EPS

Universidad de San Carlos de Guatemala

DIRECCION

Unidad de Prácticas de Ingeniería y Eps

Facultad de Ingeniería

SJRS/ra



REF.REV.EMI.172.015

Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **CONSIDERACIONES DE SEGURIDAD INDUSTRIAL Y MEDIO AMBIENTE PARA EL MONTAJE DE CASA DE MÁQUINAS DE LAS HIDROELÉCTRICAS RENACE 2 Y RENACE 3, EN EL ÁREA DE CARCHÁ, ALTA VERAPAZ.**, presentado por el estudiante universitario **Servio Danilo Sierra Prado**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Ing. César Ernesto Urquizú Rodas  
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación  
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, noviembre de 2015.

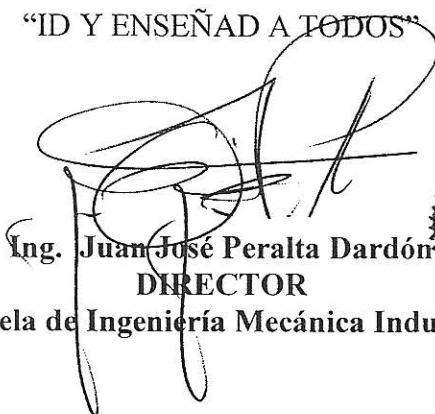
/mgp



REF.DIR.EMI.002.016

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de graduación titulado **CONSIDERACIONES DE SEGURIDAD INDUSTRIAL Y MEDIO AMBIENTE PARA EL MONTAJE DE CASA DE MÁQUINAS DE LAS HIDROELÉCTRICAS RENACE 2 Y RENACE 3, EN EL ÁREA DE CARCHÁ, ALTA VERAPÁZ**, presentado por el estudiante universitario **Servio Danilo Sierra Prado**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”



Ing. Juan José Peralta Dardón  
DIRECTOR  
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, enero de 2016.

/mgp





El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al Trabajo de Graduación titulado: **CONSIDERACIONES DE SEGURIDAD INDUSTRIAL Y MEDIO AMBIENTE PARA EL MONTAJE DE CASA DE MÁQUINAS DE LAS HIDROELÉCTRICAS RENACE 2 Y RENACE 3, EN EL ÁREA DE CARCHÁ, ALTA VERAPAZ,** presentado por el estudiante universitario: **Servio Danilo Sierra Prado,** y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:



Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco  
Decano

Guatemala, enero de 2016

/gdech



## **ACTO QUE DEDICO A:**

- Dios** Por guiarme siempre y brindarme la fuerza necesaria para dar todos los pasos que he dado en mi vida.
- Mis padres** Danilo Sierra y Yessica Prado, por su amor, su comprensión y su apoyo en todo momento, por ellos he llegado hasta aquí.
- Mis hermanos** Ángel y Celeste Sierra, por motivarme siempre a querer ser un mejor ejemplo.
- Mis abuelos** Leticia Vaides (q. e. p. d.), Norman Prado, Guillermina López y especialmente Ramiro Sierra, por sus buenos consejos y por querer siempre lo mejor para mí.

## **AGRADECIMIENTOS A:**

<b>Universidad de San Carlos de Guatemala</b>	Por ser mi casa de estudios y convertirme en un profesional.
<b>Facultad de Ingeniería</b>	Por permitirme formar parte de un grupo tan competente de profesionales.
<b>Inga. Sigrid Calderón</b>	Por todo su apoyo durante la fase final de mi carrera.
<b>Mis amigos</b>	Por todos los buenos momentos vividos durante la carrera y el apoyo mutuo en cada curso.
<b>Andrea Licette Yat</b>	Por apoyarme y motivarme siempre que lo necesitaba y por querer lo mejor para mí.

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	VII
LISTA DE SÍMBOLOS .....	XI
GLOSARIO .....	XIII
RESUMEN.....	XV
OBJETIVOS.....	XVII
INTRODUCCIÓN .....	XIX
1. INFORMACIÓN GENERAL DE LA HIDROELÉCTRICA RENACE 2.....	1
1.1. Descripción de la empresa .....	1
1.1.1. Historia .....	1
1.1.2. Ubicación .....	3
1.1.3. Visión.....	4
1.1.4. Misión .....	5
1.1.5. Valores .....	5
1.1.6. Empresa contratada para construcción, Cobra.....	6
1.1.7. Organigrama.....	7
2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL. CONSIDERACIONES DE SEGURIDAD INDUSTRIAL Y MEDIO AMBIENTE PARA EL MONTAJE DE CASA DE MÁQUINAS DE LAS HIDROELÉCTRICAS RENACE 2 Y RENACE 3, EN EL ÁREA DE CARCHÁ, ALTA VERAPAZ.....	9
2.1. Diagnóstico de la situación actual en casa de máquinas .....	9
2.1.1. Seguridad industrial .....	10
2.1.1.1. Recursos humanos disponibles.....	11

2.1.1.2.	Organigrama SISO .....	11
2.1.1.3.	Visitas de campo .....	12
2.1.1.4.	Árbol de problemas .....	19
2.1.1.5.	Árbol de objetivos.....	20
2.1.1.6.	Interpretación de resultados.....	21
2.1.2.	Medio ambiente.....	23
2.1.2.1.	Recursos humanos disponibles.....	23
2.1.2.2.	Organigrama MA .....	24
2.1.2.3.	Visitas de campo .....	25
2.1.2.4.	Árbol de problemas .....	28
2.1.2.5.	Árbol de objetivos.....	29
2.1.2.6.	Resultados del diagnóstico.....	31
2.2.	Propuesta de mejora .....	32
2.2.1.	Seguridad industrial.....	33
2.2.1.1.	Metodología y técnicas aplicadas.....	34
2.2.1.1.1.	Matriz de riesgos.....	34
2.2.1.1.2.	Flujograma cumplimiento de mejoras en matriz de riesgos.....	36
2.2.1.1.3.	Análisis de trabajo seguro .....	38
2.2.1.1.4.	Permisos de trabajo .....	40
2.2.1.1.5.	Flujograma supervisión de permisos de trabajo.....	42
2.2.1.1.6.	Inspecciones de equipo de protección personal (EPP).....	43

	2.2.1.1.7.	Flujograma inspección de EPP .....	45
	2.2.1.1.8.	Especificaciones EPP...	46
2.2.2.		Medio ambiente .....	47
	2.2.2.1.	Metodologías y técnicas aplicadas .....	47
	2.2.2.1.1.	Ficha para el control de actividades de MA ...	47
	2.2.2.1.2.	Flujograma para solución de problemas de MA .....	48
2.3.		Resultados.....	48
	2.3.1.	Seguridad industrial .....	49
	2.3.1.1.	Consideraciones para la eliminación o disminución de riesgos identificados en la matriz de riesgos....	50
	2.3.1.2.	Consideraciones para disminución de riesgos por fase (análisis de trabajo seguro).....	54
	2.3.1.3.	Estado de EPP del personal en casa de máquinas .....	67
	2.3.1.4.	Flujograma para reportar condiciones inseguras y eliminarlas ....	74
	2.3.1.5.	Procedimiento para solicitudes de EPP .....	77
	2.3.2.	Medio ambiente .....	89
	2.3.2.1.	Planificación para el control de puntos críticos de incumplimiento.....	89
	2.3.2.2.	Listas de chequeo para control en casa de máquinas.....	91

2.3.2.3.	Flujograma para solución de problemas.....	93
3.	FASE DE INVESTIGACIÓN. PROPUESTA PARA EL MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE TUBERÍAS Y SOPORTES PARA EL SISTEMA DE ENFRIAMIENTO DE HIDROELÉCTRICA RENACE 2.....	97
3.1.	Diagnóstico sistema de tuberías y soportes.....	97
3.1.1.	Visitas de campo.....	98
3.1.1.1.	Tubería.....	101
3.1.1.2.	Soportes.....	102
3.1.2.	Árbol de problemas.....	104
3.1.3.	Árbol de objetivos.....	105
3.1.4.	Foda.....	106
3.1.4.1.	Estrategias.....	106
3.1.4.1.1.	Estrategias FO/FA.....	107
3.1.4.1.2.	Estrategias DO/DA.....	108
3.1.5.	Resultados de diagnóstico.....	109
3.2.	Propuesta de mejora.....	110
3.2.1.	Tubería.....	111
3.2.2.	Diseño de soportes.....	112
4.	FASE DE ENSEÑANZA APRENDIZAJE. CAPACITACIÓN.....	117
4.1.	Diagnóstico de necesidades de capacitación.....	117
4.1.1.	Árbol de problemas.....	117
4.1.2.	Árbol de objetivos.....	118
4.2.	Programa de capacitaciones.....	119
4.2.1.	Alcance.....	120
4.2.2.	Objetivos.....	120

4.2.3.	Contenido a impartir .....	121
4.2.4.	Metodología .....	121
4.3.	Planificación de capacitaciones.....	123
4.4.	Evaluación de capacitaciones .....	124
CONCLUSIONES .....		127
RECOMENDACIONES .....		129
BIBLIOGRAFÍA.....		131





## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1.	Ubicación de Renace 2 .....	4
2.	Organigrama de Renace .....	8
3.	Instalaciones de casa de máquinas de Renace 2 .....	10
4.	Organigrama SISO Renace-Cobra .....	12
5.	Formato de visita de obra.....	14
6.	Armado de cimientos.....	16
7.	Instalación de cubiertas laterales .....	17
8.	Instalación de equipos de generación .....	18
9.	Árbol de problemas .....	20
10.	Árbol de objetivos.....	21
11.	Organigrama de Medio Ambiente Renace-Cobra .....	25
12.	Formato de visita de campo MA.....	26
13.	Baños portátiles y basura en el suelo.....	27
14.	Árbol de problemas MA.....	29
15.	Árbol de objetivos MA .....	30
16.	Formato para matriz de riesgos .....	36
17.	Flujograma cumplimiento de mejoras en matriz de riesgos .....	37
18.	Formato de análisis de trabajo seguro .....	39
19.	Formato de permiso de trabajo .....	41
20.	Flujograma supervisión de permisos de trabajo .....	42
21.	Formato de inspección de EPP .....	44
22.	Flujograma inspección de EPP .....	45
23.	Matriz de riesgos en casa de máquinas.....	50

24.	ATS para obra civil.....	56
25.	ATS para colocación de laterales y techo.....	58
26.	ATS para montaje de equipos de generación.....	60
27.	ATS para instalación de cableado eléctrico y de control.....	62
28.	ATS instalación de oficinas y talleres.....	64
29.	ATS instalación de sistema contra incendios.....	66
30.	Gráfica de inspecciones de EPP a Andritz .....	68
31.	Gráfica de inspecciones de EPP a OCA.....	69
32.	Gráfica de inspecciones de EPP a Energía Total .....	70
33.	Gráfica de inspecciones de EPP a Shalom .....	71
34.	Gráfica inspección de EPP a Grupo Cej.....	72
35.	Gráfica inspecciones de EPP a Sistagua.....	73
36.	Flujograma para reportar condiciones inseguras .....	76
37.	Procedimiento para solicitudes de equipo .....	78
38.	Ficha de control limpieza de baños y basureros.....	92
39.	Flujograma para la solución de problemas medioambientales .....	95
40.	Plano de sistema de enfriamiento.....	100
41.	Tubería de acero galvanizado .....	101
42.	Tubería que se utilizará para sistema de enfriamiento .....	102
43.	Soportes instalados en campo.....	103
44.	Árbol de problemas.....	104
45.	Árbol de objetivos .....	105
46.	Matriz de relaciones Foda.....	107
47.	Diseño actual de soportes .....	110
48.	Aplicaciones de aceros .....	112
49.	Diseño propuesto de soportes .....	113
50.	Indicaciones para elegir diámetros de U-bolt.....	114
51.	Tabla de relación de diámetros para U-bolt.....	115
52.	Árbol de problemas necesidades de capacitación.....	118

53.	Árbol de objetivos necesidades de capacitación .....	119
54.	Formato registro de capacitación .....	122
55.	Formato de evaluación.....	125

## TABLAS

I.	Línea de acción para causas raíces.....	22
II.	Líneas de acción para puntos críticos de contaminación .....	32
III.	Especificaciones EPP .....	46
IV.	Medidas de acción para matriz de riesgos .....	51
V.	Clasificación por colores .....	54
VI.	Inspecciones de EPP Andritz .....	67
VII.	Inspecciones de EPP a OCA .....	68
VIII.	Inspecciones de EPP a Energía Total.....	69
IX.	Inspecciones de EPP a Shalom .....	70
X.	Inspecciones de EPP a Grupo Cej.....	71
XI.	Inspecciones de EPP a Sistagua .....	72
XII.	Planificación inspecciones de EPP para Renace 2 y Renace 3.....	74
XIII.	Planificación para el control de limpieza .....	90
XIV.	Análisis Foda.....	106
XV.	Programa de capacitaciones.....	120
XVI.	Planificación de capacitaciones/concientizaciones .....	123
XVII.	Resultados de evaluación .....	126



## LISTA DE SÍMBOLOS

<b>Símbolo</b>	<b>Significado</b>
°C	Grados centígrados
m	Metro
km/h	Kilómetros por hora



## GLOSARIO

<b>Accidente</b>	Suceso que se presenta de forma inesperada y causa daños al personal o al equipo.
<b>Acto inseguro</b>	Acciones que comete el personal, sabiendo que pone en riesgo su salud o integridad física.
<b>ATS</b>	Análisis de trabajo seguro, estudio de una actividad específica para determinar los riesgos que conlleva y las soluciones que se le pueden dar.
<b>Casa de máquinas</b>	Instalación en la que se ubican los equipos de generación de energía.
<b>Condición insegura</b>	Situaciones en las que se pone en riesgo al personal o equipo.
<b>Equipo de protección</b>	Implementos que se utilizan para preservar la integridad física del colaborador.
<b>Incidente</b>	Suceso inesperado que se da durante la realización de un trabajo.
<b>Matriz de riesgos</b>	Distribución de riesgos presentes en un área de trabajo, de acuerdo a su gravedad y probabilidad de que ocurran.



<b>Peligro</b>	Toda situación que puede causar daño al personal o a la propiedad.
<b>Permiso de trabajo</b>	Formato que se utiliza para el control de actividades que están autorizadas a realizarse una vez se controlaron los riesgos presentes.
<b>Riesgo</b>	La vulnerabilidad a la que se exponen las personas a que se produzca un daño durante la realización de un trabajo.
<b>Seguridad industrial</b>	Políticas, técnicas y procedimientos que se utilizan para la eliminación o el control de riesgos presentes en el trabajo industrial.
<b>Trabajo en altura</b>	Cualquier trabajo que se realiza a más de 1,80 metros del nivel del suelo.

## RESUMEN

En la construcción de la central hidroeléctrica Renace 2, se han tenido serias dificultades con el cumplimiento de las normas de seguridad exigidas por la empresa, lo que ha ocasionado un gran número de incidentes laborales, además de numerosas.

El plan de la Corporación Multi Inversiones es de seguir creciendo, se tiene planificado construir dos hidroeléctricas más sobre el río Cahabón, para lo cual se quiere contar con un mejor plan de gestión de seguridad industrial. Para esto se realiza el proyecto de *Consideraciones de seguridad industrial y medio ambiente para el montaje de casa de máquinas de las hidroeléctricas Renace 2 y Renace 3, en el área de Carchá, Alta Verapaz*. Este estudio será de gran utilidad en los proyectos futuros de Multi Inversiones.

Se tiene planificado realizar un análisis completo de los riesgos de seguridad que se presentan en la construcción de la hidroeléctrica en el área de casa de máquinas. También se definirán las medidas adecuadas para la prevención de accidentes por medio de la eliminación o disminución de riesgos.

Se realizará un análisis de las condiciones medioambientales en que se encuentra el área de casa de máquinas, junto a las propuestas de mejora para una gestión adecuada de temas referentes al medio ambiente.

Por otra parte, se estarán realizando capacitaciones referentes a seguridad industrial al personal de las distintas empresas subcontratadas por grupo Cobra.



# OBJETIVOS

## General

Identificar los aspectos más críticos y definir las consideraciones a tomar en cuenta para aplicar medidas de mitigación de riesgos con un sistema de control de seguridad industrial para reducir al mínimo la cantidad de accidentes que ocurren en la hidroeléctrica Renace 2, al mismo tiempo que se disminuye considerablemente la posibilidad de que se pierda una vida mientras se ejecutan las actividades laborales, logrando una minimización de problemas para la empresa.

## Específicos

1. Evaluar las condiciones de seguridad que se dan en los trabajos de construcción y montaje de equipos que se realizan en casa de máquinas para su puesta en operación.
2. Implementar el uso de permisos de trabajo para actividades en altura y en caliente dentro del área de casa de máquinas.
3. Elaborar un formato general para análisis de trabajo seguro en el que se identifiquen los riesgos a los que se ve expuesto el personal de cada una de las empresas subcontratadas, cuando realizan sus trabajos en cada área.

4. Evaluar las condiciones en que se encuentra el equipo de protección personal (EPP) de las empresas subcontratadas por Cobra en casa de máquinas.
5. Identificar, en una matriz de riesgos, los riesgos más relevantes que existen en casa de máquinas.
6. Minimizar el número de incidentes que ocurren dentro de las distintas áreas de trabajo, logrando así, disminuir en gran medida la probabilidad de que se presente una fatalidad.
7. Elaborar un procedimiento de trabajo para las solicitudes de equipo de protección personal (EPP) por parte de los trabajadores de Renace a los encargados de seguridad industrial.
8. Diseñar un programa de revisiones de equipo de para garantizar que el personal cuenta con una protección adecuada al trabajo que realiza.

## INTRODUCCIÓN

En los últimos años, en Guatemala, una gran cantidad de organizaciones y grupos de personas ha optado por invertir en la construcción y puesta en marcha de centrales hidroeléctricas, que ha dado como resultado un aumento en la producción nacional de energía eléctrica. Por medio de estas centrales, se genera energía limpia y renovable que no daña el medio ambiente y produce grandes beneficios. La construcción de las hidroeléctricas Renace 2 y 3 se realiza con base en estos objetivos.

En este trabajo se presenta un proyecto dividido en cuatro capítulos. En el primero se realiza un estudio de las condiciones de seguridad y medio ambiente que se presentan en la construcción de casa de máquinas de Renace 2, para definir posteriormente las medidas de control que se deberán tomar para eliminar o controlar los riesgos a los que se ven expuestos los trabajadores, además de los problemas medioambientales que pueden presentarse.

Con esto, se busca beneficiar a Renace con las herramientas adecuadas para el control de riesgos laborales, por medio de la aplicación de técnicas y métodos de ingeniería, clasificando riesgos y elaborando análisis de trabajo seguro. Con estas herramientas, se contribuirá al control de riesgos en la construcción de casa de máquinas de Renace 3 que se estará realizando posteriormente.

Por otra parte, se estará realizando una fase de investigación que se presenta en el capítulo 3, con el cual se busca realizar un análisis de tuberías y soportes del sistema de enfriamiento de los equipos de generación que serán utilizados en casa de máquinas, para posteriormente, elaborar una propuesta de mejora para Renace.

En el último capítulo, se presenta una fase de capacitación, realizada con el personal de las distintas empresas implicadas en la construcción y montaje en el área de casa de máquinas.

# **1. INFORMACIÓN GENERAL DE LA HIDROELÉCTRICA RENACE 2**

## **1.1. Descripción de la empresa**

Renace 2 es un proyecto de generación de energía, perteneciente a Corporación Multi Inversiones (CMI), que se encuentra en fase de construcción y montaje. Para la ejecución de dicha fase se ha contratado a la empresa Cobra Infraestructuras Hidráulicas, que es la encargada de llevar el proyecto a la etapa de operación, momento en el cual, CMI proporcionará el personal adecuado que se hará cargo del manejo de la planta.

### **1.1.1. Historia**

En 1920, don Juan Bautista Gutiérrez fundó los primeros negocios que dieron paso a lo que hoy se conoce como Corporación Multi Inversiones.

Hoy, Corporación Multi Inversiones cuenta con presencia principalmente en Centroamérica y el Caribe. Actúa en los sectores de molienda, restaurantes de comida rápida, operaciones avícolas y porcícolas, proyectos de generación de energía renovable, construcción y operaciones financieras.

- 1920: con una pequeña tienda ubicada en San Cristóbal, Totonicapán, se inician las raíces de Corporación Multi Inversiones (CMI).
- 1930: Molino Excelsior, fundado por don Juan Bautista Gutiérrez en 1936, dio inicio a lo que es hoy la división de molinería de la corporación.



- 1960: se crea la Granja Villalobos en 1964, dando inicio a la operación avícola en Guatemala.
- 1970: 1971 nace Pollo Campero, empresa que hoy conforma la División de Restaurantes. En 1972 la corporación comienza su expansión hacia Centroamérica con sus operaciones avícolas y de restaurantes, iniciando por El Salvador.
- 1980: 1988, CMI inicia sus operaciones en el sector de construcción, con el propósito de desarrollar proyectos de urbanización y vivienda, centros comerciales y complejos de oficinas en varias áreas de Guatemala.
- 1990: 1994 Pollo Campero lanza el programa de franquicias. En esta misma década nace la División Financiera, para satisfacer la necesidad de financiamiento de las empresas de la corporación.
- 2000: continúa la expansión a Centro América y República Dominicana a través de las operaciones avícolas y de molinería. En el 2004 se inician las operaciones de la División Energía de la corporación. En el 2006 Pollo Campero inicia la expansión a Europa y Asia con la apertura de franquicias en Madrid, España y en Yakarta, Indonesia.<sup>1</sup>

La División de Energía es la más reciente entre todas las divisiones de negocios de Corporación Multi Inversiones, se originó como una iniciativa para beneficiar al país apoyando al desarrollo social y la sostenibilidad del mismo. Se dedica al desarrollo, diseño, ejecución, operación y comercialización de proyectos de generación de energía eléctrica, con recursos renovables en Guatemala y la región centroamericana.

Actualmente cuenta con dos centrales hidroeléctricas en operación:

- La primera central genera 66 MW, inició operaciones en 2004.

---

<sup>1</sup> Corporación Multi Inversiones. <http://www.corporacionmultiinversiones.com/historia>. Consulta: Noviembre de 2014.

- La segunda central genera 16 MW, inició operaciones en 2011, para contar con una capacidad instalada total de 82 MW. Actualmente, se encuentra en fase de construcción una tercera planta, cuya producción alcanzará los 114 MW.

La generación de electricidad mediante fuentes renovables es una actividad que beneficia a todos. No solo crea empleos y genera progreso, sino que también impulsa el crecimiento económico y social del país, mientras protege el medioambiente. La generación de energía con fuentes renovables y libres de contaminación es un pilar fundamental para la sostenibilidad a largo plazo del sector eléctrico: se genera desarrollo sin dañar el ambiente. Una vez que la central hidroeléctrica opere el año completo, las centrales de la División Energía contribuirán aproximadamente con el 4 % de la generación eléctrica de Guatemala. Aunque parece un pequeño aporte, proyectos como estos representan enormes inversiones de capital, ingenio, recursos y tiempo.

Para 2016, la División Energía de Corporación Multi Inversiones planea tener una capacidad instalada superior a 300 MW. Para lograr este objetivo se cuenta con un plan estratégico basado en la construcción y desarrollo de tres proyectos hidroeléctricos adicionales, uno de los cuales, el proyecto II (114 MW) ya se encuentra en construcción.<sup>2</sup>

### **1.1.2. Ubicación**

El proyecto hidroeléctrico está ubicado en el área de las aldeas Chisap y Sejalal, ubicadas en Carchá, Alta Verapaz. El ingreso es por la aldea Chamtaca, ubicada en el km. 239, ruta a Lanquín, Ata Verapaz.

---

<sup>2</sup> Corporación Multi Inversiones. <http://www.corporacionmultiinversiones.com/energia>. Consulta: noviembre de 2014.

Figura 1. Ubicación de Renace 2



Fuente: Google Maps.

### 1.1.3. Visión

“Ser una organización de clase mundial, que aplica los más altos estándares de la industria de generación eléctrica en sus operaciones, participando de manera significativa y creciendo estratégicamente y con rentabilidad en el mercado eléctrico guatemalteco y regional.”<sup>3</sup>

---

<sup>3</sup> CMI. Recursos humanos.

#### **1.1.4. Misión**

“Somos un referente en la generación de energía, primordialmente con fuentes renovables creando de manera sostenida valor para las comunidades donde operamos, colaboradores, proveedores, clientes y accionistas.”<sup>4</sup>

#### **1.1.5. Valores**

Responsabilidad: Asumimos el compromiso de ser una organización dinámica, eficaz, moderna y garante de la obligación adquirida con la visión, la misión, los valores y los principios de CMI. Respondemos por nuestros actos y por los actos de la Corporación de la que somos responsables. Respetamos la Ley de los países en que trabajamos, y cumplimos con nuestras responsabilidades ante nuestros accionistas, clientes, proveedores, colaboradores y acreedores. Somos respetuosos y solidarios con las comunidades de las que somos parte.

Excelencia: Buscamos superioridad y corrección en lo que hacemos. Forjamos con nuestro trabajo resultados dignos de aprecio y admiración. Rechazamos la mediocridad y la ineficiencia pues buscamos la excelencia mediante el esfuerzo constante y tenaz, el trabajo en equipo y la comunión de intereses. La búsqueda de la excelencia es una actitud de vida, y en CMI es el reto permanente y un compromiso ineludible.

Integridad: La integridad es considerada como uno de nuestros activos más importantes. Sabemos medir nuestros derechos por nuestros deberes. Nuestra conducta es guiada por valores éticos universales y principios morales que son el fundamento y el compromiso para construir y preservar una Corporación respetable y respetada. En CMI profesamos virtudes como la transparencia, la rectitud, la voluntad, la disciplina, la honradez y el ejemplo para promover la formación de familias fuertes, empresas prósperas, sociedades libres y naciones modernas.

---

<sup>4</sup> CMI. Recursos humanos.

Respeto: El fundamento de este valor ético radica en la atención que prestamos a los derechos de los demás para lograr la armonía de la colectividad. El respeto supone entender que como seres humanos todos somos iguales y merecemos ser tratados con dignidad. En CMI reconocemos como valores éticos del Respeto, el cumplimiento de la palabra dada, la realización de los contratos firmados y la observancia de los compromisos adquiridos.<sup>5</sup>

#### **1.1.6. Empresa contratada para construcción, Cobra**

Actualmente, el proyecto hidroeléctrico se encuentra en fase de construcción, por lo que Renace ha contratado a la empresa española Cobra Infraestructuras Hidráulicas para ser la encargada de llevar a cabo el diseño, planificación, control, construcción, montaje, instalación y puesta en marcha de todo el proyecto.

A su vez, Cobra ha subcontratado a diferentes empresas nacionales o extranjeras para ser las encargadas específicas de cada una de las actividades que se realizan en el proyecto.

Entre estas actividades están el movimiento de tierras, del que se encarga la empresa Cintrex, S.A.; la construcción de obra gris a cargo de la empresa española Obras Civiles del Atlántico (OCA); la construcción de túneles a cargo de Obras Subterráneas, S. A. (OSSA) y a Proacon, la construcción de una tubería de presión a cargo de IIA; el montaje de equipos de generación en casa de máquinas por la empresa española Andritz y otras.

Debido a la magnitud del proyecto hidroeléctrico, Renace mantiene una supervisión constante sobre las actividades que realiza Cobra y para ello tiene personal encargado de la supervisión en distintos departamentos de desarrollo

---

<sup>5</sup> CMI. Recursos humanos.

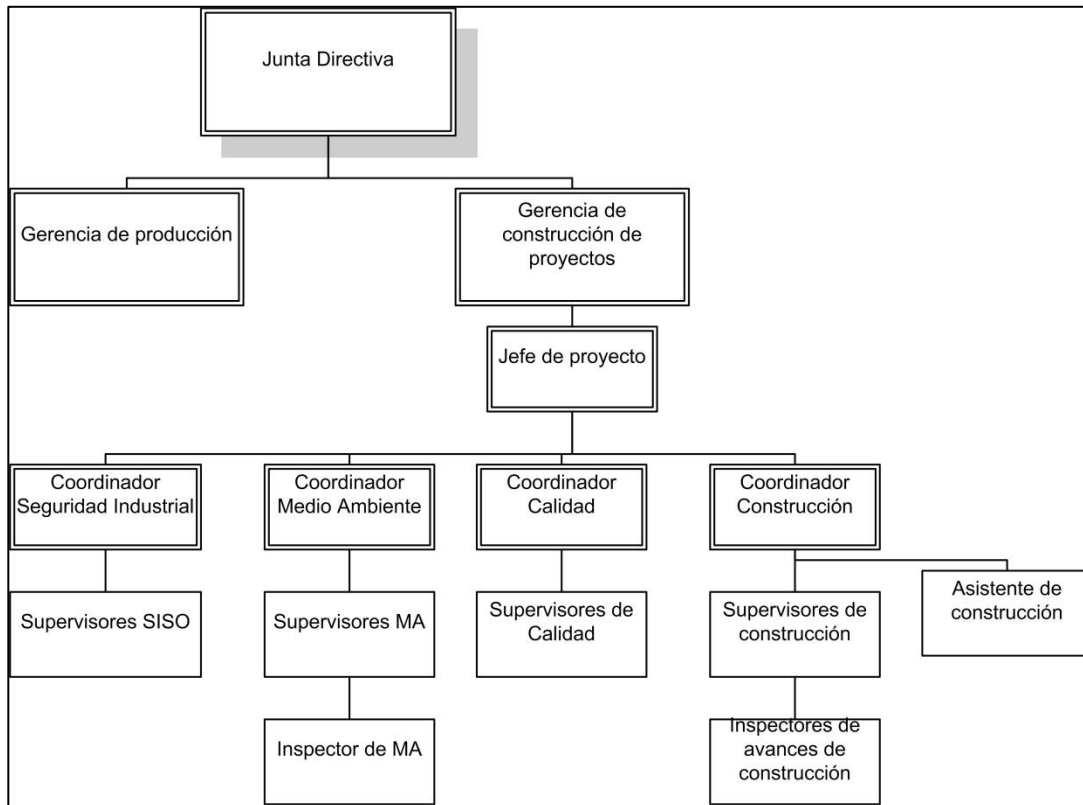
como Construcción, Túneles, Geología, Montaje Mecánico, Calidad, Medio Ambiente, Comunidades y Seguridad Industrial.

### **1.1.7. Organigrama**

El organigrama que utiliza Corporación Multi Inversiones en el proyecto hidroeléctrico Renace es de tipo vertical y en este se encuentran identificados los puestos en los distintos niveles jerárquicos de arriba hacia abajo, lo que permite visualizar fácilmente los puestos subordinados a otros, así como las líneas de comunicación de responsabilidad y autoridad. Este tipo de organigrama permite agrupar puestos similares y ubicarlos por debajo del puesto responsable del área o departamento en cuestión.

Este tipo de estructura organizacional presenta muchas ventajas, ya que es el más utilizado, por lo que las personas dentro de las empresas ya están familiarizadas con el mismo, también permite que sea sumamente fácil identificar la línea de mando, así como las responsabilidades de cada puesto. La desventaja que se presenta al utilizar este organigrama es que al ir bajando niveles, se puede llegar a extender horizontalmente en gran medida, dependiendo de la cantidad de puestos por área.

Figura 2. Organigrama de Renace



Fuente: CMI. Recursos humanos.

## **2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL. CONSIDERACIONES DE SEGURIDAD INDUSTRIAL Y MEDIO AMBIENTE PARA EL MONTAJE DE CASA DE MÁQUINAS DE LAS HIDROELÉCTRICAS RENACE 2 Y RENACE 3, EN EL ÁREA DE CARCHÁ, ALTA VERAPAZ**

### **2.1. Diagnóstico de la situación actual en casa de máquinas**

Para realizar el diagnóstico, se tomó en cuenta el tema de seguridad industrial y el de medio ambiente por separado. Durante los primeros días, se realizó una visita para identificar las áreas que componen casa de máquinas de Renace 2 y en la misma, se tomaron fotografías de las instalaciones para guardar en registro.

El área de casa de máquinas de Renace 2 consta de un camino de acceso, un área de parqueo, un punto de reunión en caso de emergencia y la estructura física de casa de máquinas, todo esto ubicado a un costado del río.



Figura 3. **Instalaciones de casa de máquinas de Renace 2**



Fuente: Renace 2, Carchá, Alta Verapaz.

### **2.1.1. Seguridad industrial**

Para realizar el diagnóstico de los aspectos referentes a seguridad industrial en casa de máquinas, se trabajó por medio de visitas todos los días al área de trabajo en las que se identificaron las actividades que realizaba el personal de las empresas implicadas en la construcción y montaje. Entre estas actividades se encuentran los trabajos de obra civil, instalación de cubiertas laterales y techos, montaje de equipos electromecánicos, instalación de cableado eléctrico, construcción de área de oficinas y talleres, instalación de sistema contra incendios, entre otros.

Con la información obtenida en dichas visitas, se procedió a elaborar un árbol de problemas, con el fin de identificar las causas raíz que ocasionan los incidentes en el área. Posteriormente, se procedió a obtener el árbol de objetivos para identificar la situación que idealmente se debe alcanzar, partiendo del árbol de problemas realizado previamente.

Finalmente se exponen los resultados obtenidos de este diagnóstico para identificar las líneas de acción que se deberán seguir en la búsqueda de mejoras a la situación de seguridad industrial en casa de máquinas.

#### **2.1.1.1. Recursos humanos disponibles**

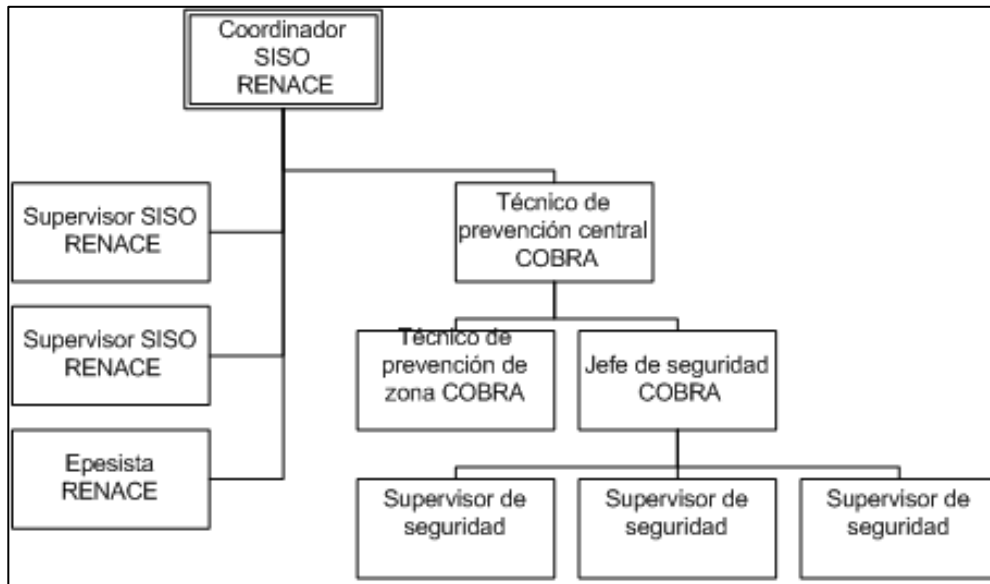
Actualmente, el proyecto cuenta con un coordinador de seguridad industrial y tres supervisores de campo por parte de Renace. Por parte de la empresa subcontratada, tiene un técnico de prevención central, un técnico de campo, un jefe de seguridad y tres supervisores.

#### **2.1.1.2. Organigrama SISO**

Renace utiliza un organigrama de tipo vertical para identificar los puestos del Departamento de Seguridad Industrial y Salud Ocupacional (SISO), en el que se incluye el equipo de Cobra.

Este tipo de organigrama presenta como principal ventaja la inmediata comprensión de los niveles jerárquicos dentro del Departamento SISO, mostrando como cabeza al coordinador SISO de Renace y colocando 3 supervisores SISO de Renace debajo de él. Por el lado de Cobra, se observa que los supervisores SISO de campo le reportan al jefe de seguridad y este al técnico de prevención central que es el encargado de entenderse con el coordinador SISO de Renace. El organigrama SISO queda distribuido de la siguiente forma:

Figura 4. Organigrama SISO Renace-Cobra



Fuente: proporcionado por Renace.



Este organigrama presenta una deficiencia significativa, no establece la relación directa que debe existir entre los supervisores SISO de Renace y Cobra que se encuentran en campo, ya que estos son los que a diario visitan los distintos frentes de trabajo y se ven obligados a estar en constante comunicación para identificar y resolver los incidentes, accidentes, actos y condiciones inseguras que se presentan al realizar los trabajos de construcción y montaje de todo el proyecto.

### 2.1.1.3. Visitas de campo

Se realizaron visitas de campo al área de casa de máquinas del proyecto hidroeléctrico, con el objetivo de conocer el trabajo que se desarrolla, observar las tareas más frecuentes, identificar los riesgos en cada fase de la

construcción y montaje de casa de máquinas. Para dichas visitas, se utilizó un formato de visita de obra, elaborado por Renace, en el cual se identifica la actividad que se está realizando, la maquinaria presente en el área, la cantidad de personal y las condiciones de inseguridad que se producen al realizar los trabajos.

Figura 5. Formato de visita de obra

Supervisión SISO		PROYECTO HIDROELÉCTRICO RENACE 2	
			
Frente de trabajo:		Fecha:	
Supervisores RENACE _____			
Supervisores contratista _____			
<b>Maquinaria observada en obra</b>			
<b>Personal observado en obra</b>			
Cantidad      Puesto      Empresa			
<b>Tipo</b>	<b>Activo</b>		<b>Inactivo</b>
Exacavadora			
Martillo			
Cargador frontal			
Camión volteo			
Rock drill			
Jumbo			
Lanzadora robot			
Telehandler			
Mezcladora de c.			
Grúa			
Tractor			
<b>Actos/Condiciones inseguros (as)</b>			
Supervisor Renace: _____			

Fuente: elaboración propia.

Se asignó una semana para realizar las visitas de campo en casa de máquinas. Al finalizar esta semana, se tomaron los datos obtenidos en los formatos para identificar las actividades que se llevan a cabo a diario, la cantidad de personal, maquinaria y las condiciones inseguras. Por otra parte, se consultó con los ingenieros encargados del montaje de casa de máquinas para identificar los trabajos que se realizarán conforme se vaya avanzando en la construcción de las instalaciones.

Con base en las visitas de campo y a las consultas realizadas con los encargados, se pudo observar que el montaje de casa de máquinas se desarrolla principalmente en seis fases que se enumeran a continuación:

- Obra civil: fase principal de la obra, en esta se incluyen los trabajos de colocación de cimientos, armado, encofrado y hormigonado de la instalación. Para este trabajo, Cobra contrató los servicios de la empresa Obras Civiles del Atlántico (OCA).

Figura 6. **Armado de cimientos**



Fuente: Renace 2, Carchá, Alta Verapaz.

- Instalación de estructura metálica para cubiertas laterales y techos: en esta fase se toma en cuenta la colocación de láminas metálicas para circular y cerrar el área de casa de máquinas, además del techo para toda la instalación. Para la realización de esta fase se contrató a la empresa Shalom.

Figura 7. **Instalación de cubiertas laterales**



Fuente: Renace 2, Carchá, Alta Verapaz.

- Instalación de equipos mecánicos y de enfriamiento para la generación: en esta fase se abarca el traslado, manipulación y montaje de los equipos mecánicos y eléctricos que serán los responsables de la generación de energía eléctrica. Asimismo, la instalación del sistema de enfriamiento para los generadores. Estos trabajos se realizan en los niveles inferiores de casa de máquinas (ya construidos), para ello se contrató a la empresa Andritz.



Figura 8. **Instalación de equipos de generación**



Fuente: Renace 2, Carchá, Alta Verapaz.

- **Instalación de cableado:** esta fase se refiere a la colocación, instalación y habilitación del cableado eléctrico para conectar los equipos de generación. Para este trabajo se contrató a la empresa Energía Total y Grupo Cej.
- **Construcción y delimitación de instalaciones para oficinas y talleres:** al momento de que se terminen los trabajos de circulación y techado, se procede a la construcción y delimitación de oficinas y talleres dentro de la instalación, los que servirán para cuando se inicien operaciones por parte de Renace. Este trabajo lo realizará la empresa Torrefuerte.
- **Instalación del sistema contra incendios:** esta fase se refiere a la manipulación y colocación de tubería y equipos para la instalación del

sistema contra incendios en toda el área de casa de máquinas. Para dicha instalación se contrata a la empresa Sistagua.

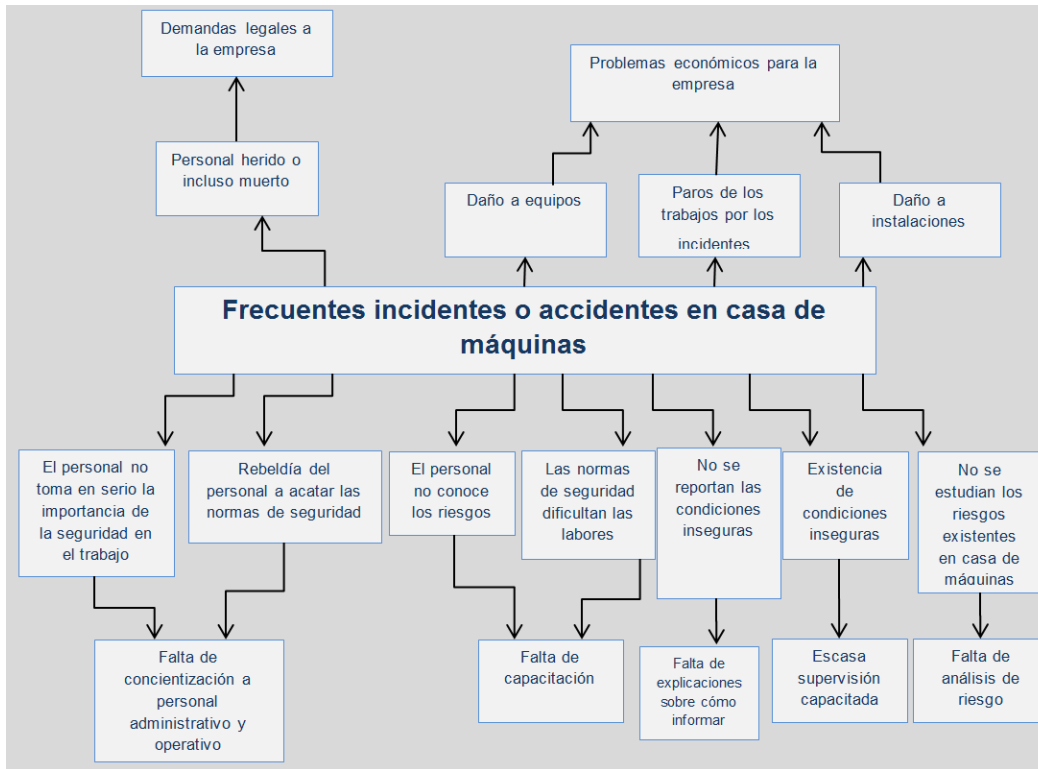
Durante las visitas de campo, se observó que a diario se presenta una gran cantidad de condiciones inseguras que ponen en riesgo la integridad física del personal, una gran parte de este posee equipo de protección deteriorado que no cumple correctamente con su función. Existen personas que se rehúsan a utilizar el EPP (equipo de protección personal) necesario en algunas actividades, también desconocen muchos de los riesgos a los que se ven expuestas o no les dan la importancia debida, es por esto que se producen múltiples incidentes leves e incluso algunos que llegan a ser graves.

#### **2.1.1.4.      Árbol de problemas**

En este punto se busca presentar de una forma fácil y concisa, los principales problemas observados en las visitas de campo del punto anterior. Para hacerlo, se utilizó la herramienta de árbol de problemas porque brinda facilidad para visualizar los efectos y causas raíces principales en el análisis de un tema específico. Este método consiste en identificar un problema principal que se coloca en el centro del gráfico. Posteriormente, se identifican las razones o causas que dan origen al problema principal y se encuentran las causas raíces del problema en general. Estas causas se colocan por debajo del problema principal. Posteriormente, se colocan en la parte superior del gráfico, los efectos o consecuencias que produce el problema para la empresa.

Para la elaboración de este árbol de problemas se utilizó la información obtenida en las visitas de campo, principalmente los problemas que ocasionan los incidentes dentro de casa de máquinas. El gráfico se presenta a continuación.

Figura 9. **Árbol de problemas**

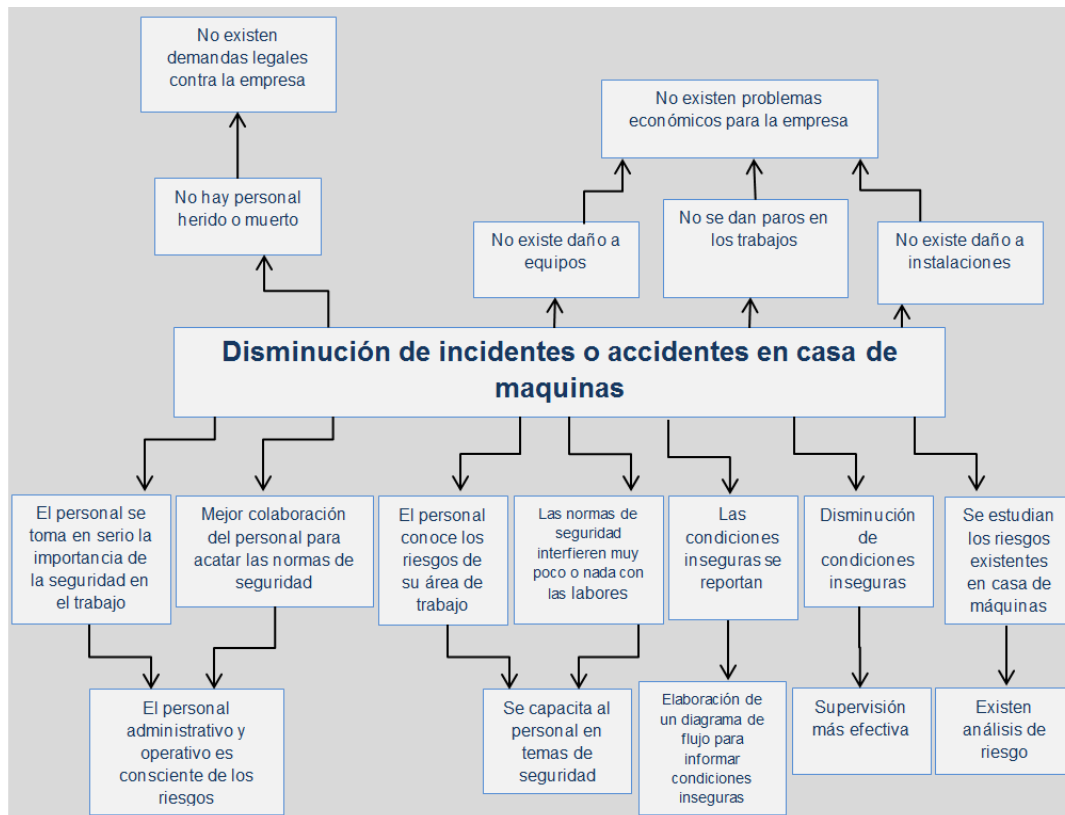


Fuente: elaboración propia.

### 2.1.1.5. **Árbol de objetivos**

Tomado como base el árbol de problemas que se elaboró en el punto anterior con la información que se obtuvo de las visitas de campo, se realiza un árbol de objetivos, para darle al trabajo un enfoque de los criterios que se deben analizar y a los cuales se debe atacar para obtener mejoras significativas y lograr la disminución de incidentes o accidentes. Básicamente, el árbol de objetivos consiste en tomar el árbol de problemas y cambiar el sentido de todas las causas y consecuencias para finalmente tener los objetivos que, idealmente, se deben alcanzar.

Figura 10. **Árbol de objetivos**



Fuente: elaboración propia.

### 2.1.1.6. Interpretación de resultados

Al utilizar un árbol de problemas para hacer el diagnóstico de la situación actual de seguridad en el proyecto Renace, se determina que el problema central es la alta cantidad de incidentes y accidentes que se presenta en la construcción de casa de máquinas.

Se determina que las causas raíces del problema son 5 principalmente. Estas se enumeran en la siguiente tabla y se define una línea de acción para atacarlas y mejorar las condiciones de seguridad en el trabajo.

Tabla I. **Línea de acción para causas raíces**

Núm.	Causa raíz	Línea de acción
1	Falta de concientización a personal administrativo y operativo	Se trabajará en un plan de capacitación/concientización diaria para el personal de las distintas empresas que se encuentran trabajando en casa de máquinas.  Este punto se presenta en el capítulo 4.
2	Falta de capacitación	Se trabajará en un plan de capacitación/concientización diaria para el personal de las distintas empresas que se encuentran trabajando en casa de máquinas.  Este punto se presenta en el capítulo 4.
3	Falta de explicaciones sobre cómo informar condiciones inseguras	Se elaborará un diagrama de flujo en el que se definirá el proceso a seguir para el reporte de condiciones inseguras en casa de máquinas.
4	Escasa supervisión capacitada	Se tiene poco personal dedicado a tareas de seguridad para las dimensiones del proyecto. Las matrices y análisis de riesgos junto con el diagrama para reportar condiciones inseguras servirán como herramienta a los supervisores SISO para volver más efectivo su trabajo.
5	Falta de análisis de riesgo	Se elaborarán análisis de trabajo seguro por fase de trabajo en la construcción y montaje de casa de máquinas.

Fuente: elaboración propia.

### **2.1.2. Medio ambiente**

Como parte del trabajo del epesista, se incluyó la búsqueda de problemas de contaminación al medio ambiente (MA) que pueden presentarse durante la construcción y el montaje de casa de máquinas, debido a la gran cantidad de personal que labora en el área, las diversas actividades que se presentan y la maquinaria que se utiliza como apoyo para los trabajos, entre otros.

Para empezar con el tema de medio ambiente, se procedió a identificar los recursos humanos disponibles por parte de Renace y Cobra. Para tener claro el tema se elaboró un organigrama del Departamento de Medio Ambiente.

De forma similar al tema de seguridad industrial, se estuvieron realizando visitas de campo al área de casa de máquinas, con el fin de observar las actividades de las empresas que trabajan en la construcción de las instalaciones e identificar los puntos de contaminación. Con la información obtenida durante estas visitas, se elaboró un árbol de problemas y otro de objetivos para identificar los aspectos más importantes a tomar en cuenta y así trabajar en busca de mejoras.

#### **2.1.2.1. Recursos humanos disponibles**

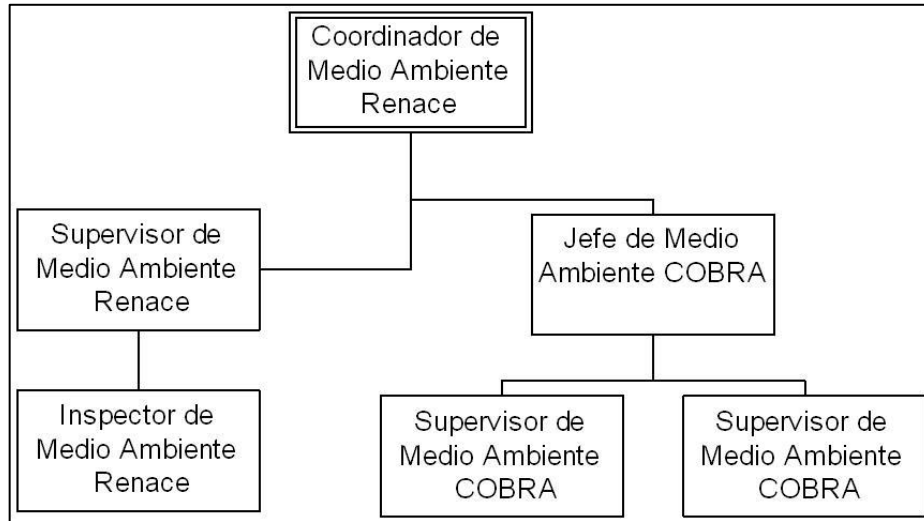
Por parte de Renace, hay un departamento de Medio Ambiente que es el encargado de velar por el cuidado de todas las áreas del proyecto hidroeléctrico, para evitar cualquier tipo de contaminación o daños al medio ambiente o, de no ser posible, buscar medidas para controlarlos. Este Departamento está conformado por un coordinador de MA, un supervisor y un inspector de campo. Por parte de Cobra, también hay personal dedicado al cuidado del medio ambiente, entre ellos se encuentra un jefe de MA y dos

supervisores. Ambos departamentos trabajan juntos para encontrar soluciones a los problemas que se presentan.

#### **2.1.2.2. Organigrama MA**

Se debe mencionar que el personal destinado a estas labores es reducido, pero de igual forma se elaboró un organigrama para identificar los puestos y líneas de mando de forma conjunta Renace y Cobra. El tipo de organigrama que se presenta es vertical, se utilizó este por ser el más sencillo, pero efectivo. Su principal ventaja es que el personal a tomar en cuenta es reducido y no existen más de dos puestos subordinados a un jefe inmediato. También permite que la línea de mando sea comprensible fácilmente al presentar al coordinador de Medio Ambiente por parte de Renace a la cabeza, por encima del supervisor y este, a su vez, por encima del inspector de campo. Por el lado de Cobra, el jefe del Departamento es el encargado de rendirle cuentas al coordinador de Renace, por medio del trabajo de sus dos supervisores de campo. El organigrama se presenta en la figura 11.

Figura 11. **Organigrama de Medio Ambiente Renace-Cobra**



Fuente: proporcionado por Renace.

Al igual que en el organigrama del departamento SISO, este presenta una deficiencia al no establecer una relación directa entre los supervisores de Cobra y Renace, que normalmente son los que se encuentran ubicados en el proyecto y se encargan de resolver las situaciones medioambientales.

### **2.1.2.3. Visitas de campo**



Esta fase se trabajó de manera conjunta con el tema de seguridad industrial. Se realizaron visitas de campo al área de casa de máquinas durante las primeras semanas del EPS, con el fin de presenciar diariamente las actividades de construcción y observar las áreas que producen algún tipo de contaminación al medio ambiente, durante este tiempo, también fue posible capturar algunas fotografías.



Durante estas visitas de campo se utilizó un formato, en el cual se identifica la actividad que se está realizando, el área en que se encuentra, la empresa responsable y las anotaciones pertinentes respecto al punto de contaminación. Dicho formato se presenta en la figura 12.

Figura 12. Formato de visita de campo MA

Supervisión MA PROYECTO HIDROELÉCTRICO RENACE 2

Área de trabajo:					Fecha:						
Supervisores RENACE											
Supervisores contratista											
Actividades											
Empresa responsable											
Maquinaria observada en área de trabajo						Personal observado en área de trabajo					
Tipo	Activo				Inactivo		Cantidad	Puesto	Empresa		
Exacavadora											
Martillo											
Cargador frontal											
Camión volteo											
Rock drill											
Jumbo											
Lanzadora robot											
Telehandler											
Mezcladora de c.											
Grúa											
Tractor											
<b>Descripción de contaminantes</b>											

Supervisor Renace: \_\_\_\_\_

Fuente: elaboración propia.

Al término del período destinado para el diagnóstico, se analizó la información obtenida en los formatos y se encontró que los puntos de contaminación al medio ambiente son pocos, siendo los más recurrentes la limpieza y revisión de baños portátiles y la recolección de desechos que no se realiza constantemente. Se debe mencionar también que Cobra es el responsable del cuidado del medio ambiente y, por lo tanto, el encargado de tomar las acciones necesarias para garantizarlo. En la figura 13 se muestra la contaminación de desechos sólidos, una situación que se vive a diario en casa de máquinas.

Figura 13. **Baños portátiles y basura en el suelo**



Fuente: Renace 2, Carchá, Alta Verapaz.

Al consultar con el personal de medio ambiente de Renace y Cobra, se llegó a conocer que, en ocasiones, la falta de recolección de desechos ha provocado que se contamine el río con basura procedente del personal de las

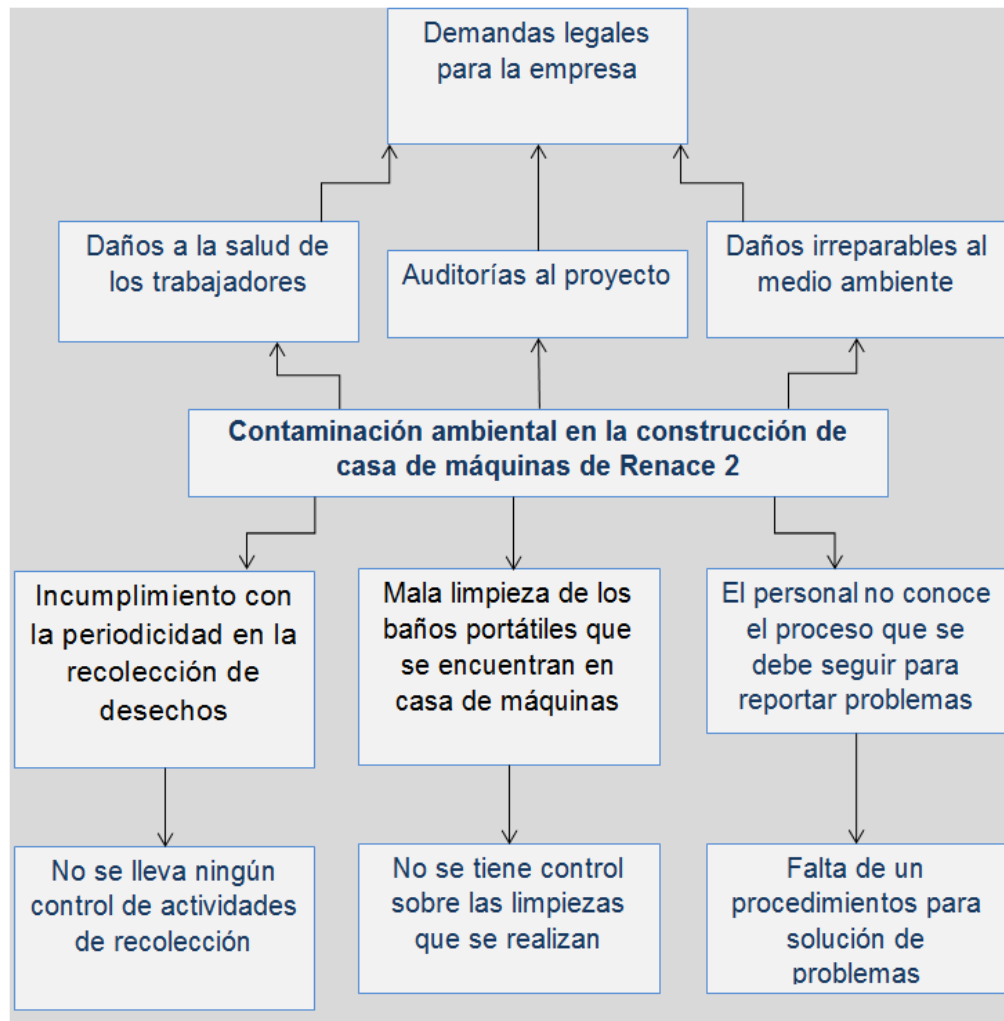
empresas que trabajan en el área. Por otra parte, eventualmente, se ha dado algún problema de derrames de aceite o diésel en el área.

#### **2.1.2.4.      Árbol de problemas**

Con la información que se obtuvo en los formatos de las visitas de campo del punto anterior, procedió a elaborar un árbol de problemas, con el fin de presentar de una forma gráfica los problemas de contaminación al medio ambiente que se tienen en casa de máquinas.

En la parte superior del problema central se presentan los problemas que se ocasionan a la empresa, al personal, a las instalaciones, entre otros, y en la parte inferior se observan las causas principales del problema. El gráfico se presenta en la figura 14.

Figura 14. **Árbol de problemas MA**



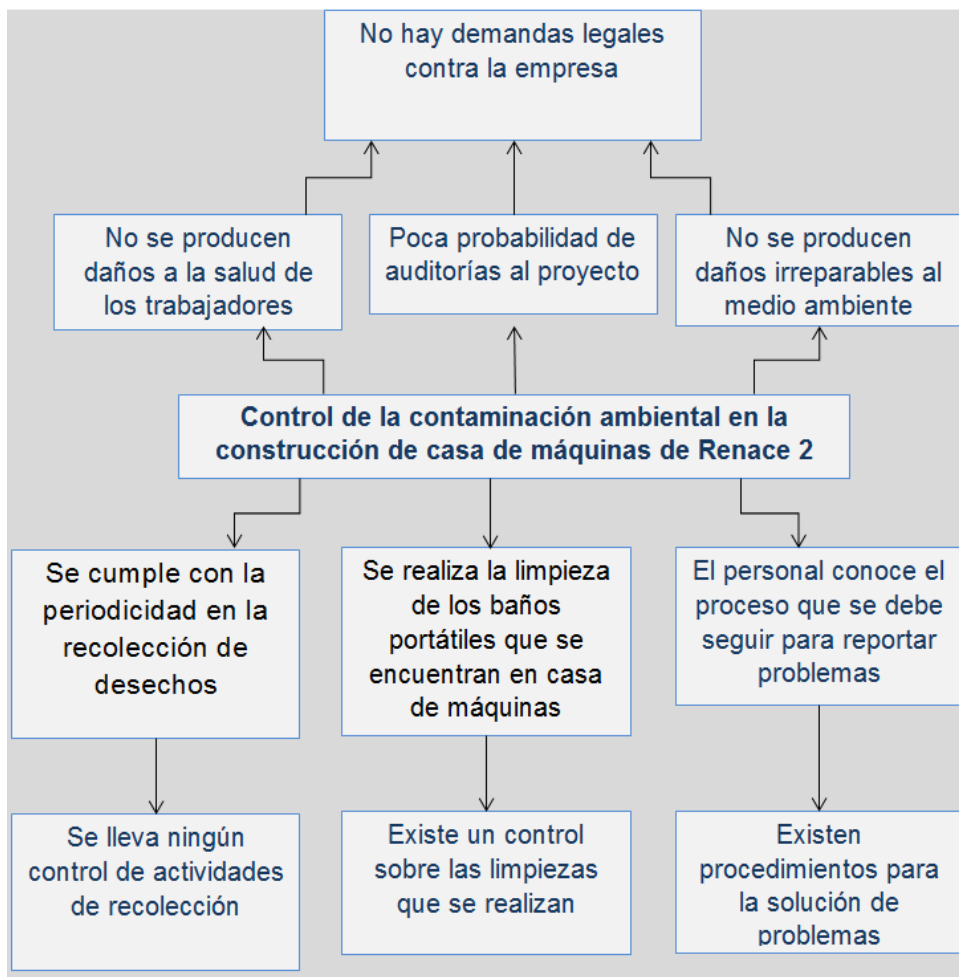
Fuente: elaboración propia.

### 2.1.2.5. **Árbol de objetivos**

Se presenta un árbol de objetivos tomando como base la información obtenida en el árbol de problemas del punto anterior. Se procede a modificar el contenido de cada cuadro del gráfico anterior para identificar las mejoras que se

quieren alcanzar y la situación a la que idealmente se debería de llegar. En la parte inferior de este árbol de objetivos se presentan las causas del problema central ya solucionadas y los efectos que las mismas causan también han sido cambiados para reflejar los logros que se buscan.

Figura 15. **Árbol de objetivos MA**



Fuente: elaboración propia.

### **2.1.2.6. Resultados del diagnóstico**

Al analizar la información que se obtuvo en los puntos anteriores de este diagnóstico, se observa que los puntos críticos de contaminación en el área de casa de máquinas son tres y se presentan a continuación:

- La recolección de desechos sólidos no se realiza dos o tres veces a la semana, como debería ser según acuerdos previos entre Renace y Cobra.
- La limpieza de los baños portátiles que debería hacerse al menos una vez cada dos semanas, algunas veces se realiza cada mes semanas, en casa de máquinas se tuvo un total de 3 baños portátiles, dos de ellos administrados por Cobra y el tercero por la empresa Andritz.
- No se tiene establecido un método para la solución de problemas.

A continuación se presenta una tabla en la que se enumeran los puntos críticos de contaminación al medio ambiente en casa de máquinas y se establecen líneas de acción para mejorar las condiciones en el área.

Tabla II. **Líneas de acción para puntos críticos de contaminación**

Núm.	Causa raíz	Línea de acción
1	La recolección de desechos no se realiza en los tiempos debidos	Se trabajará en un método para el control de los días en que se realiza la recolección de desechos sólidos y en la mejor forma de informar cuando no se cumpla con los tiempos.
2	Exceso de tiempo entre limpiezas de baños portátiles	Se trabajará en un control de actividades que permita a Renace saber si se está cumpliendo o no con la limpieza de los baños portátiles.
3	No existe un método establecido para solucionar los problemas de contaminación en Renace	Se elaborará un flujograma para solución de problemas medioambientales en el proyecto.

Fuente: elaboración propia.

## 2.2. Propuesta de mejora

Después de haber realizado el diagnóstico correspondiente a los temas de seguridad industrial y medio ambiente en las instalaciones de casa de máquinas de Renace 2, se determinó que en ambas áreas existen problemas de distinto nivel de gravedad. Para este trabajo se tomaron en cuenta los más graves y con base en estos se procede a presentar una propuesta para el mejoramiento de las condiciones en el área de trabajo.

En este punto se enumeran las medidas a tomar en consideración, los métodos de trabajo y las técnicas que se deben aplicar para atacar los

problemas principales de ambos temas y obtener mejoras que permitan decir que dichos problemas se han disminuido o se han eliminado.

### **2.2.1. Seguridad industrial**

Con el diagnóstico que se realizó al área de seguridad industrial, se encontró que existen cinco problemas críticos que ponen en riesgo la integridad física del personal que se encuentra trabajando en casa de máquinas. Estos son:

- Falta de concientización al personal administrativo y operativo.
- Falta de capacitación al personal operativo.
- Falta de un procedimiento para el reporte y resolución de condiciones inseguras.
- Poco personal capacitado para supervisión por parte de Renace y Cobra.
- Falta de análisis de riesgos para las actividades de construcción y montaje.

Para reducir o eliminar el impacto de estos problemas, se debe presentar una serie de métodos y técnicas de ingeniería que permitan al personal del Departamento de Seguridad Industrial de Renace, tener un control adecuado de las situaciones que se presentan a diario en el área de trabajo. Dichos métodos se estarán presentando a continuación.



### **2.2.1.1. Metodología y técnicas aplicadas**

Para obtener resultados satisfactorios en cuanto a la disminución o eliminación de problemas de seguridad industrial, se deberá trabajar con métodos y técnicas que permitan analizar la información que se tiene y utilizarla para prevenir que se presenten condiciones de riesgo para el personal operativo o administrativo que se encuentre en el área de casa de máquinas.

Entre los métodos o técnicas que se utilizaron para este trabajo de EPS se encuentra una matriz de riesgos, en la que se clasifican los riesgos referentes al trabajo, de acuerdo a su gravedad y a la probabilidad que sucedan. También se utiliza el análisis de trabajo seguro, que sirve para identificar los riesgos presentes en cada actividad, previo a realizarla y tomar medidas para controlar o eliminar dichos riesgos. También, se utilizara el permiso de trabajo, que es un documento que le sirve al Departamento de Seguridad Industrial diariamente para asegurarse que se cumplan las medidas adecuadas para prevenir los riesgos en todas las actividades. Se utilizará también la inspección de equipo de protección personal (EPP) por medio de un formato que se presentará en el punto correspondiente.

#### **2.2.1.1.1. Matriz de riesgos**

Para identificar los riesgos mas críticos en casa de máquinas, se elabora una matriz de riesgos. Dicha matriz es una representación gráfica de los riesgos que se corren en un área de trabajo determinada. Se utiliza para identificar los riesgos de acuerdo a la gravedad que representan y a la probabilidad de que sucedan.

La matriz de riesgos se utilizó por recomendación del coordinador de Seguridad Industrial de Renace, que proporcionó al epesista la clasificación de riesgos por gravedad y probabilidad de que sucedan, tomando como base una matriz utilizada por él en otros proyectos distintos.

En las columnas del lado se muestra una clasificación de acuerdo a los afectados ya sea personal, equipos o medio ambiente. En las filas del mismo lado izquierdo se identifica con un número el nivel de gravedad del riesgo, siendo 4 el más peligroso.

En las columnas del lado derecho se presenta la probabilidad de que se dé un accidente o la frecuencia con la que estos se dan, empezando desde la letra A que se refiere riesgos muy poco frecuentes y terminano con la letra E que indica los riesgos mas frecuentes que se tienen en el área.

Se identifican los riesgos encontrados en casa de máquinas y se clasifican en la casilla que mejor identifique la gravedad del riesgo y la probabilidad de que ocasionen un accidente o incidente, colocando en las primeras casillas los más leves e improbales y en las últimas los más graves y frecuentes.

Figura 16. Formato para matriz de riesgos

**Matriz de riesgos**

Lugar: **Casa de máquinas**

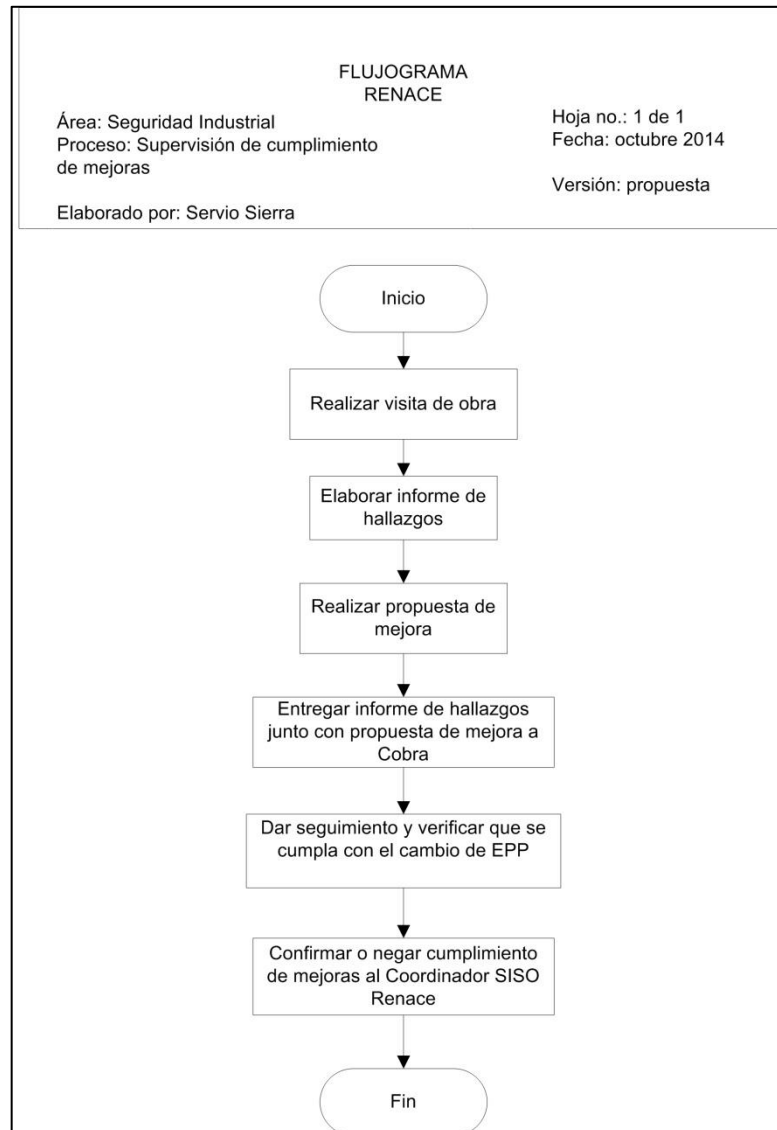
Categoría	Recursos			Aumento de probabilidad/frecuencia					
	Personas	Equipos	Ambiente	A (1)	B (1)	C (3)	D (3)	E (9)	
Aumento de riesgos	1 (1)	Riesgos menores	Daños menores	Efectos menores					
	2 (3)	Riesgos moderados	Daños moderados	Impacto moderado					
	3 (3)	Altos riesgos	Daños mayores	Impacto mayor					
	4 (9)	Riesgos muy elevados	Daños masivos	Impacto masivo					

Fuente: proporcionada por Coordinador SISO, modificaciones propias.

**2.2.1.1.2. Flujograma cumplimiento de mejoras en matriz de riesgos**

Al completar la clasificación de los riesgos en la matriz e identificar las mejoras que deberán realizarse, se procederá según el siguiente flujograma.

Figura 17. **Flujograma cumplimiento de mejoras en matriz de riesgos**



Fuente: elaboración propia, empleando Visio 2007.


### **2.2.1.1.3. Análisis de trabajo seguro**

Como propuesta de mejora para el análisis de los riesgos presentes en cada fase de construcción y montaje de casa de máquinas, se propone la creación e implementación de un análisis de trabajo seguro (ATS), que es un método de identificación de riesgos por área de trabajo y tiene por objetivo definir una serie de medidas que permitirán, si no eliminar los riesgos, controlarlos para garantizar la seguridad del personal afectado. Dicho método se manejará a través de un formato que se puede observar en la figura 17.

Para la elaboración de este formato, se utilizó uno proporcionado por Cobra, en el cual únicamente se dejaba el espacio en blanco para que el encargado de cada actividad anotara los riesgos más generales que veía en el trabajo y posteriormente anotara las medidas que había tomado para controlar dichos riesgos. Por parte del especialista, se elaboró una lista de todos los riesgos que se presentan en casa de máquinas al realizar los distintos trabajos de las empresas subcontratadas y se colocó en el formato de ATS. Del mismo modo, se elaboró un listado de las posibles medidas que se deben tomar para controlar los riesgos y se colocó también en el formato de ATS.

Con este formato ya establecido, se procederá a seguir realizando las visitas de campo diariamente para llenar estos formatos con la información respectiva de cada tarea. Posteriormente, se delegará la tarea a los encargados de cada actividad.

Figura 18. Formato de análisis de trabajo seguro

<b>Turno</b>		<b>ANÁLISIS DE TRABAJO SEGURO</b>		
<b>Día:</b>	<b>Noche:</b>			
<b>Fecha:</b>				
<b>EMPRESA</b>				
<b>TRABAJO A REALIZAR</b>				
<b>Identificación de riesgos</b>				
	Exposición de químicos	Riesgo de tropezones	Material explosivo	Caidas desde altura
	Atmósferas peligrosas	Riesgos ambientales	Presiones extremas	Maquinaria pesada
	Espacio confinado	Riesgos eléctricos	Levantamiento de cargas	Exposición a altas temperaturas
	Ruido	Zanjas y agujeros	Derrames	Equipos rotando (atrapamiento)
	Incendio/explosión	Machucones, rasguños	Pinchazos, cortaduras	Tareas simultáneas
	Deslizamiento de tierra	Esquirlas, partículas	Superficies calientes	Riesgo biológico
	Derrumbes/soterramiento	Inundación	Visibilidad	Mala condición del camino
	Comunitarios	Animales/Insectos	Velocidad de vehículos	Otros
<b>Control de riesgos/ plan de emergencias/ contingencias</b>				
	Equipo de protección	Bloqueo y etiquetado	Protección contra caídas	Control de incendios
	Barreras físicas	Permiso trabajos eléctricos	Monitoreo con explosímetro	Procedimiento de evacuación
	Cambiar proceso de trabajo	Permiso trabajos caliente	Informar al personal alrededor	Ventilar, drenar, purgar
	Control de fuentes de ignición	Permiso espacio confinado	Plan de control de derrames	Hoja seguridad de materiales
	Señalización/delimitación	Permiso trabajo en alturas	Orden y limpieza	Aterrizar equipos eléctricos
	Iluminación	Capacitación	Comunicación/divulgación	Otros
<b>Equipo de seguridad requerido</b>				
	Casco	Guantes nitrilo, neopreno	Cinta de precaución	Detector de gases tóxicos
	Botas de seguridad	Delantal para químicos	Mascarilla	Protección auditiva
	Gafas de seguridad	Chaleco salvavidas	Mascarilla con filtro especial	Botiquín de primeros auxilios
	Careta transparente	Arnés de cuerpo entero	Autocontenido	Extractor de gases o ventilador
	Chaleco	Doble cabo de anclaje	Lazo , soga	Radio de comunicación
	Gafas para químicos	Línea de vida	Extintor portátil	Careta para soldar
	Guantes de cuero	Absorbedor de impacto	Oberol especial	Delantal y mangas para soldar
	Herramientas adecuadas	Linterna	Otros	
<b>EQUIPO QUE ELABORA EL A.T.S.</b>				
	<b>Nombre</b>	<b>Puesto</b>	<b>Firma</b>	
<b>AUTORIZADO POR:</b>				
	<b>Nombre</b>	<b>Puesto</b>	<b>Firma</b>	
<b>REVISADO POR</b>				
	<b>Nombre</b>	<b>Puesto</b>	<b>Firma</b>	

Observaciones: \_\_\_\_\_

Fuente: elaborado por Cobra, modificaciones propias.

#### **2.2.1.1.4. Permisos de trabajo**

Se utilizará el formato de permiso de trabajo proporcionado por la contratista Cobra, para supervisar periódicamente la elaboración del mismo y que cumpla con los requerimientos de Renace. El formato se presenta en la figura 19.

Figura 19. Formato de permiso de trabajo

		PERMISO DE TRABAJO		Tipo de Trabajo: <b>ALTURA</b>		
OO.TT.:		LUGAR DE TRABAJO/OBRA:		No. _____		
TRABAJOS A REALIZAR:		JEFE DE OBRA:		_____		
SUBCONTRATA:		FECHA:		_____		
DURACIÓN DEL PERMISO DE TRABAJO, HORA INICIO:		HORA FINALIZACIÓN:		_____		
<b>CONDICIONES DE SEGURIDAD</b>				N/A	SI	NO
Bloqueo y etiquetado de fuentes de energía						
Señalización y delimitación de área de trabajo						
Se ha informado a todos los trabajadores y supervisores acerca de los trabajos a realizar (coordinación de trabajos)						
Se requiere presencia de observador o supervisor experto en el tipo de trabajo a realizar						
Tiene el observador o supervisor formación específica acreditada en el tipo de trabajo a realizar						
Tienen los trabajadores formación específica de trabajos en altura (curso teórico práctico)						
Se realizó la charla de seguridad de 5 minutos						
<b>PROTEC. INDIVIDUALES</b>		TIENEN	USAN	ESTADO	<b>PROTEC. COLECTIVAS</b>	
Casco con barbiqueo					Pértigas Anticaídas	
Calzado: Normal <input type="checkbox"/> Eléctrico <input type="checkbox"/>					Gancho Abierto	
Guantes: Seguridad Mec. <input type="checkbox"/> Soldador <input type="checkbox"/>					Gancho cerrado	
Vestuario: Vaquero <input type="checkbox"/> Ignífugo <input type="checkbox"/>					Corbata <input type="checkbox"/> /Descensor rescate <input type="checkbox"/>	
Altochut (12 mm Ø)					Doble tiradera (Y)	
Cuerda Auxiliar c/gancho (1.5 m)					Cuerda de 11 mm Ø	
Arnés Anticaídas					Cintillos (tipo escalada)	
Tiradera: Normal <input type="checkbox"/> Reglex <input type="checkbox"/>					Trepolines <input type="checkbox"/> /Trepadores <input type="checkbox"/>	
Tienen revisión anual (ficha) los equipos anticaídas SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> . Hay alguno caducado (> 5 años) SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>				Tienen todos los trabajadores formación acreditada en el uso de EPI's y Sistemas Anticaídas: SI <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>		
<b>APOYOS DE:</b> MADERA <input type="checkbox"/> HORMIGÓN <input type="checkbox"/> TUBULARES <input type="checkbox"/>		N/A	SI	NO		
Han comprobado el estado y resistencia del apoyo						
Han amostrado, si el trabajo modifica su estado de equilibrio (obligatorio en postes de madera viejos)						
Si suben mediante escalera, usan el sistema establecido de su atado en cabeza y Línea de Vida						
<b>APOYOS DE CELOSIA:</b> ELECTRICOS <input type="checkbox"/> COMUNICACIONES <input type="checkbox"/>		N/A	SI	NO		
Han comprobado el estado de los elementos del Sistema Anticaídas empleado (Ø cuerda y altochut, gancho, etc.)						
Si trabajan en crucetas tienen montadas LINEAS DE VIDA SECUNDARIAS						
<b>SOBRE OTROS EQUIPOS / ESTRUCTURAS / SUPERFICIES (.....):</b>		N/A	SI	NO		
Emplean algún Sistema Anticaídas alternativo con garantías						
Es adecuado y seguro el medio de acceso al punto de trabajo						
<b>ANDAMIOS: (FIJOS <input type="checkbox"/> MOVILES <input type="checkbox"/> COLGADOS <input type="checkbox"/> PLAT. ELEVADORAS <input type="checkbox"/></b>		N/A	SI	NO		
Estructura (alto, largo), bien montada y con arriostramientos propios <input type="checkbox"/> o externos <input type="checkbox"/>						
Plataforma: PISO COMPLETO <input type="checkbox"/> HASTA BARANDILLAS (superior <input type="checkbox"/> e intermedia <input type="checkbox"/> ) y RODAPIE <input type="checkbox"/>						
Los pies tienen RUEDAS CON FRENO <input type="checkbox"/> PIES REGULABLES <input type="checkbox"/> Y SUELO RESISTENTE <input type="checkbox"/>						
Andamios colgados: estado de pescantes, cables y equipos subir/bajar. Está atado con altochut a cuerda seguridad						
Andamios especiales tienen Plan de Montaje firmado						
Andamios normales dirige/monta un trabajador autorizado, con >2 años de experiencia						
Equipo elevador: Tiene el trabajador autorización formación teórico-práctica acreditada						
Utiliza el trabajador sobre la plataforma amés fijado a punto resistente de la misma <input type="checkbox"/> o externo <input type="checkbox"/>						
<b>ESCALERAS MANUALES (Madera <input type="checkbox"/> , Fibra <input type="checkbox"/> , Otra <input type="checkbox"/> )</b> Altura de los pies m.		N/A	SI	NO		
Están en buen estado, largueros, peldaños, barniz.						
Tienen zapatas ANTIDESLIZANTES <input type="checkbox"/> PIES REGULABLES <input type="checkbox"/>						
Las de tijera, tienen cadena de seguridad (no trabajar a horcadas)						
Son adecuados y resistentes los puntos de apoyo superior <input type="checkbox"/> (cuál es:.....) e inferior <input type="checkbox"/>						
Está garantizada la sujeción en la parte superior <input type="checkbox"/> (como .....) y/o inferior <input type="checkbox"/>						
Utiliza el trabajador sobre la escalera amés fijado a punto resistente externo <input type="checkbox"/> o a la misma si está atada <input type="checkbox"/>						
<b>RENOVACIÓN DE PERMISO DE TRABAJO</b>						
(Para la renovación del permiso de trabajo se requiere de una nueva comprobación y el cumplimiento afirmativo de todas las condiciones anteriores)						
Se ha realizado nuevamente la comprobación de las condiciones del Permiso de Trabajo SI <input type="checkbox"/> ; No <input type="checkbox"/>						
Duración del permiso, Hora inicio:		Hora finalización:		Fecha: _____		
<b>OBSERVACIONES:</b> _____						
<b>Firmas para 1ª autorización</b>						
AUTORIZADO	AUTORIZADO	AUTORIZADO	AUTORIZADO			
Técnico de prevención subcontrata	Mando Jefe de Frente	T. Prevención Cobra	Serv. De Prevención			
<b>Firmas para 2ª autorización</b>						
AUTORIZADO	AUTORIZADO	AUTORIZADO	AUTORIZADO			
Técnico de prevención subcontrata	Mando Jefe de Frente	T. Prevención Cobra	Serv. De Prevención			

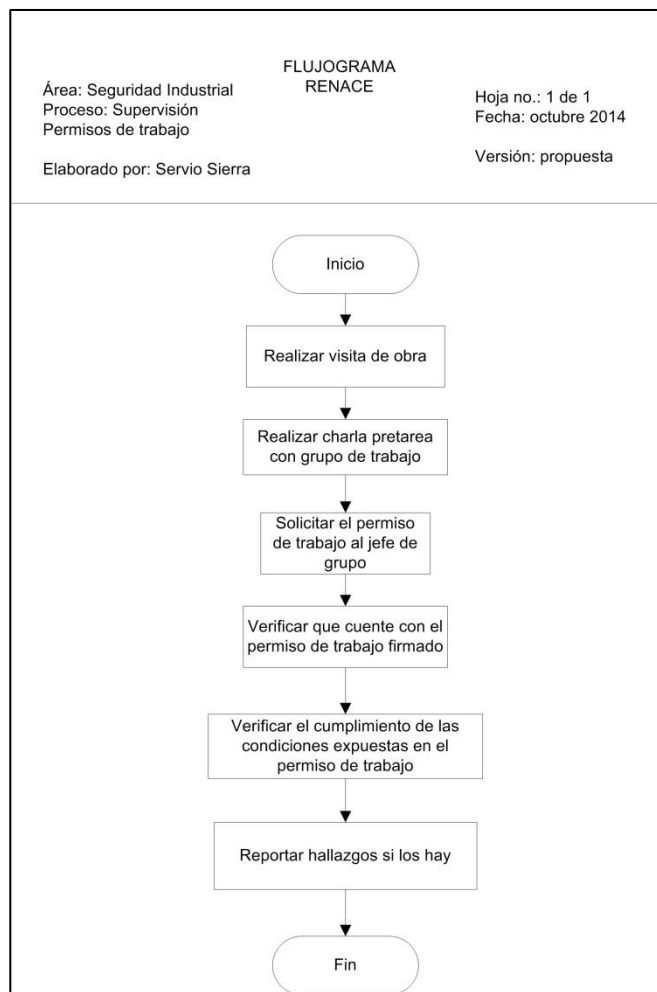
Fuente: Cobra Infraestructuras Hidráulicas.



### 2.2.1.1.5. Flujograma supervisión de permisos de trabajo

Para verificar que se cumpla con las condiciones expuestas en los permisos de trabajo, se procederá de acuerdo al flujograma que se presenta en la figura 20.

Figura 20. Flujograma supervisión de permisos de trabajo





Fuente: elaboración propia, empleando Visio 2007.

#### **2.2.1.1.6. Inspecciones de equipo de protección personal (EPP)**

Como propuesta de mejora para el tema del uso de equipo de protección personal (EPP), se realizarán inspecciones a las empresas que se encuentran en casa de máquinas para mantener un control estadístico del estado en que se encuentra el EPP.

Estas inspecciones se deberán hacer frecuentemente debido al desgaste que puede presentar el EPP por el trabajo cotidiano. Este control se pretende mantener con el objetivo de enterarse al momento de que el personal tenga un EPP en mal estado para solicitar su cambio a la empresa correspondiente. Dichas inspecciones se realizarán utilizando el siguiente formato.

Figura 21. Formato de inspección de EPP

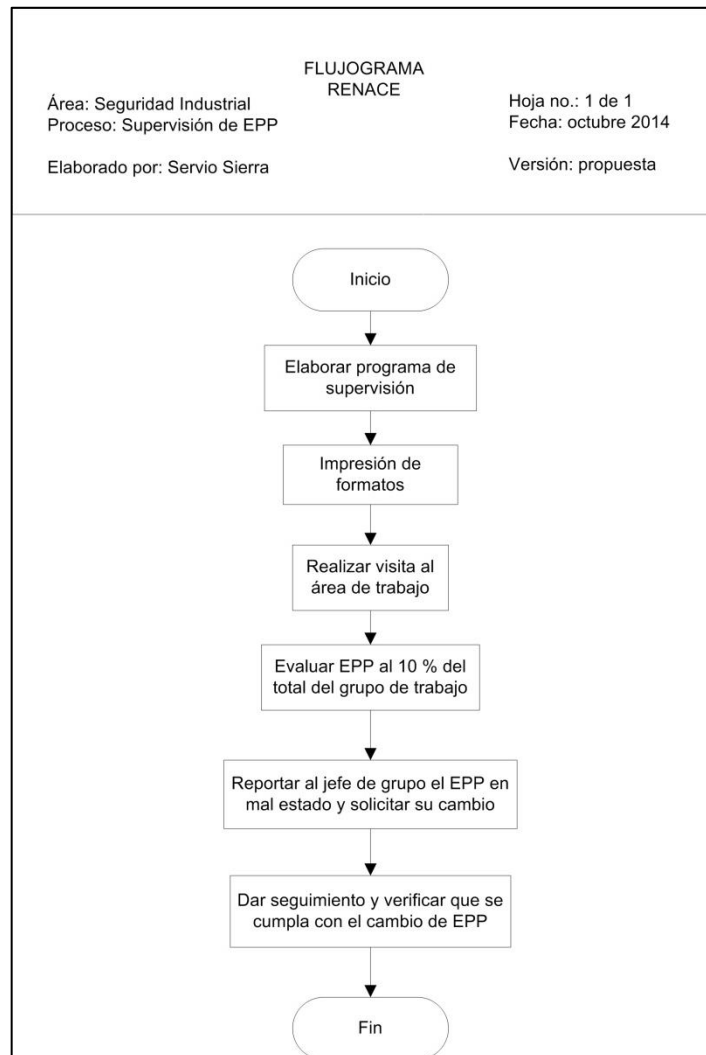
		<b>FORMATO INSPECCION EQUIPO DE PROTECCION PERSONAL</b>											
UBICACION AREA: _____		INSPECCIONADO POR: _____										B: BUENO    M: MALO    D: DESECHABLES    N/A: NO APLICA	
FECHA: _____													
No	NOMBRE DEL TRABAJADOR	CASCO	GAFAS	GUANTES	PROTECTOR AUDITIVO	PROTECCION RESPIRATORIA	ARNES	BOTAS	CHALECO	OBSERVACIONES			
		Estado	Estado	Estado	Estado	Estado	Estado	Estado	Estado	Estado			
1													
2													
3													
4													
5													
6													
7													
8													
9													
10													
11													
12													
13													
14													
15													
16													
17													
18													
19													
20													
21													
22													
23													
24													
25													

Fuente: Renace.

### 2.2.1.1.7. Flujograma inspección de EPP

Para la realización de las inspecciones de EPP se utilizará el flujograma que se presenta en la figura 22.

Figura 22. Flujograma inspección de EPP



Fuente: elaboración propia, empleando Visio 2007.

### 2.2.1.1.8. Especificaciones EPP

Para la supervisión de equipos de protección personal se utilizará el formato respectivo y se deberá verificar el cumplimiento de las especificaciones que se presentan a continuación para cada caso.

Tabla III. Especificaciones EPP

Tipo de protección	Equipo	Especificaciones
Protección para la cabeza	Casco	Material: ABS Accesorios: Cinta de la tela, hebilla, <i>ratchet</i> . Tamaño: los 52 cm a 60 cm. Color: Blanco (supervisores) Amarillo (operarios)
Protección para los pies	Botas de seguridad	Zapato de corte alto Puntera de acero
Protección para los ojos	Gafas	Protección lateral Protección antirayadura Cordón
Protección respiratoria	Mascarilla	Con filtro de protección contra partículas sólidas y líquidas
Protección auditiva	Orejas/tapones	Material: silicona, con cordón
Protección para manos	Guantes	Material: cuero de vaca Protección de la mano completa
Protección anticaída	Arnés de seguridad	Arnés de cuerpo completo de 3 puntos (espalda, cintura) Peso máximo: 140 kg Ajustable en torso y piernas.
	Eslinga	Grosor: 12 mm Longitud: 1,5 m Gancho grande de acero Absorbedor de impacto
Protección cuerpo	Chaleco reflectivo	Clase 2 Bandas reflectivas de 1,37" de grosor, en ambos lados

Fuente: elaboración propia.

## **2.2.2. Medio ambiente**

En el inciso 2.1.2 se presentó el diagnóstico que se realizó a las condiciones de medio ambiente en el área de casa de máquinas de Renace 2. De dicho diagnóstico se llegó a la conclusión de que existen 3 problemas principales, entre los cuales se encuentra la recolección esporádica de desechos sólidos, el incumplimiento en la limpieza de baños y, finalmente, que no existe un procedimiento para que se puedan reportar los problemas medioambientales y se les pueda buscar solución. En este punto se presentan las propuestas que se hacen para dar solución a los problemas mencionados.

### **2.2.2.1. Metodologías y técnicas aplicadas**

Con el fin de obtener mejoras en el cuidado del medio ambiente durante la construcción de Renace 2 y posteriormente de Renace 3, se deberán utilizar métodos o técnicas de ingeniería que sirvan como herramientas para controlar los problemas mencionados anteriormente y darles solución.

Entre los métodos a emplear se encuentra la elaboración de una ficha para el control de actividades y la elaboración de un flujograma para el reporte y solución de problemas referentes al cuidado del medio ambiente.

#### **2.2.2.1.1. Ficha para el control de actividades de MA**

Debido al escaso cumplimiento con las limpiezas de baños portátiles y la recolección de desechos, se propone como medida de mejora, la elaboración e implementación de una ficha para el control de actividades de medio ambiente en casa de máquinas de Renace 2 y que posteriormente pueda también, ser

utilizada cuando se lleve a cabo la construcción y montaje de casa de máquinas en Renace 3.

Esta ficha deberá presentarse en un formato que permita anotar las actividades y la fecha en que se realizan con el fin de mantener un control. De presentarse incumplimientos, presentar las exigencias pertinentes a la empresa encargada de estas actividades, en este caso, Cobra.

Esta ficha deberá ser manejada por el inspector de Medio Ambiente de campo por parte de Renace, para que pueda servir a manera de registro en caso de necesitarse.

#### **2.2.2.1.2. Flujograma para solución de problemas de medio ambiente MA**

Se trabajará en la elaboración de un diagrama de flujo en el que se podrá observar el proceso para reportar cualquier problema de medio ambiente y así buscar soluciones. Para ello, se pretende realizar consultas con el personal de medio ambiente de Renace y Cobra, para conocer la forma correcta de proceder si se quiere obtener una solución. Se deberá identificar las responsabilidades de cada puesto, para que quede claro en el diagrama y sea comprensible fácilmente.

### **2.3. Resultados**

En este punto, se pretende presentar el trabajo que se realizó durante el período de EPS, partiendo de los problemas identificados en el diagnóstico

inicial y que se trabajaron por medio de las metodologías y técnicas aplicadas que se presentaron como propuestas de mejora en el inciso 2.2.1.1.

Esta parte de resultados se presenta del mismo modo que se ha trabajado hasta ahora la información, manejando los temas de seguridad industrial y de medio ambiente por separado.

### **2.3.1. Seguridad industrial**

Como parte de los resultados obtenidos en el área de seguridad industrial, se presentan todos los riesgos que se identificaron durante la estancia en el proyecto, en la matriz de riesgos mencionada previamente. Para continuar, se presentan los riesgos junto a las consideraciones que se deben tomar en cuenta para eliminarlos o, de no ser posible, controlarlos.

Posteriormente, se presentan los análisis de trabajo seguro que se realizaron durante el período de EPS, los mismos se presentan en el formato de ATS que se presentó en el inciso 2.2.1.1.3. Después se muestran los resultados obtenidos de las inspecciones de EPP a las empresas implicadas en casa de máquinas, en forma de tablas y gráficas en las que se puede ver el porcentaje de cumplimiento de uso del equipo.

Por último, se presenta un flujograma para el reporte y solución de condiciones inseguras y un procedimiento que se realizó a petición de Renace, para las solicitudes de equipo de protección para el personal de la empresa.



### 2.3.1.1. Consideraciones para la eliminación o disminución de riesgos identificados en la matriz de riesgos

Tomando como base las observaciones hechas durante las visitas de campo, se completó la matriz presentada en la figura 16, con los riesgos más críticos encontrados durante la construcción y el montaje de casa de máquinas. Se puede observar una variedad de riesgos desde los más leves e improbables, hasta los más graves y probables, como el manejo de maquinaria pesada para el movimiento de tierras. Se proporcionó un valor a cada fila y columna en la matriz de riesgos para cuantificar el nivel de riesgo, dando un punto a los más leves e improbables, tres puntos a los medianamente probables y peligrosos; por último nueve puntos a los más probables y graves.

Figura 23. **Matriz de riesgos en casa de máquinas**

#### Matriz de riesgos

Lugar: **Casa de máquinas**

Categoría	Recursos			Aumento de probabilidad/frecuencia					
	Personas	Equipos	Ambiente	A (1)	B (1)	C (3)	D (3)	E (9)	
Aumento de riesgos	1 (1)	Riesgos menores	Daños menores	Efectos menores	Traslados del personal (1)	Trabajos bajo el sol (1)	Trabajos cercanos al río (3)	Caminos con agua, transporte de tierras (3)	
	2 (3)	Riesgos moderados	Daños moderados	Impacto moderado		Carpintería (3)	Proceso de hormigoneado/fundición de concreto. (9)	Trabajos sobre suelo con objetos punzantes, trabajos con objetos cortantes (9)	
	3 (3)	Altos riesgos	Daños mayores	Impacto mayor		Manejo de combustibles (3)	Trabajos a distintos niveles del suelo, trabajos de limpieza torre de interconexión (9)	Trabajos con gruas, izaje de cargas, inundaciones (9)	Trabajos en alturas, usos de escaleras, andamios (27)
	4 (9)	Riesgos muy elevados	Daños masivos	Impacto masivo	Trabajos eléctricos cerca de agua (9)	Maquinaria estacionada con carga suspendida (9)		Soldadura en áreas peligrosas (27)	Manejo de maquinaria pesada (81)

Fuente: elaboración propia.

Se tomaron los riesgos identificados en esta matriz y se colocaron a manera de brindar una explicación mas descriptiva, agregando, para cada uno, las acciones, medidas o procedimientos necesarios para su control. Se ordenaron partiendo desde los más graves y probables, hasta los menos probables y más leves.

Estas acciones o medidas se determinaron en conjunto con el coordinador de SISO, tomando como base el contrato de obra entre Renace y Cobra, además de los reglamentos del IGSS y el Código de Trabajo.

Tabla IV. **Medidas de acción para matriz de riesgos**

Categoría del riesgo	Tareas	Riesgos/peligros potenciales	Acción/procedimiento para controlar o eliminar
5	Manejo de maquinaria pesada	A diario se dispone de maquinaria pesada destinada al movimiento de tierras en los anexos al río, a un costado de casa de máquinas. El terreno podría provocar desbalanceo o volcadura de la maquinaria. De la misma manera, para el transporte de material desde casa de máquinas hacia afuera, el terreno es peligroso y puede provocar caídas al vacío. Los turnos de trabajo del personal pueden hacerse muy largos por mala planificación y esto puede provocar sueño en los operadores.	Exigir a Cobra que por parte de la empresa encargada de la maquinaria se realicen inspecciones periódicas para evaluar el funcionamiento y posibles fallas. Pedir a la empresa que se elabore una planificación adecuada de turnos a los operadores de maquinaria pesada. Concientizar a los operadores de maquinaria pesada sobre la importancia del uso del cinturón de seguridad. Verificar constantemente que el operario esté utilizando el cinturón de seguridad.
4	Trabajos en alturas, usos de andamios y escaleras	Se ha visto personal subiendo a las orillas descubiertas de la instalación sin arnés, estas personas corren peligro de desbalancearse, caer al agua y golpearse por la altura de la caída.	Prohibir terminantemente que se ejecuten trabajos en alturas sin permiso de trabajo. Verificar que se utilice el arnés y anclaje. Exigir que el personal se mantenga anclado a un punto seguro en todo momento.

Continuación de la tabla IV.

4	Soldadura en áreas peligrosas	Para la instalación de la estructura metálica de casa de máquinas, el personal realiza soldaduras en alturas, en lugares poco accesibles por lo que corren riesgo de caídas y lesiones incapacitantes.	Concientizar a los trabajadores del riesgo que corren al ejecutar estas tareas. Utilizar canastas que brinden mayor seguridad al trabajador, que le permitan tener una mayor movilidad. Mostrarles la forma correcta que deben usar para anclarse. Exigirles que mantengan los anclajes en todo momento.
3	Maquinaria estacionada con carga suspendida	A veces, los operarios de maquinaria pesada dejan carga en el aire mientras toman sus descansos, existe más gente que transita cerca de estas máquinas y corren peligro de que les caiga encima la pala con tierra u otros materiales que pueda contener, esto podría ocasionar graves golpes, atrapamiento y aplastamiento.	Hablar con los operarios de maquinaria acerca de los peligros que pueden presentarse si provocan esta condición insegura, posteriormente exigirles que siempre que vayan a quedarse estacionados en sus horarios de descanso deberán bajar hasta el nivel del suelo la carga que porten.  Exigir al contratista que capacite a sus colaboradores sobre actos/condiciones inseguras y sus consecuencias
3	Trabajos con grúas, izare de cargas	Normalmente se utiliza la grúa para mover objetos grandes y pesados de un lugar a otro dentro de la instalación, esto provoca que la gente que se encuentra debajo corra peligro de que le caigan los objetos encima, provocando serias lesiones.	Utilizar señalizaciones cuando se van a realizar movimientos con la grúa para que el personal despeje el área donde se va a movilizar la carga. Verificar siempre que el personal porte el equipo de protección principalmente el casco, chaleco y botas.
3	Trabajos con objetos cortantes	Se trabaja a diario cortando piezas de madera con una sierra de mesa o manipulando láminas con filo, las personas no siempre utilizan los guantes y las gafas protectoras por lo que pueden resultar heridos con cortes en manos, dedos o incluso sufrir amputaciones.	Concientizar a las personas para que entiendan el peligro al que se ven expuestos si no utilizan el equipo de protección. Verificar constantemente que se utilicen los guantes y gafas.
3	Trabajos de limpieza de torre de interconexión	Durante los trabajos de limpieza constantemente hay desprendimientos de tierra, polvo y pequeñas rocas que van a caer al paso que conduce a la parte baja de tubería de presión. Estas rocas podrían golpear gravemente a cualquier persona que se encuentre en la parte baja o que pase por allí.	Esta actividad no se realiza normalmente y se tienen medidas para que cuando se haga esta limpieza, se desaloje a todo el personal en casa de máquinas. Sin embargo, se debe verificar que cuando se inicien los trabajos no se encuentre nadie en una zona de peligro, al igual que cuando retornen, se deberá comprobar que los trabajos de limpieza se detuvieron.
3	Trabajos a distintos niveles del suelo	En el lugar se trabaja a diario en distintos niveles de altura y se corre riesgo de caída de objetos grandes y pequeños desde los niveles superiores como tablas, clavos, martillos u otras herramientas que podrían golpear fuertemente a quien se encuentre debajo en ese momento.	Señalizar los lugares donde se corre peligro de caída de objetos, para evitar que las personas transiten por ahí. No permitir que nadie ingrese a la instalación si no porta casco, chaleco y botas con puntera de acero.
3	Inundaciones	Cada vez que llueve fuerte se corre el riesgo de inundación dentro de casa de máquinas por su proximidad al río. El riesgo derivado de este problema no es tanto para el personal, ya que se realiza una evacuación completa, sino que es para los equipos que se encuentran en los niveles inferiores, ya que el agua puede dañarlos.	Crear un sistema para canalizar el agua a un lado de casa de máquinas y evitar así que se dé el ingreso del agua.

Continuación de la tabla IV.

3	Trabajos sobre suelo con objetos punzantes	En toda la instalación se tienen restos de tablas, clavos, pedazos de metal y herramientas tirados en el suelo. Estos podrían ocasionar lesiones en los pies al personal que pase por encima e incluso si alguien cae al suelo, puede sufrir heridas en manos, brazos, rodillas, espalda y cabeza.	Con el fin de eliminar el riesgo existente se debe exigir a las empresas contratadas que mantengan ordenado cada lugar de trabajo, que tengan un lugar específico para colocar los clavos y piezas de madera y metal que piensen reutilizar. Además de esto, no permitir que transite gente sin botas adecuadas dentro de la instalación.
3	Proceso de hormigonado/fundición de concreto	Para las fundiciones de concreto se trabaja con la colocación de parales y tablas de madera, además de hierro. Se pueden ocasionar lesiones en manos, brazos y piernas e incluso caídas desde lo alto.	Se deberá verificar que las personas utilicen el equipo de protección personal en todo momento. Permitir, para las tareas en que se tenga que trabajar en alturas, que únicamente trabajen personas con arnés anclado a una línea de vida.
3	Trabajos eléctricos cerca del agua	Se ha visto que se trabaja con cables de electricidad con charcos de agua cerca. Existe riesgo de electrocución si se llega a crear un contacto con el agua.	Exigir a la empresa que el supervisor de seguridad verifique siempre el lugar de trabajo, si existen charcos con agua secarlos y eliminar todo rastro de agua antes de proceder a realizar el trabajo.
2	Manejo de combustibles	El almacenamiento de diésel a la entrada de casa de máquinas no se encuentra señalizado y tampoco posee un extintor cerca. Una piedra o un vehículo pueden colisionar con el tanque y ocasionar un derrame	Colocar señales alrededor del tanque para identificar claramente que es un material inflamable. Colocar extintor en un punto cercano.
2	Carpintería	Se trabaja mucho en carpintería debido a los andamios y bases para fundiciones de concreto. En estos trabajos existe riesgo de golpes en manos y brazos con las herramientas o ingreso de contaminantes a los ojos. El personal no siempre utiliza el equipo adecuado para realizar la tarea.	Verificar constantemente que las personas utilicen los guantes y gafas protectoras en estas tareas, además del resto del equipo (casco, chaleco y botas).
2	Trabajos cercanos al río	El acceso a la parte trasera de casa de máquinas es un camino por el cual transitan vehículos pesados y peatones al mismo tiempo. Los peatones se ven obligados a caminar por la orilla que da al río cuando un vehículo pasa. Esto presenta un riesgo, ya que puede ocasionar caídas al río y golpes con las rocas que se encuentran en la orilla	Señalizar y delimitar la orilla del río y un caminamiento con una baranda o en su defecto, cinta de precaución.

Fuente: elaboración propia.

Tabla V. **Clasificación por colores**

Color	Clasificación de riesgo
1	Riesgo muy leve o nulo
2	Riesgo bajo
3	Riesgo medio
4	Riesgo alto
5	Riesgo crítico

Fuente: elaboración propia.

### **2.3.1.2. Consideraciones para disminución de riesgos por fase (análisis de trabajo seguro)**

Se utilizó el formato presentado anteriormente para elaborar un análisis de trabajo seguro para las principales actividades que se realizan durante la construcción y montaje de casa de máquinas. Se realizó tomando como base las fases principales definidas en el inciso 2.1.1.3, y a partir de ellas se completó el análisis respectivo.


- Obra civil: para esta fase de construcción, el capataz del grupo de trabajo siempre deberá realizar una verificación de cumplimiento de requisitos definidos en los formatos de ATS presentados en la figura 24. Esta verificación deberá hacerse todos los días antes de iniciar labores. Los riesgos que se han identificado en esta fase de construcción son los siguientes:
  - Exposición a químicos
  - Ruidos
  - Riesgo de tropezones

- Riesgos eléctricos
- Zanjas y agujeros
- Rasguños
- Proyección de partículas
- Pinchazos y cortaduras
- Levantamiento de cargas
- Caídas a diferente nivel

El capataz deberá encargarse de que se cumplan con las siguientes normas de control:

- Que todo el personal cuente con EPP completo: casco, calzado de seguridad, gafas protectoras, arnés de seguridad, tapones para oídos y guantes.
- Utilizar andamios con barandilla.
- Señalizar y delimitar el área de trabajo.
- Contar con el permiso de trabajo respectivo.
- Contar con botiquín de primeros auxilios y extintor a la mano.

Figura 24. ATS para obra civil

<b>Turno</b>		<b>ANÁLISIS DE TRABAJO SEGURO</b>					
Día: X	Noche: X						
Fecha: octubre 2014							
<b>EMPRESA</b>		OCA					
<b>TRABAJO A REALIZAR</b>		Armado, encofrado y hormigonado					
<b>Identificación de riesgos</b>							
	Exposición de químicos	X	Riesgo de tropezones	Material explosivo	X	Caídas desde altura	
	Atmósferas peligrosas		Riesgos ambientales	Presiones extremas	X	Maquinaria pesada	
	Espacio confinado	X	Riesgos eléctricos	X	Levantamiento de cargas	Exposición a altas temperaturas	
X	Ruido	X	Zanjas y agujeros	Derrames	X	Equipos rotando (atrapamiento)	
X	Incendio/explosión	X	Machucones, rasguños	X	Pinchazos, cortaduras	Tareas simultáneas	
X	Deslizamiento de tierra	X	Esquirlas, partículas	Superficies calientes		Riesgo biológico	
	Derrumbes/soterramiento	X	Inundación	Visibilidad		Mala condición del camino	
	Comunitarios	X	Animales/Insectos	Velocidad de vehículos		Otros	
<b>Control de riesgos/ plan de emergencias/ contingencias</b>							
X	Equipo de protección		Bloqueo y etiquetado	X	Protección contra caídas	Control de incendios	
X	Barreras físicas		Permiso trabajos eléctricos		Monitoreo con explosímetro	X	Procedimiento de evacuación
	Cambiar proceso de trabajo		Permiso trabajos caliente	X	Informar al personal alrededor		Ventilar, drenar, purgar
	Control de fuentes de ignición		Permiso espacio confinado		Plan de control de derrames		Hoja seguridad de materiales
X	Señalización/delimitación	X	Permiso trabajo en alturas	X	Orden y limpieza		Aterrizar equipos eléctricos
X	Iluminación	X	Capacitación		Comunicación/divulgación		Otros
<b>Equipo de seguridad requerido</b>							
X	Casco		Guantes nitrilo, neopreno	X	Cinta de precaución		Detector de gases tóxicos
X	Botas de seguridad		Delantal para químicos	X	Mascarilla	X	Protección auditiva
X	Gafas de seguridad		Chaleco salvavidas		Mascarilla con filtro especial	X	Botiquín de primeros auxilios
	Careta transparente	X	Arnés de cuerpo entero		Autocontenido		Extractor de gases o ventilador
X	Chaleco	X	Doble cabo de anclaje	X	Lazo , soga		Radio de comunicación
	Gafas para químicos	X	Línea de vida	X	Extintor portátil		Careta para soldar
X	Guantes de cuero	X	Absorbedor de impacto		Oberol especial		Delantal y mangas para soldar
X	Herramientas adecuadas		Linterna		Otros		
<b>EQUIPO QUE ELABORA EL A.T.S.</b>							
Nombre		Puesto		Firma			
Servio Danilo Sierra Prado		Supervisor SISO					
<b>AUTORIZADO POR:</b>							
Nombre		Puesto		Firma			
		Coordinador SISO					
<b>REVISADO POR</b>							
Nombre		Puesto		Firma			
		Coordinador SISO					

Observaciones: \_\_\_\_\_

Fuente: elaborado por Cobra, modificaciones propias.


- Colocación de cubiertas laterales y techos: el capataz designado para el grupo de trabajo deberá encargarse de la verificación del cumplimiento de requisitos en el ATS correspondiente a la actividad, que se presenta en la figura 25. En la realización de esta actividad se identificaron los siguientes riesgos:
  - Altos niveles de ruido
  - Peligro de incendios
  - Tropezones
  - Riesgos eléctricos
  - Proyección de partículas
  - Levantamiento de cargas
  - Caídas desde gran altura
  - Cortaduras
  - Uso de maquinaria pesada (grúa)

Para el control de los riesgos aquí expuestos, el capataz deberá verificar que se cumplan las siguientes medidas, previo a iniciar los trabajos:

- Uso de EPP completo: casco, botas, chaleco, guantes, tapones auditivos, gafas y especialmente arnés de cuerpo completo.
- Se deberá señalizar y delimitar el área de trabajo.
- Se deberá prohibir cualquier tipo de actividad que se realice debajo del grupo que estará trabajando en esta fase.
- Se deberá elaborar el permiso de trabajo.
- Se deberá informar de estos trabajos al personal que esté cerca.
- El personal que se encuentre trabajando en alturas deberá ser debidamente capacitado.



Figura 25. **ATS para colocación de laterales y techo**

<b>Turno</b> Dia: <input checked="" type="checkbox"/> Noche: <input checked="" type="checkbox"/>		<b>ANÁLISIS DE TRABAJO SEGURO</b>		 corporación multi inversiones   energía	
Fecha: octubre 2014					
<b>EMPRESA</b>		Shalom			
<b>TRABAJO A REALIZAR</b>		Colocación de laterales y techos			
<b>Identificación de riesgos</b>					
	Exposición de químicos	<input checked="" type="checkbox"/>	Riesgo de tropezones	Material explosivo	<input checked="" type="checkbox"/> Caídas desde altura
	Atmósferas peligrosas		Riesgos ambientales	Presiones extremas	<input checked="" type="checkbox"/> Maquinaria pesada
	Espacio confinado	<input checked="" type="checkbox"/>	Riesgos eléctricos	<input checked="" type="checkbox"/> Levantamiento de cargas	Exposición a altas temperaturas
<input checked="" type="checkbox"/>	Ruido		Zanjas y agujeros	Derrames	<input checked="" type="checkbox"/> Equipos rotando (atrapamiento)
<input checked="" type="checkbox"/>	Incendio/explosión	<input checked="" type="checkbox"/>	Machucones, rasguños	<input checked="" type="checkbox"/> Pinchazos, cortaduras	Tareas simultáneas
	Deslizamiento de tierra	<input checked="" type="checkbox"/>	Esquirlas, partículas	Superficies calientes	Riesgo biológico
<input checked="" type="checkbox"/>	Derrumbes/soterramiento	<input checked="" type="checkbox"/>	Inundación	Visibilidad	Mala condición del camino
	Comunitarios	<input checked="" type="checkbox"/>	Animales/Insectos	Velocidad de vehículos	Otros
<b>Control de riesgos/ plan de emergencias/ contingencias</b>					
<input checked="" type="checkbox"/>	Equipo de protección		Bloqueo y etiquetado	<input checked="" type="checkbox"/> Protección contra caídas	Control de incendios
	Barreras físicas		Permiso trabajos eléctricos	Monitoreo con explosímetro	<input checked="" type="checkbox"/> Procedimiento de evacuación
	Cambiar proceso de trabajo		Permiso trabajos caliente	<input checked="" type="checkbox"/> Informar al personal alrededor	Ventilar, drenar, purgar
<input checked="" type="checkbox"/>	Control de fuentes de ignición		Permiso espacio confinado	Plan de control de derrames	Hoja seguridad de materiales
<input checked="" type="checkbox"/>	Señalización/delimitación	<input checked="" type="checkbox"/>	Permiso trabajo en alturas	<input checked="" type="checkbox"/> Orden y limpieza	Aterrizar equipos eléctricos
	Iluminación	<input checked="" type="checkbox"/>	Capacitación	Comunicación/divulgación	Otros
<b>Equipo de seguridad requerido</b>					
<input checked="" type="checkbox"/>	Casco		Guantes nitrilo, neopreno	<input checked="" type="checkbox"/> Cinta de precaución	Detector de gases tóxicos
<input checked="" type="checkbox"/>	Botas de seguridad		Delantal para químicos	Mascarilla	<input checked="" type="checkbox"/> Protección auditiva
<input checked="" type="checkbox"/>	Gafas de seguridad		Chaleco salvavidas	Mascarilla con filtro especial	<input checked="" type="checkbox"/> Botiquín de primeros auxilios
	Careta transparente	<input checked="" type="checkbox"/>	Arnés de cuerpo entero	Autocontenido	Extractor de gases o ventilador
<input checked="" type="checkbox"/>	Chaleco	<input checked="" type="checkbox"/>	Doble cabo de anclaje	<input checked="" type="checkbox"/> Lazo , soga	Radio de comunicación
	Gafas para químicos	<input checked="" type="checkbox"/>	Línea de vida	<input checked="" type="checkbox"/> Extintor portátil	Careta para soldar
<input checked="" type="checkbox"/>	Guantes de cuero	<input checked="" type="checkbox"/>	Absorbedor de impacto	Oberol especial	Delantal y mangas para soldar
<input checked="" type="checkbox"/>	Herramientas adecuadas		Linterna	Otros	
<b>EQUIPO QUE ELABORA EL A.T.S.</b>					
Nombre		Puesto		Firma	
Servio Danilo Sierra Prado		Supervisor SISO			
<b>AUTORIZADO POR:</b>					
Nombre		Puesto		Firma	
		Coordinador SISO			
<b>REVISADO POR</b>					
Nombre		Puesto		Firma	
		Coordinador SISO			

Observaciones: \_\_\_\_\_


Fuente: elaborado por Cobra, modificaciones propias.

- Fase de montaje de equipos de generación: el capataz del grupo de trabajo designado por la empresa responsable de esta fase deberá verificar que se cumplan los requisitos del ATS específico al montaje de equipos de generación. Debe informar al grupo de los siguientes riesgos:
  - Tropezones
  - Riesgos eléctricos
  - Zanjas y agujeros
  - Rasguños
  - Proyección de partículas
  - Levantamiento de cargas
  - Caídas desde alturas
  - Trabajos en caliente

Del mismo modo, el capataz deberá encargarse de hacer cumplir las medidas de seguridad definidas para controlar estos riesgos:

- Uso del EPP completo: casco, chaleco, botas de seguridad, guantes, en especial gafas protectoras y arnés.
- Señalizar y delimitar el área de trabajo.
- Colocar la iluminación artificial adecuada en el área.
- Elaboración de permiso de trabajo.
- Informar al personal de los riesgos presentes.
- Utilizar protección contra caídas.
- Contar con botiquín de primeros auxilios y extintor en cada puesto de trabajo.

Figura 26. **ATS para montaje de equipos de generación**

<b>Turno</b> Dia: <input checked="" type="checkbox"/> Noche: <input checked="" type="checkbox"/>		<b>ANÁLISIS DE TRABAJO SEGURO</b>			
Fecha: octubre 2014					
<b>EMPRESA</b>		Andritz			
<b>TRABAJO A REALIZAR</b>		Montaje e instalación de equipos			
<b>Identificación de riesgos</b>					
	Exposición de químicos	<input checked="" type="checkbox"/> Riesgo de tropezones	Material explosivo	<input checked="" type="checkbox"/> Caídas desde altura	
	Atmósferas peligrosas	Riesgos ambientales	Presiones extremas	Maquinaria pesada	
	Espacio confinado	<input checked="" type="checkbox"/> Riesgos eléctricos	<input checked="" type="checkbox"/> Levantamiento de cargas	Exposición a altas temperaturas	
<input checked="" type="checkbox"/>	Ruido	<input checked="" type="checkbox"/> Zanjas y agujeros	Derrames	Equipos rotando (atrapamiento)	
<input checked="" type="checkbox"/>	Incendio/explosión	<input checked="" type="checkbox"/> Machucones, rasguños	<input checked="" type="checkbox"/> Pinchazos, cortaduras	<input checked="" type="checkbox"/> Tareas simultáneas	
	Deslizamiento de tierra	<input checked="" type="checkbox"/> Esquirlas, partículas	Superficies calientes	Riesgo biológico	
	Derrumbes/soterramiento	<input checked="" type="checkbox"/> Inundación	Visibilidad	Mala condición del camino	
	Comunitarios	<input checked="" type="checkbox"/> Animales/Insectos	Velocidad de vehículos	Otros	
<b>Control de riesgos/ plan de emergencias/ contingencias</b>					
<input checked="" type="checkbox"/>	Equipo de protección	Bloqueo y etiquetado	<input checked="" type="checkbox"/> Protección contra caídas	Control de incendios	
<input checked="" type="checkbox"/>	Barreras físicas	Permiso trabajos eléctricos	Monitoreo con explosímetro	<input checked="" type="checkbox"/> Procedimiento de evacuación	
	Cambiar proceso de trabajo	Permiso trabajos caliente	<input checked="" type="checkbox"/> Informar al personal alrededor	Ventilar, drenar, purgar	
	Control de fuentes de ignición	Permiso espacio confinado	Plan de control de derrames	Hoja seguridad de materiales	
<input checked="" type="checkbox"/>	Señalización/delimitación	<input checked="" type="checkbox"/> Permiso trabajo en alturas	<input checked="" type="checkbox"/> Orden y limpieza	Aterrizar equipos eléctricos	
<input checked="" type="checkbox"/>	Iluminación	<input checked="" type="checkbox"/> Capacitación	Comunicación/divulgación	Otros	
<b>Equipo de seguridad requerido</b>					
<input checked="" type="checkbox"/>	Casco	Guantes nitrilo, neopreno	<input checked="" type="checkbox"/> Cinta de precaución	Detector de gases tóxicos	
<input checked="" type="checkbox"/>	Botas de seguridad	Delantal para químicos	<input checked="" type="checkbox"/> Mascarilla	<input checked="" type="checkbox"/> Protección auditiva	
<input checked="" type="checkbox"/>	Gafas de seguridad	Chaleco salvavidas	Mascarilla con filtro especial	<input checked="" type="checkbox"/> Botiquín de primeros auxilios	
	Careta transparente	<input checked="" type="checkbox"/> Arnés de cuerpo entero	Autocontenido	Extractor de gases o ventilador	
<input checked="" type="checkbox"/>	Chaleco	<input checked="" type="checkbox"/> Doble cabo de anclaje	<input checked="" type="checkbox"/> Lazo , soga	Radio de comunicación	
	Gafas para químicos	<input checked="" type="checkbox"/> Línea de vida	<input checked="" type="checkbox"/> Extintor portátil	Careta para soldar	
<input checked="" type="checkbox"/>	Guantes de cuero	<input checked="" type="checkbox"/> Absorbedor de impacto	Oberol especial	Delantal y mangas para soldar	
<input checked="" type="checkbox"/>	Herramientas adecuadas	Linterna	Otros		
<b>EQUIPO QUE ELABORA EL A.T.S.</b>					
Nombre		Puesto		Firma	
Servio Danilo Sierra Prado		Supervisor SISO			
<b>AUTORIZADO POR:</b>					
Nombre		Puesto		Firma	
		Coordinador SISO			
<b>REVISADO POR</b>					
Nombre		Puesto		Firma	
		Coordinador SISO			

Observaciones: \_\_\_\_\_


Fuente: elaborado por Cobra, modificaciones propias.

- Fase de instalación de cableado eléctrico: la empresa designada para este trabajo es Energía Total y el capataz designado para el personal deberá verificar el control de los riesgos y medidas a tomar, definidas en el ATS correspondiente. Los riesgos identificados en la realización de estos trabajos son:
  - Riesgo de tropezones
  - Riesgos eléctricos
  - Rasguños
  - Proyección de partículas
  - Levantamiento de cargas
  - Pinchazos y cortaduras
  - Caídas de gran altura

Para el control de los riesgos identificados, el capataz deberá encargarse de informar al personal de los mismos y de verificar que se cumplan las medidas de control que se enumeran a continuación:

- Uso de EPP básico: casco, chaleco, calzado de seguridad, gafas, tapones auditivos.
- Cada trabajador deberá contar con arnés de cuerpo completo.
- Cada trabajador deberá portar guantes con aislamiento.
- Se deberá colocar una línea de vida para los trabajos que se realicen a más de 1,8 metros de altura.
- Señalizar y delimitar el área de trabajo.
- El personal debe estar capacitado para la actividad.
- Se deberá informar al personal que se encuentra alrededor.
- El grupo deberá contar con botiquín de primeros auxilios y extintor contra incendios.

Figura 27. **ATS para instalación de cableado eléctrico y de control**

<b>Turno</b> Dia: <input checked="" type="checkbox"/> Noche: <input checked="" type="checkbox"/>		<b>ANÁLISIS DE TRABAJO SEGURO</b>			
Fecha: octubre 2014					
<b>EMPRESA</b>		Energía Total, Grupo Cej			
<b>TRABAJO A REALIZAR</b>		Instalación de cableado eléctrico			
<b>Identificación de riesgos</b>					
	Exposición de químicos	<input checked="" type="checkbox"/>	Riesgo de tropezones	Material explosivo	<input checked="" type="checkbox"/> Caídas desde altura
	Atmósferas peligrosas		Riesgos ambientales	Presiones extremas	Maquinaria pesada
	Espacio confinado	<input checked="" type="checkbox"/>	Riesgos eléctricos	<input checked="" type="checkbox"/> Levantamiento de cargas	Exposición a altas temperaturas
<input checked="" type="checkbox"/>	Ruido	<input checked="" type="checkbox"/>	Zanjas y agujeros	Derrames	Equipos rotando (atrapamiento)
<input checked="" type="checkbox"/>	Incendio/explosión	<input checked="" type="checkbox"/>	Machucos, rasguños	<input checked="" type="checkbox"/> Pinchazos, cortaduras	Tareas simultáneas
	Deslizamiento de tierra	<input checked="" type="checkbox"/>	Esquirlas, partículas	Superficies calientes	Riesgo biológico
	Derrumbes/soterramiento		Inundación	Visibilidad	Mala condición del camino
	Comunitarios	<input checked="" type="checkbox"/>	Animales/Insectos	Velocidad de vehículos	Otros
<b>Control de riesgos/ plan de emergencias/ contingencias</b>					
<input checked="" type="checkbox"/>	Equipo de protección		Bloqueo y etiquetado	<input checked="" type="checkbox"/> Protección contra caídas	<input checked="" type="checkbox"/> Control de incendios
	Barreras físicas	<input checked="" type="checkbox"/>	Permiso trabajos eléctricos	Monitoreo con explosímetro	<input checked="" type="checkbox"/> Procedimiento de evacuación
	Cambiar proceso de trabajo		Permiso trabajos caliente	<input checked="" type="checkbox"/> Informar al personal alrededor	Ventilar, drenar, purgar
	Control de fuentes de ignición		Permiso espacio confinado	Plan de control de derrames	Hoja seguridad de materiales
<input checked="" type="checkbox"/>	Señalización/delimitación	<input checked="" type="checkbox"/>	Permiso trabajo en alturas	<input checked="" type="checkbox"/> Orden y limpieza	<input checked="" type="checkbox"/> Aterrizar equipos eléctricos
	Iluminación	<input checked="" type="checkbox"/>	Capacitación	Comunicación/divulgación	Otros
<b>Equipo de seguridad requerido</b>					
<input checked="" type="checkbox"/>	Casco		Guantes nitrilo, neopreno	<input checked="" type="checkbox"/> Cinta de precaución	Detector de gases tóxicos
<input checked="" type="checkbox"/>	Botas de seguridad		Delantal para químicos	<input checked="" type="checkbox"/> Mascarilla	<input checked="" type="checkbox"/> Protección auditiva
<input checked="" type="checkbox"/>	Gafas de seguridad		Chaleco salvavidas	Mascarilla con filtro especial	<input checked="" type="checkbox"/> Botiquín de primeros auxilios
	Careta transparente	<input checked="" type="checkbox"/>	Arnés de cuerpo entero	Autocontenido	Extractor de gases o ventilador
<input checked="" type="checkbox"/>	Chaleco	<input checked="" type="checkbox"/>	Doble cabo de anclaje	Lazo, soga	Radio de comunicación
	Gafas para químicos	<input checked="" type="checkbox"/>	Línea de vida	<input checked="" type="checkbox"/> Extintor portátil	Careta para soldar
<input checked="" type="checkbox"/>	Guantes de cuero	<input checked="" type="checkbox"/>	Absorbedor de impacto	Oberol especial	Delantal y mangas para soldar
<input checked="" type="checkbox"/>	Herramientas adecuadas		Linterna	Otros	
<b>EQUIPO QUE ELABORA EL A.T.S.</b>					
Nombre		Puesto		Firma	
Servio Danilo Sierra Prado		Supervisor SISO			
<b>AUTORIZADO POR:</b>					
Nombre		Puesto		Firma	
		Coordinador SISO			
<b>REVISADO POR</b>					
Nombre		Puesto		Firma	
		Coordinador SISO			

Observaciones: \_\_\_\_\_


Fuente: elaborado por Cobra, modificaciones propias.

- Fase de instalación de oficinas y talleres: para esta fase de construcción de oficinas y talleres, el capataz designado por la empresa correspondiente deberá asegurarse de identificar los riesgos a los que se verá expuesto el personal e informarles de los mismos, los riesgos que estarán presentes para esta actividad son:
  - Altos niveles de ruido
  - Riesgo de tropezones
  - Riesgos eléctricos
  - Rasguños
  - Proyección de partículas
  - Levantamiento de cargas
  - Cortaduras
  - Caídas

El capataz del grupo será el encargado de hacer cumplir las medidas definidas en el ATS de instalación de oficinas y talleres para el control de los riesgos identificados anteriormente, también deberá informar al personal sobre los mismos.

- Utilizar el EPP de protección completo.
- Elaboración del permiso de trabajo respectivo.
- Colocar protección grupal contra caídas (líneas de vida).
- Se deberá trabajar con orden y limpieza.
- Se deberá contar con un botiquín de primeros auxilios en el área y con un extintor portátil.

Figura 28. **ATS instalación de oficinas y talleres**

<b>Turno</b> Día: <input checked="" type="checkbox"/> Noche: <input checked="" type="checkbox"/>		<b>ANÁLISIS DE TRABAJO SEGURO</b>			
Fecha: octubre 2014					
<b>EMPRESA</b>		Torrefuerte			
<b>TRABAJO A REALIZAR</b>		Construcción de oficinas y talleres			
<b>Identificación de riesgos</b>					
	Exposición de químicos	<input checked="" type="checkbox"/>	Riesgo de tropezones	Material explosivo	<input checked="" type="checkbox"/> Caídas desde altura
	Atmósferas peligrosas		Riesgos ambientales	Presiones extremas	Maquinaria pesada
	Espacio confinado	<input checked="" type="checkbox"/>	Riesgos eléctricos	<input checked="" type="checkbox"/> Levantamiento de cargas	Exposición a altas temperaturas
<input checked="" type="checkbox"/>	Ruido		Zanjas y agujeros	Derrames	Equipos rotando (atrapamiento)
<input checked="" type="checkbox"/>	Incendio/explosión	<input checked="" type="checkbox"/>	Machucos, rasguños	<input checked="" type="checkbox"/> Pinchazos, cortaduras	<input checked="" type="checkbox"/> Tareas simultáneas
	Deslizamiento de tierra	<input checked="" type="checkbox"/>	Esquirlas, partículas	Superficies calientes	Riesgo biológico
	Derrumbes/soterramiento		Inundación	Visibilidad	Mala condición del camino
	Comunitarios	<input checked="" type="checkbox"/>	Animales/Insectos	Velocidad de vehículos	Otros
<b>Control de riesgos/ plan de emergencias/ contingencias</b>					
	<input checked="" type="checkbox"/> Equipo de protección		Bloqueo y etiquetado	<input checked="" type="checkbox"/> Protección contra caídas	Control de incendios
	Barreras físicas		Permiso trabajos eléctricos	Monitoreo con explosímetro	<input checked="" type="checkbox"/> Procedimiento de evacuación
	Cambiar proceso de trabajo		Permiso trabajos caliente	<input checked="" type="checkbox"/> Informar al personal alrededor	Ventilar, drenar, purgar
	Control de fuentes de ignición		Permiso espacio confinado	Plan de control de derrames	Hoja seguridad de materiales
<input checked="" type="checkbox"/>	Señalización/delimitación	<input checked="" type="checkbox"/>	Permiso trabajo en alturas	<input checked="" type="checkbox"/> Orden y limpieza	Aterrizar equipos eléctricos
	Iluminación	<input checked="" type="checkbox"/>	Capacitación	Comunicación/divulgación	Otros
<b>Equipo de seguridad requerido</b>					
<input checked="" type="checkbox"/>	Casco		Guantes nitrilo, neopreno	<input checked="" type="checkbox"/> Cinta de precaución	Detector de gases tóxicos
<input checked="" type="checkbox"/>	Botas de seguridad		Delantal para químicos	Mascarilla	<input checked="" type="checkbox"/> Protección auditiva
<input checked="" type="checkbox"/>	Gafas de seguridad		Chaleco salvavidas	Mascarilla con filtro especial	<input checked="" type="checkbox"/> Botiquín de primeros auxilios
	Careta transparente	<input checked="" type="checkbox"/>	Arnés de cuerpo entero	Autocontenido	Extractor de gases o ventilador
<input checked="" type="checkbox"/>	Chaleco	<input checked="" type="checkbox"/>	Doble cabo de anclaje	Lazo , soga	Radio de comunicación
	Gafas para químicos	<input checked="" type="checkbox"/>	Línea de vida	<input checked="" type="checkbox"/> Extintor portátil	Careta para soldar
<input checked="" type="checkbox"/>	Guantes de cuero	<input checked="" type="checkbox"/>	Absorbedor de impacto	Oberol especial	Delantal y mangas para soldar
<input checked="" type="checkbox"/>	Herramientas adecuadas		Linterna	Otros	
<b>EQUIPO QUE ELABORA EL A.T.S.</b>					
Nombre		Puesto		Firma	
Servio Danilo Sierra Prado		Supervisor SISO			
<b>AUTORIZADO POR:</b>					
Nombre		Puesto		Firma	
		Coordinador SISO			
<b>REVISADO POR</b>					
Nombre		Puesto		Firma	
		Coordinador SISO			

Observaciones: \_\_\_\_\_

Fuente: elaborado por Cobra, modificaciones propias.


- Fase de instalación de sistema contra incendios: el capataz designado por la empresa deberá identificar los riesgos definidos en el ATS de la figura 29 y comunicarlos al personal de trabajo. Los riesgos presentes en el área para esta fase son:
  - Exposición a químicos
  - Altos niveles de ruido
  - Riesgos de tropezones
  - Riesgos eléctricos
  - Riesgos de zanjas y agujeros
  - Pinchazos y cortes
  - Proyección de partículas
  - Levantamiento de cargas pesadas
  - Caídas desde gran altura
  - Caída de objetos a niveles inferiores.

El capataz del grupo será el responsable de verificar el cumplimiento de las medidas para el control de riesgos que se definen en el ATS correspondiente, estas son:

- Uso del EPP completo: casco, chaleco reflectivo, calzado de seguridad, gafas protectoras, tapones auditivos, guantes.
- El personal que trabaje en alturas deberá utilizar arnés de cuerpo entero con anclajes dobles.
- El personal que se encargue de la pintura deberá usar mascarilla.
- Se deberá colocar línea de vida para los trabajos en altura.
- Elaborar el permiso de trabajo diariamente.
- Se deberá contar con botiquín de primeros auxilios y extintor contra incendios en el área.



Figura 29. **ATS instalación de sistema contra incendios**

<b>Turno</b> Dia: <input checked="" type="checkbox"/> Noche: <input checked="" type="checkbox"/>		<b>ANÁLISIS DE TRABAJO SEGURO</b>					
Fecha: octubre 2014							
<b>EMPRESA</b>		Sistagua					
<b>TRABAJO A REALIZAR</b>		Instalación de sistema contra incendios					
<b>Identificación de riesgos</b>							
<input checked="" type="checkbox"/>	Exposición de químicos	<input checked="" type="checkbox"/>	Riesgo de tropezones	Material explosivo	<input checked="" type="checkbox"/>	Caídas desde altura	
	Atmósferas peligrosas	<input checked="" type="checkbox"/>	Riesgos ambientales	Presiones extremas		Maquinaria pesada	
	Espacio confinado	<input checked="" type="checkbox"/>	Riesgos eléctricos	<input checked="" type="checkbox"/>	Levantamiento de cargas	Exposición a altas temperaturas	
<input checked="" type="checkbox"/>	Ruido	<input checked="" type="checkbox"/>	Zanjas y agujeros	<input checked="" type="checkbox"/>	Derrames	Equipos rotando (atrapamiento)	
	Incendio/explosión	<input checked="" type="checkbox"/>	Machucos, rasguños	<input checked="" type="checkbox"/>	Pinchazos, cortaduras	<input checked="" type="checkbox"/>	Tareas simultáneas
	Deslizamiento de tierra	<input checked="" type="checkbox"/>	Esquirlas, partículas		Superficies calientes	Riesgo biológico	
	Derrumbes/soterramiento		Inundación		Visibilidad	Mala condición del camino	
	Comunitarios	<input checked="" type="checkbox"/>	Animales/Insectos		Velocidad de vehículos	Otros	
<b>Control de riesgos/ plan de emergencias/ contingencias</b>							
<input checked="" type="checkbox"/>	Equipo de protección		Bloqueo y etiquetado	<input checked="" type="checkbox"/>	Protección contra caídas	Control de incendios	
	Barreras físicas		Permiso trabajos eléctricos		Monitoreo con explosímetro	<input checked="" type="checkbox"/>	Procedimiento de evacuación
	Cambiar proceso de trabajo	<input checked="" type="checkbox"/>	Permiso trabajos caliente	<input checked="" type="checkbox"/>	Informar al personal alrededor		Ventilar, drenar, purgar
	Control de fuentes de ignición		Permiso espacio confinado	<input checked="" type="checkbox"/>	Plan de control de derrames		Hoja seguridad de materiales
<input checked="" type="checkbox"/>	Señalización/delimitación	<input checked="" type="checkbox"/>	Permiso trabajo en alturas	<input checked="" type="checkbox"/>	Orden y limpieza		Aterrizar equipos eléctricos
	Iluminación	<input checked="" type="checkbox"/>	Capacitación		Comunicación/divulgación		Otros
<b>Equipo de seguridad requerido</b>							
<input checked="" type="checkbox"/>	Casco		Guantes nitrilo, neopreno	<input checked="" type="checkbox"/>	Cinta de precaución		Detector de gases tóxicos
<input checked="" type="checkbox"/>	Botas de seguridad		Delantal para químicos	<input checked="" type="checkbox"/>	Mascarilla	<input checked="" type="checkbox"/>	Protección auditiva
<input checked="" type="checkbox"/>	Gafas de seguridad		Chaleco salvavidas		Mascarilla con filtro especial	<input checked="" type="checkbox"/>	Botiquín de primeros auxilios
<input checked="" type="checkbox"/>	Careta transparente	<input checked="" type="checkbox"/>	Arnés de cuerpo entero		Autocontenido		Extractor de gases o ventilador
<input checked="" type="checkbox"/>	Chaleco	<input checked="" type="checkbox"/>	Doble cabo de anclaje	<input checked="" type="checkbox"/>	Lazo , soga		Radio de comunicación
	Gafas para químicos	<input checked="" type="checkbox"/>	Línea de vida	<input checked="" type="checkbox"/>	Extintor portátil	<input checked="" type="checkbox"/>	Careta para soldar
<input checked="" type="checkbox"/>	Guantes de cuero	<input checked="" type="checkbox"/>	Absorbedor de impacto		Oberol especial	<input checked="" type="checkbox"/>	Delantal y mangas para soldar
<input checked="" type="checkbox"/>	Herramientas adecuadas		Linterna		Otros		
<b>EQUIPO QUE ELABORA EL A.T.S.</b>							
Nombre		Puesto		Firma			
Servio Danilo Sierra Prado		Supervisor SISO					
<b>AUTORIZADO POR:</b>							
Nombre		Puesto		Firma			
		Coordinador SISO					
<b>REVISADO POR</b>							
Nombre		Puesto		Firma			
		Coordinador SISO					

Observaciones: \_\_\_\_\_

Fuente: elaborado por Cobra, modificaciones propias.

### 2.3.1.3. Estado de EPP del personal en casa de máquinas

Se realizaron inspecciones periódicas de equipo de protección personal a los colaboradores de las empresas que se encuentran trabajando en casa de máquinas. Dichas empresas son:

- Andritz: empresa encargada del montaje de los equipos mecánicos en casa de máquinas.

A continuación se presenta la toma de datos de las inspecciones de EPP realizadas a Andritz:

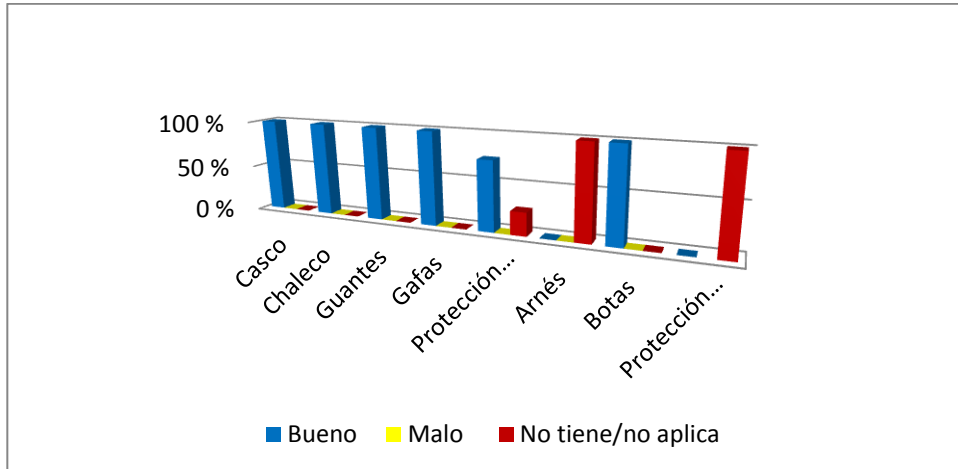
Tabla VI. Inspecciones de EPP Andritz

EPP ANDRITZ	Bueno	Malo	No tiene/no aplica
Casco	100 %	0 %	0 %
Chaleco	100 %	0 %	0 %
Guantes	100 %	0 %	0 %
Gafas	100 %	0 %	0 %
Protección auditiva	75 %	0 %	25 %
Arnés	0 %	0 %	100 %
Botas	100 %	0 %	0 %
Protección respiratoria	0 %	0 %	100 %

Fuente: elaboración propia.

Seguidamente, se muestra una gráfica para facilitar la visualización de los resultados:

Figura 30. **Gráfica de inspecciones de EPP a Andritz**



Fuente: elaboración propia.

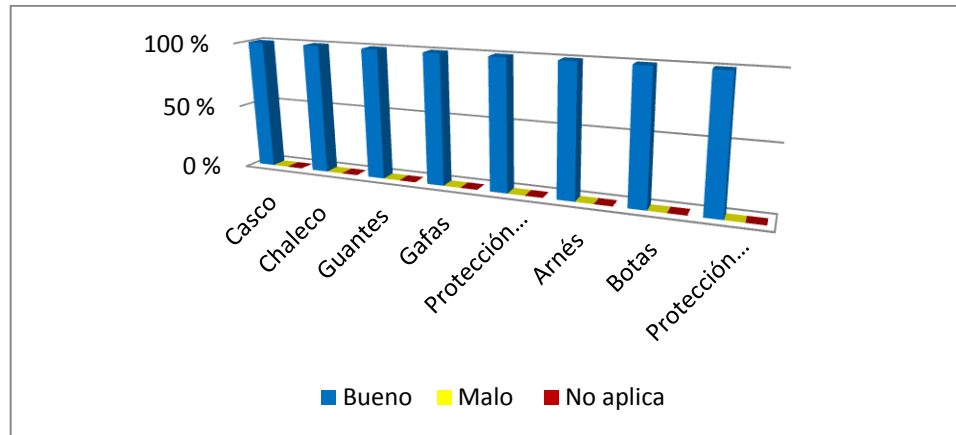
- OCA: se encarga de la obra civil para casa de máquinas y de la construcción de las oficinas y talleres.

Tabla VII. **Inspecciones de EPP a OCA**

EPP OCA	Bueno	Malo	No aplica
Casco	100 %	0 %	0 %
Chaleco	100 %	0 %	0 %
Guantes	100 %	0 %	0 %
Gafas	100 %	0 %	0 %
Protección auditiva	100 %	0 %	0 %
Arnés	100 %	0 %	0 %
Botas	100 %	0 %	0 %
Protección respiratoria	100 %	0 %	0 %

Fuente: elaboración propia.

Figura 31. Gráfica de inspecciones de EPP a OCA



Fuente: elaboración propia.

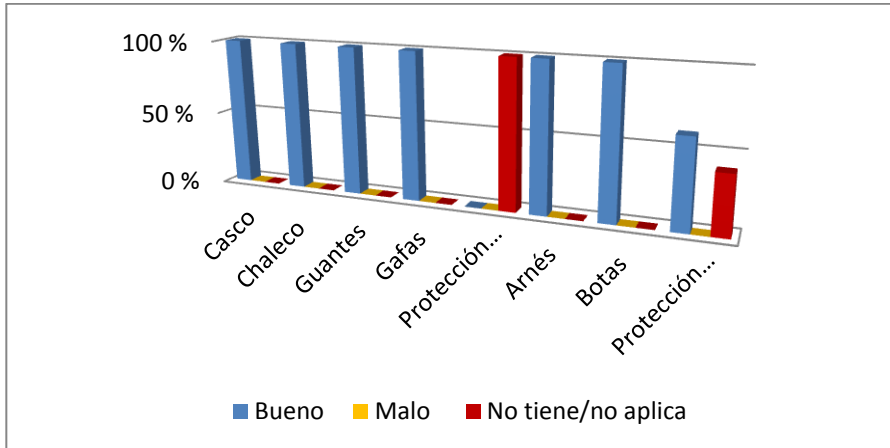
- Energía Total: empresa que se dedica a la instalación de cableado de control para las unidades de generación en casa de máquinas.

Tabla VIII. Inspecciones de EPP a Energía Total

EPP ET	Bueno	Malo	No tiene/no aplica
Casco	100 %	0 %	0 %
Chaleco	100 %	0 %	0 %
Guantes	100 %	0 %	0 %
Gafas	100 %	0 %	0 %
Protección auditiva	0 %	0 %	100 %
Arnés	100 %	0 %	0 %
Botas	100 %	0 %	0 %
Protección respiratoria	60 %	0 %	40 %

Fuente: elaboración propia.

Figura 32. **Gráfica de inspecciones de EPP a Energía Total**



Fuente: Elaboración propia.

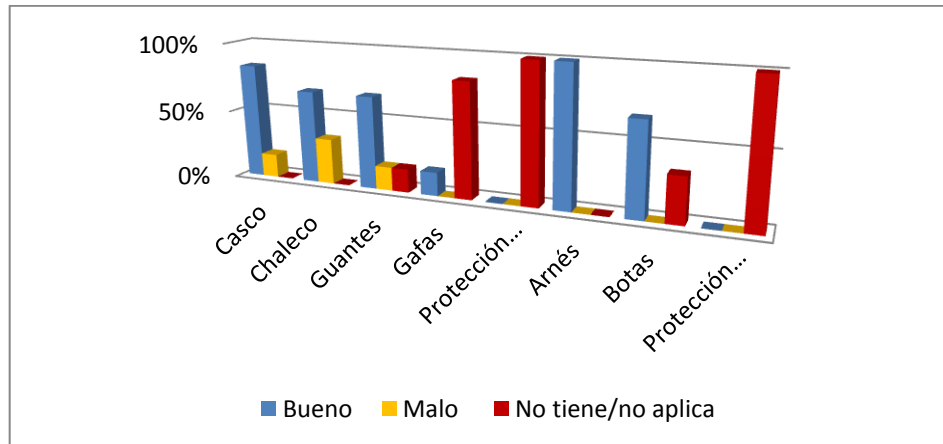
- Shalom: empresa que trabaja en la colocación de cubiertas laterales y techos para casa de máquinas.

Tabla IX. **Inspecciones de EPP a Shalom**

EPP SHALOM	Bueno	Malo	No tiene/no aplica
Casco	83 %	17 %	0 %
Chaleco	67 %	33 %	0 %
Guantes	67 %	17 %	17 %
Gafas	17 %	0 %	83 %
Protección auditiva	0 %	0 %	100 %
Arnés	100 %	0 %	0 %
Botas	67 %	0 %	33 %
Protección respiratoria	0 %	0 %	100 %

Fuente: elaboración propia.

Figura 33. **Gráfica de inspecciones de EPP a Shalom**



Fuente: elaboración propia.

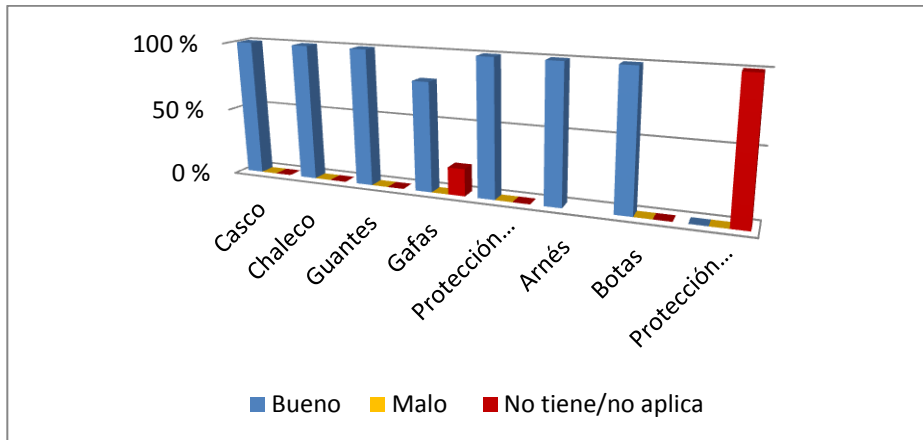
- Grupo Cej: empresa encargada de instalaciones de paneles de control.

Tabla X. **Inspecciones de EPP a Grupo Cej**

EPP Grupo Cej	Bueno	Malo	No tiene/no aplica
Casco	100 %	0 %	0 %
Chaleco	100 %	0 %	0 %
Guantes	100 %	0 %	0 %
Gafas	80 %	0 %	20 %
Protección auditiva	100 %	0 %	0 %
Arnés	100 %	0 %	0 %
Botas	100 %	0 %	0 %
Protección respiratoria	0 %	0 %	100 %

Fuente: elaboración propia.

Figura 34. **Gráfica inspección de EPP a Grupo Cej**



Fuente: elaboración propia.

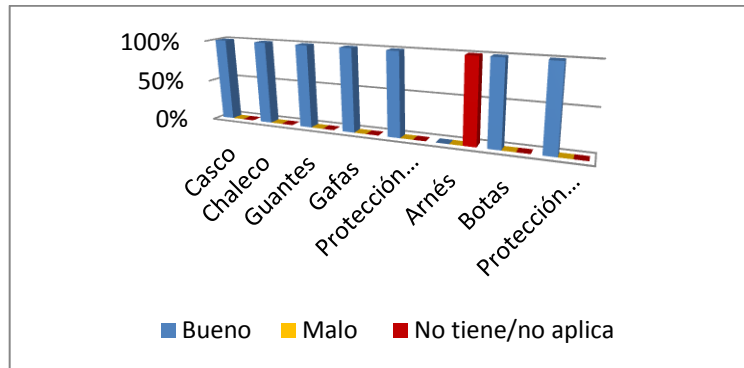
- Sistagua: esta empresa es la que instala el sistema contra incendios dentro de casa de máquinas.

Tabla XI. **Inspecciones de EPP a Sistagua**

EPP Sistagua	Bueno	Malo	No tiene/no aplica
Casco	100 %	0 %	0 %
Chaleco	100 %	0 %	0 %
Guantes	100 %	0 %	0 %
Gafas	100 %	0 %	0 %
Protección auditiva	100 %	0 %	0 %
Arnés	0 %	0 %	100 %
Botas	100 %	0 %	0 %
Protección respiratoria	100 %	0 %	0 %

Fuente: elaboración propia.

Figura 35. **Gráfica inspecciones de EPP a Sistagua**



Fuente: elaboración propia.

Al observar las gráficas anteriores, se puede comprobar que las empresas que laboran en casa de máquinas no tienen mayores problemas en cuanto al EPP que poseen sus colaboradores, ya que en su mayoría cumplen con los implementos mínimos que se les pide por parte de Cobra y Renace.

Se puede observar un bajo cumplimiento con el EPP únicamente en la empresa encargada de los laterales y el techo, Shalom, razón por la cual se deberá prestar mayor atención en caso de que se vuelvan a contratar los servicios de esta empresa. Se deberá realizar una inspección de EPP por medio de la planificación que se presenta en la tabla XII.



Tabla XII. **Planificación inspecciones de EPP para Renace 2 y Renace 3**

<b>Actividad</b>	<b>Responsables</b>	<b>Periodicidad</b>	<b>Tema</b>	<b>Objetivo</b>
Inspección	Supervisor SISO Cobra	1 vez a la semana	EPP	Personal en CM
Supervisión	Supervisor SISO Renace	1 vez cada 2 semanas	EPP	Personal en CM
Inspección	Supervisor SISO Renace	1 vez al mes	EPP	Personal de Renace

Fuente: elaboración propia.

#### **2.3.1.4. Flujograma para reportar condiciones inseguras y eliminarlas**

Como parte de las mejoras para el Departamento de Seguridad Industrial se elaboró un flujograma, con el objetivo de dar a conocer al personal de las distintas empresas que laboran en casa de máquinas los pasos que se deben seguir cuando se encuentra alguna condición insegura en el área de trabajo.

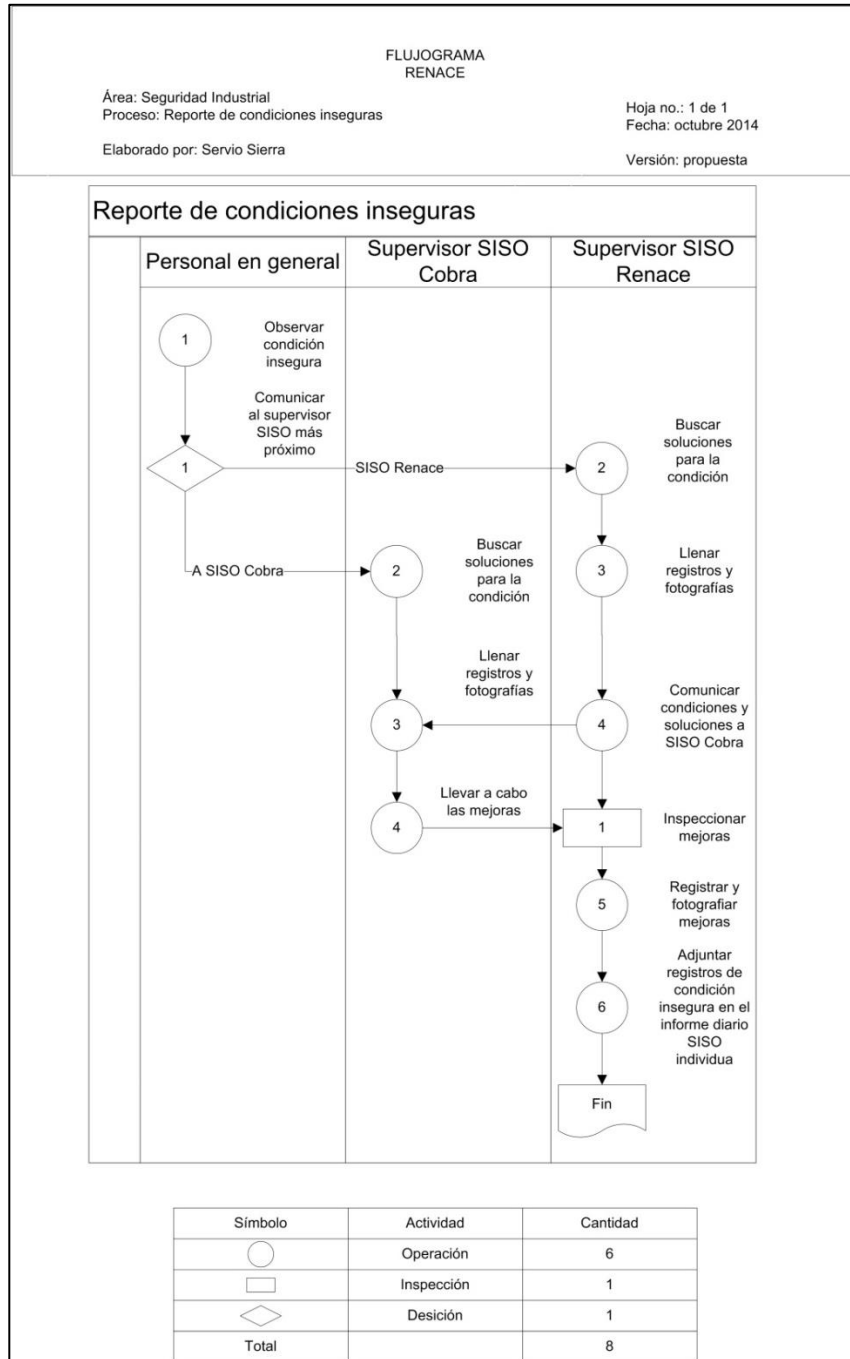
Actualmente, no existe en Renace una forma para que el personal sepa qué hacer cuando se encuentra con una situación que pone en riesgo su bienestar físico o el de sus compañeros. Cuando uno de estos casos se presenta, los trabajadores simplemente lo pasan por alto sin comunicarlo a los supervisores responsables, por lo que estos difícilmente se enteran y las condiciones de peligro quedan sin resolver. Es por esto que se hace necesaria la elaboración de un flujograma en el que se identifiquen los pasos a seguir para informar de una condición insegura y resolverla.

Para obtener este flujograma, se realizaron consultas con el personal del Departamento de Seguridad Industrial de Renace y Cobra, para definir cuál es la mejor forma de proceder al momento de que una persona observe una

condición insegura y quiera reportarla para que se tomen las acciones necesarias y eliminarla.

Con la información obtenida de los departamentos de Seguridad Industrial de ambas empresas, se procedió a elaborar el flujograma, dividiendo las actividades en tres columnas correspondientes a: la persona que desea reportar la condición insegura, el supervisor de Seguridad en el área por parte de Cobra, y, por último, el supervisor de Seguridad en el área por parte de Renace. Dicho diagrama se presenta en la figura 36.

Figura 36. Flujograma para reportar condiciones inseguras



Fuente: elaboración propia, empleando Visio 2007.

### **2.3.1.5. Procedimiento para solicitudes de EPP**

Se elaboró un procedimiento para que el personal de Corporación Multi Inversiones que trabaja en el proyecto hidroeléctrico Renace 2, y próximamente en Renace 3, conozca la forma en que se debe solicitar equipo de protección personal al Departamento de Seguridad Industrial. Actualmente, estas solicitudes se realizan sin orden y muchas veces no son atendidas por las personas responsables, dejando al personal de Renace sin el EPP completo por tiempo indefinido. Por esta razón, se hace necesaria la elaboración del siguiente procedimiento, que permitirá mejorar el cumplimiento en las entregas de equipo.

Un procedimiento de trabajo es un documento en el que se detallan las instrucciones o pasos a seguir, para cumplir con un fin específico de forma eficaz. Dicho documento debe contener, principalmente, el objetivo del procedimiento, el alcance que este tendrá, las responsabilidades de cada una de las partes involucradas, la descripción de los pasos a seguir, un flujograma de actividades y los formatos que se van a utilizar.

Para la elaboración de este procedimiento, se realizó una investigación dentro del Departamento de Seguridad Industrial de Renace, para identificar cuáles son las responsabilidades de los diferentes puestos de trabajo a la hora de que se presenten solicitudes por parte del personal en general. Se obtuvo información por parte del coordinador y los supervisores SISO para identificar la mejor forma de plantear el procedimiento. Tomando como base esta información, se definieron los pasos para realizar las solicitudes y para que estas sean atendidas. A continuación se muestra dicho procedimiento.

Figura 37. Procedimiento para solicitudes de equipo

<b>SOLICITUDES DE EQUIPO</b>		REN2-PR- ????
		Emisión 01 / 27-04-2014
		Revisión 01 / 27-04-2014
		RENACE 2
<b>1. OBJETIVO</b>		
<p>Definir un procedimiento estándar para la solicitud de equipo de protección personal (EPP), para todo el personal de las distintas áreas que componen los proyectos de construcción, al Departamento de Seguridad Industrial y Salud Ocupacional de Ingeniería y Construcción de División de Energía Corporación Multi Inversiones (DENCMI).</p>		
<b>2. ALCANCE</b>		
<p>Este procedimiento aplica desde que surge la necesidad de equipo de protección personal para cualquiera de los colaboradores, hasta que se le hace la entrega y se realiza el registro correspondiente.</p>		
<b>3. DEFINICIONES Y TERMINOLOGÍA</b>		
<b>Término</b>	<b>Definición</b>	
<b>Análisis de riesgos</b>	Identificación de los peligros que existen en un área cuando se realiza una tarea.	
<b>EPP</b>	Equipo de protección personal.	
<b>Formato de entrega</b>	Documento que contiene información referente a la entrega de equipo al personal.	
<b>Procedimiento de trabajo</b>	Enumeración de pasos a seguir de una forma detallada, para lograr un objetivo.	
<b>SISO</b>	Seguridad industrial/ salud ocupacional.	
<b>4. RESPONSABILIDADES</b>		
<b>4.1. Coordinador SISO</b>		
Aprobar el procedimiento de trabajo, aprobar o denegar las adquisiciones de equipo de protección personal.		
<b>4.2 Supervisores SISO</b>		
Distribuir los formatos para solicitud a cada jefe de área, recibir las solicitudes cuando se presenten, aprobar o denegar las solicitudes, hacer el listado de la totalidad de EPP a pedir cada vez que sea		
Elaboración	Revisión	Aprobación
Servio Sierra Prado		
Supervisor de Seguridad Industrial RENACE 2	Coordinador de Seguridad Industrial RENACE	Coordinador Seguridad Industrial RENACE
1/11		

Continuación de la figura 37.

		<b>SOLICITUDES DE EQUIPO</b>		REN2-PR- ????	
				Emisión 01 / 27-04-2014	
				Revisión 01 / 27-04-2014	
				RENACE 2	
<p>necesario, mantener un control del EPP que se le va dando al personal, exigir la devolución del EPP anterior a cada persona, decidir las medidas a tomar si la reposición de EPP es por pérdida o robo.</p>					
<p><b>4.3 Supervisores de cada área</b></p> <p>Exigir el uso del EPP a cada trabajador; revisar constantemente que el EPP de cada persona se encuentre en buen estado; exigir responsabilidad al personal para evitar pérdidas o robos por descuido; llenar las solicitudes incluyendo un análisis de los riesgos a los que se ven expuestos los trabajadores que necesitan el equipo; entregar estas solicitudes a los supervisores SISO junto con el equipo que se quiere cambiar; de ser necesario, recibir el equipo y entregarlo al personal llenando un formato de entrega que se adjuntará.</p>					
<p><b>4.4 Solicitantes de cada área</b></p> <p>Utilizar en todo momento el equipo de protección que se les entrega, cuidarlo para evitar pérdidas o robos por descuido, colaborar en el análisis de riesgos del área de trabajo que va junto a las solicitudes de equipo, entregar el equipo que desean cambiar al momento de que se les entregue el nuevo.</p>					
<p><b>5. <u>DESARROLLO</u></b></p>					
<p><b>5.1. Procedimiento</b></p>					
<b>Núm.</b>	<b>Responsable</b>	<b>Actividad</b>			
5.1.00		Inicio del procedimiento.			
5.1.01	Solicitante	Si el puesto del solicitante es de supervisor de área, proceder al punto 5.1.05.			
5.1.02		De lo contrario continúa en 5.1.03.			
5.1.03	Solicitante	Se dirige al supervisor para reportar el EPP que necesita.			
5.1.04	Supervisor de área	Proporciona al solicitante un formato de solicitud de EPP (ver anexo 6.1).			
5.1.05	Solicitante	Procede a llenar el formato de solicitud de EPP.			
5.1.06	Solicitante y supervisor de área	Elaboran el análisis de riesgos en el área de trabajo (ver anexo 6.2).			
		Elaboración	Revisión	Aprobación	
		Servio Sierra Prado			
		Supervisor de Seguridad Industrial RENACE 2	Coordinador de Seguridad Industrial RENACE	Coordinador Seguridad Industrial RENACE	
2/11					

Continuación de la figura 37.

		<b>SOLICITUDES DE EQUIPO</b>		REN2-PR- ????	
				Emisión 01 / 27-04-2014	
				Revisión 01 / 27-04-2014	
				RENACE 2	
Núm.	Responsable	Actividad			
5.1.07	Supervisor de área	Se dirige a los supervisores de SISO.			
5.1.08	Supervisor de área	Entrega la solicitud de EPP a los supervisores.			
5.1.09	Supervisor SISO	Evalúa la razón de la solicitud.			
5.1.10	Solicitante y supervisor SISO	En caso de ser solicitud de cambio por desgaste se devuelve el EPP utilizado y se salta a 5.1.14.			
5.1.11	Supervisor SISO	En caso de ser por pérdida o robo, se analiza la razón del extravío.			
5.1.12		Si la razón es de fuerza mayor, ir a 5.1.14.			
5.1.13		Si la razón no es válida (irresponsabilidad, descuido u otros), se procede a cargar el costo del EPP perdido al trabajador.			
5.1.14	Supervisor SISO	Se acepta la solicitud y se archiva.			
5.1.15	Supervisor SISO	Se verifica la disponibilidad del EPP solicitado en bodega.			
5.1.16		En caso de que sí haya EPP en existencia, se procede al punto 5.1.18.			
5.1.17		En caso de que no se tenga el EPP solicitado en bodega, se adjunta a una lista de pedidos pendientes. Salto al punto 5.1.24.			
5.1.18	Supervisor SISO	Se verifica si el solicitante original está presente en el lugar.			
5.1.19		Si está presente, se entrega el EPP y se llena un formato de entrega. Ir a 5.1.32.			
5.1.20		Si no está presente, se le entrega el EPP al supervisor del área junto con el formato de entrega ya lleno.			
		Elaboración	Revisión	Aprobación	
		Servio Sierra Prado			
		Supervisor de Seguridad Industrial RENACE 2	Coordinador de Seguridad Industrial RENACE	Coordinador Seguridad Industrial RENACE	

Continuación de la figura 37.

		REN2-PR- ????
		Emisión 01 / 27-04-2014
		Revisión 01 / 27-04-2014
		RENACE 2
<b>SOLICITUDES DE EQUIPO</b>		
<b>Núm.</b>	<b>Responsable</b>	<b>Actividad</b>
5.1.21	Supervisor de área	Entrega el EPP al solicitante junto al formato de entrega (ver anexo 6.3).
5.1.22	Solicitante	Firma el formato de entrega y lo devuelve al supervisor de área.
5.1.23	Supervisor de área	Entrega el formato de entrega de equipo al supervisor SISO. Salto a 5.1.32.
5.1.24	Supervisor SISO	Elabora el listado de EPP que se debe comprar para el personal.
5.1.25	Supervisor SISO	Envía el listado de EPP a comprar al Coordinador de SISO.
5.1.26	Coordinador SISO	Evalúa el pedido y decide si procede la compra.
5.1.27	Coordinador SISO	Si procede la compra, se realiza y se espera la entrega al supervisor SISO. Se procede al punto 5.1.31.
5.1.28	Coordinador SISO	Si no procede, se informa al supervisor SISO la decisión y la razón.
5.1.29	Supervisor SISO	Realiza las correcciones necesarias al pedido.
5.1.30	Supervisor SISO	Envía la solicitud de EPP ya corregida al coordinador SISO, regresa al punto 5.1.26.
5.1.31	Supervisor SISO	Se entrega el EPP a los solicitantes, llenando el formato de entrega de EPP y registrando en los formatos de control de EPP (anexo 6.4 y 6.5).
5.1.32	Supervisor SISO	Se archivan los formatos de entrega de EPP.
5.1.33		Fin del procedimiento.

Elaboración	Revisión	Aprobación
Servio Sierra Prado		
Supervisor de Seguridad Industrial RENACE 2	Coordinador de Seguridad Industrial RENACE	Coordinador Seguridad Industrial RENACE



Continuación de la figura 37.

	<b>SOLICITUDES DE EQUIPO</b>	REN2-PR- ????
		Emisión 01 / 27-04-2014
		Revisión 01 / 27-04-2014
		RENACE 2

**6. ANEXOS**

**6.1. Formato de solicitudes de EPP**

Guatemala, \_\_\_\_\_ de 201\_

**Solicitud de equipo de protección personal (EPP)**

El señor \_\_\_\_\_ que realiza la actividad de \_\_\_\_\_ solicita el siguiente equipo de protección personal al Departamento de Seguridad Industrial y Salud Ocupacional:

EPP	Talla

Esta solicitud se realiza para \_\_\_\_\_ (cambio/reposición) del equipo, por la siguiente razón: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Fecha de última entrega de equipo: \_\_\_\_\_

Persona que lo entregó: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

F. Solicitante

Elaboración	Revisión	Aprobación
Servio Sierra Prado		
Supervisor de Seguridad Industrial RENACE 2	Coordinador de Seguridad Industrial RENACE	Coordinador Seguridad Industrial RENACE


5/11

Continuación de la figura 37.

<b>SOLICITUDES DE EQUIPO</b>		REN2-PR- ????
		Emisión 01 / 27-04-2014
		Revisión 01 / 27-04-2014
		RENACE 2

### 6.2. Análisis de trabajo seguro

<b>Turno</b>		<b>ANÁLISIS DE TRABAJO SEGURO</b>	
<b>Día:</b>	<b>Noche:</b>		
<b>Fecha:</b>			
<b>EMPRESA</b>			
<b>TRABAJO A REALIZAR</b>			

Identificación de riesgos				
	Exposición de químicos	Riesgo de tropezones	Material explosivo	Caídas desde altura
	Atmósferas peligrosas	Riesgos ambientales	Presiones extremas	Maquinaria pesada
	Espacio confinado	Riesgos eléctricos	Levantamiento de cargas	Exposición a altas temperaturas
	Ruido	Zanjas y agujeros	Derrames	Equipos rotando (atrapamiento)
	Incendio/explosión	Machucones, rasguños	Pinchazos, cortaduras	Tareas simultáneas
	Deslizamiento de tierra	Esquirlas, partículas	Superficies calientes	Riesgo biológico
	Derrumbes/soterramiento	Inundación	Visibilidad	Mala condición del camino
	Comunitarios	Animales/Insectos	Velocidad de vehículos	Otros
Control de riesgos/ plan de emergencias/ contingencias				
	Equipo de protección	Bloqueo y etiquetado	Protección contra caídas	Control de incendios
	Barreras físicas	Permiso trabajos eléctricos	Monitoreo con explosímetro	Procedimiento de evacuación
	Cambiar proceso de trabajo	Permiso trabajos caliente	Informar al personal alrededor	Ventilar, drenar, purgar
	Control de fuentes de ignición	Permiso espacio confinado	Plan de control de derrames	Hoja seguridad de materiales
	Señalización/delimitación	Permiso trabajo en alturas	Orden y limpieza	Aterrizar equipos eléctricos
	Iluminación	Capacitación	Comunicación/divulgación	Otros
Equipo de seguridad requerido				
	Casco	Guantes nitrilo, neopreno	Cinta de precaución	Detector de gases tóxicos
	Botas de seguridad	Delantal para químicos	Mascarilla	Protección auditiva
	Gafas de seguridad	Chaleco salvavidas	Mascarilla con filtro especial	Botiquín de primeros auxilios
	Careta transparente	Arnés de cuerpo entero	Autocontenido	Extractor de gases o ventilador
	Chaleco	Doble cabo de anclaje	Lazo , soga	Radio de comunicación
	Gafas para químicos	Línea de vida	Extintor portátil	Careta para soldar
	Guantes de cuero	Absorbedor de impacto	Oberol especial	Delantal y mangas para soldar
	Herramientas adecuadas	Linterna	Otros	

EQUIPO QUE ELABORA EL A.T.S.			
	Nombre	Puesto	Firma
AUTORIZADO POR:			
	Nombre	Puesto	Firma
REVISADO POR			
	Nombre	Puesto	Firma

Observaciones: \_\_\_\_\_

Elaboración	Revisión	Aprobación
Servio Sierra Prado		
Supervisor de Seguridad Industrial RENACE 2	Coordinador de Seguridad Industrial RENACE	Coordinador Seguridad Industrial RENACE

Continuación de la figura 37.

	<b>SOLICITUDES DE EQUIPO</b>	REN2-PR- ????
		Emisión 01 / 27-04-2014
		Revisión 01 / 27-04-2014
		RENACE 2

**6.3. Formato de entrega EPP**

Guatemala, \_\_\_\_\_ de 201\_

**Entrega de equipo de protección personal (EPP)**

En las instalaciones de \_\_\_\_\_, se le hizo entrega del siguiente EPP a \_\_\_\_\_ quien realiza la actividad de \_\_\_\_\_

Equipo entregado:

Cantidad	EPP	Talla

En el momento de la entrega se le dio una breve explicación del uso adecuado del EPP, así como su cuidado y uso.

Entregó, \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

F. Entregó

\_\_\_\_\_

F. Recibió

Elaboración	Revisión	Aprobación
Servio Sierra Prado		
Supervisor de Seguridad Industrial RENACE 2	Coordinador de Seguridad Industrial RENACE	Coordinador Seguridad Industrial RENACE

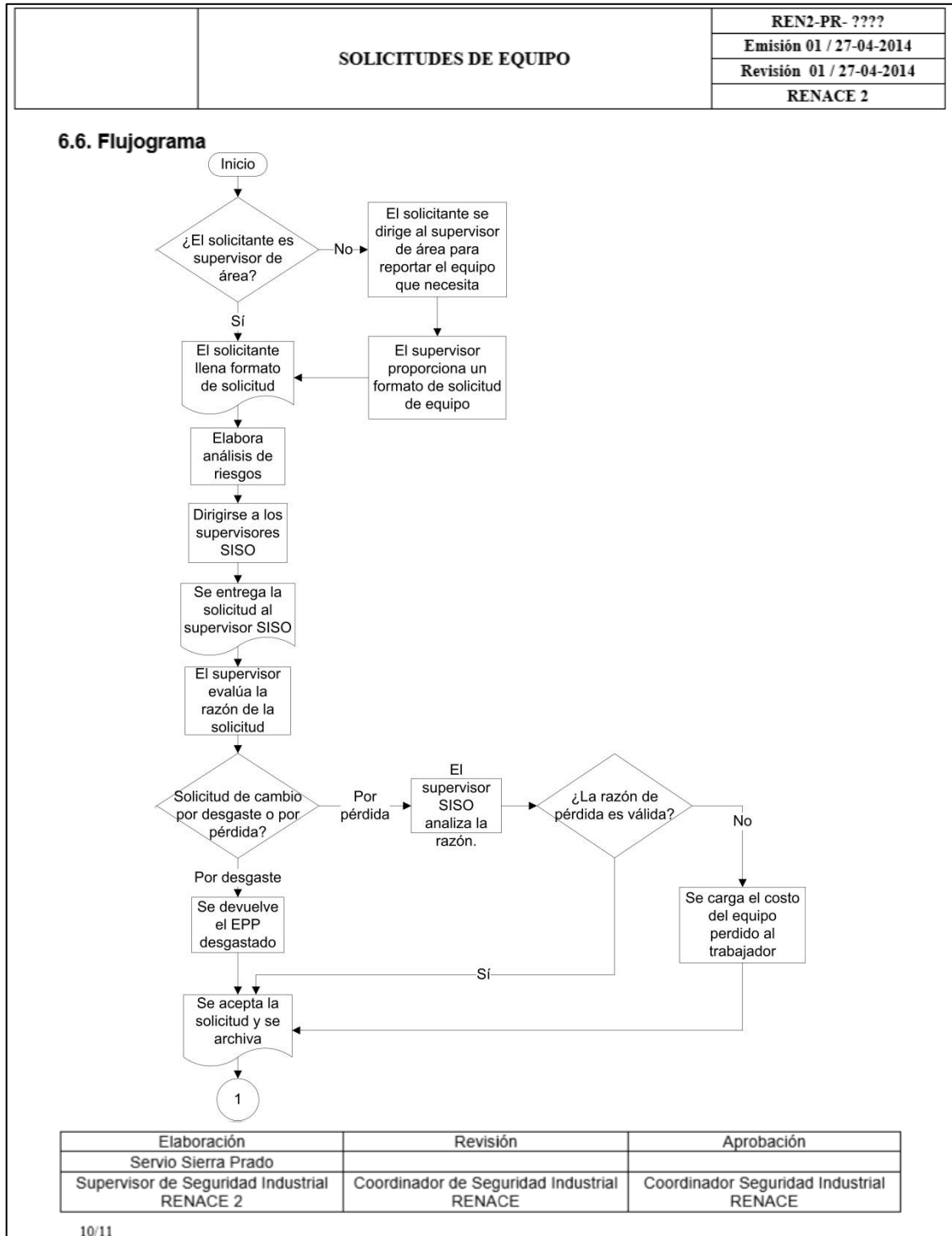
7/11



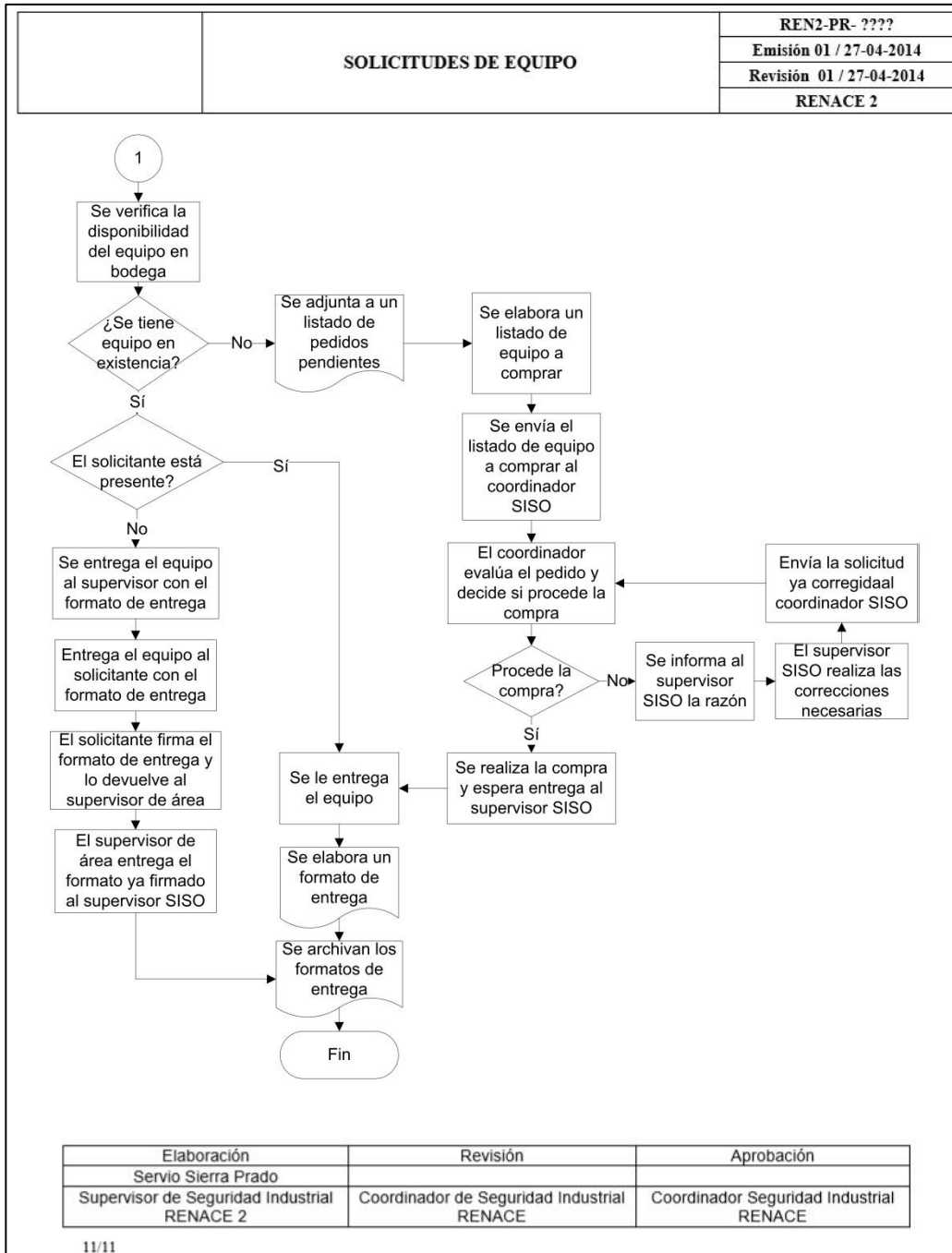
Continuación de la figura 37.

	<b>SOLICITUDES DE EQUIPO</b>	REN2-PR- ????									
		Emisión 01 / 27-04-2014									
		Revisión 01 / 27-04-2014									
		RENACE 2									
<b>6.5. Control de EPP</b>											
<b>CONTROL DE EPP</b>	Supervisor que entrego										
	Fecha devolución										
	EPP:										
	Cant.										
	Se le entregó a:										
	Fecha										
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33%;">Elaboración</td> <td style="width: 33%;">Revisión</td> <td style="width: 33%;">Aprobación</td> </tr> <tr> <td>Servio Sierra Prado</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Supervisor de Seguridad Industrial RENACE 2</td> <td>Coordinador de Seguridad Industrial RENACE</td> <td>Coordinador Seguridad Industrial RENACE</td> </tr> </table>			Elaboración	Revisión	Aprobación	Servio Sierra Prado			Supervisor de Seguridad Industrial RENACE 2	Coordinador de Seguridad Industrial RENACE	Coordinador Seguridad Industrial RENACE
Elaboración	Revisión	Aprobación									
Servio Sierra Prado											
Supervisor de Seguridad Industrial RENACE 2	Coordinador de Seguridad Industrial RENACE	Coordinador Seguridad Industrial RENACE									
9/11											

Continuación de la figura 37.



Continuación de la figura 37.



Fuente: elaboración propia.

### **2.3.2. Medio ambiente**

Como propuesta de mejora para el Departamento de Medio Ambiente se pretendía crear un método para controlar la recolección de desechos sólidos y la limpieza de baños portátiles en el área de casa de máquinas, además de un flujograma para la resolución de situaciones que deriven en problemas de contaminación ambiental. Al poner en práctica dichas propuestas, se logró obtener mejoras significativas durante la construcción de la casa de máquinas. Se debe mencionar que se trabajó de forma conjunta con el inspector de Medio Ambiente en campo por parte de Renace, para llevar el control de actividades de limpieza.

Para llevar a cabo estas mejoras, se trabajó en una planificación de actividades de supervisión por parte de Renace y Cobra, la cual se siguió durante el tiempo del EPS.

#### **2.3.2.1. Planificación para el control de puntos críticos de incumplimiento**

Para el control de los puntos críticos en los que se incumple con los acuerdos medioambientales previamente establecidos entre Renace y Cobra, y los reglamentos correspondientes, se trabajó con una planificación de acuerdo al personal disponible por parte de ambas empresas y a los requerimientos de limpieza y recolección de desechos que se deben cumplir dentro de todo el proyecto. Así, de los acuerdos previos entre ambas empresas, se sabe que las recolecciones de desechos sólidos en todos los frentes del proyecto deben realizarse al menos dos veces a la semana.



La realización de estas actividades se encuentra bajo la responsabilidad de Cobra. Por lo tanto se establece que el supervisor de Medio Ambiente encargado del área debe supervisar que se realice dicha actividad dos veces a la semana, idealmente los días lunes y jueves.

Por su parte, el supervisor o inspector de Medio Ambiente de Renace deberá hacer una revisión cada semana para verificar el cumplimiento. Del mismo modo, el supervisor de Medio Ambiente de Cobra deberá velar por que se realice la limpieza de los baños portátiles al menos una vez cada dos semanas. Por su parte, el supervisor de Medio Ambiente de Renace también deberá verificar que se haya realizado dicha actividad cada dos semanas.

Se presenta como resultado la planificación de actividades, debido a que el control de estos aspectos medio ambientales quedará a cargo de Renace y sus supervisores, una vez se termine el período de EPS del estudiante, volviéndose útil para el Departamento de Medio Ambiente durante la construcción de Renace 2 y Renace 3. Dicha planificación se presenta en la tabla XIII.

**Tabla XIII. Planificación para el control de limpieza**

<b>Actividad</b>	<b>Responsables</b>	<b>Periodicidad</b>	<b>Tema</b>	<b>Objetivo</b>
Inspección	Supervisor MA Cobra	2 veces a la semana	Recolección de desechos	Basureros en CM
Inspección	Supervisor MA Cobra	1 vez cada 2 semanas	Limpieza de baños	Baños portátiles en CM
Supervisión	Supervisor MA Renace	1 vez cada semana	Basureros	Basureros en CM
Inspección	Supervisor MA Renace	1 vez cada 2 semanas	Baños	Baños portátiles en CM

Fuente: elaboración propia.

### **2.3.2.2. Listas de chequeo para control en casa de máquinas**

Para llevar el control de las actividades planificadas en el punto anterior, se elaboró un formato en el que se deberán anotar todas las actividades que se realizan dentro del área de casa de máquinas que tengan que ver con la limpieza de los baños portátiles o la recolección de desechos. En este formato se incluye únicamente la información más relevante de las actividades, para evitar mayores problemas al personal de Medio Ambiente que quedará encargado del control cuando termine el período de EPS. De esta forma, entre la información necesaria para el control está la fecha de realización, la empresa que se encargó de realizarla y el área en que se llevó a cabo la actividad (baños portátiles o basureros). La ficha se presenta en la figura 38.



El control de esta ficha se realizó por parte del estudiante junto al supervisor de Medio Ambiente en campo durante los últimos 3 meses del período de EPS. En este tiempo se registraron 7 limpiezas de baño. Cumpliendo así, con una limpieza más de las 6 que se esperaban en los baños portátiles.

Por otra parte, se registraron 22 de las 24 limpiezas esperadas de todos los basureros durante los tres meses obteniendo así un aceptable 92 % de cumplimiento.

### **2.3.2.3. Flujograma para solución de problemas**

Como propuesta de mejora para el Departamento de Medio Ambiente se pensó en elaborar un flujograma para el personal, en el que se identifiquen las actividades que deberán realizarse para darle solución a situaciones de contaminación al medio ambiente.

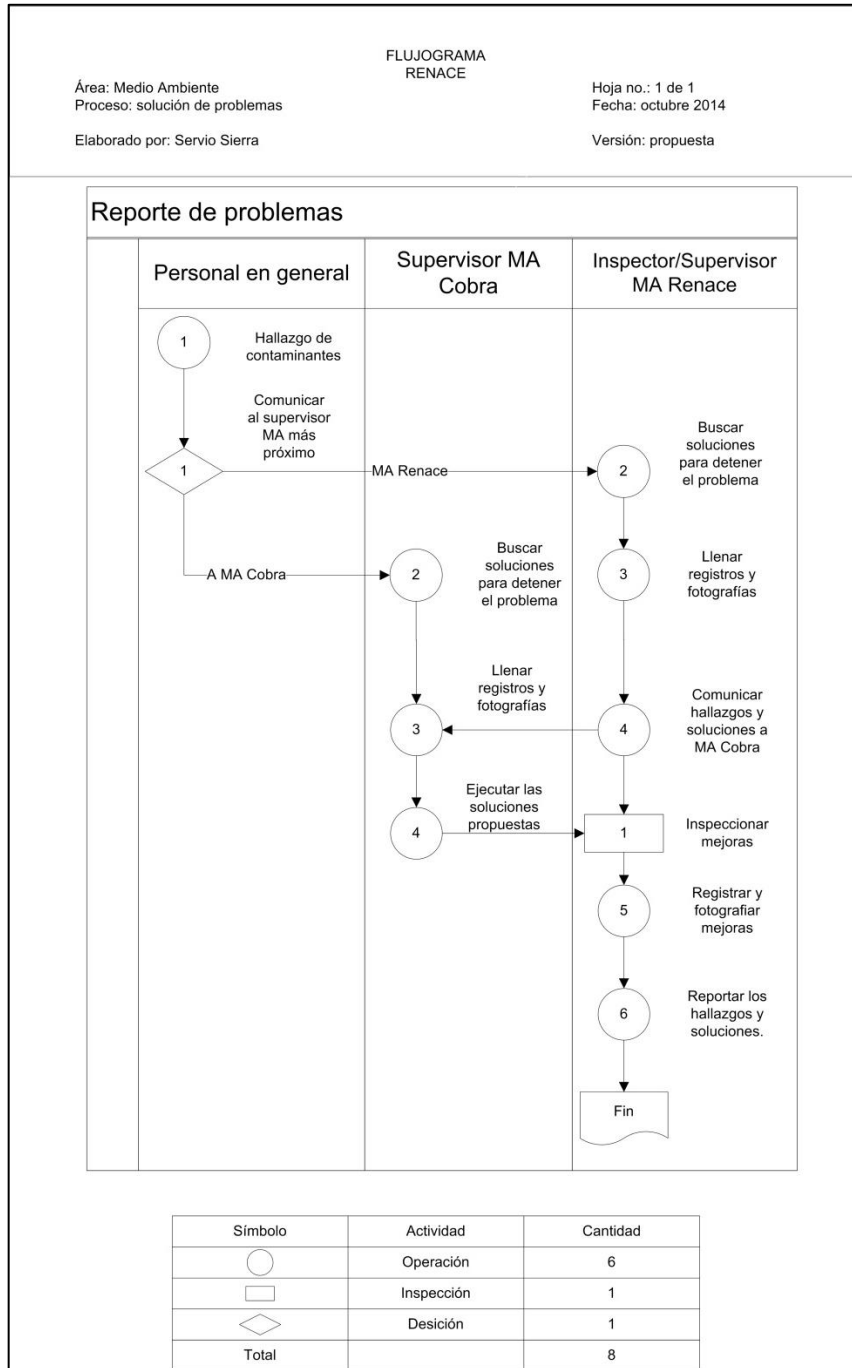
Hasta este momento, Renace no tiene establecida una forma adecuada para proceder ante situaciones que puedan presentar daños al medio ambiente. El área que abarca el proyecto hidroeléctrico es demasiado grande y el personal designado a la protección del mismo es muy reducido. Por este motivo, se debe contar con la colaboración de todo el personal de las empresas subcontratadas para la construcción que diariamente se despliegan a las áreas de trabajo. Estas personas pueden llegar a encontrarse con puntos de contaminación y deben conocer cual es la forma correcta para informar sobre estas situaciones a los responsables por parte de Renace y Cobra.

Por estas razones, se hace necesaria la elaboración de un flujograma en el que se identifique la forma correcta para proceder a reportar los problemas

medioambientales y a las personas indicadas. También, se debe identificar la forma en la que dichas personas procederán.

En ese flujograma se pueden observar las responsabilidades de las personas implicadas, siendo estas, el Departamento de Medio Ambiente de Cobra y el de Renace. Se observa, además, la línea de actividades que debe seguirse desde que una persona observa una condición que afecta al medio ambiente, este hallazgo deberá ser inmediatamente reportado al supervisor de Medio Ambiente que se encuentre en el área y este deberá proceder a la toma de fotografías para registros y a la búsqueda de soluciones. El papel de Renace en este proceso es el de supervisar que se tomen las acciones para dar solución a los problemas reportados y guardar los registros correspondientes. En la figura 39 se presenta dicho flujograma.

Figura 39. **Flujograma para la solución de problemas medioambientales**



Fuente: elaboración propia, empleando Visio 2007.



### **3. FASE DE INVESTIGACIÓN. PROPUESTA PARA EL MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE TUBERÍAS Y SOPORTES PARA EL SISTEMA DE ENFRIAMIENTO DE HIDROELÉCTRICA RENACE 2**

#### **3.1. Diagnóstico sistema de tuberías y soportes**

Como parte del Ejercicio Profesional Supervisado realizado por el estudiante, se efectúa un diagnóstico del sistema de enfriamiento de casa de máquinas de Renace 2, enfocándose en las tuberías y soportes, para encontrar posibles deficiencias y puntos de mejora, con el objetivo de presentar a Renace una propuesta que ayude al mejoramiento del sistema.

Este diagnóstico se trabajó iniciando con visitas de campo al área de casa de máquinas, con el objetivo identificar las propiedades físicas de las tuberías que serían instaladas posteriormente. También, se obtuvo orientación con respecto al diseño de las tuberías por medio del supervisor de montaje de Renace.

Se debe mencionar que este sistema de enfriamiento trabajará por medio de agua caliente y agua fría, y será utilizado para los cuatro grupos de generación instalados en casa de máquinas.



### **3.1.1. Visitas de campo**

Se realizaron visitas de campo en los días previos al inicio de la instalación, para conocer los componentes y los planos del sistema de enfriamiento. También se efectuaron visitas durante la instalación, para obtener los datos referentes a la tubería y los soportes que ya se encontraban en el área. Al mismo tiempo, se tomaron fotografías para guardar como registro.

El sistema trabaja con agua de refrigeración, consta de dos circuitos hidráulicos abierto/cerrado que son independientes y están separados e interactúan entre sí a través de un intercambiador de calor. Por medio de este se produce una transferencia de calor desde el circuito caliente (cerrado) al circuito frío (abierto), es decir, su función será disipar el calor generado por los equipos electromecánicos de generación.

El circuito caliente es un circuito cerrado y se encarga de evacuar el calor generado por los grupos. El circuito frío es un circuito abierto, en el que el agua fría de refrigeración se toma del río a 25 °C o menos y absorbe el calor generado por el circuito caliente, para liberar posteriormente el agua sobre el canal de descarga. La toma de agua de este circuito abierto se realiza desde un depósito comunicado con el canal de descarga de Renace 2.

Tanto el circuito cerrado como el circuito abierto constan de cuatro circuitos iguales (uno por grupo), independientes entre sí.

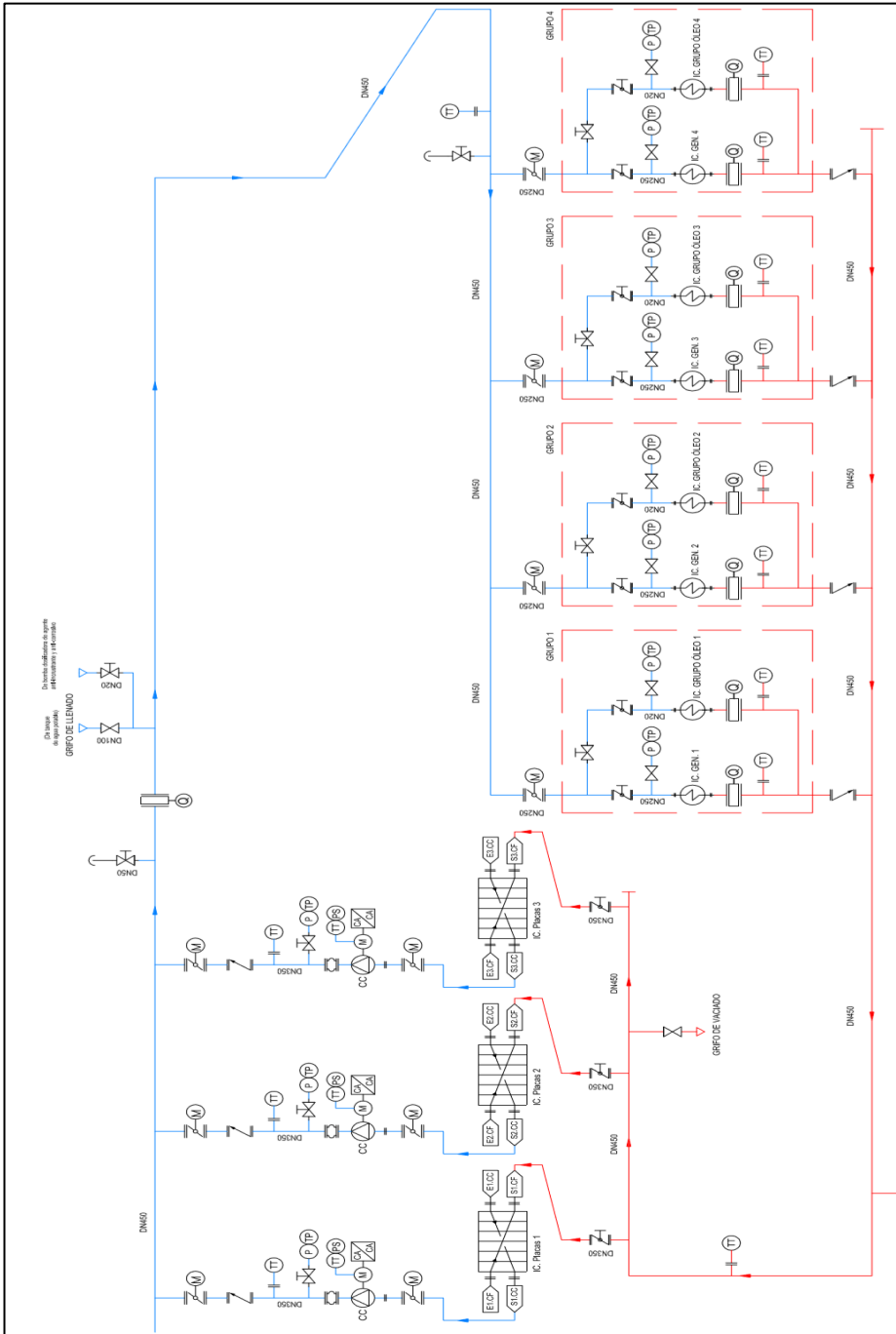
El sistema de enfriamiento está compuesto por los siguientes equipos:

- Depósito y bombas de refrigeración del circuito abierto.
- Filtros de agua del circuito abierto.

- Depósito y bombas de refrigeración del circuito cerrado.
- Filtros de agua del circuito cerrado.
- Intercambiadores de calor agua/agua.
- Intercambiadores de calor en cada uno de los equipamientos (estator, cojinetes, grupo de aceite de regulación).
- Instrumentación en cada uno de los circuitos, abierto y cerrado.
- Instrumentación en cada uno de los equipamientos (estator, cojinetes, grupo de aceite de regulación).
- Tuberías de interconexión entre los diferentes equipos.

El plano del sistema de refrigeración en casa de máquinas de Renace 2 se presenta en la figura 40.

Figura 40. Plano de sistema de enfriamiento



Fuente: Renace.

Los datos obtenidos durante estas visita de campo de tuberías y soportes se presentan en los siguientes dos puntos.

**Figura 41. Tubería de acero galvanizado**



Fuente: Renace 2, Carchá, A.V.

#### **3.1.1.1. Tubería**

Con base en observaciones hechas durante las visitas de campo, se tomaron los datos referentes a la tubería para el sistema. También se consultó con el encargado de la empresa destinada a la instalación del sistema de refrigeración para conocer el tipo de material de las tuberías. Los datos son los siguientes:

- Diámetro nominal de la tubería: 8"
- Espesor: 4,5 mm (3/16")
- Número de cédula: 10

- Longitud: 5 metros
- Tipo de tubería: con costura
- Material de construcción: acero al carbón galvanizado en caliente

Figura 42. **Tubería que se utilizará para sistema de enfriamiento**



Fuente: Renace 2, Carchá, A.V.

### **3.1.1.2. Soportes**

Durante las visitas de campo que se realizaron posteriores al inicio de los trabajos de instalación, se observaron los materiales que fueron utilizados para los soportes de la tubería del sistema de enfriamiento. Asimismo, se tomaron

fotografías de los soportes como se muestra en la figura 43. Los datos referentes a los soportes son:

- Soportes
  - Viga U: 5" x 2"
  - Grosor de metal t: 1/4"
  - Altura: 24"
  
- Anclajes
  - Perno en "U"
  - Diámetro de perno d: 3/8"
  - Material de construcción: acero al carbón galvanizado en caliente

Figura 43. **Soportes instalados en campo**

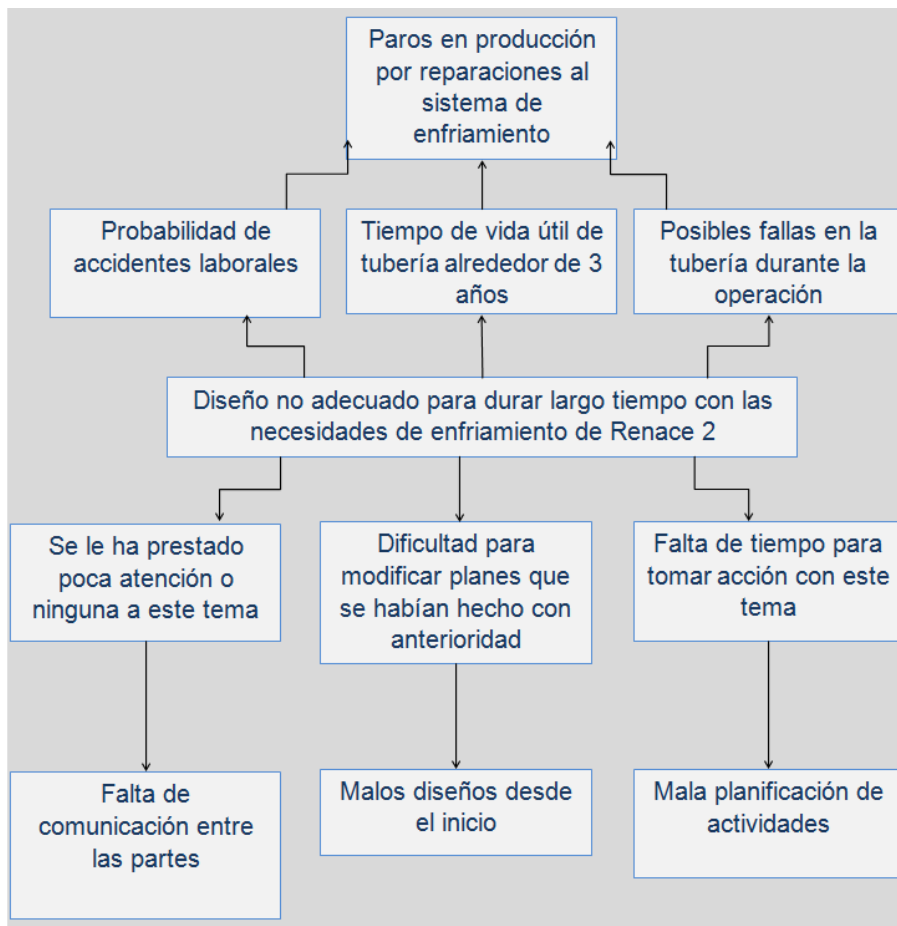


Fuente: Renace 2, Carchá, A.V.

### 3.1.2. Árbol de problemas

Del mismo modo que en el capítulo anterior, con la información obtenida en campo se procedió a realizar un árbol de problemas a manera de diagnóstico. En este se presenta un problema principal en el centro del gráfico, hacia abajo, se muestran las causas que lo provocan y hacia arriba se identifican los efectos que produce.

Figura 44. Árbol de problemas

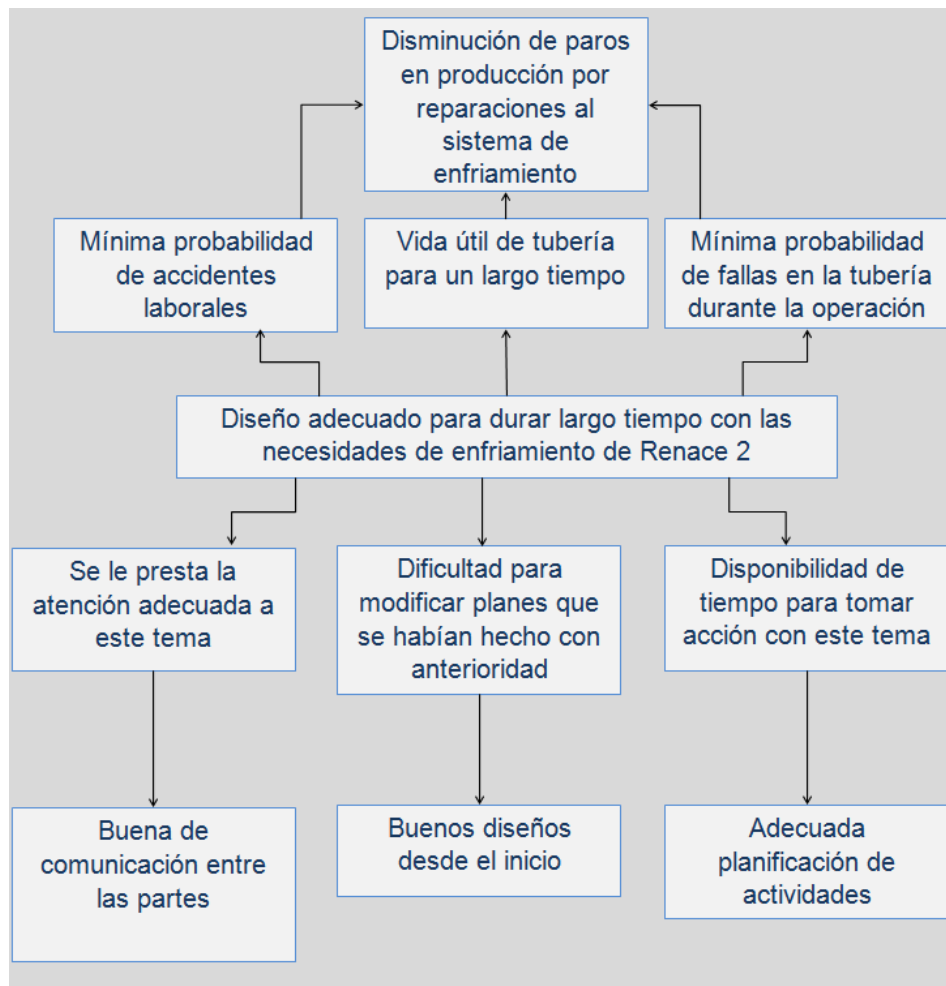


Fuente: elaboración propia.

### 3.1.3. Árbol de objetivos

Al obtener el árbol de problemas del punto anterior, se procede a elaborar el árbol de objetivos, en el que se identifican las oportunidades de mejora que se pueden alcanzar. En este, cada causa obtenida en el árbol anterior se convierte en una mejora a alcanzar.

Figura 45. Árbol de objetivos



Fuente: elaboración propia.



### 3.1.4. Foda

Adicionalmente, se elaboró una matriz Foda para apoyar el análisis de las características del sistema de enfriamiento de casa de máquinas de Renace 2. En esta se identifican las fortalezas de Renace, sus debilidades, las oportunidades que se presentan y las amenazas. También, se presentan en el gráfico las estrategias que se utilizarán para la propuesta de mejoras al sistema.

Tabla XIV. Análisis Foda

FACTORES EXTERNOS \ FACTORES INTERNOS	Fortalezas	Debilidades
		<b>F1.</b> Existe un diseño para el sistema de tuberías y soportes
	<b>F2.</b> Existe un supervisor encargado de verificar el montaje de equipos	<b>D2.</b> El tiempo estimado para la instalación de equipos es corto
Oportunidades	Estrategias FO	Estrategias DO
<b>O1.</b> Auge en la implementación de normas de seguridad, calidad, entre otros	<b>1.</b> Integrar nuevos diseños cumpliendo con las normas ( <b>F1, O1</b> )	<b>1.</b> Evaluar los diseños de soporte actuales y proponer mejoras ( <b>D1, O1, O2</b> )
<b>O2.</b> Nuevos materiales para tubería con mejores propiedades	<b>2.</b> Proponer cambios de tubería para cuando finalice su vida útil ( <b>O2, F2</b> )	<b>2.</b> Elaborar una propuesta de mejora para cuando se desee ejecutar ( <b>D2, D3, O2</b> )
Amenazas	Estrategias FA	Estrategias DA
<b>A1.</b> Inclemencias del tiempo	<b>1.</b> Desarrollar diseños para estar preparados para inundaciones u otros desastres ( <b>F1, A1</b> )	<b>1.</b> Proponer mejoras para aumentar la resistencia de la tubería ( <b>D1, A1</b> )
<b>A2.</b> Aumento en los costos de materiales para la tubería	<b>2.</b> Comparar entre costos de materiales actuales y posibles mejoras ( <b>F1, A2</b> )	<b>2.</b> Aprovechar los materiales que se tienen actualmente para reducir la inversión ( <b>D1, D2, A2</b> )

Fuente: elaboración propia.

#### 3.1.4.1. Estrategias

Las estrategias que se trabajarán como una propuesta para presentar a Renace se obtienen de la matriz Foda. Estas estrategias se dividen en cuatro,

empezando por las estrategias FO (optimizar fortalezas para aprovechar oportunidades); estrategias FA (utilizar las fortalezas para controlar las amenazas); estrategias DO (llevar al mínimo las debilidades para aprovechar las oportunidades); estrategias DA (llevar al mínimo las debilidades para disminuir las amenazas).

En la figura 46 se presenta una matriz de relaciones entre los elementos del análisis Foda, calificando con un signo + las relaciones existentes y con un 0 las muy débiles o inexistentes. A partir de las identificadas con +, se trabajarán las diferentes estrategias.

Figura 46. **Matriz de relaciones Foda**

		Fortalezas		Debilidades	
		1	2	1	2
Oportunidades	1	+	0	+	0
	2	+	0	+	0
Amenazas	1	+	0	+	0
	2	0	0	0	+

Fuente: elaboración propia.

### 3.1.4.1.1. Estrategias FO/FA

Entre las estrategias FO (optimizar fortalezas para aprovechar oportunidades), están:

- Integrar nuevos diseños cumpliendo con normas respectivas (F1, O1).
- Proponer cambios de tubería para cuando finalice su vida útil (F2, O2).

Entre las estrategias FA (utilizar las fortalezas para controlar las amenazas), se obtuvieron:

- Desarrollar diseños para estar preparados para inundaciones y otros desastres (F1, A1).
- Comparar el costo de los materiales que se tienen actualmente con los que podrían servir como mejora (F1, A2).

#### **3.1.4.1.2. Estrategias DO/DA**

Entre las estrategias DO (llevar al mínimo las debilidades para aprovechar las oportunidades) están las siguientes:

- Evaluar los diseños de soporte actuales y proponer mejoras (D1, O1, O2).
- Elaborar una propuesta de mejora para el momento en que Renace desee ejecutarla (D2, D3, O2).

Por último se tienen las estrategias DA ((llevar al mínimo las debilidades para disminuir las amenazas) de la siguiente manera:

- Proponer mejoras para aumentar la resistencia de la tubería contra la corrosión (D1, A1).
- Aprovechar los materiales que se tienen actualmente en casa de máquinas para reducir la inversión (D1, D2, A2).

### 3.1.5. Resultados de diagnóstico

Con el análisis elaborado en los puntos anteriores, se puede observar que las tuberías y sus soportes, que componen el sistema de enfriamiento para los generadores de casa de máquinas de Renace 2, presentan algunas deficiencias, especialmente en cuanto a los soportes que se están utilizando actualmente para la instalación.

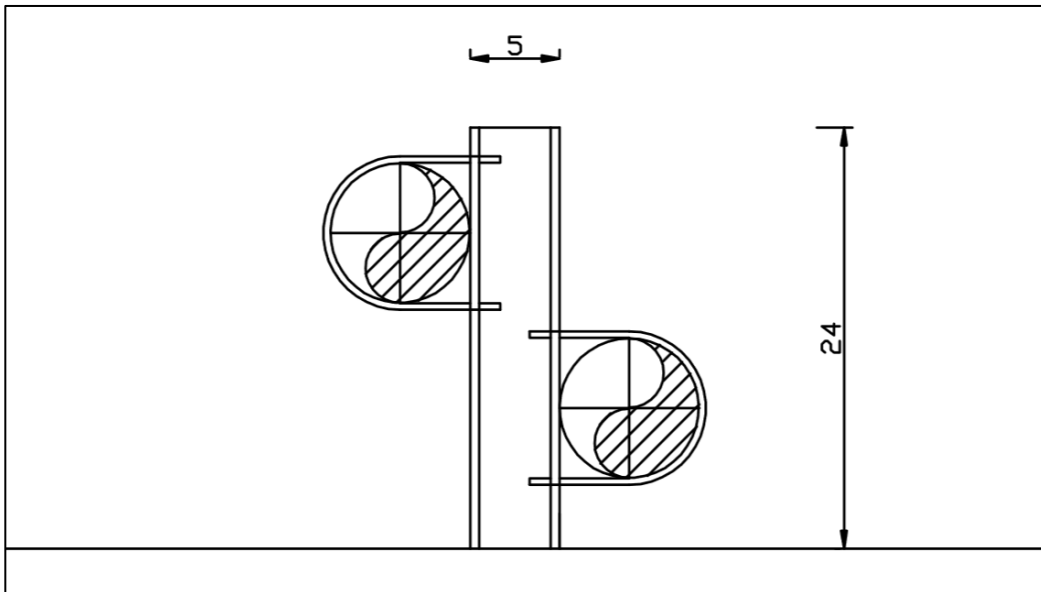
Por una parte, se sabe que las tuberías están fabricadas de acero galvanizado en caliente, que es un material que combina las características de resistencia mecánica del acero con la resistencia a la corrosión que ofrece el cinc. Mediante el proceso de galvanizado, se da un recubrimiento de cinc tanto interior como exteriormente, para darle protección contra la corrosión. Este tipo de tuberías es adecuado para el uso en interiores.

El uso de tuberías de acero galvanizado en caliente presenta leves inconvenientes, el principal de ellos es que la protección que ofrece el cinc no es perfecta y tiende a corroerse cuando es expuesto frecuentemente a factores dañinos, como la lluvia, el agua de mar e incluso el agua potable.

Por otra parte, los soportes de la tubería del sistema de enfriamiento se han instalado por medio de vigas de acero con un tubo a cada lado, siendo sujetados de manera horizontal por pernos tipo U, lo que provoca que la carga de la tubería sea transmitida a la viga únicamente a través de los pernos. Aquí se encuentra el principal hallazgo de deficiencias en el diseño de los soportes, ya que según las especificaciones de las normas ANSI/MSS SP-69 (*Selección y aplicación de sujetadores y soportes para tuberías*) y ANSI/MSS SP-58 (*Materiales, diseño y manufactura de sujetadores y soportes para tuberías*), los pernos tipo U deben ser utilizados únicamente para restringir el movimiento

horizontal y vertical de las tuberías, no para soportar la carga de las mismas. El otro hallazgo en cuanto a los soportes se presenta en el diámetro del perno U que es de 3/8" y no es el adecuado para tuberías de 8" de diámetro, según las especificaciones establecidas. En la figura 47 se ilustra el diseño actual de los soportes, donde se observa la manera en que se encuentra sujeta la tubería.

Figura 47. **Diseño actual de soportes**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2007.

### 3.2. **Propuesta de mejora**

Tomando en cuenta las observaciones realizadas en campo y el diagnóstico presentado sobre los soportes y la tubería que está siendo instalada en casa de máquinas, se presentan algunas propuestas para mejorar el diseño del sistema de enfriamiento de los generadores en Renace 2.

### **3.2.1. Tubería**

El tipo de tubería utilizado actualmente para el sistema de refrigeración en Renace 2, de acero galvanizado en caliente, cumple adecuadamente con las especificaciones según normas para el uso en interiores, en ambientes libres de lluvia, agua de mar, ácidos, entre otros. Sin embargo, eventualmente la tubería galvanizada tiende a ceder ante la corrosión poco a poco.

La única mejora que se propone a Renace es el cambio de esta tubería por una de acero inoxidable de clasificación AISI 316, un material preparado mediante aleaciones de hierro con cromo. Sus características se obtienen gracias a la formación de una película adherente e invisible de óxido de cromo. Adicionalmente, se le añade molibdeno para aumentar la resistencia a la corrosión.

Las principales propiedades de este material son: una excelente resistencia a la corrosión, facilidad de limpieza, fácil de transformar, excelente soldabilidad, se pueden utilizar tanto en bajas como en altas temperaturas. Es un acero más resistente a la corrosión, especialmente cuando se trata de corrosión por picaduras, la cual es ocasionada por elementos como el flúor, cloro, bromo y yodo. El más conocido de estos es el cloro, que se encuentra presente en el mar, en ambientes marinos y también en el agua potable.

En la figura 48 se muestran los tipos de ambiente aptos y vida útil para algunos aceros.

Figura 48. **Aplicaciones de aceros**

<b>Material</b>	<b>Finish</b>	<b>Typical Environment/Application</b>	<b>End-of-Life Expectation</b>
Carbon Steel ASTM A510 Grade 1008	EZ - (ASTM B633) Electrogalvanized Steel	INDOOR \ Commercial Office, Retail, Institutional, Computer Room, Light Industrial, Warehousing	Less than 5% red rust in most dry environments after 20 years.
Carbon Steel ASTM A510 Grade 1008	GC - (ASTM A123) Hot-Dip Galvanized Steel	OUTDOOR \ Power Plants, Industrial	Less than 5% red rust in most outdoor environments after 30 years.
AISI Type 304L	304L – Type 304L Stainless Steel	INDOOR-OUTDOOR corrosive\ Wash Down, Industrial	Less than 5% rust stain in most outdoor environments after 30 years. No significant change to basematerial.
AISI Type 316	316 – Type 316 Stainless Steel	OUTDOOR - Highly corrosive\Chemical, Offshore, Marine, Waste Water, Pulp and Paper	Less than 5% rust stain in most outdoor environments after 50 years. No significant change to base material.

Fuente: Legrand. *Material selection and corrosion resistance*. [http://www.legrand.us/cablofil/tech\\_resources/corrosion-resistance.aspx#.VbxEGPI\\_OOw](http://www.legrand.us/cablofil/tech_resources/corrosion-resistance.aspx#.VbxEGPI_OOw). Consulta: 31 de julio de 2015.

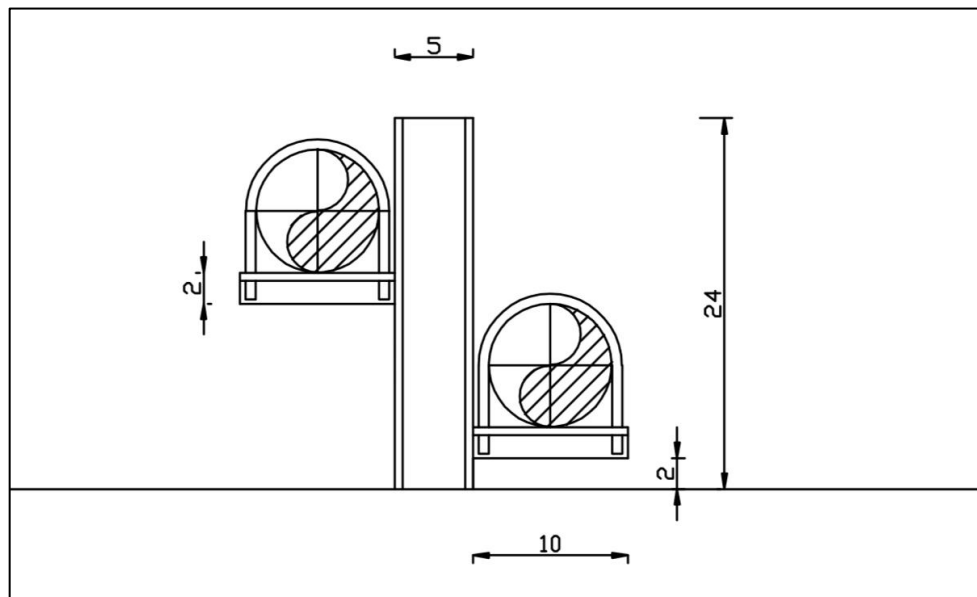
En esta figura se observa que el acero que más tiempo resiste hasta presentar signos de corrosión es el AISI 316, llegando a presentar menos del 5 % de oxidación después de 50 años a la intemperie, superando así los 30 años del acero galvanizado en caliente.

### **3.2.2. Diseño de soportes**

El hallazgo en la deficiencia de los soportes esta principalmente, en la aplicación de los pernos en U (U-bolt). Los U-bolt deben ser utilizados en los soportes de tubería solamente para restringir el movimiento del tubo en dos direcciones, lateral y vertical, y no para soportar el peso del tubo, con su fluido y las cargas ejercidas por estos.

Debido a esta restricción de los pernos tipo U, se propone el siguiente diseño de soportes para permitir que la carga de la tubería quede distribuida directamente sobre el soporte.

Figura 49. **Diseño propuesto de soportes**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2007.

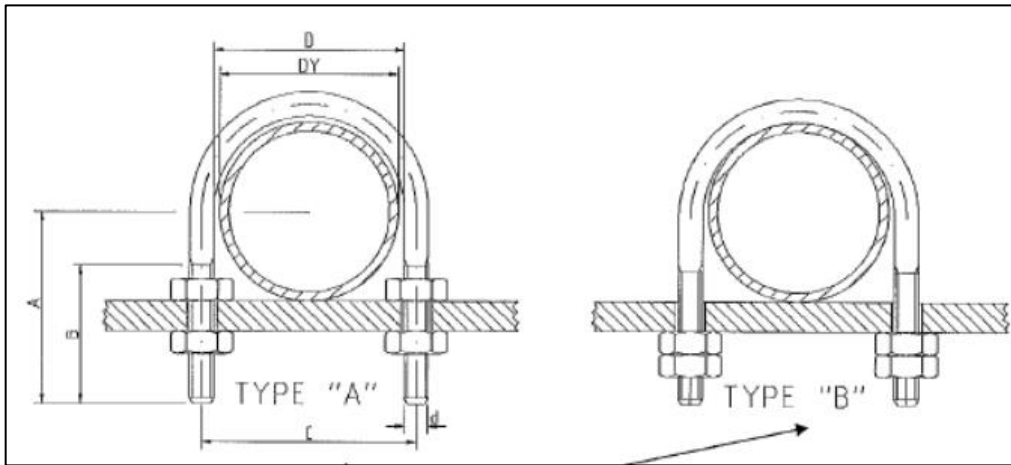
En este diseño se propone la inclusión de una viga U de 10" cortada longitudinalmente, y ambas partes soldadas horizontalmente a ambos lados de la viga de soporte que se utiliza actualmente, como se muestra en la figura 49. Estas vigas horizontales serán las encargadas de sostener el peso de la tubería que ahora estará dispuesto verticalmente.

Posteriormente, se deberá colocar un perno tipo U para fijar la tubería a la viga y evitar los movimientos verticales u horizontales.



Para elegir el perno adecuado, se deberá elegir el diámetro del mismo siguiendo las indicaciones que se presentan a continuación.

Figura 50. **Indicaciones para elegir diámetros de U-bolt**



Fuente: especificaciones de U-bolt según normas ANSI SP-58 y SP-69.

Se sabe que el diámetro de la tubería del sistema de enfriamiento en casa de máquinas de Renace 2 es de 8" ( $D_y$ ). Con este dato se procede a obtener el diámetro  $D$  de apertura del perno U y al mismo tiempo los valores para A, B, C y d que es el diámetro del perno.

Estos valores se obtienen de la siguiente tabla de valores de U-bolt, según las normas ANSI:

Figura 51. **Tabla de relación de diámetros para U-bolt**

Dy (Pipe Size) [Inch]	DN	d [Inch]	D [Inch]	C [Inch]	A [Inch]	B [Inch]	MAX Recom. LOAD, lbs.
1/2	15	1/4	7/8	1 1/8	1 1/2	1 1/4	480
3/4	20	1/4	1 1/8	1 3/8	1 5/8	1 1/2	480
1	25	1/4	1 3/8	1 5/8	1 3/4	1 3/4	480
1 1/4	32	3/8	1 3/4	2 1/8	2 1/2	2 1/4	1200
1 1/2	40	3/8	2	2 3/8	2 5/8	2 1/2	1200
2	50	3/8	2 1/2	2 7/8	2 7/8	2 3/4	1200
2 1/2	65	1/2	3	3 1/2	3 3/4	3 1/2	2200
3	80	1/2	3 5/8	4 1/8	4	3 1/2	2200
4	100	1/2	4 5/8	5 1/8	4 1/2	3 1/2	2200
5	125	1/2	5 5/8	6 1/8	5	3 1/2	2200
6	150	5/8	6 3/4	7 3/8	5 3/4	4 3/8	3600
8	200	5/8	8 3/4	9 3/8	5 3/4	4 3/8	3600

Fuente: especificaciones de U-bolt según normas ANSI SP-58 y SP-69.

Con base en el diámetro de la tubería del sistema,  $D_y = 8''$ , se encuentra que:

- Se debe utilizar un perno en forma de U de diámetro  $d$  igual a  $5/8''$ , y no de  $3/4''$  como el que se coloca actualmente en la instalación.
- El valor de distancia  $A$  para este perno debe ser de  $5\frac{3}{4}''$ .
- El valor de distancia  $B$  en este perno debe ser de  $4\frac{3}{8}''$ .
- La distancia  $C$  entre ambos extremos del perno deberá ser de  $9\frac{3}{8}''$ .
- El diámetro de apertura del perno  $D$  deberá ser de  $8\frac{3}{4}''$ .



## **4. FASE DE ENSEÑANZA APRENDIZAJE. CAPACITACIÓN**

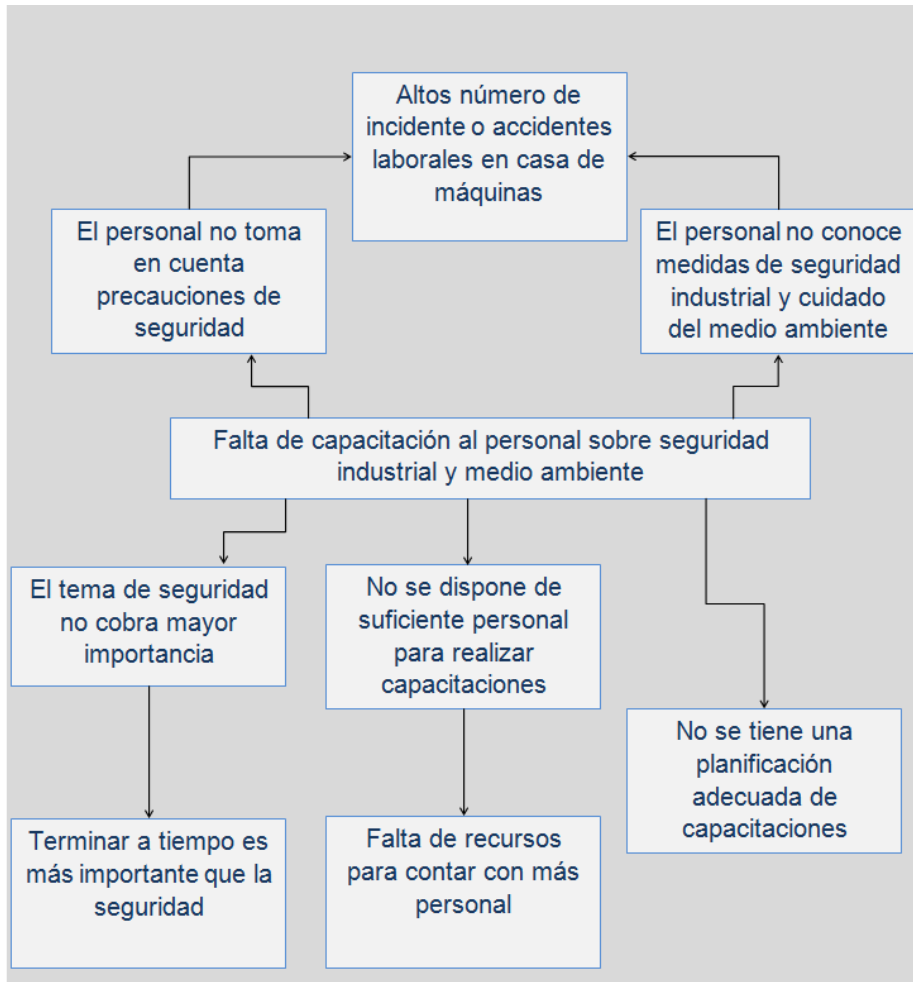
### **4.1. Diagnóstico de necesidades de capacitación**

Una de las principales causas raíz del problema central del capítulo 1 era la falta de capacitación en temas de seguridad industrial, salud ocupacional y medio ambiente, al personal que labora en casa de máquinas. Por parte de cada empresa subcontratada no se toma en serio la importancia que puede llegar a tener que sus trabajadores conozcan el papel que la seguridad juega en sus labores diarias. Las prisas por terminar los trabajos muchas veces conducen a la generación de graves condiciones inseguras que, si no se eliminan, pueden llegar a ocasionar incidentes o accidentes significativos. Por otra parte, se concientiza muy poco a los trabajadores y este es un tema que debe ser tratado a diario con el personal, ya que en todo momento deben tener presente que su vida está en riesgo si realizan algún acto o condición insegura.

#### **4.1.1. Árbol de problemas**

Se elaboró un árbol de problemas para analizar el problema de falta de capacitación y concientización al personal de las empresas subcontratadas en casa de máquinas. En esta representación gráfica se puede observar que algunas de las principales causas son la falta de interés en temas de seguridad industrial por parte de los encargados de cada empresa, el bajo número de personas destinadas a la supervisión del tema y también una falta de planificación de capacitaciones.

Figura 52. **Árbol de problemas necesidades de capacitación**

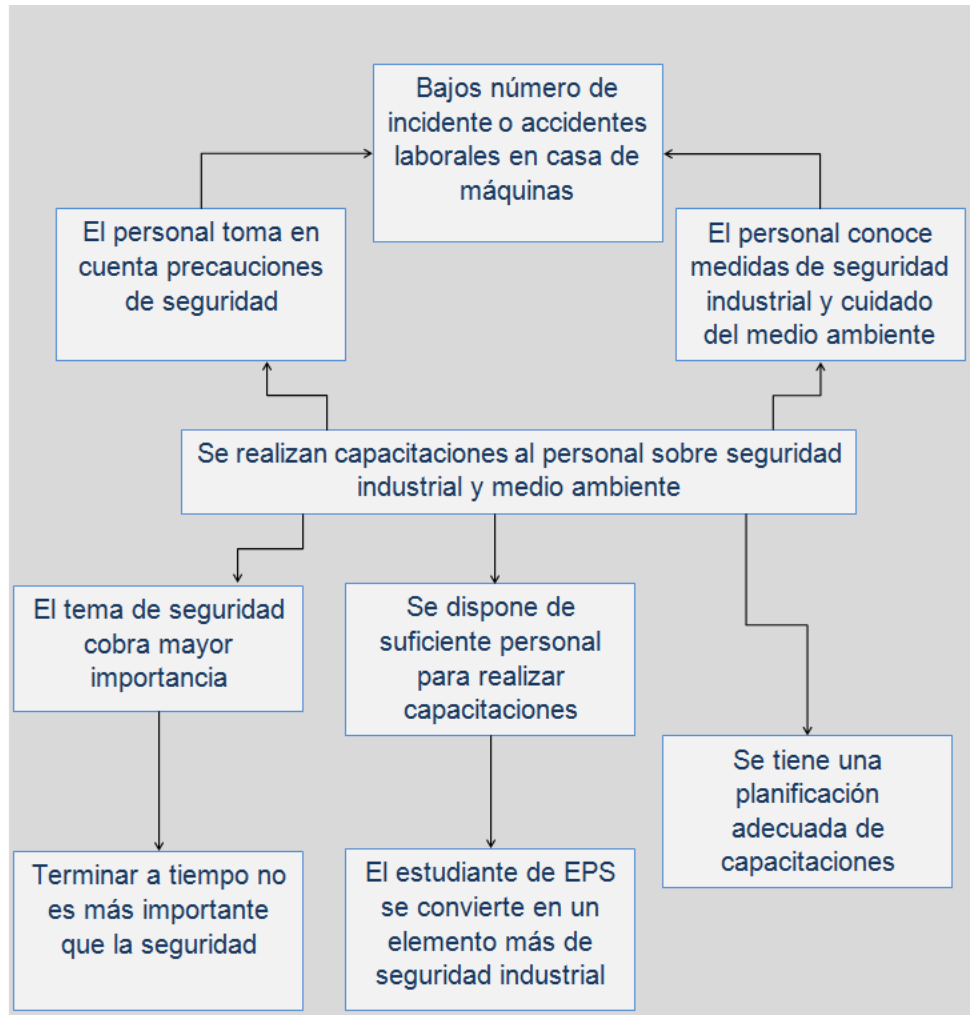


Fuente: elaboración propia.

#### 4.1.2. **Árbol de objetivos**

Se elaboró el árbol de objetivos con base en el anterior árbol de problemas para visualizar la línea de acción para impartir capacitaciones al personal. Se procedió a tomar cada punto del árbol de problemas y trasladarlo a una forma de objetivo a alcanzar.

Figura 53. **Árbol de objetivos necesidades de capacitación**



Fuente: elaboración propia.

#### 4.2. Programa de capacitaciones

El presente punto está enfocado a la forma en que se pretende realizar las capacitaciones al personal, incluyendo todos los temas que se espera tratar durante el período del EPS.

Tabla XV. **Programa de capacitaciones**

<b>Tema de capacitación</b>	<b>Metodología</b>	<b>Responsable</b>
Trabajos en altura	Oral, dinámica	Epesista
Forma de utilizar un arnés de seguridad	Oral, dinámica	Epesista
Uso de EPP	Oral, dinámica	Epesista
Alcoholemia y drogas	Oral, dinámica	Epesista
Identificación de riesgos	Oral, dinámica	Epesista
Seguridad como responsabilidad de todos	Oral, dinámica, motivacional	Epesista
Indicaciones para conducción segura	Oral, dinámica	Epesista
Medidas de prevención de enfermedades	Oral, dinámica	Epesista
∩ Trabajos en caliente	Oral, dinámica	Epesista

Fuente: elaboración propia.

#### **4.2.1. Alcance**

Se impartirán capacitaciones/concientizaciones sobre temas de seguridad industrial a todo el personal que trabaja dentro de casa de máquinas, de las distintas empresas subcontratadas por Cobra.

#### **4.2.2. Objetivos**

- Concientizar al personal de las empresas subcontratadas sobre la importancia de que adopten las medidas de seguridad definidas dentro del proyecto para la construcción y montaje de equipos.

- Capacitar al personal de las empresas subcontratadas sobre aspectos de seguridad industrial para que aprenda a identificar riesgos y a saber qué hacer con los mismos.

#### **4.2.3. Contenido a impartir**

Las necesidades de capacitación varían según la actividad que realiza cada una de las empresas subcontratadas, sin embargo se han definido los siguientes temas por ser los más relevantes para el trabajo que se realiza en casa de máquinas.

- Trabajos en altura
- Forma de utilizar un arnés de seguridad
- Uso de EPP
- Alcoholemia y drogas
- Identificación de riesgos
- La seguridad como responsabilidad de todos
- Indicaciones para una conducción segura
- Trabajos en caliente
- Medidas de prevención de enfermedades

#### **4.2.4. Metodología**

Para impartir capacitaciones al personal de las empresas subcontratadas se utilizará el método de charlas pretarea. Esta metodología enfoca los temas de capacitación a las incidencias diarias que se tienen en el área y le indican al capacitador los temas que se tienen que tratar, tomando como base los actos y



condiciones inseguras que se han realizado, los incidentes o accidentes que se han tenido y los hallazgos en las labores.

Este método se trabaja mediante charlas de 10 a 15 minutos de duración todos los días y va dirigido a pequeños grupos de personas, entre 5 y 15 trabajadores. Esta metodología contribuye a la capacitación, ya que se transforma en un sistema de dos vías, en el que el capacitador imparte temas de importancia y los capacitados comentan las situaciones y riesgos que han vivido. La capacitación se vuelve más dinámica y, por lo tanto, se evita que se vuelva algo tedioso. Estas capacitaciones/concientizaciones tendrán un registro de asistencia con el siguiente formato

Figura 54. **Formato registro de capacitación**



The image shows a form titled "REGISTRO DE CAPACITACIÓN" with logos for "Comisión de Seguridad" and "RENACE". It includes fields for "Tema:", "Instructor:", "Fecha:", "Área:", "Hora inicio:", "Empresa:", "Hora final:", and "Firma:". Below these fields is a table with 5 columns: "No.", "Nombre del colaborador", "Puesto", "Empresa", and "Firma", and 9 rows for recording data.

No.	Nombre del colaborador	Puesto	Empresa	Firma
1.				
2.				
3.				
4.				
5.				
6.				
7.				
8.				
9.				

Fuente: Renace.

### 4.3. Planificación de capacitaciones

En este punto se presenta la planificación de capacitaciones que se realizaron en el área de máquinas de Renace 2, dirigidas al personal involucrado en la construcción de las instalaciones y el montaje de los equipos de generación.

Tabla XVI. Planificación de capacitaciones/concientizaciones

Fecha	Tema	Responsable	Personal
19 al 23 de mayo	Trabajos en altura	Servio Sierra	Subcontratada CM
26 al 30 de mayo	Forma de utilizar un arnés de seguridad	Servio Sierra	Subcontratada CM
2 al 6 de junio	Uso de EPP	Servio Sierra	Subcontratada CM
9 al 13 de junio	Alcoholemia y drogas	Servio Sierra	Subcontratada CM
16 al 20 de junio	Identificación de riesgos	Servio Sierra	Subcontratada CM
23 al 27 de junio	Seguridad como responsabilidad de todos	Servio Sierra	Subcontratada CM
30 al 4 de julio	Indicaciones para conducción segura	Servio Sierra	Subcontratada CM
7 al 11 de julio	Medidas de prevención de enfermedades	Servio Sierra	Subcontratada CM
14 al 18 de julio	Trabajos en caliente	Servio Sierra	Subcontratada CM
21 al 25 de julio	Trabajos en altura	Servio Sierra	Subcontratada CM
28 al 1 de agosto	Forma de utilizar un arnés de seguridad	Servio Sierra	Subcontratada CM
4 al 8 de agosto	Uso de EPP	Servio Sierra	Subcontratada CM
11 al 15 de agosto	Alcoholemia y drogas	Servio Sierra	Subcontratada CM
18 al 22 de agosto	Identificación de riesgos	Servio Sierra	Subcontratada CM
25 al 29 de agosto	Seguridad como responsabilidad de todos	Servio Sierra	Subcontratada CM

Fuente: elaboración propia.

#### **4.4. Evaluación de capacitaciones**

Un paso indispensable para saber si una capacitación o plan de capacitaciones tuvo efecto es la evaluación. Por ello, se decidió realizar evaluaciones al personal de las empresas subcontratadas de Cobra que laboran en casa de máquinas y que fueron el objetivo del plan de capacitaciones.

El formato de evaluación se hizo tomando en cuenta los temas de todas las capacitaciones y se realizó al finalizar con el programa. De esta forma, todos los trabajadores se encontraban debidamente capacitados al momento de ser evaluados. El formato de evaluación se presenta en la figura 55.


Figura 55. Formato de evaluación

Nombre: \_\_\_\_\_

Empresa: \_\_\_\_\_

Puesto: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_



**EVALUACIÓN CAPACITACIONES/CONCIENTIZACIONES DE SEGURIDAD INDUSTRIAL**

Responder falso o verdadero a las siguientes preguntas.

1. ¿La altura máxima a la que puede estar un trabajador sin utilizar arnés de seguridad es 1,8 metros?
2. ¿Se puede estar en las áreas de trabajo sin utilizar casco de seguridad?
3. ¿El EPP básico en cualquier parte del proyecto consta de casco, chaleco reflectivo y botas de seguridad?
4. ¿Un trabajo en altura es todo aquel que se desarrolla a más de 1,8 metros de la superficie?
5. ¿Puedo utilizar las gafas normales como protección en un trabajo de soldadura?
6. ¿Es correcto ejecutar un trabajo y evaluar los riesgos hasta que ya se terminó e trabajo?
7. ¿La velocidad máxima en los accesos al proyecto es 50 km/h?
8. ¿Se puede permanecer en el proyecto estando bajo los efectos del alcohol?
9. ¿Es correcto realizar un trabajo si mi vida corre peligro?

Fuente: elaboración propia.

Los resultados obtenidos de las evaluaciones se presentan a continuación.

Tabla XVII. **Resultados de evaluación**

<b>Empresa</b>	<b>Promedio de calificación</b>
OCA	100
Andritz	100
Energía Total	89
Shalom	78
Sistagua	89
Promedio de calificación	91,2

Fuente: elaboración propia.

## CONCLUSIONES

1. Se evaluaron las condiciones inseguras más comunes encontradas en casa de máquinas del proyecto Renace 2, se enumeraron en una matriz de riesgo en la que se clasificaron por gravedad del incidente o accidente potencial y por la probabilidad de que sucedan, además de esto, se describen las soluciones que se deberán implementar para controlar estas condiciones inseguras.
2. Se utiliza un formato de permiso de trabajo elaborado por la empresa contratista Cobra para los trabajos de alto riesgo en casa de máquinas, como los trabajos en altura y en caliente que se tienen a menudo en el área. Cobra se encarga de realizar dichos permisos de trabajo y el supervisor SISO de Renace únicamente deberá verificar que en el área se cumpla lo especificado en el documento.
3. Se modificó un formato de análisis de trabajo seguro proporcionado por Cobra, para identificar y controlar los riesgos a los que se ve expuesto el personal de las empresas subcontratadas que ejecutan los trabajos de construcción y montaje de casa de máquinas.
4. Se realizaron inspecciones de EPP al personal de las empresas subcontratadas por Cobra en casa de máquinas. Se pudo verificar que la mayor parte del personal cuenta con un equipo adecuado de protección personal.

5. Se identificaron los riesgos encontrados en casa de máquinas y se elaboró una matriz de riesgos con implementación de soluciones.
6. Se redujeron los incidentes en casa de máquinas durante el período de realización del ejercicio. Se observa que uno de los puntos que influye bastante es el plan de capacitaciones que se impartieron al personal de las empresas subcontratadas.
7. Se elaboró un procedimiento para que el personal de Renace 2 que labora para Corporación Multi Inversiones pueda realizar solicitudes de EPP al Departamento de Seguridad Industrial de Renace.
8. Se diseñó un programa de inspecciones de EPP en el que se identifican los responsables de cada actividad, siendo los supervisores SISO de Cobra quienes deberán realizar constantemente las inspecciones y los supervisores SISO de Renace realizar inspecciones ocasionales.

## RECOMENDACIONES

1. Tomar en cuenta todos los riesgos que fueron identificados en la matriz de riesgos elaborada en este documento, para prevenir condiciones inseguras en el desarrollo del proyecto hidroeléctrico Renace 3. Proceder como se indica en las medidas de acción de dicha matriz.
2. Realizar supervisiones constantes a la documentación que llevan los supervisores SISO de Cobra, haciendo énfasis en la veracidad y cumplimiento de los permisos de trabajo.
3. Divulgar los análisis de trabajo seguro elaborados en este documento al personal de las distintas empresas subcontratadas que se encuentren en casa de máquinas del proyecto Renace 3.
4. Seguir la planificación de inspecciones de EPP definida en este documento, para llevar un control adecuado sobre el estado de los mismos.
5. Continuar con el programa de capacitaciones/concientizaciones que se presenta en este documento para mantener al personal alerta sobre los riesgos que se corren a diario en el trabajo. Darle seguimiento para ir creando una cultura de seguridad que garantice la integridad física y mental de los colaboradores de Renace.





## BIBLIOGRAFÍA

1. GAMBOA, Edwin; ÁLVAREZ, Robinson. *Acero inoxidable 316 y 316L propiedades y características físico-químicas*. [en línea]. <<https://materialesfull.wikispaces.com/file/view/ACERO..pdf>>. [Consulta: 20 de julio de 2015].
2. GRIMALDI, Simonds. *La seguridad industrial su administración*. 2a ed. México: Alfa Omega, 1989. 743 p.
3. HERNÁNDEZ, José et al. *Seguridad e higiene industrial*. 3a ed. México: Limusa, 2001. 506 p.
4. LEGRAND. (s/f). *Material selection and corrosion resistance*. [en línea]. <[http://www.legrand.us/cablofil/tech\\_resources/corrosionresistance.aspx#.VbxEGPI\\_OOw](http://www.legrand.us/cablofil/tech_resources/corrosionresistance.aspx#.VbxEGPI_OOw)> [Consulta: 31 de julio de 2015].
5. LETONA CASTILLO, Rony Efraín. *Diseño de un programa de seguridad industrial en una planta formuladora de productos químicos*. Trabajo de graduación de Ing. Químico. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2005. 123 p.
6. ROBLES PALMA, Julio Rogelio. *Diseño e implementación de un programa de seguridad e higiene industrial y estandarización de tiempos del laboratorio de análisis de aceites en la Corporación General de Tractores S.A. GENTRAC*. Trabajo de graduación de

Ing. Industrial. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2005. 294 p.