



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

**PROYECTO DE ALMACENAMIENTO Y CLASIFICACIÓN DE CHATARRA FERROSA
PARA EL PROCESO DE FABRICACIÓN DE ACERO AL CARBONO**

Marvin Macario Cuc Camacho

Asesorado por el Ing. Carlos Humberto Pérez Rodríguez

Guatemala, enero de 2018

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**PROYECTO DE ALMACENAMIENTO Y CLASIFICACIÓN DE CHATARRA FERROSA
PARA EL PROCESO DE FABRICACIÓN DE ACERO AL CARBONO**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

MARVIN MACARIO CUC CAMACHO

ASESORADO POR EL ING. CARLOS HUMBERTO PÉREZ RODRÍGUEZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO MECÁNICO

GUATEMALA, ENERO DE 2018

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL I	Ing. Ángel Roberto Sic García
VOCAL II	Ing. Pablo Christian de León Rodríguez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Oscar Humberto Galicia Nuñez
VOCAL V	Br. Carlos Enrique Gómez Donis
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Fredy Mauricio Monroy Peralta
EXAMINADOR	Ing. Víctor Manuel Ruiz Hernández
EXAMINADOR	Ing. Raúl Guillermo Izaguirre Noriega
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

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:

PROYECTO DE ALMACENAMIENTO Y CLASIFICACIÓN DE CHATARRA FERROSA PARA EL PROCESO DE FABRICACIÓN DE ACERO AL CARBONO

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica, con fecha 21 de agosto de 2014.



Marvin Macario Cuc Camacho

Guatemala, 10 de octubre de 2016

Ingeniero
Roberto Guzmán Ortiz
Director de Escuela de Ingeniería Mecánica
Facultad de Ingeniería
Universidad de San Carlos de Guatemala

Ingeniero Guzmán:

Tengo el gusto de dirigirme a usted con el propósito de hacer de su conocimiento que tuve a la vista el trabajo de graduación del estudiante Marvin Macario Cuc Camacho, con carné 199930174 titulado "PROYECTO DE ALMACENAMIENTO Y CLASIFICACIÓN DE CHATARRA FERROSA PARA EL PROCESO DE FABRICACIÓN DE ACERO AL CARBONO", cumpliendo con el último requisito previo a su examen general público para optar al título de Ingeniero Mecánico.

El estudiante Marvin Macario Cuc Camacho ha realizado un trabajo que a mi juicio tiene los méritos suficientes y llena a satisfacción los requisitos legales para que las autoridades de la Facultad le den el aval correspondiente.

Atentamente


INGENIERO MECÁNICO INDUSTRIAL
Colegiado 3071

Carlos Humberto Pérez Rodríguez
Ingeniero Mecánico Industrial
Colegiado 3071
Asesor



USAC

TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala

Facultad de Ingeniería

Escuela de Ingeniería Mecánica

Ref.E.I.M.281.2016

El Coordinador del Área Complementaria de la Escuela de Ingeniería Mecánica, luego de conocer el dictamen del Asesor y habiendo revisado en su totalidad el trabajo de graduación titulado: **PROYECTO DE ALMACENAMIENTO Y CLASIFICACIÓN DE CHATARRA FERROSA PARA EL PROCESO DE FABRICACIÓN DE ACERO AL CARBONO** desarrollado por el estudiante **Marvin Macario Cuc Camacho**, carné **199930174** recomienda su aprobación.

"Id y Enseñad a Todos"

Ing. Carlos Humberto Pérez Rodríguez
Coordinador Área Complementaria
Escuela de Ingeniería Mecánica



Guatemala, octubre 2016



USAC

TRICENTENARIA

Universidad de San Carlos de Guatemala

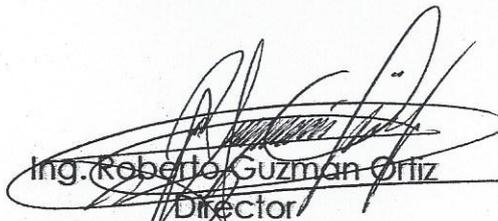
Facultad de Ingeniería

Escuela de Ingeniería Mecánica

Ref.E.I.M.327.2017

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica, de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor y con la aprobación del Coordinador del Área Complementaria del trabajo de graduación titulado: **PROYECTO DE ALMACENAMIENTO Y CLASIFICACIÓN DE CHATARRA FERROSA PARA EL PROCESO DE FABRICACIÓN DE ACERO AL CARBONO** desarrollado por el estudiante **Marvin Macario Cuc Camacho**, CUI **1796936030914**, Registro Académico **199930174** y luego de haberlo revisado en su totalidad, procede a la autorización del mismo.

"Id y Enseñad a Todos"


Ing. Roberto Guzmán Ortiz
Director

Escuela de Ingeniería Mecánica



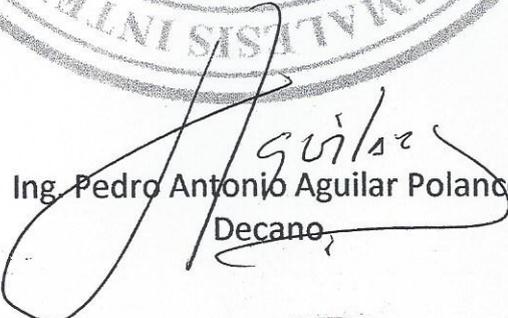
Guatemala noviembre de 2017

/aej



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, al Trabajo de Graduación titulado: **PROYECTO DE ALMACENAMIENTO Y CLASIFICACIÓN DE CHATARRA FERROSA PARA EL PROCESO DE FABRICACIÓN DE ACERO AL CARBONO**, presentado por el estudiante universitario: **Marvin Macario Cuc Camacho**, 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 2018

/gdech



ACTO QUE DEDICO A:

- Dios** Por regalarme la vida, el privilegio de ser hijo suyo, dándome entendimiento, inteligencia y muchas bendiciones en cada etapa de mi vida.
- Mis padres** Andrés Cuc Mul y Felipa Camacho Cua, que me guiaron con amor y el ejemplo de esforzarse para conseguir mis metas.
- Mi esposa** María Isabel de Cuc, por estar a mi lado en todo momento, brindándome amor, cariño y apoyo incondicional, siendo mi ayuda idónea.
- Mis hijos** Marvin Andrés Cuc y María Fernanda Cuc, por ser mis regalos maravillosos de parte de Dios, siendo mi fortaleza e inspiración en la vida.
- Mis hermanos** Carlos Andrés Cuc, Ángela Cecilia Cuc y Aura Yolanda Cuc, por su apoyo incondicional y motivación cuando más lo necesité.
- Mis abuelos** José Macario Cuc (q. e. p. d.), Ángela Cecilia Mul(q. e. p. d.), Manuel Camacho (q. e. p. d.), Feliciano Cua (q. e. p. d.), por ser parte importante en mi vida.

Mi familia

En general, por brindarme su apoyo moral para seguir adelante.

Mis amigos

Por su amistad, solidaridad y ayuda incondicional que me brindaron a lo largo de mi formación profesional.

AGRADECIMIENTOS A:

- Mi asesor** Ing. Carlos Humberto Pérez Rodríguez, por aportar tiempo, experiencia y conocimientos para el desarrollo de mi trabajo de graduación.
- Mi municipio** Cantel, Quetzaltenango. Tierra que me vio nacer y desarrollarme hasta alcanzar mis metas.
- Siderúrgica de Guatemala** Por darme la oportunidad de realizar mi trabajo de graduación, brindándome todas las facilidades e información necesaria.
- Mi casa de estudios** La gloriosa Universidad de San Carlos de Guatemala, en especial a la Facultad de Ingeniería y la Escuela de Ingeniería Mecánica, por brindarme la formación como profesional para contribuir al desarrollo del país.

ÍNDICE GENERAL

_Toc459815832

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	IX
LISTA DE SÍMBOLOS	XV
GLOSARIO	XVII
RESUMEN	XXI
OBJETIVOS	XXIII
INTRODUCCIÓN	XXV
1. INFORMACIÓN GENERAL DE LA EMPRESA	1
1.1. Antecedentes históricos de la empresa	1
1.2. Estructura organizacional	11
1.3. Planeación estratégica	13
1.3.1. Visión de la empresa.....	13
1.3.2. Misión de la empresa	14
1.3.3. Valores de la empresa	14
1.3.4. Actividad industrial de la empresa, palanquilla	16
2. RECICLAJE DE CHATARRA	19
2.1. ¿Qué es el reciclaje?	19
2.2. Razones para reciclar	19
2.3. Reciclaje de chatarra ferrosa	20
2.4. Maquinaria y equipo para el proceso de reciclaje	23
2.4.1. Fragmentadora Shredder	23
2.4.2. Grúa con cizalla hidráulica	26
2.4.3. Compactadora hidráulica	27
2.4.4. Equipo de oxicorte	28

2.4.4.1.	Termos de gas.....	30
2.4.4.2.	Termos de oxígeno líquido.....	30
2.4.4.3.	Boquillas de oxiacorte.....	31
2.4.5.	Planta de boleo y recuperación de metálicos.....	33
3.	CHATARRA FERROSA.....	35
3.1.	Definición de chatarra ferrosa	35
3.2.	Procedencia de chatarra ferrosa	36
3.2.1.	Fuentes de chatarra	36
3.2.2.	Productos convertidos en chatarra para reciclar	38
3.2.3.	Características de chatarra ferrosa.....	38
3.3.	Ciclo de chatarra ferrosa	39
4.	TIPOS DE CHATARRA	43
4.1.	Agrupación comercial de los tipos de chatarra	43
4.1.1.	Chatarra ordinaria.....	45
4.1.2.	Aleación de chatarra.....	47
4.1.3.	Chatarra de acero inoxidable.....	49
4.1.4.	Chatarra de manganeso	51
4.1.5.	Chatarra de hierro	52
4.2.	Características y definiciones.....	53
4.2.1.	Chatarra lista	54
4.2.1.1.	Menudo	54
4.2.1.2.	Hierro fundido menor a 80 centímetros.....	56
4.2.1.3.	Paca	57
4.2.1.3.1.	Paca limpia	58
4.2.1.3.2.	Paca fragmentable.....	59
4.2.1.4.	Viruta de hierro fundido.....	60

	4.2.1.5.	Residuos de fundición	60
	4.2.2.	Chatarra para oxicorte	61
	4.2.3.	Chatarra para fragmentar.....	62
	4.2.4.	Materiales no aceptados	64
5.		DISEÑO Y DISTRIBUCIÓN DE LAS ÁREAS DE ALMACENAJE	67
	5.1.	Parqueo área de espera de vehículos	67
	5.2.	Báscula uno área de pesaje inicial.....	68
	5.3.	Báscula cuatro área de pesaje parcial	70
	5.4.	Área descarga de chatarra	71
	5.5.	Silos de chatarra.....	72
	5.5.1.	Dimensiones, distribución y capacidad de almacenar chatarra para proceso en silos área de patio	72
	5.5.1.1.	Silo 1 chatarra para oxicorte.....	72
	5.5.1.2.	Silo 2 chatarra para oxicorte.....	73
	5.5.1.3.	Silo 3 chatarra para fragmentar	74
	5.5.1.4.	Silo 4 chatarra para oxicorte.....	75
	5.5.1.5.	Silo 5 chatarra para cizallar	76
	5.5.1.6.	Silo 6 chatarra para fragmentar	77
	5.5.2.	Dimensiones, distribución y capacidad de almacenar chatarra para proceso en silos área de nave	78
	5.5.2.1.	Silo 1 área descarga de vehículos.....	78
	5.5.2.2.	Silo 2 chatarra menudo	79
	5.5.2.3.	Silo 3 chatarra tipo paca.....	80
	5.5.2.4.	Silo 4 chatarra fragmentada	81
	5.5.2.5.	Silo 5 chatarra oxicortada.....	82
	5.5.2.6.	Silo 6 hierro fundido menor a 80cm.....	83

5.5.2.7.	Silo 7 chatarra menudo.....	84
5.5.3.	Dimensiones, distribución y capacidad de almacenar chatarra para proceso en silos área de pórticos.....	85
5.5.3.1.	Silo pórtico norte chatarra menuda	86
5.5.3.2.	Silo pórtico central chatarra fragmentada	87
5.5.3.3.	Silo pórtico sur hierro fundido para proceso.....	88
5.5.3.4.	Anexos silos pórtico.....	89
5.5.3.4.1.	Anexo 1 paca.....	89
5.5.3.4.2.	Anexo 2 oxicortados	90
5.5.3.4.3.	Anexo 3 menudos.....	91
5.6.	Área de espera vehículos pendientes de descarga	92
6.	PROCESO DE RECEPCIÓN, CLASIFICACIÓN Y DESCARGA.....	93
6.1.	Orientación para el proceso de recepción	93
6.1.1.	Integración de seguridad para choferes.....	93
6.1.2.	Registro de capacitación e integración	94
6.1.3.	Carteles de señalización y mapa orientativo.....	96
6.2.	Recepción de chatarra	98
6.2.1.	Procedimiento documentado para la recepción	98
6.2.2.	Condiciones generales para la recepción	98
6.2.3.	Especificaciones técnicas de los tipos de chatarra	100
6.2.4.	Evaluación de características físicas y químicas desconocidas de la chatarra.....	101
6.2.5.	Tratamiento de las no conformidades físicas y químicas.....	102

6.3.	Diagramas de operaciones	104
6.3.1.	Diagrama de operaciones chatarra para fragmentar	104
6.3.2.	Diagrama de operaciones chatarra para oxicorte, menudo, hierro fundido 100%	105
6.3.3.	Diagrama de operaciones de chatarra tipo paca ...	107
6.3.4.	Diagrama de operaciones de chatarra mixta	108
6.4.	Clasificación de chatarra.....	109
6.4.1.	Sistema de clasificación de chatarra	109
6.4.2.	Procedimientos de clasificación	109
6.4.2.1.	Método de clasificación visual	110
6.4.2.2.	Método por densidad estimada	111
6.4.2.3.	Clasificación por composición química	112
6.4.2.4.	Tratamiento de cargas no conformes .	113
6.4.2.4.1.	Registros, formularios, fotografías	113
6.4.2.4.2.	Seguimiento a no conformidades.....	115
6.5.	Proceso de descarga de chatarra	116
6.5.1.	Clasificación visual en parqueo de vehículos	116
6.5.2.	Pesaje inicial báscula 1	117
6.5.3.	Firma y clasificación de boleta de descarga.....	118
6.5.4.	Pesaje parcial de báscula 4 según clasificación....	120
6.5.5.	Descarga en área específica según clasificación ..	121
6.6.	Clasificación en momento de descarga	122
6.6.1.	Procedimiento para clasificación en descarga	122
6.6.2.	Procedimiento para clasificación en descarga	124
6.6.3.	Tratamiento de no conformidades en descarga	125

6.7.	Maquinaria y equipo para descarga de chatarra.....	127
6.7.1.	Báscula fija de 100 toneladas de capacidad	127
6.7.2.	Grúa Caterpillar con garra modelo 322	129
6.7.3.	Grúa tipo pórtico con electroimán	131
6.7.4.	Montacargas.....	133
6.7.5.	Mini cargador frontal.....	133
7.	ADMINISTRACIÓN DE INVENTARIO DE CHATARRA.....	135
7.1.	Monitoreo de inventario.....	135
7.1.1.	Método aplicado para realizar inventario	136
7.1.1.1.	Método de volúmenes inspección visual	136
7.1.1.2.	Método de cubicación de volúmenes .	138
7.1.1.3.	Método topográfico	143
7.2.	Registro de evaluación de inventario.....	146
7.2.1.	Registro de evaluación visual diario	147
7.2.2.	Registro de evaluación visual mensual.....	151
7.2.3.	Registro de evaluación semestral	154
7.3.	Entrenamiento para elaboración de inventario	155
7.3.1.	Material para capacitación.....	155
7.3.2.	Matriz para capacitación y auditoría	157
7.3.3.	Registro de entrenamiento práctico	158
8.	SEGURIDAD INDUSTRIAL EN EL MANEJO DE CHATARRA	161
8.1.	Concepto de seguridad industrial	161
8.2.	Importancia de la seguridad industrial	162
8.3.	Reglamentos internos de seguridad industrial	163
8.4.	Matriz de seguridad industrial para patio de chatarra	166
8.5.	Equipo de protección personal	167

8.5.1.	Casco	168
8.5.2.	Lentes de alto impacto	170
8.5.3.	Botas industriales de piel punta de acero	170
8.5.4.	Chaleco con cinta reflectiva	172
8.5.5.	Guantes de piel anti corte	172
8.5.6.	Equipo de protección personal para clasificadores	174
8.5.7.	Equipo de protección personal para pilotos.....	175
CONCLUSIONES		177
RECOMENDACIONES.....		179
BIBLIOGRAFÍA.....		181

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Nace empresa pionera en la industria de acero	1
2.	Distribuidora Universal zona 1	2
3.	Hornos S.A.....	3
4.	Logo Aceros de Guatemala.....	4
5.	Laminadora J. Banning	5
6.	Logo Industria de Tubos y Perfiles S.A.	6
7.	Logo Siderúrgica de Guatemala S.A.	6
8.	Logo Industria de Trefilados y Alambres S.A.....	7
9.	DISTUN de Carretera a El Salvador	8
10.	Malla electrosoldada	8
11.	Horno de arco eléctrico (EAF)	9
12.	Planta de laminación	10
13.	Logo Corporación Centroamericana del Acero.....	10
14.	Organigrama	12
15.	Conciencia social	15
16.	Fabricación de palanquilla.....	18
17.	Fragmentadora Shredder	24
18.	Grúa Caterpillar con cizalla hidráulica	26
19.	Compactadora de chatarra.....	27
20.	Contenedor de gas.....	30
21.	Contenedor de oxígeno.....	31
22.	Ciclo de la chatarra ferrosa	41
23.	Chatarra tipo menudo.....	55

24.	Chatarra de hierro fundido	56
25.	Chatarra tipo paca limpia	57
26.	Chatarra tipo paca limpia	58
27.	Chatarra tipo paca fragmentable.....	59
28.	Chatarra para oxicorte	62
29.	Chatarra para fragmentar	63
30.	Chatarra no aceptada	65
31.	Chatarra prohibido recibir	66
32.	Parqueo de vehículos	68
33.	Báscula de pesaje inicial.....	69
34.	Báscula de pesaje parcial	70
35.	Grúa con garra Caterpillar	71
36.	Silo 1 de almacenamiento de chatarra.....	73
37.	Silo 2 para almacenaje de chatarra	74
38.	Silo 3 para almacenaje de chatarra	75
39.	Silo 4 para almacenaje de chatarra	76
40.	Silo 5 para almacenaje de chatarra	77
41.	Silo 6 para almacenaje de chatarra	78
42.	Silo 1 nave de chatarra para almacenaje.....	79
43.	Silo 2 nave de chatarra para almacenaje.....	80
44.	Silo 3 nave de chatarra para almacenaje.....	81
45.	Silo 4 nave de chatarra para almacenaje.....	82
46.	Silo 5 nave de chatarra para almacenaje.....	83
47.	Silo 6 nave de chatarra para almacenaje.....	84
48.	Silo 7 nave de chatarra para almacenaje.....	85
49.	Silo pórtico norte nave de chatarra	86
50.	Silo pórtico central nave de chatarra.....	87
51.	Silo pórtico sur nave de chatarra	88
52.	Silo anexo 1 nave de chatarra	90

53.	Silo anexo 2 nave de chatarra	91
54.	Silo anexo 3 nave de chatarra	92
55.	Registro de capacitación de pilotos	95
56.	Caseta de espera de pilotos.....	96
57.	Mapa orientativo.....	97
58.	Boleta de no conformidad	103
59.	PR diagrama de operaciones, chatarra fragmentable	105
60.	PR diagrama de operaciones chatarra para oxicorte, menudo y hierro fundido 100%	106
61.	PR diagrama de operaciones, chatarra tipo paca.....	107
62.	PR diagrama de operaciones, chatarra mixta.....	108
63.	Vehículo con carga mixta	110
64.	Boleta de rechazo de carga no conforme	115
65.	Parqueo de vehículos.....	117
66.	Boleta de pesaje entregada en báscula	118
67.	Vehículo dirigiéndose a báscula 4.....	119
68.	Boleta firmada por clasificador	119
69.	Vehículo pasando a báscula 4	120
70.	Descarga de chatarra.....	121
71.	Revisión de boleta de descarga	124
72.	Reporte de descarga de chatarra	125
73.	Báscula No.1	128
74.	Báscula No.2.....	128
75.	Báscula No.4.....	129
76.	Grúa descargando chatarra fragmentable	130
77.	Grúa descargando chatarra para oxicorte	131
78.	Grúa pórtico 2	132
79.	Reporte de inventario de chatarra	137
80.	Figuras para el cálculo de volumen 1	141

81.	Figuras para el cálculo de volumen 2	142
82.	Cálculo de áreas por coordenadas	143
83.	Cálculo de áreas por cuadrados	144
84.	Cálculo de volumen por prismoides	145
85.	Método de las áreas medias	146
86.	Anomalía encontrada en inspección diaria	147
87.	Cuadro de registro de inventario diario	148
88.	Cuadro de inspección, nave de chatarra.....	149
89.	Cuadro de inspección, silos de corte	150
90.	Recorrido inspección visual	151
91.	Cuadro de registro, inspección mensual de silos	152
92.	Cuadro de registro, inventario mensual de nave de chatarra	153
93.	Capacitación teórica	156
94.	Capacitación práctica	156
95.	Matriz de capacitación	158
96.	Registro de capacitación.....	159
97.	Políticas de salud y seguridad	164
98.	Reglas generales de seguridad	165
99.	Matriz de seguridad industrial, patio de chatarra.....	166
100.	Tipos de cascos de seguridad industrial	169
101.	Lentes de alto impacto.....	170
102.	Calzado industrial	171
103.	Tipos de chalecos reflectivos	172
104.	Tipos de guantes	173

TABLAS

I.	Características del proceso de reciclaje fragmentado	25
II.	Características del proceso de reciclaje cizalla hidráulica	26
III.	Características del proceso de reciclaje compactadora hidráulica.....	28
IV.	Características del proceso de reciclaje con oxicorte	29
V.	Medida de boquilla para corte	32
VI.	Características del reciclaje en planta de recuperación.....	34
VII.	Normas AISI para chatarra de aleación.....	48
VIII.	Normas AISI para chatarra de acero inoxidable	50
IX.	Composición porcentual de la chatarra de hierro	52
X.	Contenido porcentual de elementos	53
XI.	Características del menudo.....	55
XII.	Características del hierro fundido	57
XIII.	Características de paca limpia	58
XIV.	Características de paca fragmentable	59
XV.	Características de la viruta de hierro fundido	60
XVI.	Características de los residuos de fundición	60
XVII.	Características de los residuos para oxicorte	61
XVIII.	Características del residuo fragmentable	63
XIX.	Especificación técnica de los tipos de chatarra	100
XX.	Procedimiento de rutina de no conformidades	102
XXI.	Estándar para el cálculo de densidad.....	111
XXII.	Procedimiento de rutina para tratamiento de no conformidad	114
XXIII.	Procedimiento de rutina para descarga de vehículos con chatarra	122
XXIV.	Procedimiento de rutina para tratamiento de no conformidad	126
XXV.	Procedimiento de rutina para tratamiento de no conformidad	139

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
CO₂	Dióxido de carbono
Kg	Kilogramo
Kg/m³	Kilogramo por metro cúbico
lb	libra
mm	Milímetro
NiCr	Níquel cromo
NiMo	Níquel molibdeno
%	Porcentaje
"	Pulgada
t	Tonelada
tm/mes	Tonelada métrica al mes
t/m³	Tonelada por metro cúbico

X Punto de referencia x

Y Punto de referencia y

GLOSARIO

Acero	Aleación de hierro con pequeñas cantidades de carbono y otros metales.
AISI	Instituto Americano del Hierro y el Acero
Báscula	Instrumento para medir pesos, generalmente grandes, que consiste en una plataforma donde se coloca lo que se quiere medir.
Boleo	Proceso para quebrantar piezas grandes de hierro fundido a través del impacto entre dicha pieza con una bola de acero.
Boleta	Documento para registro de los vehículos y constancia de pesajes en báscula.
Cesta	Recipiente de acero utilizado para cargar chatarra en frío y ser trasladado al horno de fundición.
Chatarra	Conjunto de trozos de metal de desecho, principalmente acero.
Chatarra lista	Trozos de metal ferroso, listo para el proceso de fundición.

Chicharrón	Chatarra generada mediante la trituración en la fragmentadora Shredder.
Cizallar	Proceso de corte con cizalla hidráulica.
Colada continua	Proceso de vaciado del acero líquido en moldes para obtener el producto final.
Cubicación	Determinar capacidad o volumen de un cuerpo conforme a sus dimensiones.
Densidad	Concentración de material por unidad de volumen.
Desechos	Residuo, desperdicio de una industria.
Diagrama	Representación gráfica de las variaciones de un fenómeno y su interrelación.
Electroimán	Barra de hierro dulce imantada artificialmente por la acción de una corriente eléctrica.
EPA	Agencia de protección ambiental
Espectrómetro	Aparato que separa las partículas o radiaciones de una determinada característica (masa, carga) y mide la composición química de una probeta.
Ferroso	Material que contiene hierro.

Flujograma	Representación gráfica del flujo de un proceso.
Fragmentable	Elemento de baja densidad que puede fragmentarse.
Fragmentadora	Máquina utilizada para triturar chatarra.
Fundición	Proceso de convertir chatarra sólida en líquida.
Horno EAF	Horno eléctrico para fundir chatarra ferrosa.
Horno LF	Horno eléctrico para el proceso de afino del acero líquido.
Matriz	Cuadro distribuido en filas y columnas utilizado para dar la directriz de correspondencia entre ellas.
Menudo	Tipo de chatarra lista con espesor de un cuarto de pulgada y menor a ochenta centímetros de longitud.
Odómetro	Instrumento utilizado para medir distancias.
Oxicorte	Proceso de corte con oxígeno líquido y acetileno o gas.
Paca	Chatarra compactada en compactadora hidráulica.
Paca limpia	chatarra compactada libre de impurezas.

Palanquilla	Lingotes de acero producidos en hornos de fundición con formas y tamaños funcionales y manejables.
Pesaje parcial	Registro de peso de un vehículo con chatarra de distintas calidades.
Pórtico	Grúa soportada sobre columnas.
Recargue	Cantidad de veces que se alimenta el horno con chatarra de fundición.
Reciclaje	Proceso cuyo objetivo es convertir desechos en nuevos productos o en materia prima para su posterior utilización.
Silo	Área destinada para el almacenaje de chatarra ferrosa.
Torta	Residuo que se obtiene después del proceso de fundición de acero.
Viruta	Lámina delgada de metal que se obtiene al cepillar, torneear, taladrar o ligar una pieza.

RESUMEN

El presente trabajo de graduación se realiza en las instalaciones del patio de chatarra de la planta del parque industrial SIDEGUA, Corporación Aceros de Guatemala que está ubicada en el municipio de Masagua, Escuintla.

En el transcurso de los últimos años, el departamento de chatarra ha funcionado de forma poco eficiente. El desorden y falta de control en el proceso de recepción, clasificación, almacenamiento y preparación de chatarra, da lugar a encontrar problemas diariamente en los procesos de fundición de acero. Los errores en operación, las fallas en los procesos y los defectos en los productos, originan el desperdicio de recursos tales como insumos, energía eléctrica y mano de obra, principalmente, lo que repercute en un incremento en los costos de operación.

Con base en la problemática encontrada, se considera importante hacer un diagnóstico del departamento de patio de chatarra, para poder identificar los puntos débiles que se deben mejorar y establecer las acciones que favorezcan al óptimo funcionamiento del departamento, implementando un sistema de recepción, clasificación y descarga de chatarra.

El proceso de recepción y clasificación de chatarra es una parte crucial en la fundición de acero al carbono en horno eléctrico, por ser el punto donde se separan los elementos que son perjudiciales en el proceso productivo. Además de separar materiales no ferrosos, que solo agregan costo en el proceso sin ser utilizados como materia prima, se detallan las especificaciones técnicas sobre las cualidades físicas y químicas de los distintos tipos de chatarra utilizados.

Se aborda la importancia de contar con personal calificado en los puestos específicos para que den soporte al departamento, de la misma forma, es importante disponer de maquinaria y equipo adecuado para hacer un proceso eficiente, evitando la pérdida de tiempo. También se analiza la relevancia de las condiciones óptimas en infraestructura para el almacenamiento de los distintos tipos de chatarra, según sus características; así como el sistema de inventario de la existencia de chatarra para un mejor control del abastecimiento al horno de fundición, cuidando de no exceder los niveles de almacenamiento establecidos.

Además, se hace énfasis en la capacitación del personal del patio de chatarra para que tenga los conocimientos necesarios para identificar los tipos de chatarra y mejorar su desempeño en las actividades que se le asignen. Por último, se aborda el tema de seguridad industrial, tomando en consideración que la vida de los colaboradores es el valor más importante, capacitando y brindando el equipo de protección personal acorde al puesto que desempeñen.

OBJETIVOS

General

Realizar un proyecto de clasificación y almacenamiento de chatarra ferrosa para la fabricación de acero al carbono.

Específicos

1. Clasificar en función de densidad y composición química aproximada
2. Hacer más eficiente la descarga de vehículos de transporte de chatarra
3. Hacer más eficiente y exacto el inventario de chatarra
4. Maximizar el espacio físico para el almacenamiento de chatarra
5. Reducir la tasa de accidentes laborales en el patio de chatarra
6. Reducir los costos de adquisición de chatarra

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, el tema de reciclaje de desechos está tomando mucha fuerza e importancia, ya que es una forma de poder aprovechar los recursos que ya no son utilizados por diversos motivos, uno de estos materiales es el acero. Este es un material que no pierde fácilmente sus propiedades químicas, físicas y mecánicas, pudiendo aprovecharse para reutilizarlos y obtener productos de calidad, si se recicla y procesa adecuadamente en hornos de fundición.

Al no contar con un manual o instructivo para el manejo de chatarra ferrosa, el proceso se ha llevado a cabo erróneamente, perjudicando así la clasificación y almacenamiento de chatarra para el proceso de fundición de acero.

La falta de conocimiento, en cuanto a los tipos de chatarras, no permite que sea clasificada de acuerdo a sus características como la densidad o composición química. Lo anterior hace necesario una nueva clasificación que repercute en el aumento de tiempo para descarga de vehículos con chatarra ferrosa. Ambos problemas, tienen un impacto negativo en los costos de operación y en la eficiencia del departamento en general.

En la presente investigación, se estudia el tratamiento de las causas de la problemática identificada, que permite diseñar una metodología de clasificación ajustable a sus características químicas, densidad y pesajes parciales; optimiza, tanto la descarga, como el almacenamiento; y reduce los costos de operación al disminuir los desperdicios de recursos.

1. INFORMACIÓN GENERAL DE LA EMPRESA

Aceros de Guatemala, S.A. es una empresa guatemalteca fundada por el ingeniero José Luis Gabriel Abularach en 1953. Tiene más de 63 años en el mercado, procesando los mejores productos del acero para construcción que se producen a nivel nacional.

1.1. Antecedentes históricos de la empresa

Se presentan las fechas y datos importantes de la empresa como parte de sus antecedentes históricos.

- 1953 es el año en que nace la empresa, que luego se transforma en pionera y líder en la industria siderúrgica de Centroamérica.

Figura 1. **Nace empresa pionera en la industria de acero**



Fuente: Siderúrgica de Guatemala.

- 1956, se inaugura el primer punto de venta llamado Distribuidora Universal, al que se le dio el nombre comercial de Distun ubicada desde su inicio en la 20 calle 7-62 zona 1 de la ciudad de Guatemala.

Figura 2. **Distribuidora Universal zona 1**



Fuente: Siderúrgica de Guatemala.

- 1963, nace Aceros de Guatemala, iniciando sus operaciones como empresa individual, dedicándose a la fabricación de clavo para madera con varias máquinas de tecnología alemana marca Wafios.
- 1970, Aceros de Guatemala busca estar a la vanguardia con la instalación de una nueva laminadora moderna y electrónica de la casa J. Banning de Alemania, con una capacidad de 3 000 toneladas al mes, la cual partiendo de la palanquilla de acero, fabrica alambazón, que es la materia prima que se utiliza en todas las secciones de alambre y varilla de acero para la construcción desde 3/16 a 1 ¼ pulgadas.
- 1974, siempre en la búsqueda vanguardista, se funda la empresa Hornos, S.A. con la instalación de dos hornos eléctricos de arco marca Tagliaferri y equipo complementario por el sistema de lingoteras y cuyo producto intermedio es la producción de lingote de acero, partiendo de la chatarra como materia prima con una capacidad de producción de 1 000 toneladas por mes.

Figura 3. **Hornos S.A.**



Fuente: Siderúrgica de Guatemala.

- 1987, la planta Industria de Tubos y Perfiles S.A. pasa a formar parte de Aceros de Guatemala, comprada a la empresa U.S. Steel. Esta empresa se dedicaba a la fabricación de tubería y perfiles metálicos, adquiriéndose dos líneas marca American, para fabricación de tubería industrial con capacidad de 2 000 ton, dos líneas para la fabricación de tubería negra con capacidad de 1 500 ton, así como una línea de galvanizado de tubería de ½ hasta 4" con capacidad de 800 ton.
- 1991, inicia la construcción de Siderúrgica de Guatemala, la primera piedra de la acería, marca el inicio en un terreno agrícola de 275 000 m², ubicados en el kilómetro 65,5 carretera a Masagua, Escuintla.
- 1995, aceros de Guatemala adquiere Industria de Trefilados y Alambres, comprando la planta de producción en donde se fabrican clavos y alambres con maquinaria marca Wafios y Koch, ambas de tecnología alemana.

- 1999, año en que se inaugura Distun en carretera a El Salvador.
- 2000, se inician las operaciones en la planta de malla electrosoldada.
- 2005, año en que surge el proyecto Arcoíris para la reestructuración como parte de la planeación estratégica realizada por la corporación.
- 2006, se amplía la capacidad del horno de arco de Sidegua.
- 2008, se amplía la planta de laminación continua en Sidegua.
- 2010, nace la Corporación Centroamericana del Acero.
- 2011, se da la construcción de cimentaciones y estructuras de naves industriales para las plantas de perfiles y trefilación en Sidegua

Como se puede observar, la empresa ha dejado huella al paso de los años, presentando las mejoras conforme se presentan los retos y oportunidades.

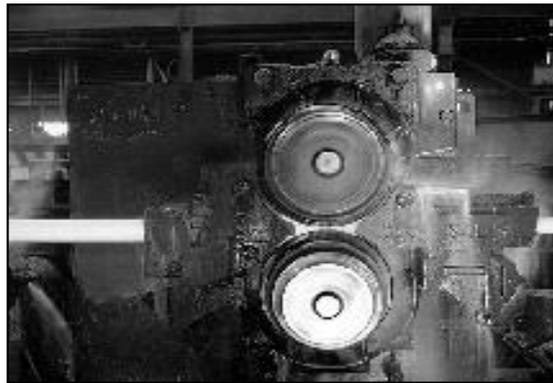
Figura 4. **Logo Aceros de Guatemala**



Fuente: Siderúrgica de Guatemala.

La planta de Aceros de Guatemala construida en 1963 se encontraba ubicada en la zona 12 de la ciudad de Guatemala, donde se fabrica acero en formas o perfiles y productos trefilados como alambre de amarre, alambre espigado, alambre galvanizado, clavo para madera y clavo para lámina. Actualmente, fue trasladada al parque industrial Sidegua, que está ubicado en el kilómetro 65,5 ruta a Masagua, Escuintla.

Figura 5. **Laminadora J. Banning**



Fuente: Siderúrgica de Guatemala.

En noviembre del 2011, se trasladaron las máquinas para la fabricación de clavo para madera y clavo para lámina, que presentan 95 toneladas métricas mensuales.

A partir de febrero 2012 se trasladan las máquinas para la fabricación de alambre de amarre que representan 770 tm/mes, quedándose en la planta de zona 12 hasta julio del 2012, la maquinaria para alambre espigado y alambre galvanizado, que representan 800 tm/mes. La planta de varilla corrugada se mantiene hasta finales del 2012 con 9 600 tm/mes y la planta de perfiles se queda hasta mediados del 2013 con 4 500 tm/mes.

Figura 6. **Logo Industria de tubos y perfiles S.A.**



Fuente: Siderúrgica de Guatemala.

La industria de tubos y perfiles S.A. adquirida por Aceros de Guatemala, inició sus operaciones en 1961. Se encuentra ubicada en la zona 2 de Mixco, Guatemala y tiene una capacidad de producción de 4 100 toneladas métricas. Esta planta se dedica a la transformación de productos derivados del acero, fabricando costanera, tubería galvanizada, tubería industrial, tubería mecánica y tubería negra.

Figura 7. **Logo Siderúrgica de Guatemala S.A.**



Fuente: Siderúrgica de Guatemala.

Siderúrgica de Guatemala, Sidegua, se crea como parque industrial en 1991 y cuenta con área total de 700 000 m² de terreno y tiene 50 000 m² de planta techada. Actualmente, participan 1 300 colaboradores y es el parque siderúrgico más grande de Centroamérica. Inició a operar en 1994, con una capacidad de producción de 67 500 toneladas métricas con la producción de

palanquilla, alambrón, varilla corrugada, malla electrosoldada y varilla lisa. Pero con el traslado de las plantas de clavos, grapas, alambre de amarre, alambre espigado, alambre galvanizado y malla ciclón, la capacidad de producción de Sidegua aumenta a 71 000 toneladas métricas mensuales.

En enero del 2012 se incluye la fabricación de trefilados y se inicia la fabricación de productos conocidos como elementos pre-armados, tales como columnas, soleras y cimientos corridos. Para finales de ese año se incluye la fabricación de hierro en formas.

Figura 8. **Logo Industria de trefilados y alambres S.A.**



Fuente: Siderúrgica de Guatemala.

La empresa Industria de Trefilados y Alambres fue fundada por la familia Seveira en 1960 y adquirida por Aceros de Guatemala en 1995. Esta planta se encuentra ubicada en la zona 7 de Mixco, Guatemala y tiene una capacidad de producción de 14 540 toneladas métricas donde se fabrica varilla corrugada, productos trefilaos como alambre de amarre, alambre espigado, alambre galvanizado, clavo para madera y grapa, también perfiles como hembra de $\frac{1}{2}$ y de $\frac{3}{4}$. A partir de noviembre del 2011 se traslada el parque industrial Sidegua, con las máquinas para fabricación de clavo para madera, clavo para lámina, grapa, alambre espigado y malla ciclón, lo que representa 905 toneladas métricas mensuales de producción.

Figura 9. **DISTUN de Carretera a El Salvador**



Fuente: Siderúrgica de Guatemala.

Entre los acontecimientos más relevantes de 1999 está la inauguración de una nueva Distribuidora Universal, la cual se ubica en el kilómetro 22,5 carretera a El Salvador.

Para el año 2000 se tiene el inicio de operaciones de la planta de malla electrosoldada, en la que se adquiere una soldadora marca Schlatter, fabricada en Suiza, para producir malla electrosoldada en plana y en rollo.

Figura 10. **Malla electrosoldada**



Fuente: Siderúrgica de Guatemala.

Como parte de la planeación estratégica realizada por la Corporación Aceros de Guatemala, en el 2005 surge el proyecto Arcoíris, que tiene como objetivo preparar la plataforma de la empresa para los nuevos retos de expansión; este proyecto consistió en una reingeniería corporativa que involucró modificaciones claves como estandarización y rediseño de procesos, rediseño de estructura organizacional e implementación de nueva tecnología entre otros.

En Sidegua se realizan tres ampliaciones importantes. La primera es la ampliación de la capacidad del horno de arco en el 2006, adquiriendo un horno marca Fuchs de tecnología alemana, con el cual se alcanza una capacidad de 420 000 toneladas anuales.

Figura 11. **Horno de arco eléctrico (EAF)**



Fuente: Siderúrgica de Guatemala.

El mismo año se amplía la planta de humos con una maquinaria de tecnología italiana marca Fiam, para alcanzar una capacidad de extracción de 900 000 m³ por hora.

La tercera ampliación se da en la planta de laminación continua, en donde se adquiere una planta de laminación nueva con la que se logra una capacidad de producción de 350 000 toneladas al año, para la fabricación de varilla corrugada y alambrión de 5,5 a 12 mm en rollos de 2 toneladas de peso.

Figura 12. **Planta de laminación**



Fuente: Siderúrgica de Guatemala.

La alianza estratégica entre la Corporación Aceros de Guatemala y Grupo Gerdau de Brasil, surge en el 2010, con el fin de fortalecer su competitividad en el mercado y ampliar su representación en toda América.

Figura 13. **Logo Corporación Centroamericana del Acero**



Fuente: Siderúrgica de Guatemala.

1.2. Estructura organizacional

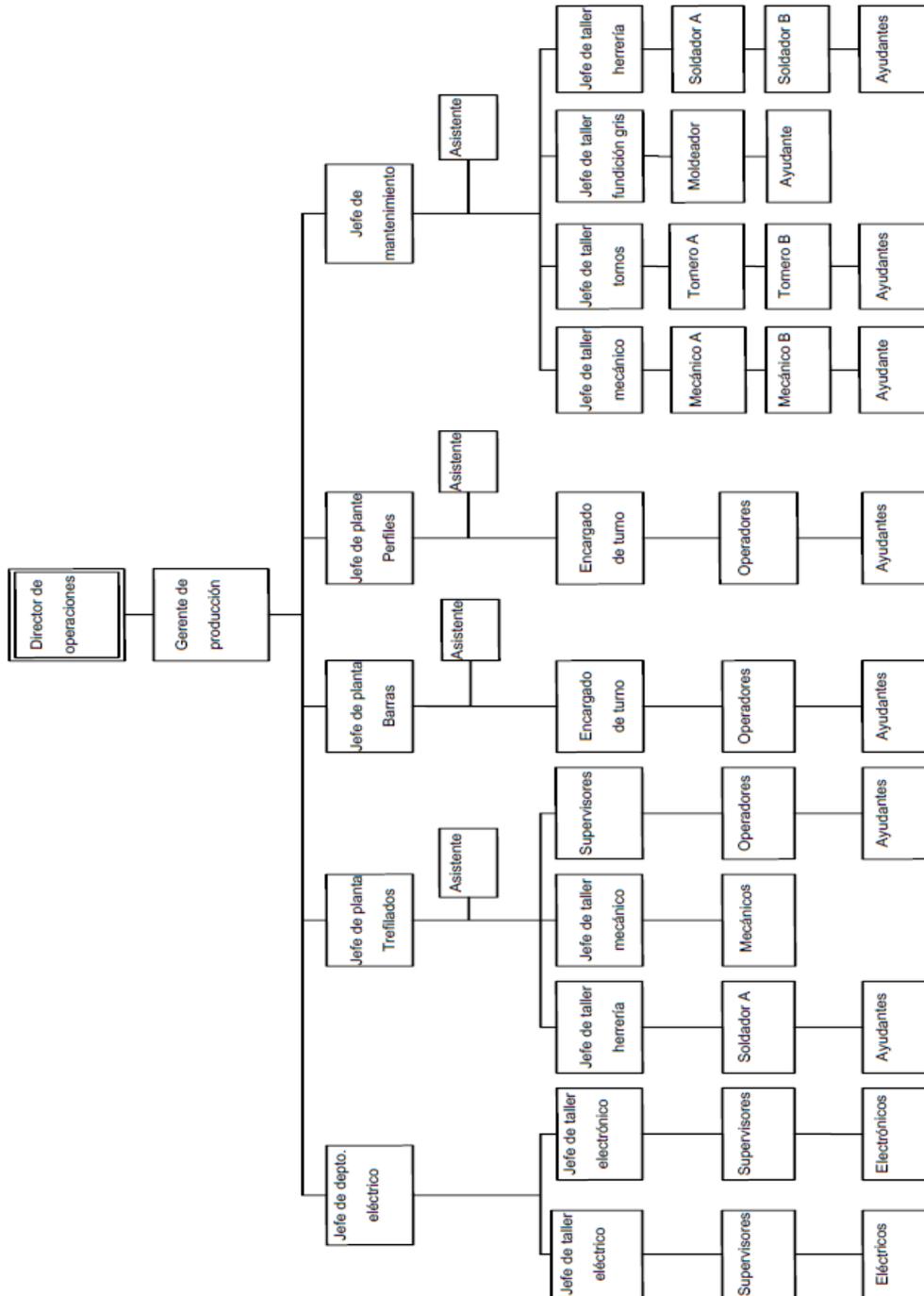
La estructura organizacional de una empresa se encarga de organizar los departamentos necesarios para su funcionamiento, atribuyendo la responsabilidad de realizar actividades que encaminen a obtener los resultados que beneficien a la empresa de una forma ordenada y eficiente.

La coordinación de todas las actividades de la empresa debe regirse por reglas y políticas claras que determinen quienes son los responsables de llevar a cabo las políticas de la empresa, estos deben decidir y cumplir de la mejor forma sus funciones para beneficio común dentro de una organización. Esto es posible al estructurar la organización de forma que se delimite la autoridad y responsabilidad en cada puesto de trabajo.

Aceros de Guatemala tiene una estructura organizacional de departamentalización funcional que le permite establecer las jerarquías, toma decisiones y experiencias laborales que beneficien a la Dirección de la organización, existe un departamento específico para producción, ventas, control de calidad y administración, que le permiten centralizar las tomas de decisiones, lamentablemente, por este tipo de estructura, la comunicación entre departamentos es escasa y algunas veces se crean conflictos que perjudican a la organización.

El organigrama de Aceros de Guatemala se muestra en la siguiente figura, para poder visualizar la estructura que tiene esta organización y los niveles jerárquicos dentro de la misma.

Figura 14. Organigrama



Fuente: Siderúrgica de Guatemala.

1.3. Planeación estratégica

Es un proceso que se inicia con el análisis de los factores externos e internos, continúa con la definición o evaluación de la misión y visión los objetivos estratégicos y concluye hasta formular las estrategias de la organización, para lograr las metas y objetivos buscados. También es un proceso para decidir de antemano qué tipo de esfuerzos de planeación deben hacerse, cuándo y cómo debe realizarse, quién lo llevará a cabo y qué se hará con los resultados obtenidos. La planeación estratégica es sistemática en el sentido de que es organizada y conducida con base a una realidad entendida.

Requiere de dedicación para actuar con base en la observación del futuro y una determinación para planear constante y sistemáticamente como una parte integral de la dirección. Representa un ejercicio mental, un proceso intelectual, más que una serie de procesos, procedimientos estructuras o técnicas prescritas. Un sistema de planeación estratégica formal, reúne tres tipos de planes fundamentales, perfectamente estructurados, que son: a) planes estratégicos, b) programas y presupuestos de mediano plazo y c) planes operativos. Como parte del plan estratégico de la empresa se da a conocer la visión, misión, valores y la definición de su actividad industrial.

1.3.1. Visión de la empresa

La visión de la empresa es “Mantener el liderazgo en Guatemala y el resto de Centroamérica, en la fabricación y distribución de productos de acero para la construcción y otros sectores; identificados y comprometidos con los altos estándares de la siderurgia a nivel internacional”.

1.3.2. Misión de la empresa

La empresa plantea la siguiente misión: “En Corporación Aceros de Guatemala, fabricamos y distribuimos productos de acero con calidad certificada en un ambiente seguro, con un equipo humano especializado y motivado; comprometido con nuestros clientes, la sociedad y el cuidado del medio ambiente.

1.3.3. Valores de la empresa

Entre los valores que promueve la empresa entre los miembros de su organización están:

- Honestidad
- Actitud responsable
- Calidad en todo lo que se hace
- Personas leales, comprometidas y realizadas
- Seguridad en el ambiente de trabajo
- Cliente satisfecho
- Conciencia social

Aceros de Guatemala, siempre preocupado por las necesidades de los colaboradores como de los guatemaltecos en general, inicia el Programa de Conciencia Social en el 2005, enfocándose en el área de salud, educación y medio ambiente.

- Salud: en los años 80 por iniciativa del Ing. Nelson Gabriel se inicia la atención médica en la empresa con el objetivo de brindar asistencia preventiva y curativa a sus colaboradores a través de clínicas médicas en

las diferentes plantas productivas. Actualmente se realizan jornadas preventivas, educativas e informativas orientadas a generar un ambiente sano y seguro para los colaboradores.

- Educación: se apoya a varios establecimientos educativos con materiales educativos y de construcción, en especial donde laboran los hijos de los colaboradores de Sidegua en el Departamento de Escuintla.
- Medio ambiente: conscientes de la importancia del cuidado del planeta, se está promoviendo la cultura del reciclaje, sobre todo de papel, botellas de vidrio y de plástico. Para Aceros de Guatemala, conciencia social es darse cuenta de las necesidades de su alrededor, comprender y hacer un cambio positivo de apoyo al prójimo.

Figura 15. **Conciencia social**



Fuente: Siderúrgica de Guatemala.

1.3.4. Actividad industrial de la empresa, palanquilla

El acero es una aleación de hierro, carbono y otros elementos que en conjunto definen su variedad de propiedades físico – químicas. Dentro de esos elementos se encuentran el manganeso y el silicio que son fundamentales para la resistencia mecánica del acero. La chatarra es la materia prima utilizada para la obtención del acero a través del horno de arco eléctrico, por lo que se presta especial atención a la calidad de esta. Para alcanzar la calidad en el proceso, se trabaja bajo estrictos controles e inspecciones, tanto en su lugar de origen como en el momento de la recepción del material en la fábrica.

Existen dos fuentes para la fabricación del acero, estos son: los minerales de hierro virgen, en forma de óxidos que existen en la naturaleza, también se encuentra la chatarra de acero, que se encuentran como partes de maquinaria o en forma de desecho. Ambas procedencias del acero producen óptimas cualidades del mismo, dependiendo de la precisión y calidad tecnológica con que sean empleadas. Entre los servicios prestados está la fabricación de palanquilla siendo importante conocer lo siguiente:

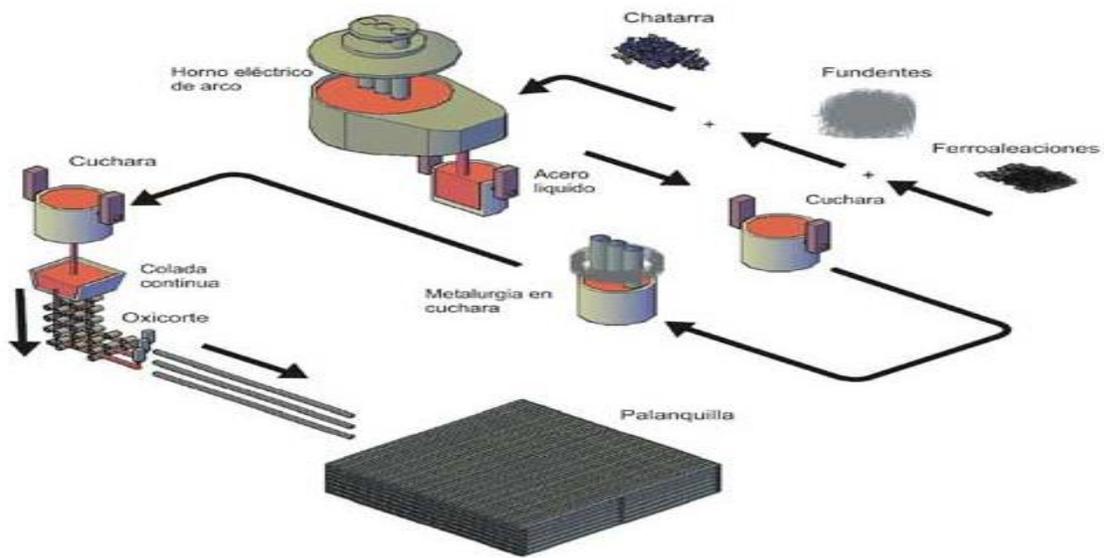
- Proceso de fundición: para este cuenta con dos hornos, el de arco eléctrico EAF y el de afinado LF y una máquina de colada continua para la producción de palanquillas de acero.
 - Horno de arco eléctrico EAF: con capacidad de 60 toneladas de acero, marca Fuchs de Alemania. Se emplea energía eléctrica para fundir la chatarra y un sistema de More (Italia) para aportar energía química mediante la inyección de oxígeno (O₂) y carbono (C) que producen reacción exotérmica y formación de escoria espumosa. Este sistema está regulado por medio de un *software* que realiza

todas las operaciones en forma sistemática. En este horno se realizan las operaciones de fusión, oxidación y reducción de algunos elementos. Se efectúan análisis químicos y posteriormente se vacía en una olla a la temperatura de 1600 °C aproximadamente.

- Horno LF: realiza la afinación del acero y está conformado por la olla, los electrodos, un tapón poroso, válvula de argón que se utiliza para homogenizar el acero y las tolvas que sirven para adicionar las ferroaleaciones. Luego de que se ajusta perfectamente el análisis químico deseado, mediante el envío de muestras al laboratorio, el acero es trasladado a la máquina de colada continua.
- Colada continua: donde se recibe el acero líquido que viene del horno LF y está conformada por una torreta giratoria, un distribuidor, moldes de cobre refrigerados, máquinas de arrastre, máquinas enderezadoras y sopletes de oxígeno que cortan la palanquilla a la medida solicitada. El destino de las palanquillas es el patio de *stock* o cargadas en caliente hacia el horno de laminación.
- Control de calidad de la palanquilla: bajo estricto control por medio de dos espectrómetros de emisión óptica de alta precisión Thermo Scientific ARL 3460 OES. Actualmente analiza 13 elementos y tiene capacidad para analizar hasta 18, donde se realizan los análisis químicos del acero durante todo el proceso. Estos análisis son enviados a las pantallas de las computadoras de los hornos para que el operador modifique el análisis del acero hasta lograr el solicitado por planeación de la producción. Todas las palanquillas son marcadas con el número de colada con el objeto de identificar cualquier desvío.

En la siguiente figura, se puede observar el proceso para la fabricación de palanquilla y su flujo respectivo.

Figura 16. **Fabricación de palanquilla**



Fuente: Siderúrgica de Guatemala.

2. RECICLAJE DE CHATARRA

2.1. ¿Qué es el reciclaje?

El reciclaje es un proceso cuyo objetivo es convertir desechos en nuevos productos para prevenir el desperdicio de materiales potencialmente útiles, reducir el consumo de nueva materia prima, reducir el uso de energía, reducir la contaminación del aire por medio de procesos de incineración y del agua a través de los vertederos.

Con este proceso se reduce la necesidad de los sistemas de desechos convencionales, así como también contribuye con la disminución de las emisiones de gases de efecto invernadero en comparación con la producción de plásticos.

El proceso de reciclaje puede verse como un componente clave en la reducción de desechos contemporáneos y es el tercer componentes de los sistemas 3R implementados en varias empresas, que se enfoca en reducir, reutilizar y reciclar los desechos de materiales residuales de sus procesos productivos.

2.2. Razones para reciclar

Hay diversas razones que pueden considerarse para reciclar chatarra, ya que por medio de este proceso se pueden obtener muchos beneficios; pero entre los de mayor relevancia, por el impacto que generan en la sociedad, se tienen los siguientes:

- Económicos: al reducir el uso de materia prima nueva, menor consumo de recursos básicos como energía eléctrica, ahorro de agua en los procesos de producción, así como la separación de los desechos mismos, es una fuente de ingresos para los comercializadores y para la entidad responsable de la recolección.
- Ambientales: por la disminución de la sobre explotación de los recursos naturales, se disminuye la contaminación ya que el reciclaje de chatarra disminuye en un 88% las emanaciones a la atmósfera y en 76 % la contaminación del agua. descontamina las ciudades de botaderos ilegales de chatarra
- Calidad de vida: socioculturalmente propicia una mejor calidad de vida a partir de la generación de fuentes de trabajo estables en las personas que trabajan recolectando materiales de reciclaje. Contribuye a un ambiente laboral saludable, libre de contaminación.

2.3. Reciclaje de chatarra ferrosa

Las actividades de recolección de material metálico que se realizan en la actualidad, responden a iniciativas estrictamente privadas, estimuladas por las pocas industrias nacionales que reciclan chatarra de hierro y acero para producción como materia prima.

El acero es el único material constructivo que siempre contiene algo de material reciclado, ya que ambos procesos de fabricación, a partir de mineral o del proceso en sí, contienen chatarra. Cada vez que se adquiere un producto de acero, está cerrando un ciclo, al comprar algo que ya fue reciclado.

Gracias a sus propiedades, este material puede ser reciclado en forma infinita, por lo que al final de su vida útil, un producto de acero puede transformarse en parte de un auto o de una lavadora, sin perder su calidad.

Los hornos eléctricos se utilizan para la fundición de chatarra aunque, en este caso, la energía eléctrica empleada incrementa el costo del proceso. Estos pueden ser de dos tipos: de arco y de inducción.

El aumento de la producción de acero a partir del reciclaje de chatarra que se experimenta durante las últimas décadas se ha visto favorecido por dos factores importantes. En primer lugar está el uso extendido del horno de arco eléctrico EAF, que ha permitido la utilización de mayores cantidades de chatarra, hasta el 100% de cada colada. En segundo lugar, las ventajas que supone a nivel medioambiental, ya que el proceso de re-fusión de chatarra no necesita energía de reducción y el consumo energético es de un tercio a un sexto el que se necesitaría para producir el acero partiendo del mineral de hierro. Además, las emisiones de CO₂ se ven reducidas hasta en un 76%.

Uno de los mayores problemas que plantea el reciclaje de acero es el control de los elementos residuales y por lo tanto la dificultad de mantener el acero con los niveles de limpieza necesarios que permiten disminuir la incidencia negativa, en cuanto a la aparición de defectos y la calidad superficial, que supone la presencia de los mismos.

Los elementos residuales, son aquellos que no han sido añadidos intencionalmente al acero y no pueden eliminarse durante el afino por técnicas convencionales, ya que no se oxidan preferentemente en presencia del hierro. Dependiendo del grado de acero que se esté produciendo, estos elementos son cobre, níquel, estaño, antimonio, molibdeno y cromo entre otros.

La presencia de elementos extras en el acero, o al menos algunos de ellos, puede influir en diferentes aspectos del procesamiento, desde la colada hasta el recocido final, así como en las propiedades mecánicas del producto.

Mediante el reciclaje de chatarra ferrosa, se perciben múltiples beneficios de carácter medioambiental, económico y social, de los cuales enumeramos algunos de los más importantes:

- Reutilización de recursos: el reciclaje supone sacar basura del sistema para darle nuevo uso, con lo que se disminuye la presencia de material reutilizable en los rellenos sanitarios y en vertederos ilegales.
- Reducción de recursos: al fabricar a partir de segundas materias reduce la utilización de los recursos naturales y el consecuente impacto para el planeta. En el caso del acero, ahorra materias primas como la piedra caliza, el mineral de hierro y el carbón, principalmente.
- Ahorro: por cada tonelada de acero usado que se recicla, se puede alcanzar un ahorro de una tonelada y media de mineral de hierro y unos 500 kg de carbón que se emplea para hacer el coque.
- Disminución de contaminantes: se elimina una serie de pasivos ambientales presentes en la explotación de un mineral, como es el residuo y la contaminación atmosférica representada por el polvo en suspensión producida; reduce hasta en un 71% las emisiones de contaminantes al aire y en un 56% al agua.
- Fuente de empleos: se generan empleo y pequeñas microempresas a su alrededor.

De acuerdo a cifras expuestas por la Agencia de Protección Medioambiental de Estados Unidos EPA, cuando los electrodomésticos de acero se reciclan se obtiene un 90% de ahorro en el uso de minerales vírgenes, una reducción del 97% de residuos mineros y una disminución del 97% en la generación de residuos sólidos en general.

2.4. Maquinaria y equipo para el proceso de reciclaje

El proceso de reciclado de chatarra ferrosa es un proceso que requiere un conocimiento específico para poder separar adecuadamente los materiales que son perjudiciales para los procesos de fabricación de acero al carbono, es por esta razón que es de mucha importancia contar con la maquinaria, el equipo y conocimiento adecuado para lograr separar las impurezas que los materiales a reciclar tienen incorporados y llevarlo al porcentaje más elevado de pureza que sea posible. Entre esta maquinaria se puede mencionar:

- La fragmentadora Shredder
- La grúa con cizalla hidráulica
- La compactadora hidráulica
- El equipo de oxicorte

2.4.1. Fragmentadora Shredder

Está constituido por un rotor provisto de martillos, que trituran la chatarra contra una pieza maciza en forma de peine. Luego de la fragmentación, pasa por un separador magnético que extraer los materiales no ferrosos y luego se lava para retirar las impurezas sobrantes. El material resultante, presenta una densidad de aproximadamente $1,3 \text{ t/m}^3$ y rendimiento en horno entre 92 a 94%.

La finalidad de este equipo también es de aumentar la densidad, ejecutando las funciones de reducir las impurezas y contaminantes de las materias primas trabajadas.

Figura 17. **Fragmentadora Shredder**



Fuente: fotografía tomada en patio de chatarra, SIDEGUA.

Este equipo nace de la necesidad de procesar la chatarra automovilística con alta productividad de industrialización y con menor contaminación. Al pasar de los años se fue extendiendo su utilización para otros tipos de chatarra, modificándose en tamaño, forma y variedad de materiales. Hoy la Shredder es empleada en la industrialización de automóviles, chatarra de espesores de hasta $\frac{1}{4}$ de pulgada y chatarra obsoleta de longitudes de hasta 4 metros. El costo de industrialización de este equipo es un poco superior al de la Prensa – Cizalla, no obstante las ganancias con los materiales en el Horno de Fusión ha sido superiores a los de la Prensa-Cizalla. Este es el equipo más moderno para industrializar la chatarra, satisfaciendo una gran gama de especificaciones:

- Aumenta la densidad de la chatarra más disponible para 1,3 t/m³ superando a la chatarra cortada.
- Reduce las impurezas en valores mayores de 10%, este resultado puede ser mayor, siendo 20% en instalaciones con circuito de limpieza completos.
- Posibilita la satisfacción de niveles bajos de contaminantes, debido a los procesos de separación magnética existentes en estas plantas.
- La contaminación ambiental es reducida, debido a los sistemas anti-contaminación que son parte de este equipo.

Este equipo proporciona además ganancias superiores a los de cualquier otro equipo de industrialización. No obstante, su instalación necesita ser estudiada, debido a la alta inversión de implementación.

Tabla I. **Características del proceso de reciclaje fragmentado**

FRAGMENTADORA SHREDDER			
CHATARRA PROCESADA	CHATARRA PRODUCIDA	COSTO	CUIDADOS
Casi todas, a excepción de las chatarras típicas para oxicorte menores o igual a ¼ de pulgada.	Densidad de 1,3 t/m ³ Rendimiento de 92% a 94%	Es superior en 5 US\$ a la chatarra cortada	Lugar adecuado para colocar las impurezas.

Fuente: equipos de industrialización de chatarra. GERDAU, acería ACI 2007.

2.4.2. Grúa con cizalla hidráulica

Este equipo tiene la finalidad de aumentar el volumen de material cortado, hacer más eficiente el corte de chatarra y de esta forma, aumentar la producción. Esta cizalla tiene la capacidad de cortar 50 toneladas por día, reduciendo la mano de obra y costo de producción; una desventaja es que no puede cortar chatarra con espesores mayores a tres cuartos de pulgada. Las características del proceso de reciclaje con esta maquinaria son:

Tabla II. Características del proceso de reciclaje cizalla hidráulica

CIZALLA HIDRÁULICA			
CHATARRA PROCESADA	CHATARRA PRODUCIDA	COSTO	CUIDADOS
Estructuras y vigas metálicas, chasis de camión, tubos mayores a ¼ de pulgada.	Densidad de 0,9 t/m ³ Rendimiento de 86% a 94%	Bajo, utilizado para reducción de personal y aumentar producción.	Mantenimiento constante, afilar cuchillar, cambio de lubricante, engrase diario.

Fuente: equipos de industrialización de chatarra. GERDAU, acería ACI 2007.

Figura 18. Grúa Caterpillar con cizalla hidráulica



Fuente: fotografía tomada en patio de chatarra, SIDEGUA.

2.4.3. Compactadora hidráulica

Este equipo tiene como única finalidad aumentar la densidad de la chatarra, siendo empleada especialmente en chatarras de baja densidad como latas, mermas de estampados livianos, viruta, chatarra mista liviana. La gran ventaja de este equipo es la ganancia en el flete de la chatarra, pues permite transportar un mayor peso por viaje, debido al aumento de la densidad.

Figura 19. **Compactadora de chatarra**



Fuente: www.colmarequipment.com. Consulta: 15 de agosto de 2016.

En este tipo de equipo se encuentran: la compactadora pequeña que es una prensa móvil pequeña montada sobre un camión, que compacta las chatarras; pero también está la compactadora de prensa fija que es de gran tamaño y de una capacidad de producción mayor. La constitución de este equipo es muy simple:

- Una caja o gaveta, al interior de la cual es colocada la chatarra que será procesada.

- Cilindros de compactación hidráulicos que permiten el prensado de la chatarra en todas direcciones.
- Su capacidad es variable, pues puede ser pequeña, mediana y grande depende de las necesidades de quién la utilice.

Tabla III. **Características del proceso de reciclaje compactadora hidráulica**

COMPACTADORA HIDRÁULICA			
CHATARRA PROCESADA	CHATARRA PRODUCIDA	COSTO	CUIDADOS
Latas, virutas, chatarra liviana, chatarra mixta liviana.	Densidad de 1,2 t/m ³ Pacas en dimensiones de 60cm x 50 cm x 40cm	Medio	Grandes pacas pueden ocasionar la quiebra de electrodos o reacciones indeseadas en el horno.

Fuente: equipos de industrialización de chatarra. GERDAU, acería ACI 2007.

2.4.4. Equipo de oxicorte

Son considerados como los equipos más comunes y antiguos utilizados. Existen sopletes y lanzas de oxígeno, de los más variados tipos, operando en los patios de chatarra y su principal objetivo es someter a la chatarra al proceso de corte. Los materiales más indicados para el corte con soplete, son las chatarras de gran volumen y con componentes de mucho peso, como por ejemplo: grandes estructuras metálicas, grandes tubos de presión, grandes máquinas de transformación como: equipos de molienda, máquinas de mecanización, máquinas de estampado, entre otras.

El soplete es utilizado para cortes intermitentes, en cortes continuos se ocupan las lanzas de oxígeno que son utilizados para cortar placas gruesas de acero, cilindros de laminación, pilas de palanquillas destinadas a ser chatarreadas. La chatarra proveniente de este tipo de industrialización es de 60 a 80 centímetros de longitud, en promedio.

Se espera que la producción de estos equipos sea menor que las máquinas automáticas de industrialización de chatarra (prensa, shredder), por lo que solo se orienta a este tipo de industrialización cuando las máquinas automáticas no tienen la suficiente capacidad respecto a fuerza, carga, medios de maniobrabilidad, etc. Es importante mencionar, que debido a la polución del aire generada por estos equipos, es necesario consultar al área de seguridad industrial, las medidas de precaución que deben implementarse antes de utilizar dichos equipos. Algunas características del proceso de reciclaje con estos equipos son:

Tabla IV. **Características del proceso de reciclaje con oxicorte**

SOPLETES Y LANZAS			
CHATARRA PROCESADA	CHATARRA PRODUCIDA	COSTO	CUIDADOS
Grandes piezas, retorno de acería, estructura y vigas metálicas, máquinas grandes cilindros de laminación, chasis de camión, tubos mayores a ¼ de pulgada.	Densidad de 0,9 t/m ³ Rendimiento de 86% a 94%	Altos, solamente empleados cuando no hay posibilidad de utilizar máquinas automáticas.	Contaminación de aire, grandes pedazos pueden provocar la quiebra de electrodos y obstrucción de EBT

Fuente: equipos de industrialización de chatarra. GERDAU, acería ACI 2007.

2.4.4.1. Termos de gas

Los termos son tanques de almacenamiento que se utilizan para contener grandes cantidades de gas que posteriormente se distribuyen, en una red de tuberías, a los distintos puntos de trabajo donde se ubican los grupos de cortadores de chatarra. Esto se hace con la finalidad de evitar el cambio constante de cilindros de gas, evitando pérdida de tiempo en el transporte de los cilindros y evitar tiempos muertos en el proceso de corte.

Figura 20. **Contenedor de gas**



Fuente: fotografía tomada en patio de chatarra, SIDEGUA.

2.4.4.2. Termos de oxígeno líquido

Estos termos, son tanques de almacenamiento que se utiliza para contener grandes cantidades de oxígeno, que posteriormente se distribuyen en una red de tuberías a los distintos puntos de trabajo donde se ubican los grupos de cortadores de chatarra. Esto también se hace con la finalidad de evitar el cambio constante de cilindros de oxígeno, evitando pérdida de tiempo en el transporte de los cilindros y evitar tiempos muertos en el proceso de corte.

Figura 21. **Contenedor de oxígeno**



Fuente: fotografía tomada en patio de chatarra, SIDEGUA.

2.4.4.3. Boquillas de oxicorte

Una boquilla es una herramienta manual del proceso de oxicorte, este tipo de equipos se utiliza con sopletes y manerales de corte. La selección adecuada de estos equipos, juegan un papel muy importante al momento de cortar chatarra, ya que depende de esta correcta elección para tener un mejor rendimiento en el uso del oxígeno líquido y el gas de corte.

Generalmente se usan sopletes de aspiración, equipados con una boquilla de presión. Para cortar chapas delgadas se usan boquillas escalonadas, mientras que para grosores mayores se usan boquillas anulares, ranuradas o

de bloque. Se pueden recomendar también sopletes de oxicorte manual sin boquilla de presión y con boquillas de corte que mezclan gases.

La tabla siguiente muestra las características de ejecución de cortes con llama oxiacetilénica para espesores de acero variando entre los 5 y los 125 mm y el tipo de boquilla adecuado para el tipo de material y tener un mejor rendimiento en el consumo de oxígeno y gas de corte.

Tabla V. **Medida de boquilla para corte**

Espesor de material (mm)	Diámetro de boquilla (mm)
5	6
8	8
10	10
12	10
15	10
20	10
25	15
30	15
35	15
40	20
50	20
75	25
100	30
125	30

Fuente: equipos de industrialización de chatarra. GERDAU, acería ACI 2007.

2.4.5. Planta de boleo y recuperación de metálicos

Usualmente utilizado para quebrar grandes piezas de hierro fundido que, por su volumen y peso, no pueden ser procesadas en máquinas automáticas por sobrepasar los 80cm de longitud.

Cuando se habla de recuperar acero, o producir chatarra recuperada, se refiere al proceso de retirar el acero contenido en las escorias generadas por la acería en la producción de chatarra. Estas escorias de acería contienen, dispersas entre sí, pedazos de acero de diferentes tamaños. La liberación de los mismos ocurre a través de procesos mecánicos en las etapas realizadas en una planta de recuperación de acero.

A través de la observación, se deduce que los residuos de acero separados no contienen solamente acero, sino que también una fracción del mismo mezclado junto con escoria. Estos procesos se caracterizan por el hecho de que, a medida que la fracción metálica aumenta se necesitan más equipos, generando por consecuencia, un proceso con elevados costos. Algunos aspectos a considerar en este proceso son:

- La grúa con electroimán y bola de acero, es con la que se produce la fragmentación de la escoria y metal. Al impactar la bola de acero contra el bloque, esta separa el metal de la escoria y ambos son quebrados.
- Del producto fraccionado, las escorias en pequeños pedazos pueden ser utilizados para diversos fines como rellenos o pavimentación, en tanto que la parte metálica pasa hacia otros procesos.

- La parte metálica, es separada en el llamado separador magnético, que aparta la fracción más rica en metal, pudiendo así mismo, separar también metales de otros tamaños, que puedan o no ser utilizados.
- Muchas plantas poseen tamices o mallas que separan, tanto la fracción magnética como la de escorias por dimensiones.

Se deben tomar cuidados con respecto a la contaminación del aire y de las aguas. El agua se utiliza para facilitar la liberación de la escoria y metal, antes de pasar por la caída de la bola. Esta operación aparentemente simple, que es llamada también enfriamiento de la escoria, requiere tomar precauciones debido a las explosiones provocadas por el contacto de la escoria a elevadas temperaturas con el agua a temperatura ambiente.

Tabla VI. **Características del reciclaje en planta de recuperación**

PLANTA DE RECUPERACIÓN				
EQUIPO	CHATARRA PROCESADA	CHATARRA PRODUCIDA	COSTO	CUIDADOS
Grúa con bola Separador magnético Tamices o mallas	Escoria con residuos de metales. Piezas de hierro fundido mayores a 80cm.	<u>Para escoria</u> Densidad de 1,2t/m ³ Rendimiento 75% <u>Para hierro fundido</u> Densidad de 1,3 t/m ³ Rendimiento 86-94%	Bajo. Solamente se paga por el proceso de industrialización, el hierro es de la planta en el caso de la escoria. Costo medio para el hierro fundido.	Contaminación de aire y agua. Cuidado con las proyecciones de escoria y acero en la caída de la bola.

Fuente: equipos de industrialización de chatarra. GERDAU, acería ACI 2007.

3. CHATARRA FERROSA

En este capítulo se presenta la definición de chatarra ferrosa, su procedencia y su ciclo, por ser el elemento principal para la presente investigación.

3.1. Definición de chatarra ferrosa

La chatarra ferrosa está compuesta por piezas, partes y artefactos de acero o que contienen acero, que han completado su vida útil. La chatarra en sí, es un conjunto de trozos de material desechado, principalmente acero, que puede ser utilizado nuevamente en la producción de acero.

La chatarra de acero que se utiliza en la producción de este material, cubre el 40% de la demanda mundial de acero. El porcentaje de uso, varía según el proceso de fabricación utilizado, siendo un 20% en la producción de acero por convertidos LD y llegando al 100% en el proceso de fabricación por horno eléctrico. Su tamaño puede variar, por lo que se hace necesario realizar una clasificación de la misma en:

- Chatarra preparada: esta denominación se debe a que sus dimensiones son inferiores a un metro, siendo apta para su consumo en las acerías.
- Chatarra no preparada: cuando las dimensiones de la misma sean superiores a un metro; este tipo de chatarra necesita una preparación adicional, como corte, compactado, fragmentado, cizallado, etc., para que pueda ser consumida por las acerías.

3.2. Procedencia de chatarra ferrosa

La chatarra ferrosa puede proceder de diferentes fuentes, por lo que debe pasar por un proceso de clasificación y limpieza antes de ser reciclada. Para el proceso específico de clasificación, primero es necesario establecer las categorías en las que se ha de clasificar y sus respectivas características.

3.2.1. Fuentes de chatarra

Hay tres categorías de desechos ferrosos que han sido llamados: chatarra interna generada por la propia industria, la chatarra de residuos de proceso y chatarra obsoleta.

La chatarra interna es la que se origina en la planta de producción de acero y esta regresa al horno eléctrico para volver a fundirse. Se trata de moldes de colada rotos, de los cilindros de laminación desechados, recortes de planchones, rechazo de palanquilla, alambrón, varilla y residuos de fundición.

Chatarra de proceso: esta se genera durante los proceso de fabricación. Se trata de la chatarra producida durante el proceso de mecanizado, estampado y otras operaciones de fabricación de productos de acero dentro de la planta.

Chatarra obsoleta: es la producida cuando los productos de acero finalizan su vida útil y se desechan. Son importantes fuentes de este tipo de chatarra las vías férreas, los automóviles viejos, desechos de proyectos de demolición como alcantarillado o tuberías de agua, así como aparatos domésticos obsoletos que posean acero en su estructura tales como muebles de decoración de exteriores, utensilios de cocina, latas, etc.

A medida que los procesos de fabricación de acero se han ido optimizando, la chatarra interna ha ido disminuyendo su porcentaje en el total de chatarra generada, pero a su vez, la producción creciente de productos de aceros así como el incremento del reciclaje de productos de acero desechados, ha hecho que se incremente el porcentaje de chatarra de proceso y obsoleta en términos relativos. A nivel mundial la distribución de los diferentes tipos de chatarra ha ido evolucionando.

La chatarra de proceso y obsoleta, usualmente se obtiene a partir de grandes comerciantes de chatarra que la obtienen a partir de dos fuentes que son de desecho industrial y desechos domésticos.

La chatarra industrial constituye alrededor del 80% de la chatarra comprada; se obtiene de fuentes industriales de todo tipo, de los cuales podemos mencionar algunos como industria alimenticia, ingenios azucareros, cemento, minería, etc. Chatarra obsoleta y doméstica suele componerse de piezas o equipos que han llegado al fin de su vida útil y pasan a ser obsoletos, como los automóviles antiguos, lavadoras, techos de lámina, etc. Se recoge una cantidad sustancial de chatarra doméstica, principalmente en las grandes ciudades.

Desde que la chatarra se compra en el mercado abierto, el precio está sujeto a amplias fluctuaciones. En general, el precio de la chatarra comprada varía directamente con la producción de acero. Mantener una cuidadosa atención debe ser fundamental por todas las industrias que deseen trabajar en la fundición de acero en horno eléctrico por medio de chatarra, ya que con estimaciones futuras del mercado y las predicciones del comportamiento del precio de la chatarra que se utiliza en la fabricación de acero en la mayor medida posible.

3.2.2. Productos convertidos en chatarra para reciclar

Dentro de los productos que comúnmente se convierten en chatarra existe una gran variedad, entre los que se puede mencionar algunos ejemplos comunes encontrados en la recicladora y en centros de acopio para el reciclaje tales como: equipo aeronáutico, utensilios, automóviles, marcos de cama, resortes de colchón, bicicletas, puentes, cultas de motores, computadoras, cables eléctricos, equipos de agricultura, latas de comida y bebidas, elevadores, equipo hospitalario, maquinaria industrial, equipos y muebles de oficina, estructuras de juegos de parques de diversiones, tuberías, barcos, techos, acero estructural de edificios, herramientas, juguetes, etc.

3.2.3. Características de chatarra ferrosa

La chatarra debe tener ciertas características para poder ser utilizada en el proceso de preparación y posterior consumo en el horno de arco eléctrico. Por el simple hecho de llamarse chatarra, no significa que no deba estar limpia de impurezas que pueden afectar de forma considerable la calidad del producto final. Es por ello que se exige que la chatarra ferrosa debe de entregarse libre de impurezas y contaminantes.

Está totalmente prohibido aceptar chatarra con aleaciones químicas como: níquel, cromo, plomo, o antimonio. Además la chatarra debe estar libre de madera, caucho, vidrio, fibra de vidrio, asbesto, cemento, concreto, ladrillos refractarios, materiales explosivos o materiales radioactivos entre otros. Esto con la finalidad de proteger el medio ambiente, al personal operativo que se encarga del proceso de industrialización de la chatarra, la maquinaria y equipo de producción.

3.3. Ciclo de chatarra ferrosa

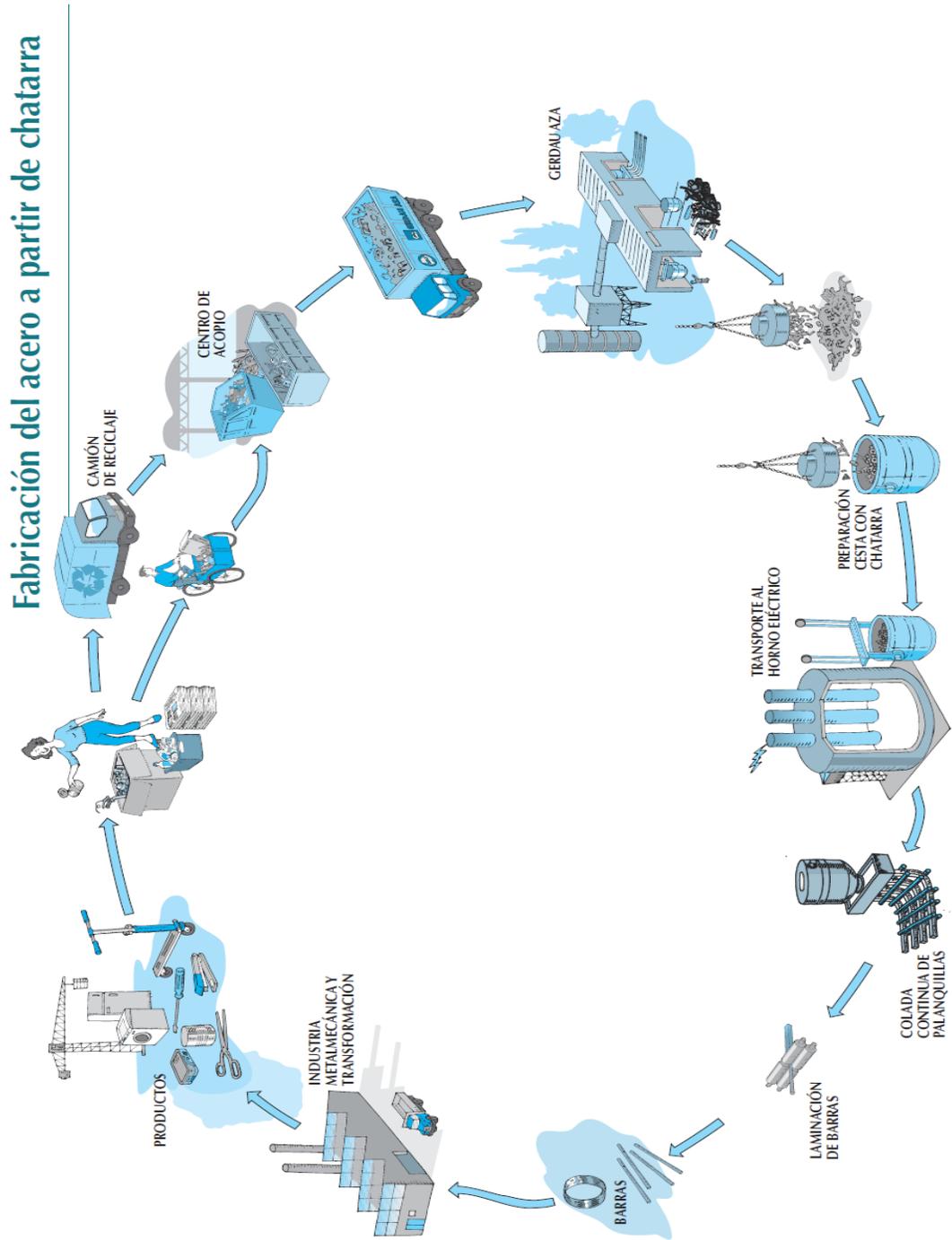
Todos los productos que se utilizan día con día, tienen una historia en común. Cada uno de ellos ha tenido su origen en minas, bosques y otras fuentes vírgenes, pasando por un proceso específico de manufactura para su utilización final; para poder llegar a ser utilizados en el proceso productivo final, debe someterse a una preparación previa. A continuación se enumeran los pasos o etapas que tiene que pasar este material para su consumo final.

- **Recolección, acopio y transporte:** existe una red de chatarreros a nivel nacional, que recolecta y almacena el material que proviene de construcciones, mermas industriales y la obsolescencia de bienes de consumo. Todo el material es trasladado por camiones a centros de acopio, donde la chatarra es clasificada en función de sus características, enviados posteriormente, a la planta productora de acero.
- **Clasificación, selección y procesamiento:** la chatarra recibida en la planta de reciclaje llega generalmente mezclada y sucia. Es necesario, por lo tanto, verificar que no existan elementos contaminantes o peligrosos, como material bélico, recipientes cerrados de gas, entre otros, debido a que generan riesgos en el proceso industrial. Luego, la chatarra es tomada por un gigantesco electroimán o grúa puente con garra, la selecciona y traslada hasta la cesta, un enorme recipiente de acero ultrarresistente.
- **Fabricación de acero nuevo:** el proceso de fabricación de acero nuevo, se divide en dos fases que son la fundición del material y la solidificación conforme al producto final.

- Fundición: la cesta introduce a un horno eléctrico toda su carga de chatarra, donde se logra el paso del estado sólido al estado líquido, mediante la energía liberada por un arco eléctrico entre tres electrodos de grafito. Mediante la inyección de oxígeno gaseoso y la introducción de un carburante, se logra fundir toda la chatarra a su alrededor. El oxígeno colabora entregando más energía y acelerando el proceso de fusión. Toda la escoria, más liviana, flota sobre el acero líquido, del que es separada y podría ser reutilizada en la construcción de caminos.
- Solidificación: una vez que el acero líquido está libre de escoria, se vierte en otro recipiente, denominado cuchara, donde se termina de ajustar la composición química definitiva. Posteriormente, en esta cuchara se transporta hacia el proceso de solidificación. Esto ocurre en unos moldes refrigerados con agua donde entra el acero líquido por la parte superior y sale por la parte inferior continuamente. Este proceso es conocido como colada continua y permite producir palanquillas, las que posteriormente son laminadas para producir barras de acero.

En la siguiente figura se presenta el proceso para la fabricación del acero a partir del procesamiento de chatarra ferrosa, que puede ser cíclica si el reciclaje es continuo, ya que el acero es uno de los materiales que no pierde sus propiedades al ser reprocesado.

Figura 22. Ciclo de la chatarra ferrosa



Fuente: <https://www.google.com.gt.consulta>: 15 de agosto de 2016.

4. TIPOS DE CHATARRA

Hay diferentes tipos de chatarra que pueden ser agrupados de acuerdo a sus características, en este capítulo se presentan las más relevantes.

4.1. Agrupación comercial de los tipos de chatarra

De todas las materias primas utilizadas para la fabricación de acero al carbono en horno eléctrico, la chatarra es el de mayor importancia. Para la fabricación se utiliza básicamente chatarra cargada en frío en cestas para luego ser compactada, luego se traslada al horno de arco eléctrico para ser fundida.

La chatarra ejerce la mayor influencia en los costos de fabricación de lingotes de acero. Los costos de fabricación en la fundición pueden variar de 60 a 70%, del costo total. La chatarra suele ser el insumo más grande del costo del producto final.

El tipo y tamaño de la chatarra influyen en gran medida en el tiempo de fundición a la temperatura adecuada, además, su composición química pueden afectar la calidad del lingote y la aplicación de calor para su fundición. Es por esta razón que se tiene que tener cuidado especial en la forma de clasificarla según sus características físicas y químicas para no afectar el proceso de producción.

Para comprender adecuadamente las clasificaciones de chatarra y el uso de la chatarra en la producción de acero en horno eléctrico, es importante entender algunas leyes básicas de la química de la fabricación de acero, ya que

afectan algunos elementos químicos individuales que se encuentran inherentemente en la chatarra. Una clasificación general de algunos de los elementos químicos más importantes asociados con la fabricación de acero es la siguiente:

- Elementos insolubles en acero y escoria y las que se vaporizan durante la fusión: plomo, zinc y cadmio.
- Los elementos no oxidados a cualquier medida y grandes que quedan en el acero líquido: cobre, níquel, estaño, molibdeno, cobalto, arsénico y wolframio.
- Elementos parcialmente oxidados en la escoria: manganeso, fósforo y cromo.
- Elementos casi completamente oxidados en la escoria: aluminio, silicio, titanio, circonio y boro.

De lo anterior se puede ver que en los casos en que la calidad del acero y la especificación química requieren bajo cobre, níquel, molibdeno o wolframio, es imperativo que la chatarra utilizada sea muy baja en los elementos, ya que no pueden ser removidos en el proceso de la fabricación de acero.

El plomo en la chatarra también puede ser parcialmente atrapado en el acero líquido y obstaculizar la laminabilidad. Además el plomo puede contribuir a un mayor trabajo de mantenimiento en el horno y chimeneas. El zinc, que puede venir a partir de chatarra galvanizada, se vaporizará y causar la erosión del refractario.

Por lo tanto, es importante cuidar y verificar que los proveedores de chatarra y plantas individuales, realicen un trabajo cuidadoso de la segregación de chatarra con exceso de zinc y otros materiales de riesgo. Además se debe hacer un trabajo cuidadoso en la toma de muestras y el análisis químico de la chatarra comprada, para evitar que estos estén fuera de los parámetros; esto con la finalidad de reducir el costo adquiriendo chatarra que no sea apta para proceso, y reducir el consumo de refractario.

4.1.1. Chatarra ordinaria

La chatarra al carbono, que se ha denominado comúnmente chatarra ordinaria, es la que constituye la mayor cantidad de tonelaje utilizada en la fundición de acero en hornos eléctrico. Se obtiene de la misma industria y proveedores externos de chatarra.

Una breve descripción de las características de la clasificación de chatarra ordinaria que están disponibles en el mercado abierto, es la siguiente:

- Chatarra sólida ordinaria con bajo contenido de fósforo para horno eléctrico. La chatarra de acero limpio de 1/4" y más de espesor, no más de 3' de largo. Las piezas individuales deben estar libres de materiales no ferrosos adjuntos y así reducir lo que se conoce como impurezas en la carga. La chatarra debe estar libre de aleaciones o de cualquier material superior a 0,05% de azufre, 0,05% de fósforo y el 0,5% de silicio.
- Chatarra en paquetes ordinarios para horno eléctrico. Especificaciones químicas similares a los enumerados anteriormente, sin embargo, pueden incluir una materia en 1/4" de espesor, siempre que la chatarra sea limpia

de chapa de acero negro hidráulicamente comprimido en pacas de aproximadamente 14" por 14" por 20" o más pequeño.

- La chatarra pesada de acero limpio. Hierro forjado o chatarra de acero de 1/4" y más de espesor, no más de 18" de ancho y no más de 5' de largo. Las piezas individuales deben estar libres de contaminantes, tales como hule, fibra de vidrio, plásticos, concreto y material refractario, para cortar sin inconvenientes y para trasladarla a la cesta de carga.
- La chatarra pesada de acero. Hierro o acero forjado de chatarra, hierro negro o galvanizado de 1/8" y más de espesor, no más de 18" de ancho y no más de 3' de largo. Sin cortar parachoques delanteros y ejes de automóviles de pasajeros y la parte trasera sin cortar los extremos, automóviles libres de las ruedas y los conjuntos de freno y drenado de aceite, y hasta incluso se podría incluir más de 3' de largo. Las piezas individuales deben estar libres de las ataduras y tamaño adecuado para la carga. Puede incluir tubería.
- Virutas de máquina. Acero limpio o limaduras de hierro forjado libres de impurezas, metales no ferrosos, exceso de aceite. Sin contener viruta oxidado o corroído en acceso.
- Pacas de virutas de taller de máquinas. Viruta hidráulicamente comprimida en paquetes de un peso mínimo de 75 libras por pie cúbico. Puede incluir no más del 25% en peso, la chatarra de hierro negro para fines de embalaje o de unión.

Aunque casi todos los operadores de los hornos eléctricos prefieren una mezcla de chatarra pesada, media y de la luz para la carga más eficiente de

fusión, la mayoría de los operadores insisten en al menos una pequeña parte de la chatarra de fundición pesada que se carga en la parte inferior durante la fusión inicial por los electrodos.

El avance de la carga de la parte superior ha permitido al horno eléctrico, utilizar un mayor porcentaje de chatarra ligera y sin preparación, sin incurrir en retrasos de carga graves. El uso de chatarra extremadamente ligero puede implicar, sin embargo, de dos a tres copias de los cargos para obtener el peso suficiente de lingotes. Algunos operadores limitan la cantidad de paquetes cargados para mejorar sus toneladas por hora de producción.

4.1.2. Aleación de chatarra

La producción de acero de aleación en el horno eléctrico requiere un gran cuidado en la selección, la segregación y compra de chatarra de aleación. Elementos de aleación obtenidos a partir de chatarra son casi siempre más baratos que cuando se obtienen de las ferroaleaciones. Además, la recuperación de elementos de aleación a partir de chatarra en el horno eléctrico es mejor que en el hogar abierto, en particular para un elemento tal como cromo, que está casi completamente perdida en la escoria de horno de reverbero.

El funcionamiento económico exige que los elementos costosos y comunes, tales como níquel, molibdeno y cromo puedan obtenerse a partir de chatarra de aleación en la mayor medida posible. Dado que muchas aleaciones de acero requieren sólo uno o dos de los principales elementos de aleación con residuales bajos en los otros elementos de aleación común, el desguace y la segregación es imprescindible con el fin de recuperar las aleaciones de chatarra y evitar que el producto final quede fuera de especificación.

Un gran número de aceros de aleación según normas AISI se realizan en el horno eléctrico, pero una separación normal de los aceros de baja aleación comunes es la siguiente:

Tabla VII. **Normas AISI para chatarra de aleación**

No.	Elementos de chatarra	Norma AISI
1	Níquel	3200 y 2500
2	Cromo	5100 y 52100
3	NiCr	3100 y 3300
4	CrMo	4100
5	NiMo	4600 y 4800
6	NiCrMo	4300, 8100, 8600, 8700, 8300 y 9800

Fuente: *Raw materials, Electric furnace steelmaking, 1985.*

La compra de chatarra de aleación en el mercado abierto es generalmente irregular y la clasificación por fuentes externas es a veces pobre. La toma de muestras y análisis de la chatarra de aleación adquirida con cuidado, es un buen negocio.

El tamaño y especificación de la chatarra de baja aleación es similar a la de horno eléctrico ordinario. Algunas de las chatarras de aleación están disponibles en forma de virutas, sin embargo, requiere de más cuidado porque puede contener azufre. El azufre surge del contenido de aceite de corte que está asociado con algunas formas de virutas, lo cual representa un problema al procesarla.

4.1.3. Chatarra de acero inoxidable

Con el aumento del uso de oxígeno, para la descarburación en la fusión de los aceros inoxidables, y la cantidad de chatarra de acero utilizada ha aumentado considerablemente. Esto reduce el costo de la producción de lingotes y mejora el tiempo de calor en la fundición.

Hasta hace poco, el acero inoxidable se produce en gran medida a partir de materiales vírgenes, la chatarra ordinaria, y ferroaleaciones. Sin embargo, el alto uso de chatarra de acero en las operaciones de fusión ha requerido el uso de considerables cantidades de chatarra adquirida que ha creado problemas adicionales. En la fabricación de los grados comunes de los aceros inoxidables auténticos, las especificaciones actuales limitan el contenido de fósforo de 0,05% y a veces 0,03% máximo, cobre y molibdeno a 0,05 % máximo, y plomo y estaño a las trazas, principalmente para laminabilidad.

En los métodos actuales de fusión de acero inoxidable, prácticamente ninguna parte de los elementos anteriores se elimina en fusión. El reciclaje continuo de desecho producido en los últimos años, ha hecho que los contenidos de fósforo, cobre, molibdeno y estaño en los lingotes producidos, aumente gradualmente; hasta ahora, están peligrosamente cerca de los límites superiores actualmente permitidos. Esto creará problemas adicionales en el futuro cercano a menos que se modifiquen las especificaciones.

En el caso de los aceros inoxidables ferríticos comunes, el níquel también está limitado a 0,50%, y esto a veces puede crear un problema serio. El problema residual se ha asociado con una mala clasificación de chatarra, en particular, en el caso de la chatarra de acero austenítico no magnético o adquirido a proveedores externos.

La principal fuente de residuos de alto cobre se ha mezclado 18-8 desecho que haya contenido no sólo la chatarra de Monel, pero en algunos casos la chatarra de cobre puro que también es no magnético. Debido al gran efecto de estos residuos deriva en que el producto final queda fuera de especificación y una pobre laminabilidad de lingotes de acero inoxidable, el gran cuidado debe ser tomado en la selección de chatarra de acero inoxidable para producir lingotes de bajo costo. Una clasificación de los tipos comunes de chatarra disponible para la fusión de acero inoxidable es de la siguiente manera:

Tabla VIII. **Normas AISI para chatarra de acero inoxidable**

No.	Elementos de chatarra	Norma AISI
1	Cr	403, 410, 430 y 446
2	CrMo	501, 502
3	NiCr	302, 304, 305, 308, 309, 310, 321
4	NiCrMo	316, 347, 348
5	NiCrMn	201, 202
6	CrMn	16, -1-17 y otros nuevos grados de 1% máximo Ni 14/17 % Mn de acero

Fuente: *Raw materials, Electric furnace steelmaking, 1985.*

Una considerable cantidad de chatarra de acero está disponible en forma de virutas sustancialmente en costos menores por tonelada en comparación a la chatarra sólida. Mientras se utiliza una cantidad grande y creciente de virutas de acero inoxidable, de nuevo, es recomendable comprobar el contenido de azufre.

También muchos tipos especiales de chatarra con contenido de alto níquel están disponibles para la fusión de acero inoxidable, tales como Inconel, Nicrom, los aceros de válvulas y otros. El contenido de níquel puede variar de 20 a 80%. Con la chatarra de alto níquel, se debe tener cuidado para evitar aleaciones residuales nocivos.

4.1.4. Chatarra de manganeso

Un tonelaje considerable de aceros auténticos al manganeso y acero al manganeso modificado, se produce en los hornos eléctricos cada año. Es económico para recuperar la mayor cantidad de manganeso como sea posible a partir de la chatarra. Algunos de este tipo de desechos se pueden comprar en el mercado abierto, puesto que no ha habido mucha variedad de aceros de alto manganeso producidos, la chatarra de este elemento mezclado no es frecuente. Si bien, no hay números AISI de aceros de alta manganeso, algunas variedades comunes son los siguientes:

- Manganeso chatarra contiene del 12 al 15% de este elemento con bajo níquel, molibdeno y cromo.
- Manganeso-cromo chatarra contiene del 12 al 15% de este elemento con 1 a 3% de cromo.

La clasificación y almacenamiento de este tipo de chatarra, depende de la cantidad producida de los aceros de alto manganeso. Las diversas aplicaciones de este metal, hace rentable su recuperación por medio de procesos de reciclaje. A nivel mundial, aproximadamente el 90% de los minerales de manganeso es consumido por la industria siderúrgica.

4.1.5. Chatarra de hierro

La chatarra de hierro contiene generalmente más altos contenidos de carbono, silicio, fósforo y azufre que la chatarra de acero. El intervalo de composición de la chatarra de hierro es presentada en porcentajes en la siguiente tabla.

Tabla IX. **Composición porcentual de la chatarra de hierro**

Elemento	Composición en %
Carbono	1,8 – 4,5
Manganeso	0,5 – 0,3
Fósforo	0,1 – 0,9
Azufre	0,03 – 0,1
Silicio	0,5 – 3,0

Fuente: *Raw materials, Electric furnace steelmaking, 1985.*

La chatarra de hierro es generalmente más barata que la chatarra de acero y se utiliza en el horno eléctrico en cantidades limitadas como fuente de unidades de hierro al carbono. Algunos grados de chatarra de hierro contienen elementos de aleación como el níquel, cromo y molibdeno y esto debe tenerse en cuenta en la compra de chatarra de hierro.

Muchos proveedores de chatarra de aleación de acero utilizarán electrodos de carbono molido por unidades de carga en los calores elevados de aceros al carbono, tales como AISI 52100, en lugar de chatarra de hierro debido a su menor costo y a las impurezas contenidas en ella.

Cuando las fuentes más baratas de unidades de carbono no están disponibles y cuando las impurezas asociadas con chatarra de hierro no son de gran importancia, la chatarra de hierro es satisfactoria para la fusión de chatarra y la recuperación de carbono es generalmente uniforme. La mayoría de chatarra de hierro adquirida a proveedores para hornos eléctricos de arrabio es básica que contiene aproximadamente:

Tabla X. **Contenido porcentual de elementos**

Elemento	Composición en %
Carbono	4,0 máximo
Manganeso	1,2 máximo
Silicio	0,8 máximo
Fósforo	0,2 máximo
Azufre	0,05 máximo

Fuente: *Raw materials, Electric furnace steelmaking, 1985.*

4.2. Características y definiciones

El principal insumo que se utiliza para la fabricación de acero es la chatarra ferrosa, la cual debe cumplir estándares mínimos para garantizar la calidad de los productos.

Esta exigencia, hace obligatorio la clasificación de la chatarra en función de su tamaño, peso, composición química, densidad de material, grado de impurezas y proceso de descarga, estableciendo diversas denominaciones para identificar cada tipo de chatarra, las cuales se exponen de forma breve pero sustancialmente a continuación.

4.2.1. Chatarra lista

Se denomina chatarra lista a todo aquel tipo de chatarra que no necesita ser procesada para poder utilizarse, es decir que es la chatarra que va directamente al horno de fundición para su procesamiento. Dentro de este tipo de materiales está el menudo, el hierro fundido menor a 80cm, la paca, la viruta de hierro fundido y los residuos de fundición.

4.2.1.1. Menudo

Es la chatarra de acero al carbono con composición química mixta, proveniente generalmente de desechos industriales y repuestos automotrices mayores o iguales a 1/4" de espesor, de los cuales se pueden listar los siguientes:

- Piezas automotrices pequeñas como tornillos, engranes, válvulas y ejes
- Tubería de cualquier diámetro con espesor mayor a 1/4" cortado a 50cm
- Bufas, cojinetes, chumaceras, engranajes, *shocks*, cajas de velocidades
- Despunte de laminación de 50cm de largo para abajo
- Rollos de fleje sólidos y bien amarrados, con mínimo 4 amarres
- Perfiles con espesor mayor a 1/4" cortados a 50cm
- Chasis de camión o camioneta sin fibra aislante cortadas a 50cm
- Plataforma de rastra sin madera cortadas a 50cm

En la siguiente tabla, se presenta la densidad mínima, media y máxima de la chatarra que entra en esta clasificación, así como su densidad y el porcentaje máximo de contaminantes permitidos. Además también se incluyen algunas fotografías de menudos que se manejan en la empresa bajo estudio.

Tabla XI. **Características del menudo**

Densidad Kg/m ³		Dimensiones en metros	Contaminantes % máximo			
			Cr	Cu	Ni	Sn
Mínima	700	≤ 0,80 de longitud	0,12	0,06	0,09	0,025
Media	800					
Máxima	900					

Fuente: equipos de industrialización de chatarra. GERDAU, acería ACI 2007.

Figura 23. **Chatarra tipo menudo**



Fuente: fotografía tomada en patio de chatarra, SIDEGUA.

4.2.1.2. Hierro fundido menor a 80 centímetros

Se trata de material proveniente de desechos mineros-industriales, automotriz y residuos de fundiciones. Este tipo de chatarra debe recibirse libre de aceites, cemento, gomas, alquitrán o cualquier elemento inflamable. Entre estos se tienen los siguientes:

- Motores de gasolina o diesel
- Motores eléctricos sin cobre
- Motores reductores
- Maquinaria industrial

Figura 24. Chatarra de hierro fundido



Fuente: fotografía tomada en patio de chatarra, SIDEGUA.

La chatarra que entra en esta clasificación debe cumplir como mínimo con las características presentadas en la siguiente tabla.

Tabla XII. **Características del hierro fundido**

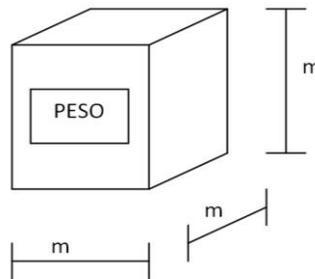
Densidad Kg/m ³		Dimensiones en metros	Contaminantes % máximo			
			Cr	Cu	Ni	Sn
Mínima	850	≤ 1 de longitud	0	0	0	0
Media	950					
Máxima	1100					

Fuente: equipos de industrialización de chatarra. GERDAU, acería ACI 2007.

4.2.1.3. **Paca**

Las pacas se obtienen de material muy liviano, como láminas, botes, perfiles y carrocería automotriz. Es procesado en una compactadora hidráulica y se clasifican en pacas limpias y pacas fragmentables. Para calcular la densidad de las pacas, se toma el peso bruto del vehículo y se le descuenta la tara del mismo, que es aproximadamente de 13 000 kg a 15 000 kg, dependiendo del tamaño. Posteriormente se mide el volumen total de las pacas sobre la rastra y finalmente se calcula la densidad.

Figura 25. **Chatarra tipo paca limpia**



$$\text{Densidad} = \text{peso neto pacas} / \text{volumen total de las pacas}$$

Fuente: elaboración propia.

Como información adicional, la densidad se define como peso en kilogramos, libras o toneladas métricas, dividido entre el volumen en centímetros cúbicos, metros cúbicos o pulgadas cúbicas.

4.2.1.3.1. Paca limpia

Se refiere a la chatarra en paca sin tierra, ni filtros de aceite, ni botes con residuos y sin lámina oxidada o degradada.

Tabla XIII. **Características de paca limpia**

Densidad Kg/m ³		Dimensiones en metros	Contaminantes % máximo			
			Cr	Cu	Ni	Sn
Mínima	801	60x40x40	0,2	0,1	0,05	0,08
Máxima	1 400					

Fuente: equipos de industrialización de chatarra. GERDAU, acería ACI 2007.

Figura 26. **Chatarra tipo paca limpia**



Fuente: fotografía tomada en patio de chatarra, SIDEGUA.

4.2.1.3.2. Paca fragmentable

Pacas sin tierra, sin filtros de aceite, con botes limpios y sin lámina oxidada o degradada, pero con densidades menores a la paca limpia, tal como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla XIV. **Características de paca fragmentable**

Densidad Kg/m ³		Dimensiones en metros	Contaminantes % máximo			
			Cr	Cu	Ni	Sn
Mínima	600	60x40x40	0,2	0,1	0,05	0,08
Máxima	800					

Fuente: equipos de industrialización de chatarra. GERDAU, acería ACI 2007.

Figura 27. **Chatarra tipo paca fragmentable**



Fuente: fotografía tomada en patio de chatarra, SIDEGUA.

4.2.1.4. Viruta de hierro fundido

Residuos de piezas maquinadas de fundición de hierro, obtenido en talleres de maquinado. Debe estar libre de tierra, aserrín, filtros, aceites, residuos de concreto y cumplir las especificaciones del hierro fundido sólido.

Tabla XV. **Características de la viruta de hierro fundido**

Densidad Kg/m ³		Dimensiones en metros	Contaminantes % máximo			
			Cr	Cu	Ni	Sn
Mínima			0	0	0	0
Media	1 000					
Máxima						

Fuente: equipos de industrialización de chatarra. GERDAU, acería ACI 2007.

4.2.1.5. Residuos de fundición

Chatarra proveniente de la recuperación de derrames de acero, escorias o pozo de vaciado en acería, con espesores mayores a 3mm y debe cumplir con:

Tabla XVI. **Características de los residuos de fundición**

Densidad Kg/m ³		Dimensiones en metros	Contaminantes % máximo			
			Cr	Cu	Ni	Sn
Mínima	129	≤ 50x50x50	0,35	0,1	0,1	0,1
Media	1 000					
Máxima	1 300					

Fuente: equipos de industrialización de chatarra. GERDAU, acería ACI 2007.

4.2.2. Chatarra para oxicorte

Chatarra proveniente de desechos industriales con un espesor mayor o igual a 1/4" con las siguientes características.

- Piezas sólidas de maquinaria
- Ejes sólidos
- Despunte de laminación
- Vigas y perfiles mayores a 1/4" de espesor
- Varillas o ejes con diámetro mayor a 1/4"
- Maquinaria pesada industrial
- Chatarra de barco no podrido
- Tubería de cualquier diámetro con espesor mayor a 1/4"
- Chasis de camión con espesor mayor a 1/4"

Tabla XVII. **Características de los residuos para oxicorte**

Densidad Kg/m ³		Dimensiones en metros	Contaminantes % máximo			
			Cr	Cu	Ni	Sn
Mínima	700	≥0,80 de longitud	0,35	0,25	0,2	0,035
Media	800					
Máxima	900					

Fuente: equipos de industrialización de chatarra. GERDAU, acería ACI 2007.

Figura 28. **Chatarra para oxicorte**



Fuente: fotografía tomada en patio de chatarra, SIDEGUA.

4.2.3. Chatarra para fragmentar

Chatarra proveniente de residuos industriales y electrodomésticos, con densidades bajas que se procesan para poder aumentar su densidad, ya sea en compactadora hidráulica o fragmentadora Shredder.

- Paca fragmentada y cizallada
- Lámina de carros, camionetas, estufas, refrigeradoras sin fibra aislante
- Tubería, ducto cuadrado, redondo, rectangulares
- Sillas, mesas y camas
- Ventanas puertas y estructuras livianas
- Rollos de lámina nueva y limpia amarrados
- Despunte y descole de laminación de lámina
- Costaneras, chasises de moto, bicicleta y similares
- Aros de moto y bicicleta
- Lámina de techo
- Toneles vacíos

- Malla de cama o cerco hecho maletas bien amarrado
- Pedazos de varilla de diámetro menor a 1/4" en rollos o maletas
- Electro malla con varilla de diámetro menor de 1/4" en rollos o maletas
- Viruta de torno de acero dulce a granel en rollos no maraña

Tabla XVIII. **Características del residuo fragmentable**

Densidad Kg/m ³		Dimensiones en metros	Contaminantes % máximo			
			Cr	Cu	Ni	Sn
Mínima	100	≤ 4 de longitud	0,35	0,25	0,2	0,035
Media						
Máxima	550					

Fuente: equipos de industrialización de chatarra. GERDAU, acería ACI 2007.

Figura 29. **Chatarra para fragmentar**



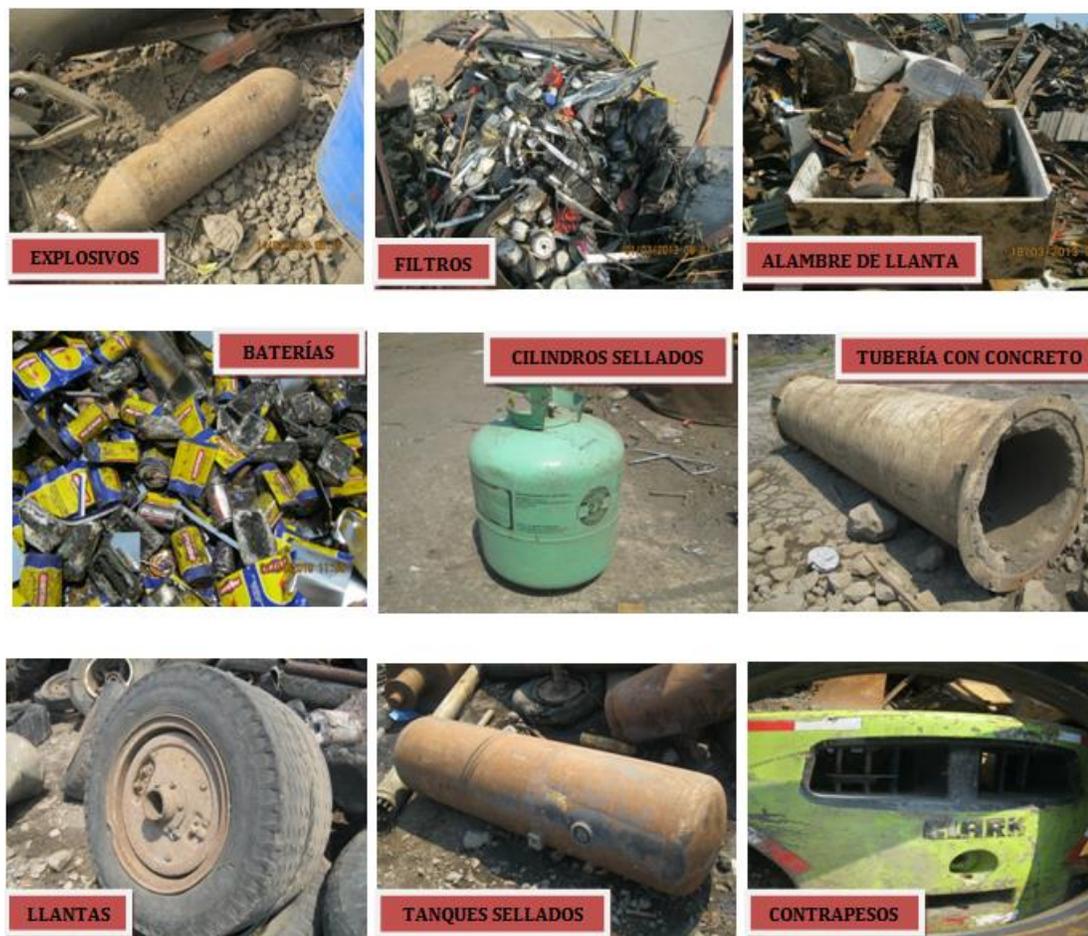
Fuente: fotografía tomada en patio de chatarra, SIDEGUA.

4.2.4. Materiales no aceptados

Los materiales del siguiente listado no se aceptan en el patio de chatarra. Si fueran detectados dentro de la carga, serán rechazados y devueltos al proveedor.

- Masas de ingenio
- Pacas mayores a 60 x 40 x 40 cm.
- Toneles con pesticidas o productos químicos
- Flejes sin amarrar tipo maraña
- Lamina acanalada o troquelada muy oxidada.
- Filtros de aceite sin quemar.
- Chatarra en toneles, excepto hierro fundido en granalla pre-autorizado
- Tubería de hierro fundido antigua por contenidos altos de fósforo y azufre
- Llantas, baterías, madera, productos electrónicos.
- Buses o vehículos completos con asientos y/o llantas
- Contrapesos de montacargas
- Tanques o cilindros cerrados con válvula
- Chatarra de origen bélico, explosivos
- Piezas con alto contenido de: cobre, bronce, zinc, aluminio o cromo
- Piezas revestidas con refractario o fibra de vidrio
- Depósitos con residuos o que estén revestidos de material inflamable
- Alambre de llanta quemado.
- Piezas que no se puedan cortar con oxiacetiléno ni quebrar con boleó
- Tierra, ripio, piedras, madera, arena

Figura 30. Chatarra no aceptada



Fuente: fotografía tomada en patio de chatarra, SIDEGUA.

Aparte de la chatarra mencionada en la lista anterior, se tiene terminantemente prohibido recibir rótulos de señalización vial, piezas de torres de construcción eléctrica, defensas metálicas de carreteras, tapaderas municipales y telefónicas, así como rieles de tren.

Figura 31. **Chatarra prohibido recibir**



Fuente: <http://www.google.com>. Consulta: 17 de agosto de 2016

5. DISEÑO Y DISTRIBUCIÓN DE LAS ÁREAS DE ALMACENAJE

Tomando en consideración que el volumen de materia prima que se maneja es bastante grande es necesario que la distribución de la planta sea de acuerdo al proceso y a la diversidad de los productos de materia prima que se manejan.

Por la diversidad de materiales es necesario destinar un espacio adecuado para cada tipo de chatarra dependiendo de su calidad y composición química que facilite el proceso de clasificación y manejo de los materiales. Para esto es necesario establecer las diferentes zonas o áreas con las que contará el patio de clasificación tomado en cuenta sus dimensiones.

5.1. Parqueo área de espera de vehículos

Esta zona está destinada para que los proveedores de chatarra puedan estacionar sus vehículos cargados, en espera de que su carga sea revisada, clasificada y pesada para iniciar el proceso de descarga.

Esta zona ocupa un área con bastante amplitud, lo que puede parecer un desperdicio de espacio, sin embargo, esta amplitud permite que se pueda hacer una revisión adecuada de la carga, clasificarla de acuerdo a sus características y evita que los proveedores ocupen espacio en la carretera obstaculizando el flujo vehicular, expuestos a asaltos o accidentes viales.

Es importante tomar en cuenta la cantidad de vehículos que puede albergar tomando en consideración la longitud, ancho y la movilidad que puedan tener los vehículos para poder trasladarse posteriormente al área de pesaje y descarga.

Las dimensiones del área de espera son de 45 m de ancho, 55 m de largo, que hacen un área de 1223 m², con una capacidad para 100 vehículos entre camiones tráiler, en este mismo espacio está instalada la báscula de peso inicial con una capacidad de 100 toneladas.

Figura 32. **Parqueo de vehículos**



Fuente: fotografía tomada en patio de chatarra, SIDEGUA.

5.2. Báscula uno área de pesaje inicial

Esta zona se encuentra en el parqueo o zona de espera, en este espacio están instaladas dos básculas con capacidad de 100 toneladas, con dimensiones de 3,25 metros de ancho por 23 metros de largo cada una y es donde son pesados los vehículos que transportan la materia prima.

En la báscula No. 1 se registran los pesos de entrada, previos a ser revisados y autorizados por el ingeniero de proceso responsable de la clasificación de vehículos, aquí se le entrega una tarjeta de clasificación que debe presentar en todas las áreas a donde se presente a descargar. Además en esta báscula, se hace la inspección de contaminantes radioactivos que pudieran estar dentro de la carga, por medio de detectores de radiación instaladas en paneles a la salida de la báscula.

La báscula No. 2, registra los pesos de salida cuando el vehículo ha cumplido con todo el proceso de descarga de chatarra. En esta báscula, el piloto del vehículo debe presentar la tarjeta de clasificación con todas las firmas y sellos correspondientes a todas las áreas donde se presentó a descargar; para que de esta forma, pueda determinar la cantidad de chatarra que dejó en proceso de descarga.

Figura 33. **Báscula de pesaje inicial**



Fuente: fotografía tomada en patio de chatarra, SIDEGUA.

5.3. **Báscula cuatro área de pesaje parcial**

Báscula ubicada dentro de la planta, sobre la calle principal hacia la fragmentadora, la cual se encarga exclusivamente de registrar el peso parcial de los vehículos cuando estos tienen diferentes tipos de chatarra o también una sola calidad, siempre y cuando sea chatarra para oxicorte, menudo, hierro fundido, paca limpia o paca fragmentada.

Los vehículos tienen que ser registrados en esta báscula para poder ser descargados en las áreas que corresponden, de lo contrario, no se descargan. Algo importante de resaltar, es que en esta báscula no se pesan los vehículos con chatarra fragmentable o de segunda calidad.

La báscula de pesaje parcial, cuenta con una capacidad máxima de 100 toneladas y con dimensiones de 3 metros de ancho por 23 metros de largo.

Figura 34. **Báscula de pesaje parcial**



Fuente: fotografía tomada en patio de chatarra, SIDEQUA.

5.4. Área descarga de chatarra

Las áreas de descarga están distribuidas de tal manera que se adecuen al tipo de material que se descargue; cuenta con silos de chatarra para oxicorte, menudo, hierro fundido, pacas y chatarra para fragmentar, con puntos específicos según las dimensiones de los vehículos a descargar. Además de las dimensiones de la grúa que se encarga de la descarga y su capacidad de alcance, también cuenta con un área de espera, con capacidad para 10 vehículos. A pesar de contar con un área bastante amplia, siempre se tiene cuidado de no generar congestión que interrumpa la fluidez de las actividades de clasificación y descarga.

Esta área se ha diseñado para que cuente con los niveles de seguridad industrial adecuados, tanto para el personal interno como externo, proveyendo de un espacio adecuado para que el piloto de cada vehículo espere su turno de descarga de forma ordenada y controlada.

Figura 35. Grúa con garra Caterpillar



Fuente: fotografía tomada en patio de chatarra, SIDEGUA.

5.5. Silos de chatarra

Se llama silo de almacenamiento de chatarra, al área que se ha asignado para la descarga y almacenamiento de chatarra ferrosa. Este espacio es de mucha importancia, ya que aquí es donde se concentra la chatarra para el proceso de clasificación, descarga, almacenaje y preparación para el corte del mismo. Cuando sea necesario, y posterior a este proceso minucioso de clasificación, se carga y traslada al área del horno eléctrico donde es consumido para el proceso de fundición. Estos son distribuidos según las dimensiones de las piezas de chatarra a descargar.

5.5.1. Dimensiones, distribución y capacidad de almacenar chatarra para proceso en silos área de patio

Se ha tenido el cuidado de hacer un estudio adecuado para poder determinar la distribución de las áreas para el almacenamiento de chatarra, con el objetivo de que estos cuenten con una dimensión que esté acorde al tipo de chatarra que se ha de manejar en cada área destinada para estos procesos. Estas áreas permiten que se pueda procesar la chatarra por el método más adecuado, ya sea por medio de oxicorte o cizallado.

5.5.1.1. Silo 1 chatarra para oxicorte

Este silo se ha adecuado y distribuido para almacenar chatarra para oxicorte con una densidad de 750 kg/m^3 , específicamente sus dimensiones son de 20 metros de ancho y 41 metros de longitud para obtener un área total de 820 m^2 y una capacidad de almacenaje de 3075 toneladas, esto tomando en cuenta que la altura de almacenamiento debe ser de 5 metros exactamente, respetando esta altura máxima marcada en el nivel de referencia.

En este silo se ha ubicado tres grupos de trabajo identificados como G1, G2 y G3 que se dedican a cortar la chatarra almacenada en este silo.

Figura 36. **Silo 1 de almacenamiento de chatarra**



Fuente: fotografía tomada en patio de chatarra, SIDEGUA.

5.5.1.2. Silo 2 chatarra para oxicorte

Este silo se ha adecuado y distribuido para almacenar chatarra para oxicorte con una densidad de 750 kg/m^3 , específicamente sus dimensiones son de 33 metros de ancho y 46 metros de longitud para obtener un área total de 1518 m^2 y una capacidad de almacenaje de 4200 toneladas, esto tomando en cuenta que la altura de almacenamiento debe ser de 5 metros exactamente, respetando esta altura máxima marcada en el nivel de referencia.

En este silo se ha ubicado tres grupos de trabajo identificados como G4, G5 y G6 que se dedican a cortar la chatarra almacenada en este silo.

Figura 37. **Silo 2 para almacenaje de chatarra**



Fuente: fotografía tomada en patio de chatarra, SIDEGUA.

5.5.1.3. Silo 3 chatarra para fragmentar

Este silo se ha adecuado y distribuido para almacenar chatarra para triturar en la fragmentadora Shredder con una densidad de 185kg/m^3 .

Específicamente sus dimensiones son de 48 metros de ancho y 68 metros de longitud para obtener un área total de 3266m^2 y una capacidad de almacenaje de 3019 toneladas, esto tomando en cuenta que la altura de almacenamiento debe ser de 5 metros exactamente, respetando esta altura máxima marcada en el nivel de referencia. En este silo se ha ubicado tres grupos de trabajo que se dedican a cortar la chatarra almacenada en este silo.

Figura 38. **Silo 3 para almacenaje de chatarra**



Fuente: fotografía tomada en patio de chatarra, SIDEGUA.

5.5.1.4. Silo 4 chatarra para oxicorte

Este silo se ha adecuado y distribuido para almacenar chatarra para oxicorte con una densidad de 750 kg/m^3 , específicamente sus dimensiones son de 42 metros de ancho y 48 metros de longitud para obtener un área total de 2016 m^2 y una capacidad de almacenaje de 3075 toneladas, esto tomando en cuenta que la altura de almacenamiento debe ser de 5 metros exactamente, respetando esta altura máxima marcada en el nivel de referencia.

En este silo se ha ubicado cuatro grupos de trabajo identificados como G7, G8, G9 y G10 que se dedican a cortar la chatarra almacenada específicamente en este silo.

Figura 39. **Silo 4 para almacenaje de chatarra**



Fuente: fotografía tomada en patio de chatarra, SIDEGUA.

5.5.1.5. Silo 5 chatarra para cizallar

Este silo se ha adecuado y distribuido para almacenar chatarra para cizallar con una densidad de 550kg/m^3 , específicamente sus dimensiones son de 25 metros de ancho y 90 metros de longitud para obtener un área total de 2250m^2 y una capacidad de almacenaje de 4700 toneladas, esto tomando en cuenta que la altura de almacenamiento debe ser de 5 metros exactamente, respetando esta altura máxima marcada en el nivel de referencia.

En este silo se ha ubicado una grúa modelo 320 DL, con una cizalla modelo S260 marca Caterpillar que corta la chatarra almacenada en este silo a una longitud de 80 centímetros.

Figura 40. **Silo 5 para almacenaje de chatarra**



Fuente: fotografía tomada en patio de chatarra, SIDEGUA.

5.5.1.6. Silo 6 chatarra para fragmentar

Este silo se ha adecuado y distribuido para almacenar chatarra para triturar en la fragmentadora Shredder con una densidad de 185kg/m^3 , específicamente.

Las dimensiones de este silo son de 32 metros de ancho y 60 metros de longitud para obtener un área total de 1920m^2 y una capacidad de almacenaje de 1776 toneladas, esto tomando en cuenta que la altura de almacenamiento debe ser de 5 metros exactamente, respetando esta altura máxima marcada en el nivel de referencia.

Figura 41. **Silo 6 para almacenaje de chatarra**



Fuente: fotografía tomada en patio de chatarra, SIDEGUA.

5.5.2. Dimensiones, distribución y capacidad de almacenar chatarra para proceso en silos área de nave

En los silos del área de nave se estudian las dimensiones, distribución y capacidad de almacenaje que poseen para el procesamiento de chatarra, la cual se presenta a continuación.

5.5.2.1. Silo 1 área descarga de vehículos

Este silo se encuentra en el área de la nave del horno de fundición, área que se utiliza para el almacenamiento de chatarra preparada, esto significa que debe estar limpia de impurezas y clasificada previamente lista para cargarse al horno de fundición.

Cuenta con una dimensión de 5 metros de ancho y 29 metros de longitud que hace un área de 145 m² que se utiliza específicamente para que los vehículos que transportan chatarra preparada puedan maniobrar y estacionar de manera cómoda y segura para el proceso de descarga de chatarra, habiendo sido previamente clasificado y autorizado, ya que ningún vehículo puede ingresar a esta área restringida sin la autorización del ingeniero de proceso a cargo.

Figura 42. **Silo 1 nave de chatarra para almacenaje**



Fuente: fotografía tomada en patio de chatarra, SIDEGUA.

5.5.2.2. Silo 2 chatarra menudo

Este silo se encuentra en el área de la nave del horno de fundición, área que se utiliza para el almacenamiento de chatarra preparada, esto significa que debe estar limpia de impurezas y clasificada previamente lista para cargarse al horno de fundición.

Cuenta con una dimensión de 5 metros de ancho y 29 metros de longitud que hace un área de 145 m², en donde se puede almacenar 550 toneladas de chatarra menuda con una densidad de 720kg/m³. Este espacio está destinado únicamente para chatarra menudo y no debe haber ningún otro tipo de material, además las dimensiones de dicha chatarra no debe exceder los 80 centímetros de longitud. El proceso de descarga en este silo es por medio de una grúa puente con electro imán con capacidad de 5 toneladas de levante.

Figura 43. **Silo 2 nave de chatarra para almacenaje**



Fuente: fotografía tomada en patio de chatarra, SIDEGUA.

5.5.2.3. Silo 3 chatarra tipo paca

Este silo se encuentra en el área de la nave del horno de fundición, área que se utiliza para el almacenamiento de chatarra preparada, esto significa que debe estar limpia de impurezas, como filtros con aceite, concreto, madera, hule y fibra de vidrio; se clasifica previamente para determinar qué tipo de paca es, según la tabla de clasificación de los tipos de paca, este tipo de chatarra debe estar lista para cargarse al horno de fundición.

Las dimensiones del silo son de 10 metros de ancho y 29 metros de longitud, que hace un área total de 290 m² y permite tener una capacidad de almacenamiento de 950 toneladas de paca, con una densidad promedio de 660 kg/m³. La descarga de este tipo de chatarra es con grúa puente con electro imán o camiones de volteo.

Figura 44. **Silo 3 nave de chatarra para almacenaje**



Fuente: fotografía tomada en patio de chatarra, SIDEGUA.

5.5.2.4. Silo 4 chatarra fragmentada

Este silo se encuentra en el área de la nave del horno de fundición, área que se utiliza para el almacenamiento de chatarra preparada, esto significa que debe estar limpia de tierra. Este tipo de chatarra se obtiene únicamente en las instalaciones de la siderúrgica ya que para obtenerla es necesario procesar la chatarra en la fragmentadora Shredder, luego se traslada a la nave por medio de camiones de volteo que son propiedad de la empresa, no es necesario utilizar grúas para su descarga, pero si es necesario la utilización de grúas Caterpillar modelo 320 con garra para cargar los camiones de volteo.

Las dimensiones del silo son de 10 metros de ancho y 29 metros de longitud, que hace un área total de 290 m² , donde se almacenan 725 toneladas de chatarra con una densidad de 576 kg/m³.

Figura 45. **Silo 4 nave de chatarra para almacenaje**



Fuente: fotografía tomada en patio de chatarra, SIDEGUA.

5.5.2.5. Silo 5 chatarra oxicortada

Este silo se encuentra en el área de la nave del horno de fundición, área que se utiliza para el almacenamiento de chatarra preparada, esto significa que debe estar limpia de impurezas tales como tierra, hule, fibra de vidrio, concreto, refractario, material bélico, acero inoxidable, contrapesos y cromo; que además no debe exceder los 80 centímetros de longitud.

Este tipo de chatarra se obtiene por medio de proveedores y en las instalaciones de la siderúrgica por medio del proceso de corte de las piezas grandes de chatarra con equipo de oxicorte.

Figura 46. **Silo 5 nave de chatarra para almacenaje**



Fuente: fotografía tomada en patio de chatarra, SIDEGUA.

5.5.2.6. Silo 6 hierro fundido menor a 80cm

Este silo se encuentra en el área de la nave del horno de fundición, área que se utiliza para el almacenamiento de chatarra preparada, esto significa que debe estar limpia de impurezas tales como tierra, aceite, concreto y material refractario; que además no debe exceder los 80 centímetros de longitud.

Este tipo de chatarra se obtiene por medio de proveedores y en las instalaciones de la siderúrgica por medio del proceso de voleo que consiste en quebrar las piezas de hierro fundido mayores a 80 centímetros, dejándoles caer una masa de acero manipulado por una grúa pórtico con electroimán. Sus dimensiones son de 4 metros de ancho y 15 metros de longitud para obtener un área de 60 m², tiene una capacidad de almacenar 119 toneladas de material con una densidad de 960 kg/m³.

Figura 47. **Silo 6 nave de chatarra para almacenaje**



Fuente: fotografía tomada en patio de chatarra, SIDEGUA.

5.5.2.7. Silo 7 chatarra menudo

Este silo se encuentra en el área de la nave del horno de fundición, área que se utiliza para el almacenamiento de chatarra preparada, esto significa que debe estar limpia de impurezas y clasificada previamente, lista para cargarse al horno de fundición.

Cuenta con una dimensión de 12 metros de ancho y 29 metros de longitud que hace un área de 348 m², en donde se puede almacenar 1100 toneladas de chatarra menuda con una densidad de 720 kg/m³. En éste espacio, destinado para este tipo de chatarra, no debe haber ningún otro tipo de material; además las dimensiones de dicha chatarra no deben exceder los 80 centímetros de longitud. El proceso de descarga en este silo es por medio de una grúa Caterpillar modelo C322 con garra y grúa puente con electro imán con capacidad de 5 toneladas de levante

Figura 48. **Silo 7 nave de chatarra para almacenaje**



Fuente: fotografía tomada en patio de chatarra, SIDEGUA.

5.5.3. Dimensiones, distribución y capacidad de almacenar chatarra para proceso en silos área de pórticos

Esta es un área destinada para almacenamiento de chatarra preparada pero también se utiliza como área de descarga de vehículos cargados con chatarra. En este espacio se encuentran instaladas dos grúas pórtico con electroimán, con una capacidad de levante de 2 toneladas.; la grúa pórtico 1 se encuentra en el lado norte y la grúa pórtico 2 está en el lado sur.

El espacio está destinado exclusivamente para almacenar tres tipos de chatarra, por lo cual se ha dividido en tres secciones, la primera es la sección donde se ubica la grúa pórtico lado norte donde se almacena exclusivamente chatarra menuda, material pequeño no mayor a 80 centímetros, el área central se utiliza para almacenar chatarra fragmentada conocido comúnmente como chicharrón, y el área de la grúa pórtico sur donde se almacena hierro fundido para proceso de voleo.

5.5.3.1. Silo pórtico norte chatarra menuda

Silo ubicado en el lado norte del área de las grúas pórtico, como lo indica su nombre, el área se utiliza específicamente para el almacenamiento de chatarra preparada lista para el consumo en el horno de fundición, sus dimensiones son de 21 metros de ancho y 37 metros de largo esto nos genera una área de 777 m², en donde se puede almacenar 3250 toneladas de chatarra con una densidad de 720 kg/m³.

En este espacio se puede descargar vehículos con grúa Caterpillar con garra modelo 322C, para vehículos con carga completa o con el electroimán de la grúa pórtico, siendo más eficiente y rápido con la grúa 322C y posteriormente los residuos dejados son descargados con el electroimán. Haciendo más rápido el proceso de descarga.

Figura 49. Silo pórtico norte nave de chatarra



Fuente: fotografía tomada en patio de chatarra, SIDEGUA.

5.5.3.2. Silo pórtico central chatarra fragmentada

Silo ubicado en la parte central del área de las grúas pórtico, como lo indica su nombre, el área se utiliza específicamente para el almacenamiento de chatarra preparada lista para el consumo en el horno de fundición, habiendo sido procesada en la fragmentadora Shredder.

Sus dimensiones son de 21 metros de ancho y 44 metros de largo esto genera un área de 924 m², en donde se puede almacenar 3000 toneladas de chatarra con una densidad de 576 kg/m³. En este espacio se puede descargar vehículos con grúa Caterpillar con garra modelo 322C, grúa pórtico y camiones de volteo propiedad de la empresa.

Figura 50. **Silo pórtico central nave de chatarra**



Fuente: fotografía tomada en patio de chatarra, SIDEGUA.

5.5.3.3. Silo pórtico sur hierro fundido para proceso

Silo ubicado en la parte sur del área de las grúas pórtico, como lo indica su nombre, el área se utiliza específicamente para el almacenamiento de chatarra de hierro fundido, con dimensiones que van desde los 80 centímetros hasta grandes pieza que necesitan pasar por el proceso de voleo como parte de su preparación para el consumo en el horno de fundición.

Sus dimensiones son de 20 metros de ancho y 45 metros de largo esto genera un área de 900 m², de los cuales 500 m² se utilizan para almacenar chatarra y los otros 400 m² son utilizados para el proceso de voleo y quebrar piezas de hierro fundido. En el área de 500 m² se puede almacenar 700 toneladas de chatarra con una densidad de 996 kg/m³. En este espacio se puede descargar vehículos con grúa Caterpillar con garra modelo 322C, grúa pórtico, montacargas con capacidad de 15 toneladas y camiones de volteo propiedad de la empresa.

Figura 51. Silo pórtico sur nave de chatarra



Fuente: fotografía tomada en patio de chatarra, SIDEQUA.

5.5.3.4. Anexos silos pórtico

En las temporadas donde la demanda de producción es muy elevada se incrementa también la demanda de materia prima por tal motivo se ha diseñado un espacio específico para el almacenamiento de chatarra preparada lista para el consumo que este lo más cercano posible al horno de fundición para evitar pérdida de tiempo en el traslado de chatarra, por ello se ha definido tres silos adicionales que se utilizan para el almacenamiento de chatarra menuda, oxicortada y chatarra tipo paca.

5.5.3.4.1. Anexo 1 paca

Este silo se encuentra en el área anexa a los pórticos, área que se utiliza para el almacenamiento de chatarra preparada, esto significa que debe estar limpia de impurezas, como filtros con aceite, concreto, madera, hule y fibra de vidrio.

Esta chatarra cuenta con una clasificación previa para determinar qué tipo de paca es según la tabla de clasificación de los tipos de paca que maneja la empresa.

Las dimensiones del silo son de 23 metros de ancho y 35 metros de longitud que hace un área de 805 m², para tener una capacidad de almacenamiento de 3000 toneladas de paca con una densidad promedio de 660 kg/m³. La descarga de este tipo de chatarra es con grúa Caterpillar modelo 322 y camiones de volteo.

Figura 52. **Silo anexo 1 nave de chatarra**



Fuente: fotografía tomada en patio de chatarra, SIDEGUA.

5.5.3.4.2. Anexo 2 oxicortados

Este silo se encuentra en el área anexa a los silos de la grúas pórtico, área que se utiliza para el almacenamiento de chatarra preparada, esto significa que debe estar limpia de impurezas tales como tierra, hule, fibra de vidrio, concreto, refractario, material velico, acero inoxidable, contrapesos y cromo, además no debe exceder los 80 centímetros de longitud. Este tipo de chatarra se obtiene por medio de proveedores y en las instalaciones de la siderúrgica por medio del proceso de corte de las piezas grandes de chatarra con equipo de oxicorte.

Sus dimensiones son de 26 metros de ancho y 41 metros de largo para hacer un área total de 1066 m², donde es posible almacenar 4500 toneladas de chatarra, este tipo de chatarra se traslada de los silos de oxicorte para almacenarla esperando ser utilizada en el proceso de fundición.

Figura 53. **Silo anexo 2 nave de chatarra**



Fuente: fotografía tomada en patio de chatarra, SIDEGUA.

5.5.3.4.3. Anexo 3 menudos

Silo ubicado en el lado sur a un costado del área de las grúas pórtico, como lo indica su nombre, el área se utiliza específicamente para el almacenamiento de chatarra preparada lista para el consumo en el horno de fundición.

Sus dimensiones son de 23 metros de ancho y 30 metros de largo esto genera un área de 690 m², en donde es posible almacenar hasta 2800 toneladas de chatarra con una densidad de 720 kg/m³. En este espacio se puede descargar vehículos con grúa Caterpillar con garra modelo 322C, para vehículos con carga completa. Posteriormente los residuos dejados son descargados con el electroimán, lo cual hace más rápido el proceso de descarga.

Figura 54. **Silo anexo 3 nave de chatarra**



Fuente: fotografía tomada en patio de chatarra, SIDEGUA.

5.6. Área de espera vehículos pendientes de descarga

En general los vehículos que se reciben en el parque industrial transportan su chatarra de una forma no homogénea, es decir, la transportan revuelta en cuanto a sus calidades y dimensiones. Esta situación provoca atraso en el proceso de descarga ya que es necesario el traslado constantemente a áreas distintas para poder descargarle la chatarra según sus características hasta concluir con el proceso. En ciertos casos, esto puede durar más de un día, haciendo necesario un espacio o parqueo especial para que estos vehículos queden en espera para el siguiente día sin correr riesgo alguno, es por ello que se ha destinado un parqueo interno con capacidad para 30 vehículos entre cabezales con rastra y camiones.

El área también puede ser utilizada por otros vehículos, que por cuestiones de horario de descarga o por la gran cantidad de vehículos, no logran descargar el mismo día.

6. PROCESO DE RECEPCIÓN, CLASIFICACIÓN Y DESCARGA

Para que los procesos se lleven a cabo más eficientemente, se describe la forma en que se lleva a cabo la recepción, clasificación y descarga de chatarra, útil no solo para los proveedores, sino para los colaboradores que deben dar trámite interno.

6.1. Orientación para el proceso de recepción

Es de mucha importancia que cada piloto de vehículo pase por el proceso de inducción, ya que en este proceso recibirá las instrucciones adecuadas para poder conducirse por las áreas de descarga de chatarra y zonas aledañas a las unidades productivas del parque industrial.

Esta inducción le dará herramientas de comportamiento seguro, reglas generales de seguridad, reglas específicas del área, equipo de protección personal que debe utilizar y las condiciones bajo las cuales debe circular en el parque industrial.

6.1.1. Integración de seguridad para choferes

Con la finalidad de evitar y reducir al máximo los accidentes dentro del área del patio de chatarra, se imparte una inducción de seguridad industrial para los pilotos de nuevo ingreso, esta inducción se imparte todos los martes a las ocho de la mañana y dura una hora máximo para no interferir en el proceso de recepción y descarga de chatarra.

El objetivo de esta inducción es que los pilotos conozcan los conceptos básicos de seguridad industrial, la forma de cómo se maneja la seguridad dentro de las instalaciones y que estos conceptos promuevan la conciencia de seguridad industrial en los pilotos y evitar los accidentes. Para esto, un delegado del departamento seguridad industrial y salud ocupacional se encarga de la inducción de forma presencial, utilizando los recursos adecuados, tales como: computadora, cañonera y material impreso para cada participante. En esta inducción se les proporcionan las reglas generales de seguridad industrial y las reglas específicas de cada una de las áreas en las cuales el piloto tendrá que ir a descargar su producto.

6.1.2. Registro de capacitación e integración

Después de haber recibido la inducción, cada uno de los pilotos nuevos debe de firmar la hoja de asistencia para llevar el registro y comprobar que efectivamente ha recibido la inducción. Después se hace una evaluación teórica de la inducción, esta evaluación está a cargo del delegado del departamento de seguridad industrial y salud ocupacional en conjunto con un delegado del patio de chatarra y recursos humanos, el piloto debe aprobar la evaluación teórica con una nota de 80 puntos, de no ser así tendrá que volver a participar de la inducción y someterse de nuevo a la evaluación hasta que sea aprobada.

Posteriormente se le hace entrega de un gafete el cual debe portar y presentar en garita cada vez que ingrese al parque industrial, de no presentarlo no podrá ingresar a las instalaciones hasta que se compruebe que efectivamente ha recibido y aprobado la inducción.

A continuación se presenta el documento donde se debe llevar el registro de la capacitación de pilotos, con el resultado de las evaluaciones realizadas.

Figura 55. Registro de capacitación de pilotos

			Última revisión 17/01/2011
	Versión No.1	Página 1 de 1	

Resultados evaluaciones a pilotos de chatarra sobre reglas generales y específicas del patio de chatarra

Fecha:		Duración:	
Instructor:		Lugar:	

No.	NOMBRE	No. Identificación	Nota
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			

Vo. Bo. Responsable	Vo. Bo. RRHH	Vo. Bo. Instructor
---------------------	--------------	--------------------

Fuente: elaboración propia.

6.1.3. Carteles de señalización y mapa orientativo

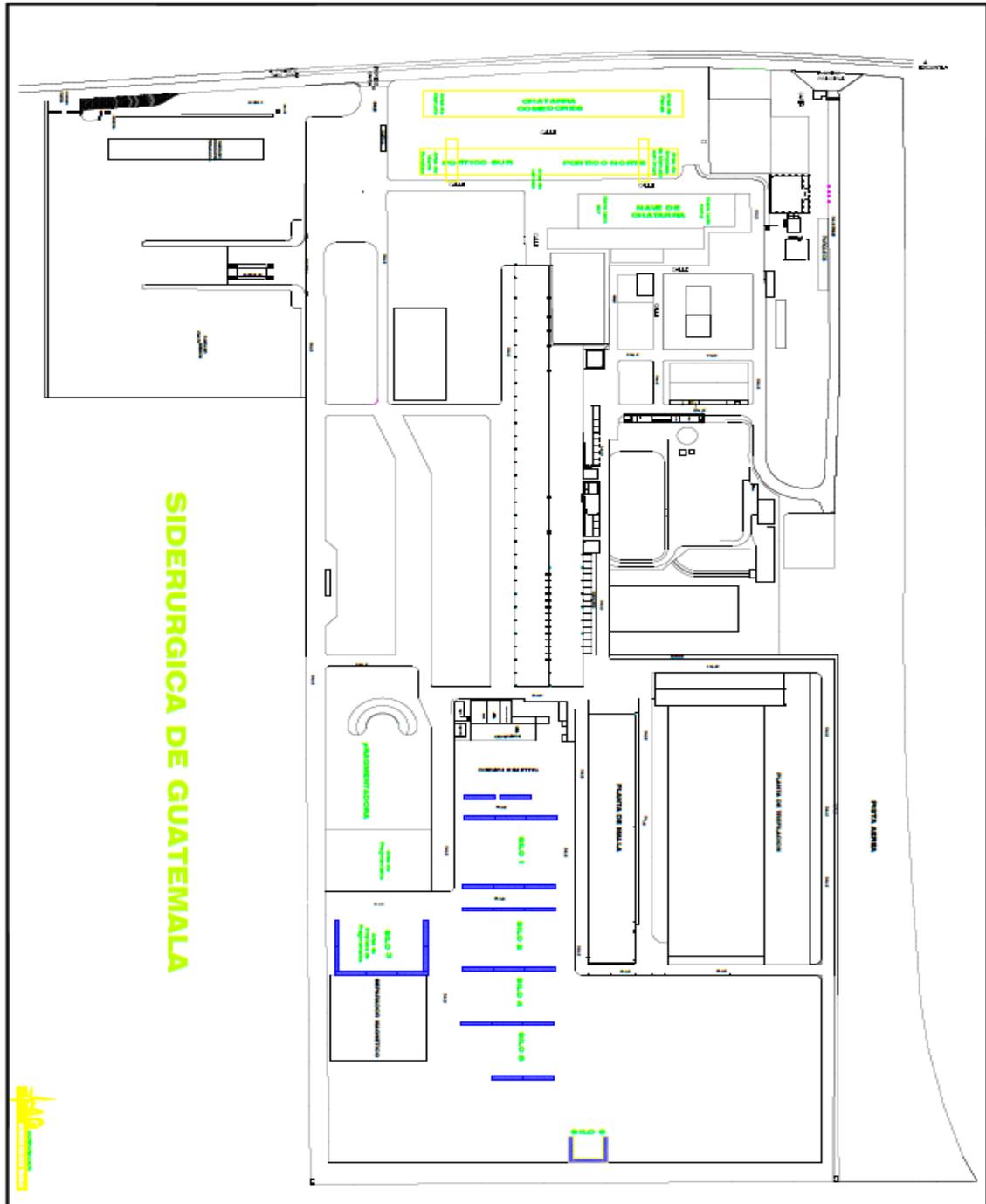
Con la finalidad de facilitar la circulación de los pilotos dentro del parque industrial, se instalan rótulos orientativos en todas las áreas de descarga, estos rótulos deben contener información sobre la dirección de las vías, cruces peatonales, velocidad máxima de circulación y lo más importante deben orientar la ubicación de las áreas de descarga, cada una de las áreas deberá identificarse con el número de silo y el tipo de chatarra que se descarga en el área específica.

Figura 56. Caseta de espera de pilotos



Fuente: fotografía tomada en patio de chatarra, SIDEGUA.

Figura 57. Mapa orientativo



Fuente: patio de chatarra, SIDEGUA.

6.2. Recepción de chatarra

La importancia de contar con un método adecuado para la recepción de chatarra es de vital importancia para evitar pérdida de tiempo, recurso humano, maquinaria y equipo, en desempeñar tareas que no van enfocadas a la optimización de recursos y registros adecuados.

6.2.1. Procedimiento documentado para la recepción

Con la finalidad de llevar un control estricto de todo lo que ingresa al patio de chatarra es necesario tener documentado la información de cada uno de los vehículos que transportan chatarra, esto consiste en registrar el número de placa del vehículo, nombre del piloto, nombre del proveedor, procedencia si es nacional o importada, peso de la carga y el tipo de chatarra que transporta, para ello se deben seguir los siguientes pasos:

- Registrarse en garita 3 para su ingreso, en donde el pilote debe presentar su licencia de conducir profesional y número de placa del vehículo.
- El segundo registro es la boleta de báscula, donde se anotan todos los datos generales de la carga.
- El tercer registro se hace en el patio de chatarra, con la boleta del clasificador de chatarra.

6.2.2. Condiciones generales para la recepción

Con el objetivo de evitar inconvenientes y no conformidades en el procedimiento de recepción y descarga de chatarra, se hace del conocimiento

de todos los proveedores de chatarra las siguientes condiciones generales para la recepción de chatarra, de no cumplir con estas condiciones mínimas se procederá a rechazar la carga o aplicar las sanciones correspondientes.

- El grado de oxidación de toda la chatarra que ingresa debe ser aceptable.
- Una carga menos revuelta, le garantiza una mejor clasificación y un menor tiempo de descarga. En todas las cargas revueltas, la cantidad de cada tipo de material queda al criterio del clasificador del área.
- El peso máximo permitido por pieza es el que se pueda descargar con los equipos de la empresa de 20 toneladas y se descarga con montacargas. En una pieza de peso mayor al indicado, el proveedor de la chatarra se debe hacer cargo de traer el equipo necesario para su descarga.
- En recipientes como toneles, refrigeradoras, lavadoras o tanques abiertos no debe traer chatarra en su interior, de lo contrario no será descargada.
- Únicamente se puede traer en tonel el hierro fundido en granalla de proveedores pre-autorizados por el departamento de metálicos.
- Toda chatarra debe estar libre de impurezas, como: lubricantes, madera, tierra, concreto, refractario, piedras y cualquier otro elemento no ferroso.
- Se penalizarán las piezas que vengan contaminadas con material no apto, descontándole 3 veces el peso del material no apto al peso de la pieza.
- Cualquier duda respecto a tamaño o composición química de la pieza, se puede comunicar con el departamento de metálicos.

6.2.3. Especificaciones técnicas de los tipos de chatarra

Es de suma importancia que se cumplan con las características que se listan en el cuadro resumen que se presenta a continuación, esto con la finalidad de tener la menor cantidad de inconvenientes en el proceso de descarga de chatarra y se pueda clasificar con forme al manual del clasificador.

Tabla XIX. Especificación técnica de los tipos de chatarra

TIPO DE CHATARRA	CARACTERÍSTICAS
Oxicorte	<ul style="list-style-type: none">✓ Piezas sólidas con un largo $\leq 0,80$ m✓ Espesor $\geq \frac{1}{4}$ "✓ Densidad entre 500 y 750 Kg/m³✓ Chatarra libre de cualquier material no ferroso✓ Grado de oxidación aceptable o leve
Menudo	<ul style="list-style-type: none">✓ Piezas sólidas con un largo $\leq 0,50$ m✓ Espesor $\geq \frac{1}{4}$ "✓ Chatarra libre de cualquier material no ferroso✓ Grado de oxidación aceptable o leve
Hierro fundido	<ul style="list-style-type: none">✓ Piezas quebradas con un largo $\leq 0,80$ m✓ Sin cobre o cromo✓ Libre de aceite o cualquier contaminante
Pacas	<ul style="list-style-type: none">✓ Dimensiones de 0,60 x 0,40 x 0,40 m✓ Bien compactado sin tierra, filtros de aceite ni lámina oxidada✓ Densidad > 600 Kg/m³
Chicharrón	<ul style="list-style-type: none">✓ Material sin tierra✓ Densidad entre 400 y 650 Kg/m³
Torta	<ul style="list-style-type: none">✓ Dimensiones $\leq 0,40$ m✓ Sin escoria o materiales refractarios

Fuente: elaboración propia.

Lo anterior evita caer en inconformidades de parte del proveedor y sin perjudicar el rendimiento necesario de la chatarra que se utiliza en el proceso de fundición de acero en el horno, y evitar pérdidas que repercuten directamente en elevados costos de producción.

Es responsabilidad de los clasificadores de patio de chatarra que cada característica solicitada en este estándar se cumpla en la chatarra almacenada en la nave de chatarra. Es responsabilidad del Jefe de Patio de Chatarra supervisar el cumplimiento de este estándar

6.2.4. Evaluación de características físicas y químicas desconocidas de la chatarra

Es muy común que dentro de la chatarra que ingresa al patio existan materiales de composición química variable, pero con la experiencia del clasificador, se logra establecer si es aceptable o no dicho material. Sin embargo, hay circunstancias especiales en donde se desconoce completamente qué tipo de material se está recibiendo, por tal motivo es importante contar con el apoyo del jefe inmediato, quien determina las acciones a tomar. Normalmente cuando no se puede determinar su clasificación de forma visual o en base a las características físicas, se debe realizar una evaluación química del material, para ello es necesario seguir los pasos siguientes:

- En el área de clasificación
 - Llamar e informar al jefe inmediato superior
 - Evaluar características físicas del material
 - Cortar un pedazo del material de 50x50 mm
 - Pulir las caras del trozo de material para eliminar óxido y suciedad
 - Llevarlo al departamento de control de calidad

- En el departamento de control de calidad
 - La pieza se evalúa con el espectrómetro
 - Si la composición química es aceptable se continua la descarga
 - Si la composición química esta fuera de especificaciones se rechaza

6.2.5. Tratamiento de las no conformidades físicas y químicas

Es de vital importancia que todo vehículo rechazado, con chatarra fuera de las especificaciones físicas y químicas, se documente y llevar un registro de cada uno, según indica el estándar que se muestra a continuación.

Tabla XX. Procedimiento de rutina de no conformidades

ACTIVIDAD	COMO	CUIDADOS (seguridad, calidad y costos)
Inspección visual de la carga	Hacer una inspección visual sobre la carga del vehículo, previo a clasificación	
Muestras del material	Obtener una muestra de 50x50mm del material	Guardar la distancia al sacar las muestras
Revisar las muestras de material	El clasificador debe revisar en detalle las muestras, separando el material no conforme y evaluar la composición química	El clasificador debe esperar el resultado de control de calidad
Regresar todo el material al vehículo	Se solicita al operador de la grúa MH que regrese el material no conforme al vehículo	
Colocar el vehículo en espera de revisión	Separar el vehículo a un área donde no obstruya o detenga la descarga, a espera de una revisión más detallada	
Informar al jefe de patio de chatarra y supervisor de metálicos	Comunicar al jefe de patio de chatarra y supervisor de metálicos, que se encontró un vehículo con material no conforme, vía radio canal 2 o teléfono celular	
Tomar fotos para el archivo	Con la cámara asignada al área, tomar fotos al vehículo, donde se pueda visualizar la placa y el material no conforme	
Llenar la boleta de no conformidad de chatarra	Agregar la información que se solicita utilizando los datos de la boleta de descarga	
Llenado de pase de salida de material	Llenar la boleta de salida de material, con el motivo del retiro de patio de chatarra	

Fuente: elaboración propia.

Figura 58. **Boleta de no conformidad**

		REPORTE DE NO CONFORMIDADES EN LA CHATARRA			V. 1.3	
INFORMACIÓN PRIMARIA						
Fecha:		Tipo de chatarra: Menudo <input type="checkbox"/> Oxicorte <input type="checkbox"/> Fragmentable <input type="checkbox"/> Pacas <input type="checkbox"/> Hierro Fundido <input type="checkbox"/>				
Área de la ocurrencia:		Placa:	No. de boleta:		Hora:	
Nombre del Piloto:		Procedencia:		Proveedor:		
EVALUACIÓN DE LA CARGA						
FRECUENCIA DE NO CONFORMIDAD			ESTADO DE LA CARGA			
<input type="checkbox"/> FRECUENTE	<input type="checkbox"/> OCACIONAL	<input type="checkbox"/> RARA	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> HOMOGÉNEA	<input type="checkbox"/> SECCIONADA	<input type="checkbox"/> REVUELTA
DESCRIPCIÓN DEL EVENTO						
<p style="text-align: center;">Reportado por:</p> <p>Nombre: _____</p> <p>Firma: _____</p>						

Fuente: elaboración propia.

6.3. Diagramas de operaciones

Con base en las actividades que conforman cada uno de los procesos que se desarrollan en la empresa, se dibujan los diagramas de operaciones específicos para cada tipo de chatarra.

Se crea un documento por proceso, en el cual se incluye información importante relacionada al proceso, el diagrama que indica de forma gráfica el flujo del proceso, se determina como se ha de realizar las actividades indicadas en el diagrama, algunos puntos clave que se deban dar a conocer y algunas casillas para el control.

Estos documentos son herramientas que se utilizan para que todos los colaboradores, involucrados en los diversos procesos que se llevan a cabo en la empresa, conozcan los objetivos, el alcance y los responsables de realizar las actividades que integran cada proceso; al mismo tiempo, puede visualizar la maquinaria, el equipo y los recursos con los cuales se dispone para cada actividad.

Estos documentos deben proporcionarse al clasificador de chatarra y al operador de báscula, por ser los que tienen contacto con la chatarra y quienes llevan a cabo los procesos de clasificación.

6.3.1. Diagrama de operaciones chatarra para fragmentar

El objetivo de este diagrama es establecer claramente los lineamientos para el proceso de descarga de chatarra para fragmentar.

Figura 59. PR diagrama de operaciones, chatarra fragmentable

		FLUJOGRAMA CHATARRA FRAGMENTABLE		SDG-PR-1002-03	Pag. 1 de 1
Elaborado por:		Revisado por:		Versión: 0	Fecha de aprobación:
Revisado por SISO:		Aprobado por:			
1 Objetivo: Establecer claramente los lineamientos para el proceso de descarga de chatarra para fragmentar 2 Motivo de creación del estándar: Análisis de tarea crítica 3 Alcance: Patio de chatarra y básculas 4 Responsable: Clasificador de chatarra y operador de báscula 5 Desarrollo					
NO.	QUE	COMO	PUNTO CLAVE		
1	Inicio				
2	Ingresar el camión del parqueo	el vehículo deberá hacer cola para el proceso de pesaje			
3	Pasar camión a báscula 1	Se le dará aviso al piloto que pase a la báscula donde se registra los datos y se le hace entrega de la boleta de descarga.			
4	Clasificación fragmentable	El clasificador hace inspección visual de la chatarra y firma la boleta de descarga para que pueda trasladarse al área de descarga			
5	Pasar a descarga	el clasificador se encarga de revisar los datos del vehículo descritos en la boleta de descarga y procede a la descarga del vehículo con grúa			
6	Pasar a área de limpieza manual	El piloto deberá limpiar a mano los residuos de chatarra que quedara en el vehículo en el área asignada por el clasificador			
7	Pasar camión a báscula 2	El piloto deberá presentar la boleta de descarga con las firmas correspondientes para salir, se le entrega formato de pesos de báscula.			
8	Fin				
Referencia: Grafica de escaneo de báscula					
Aprobación:					
Elaborado por:		Revisado por:		Aprobado por:	
Ing. proceso de clasificación de chatarra		Ing. proceso SISO		Jefe patio de chatarra	
				Superintendente patio de chatarra	

Fuente: elaboración propia.

6.3.2. Diagrama de operaciones chatarra para oxicorte, menudo, hierro fundido 100%

Su objetivo es establecer los lineamientos para el proceso de descarga de chatarra para oxicorte, menudo y hierro fundido en 100% de la carga.

Figura 60. PR diagrama de operaciones chatarra para oxicorte, menudo y hierro fundido 100%

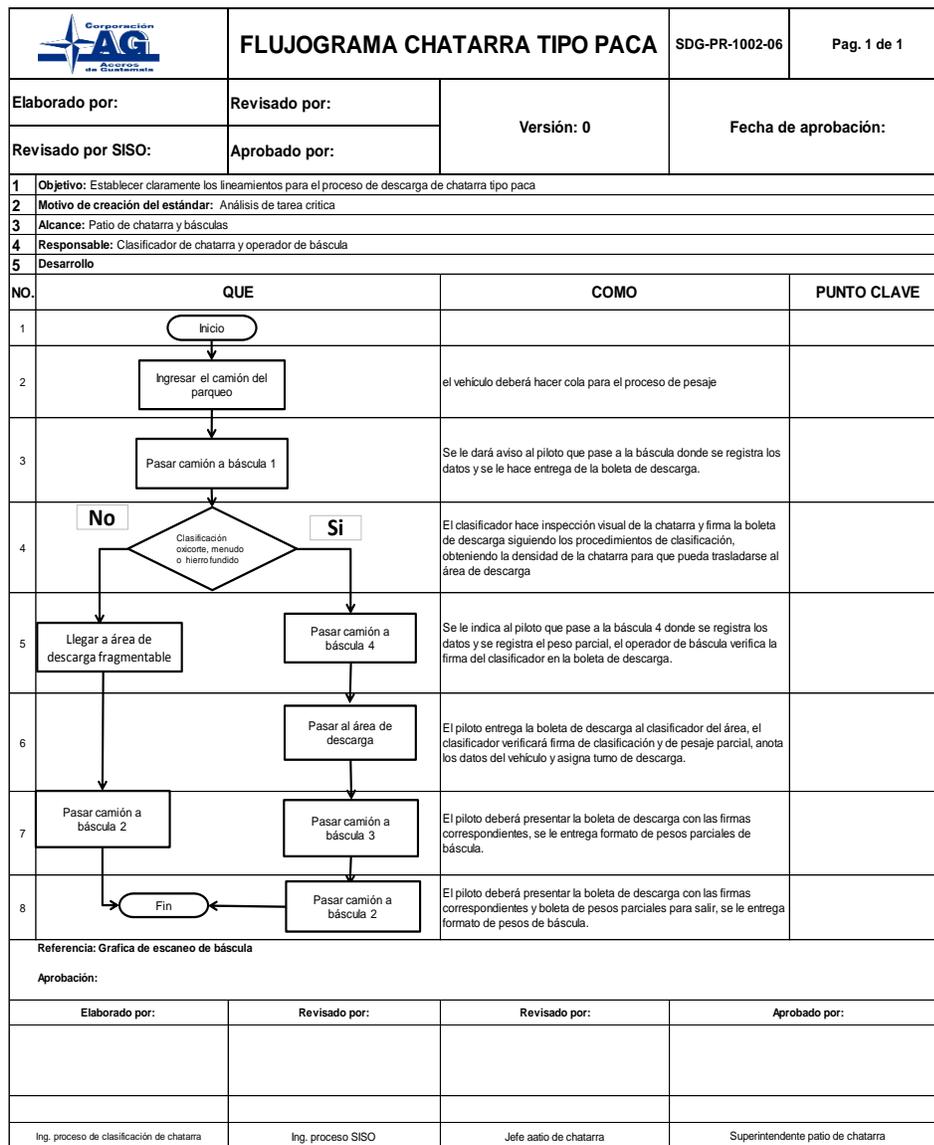
		FLUJOGRAMA CHATARRA OXICORTE, MENUDO O HIERRO FUNDIDO		SDG-PR-1002-04	Pag. 1 de 1
Elaborado por:		Revisado por:		Versión: 0	Fecha de aprobación:
Revisado por SISO:		Aprobado por:			
1	Objetivo: Establecer claramente los lineamientos para el proceso de descarga de chatarra para oxicorte, menudo y hierro fundido en un cien por ciento de la carga				
2	Motivo de creación del estándar: Análisis de tarea crítica				
3	Alcance: Patio de chatarra y básculas				
4	Responsable: Clasificador de chatarra y operador de báscula				
5	Desarrollo				
NO.	QUE	COMO	PUNTO CLAVE		
1	Inicio				
2	Ingresar el camión del parqueo	el vehículo deberá hacer cola para el proceso de pesaje			
3	Pasar camión a báscula 1	Se le dará aviso al piloto que pase a la báscula donde se registra los datos y se le hace entrega de la boleta de descarga.			
4	Clasificación oxicorte, menudo o hierro fundido	El clasificador hace inspección visual de la chatarra y firma la boleta de descarga siguiendo los procedimientos de clasificación para que pueda trasladarse al área de descarga			
5	Pasar camión a báscula 4	Se le indica al piloto que pase a la báscula 4 donde se registra los datos y se registra el peso parcial. el operador de báscula verifica la firma del clasificador en la boleta de descarga.			
6	Pasar al área de descarga	El piloto entrega la boleta de descarga al clasificador del área, el clasificador verificará firma de clasificación y de pesaje parcial, anota los datos vehículo y asigna turno de descarga.			
7	Pasar camión a báscula 3	El piloto deberá presentar la boleta de descarga con las firmas correspondientes, se le entrega formato de pesos parciales de báscula.			
8	Pasar camión a báscula 2	El piloto deberá presentar la boleta de descarga con las firmas correspondientes y boleta de pesos parciales para salir, se le entrega formato de pesos de báscula.			
	Fin				
Referencia: Grafica de escaneo de báscula					
Aprobación:					
Elaborado por:		Revisado por:		Revisado por:	
Ing. proceso de clasificación de chatarra		Ing. proceso SISO		Jefe patio de chatarra	
				Superintendente patio de chatarra	

Fuente: elaboración propia.

6.3.3. Diagrama de operaciones de chatarra tipo paca

Su objetivo es establecer los lineamientos para el proceso de descarga de chatarra tipo paca.

Figura 61. PR diagrama de operaciones, chatarra tipo paca

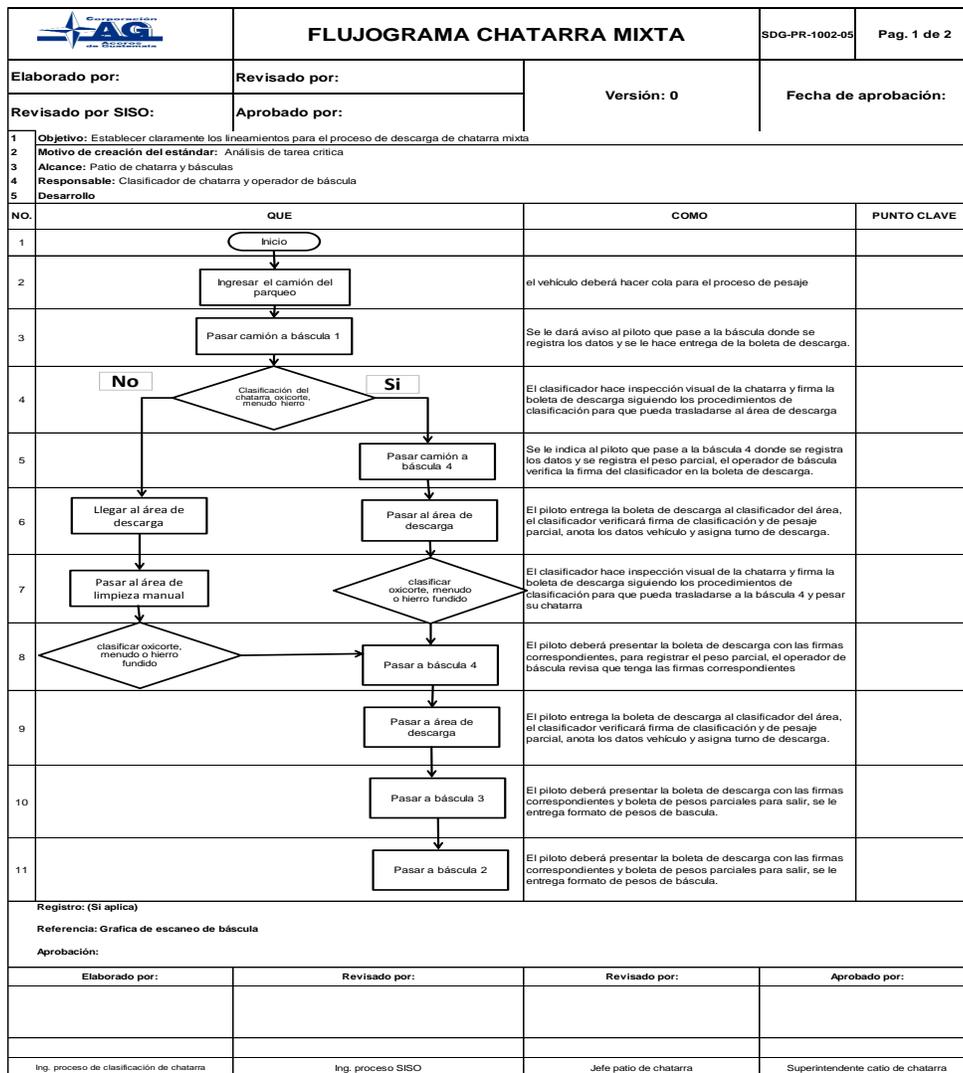


Fuente: elaboración propia.

6.3.4. Diagrama de operaciones de chatarra mixta

Su objetivo es establecer los lineamientos que permitan detectar el material contaminado en los camiones de chatarra, evitando que lleguen a los silos y contaminen el producto final.

Figura 62. PR diagrama de operaciones, chatarra mixta



Fuente: elaboración propia.

6.4. Clasificación de chatarra

Para la clasificación de la chatarra se crea un sistema que permita que los procedimientos se realicen de forma eficiente, a través de métodos apropiados y sus respectivas herramientas.

6.4.1. Sistema de clasificación de chatarra

La finalidad de establecer un conjunto bien ordenado de normas y procedimientos que regulen el funcionamiento de los métodos de clasificación es obtener la mejor calidad, con chatarra limpia de impurezas tales como elementos químicos no deseados, materiales no ferrosos como concreto, refractarios, fibra de vidrio y otros materiales, así como elementos que puedan perjudicar el proceso de preparación de chatarra para el posterior consumo en el horno de fundición.

Para conseguir este objetivo, se implementa a personal altamente calificado que tome las decisiones adecuadas, el cual consta de un departamento conformado por ingenieros mecánicos. Este equipo se encarga de la clasificación de los vehículos, con base en los conocimientos de materiales y cálculo de volúmenes y densidades, que poseen; además de la implementación de equipo adecuado para poder manejar de forma eficiente y rápida los vehículos cargados con chatarra.

6.4.2. Procedimientos de clasificación

Para evitar ambigüedades durante el proceso de recepción, clasificación y descarga de chatarra, se establecen los métodos adecuados y ajustados a las necesidades de la empresa, basados en la experiencia del personal con años de

trabajo en la industria de la chatarra; dichos métodos son descritos a continuación.

6.4.2.1. Método de clasificación visual

El método de clasificación visual es el más simple y común, utilizado para clasificar chatarra, este consiste en que el clasificador de chatarra inspecciona la carga del vehículo y basado en el manual de clasificación de chatarra y su experiencia determina la calidad del mismo. En múltiples ocasiones este método podría parecer ambiguo para algunos proveedores de chatarra, esto debido a que generalmente no se tiene una adecuada información de las calidades de chatarra.

Figura 63. **Vehículo con carga mixta**



Fuente: fotografía tomada en patio de chatarra, SIDEGUA.

Cuando se presentan cargas demasiado revueltas, en cuanto a su calidad, al clasificador de chatarra se le puede dificultar, determinar por simple inspección, la calidad de la carga. En esta situación, este método deja de ser

certero y aplicable, haciéndose necesario recurrir a otros métodos de clasificación para poder determinar el tipo y calidad de la chatarra.

6.4.2.2. Método por densidad estimada

El método de clasificación por densidad estimada es un método muy certero siempre y cuando la carga de chatarra sea lo más homogénea posible, y que además, no tenga muchos vacíos dentro de la carga. Este es el método más utilizado cuando el método de clasificación visual deja de ser útil.

Tabla XXI. Estándar para el cálculo de densidad

MATERIAL	FORMA DE CÁLCULO DE DENSIDAD
Menudo	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Sacar el volumen de una góndola que traiga solo menudo. (Anotar el número de placa y nombre de proveedor). ✓ Verificar en el sistema de básculas el peso neto de menudo que traía el vehículo al cual se le calculó el volumen. ✓ Ingresar los datos en el archivo de densidades para obtener el dato.
Oxicorte	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Sacar el volumen de una góndola que traiga oxicorte cortado por Harsco, tomando en consideración que la góndola completa es el 100%. (Anotar el número de placa y nombre de proveedor). ✓ Verificar en el sistema de básculas el peso neto del oxicorte que traía el vehículo al cual se le calculó el volumen. ✓ Ingresar los datos en el archivo de densidades para obtener el dato.

Fuente: elaboración propia.

Para este método se crea un estándar operacional que se debe seguir de forma precisa, y así poder obtener los resultados correctos y adecuados. En el estándar se plantea la clasificación de acuerdo a las densidades estimadas para cada tipo de material que se indican en el manual de clasificación de chatarra avalado y autorizado por la gerencia administrativa del patio de chatarra, gerencia de metálicos y gerencia de acería.

6.4.2.3. Clasificación por composición química

Este método es utilizado única y específicamente cuando se tienen dudas de algún material, que pueda exceder los contenidos de carbón o algún otro elemento contaminante que afecte el proceso de fundición. Se cuenta con dos espectrómetros de emisión óptica de alta precisión Thermo Scientific ARL 3460 OES. Actualmente analiza trece elementos y tiene capacidad para analizar hasta dieciocho, donde se realizan los análisis químicos de chatarra.

Estos contenidos de carbono y otros elementos deben ser regulados dependiendo del producto que se vaya a producir y deben seguirse las especificaciones siguientes:

- Bajo carbón: son aceros de bajo carbón los grados; 1006, 1008, 1010.
- Medio carbón: son aceros de medio carbón los grados 1015, 1016 azul y 1021 verde.
- Alto carbón: son aceros de alto carbón los grados 1036 negro, 1036 gris, 1036 gris-rojo.

Además de determinar el porcentaje de carbono en el material, el método ayuda a determinar el contenido de otros elementos químicos que pueden ser nocivos y perjudiciales en el proceso de producción, estos estándares de contenido de elementos se describieron en el capítulo dos.

Este método de clasificación se basa en la información que se obtiene del espectrómetro que tiene el departamento de control de calidad en la planta de acería. Los resultados de este análisis, respecto al porcentaje de elementos contenidos en el material, determinan si la chatarra se clasifica o se rechaza.

6.4.2.4. Tratamiento de cargas no conformes

Dentro del proceso de recepción, clasificación y descarga de chatarra se presentan inconvenientes con chatarra que no es apta para el proceso de fundición, por tal motivo, en un momento determinado se toma la decisión de rechazar dicho material; para ello se requiere de la creación de un procedimiento de rutina que se debe seguir para poder rechazar la carga que no sea conforme a lo requerido.

6.4.2.4.1. Registros, formularios, fotografías

El objetivo de llevar un registro de materia no conforme, es documentar todas las cargas que no cumplen con las especificaciones solicitadas según el manual de clasificación, y de esta forma, evitar que se repita el incidente con el mismo proveedor o con distintos proveedores, por tal motivo es importante seguir los lineamientos que se listan a continuación.

Tabla XXII. **Procedimiento de rutina para tratamiento de no conformidad**

ACTIVIDAD	COMO
Inspección visual de la carga	Hacer una inspección visual sobre la carga del vehículo. Este debe de estar limpio, sin exceso de plástico, madera, tierra, óxido, u otro material no permitido.
Exceso de material no conforme	Si durante la inspección visual, se determina que el vehículo tiene mucho material no conforme, se procede a informar al clasificador responsable del área, para una revisión más detallada.
Información de la carga al clasificador	Informar al clasificador el tipo de material que se logra ver e indicarle el número de matrícula y características físicas de la carga.
Colocar el vehículo en espera de revisión	Separar el vehículo a un área donde no obstruya o detenga la descarga, a espera de una revisión más detallada
Informar al jefe de patio de chatarra y supervisor de metálicos	Comunicar al jefe de patio de chatarra y supervisor de metálicos, que se encontró un vehículo con material no conforme, vía radio canal 2 o teléfono celular.
Tomar fotos para el archivo	Con la cámara asignada al área, tomar fotos al vehículo, donde se pueda visualizar la placa y el material no conforme.
Llenar la boleta de no conformidad de chatarra	Agregar la información que se solicita utilizando los datos de la boleta de descarga de chatarra
Llenado de pase de salida de material	Se llena la boleta de salida de material, detallando el motivo del por qué se está retirando el material del patio de chatarra

Fuente: elaboración propia.

6.4.2.4.2. Seguimiento a no conformidades

El seguimiento a las no conformidades consiste en crear una base de datos en donde se registran todos los vehículos que en algún momento han ingresado a la empresa material fuera de especificaciones, tales como composición química fuera de especificaciones, material con concreto, refractario, fibra de vidrio, caucho, material inflamable, tierra y material contaminado con radiación.

Figura 64. Boleta de rechazo de carga no conforme

REPORTE DE NO CONFORMIDADES EN LA CHATARRA		V.1.3			
INFORMACIÓN PRIMARIA					
Fecha:	Tipo de chatarra: <input type="checkbox"/> Menudo <input type="checkbox"/> Orlones <input type="checkbox"/> Fingonabla <input type="checkbox"/> Pizar <input type="checkbox"/> Muro Fundido <input type="checkbox"/>				
Lugar de la ocurrencia:	Placa:	Nº de boleto:			
Nombre del Bicho:	Procedencia:	Proveedor:			
EVALUACIÓN DE LA CARGA					
FRECUENCIA DE NO CONFORMIDAD		ESTADO DE LA CARGA			
<input type="checkbox"/> FRECUENTE	<input type="checkbox"/> OCASIONAL	<input type="checkbox"/> MALA	<input type="checkbox"/> NO HOMOGÉNEA	<input type="checkbox"/> SECCIONADA	<input type="checkbox"/> REVUELTA
DESCRIPCIÓN DEL EVENTO					
Reportado por:					
Nombre: _____					
Firma: _____					

FOTOS DE LA NO CONFORMIDAD	
Página 2 de 2	
	
	

Fuente: fotografía tomada en patio de chatarra, SIDEGUA.

El responsable de llevar el registro será el asistente de jefatura quien recopila toda la información que le proporcionen los clasificadores de chatarra, para poder llevar una historia de ocurrencia, adjuntando los datos del vehículo, piloto, procedencia y nombre del proveedor de la chatarra. También se agregan las fotografías y los reportes de no conformidades. De ser reincidente se ha de aplicar las sanciones que están establecidas para los pilotos proveedores de chatarra.

6.5. Proceso de descarga de chatarra

La importancia de crear un proceso de descarga de chatarra es crear un orden administrativo y operacional en el proceso, esto con la finalidad de obtener mejor control del tipo de chatarra que ingresa al patio de chatarra, mejorar la calidad de la chatarra que se recibe, hacer más eficiente el proceso de clasificación, descarga y control más eficiente de los pesajes de chatarra para beneficio del proveedor.

Por estos motivos es de mucha importancia que se respeten cada una de las instrucciones y pasos a seguir para obtener los mejores resultados durante el proceso.

6.5.1. Clasificación visual en parqueo de vehículos

Para iniciar el proceso el proveedor debe estacionar el vehículo en el parqueo general, del lado destinado para vehículos con chatarra y esperar a que el administrador del parqueo llegue a autorizarle el ingreso. El clasificador llega al área del parqueo general a hacer una inspección visual del tipo de chatarra que trae el vehículo haciendo una pre calificación del material, debe informar al piloto que tipo de chatarra se está clasificando para su ingreso.

El ingreso de camiones se realizará tomando en cuenta el turno, tipo de chatarra que trae y la disponibilidad de descarga en cada área dentro del patio de chatarra.

Figura 65. **Parqueo de vehículos**

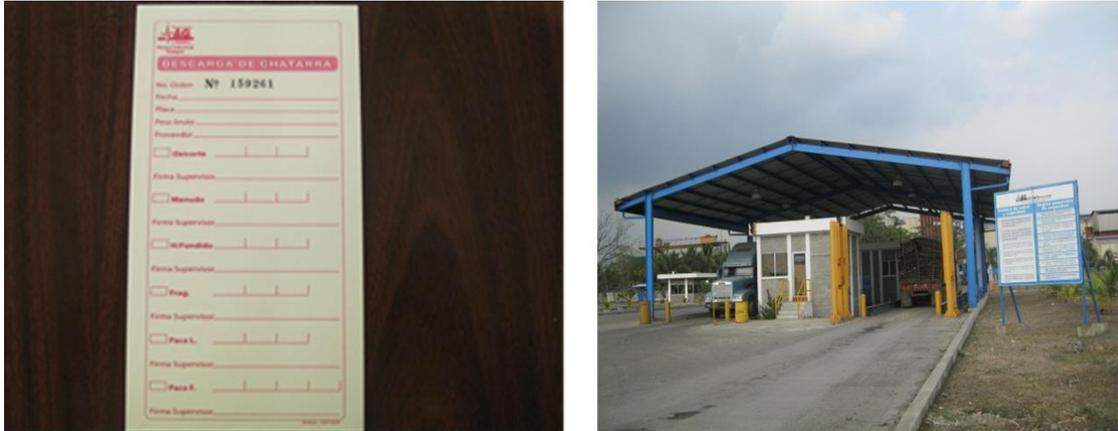


Fuente: fotografía tomada en patio de chatarra, SIDEGUA.

6.5.2. Pesaje inicial báscula 1

Previo a ser preclasificado para determinar el tipo de chatarra y asignar turno para ingresar cuando se le indique, el piloto debe trasladar su vehículo para ser pesado en báscula 1, en donde se le dará la tarjeta de clasificación la cual le servirá en el proceso de descarga de chatarra.

Figura 66. **Boleta de pesaje entregada en báscula**



Fuente: fotografía tomada en patio de chatarra, SIDEGUA.

6.5.3. Firma y clasificación de boleta de descarga

Al ingresar a las instalaciones el piloto debe respetar las normas de seguridad y las instrucciones de clasificadores y agentes de seguridad. Luego de pesar en báscula 1, el piloto debe dirigirse al área de clasificación de chatarra, que se encuentra sobre la calle principal, para que le sea inspeccionada y clasificada la carga. Si el clasificador no se encuentra en este lugar, el proveedor no debe bajarse del vehículo, este debe esperarlo dentro del mismo.

Si el tipo de chatarra que trae el vehículo es fragmentable, el piloto debe dirigirse directamente a la cola de vehículos de la fragmentadora ubicada al final de esa misma calle. La chatarra ingresada a la planta se clasifica realizando un chequeo visual de la carga. En el caso de las pacas, es necesario calcular el volumen y el peso de la carga para poder clasificarla según su densidad además, estas deben estar ordenadas para poderle dar ingreso.

Una vez inspeccionada y clasificada la carga, el clasificador le ha de firmar la tarjeta de clasificación al piloto, para que este pueda efectuar el peso parcial en báscula cuatro y le ha de indicar a que área debe dirigirse para su descarga.

Figura 67. **Vehículo dirigiéndose a báscula 4**



Fuente: fotografía tomada en patio de chatarra, SIDEGUA.

Figura 68. **Boleta firmada por clasificador**

AG
Parque Industrial
Sidegua

26

DESCARGA DE CHATARRA

No. Orden N° 188524

Fecha 06/08/2015

Placa 589 B5X

Peso bruto 40.750

Proveedor Jcristobal de quat.

Oxicorte

Firma Supervisor [Signature]

Menudo

Firma Supervisor

H/Fundido

Firma Supervisor

06/08/2015 15:55

Fuente: fotografía tomada en patio de chatarra, SIDEGUA.

6.5.4. Pesaje parcial de báscula 4 según clasificación

Al estar inspeccionada y clasificada la carga, conforme a las indicaciones del manual de clasificación, el clasificador le ha de firmar la tarjeta de clasificación y que de esta manera, se pueda efectuar el peso parcial en báscula 4. Se le ha de indicar al piloto, a qué área debe dirigirse para su descarga.

En la báscula cuatro se debe registrar el peso parcial del tipo de chatarra ingresada y es ahí donde el operador firma y sella la boleta para que se pueda continuar con el proceso de descarga.

Los vehículos con chatarra que deben de efectuar peso parcial en báscula cuatro, son los que transportan menudo, oxicorte, hierro fundido y pacas. Para efectos de pago, será considerado el peso en toneladas métricas, que se registre en báscula 1 y la clasificación hecha en el patio de chatarra y registrada en báscula 4.

Figura 69. Vehículo pasando a báscula 4



Fuente: fotografía tomada en patio de chatarra, SIDEQUA.

6.5.5. Descarga en área específica según clasificación

El vehículo con chatarra, después de haber sido revisado, clasificado y pesado según lo indicado por el clasificador de chatarra, debe dirigirse al área de descarga que corresponda al tipo de chatarra que posea, es decir, dependiendo de si transporta menudo, oxicorte, hierro fundido, paca o material fragmentable.

Al llegar al área de descarga indicada, el piloto debe entregar la boleta de descarga al clasificador encargado del área específica, el cual debe revisar la boleta que tenga las firmas correspondientes, que son la del clasificador y la del operador de báscula.

Figura 70. **Descarga de chatarra**



Fuente: fotografía tomada en patio de chatarra, SIDEGUA.

Si se ha cumplido con los pasos anteriores, se le asigna un turno de descarga al piloto. El cual debe permanecer dentro del vehículo o en las casetas de espera ubicadas en cada silo; esto con la finalidad de minimizar los riesgos potenciales de accidentes.

6.6. Clasificación en momento de descarga

Durante el proceso de descarga de chatarra, se deben tener directrices precisas a seguir si en caso se encontrara material que no corresponde a la calidad que se describe en la boleta de clasificación, el cual debe servir para evitar ambigüedades en la clasificación o dificultades en el proceso de fundido.

6.6.1. Procedimiento para clasificación en descarga

Se elabora el siguiente procedimiento de rutina para que se pueda utilizar como herramienta en el proceso de clasificación y descarga de chatarra, ya que describe detalladamente los pasos a seguir.

Tabla XXIII. **Procedimiento de rutina para descarga de vehículos con chatarra**

ACTIVIDAD	COMO	CUIDADOS (seguridad, calidad y costos)
Verificar que el vehículo no presente problemas mecánicos y/o eléctricos	Observación directa de las condiciones que presenta el vehículo, desde el momento que se está acercado al área de descarga, el ingreso y la salida del área de descarga.	SS: Utilizar EPP completo
Ubicar el vehículo en un lugar apropiado para la espera	Indicando al piloto, el lugar adecuado para esperar su turno de descarga, éste no debe interrumpir las demás actividades del patio de chatarra	SS: Utilizar EPP completo
Recibir tarjeta de calificación	El piloto entrega la tarjeta de clasificación después de haber descendido de su vehículo	

Continuación tabla XXIII.

ACTIVIDAD	COMO	CUIDADOS (seguridad, calidad y costos)
Revisar firma de clasificación en la tarjeta	Se observa que la firma esté indicando el material que será descargado y que el piloto se encuentre en el área correcta de descarga	
Revisar firma de báscula en la tarjeta	Observar si está firmado el reverso de la tarjeta de clasificación en el caso de no ser material fragmentable Observar si no tiene firma o tiene pesos cerrados por báscula 4 en el caso de ser material fragmentable	
Indicar lugar de descarga	Si las firmas están correctas, se le indica verbalmente al piloto su turno y el lugar donde será descargado	
Informar al operador de grúa el inicio de descarga	Vía radio en el canal 2, se le informa al operador el tipo de material, condición de la descarga y si fuera necesario se dan indicaciones de cuando detener la descarga por razones específicas	
Registrar datos en el reporte de descarga de chatarra	Escribiendo en la hoja de reporte de descarga de chatarra los siguientes datos: número de orden, placa, proveedor, el área de donde viene y el área hacia dónde va el vehículo. Estos datos se obtienen de la tarjeta de clasificación	
Retirar vehículo del área de descarga	Se le informa al piloto que debe mover el vehículo del área hacia un lugar donde pueda ser revisado nuevamente.	
Revisar el material que queda en el vehículo después de la descarga	Observar y/o medir el material restante del vehículo.	SS: Utilizar EPP completo
Firmar tarjeta de calificación	Se determina el tipo de material que queda en el vehículo y se hace constar por medio de firmas en el lugar indicado de la tarjeta de clasificación	
Indicar nueva área de descarga	De forma verbal se le indica al piloto a donde se debe dirigir para seguir su proceso de descarga si así fuera necesario	

Fuente: elaboración propia.

6.6.2. Procedimiento para clasificación en descarga

Para llevar un registro adecuado en el momento de descarga y poder dar seguimiento a las áreas a donde va a descargar un vehículo se utiliza un formato en el área de descarga.

En este formato, el clasificador de chatarra debe anotar los datos que ahí se especifica, para que pueda obtener la boleta de descarga y que posteriormente esta información pueda ser trasladada y almacenada en la base de datos del departamento de patio de chatarra con fines administrativos.

Cualquier anomalía o duda en los datos de la boleta de descarga el clasificador del área debe comunicarse vía radio canal 2 al operador de báscula o al responsable de la clasificación previo a corroborar la información.

Figura 71. Revisión de boleta de descarga

Compañía AG
Parque Industrial Sidegua

6

DESCARGA DE CHATARRA

No. Orden N° 188532
Fecha 07/08/2015
Placa 732 BBW
Peso bruto 40570
Proveedor Pechos de Levat
 Oxicorte
Firma Supervisor [Signature]
 Menudo
07/08/2015 08:28
Firma Supervisor

352
11
274
11
552
11
573
11
552
11
11
21573
11
21560
1573
11
11

Fuente: fotografía tomada en patio de chatarra, SIDEGUA.

Figura 72. **Reporte de descarga de chatarra**

		REPORTE DE DESCARGA DE CHATARRA										PATIOS DE CHATARRA	
ÁREAS DE DESCARGA / DATOS GENERALES													
FRAGMENTADORA <input type="text"/>				MENUDO <input type="text"/>				OXICORTE <input type="text"/>					
NOMBRE DEL CLASIFICADOR:								FECHA:					
DETALLE DE LA DESCARGA													
No.	N° ORDEN	PLACA	PROVEEDOR	Viene de:				Va hacia:				OBSERVACIONES	
				P	OX	ME	HF	FG	OX	ME	HF		FG
1													
2													
3													
4													
5													
6													
7													
8													

Fuente: fotografía tomada en patio de chatarra, SIDEGUA.

6.6.3. Tratamiento de no conformidades en descarga

En el proceso de descarga de chatarra se presentan inconvenientes con chatarra que no es apta para el proceso de fundición o es de calidad distinta a la clasificación previa, no cumpliendo con las especificaciones técnicas según su calidad y esto se observa fácilmente durante el proceso de descarga. Por tal motivo, en un momento determinado, se toma la decisión de rechazar dicho material si este tiene materiales impuros exageradamente, o simplemente darle otra clasificación si así fuera el caso y enviarlo al área de descarga que corresponde, para ello se hace necesario crear un procedimiento de rutina que se debe seguir al rechazar la carga que no sea conforme a lo requerido.

Tabla XXIV. **Procedimiento de rutina para tratamiento de no conformidad**

ACTIVIDAD	COMO	CUIDADOS (seguridad, calidad y costos)
Inspección visual de la carga	Hacer inspección visual sobre la carga del vehículo. Este debe estar limpio, sin exceso de plástico, madera, tierra, óxido u otro material no permitido.	
Exceso de material no conforme	Si durante la inspección visual el vehículo tiene mucho material no conforme a la vista, se procede a informar al clasificador responsable del área, para una revisión más detallada.	
Muestras del material	Descargar del vehículo las muestras que se consideren necesarias, para estar seguro del material no conforme.	El clasificador debe estar distante mientras la grúa saca las muestras
Revisar las muestras de material	El clasificador deberá revisar detalladamente las muestras separando el material no conforme tomando fotos de lo encontrado.	El clasificador debe esperar que la grúa se detenga para revisar
Regresar el material no conforme al vehículo	Se solicita al operador de la grúa MH que regrese el material no conforme al vehículo y lo que no logre agarrar la máquina, el piloto deberá regresarlo con sus propios medios.	El piloto debe esperar que la grúa se encuentre parada para regresar el material.
Colocar el vehículo en espera de revisión	Separar el vehículo a un área donde no obstruya o detenga la descarga, a espera de una revisión detallada.	
Informar a autoridades correspondientes	Comunicar al jefe de patio de chatarra y supervisor de metálicos que se encontró un vehículo con material no conforme, vía radio canal 2 o teléfono celular.	
Tomar fotos para el archivo	Con la cámara asignada al área, tomar fotos al vehículo, específicamente de la placa y del material no conforme.	
Llenar boleta de no conformidad de chatarra	Agregar la información que se solicita utilizando los datos de la boleta de descarga de chatarra	
Llenar pase de salida de material	Llenar la boleta de salida de material, detallando el motivo del retiro del material del patio de chatarra.	

Fuente: elaboración propia.

6.7. Maquinaria y equipo para descarga de chatarra

Para tener un eficiente proceso de recepción, clasificación y descarga de chatarra ferrosa es de mucha importancia contar con la maquinaria y equipo adecuado para lograr un mejor resultado y para esto es importante contar con los equipos que se detalla a continuación.

6.7.1. Báscula fija de 100 toneladas de capacidad

Dentro de las instalaciones del patio de chatarra se cuenta con cuatro básculas con una capacidad máxima de 100 toneladas cada una, esto con la finalidad de evitar cuellos de botella en el proceso de pesaje al ingresar, al momento de realizar pesos parciales y cuando se registre la tara al momento de salida.

En la báscula 1 se registran los pesos de ingreso, todos los vehículos deben pasar por esta báscula para registrar sus datos y se pueda gestionar sus documentos. En la báscula número dos se registran todos los pesos finales, es decir que, es a donde los vehículos pasan cuando han concluido todo su proceso de descarga de chatarra.

En la báscula cuatro se registran todos los pesos parciales, es decir que en esta báscula deben pasar todos los vehículos que tienen material para oxicorte, menudo, hierro fundido y paca.

La báscula número tres se utiliza para pesaje de otro tipo de materiales y se utiliza de emergencia cuando la báscula cuatro sufre algún desperfecto. Prácticamente es la báscula extra que se tiene prevista para emergencias.

Figura 73. **Báscula No.1**



Fuente: fotografía tomada en patio de chatarra, SIDEGUA.

Figura 74. **Báscula No.2**



Fuente: fotografía tomada en patio de chatarra, SIDEGUA.

Figura 75. **Báscula No.4**



Fuente: fotografía tomada en patio de chatarra, SIDEGUA.

6.7.2. Grúa Caterpillar con garra modelo 322

La demanda de chatarra dentro del patio de chatarra es muy grande actualmente ingresan alrededor de cien vehículos al parqueo y se debe contar con el equipo adecuado para atender a todos los proveedores de forma rápida y eficiente; además de tener el beneficio de tener mayor disponibilidad de chatarra para el proceso de preparación y posterior traslado al área de almacenaje en el horno de fundición.

Por esta razón se debe tener la disposición de grúas que satisfagan estas necesidades, para cumplir con las demandas en el proceso de fundición de acero.

Según la demanda, se considera necesario tener cuatro grúas provistas con garra Caterpillar modelo 322 con capacidad de levantar aproximadamente hasta 8 toneladas.

La idea de contar con cuatro grúas es porque el material que más ingresa al patio de chatarra es material para fragmentar, por ello se necesitan dos grúas para la descarga de este material, una grúa que se dedique a descargar material para el área de oxicorte y otra para descargar material menudo y hierro fundido.

Figura 76. **Grúa descargando chatarra fragmentable**



Fuente: fotografía tomada en patio de chatarra, SIDEGUA.

Figura 77. **Grúa descargando chatarra para oxígeno**



Fuente: fotografía tomada en patio de chatarra, SIDEGUA.

6.7.3. Grúa tipo pórtico con electroimán

Estas grúas son tipo puente con características especiales, que se han diseñado para que cumpla con características especiales para satisfacer las necesidades dentro del patio de chatarra.

Se utiliza específicamente para descargar material menudo que ya no es posible descargar con la grúa con garra Caterpillar modelo 322, para evitar que los pilotos descarguen este material de forma manual; también se utiliza para la descarga de pacas en silo destinado a este material dentro de la nave de chatarra en el horno de fundición. Otros tipos de materia que se puede descargar con esta grúa es el hierro fundido y el chicharrón, material que es procesada en la fragmentadora.

Se cuenta con cuatro grúas de este tipo, dos instaladas en la nave de chatarra, la GH1, provista de una garra con una capacidad de levantar 5 toneladas; y la GH2, provista de un electroimán con capacidad de levante de 5 toneladas. Ambas se utilizan para la descarga de vehículos y también para abastecer las cestas que posteriormente se trasladan al horno de fundición.

Las otras dos grúas son provistas con electroimán, tienen capacidad de levante de 2 toneladas cada una, además, se les puede adaptar una garra con una capacidad de 3 toneladas; estas se encuentran en el área de almacenaje de chatarra la Pórtico 1 se utiliza para la descarga de material menudo y la grúa pórtico 2 se utiliza para la descarga de hierro fundido y chicharrón.

Figura 78. **Grúa pórtico 2**



Fuente: fotografía tomada en patio de chatarra, SIDEGUA.

6.7.4. Montacargas

En el proceso de descarga de chatarra se recibe una infinidad de tipos, formas y tamaños de chatarras que varían considerablemente en su peso. En múltiples ocasiones se presenta el inconveniente de que la chatarra excede las capacidades de las grúas 322, que es de hasta 8 toneladas. Cuando estos inconvenientes se presentan es de necesario contar con un equipo adicional con el que se pueda descargar la chatarra.

Este equipo adicional es un montacargas que tenga una capacidad de 15 toneladas de levante, este montacargas se utilizará única y exclusivamente bajo condiciones específicas, además de ello, debe de elaborarse un análisis preliminar de riesgo y un permiso de trabajo, con el acompañamiento del delegado de seguridad industrial, esto con la finalidad de evaluar los riesgos potenciales al momento de llevarse a cabo la descarga de chatarra.

6.7.5. Mini cargador frontal

El mini cargador frontal es un equipo especial que se utiliza específicamente para la descarga de contenedores, ya que en ocasiones los proveedores de chatarra transportan su producto de esta forma y bajo estas condiciones es imposible utilizar alguna de las grúas que se utilizan normalmente.

Con los contenedores, es donde surge la necesidad de utilizar el mini cargador frontal; en el patio de chatarra se utiliza generalmente para la descarga de pacas, ya que la mayor parte de chatarra transportada en contenedores es de este tipo de chatarra.

7. ADMINISTRACIÓN DE INVENTARIO DE CHATARRA

En este capítulo se abarca todo lo relacionado a la administración de inventario del patio de chatarra bajo estudio, ofreciendo un panorama amplio del control del flujo de recursos.

7.1. Monitoreo de inventario

Desde el punto de vista industrial, inventarios son los bienes de una empresa destinados a la producción de artículos para su posterior venta, tales como materias primas, producción en proceso, artículos terminados y otros materiales que se utilicen en el empaque o los repuestos necesarios para el funcionamiento de los equipos.

La administración de inventarios es la aplicación de procedimientos y técnicas que tienen por objeto establecer, poner en efecto y mantener las cantidades más ventajosas de materias primas, producción en proceso, artículos terminados y otros inventarios, minimizando los costos que estos implican, para contribuir a lograr los fines de la empresa.

Con la intención de tener un control adecuado de la cantidad de chatarra existente en los silos es importante llevar un registro adecuado del inventario, esto con el objetivo de mantener un *stock* adecuado sin quedar desbastecidos y poder así surtir de los distintos tipos de chatarras que son requeridos para lograr la mezcla de chatarra necesario para el proceso de fundición según sea el grado de acero que se quiera producir.

Para ello es importante tener métodos y técnicas adecuadas y eficientes que permitan llevar el registro diario de los tipos de chatarra disponible, además de la importancia de que todos los pesos sean registrados en las básculas para poder hacer una comparación final del inventario físico.

7.1.1. Método aplicado para realizar inventario

Para poder tenerlos resultados más confiables en la realización del inventario de chatarra, se manejan tres métodos, que son los más adecuados, tomando en cuenta el costo de cada uno de ellos. El primer método es el tradicional que consiste en una inspección visual, el segundo es por el método de volúmenes, el tercero por medios topográficos y el cuarto método es por medio de GPS, pero nos enfocaremos en los primeros tres métodos por las razones descritas anteriormente.

7.1.1.1. Método de volúmenes inspección visual

Este método se basa en la experiencia del personal que se encarga de realizar el inventario, ya que por simple inspección se realiza el cálculo estimado de la cantidad de toneladas existente en los silos de chatarra. Este método se fundamenta en el procedimiento que se detalla a continuación:

- Obtener las dimensiones del silo ya identificado
- Tener el silo completamente vacío
- Iniciar la descarga de chatarra en el silo
- Llevar el registro de los vehículos que son descargados
- Anotar los pesos parciales de cada vehículo descargado
- Al estar lleno, hacer recuento de la cantidad de toneladas descargadas
- Documentar el volumen de chatarra según el tonelaje

Figura 79. Reporte de inventario de chatarra

 REPORTE DE INVENTARIO DIARIO SILOS DE CHATARRA (EN TONELADAS)		SDG-FRM-1015-01 Elaborado por:		Página 1 de 1 Fecha: 24/08/15																												
				MES:																												
SILO	OBSERVACIONES	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	26	27	28	29	30	31
Silo No. 1																																
Silo No. 2																																
Silo No. 4																																
Silo No. 5																																
Silo No. 6																																
Nombre supervisor																																
Firma supervisor																																

Fuente: elaboración propia.

Haciendo la observación de que se requiere de tiempo suficiente para poder llenar cada silo, debido a eso en un principio el método es poco eficiente, pero puede ser muy certero, ya que se contabiliza cada uno de los vehículos descargados y la cantidad exacta de chatarra descargada, con base en la experiencia adquirida, la habilidad y observación del personal a cargo.

Cuando se tiene identificada la capacidad de chatarra que es posible almacenar en un silo tomando en cuenta su volumen, el método se vuelve eficiente, ya que se utiliza para hacer el inventario diario de chatarra.

7.1.1.2. Método de cubicación de volúmenes

El objetivo es definir los pasos a seguir para la realización del inventario físico en el patio de chatarra, el método se basa en obtener los volúmenes de los silos de chatarra midiendo el ancho, longitud y altura de los volcanes de chatarra almacenados en cada una de las áreas, es importante que se tenga un patrón de referencia para lograr determinar la altura; para ello se requiere instalar en cada silo de chatarra un poste con una escala en metros, hasta una altura máxima de cinco metros. Posterior a esto estimar el volumen del volcán de chatarra ajustándolo a una figura geométrica conocida que se asemeje a las necesidades del cálculo del volumen.

Este método es aplicable en todas las áreas del patio de chatarra y es responsabilidad directa de los ingenieros de proceso y el jefe de patio de chatarra, siendo indispensable contar con el equipo de protección personal (EPP) siguiente: casco con barbiquejo, lentes, guantes, botas industriales, camisa manga larga con cinta reflectiva o chaleco, protectores auditivos, mascarilla N95 cuando sea requerida.

Para la elaboración de este cálculo de inventario, es necesario contar con los conceptos siguientes:

- **Volumen:** es una magnitud métrica de tipo escalar definida como la extensión en tres dimensiones de una región del espacio, es una magnitud derivada de la longitud, ya que se halla multiplicando el ancho la longitud y la altura.
- **Peso:** el peso es una medida de la fuerza gravitacional que actúa sobre un objeto. Utilizaremos las toneladas para como unidad de medida.
- **Densidad:** la densidad es una magnitud escalar referida a la cantidad de masa en un determinado volumen de una sustancia.

El método a seguir se detalla a continuación en el procedimiento de rutina. Al aplicar este método, es importante que el responsable de hacer el inventario tenga conocimientos en geometría, conocer las fórmulas y aplicarlas adecuadamente para calcular los volúmenes de los silos de chatarra.

Tabla XXV. **Procedimiento de rutina para tratamiento de no conformidad**

ACTIVIDAD	COMO	CUIDADOS (seguridad, calidad y costos)
Imprimir el inventario	Ingresar al usuario compartido Siampc02, a la carpeta de inventario y buscar el del lunes anterior a la fecha actual.	
Imprimir hojas de cubicación de cada área	Ingresar al usuario compartido Siampc02, a la carpeta de chatarra/cubicación 14.	
Salir al patio con el odómetro	Seguir el camino hasta el área de la nave de chatarra sur, donde se ha de iniciar el inventario.	SS: informar al supervisor de nave de la actividad

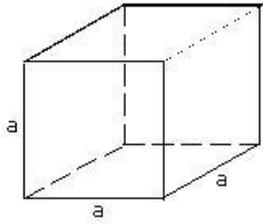
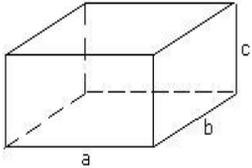
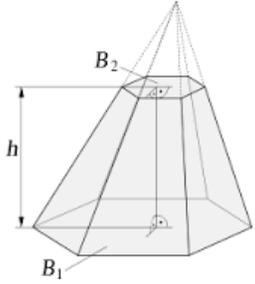
Continuación tabla XXV.

ACTIVIDAD	COMO	CUIDADOS (seguridad, calidad y costos)
Medir con el odómetro el área	Con el odómetro medir el ancho, el fondo y calcular la altura del silo para obtener el volumen	SS: precaución con vehículos pesados del área
Anotar los datos	Dejar anotados los datos en la hoja de cubicación de las medidas tomadas de cada silo	
Medir con el odómetro la chatarra en pórticos	Con el odómetro medir el ancho, el fondo y calcular la altura de la chatarra que hay en cada volcán de los pórticos para obtener el volumen	SS: precaución con vehículos pesados del área
Anotar los datos	Dejar anotados los datos en la hoja de cubicación de las medidas tomadas de cada silo	
Medir con el odómetro la chatarra en fragmentadora	Con el odómetro medir el ancho, el fondo y calcular la altura de la chatarra que hay en cada volcán de fragmentadora y silos de corte, para obtener el volumen.	SS: precaución con vehículos pesados del área
Anotar los datos	Dejar anotados los datos en la hoja de cubicación de las medidas tomadas de cada silo	
Comparar inventario teórico y físico	Verificar la variación entre el inventario teórico de la semana anterior y el teórico actual, actualizar los datos del complemento de la semana que se está trabajando en el inventario, obtenido los datos de ingresos y consumo/ingreso y consumo de chatarra/control de ingresos y consumos.	
Obtener datos de los materiales procesados por Harsco	Entrar a la carpeta 01 chatarra/04 oxicorte, chicharrón/fecha y obtener los datos de la semana en que se está trabajando el inventario.	
Obtener el peso de cada volcán de chatarra con base en cubicación	Con los datos anotados en las hojas de cubicación, sacar el volumen de cada volcán de chatarra y multiplicarlo por su respectiva densidad para encontrar el peso del volcán.	
Ingresar los nuevos datos a la hoja de inventario físico	Con base en los datos de la cubicación de cada volcán y en los datos de ingresos y consumos, se coloca las cantidades en tm de cada volcán de chatarra medida y se verifica que la variación entre inventario teórico y físico se mantenga.	

Fuente: elaboración propia.

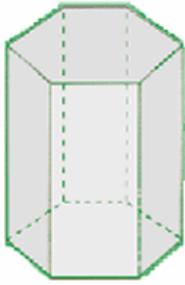
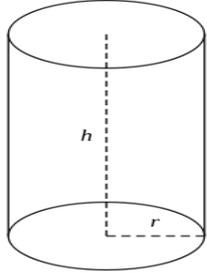
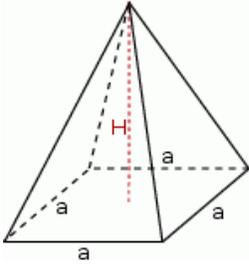
Para poder tener en cuenta cuales son los volúmenes aproximados que pueden aplicarse en este método de inventario, a continuación se detalla los volúmenes más comunes que se pueden encontrar y asemejarlo al volcán de chatarra que se encuentra en los silos.

Figura 80. **Figuras para el cálculo de volumen 1**

Sólido	Volumen
 <p>Cubo</p>	$V = a^3$
 <p>Paralelepípedo</p>	$V = axbxc$
 <p>Prisma truncado</p>	$V = \frac{h}{3} * (B_1 + B_2 + \sqrt{B_1 + B_2})$

Fuente: <https://www.google.com.gt>. Consulta: 02 de septiembre de 2016.

Figura 81. Figuras para el cálculo de volumen 2

Sólido	Volumen
 <p data-bbox="467 808 576 844">Prisma</p>	$V = a \cdot h$ <p data-bbox="717 682 1058 718">a = Área caras laterales</p>
 <p data-bbox="467 1192 576 1228">Cilindro</p>	$V = \pi \cdot r^2 \cdot h$
 <p data-bbox="457 1564 587 1600">Pirámide</p>	$V = \frac{1}{3} \cdot a_1 \cdot H$

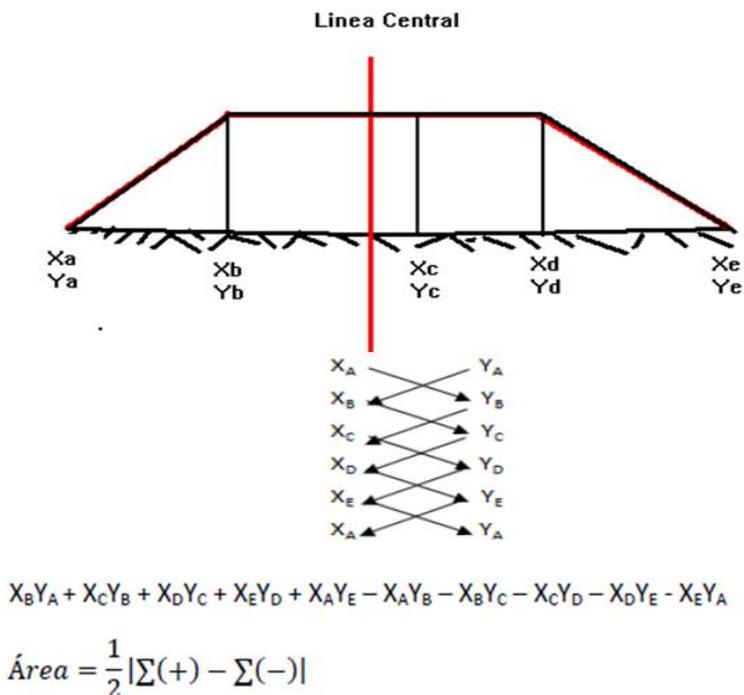
Fuente: <https://www.google.com.gt>. Consulta: 02 de septiembre de 2016.

7.1.1.3. Método topográfico

Debido a que este tipo e inventario se debe realizar de forma anual, resultaría costoso contar con los equipos y el personal que se dedique a este tipo de trabajos, es por ello que se hace referencia únicamente al método. En la empresa se contrata personal externo para la elaboración de este inventario tomando como fundamento los cálculos topográficos de los que se hacen referencia a continuación. Para el cálculo de las áreas se pueden utilizar los métodos topográficos siguientes:

- Cálculo de áreas por coordenadas

Figura 82. Cálculo de áreas por coordenadas

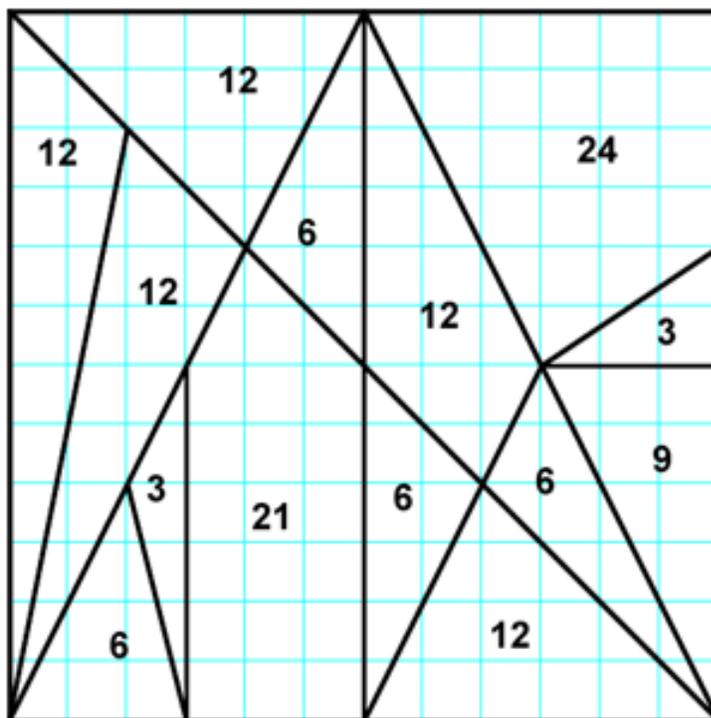


Fuente: <https://erods.files.wordpress.com/2009/09/movimiento-de-tierra1.pdf>. Consulta:

02 de septiembre de 2016

- Cálculo de área por cuadrados: para realizar el cálculo por este método, se traza a escala el área en papel milimetrado y luego se cuenta el número de cuadrados que hay en la sección, la cantidad obtenida se multiplica por el área del cuadrado utilizado como referencia. Así como se muestra en la figura.

Figura 83. **Cálculo de áreas por cuadrados**



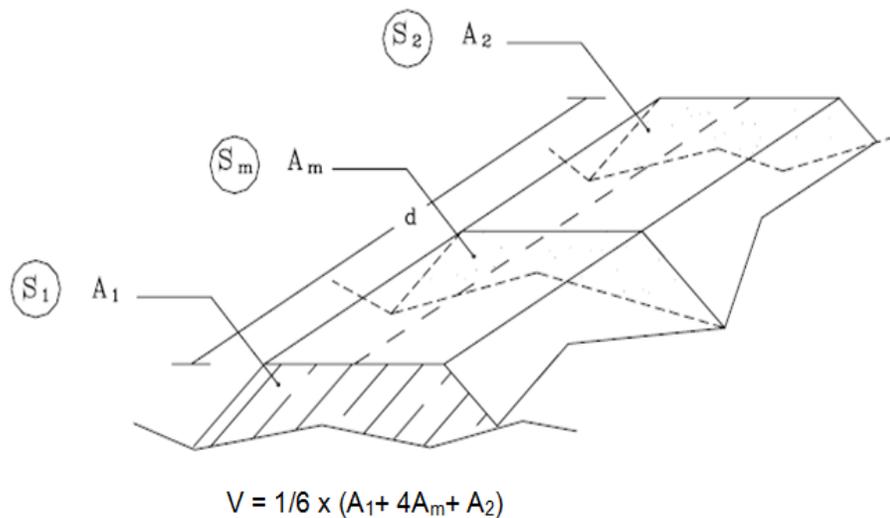
Fuente: <https://erods.files.wordpress.com/2009/09/movimiento-de-tierra1.pdf>. Consulta:

02 de septiembre de 2016

Al tener el área de las secciones a trabajar, corresponde utilizar otros métodos topográficos para hallar el volumen de los silos de chatarra, para ello se pueden utilizar alguno de los métodos que se mencionan a continuación:

- Método del prismoide: consiste en calcular el volumen conforme la fórmula presentada en la siguiente figura.

Figura 84. **Cálculo de volumen por prismoides**



En donde:

A₁, A₂= Área de S₁ y S₂ en metros cuadrados

d = Distancia entre S₁ y S₂ en metros

A_m= Área de sección transversal en el punto medio entre S₁ y S₂ en m²

NOTA: Sus dimensiones serán el promedio de las dimensiones de las secciones extremas y no el promedio de áreas (método de áreas extremas)

Fuente: <https://erods.files.wordpress.com/2009/09/movimiento-de-tierra1.pdf>. Consulta:
02 de septiembre de 2016

- Cálculo de área por medio del método de las áreas medias: este método se basa en la fórmula presentada en la siguiente figura.

Figura 85. **Método de las áreas medias**

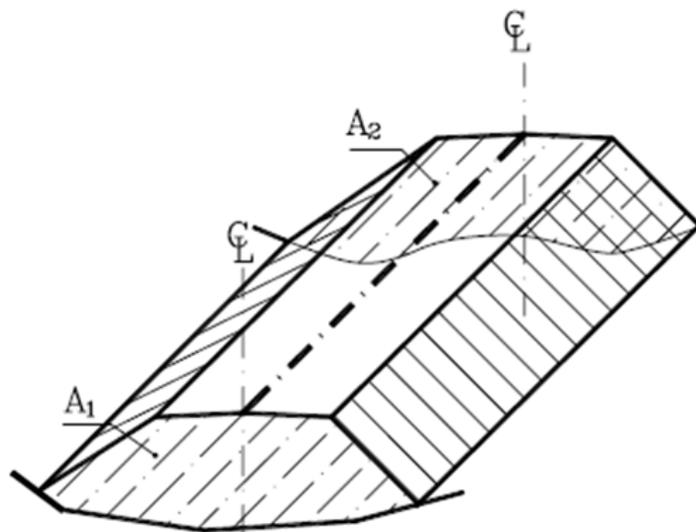
$$V = 1/2 \times (A_1 + A_2) \times d$$

Donde:

V = Volumen entre ambas secciones en metros cúbicos

A₁, A₂ = Área de secciones S₁ y S₂ en metros cuadrados

d = Distancia entre secciones en metros



Fuente: <https://erods.files.wordpress.com/2009/09/movimiento-de-tierra1.pdf>. Consulta: 02 de septiembre de 2016

7.2. Registro de evaluación de inventario

El objetivo es llevar un registro para detectar condiciones anormales que se pudieran presentar en cada silo y por cada tipo de chatarra; de esta forma, se puede llevar un control de estas condiciones para erradicarlas, para ello se planifica la realización una rutina de inventarios los cuales consisten en recorrido diario, mensual y semestral.

7.2.1. Registro de evaluación visual diario

El objetivo de realizar el inventario diario es verificar la cantidad aproximada de materiales que se encuentran almacenados dentro de los silos de la nave de chatarra, así como de la detección de las no conformidades y anomalías que puedan presentarse; con la intención de erradicarlas para que no afecten el proceso de fundición de acero.

Figura 86. Anomalía encontrada en inspección diaria



Fuente: fotografía tomada en patio de chatarra, SIDEGUA.

Basados en la problemática expuesta anteriormente, se desarrollan formatos en donde se lleva el registro del inventario diario de la cantidad de chatarra existente, así como la creación de estándares a seguir para el reporte de no conformidades detectadas en los distintos silos de almacenamiento de chatarra utilizando los formatos que se presentan a continuación.

7.2.2. Registro de evaluación visual mensual

El objetivo de realizar el inventario visual mensual es poder tener una idea general de la cantidad de chatarra existente en los silos y poder hacer una proyección y planificación de producción para el mes. Además, es de mucha utilidad para solicitar al departamento de compras de metálicos, el tipo de chatarra de menor existencia que permita abastecer al horno de fundición.

Figura 90. Recorrido inspección visual



Fuente: fotografía tomada en patio de chatarra, SIDEGUA.

Otro aspecto importante en el desarrollo del inventario mensual, es que facilita la auditoría fiscal de los tipos de materiales en el patio de chatarra, con la intención de llevar el control sobre los costos de almacenamiento, producción, operación y reflejarlos en los indicadores del mes. Esta auditoría está a cargo del jefe de Patio de Chatarra acompañado de un auditor interno y un delegado de Seguridad Industrial para tomar las medidas de seguridad necesarias. Por esto se desarrollan formatos para el registro del inventario mensual de la cantidad de chatarra existente y la creación de estándares para el reporte de no conformidades detectadas en los silos de almacenamiento de chatarra utilizando los formatos que se presentan a continuación.

Figura 91. Cuadro de registro, inspección mensual de silos

		Inventario mensual silos de chatarra												SDG-FRM-1015-04	Página 1 de 1	
															Elaborado por:	Fecha:
Silo	Observaciones	MES:												Nombre jefe de patio	Nombre auditor	
		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC			
Silo No. 1																
Silo No. 2																
Silo No. 3																
Silo No. 4																
Silo No. 5																
Silo No. 6																

Fuente: elaboración propia.

Figura 92. Cuadro de registro, inventario mensual de nave de chatarra

		Inventario mensual silos de nave de chatarra												SDG-FRM-1015-05		Página 1 de 1	
														Elaborado por:		Fecha:	
Silo	Observaciones	MES:	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC			
Chicharrón																	
Menudo																	
Oxicorte																	
Paca																	
Torta																	
Maraña																	
Hierro fundido																	
Viruta																	
Silos de Chatarra																	
Silo de Cal																	
Nombre jefe de patio																	
Nombre auditor																	

Fuente: elaboración propia.

7.2.3. Registro de evaluación semestral

El objetivo de realizar el inventario semestral es poder comprobar, por medio de una auditoria con personal externo, la cantidad de chatarra existente en los silos y poder hacer una comparación con los registros mensuales que se realizan con el personal de auditoría interna.

Otro aspecto importante en el desarrollo del inventario semestral, es el de poder preparar la información necesaria para el cierre fiscal de cada fin de año, además de tener la información necesaria para poder realizar la proyección de producción del año siguiente; ya que con base en estos datos es posible establecer las metas de producción y costos operacionales durante el año que sigue.

Esta auditoría está a cargo del jefe de Patio de Chatarra acompañado de un auditor interno, un equipo de auditores externos y un delegado de Seguridad Industrial para tomar las medidas de seguridad necesarias, para ello se desarrollan formatos en donde se lleva el registro del inventario mensual de la cantidad de chatarra existente hasta la fecha de la auditoría externa para comparar los datos de ambas auditorias.

La contratación del servicio de auditoría externa se realizara por medio del departamento de compras, dando trámite a la solicitud del Jefe de Patio de Chatarra plasmada, en una solicitud de compra. Esta solicitud debe ir firmada por el Gerente de Acería, Jefe de Patio de Chatarra y el delegado de Seguridad Industrial para que tenga validez y que de esta forma se pueda gestionar en el menor tiempo posible.

7.3. Entrenamiento para elaboración de inventario

Es de vital importancia que todos los Clasificadores de Chatarra conozcan los métodos utilizados para la realización de inventario de chatarra, debido al sistema de rotación existente para cubrir cada área del Patio es necesario que todos lo realicen una vez, ya sea el inventario diario o mensual, además si en algún momento se contara con personal nuevo en el departamento de Clasificación, este debe recibir la inducción sobre clasificación de chatarra y realización de inventario. Por tal motivo es importante contar con el material necesario para la inducción y capacitación.

7.3.1. Material para capacitación

El material de capacitación para el personal del departamento está a cargo del jefe de Patio de Chatarra, para que su contenido sea de acuerdo a las necesidades que se presentan en el Patio de Chatarra, el cual deberá de actualizar cada vez que se presente una situación que no se había considerado anteriormente, este documento debe ir revisado y controlado por el delegado de Seguridad industrial la Gerencia de Acería y el delegado de Tecnología de gestión para que tenga validez y sea un documento oficial.

El materia de capacitación puede incluir presentaciones en *Power Point*, EO, estándar operacional, PR, procedimientos de rutina, EG, estándares de gestión, FRM, formularios, manuales y todos los documentos e información que el Jefe de Patio de Chatarra considere esencial para la capacitación del personal. De la mano de la inducción teórica se proporciona una inducción práctica en el patio de chatarra, con la finalidad de que el personal conozca las condiciones y se familiarice con los riesgos asociados al desarrollo del inventario de chatarra.

Figura 93. **Capacitación teórica**



Fuente: fotografía tomada en patio de chatarra, SIDEGUA.

Figura 94. **Capacitación práctica**



Fuente: fotografía tomada en patio de chatarra, SIDEGUA.

7.3.2. Matriz para capacitación y auditoría

Para tener un control adecuado durante las etapas de capacitación y entrenamiento del personal, en cuanto a la realización de auditorías e inventarios de chatarra en los silos, es de vital importancia que los colaboradores del programa de capacitación tengan bien claros los conceptos de seguridad industrial, los tipos de chatarra existentes en el Patio de chatarra, el diseño y distribución de los silos de almacenaje, tipo de chatarra que se almacena en cada silo, procedimientos de recepción y clasificación de chatarra, procesos de descarga, el tipo de formulario a utilizar y la forma de llenarlo con la información requerida para no tener inconvenientes en la tabulación de datos.

Es de vital importancia que el personal que sea entrenado tenga los conocimientos matemáticos sobre el cálculo de áreas, cálculo de volúmenes de figuras geométricas, el concepto de densidad, mediciones lineales, manejo de Excel intermedio para la elaboración de tablas, gráficas y la elaboración de indicadores.

Para tener ese control se plantea la forma secuencial de las capacitaciones e inducciones que se deben de realizar durante el tiempo que se considere necesario, sin exceder los dos meses para poner en práctica lo aprendido.

La matriz de capacitación es un cuadro donde se muestran los temas que se abordaran en cada capacitación, su priorización, el responsable de impartirlo y si será teórica o práctica. Además, se especifica el lugar donde se llevara a cabo, tal como se muestra en la siguiente figura.

Figura 95. **Matriz de capacitación**

Matriz de capacitación				SIDEGUA			
PRIORIDAD	TEMA	RESPONSABILIDAD	TIPO DE CAPACITACIÓN	Planta:			
				Cantidad de trabajadores por puesto:	LUGAR	1	5
1	Seguridad industrial	Delegado SISO	Teórica	Sala de reuniones	X	X	X
1	Reglas generales y específicas	Delegado SISO	Teórica	Sala de reuniones	X	X	X
1	Evaluación teórica sobre seguridad	Delegado SISO	Teórica	Sala de reuniones	X	X	X
1	Reciclaje y equipos para reciclaje	Jefe de patio de chatarra	Teórica	Sala de reuniones	X	X	X
1	Tipos de chatarra	Jefe de patio de chatarra	Teórica	Sala de reuniones	X	X	X
1	Conociendo los tipos de chatarra	Ingeniero de proceso	Práctica	Sala de reuniones	X	X	X
1	Diseño y distribución del patio de chatarra	Ingeniero de proceso	Práctica	Sala de reuniones	X	X	X
	Proceso de recepción, clasificación y descarga de chatarra	Ingeniero de proceso	Práctica	Sala de reuniones	X	X	X
1	Administración de inventarios	Ingeniero de proceso	Teórica	Sala de reuniones	X	X	X
1	Realización de inventarios	Ingeniero de proceso	Práctica	Silos de chatarra	X	X	X
1	Tecnología de gestión	delegado TG	Teórica	Sala de reuniones	X	X	X

Fuente: elaboración propia.

7.3.3. Registro de entrenamiento práctico

Es de vital importancia llevar un control de todas las capacitaciones e inducciones que se imparta a cada colaborador, esto con la finalidad de tener el

registro de que ha sido capacitado y poder habilitarlo para desempeñar las tareas y actividades que se le asignen de acuerdo al puesto que desempeña.

Figura 96. **Registro de capacitación**

			Última revisión 17/01/2011
	Versión No.1	Página 1 de 1	
<div style="background-color: #cccccc; padding: 10px; border: 1px solid black;"> Registro de capacitación </div>			
Fecha:		Duración:	
Instructor:		Lugar:	
No.	NOMBRE	Puesto	Firma
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
Vo. Bo. Gerente de patio de chatarra		Vo. Bo. Jefe de patio de chatarra	

Fuente: elaboración propia.

8. SEGURIDAD INDUSTRIAL EN EL MANEJO DE CHATARRA

El aspecto de seguridad industrial en el área de trabajo es poder hacer una evaluación, registro y control de aquellos factores o elementos del ambiente en el lugar de trabajo, los cuales pueden causar daños físicos a los colaboradores, detallaremos unos conceptos importantes que nos servirán para poder disminuir los riesgos potenciales de sufrir un accidente.

8.1. Concepto de seguridad industrial

Conjunto de normas y principios encaminados a prevenir y cuidar la integridad física de las personas, trabajadores, contratistas, visitantes y los activos de la empresa.

La seguridad industrial pretende motivar al colaborador a valorar su vida y protegerse a sí mismo. Algunos conceptos principales para abordar el tema de seguridad industrial, se presentan a continuación:

- **Accidente:** es un acontecimiento no deseado que causa daños a las personas, a la propiedad, al medio ambiente y/o pérdidas en el proceso.
- **Incidente:** es un acontecimiento no deseado que en circunstancias ligeramente diferentes, podría causar daños a las personas, a la propiedad, al medio ambiente y/o pérdidas en el proceso.

- Accidente sin pérdida de tiempo: causa daños a las personas pero no impide que el accidentado vuelva al trabajo al día siguiente del accidente, en el horario normal de trabajo. Por ejemplo: fisuras, quemaduras leves, golpes superficiales, etc.
- Accidente con pérdida de tiempo: es aquel que causa daños a las personas e impide que el accidentado vuelva al trabajo al día siguiente del accidente en horario normal de trabajo (debe existir una suspensión médica autorizada). Por ejemplo: amputaciones, fracturas serias, quemaduras serias, etc.
- Accidente con daños materiales: es un accidente que causa daños a la propiedad. Por ejemplo: producto dañado, equipo dañado, etc.
- Acto sub estándar: acción insegura que realiza una persona, asociado al comportamiento.
- Condición sub estándar: condición física, encontrada en un lugar.

8.2. Importancia de la seguridad industrial

Se puede decir que la importancia de la seguridad industrial en el área de trabajo consiste en evitar que los trabajadores, tanto de la empresa como de terceros, sufran accidentes en el lugar de trabajo, además de evitar que la infraestructura maquinaria y equipo sufra daños materiales, todo esto mediante la creación de estándares, reglas de seguridad, políticas de seguridad, procedimientos y capacitaciones.

La Seguridad e Higiene Industrial es la ciencia dedicada a evaluar y controlar aquellos factores o elementos presentes en el ambiente laboral que pueden ser el origen de accidentes, con la finalidad de eliminar los riesgos asociados a las tareas realizadas. Dada la circunstancia en que no se pudieran eliminar, se pueden establecer medidas para disminuir al mínimo posible, dichos riesgos, de tal forma que se puedan evitar accidentes causantes de incapacidad permanente, incapacidad temporal, enfermedad, deterioro de la salud, incomodidad e ineficiencia de importancia entre trabajadores.

Para evitar estas circunstancias lamentables es necesaria crear reglas y procedimientos sobre la manera como se debe realizar una tarea, realizando previamente un análisis preliminar de riesgos (APR) para prevenir o eliminar los peligros o reducirlos a niveles aceptables en función de la salud y la seguridad de los empleados, y partes involucradas.

Un aspecto importante es el orden y limpieza en el área de trabajo ya que esto previene en gran manera los riesgos; son de gran importancia ya que la ausencia de estos aspectos son los mayores causantes de accidentes que en un lugar limpio y ordenado se corre menos riesgo de sufrir un accidente laboral.

8.3. Reglamentos internos de seguridad industrial

Con la finalidad de evitar y minimizar al máximo los accidentes laborales se ha tomado en consideración elaborar una serie de políticas de salud y seguridad industrial, también se elabora reglas generales de seguridad las cuales se deben de respetar al pie de la letra de lo contrario se aplicara sanción a quien incumpla con dichas políticas, sea personal interno o externo. Estas se presentan en las siguientes figuras.

Figura 97. Políticas de salud y seguridad



Política de salud y seguridad

- ◆ ***Para Corporación Aceros de Guatemala, la integridad del ser humano, su salud, su seguridad es uno de los valores más importantes***
- ◆ ***No se justifica la falta de seguridad de las personas ya que la empresa proporciona los medios y recursos adecuados para que todas las actividades sean ejecutadas con seguridad***
- ◆ ***La Corporación garantizará que se realicen todos los esfuerzos necesarios para preservar la salud ocupacional y la seguridad de las personas***
- ◆ ***Los gerentes de la empresa son los principales responsables por la seguridad de todas las personas que trabajan en su área***
- ◆ ***El departamento de Seguridad Industrial debe actuar de forma preventiva como apoyo y soporte técnico a los gerentes***
- ◆ ***Cada colaborador tiene la responsabilidad de velar por su seguridad y por la seguridad de sus compañeros***
- ◆ ***Todos tenemos la obligación de identificar actos y condiciones inseguras y de obtener con persistencia y determinación soluciones junto con nuestros niveles superiores***

Versión 1 actualizada al 16/02/11



Fuente: Aceros de Guatemala.

Figura 98. Reglas generales de seguridad

Corporación AG
Aceros de Guatemala

Reglas generales de seguridad

-  **1.** Operar o intervenir equipos especiales sólo si estoy capacitado y autorizado.
-  **2.** Mantenerse siempre a distancia segura de las cargas suspendidas.
-  **3.** Bloquear todas las fuentes de energías antes de intervenir máquinas o equipos en movimiento.
-  **4.** Mantener las manos alejadas de equipos en movimiento o con riesgo de atrapamiento.
-  **5.** Ingresar a las áreas restringidas sólo si se está autorizado.
-  **6.** Sólo ejecutar tareas que tengan los riesgos debidamente evaluados y controlados.
-  **7.** Respetar y mantener todos los dispositivos de seguridad operativos.
-  **8.** Comunicar inmediatamente todo accidente, incidente, acto y condición insegura.
-  **9.** Utilizar siempre los Equipos de Protección Personal (EPP) exigidos para cada actividad.
-  **10.** Respetar todos los procedimientos, instrucciones, señales y advertencias.

Fuente: Aceros de Guatemala.

8.4. Matriz de seguridad industrial para patio de chatarra

La finalidad de la matriz de seguridad industrial es poder determinar qué tipo de equipo de protección personal debe utilizar cada colaborador en función de su puesto y el tipo de tarea que deber realizar, a continuación se detalla la matriz de seguridad para el Patio de Chatarra.

Figura 99. Matriz de seguridad industrial, patio de chatarra

Matriz de Seguridad				SIDEGUA						
				Planta:		PATIO DE CHATARRA				
PRIORIDAD	EPP	Observación	Código	Marca	Modelo	Cantidad de trabajadores por puesto:				
						1	1	1	5	2
						Jefe	Asistente	Auxiliar	Clasificador de chatarra	Ayudante
1	Barbiquejo para casco		BARB0001	S/M		X	X	X	X	X
1	Casco de seguridad	Amarillo	CASC0006	INFRA	1CP210M	X	X	X	X	X
1	Botas industriales		EPIS0086	RHINO	611506					
1	Guante anticorte		EPIS0117	ANSELL	11627-L		X	X	X	X
1	Guante piel de res		GUAN6030	VARGAS	GV115A					
1	Guantes hule	Hule/neopreno	GUAN7007	CORDOVA	4320					
1	Guantes hule manga		GUAN8009	BEST						
	Protección auditiva -tipo tapón-	Reutilizable	INDE0971	3M	1291					
1	Lentes de seguridad	Claro	LENS6001	UVEX	S4210X	X	X	X	X	X
1	Respirador	Media cara	RESP6002	3M	Serie 6000		X	X	X	X
1	Camisa	Manga larga				X	X	X	X	X
1	Camisa	Manga corta								
1	Pantalon de lona					X	X	X	X	X
1	Botas industriales			COFRA		X	X	X	X	X
1	Casco de ala ancha			Bullard		X	X	X	X	X

Fuente: elaboración propia.

8.5. Equipo de protección personal

El equipo de protección personal (EPP) está diseñado para proteger a los empleados en el lugar de trabajo de lesiones o enfermedades serias que puedan resultar del contacto con peligros químicos, radiológicos, físicos, eléctricos, mecánicos u otros.

Además de caretas, gafas de seguridad, cascos y zapatos de seguridad, el equipo de protección personal incluye una variedad de dispositivos y ropa tales como gafas protectoras, overoles, guantes, chalecos, tapones para oídos y equipo respiratorio. Debe también capacitar a los empleados que tienen que hacer uso del equipo de protección personal para que sepan cómo hacer lo siguiente:

- Usar adecuadamente el equipo de protección personal proporcionado por la empresa.
- Saber en qué momento es necesario el uso de equipo de protección personal para desempeñar sus funciones.
- Conocer qué tipo de equipo de protección personal, es necesario para cada actividad que desarrolla.
- Conocer las limitaciones del equipo de protección personal para proteger de lesiones a los empleados.
- Ponerse, ajustarse y retirarse el equipo de protección personal al utilizarlo.
- Mantener el equipo de protección personal en condiciones óptimas.

8.5.1. Casco

Los cascos pueden proteger a los empleados de impactos al cráneo, de heridas profundas y de choques eléctricos como los que causan los objetos que se caen o flotan en el aire, los objetos fijos o el contacto con conductores de electricidad. Asimismo, el reglamento de OSHA requiere que los empleadores se cercioren de que los trabajadores cubren y protegen el cabello largo con el fin de evitar que se agarre en piezas de maquinaria como ganchos, correas y cadenas.

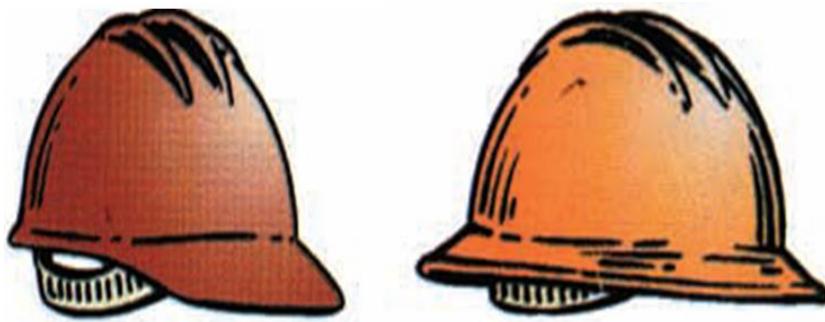
Existen dos formas principales de casco, el de ala ancha o tipo sombrero y el de tipo gorra o visera. De acuerdo a los requerimientos mínimos de seguridad establecidos, se debe considerar lo siguiente:

- Los cascos de clase A y B no deben quemarse a un promedio mayor de 76 milímetros por minuto y deben ser resistentes al agua.
- Los cascos de la clase A y C no deben pesar más de 453 gramos y los de clase B no más de 442 gramos.
- Los cascos de plástico resisten mejor los golpes, que los de metal o aluminio, pero éstos últimos son más livianos.
- Los cascos pueden contar con dispositivos de conexión que permitan ajustarles accesorios como orejeras, caretas de seguridad, caretas para soldadura y otros.

También se clasifican por algunas características específicas, tales como resistencia dieléctrica, material de construcción y por su forma:

- Clase A: se utiliza para servicios generales, ofrecen protección contra fuego, golpes fuertes, sustancias químicas corrosivas y su resistencia dieléctrica es limitada, pues es de 2 200 voltios con corriente alterna a 60Hz durante un minuto, con un paso de corriente no mayor de 9 miliamperios.
- Clase B: se diferencian de los de la clase A en que ofrecen alta resistencia dieléctrica, hasta 20 000 voltios con corriente alterna a 60 Hz, durante tres minutos, este es el llamado casco del electricista.
- Clase C: son cascos de metal, principalmente una aleación de aluminio y no ofrecen ninguna protección contra el riesgo eléctrico.
- Clase D: ofrecen una protección similar a los cascos de la clase A, la diferencia radica en la forma del casco, pues además de una visera en la parte frontal, también protegen la espalda del usuario. Es conocido como el casco de bombero.

Figura 100. **Tipos de cascos de seguridad industrial**



Fuente: <https://www.google.com.gt>. Consulta: 02 de septiembre de 2016

8.5.2. Lentes de alto impacto

Además de las gafas de seguridad y las gafas protectoras de goma, el equipo de protección personal tales como los cascos o protectores especiales, las gafas con Departamento de Trabajo de los EE.UU. Administración de Seguridad y Salud Ocupacional 2002 protectores laterales y las caretas pueden ayudar a proteger a los trabajadores de ser impactados por fragmentos, las astillas de gran tamaño, las chispas calientes, la radiación óptica, las salpicaduras de metales fundidos, así como los objetos, las partículas, la arena, la suciedad, los vapores, el polvo y los resplandores.

Figura 101. **Lentes de alto impacto**



Fuente: <https://www.google.com.gt>. Consulta: 02 de septiembre de 2016

8.5.3. Botas industriales de piel punta de acero

Las botas industriales son parte del equipo de protección personal, enfocada en la seguridad de la parte inferior del cuerpo humano. El material que se utilice en su elaboración, depende del tipo de actividad industrial en donde se van a utilizar y de los peligros a los cuales se estará expuesto.

Además del equipo de protección de pies y del zapato de seguridad, las polainas de cuero u otro material adecuado, por ejemplo, pueden ayudar a evitar lesiones y proteger a los trabajadores de objetos que se caen o que ruedan, de objetos afilados, de superficies mojadas o resbalosas, de metales fundidos, de superficies calientes y de peligros eléctricos.

Figura 102. **Calzado industrial**



Fuente: <https://www.google.com.gt>. Consulta: 02 de septiembre de 2016

La puntera metálica se utiliza cuando existe la posibilidad de que los dedos de los pies puedan lesionarse por la caída de un objeto pesado o bien por atrapamiento. Esta protección puede colocarse en varios tipos de zapatos como: tipo zapatilla, media bota y bota, así como combinarse con otros protectores tales como polaina y plantilla metálicas, el material del calzado puede ser variable dependiendo del riesgo existente, como abrasión, calor, salpicaduras de químicos corrosivos, etc. No debe usarse en zapatos anti chispas; en el caso de que sea necesario, en calzado dieléctrico debe estar recubierta con un aislante especial.

8.5.4. chaleco con cinta reflectiva

Esta vestimenta puede ser completa o parcial, el material de fabricación es de color brillante amarillo o blanco, se utilizan con mucha frecuencia materiales reflectivos. Generalmente son necesarios cuando se realizan labores en zonas de difícil visibilidad principalmente por las condiciones atmosféricas y en trabajos nocturnos. Los chalecos son los más utilizados, sobre todo cuando se trabaja bajo temperaturas altas y cuando se requiere de buena movilidad.

Figura 103. **Tipos de chalecos reflectivos**



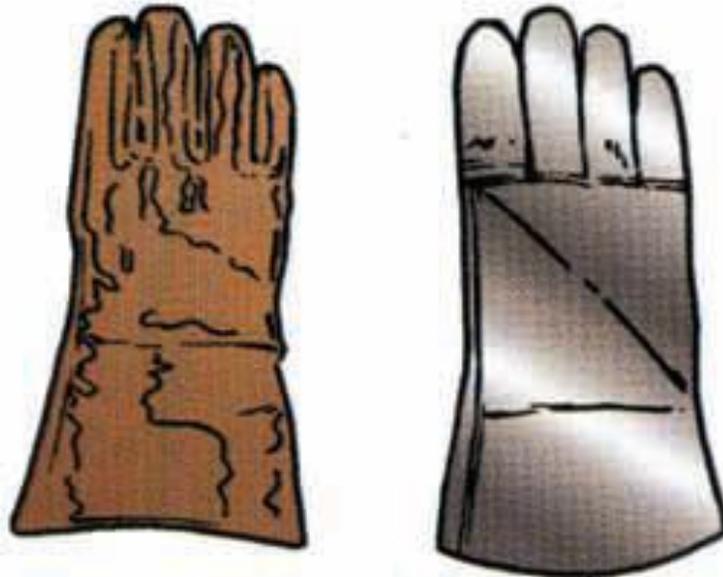
Fuente: <https://www.google.com.gt>. Consulta: 02 de septiembre de 2016

8.5.5. Guantes de piel anti corte

Se utiliza principalmente cuando los trabajadores corren el riesgo de sufrir una lesión en sus manos; la protección se suministra a dedos, palma, reverso de la palma; también puede ser de manga larga y proteger el brazo.

Existe mucha variedad de combinación de materiales que permiten proteger contra uno o varios riesgos, o bien brindar mayor protección a una zona específica. Es importante considerar la posibilidad de que se presenten casos de afecciones de la piel provocados por la sudoración excesiva o por otro tipo de reacción alérgica.

Figura 104. **Tipos de guantes**



Fuente: <https://www.google.com.gt>. Consulta: 02 de septiembre de 2016

Los trabajadores expuestos a sustancias nocivas mediante absorción por la piel, a laceraciones o cortes profundos, abrasiones serias, quemaduras químicas, quemaduras térmicas y extremos de temperatura nocivos deben proteger sus manos.

8.5.6. Equipo de protección personal para clasificadores

El clasificador de chatarra es la persona responsable de determinar la calidad de chatarra y el lugar donde se realiza cada descarga, su lugar de trabajo es el área de descarga, esto significa que su exposición a los riesgos en el ambiente laboral, es alta. Por tal motivo, se le debe proporcionar el equipo de protección adecuado y utilizarlo para protegerse de golpes y cortes sobre cualquier parte del cuerpo, así como de la radiación solar y la lluvia.

El equipo de protección personal debe cumplir con los requisitos establecidos por la empresa para que se pueda desarrollar el trabajo de supervisión de descarga y almacenamiento de chatarra, estos equipos son:

- Casco tipo sombrero
- Botas industriales punta de acero con fondo en la suela metálica
- Chaleco con cinta reflectiva o uniforme de alta visibilidad
- Camisa de manga larga
- Tapones auditivos
- Mascarilla contra polvos N95
- Lentes de protección de alto impacto Z85
- Pantalón de lona
- Guantes anti corte
- Crema de protección solar grado 80

Es responsabilidad de la empresa brindar el equipo de protección personal a sus trabajadores, adecuado al área donde desempeñan sus funciones; pero es responsabilidad de los empleados utilizarlos y mantenerlos en buenas condiciones.

8.5.7. Equipo de protección personal para pilotos

El piloto es la persona responsable de conducir exclusivamente su vehículo dentro de las instalaciones del Patio de Chatarra y debe de cumplir estrictamente con el equipo de protección personal adecuado para su tarea, su EPP debe de estar en óptimas condiciones y cumplir con los requisitos establecidos por la empresa.

- Casco tipo gorra
- Botas industriales punta de acero
- Chaleco con cinta reflectiva o uniforme de alta visibilidad
- Camisa de manga larga
- Tapones auditivos
- Mascarilla contra polvos N95
- Lentes de protección de alto impacto Z87
- Pantalón de lona
- Guantes anti corte

CONCLUSIONES

1. Al capacitar al personal sobre las rutinas de inspección y elaboración de inventarios de chatarra, se logra un mejor control sobre la cantidad de chatarra existente en los silos y manejar de mejor manera las proyecciones de producción.
2. Es de mucha importancia que en el patio de chatarra, se tenga toda la maquinaria y equipo necesario, también que se encuentre en óptimas condiciones para hacer un departamento eficiente al momento de descargar y clasificar chatarra.
3. La adecuada separación de chatarra, según sus características físicas y químicas, hace un proceso de fundición más eficiente y reduce los costos de operación al utilizar menos insumos y energía eléctrica para el proceso de fundición de acero al carbono.
4. Una adecuada capacitación sobre los tipos de chatarra, impartida al personal del patio de chatarra, hace que se reduzca la adquisición de chatarra no apta para el proceso de fundición.
5. Haciendo una adecuada distribución, se logra optimizar el espacio físico del patio de chatarra, además de reducir los costos de operación al reducir los movimientos de traslado de chatarra.

RECOMENDACIONES

1. Contar con personal altamente calificado y capacitado para la toma de decisiones en base a conocimientos técnicos sobre las características físicas y químicas de la chatarra ferrosa a manejar.
2. Elaborar un manual práctico de clasificación de chatarra donde se detallan las características de la chatarra según su calidad y que pueda ser utilizado en cualquier momento por el clasificador de chatarra.
3. Diseñar de forma práctica, la ubicación física de los silos de almacenaje de chatarra, con su respectiva rotulación identificando el tipo de chatarra a almacenar.
4. Para evitar accidentes dentro del patio de chatarra, es importante capacitar constantemente a todo el personal sobre aspectos de seguridad industrial.
5. Realizar inspecciones periódicas en los distintos silos de chatarra, para identificar materiales no aptos y prevenir la descarga de los mismos.
6. Es importante clasificar la chatarra en función de su densidad estimada, cuando las calidades de las cargas no sean homogéneas y evitar la adquisición de chatarras de menor calidad.
7. Utilizar el equipo de protección personal, siguiendo las indicaciones del delegado de seguridad industrial del patio de chatarra.

BIBLIOGRAFÍA

1. GERDAU. *Industrialización de las chatarras: equipos de industrialización de chatarra*. Chile: GERDAU, Acería ACI 002, 2007.
2. _____ *Guía de buenas prácticas ambientales, para instalaciones de acopio de chatarra*. 1ª ed. Chile: GERDAU AZA, 2007. 34 p
3. _____ *Manual del proveedor de chatarra: acero reciclado, constituyendo un futuro sustentable*. 3ª ed. Chile: GERDAU AZA, 2008. 36 p.
4. SILVA LOBO, Carolina. *Guía educativa para el reciclaje: reciclaje de chatarra*. 2ª ed. Chile: GERDAU AZA, 2005. 130 p.
5. TAYLOR, Charles R. *Electric furnace steelmaking: Iron and Steel Society*. 1985. 180 p.

