

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

ESCUELA DE INGENIERÍA

IMPLANTACIÓN DE UN CENTRO DE ACOPIO DE CHATARRA

**PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO MECÁNICO**

MARIO FRANCISCO GONZÁLEZ JARAMILLO
JORGE ANDRÉS ROSERO PACCHA

DIRECTOR: ING. ALCÍVAR JARAMILLO CARRIÓN, MSC.

Quito, Agosto 2006

DECLARACIÓN

Nosotros, Mario Francisco González Jaramillo y Jorge Andrés Rosero Paccha, declaramos bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría; que no ha sido previamente presentada para ningún grado o calificación profesional; y, que hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedemos nuestros derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la Escuela Politécnica Nacional, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

Mario Francisco González Jaramillo

Jorge Andrés Rosero Paccha

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Mario Francisco González Jaramillo y Jorge Andrés Rosero Paccha, bajo mi supervisión.

Ing. Alcívar Jaramillo, MSc.
DIRECTOR DEL PROYECTO

AGRADECIMIENTOS

Al Ing. Alcívar Jaramillo, Director de Tesis por sus conocimientos y colaboración brindados. Al Ing. Ramiro Garzón por su apoyo, ayuda e interés en las diferentes facetas del proyecto. A todos nuestros profesores y al personal administrativo por ser el pilar de la Carrera de Ingeniería Mecánica. En general, a todas las personas que de alguna manera contribuyeron para que este trabajo sea una realidad.

Mario Francisco: Agradezco a mis padres, Mario y Geny, por su amor y su apoyo; a mi Abuelito Paco y mi Abuelita Carmita por ser más que unos segundos padres para mi; a mi ñaña Gaby, por su apoyo incondicional; al Santi por toda su colaboración; a mi Tía Margui y al Marcelito, por su ayuda y por ponerle color a este documento. A mis amigos de toda la vida: Pitufu, Pablo, Lucho y en especial al Pana Núñez, con quien empezamos este sueño hace mucho tiempo. A casi colegas y pipi sobrios por hacer de los años de universidad inolvidables. A Jorge Andrés y su familia por la amistad, la paciencia y la comprensión. A mi Nathy por ser mi amiga, compañera, mi amor, mi vida y mi todo. Y a Dios y a la Virgen Dolorosa por manifestarme su inmenso amor en todas estas personas.

Jorge Andrés: Especialmente a Dios que por sus bendiciones y la fortaleza que me dio a lo largo de la carrera. A mis papas por su voz de aliento, cariño, amor y su apoyo; a mi hermano Gabriel amigo incondicional, a mis abuelitas Leonor y Rosario fuente de sabiduría y cariño, mis primos han sido como mis hermanos, espero que sea ejemplo para todos. A Mario Francisco y su familia, gran amigo y compañero por su ayuda, consejos en toda esta etapa de la Universidad. A mis amigos en general, a los Casicolegas, tantas cosas inolvidables. A los muchachos: Bati, Estebitan, Mateito, los Juanes, Andrés Iván, Ramirito, Danielito. Son realmente especiales. Y a mí...!!!

DEDICATORA

A mi papito y a mi mamita; por su amor, dedicación y esfuerzo. Por los valores que me han inculcado y por la educación que me han dado; fruto de su ejemplo y cariño.

Mario Francisco.

Dedico este trabajo a mis padres y hermano ya que constituyen el pilar fundamental en mi formación personal e intelectual; por su apoyo, colaboración, entrega y comprensión a lo largo de toda mi carrera profesional; ejemplo e inspiración para mi superación personal.

Jorge Andrés.

CONTENIDO**ÍNDICE GENERAL**

CAPITULO 1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Industria de la chatarra	1
1.1.1. El ciclo de la chatarra	2
1.1.2. Productos convertidos en chatarra reciclados comúnmente	3
1.1.2.1. Chatarra metálica	3
1.1.2.2. Chatarra de papel	4
1.1.2.3. Chatarra plástica.....	4
1.1.2.4. Chatarra de vidrio, caucho y textiles.....	4
1.1.3. Fuentes de chatarra.....	4
1.1.4. Tipos de chatarra.....	5
1.1.4.1. Chatarra ferrosa.....	5
1.1.4.2. Chatarra no ferrosa.....	6
1.1.5. El procesador de chatarra	7
1.1.5.1. El procesador de chatarra metálica ferrosa	8
1.1.5.2. El procesador de chatarra metálica no ferrosa	9
1.1.6. Diferentes negocios relativos a la chatarra.....	10
1.1.6.1. Procesadores de chatarra	10
1.1.6.2. Recolectores de basura.....	10
1.1.6.3. Desmanteladores de autos.....	11
1.2. Clasificación comercial de la chatarra ferrosa	11
1.2.1. Tipo Especial	11
1.2.2. Tipo A	12
1.2.3. Tipo B	12
1.2.4. Tipo C.....	12
1.2.5. Observaciones.....	12
1.2.6. Materiales no aceptados.....	13

1.3.	Situación Actual de la chatarra y su mercado en el Ecuador.....	14
1.3.1.	Generalidades	14
1.3.2.	Principales centros de acopio de chatarra existentes en Quito.	16
1.3.2.1.	Dinecom's.....	16
1.3.2.2.	Tecfrensisadi	20
1.3.2.3.	Adelca.....	22
1.3.2.4.	Siderexp	23
1.3.2.5.	Reciclametal	25
1.4.	Evaluación de los centros de acopio existentes	26
1.5.	Fuentes de información acerca de proveedores.....	28

CAPITULO 2. ESTUDIO DE MERCADO..... 31

2.1.	Objetivos del estudio de mercado.....	31
2.2.	Introducción al estudio de mercado	31
2.3.	Estudio en la Ciudad de Quito	36
2.4.	Determinación de la cantidad de Chatarra Industrial.....	37
2.5.	Análisis de los Proveedores de Chatarra Industrial	41
2.6.	Determinación de la cantidad de chatarra obsoleta.....	43
2.7.	Análisis de precios de los centros existentes	44
2.8.	Acerca del Tratado de Libre Comercio (TLC) y el sector metalmecánico.....	46
2.9.	Efectos esperados del TLC sobre la generación de chatarra en el Ecuador.	50
2.10.	Conclusiones del estudio de mercado	50

CAPITULO 3. TAMAÑO Y LOCALIZACIÓN..... 52

3.1.	Tamaño	52
3.1.1.	Introducción	52
3.1.2.	Factores que determinan el tamaño	52
3.1.3.	Tamaño y Materia Prima	53
3.1.3.1.	Determinación de la cantidad de chatarra industrial.....	53

3.1.3.2.	Determinación de la cantidad de chatarra obsoleta.....	55
3.1.3.3.	Crecimiento del Centro de Acopio	55
3.1.3.4.	Resultados y proyecciones para la recolección de chatarra en general.....	58
3.1.4.	Tamaño y tecnología	59
3.1.5.	Conclusiones del tamaño	60
3.2.	Localización.....	61
3.2.1.	Planteamiento de alternativas.	61
3.2.1.1.	Alternativa A	61
3.2.1.2.	Alternativa B	61
3.2.2.	Determinación de Alternativas.....	62
3.2.2.1.	Descripción de la Alternativa A.....	62
3.2.2.2.	Descripción de la Alternativa B.....	63
3.2.3.	Calificación de Alternativas.....	65
3.2.3.1.	Criterios objetivos de calificación.....	65
3.2.3.2.	Criterios subjetivos de calificación.....	65
3.2.3.2.1.	Transporte público	65
3.2.3.2.2.	Espacio para expansión	66
3.2.3.2.3.	Actitud de la comunidad	66
3.2.3.2.4.	Cercanía a las empresas proveedoras	67
3.2.3.2.5.	Posibilidad de deshacerse de desechos.....	67
3.2.3.2.6.	Topografía del lugar.....	67
3.2.3.2.7.	Comunicaciones	68
3.2.3.2.8.	Clima	68
3.2.3.2.9.	Parámetros no considerados.....	68
3.2.3.3.	Escala de evaluación de los criterios subjetivos.....	69
3.2.3.4.	Determinación de la ponderación de criterios subjetivos.....	70
3.2.3.5.	Evaluación de los criterios subjetivos	71
3.2.3.5.1.	Comparación de transporte público.....	72
3.2.3.5.2.	Comparación de espacio para expansión.....	72
3.2.3.5.3.	Comparación de actitud de la comunidad.....	72
3.2.3.5.4.	Comparación de cercanía a las empresas proveedoras.....	73
3.2.3.5.5.	Comparación de la posibilidad de deshacerse de desechos	73

3.2.3.5.6.	Comparación de la topografía del lugar.....	74
3.2.3.5.7.	Comparación de comunicaciones.....	74
3.2.3.5.8.	Comparación de clima	75
3.2.4.	Determinación de la mejor alternativa	75
3.2.4.1.	Calificación de criterios objetivos (OM).....	75
3.2.4.2.	Calificación de los parámetros subjetivos (SM)	76
3.2.4.3.	Cálculo de la medida de preferencia de localización	77
3.2.5.	Determinación de los precios de compra de chatarra del centro de acopio	78

CAPITULO 4. DISEÑO **80**

4.1.	Diseño de las Instalaciones del Centro de Acopio.....	80
4.1.1.	Descripción.....	80
4.1.2.	Adquisición y recolección de chatarra industrial	80
4.1.3.	Adquisición de chatarra obsoleta.....	81
4.1.4.	Clasificación y procesamiento de la chatarra adquirida.....	82
4.1.5.	Almacenamiento y despacho.....	82
4.1.6.	Diagramas de operaciones.....	83
4.1.6.1.	Diagrama de operaciones de adquisición de chatarra industrial mediante el uso del recolector propio.....	84
4.1.6.2.	Diagrama de operaciones de adquisición de chatarra industrial mediante la compra a recolectores primarios.....	85
4.1.6.3.	Diagrama de operaciones de procesamiento de chatarra en el centro de acopio.....	86
4.1.6.4.	Diagrama de operaciones del camión despachador de chatarra.....	87
4.1.7.	Maquinaria y equipo	87
4.1.7.1.	Camión Recolector	88
4.1.7.2.	Balanza fija	89
4.1.7.3.	Compactadora de Chatarra	89
4.1.7.4.	Cortadora.....	90
4.1.7.5.	Equipo para levantar y transportar cargas pesadas	90
4.1.8.	Distribución de la planta	91

4.1.8.1.	Zona 1: Oficinas.....	91
4.1.8.2.	Zona 2: Zona de espera	93
4.1.8.3.	Zona 3: Revisión.....	94
4.1.8.4.	Zona 4: Pesaje de la chatarra.....	94
4.1.8.5.	Zona 5: Desembarque	95
4.1.8.6.	Zona 6: Clasificación	95
4.1.8.7.	Zona 7: Corte.....	96
4.1.8.8.	Zona 8: Compactación.....	96
4.1.8.9.	Zona 9: Almacenamiento.....	97
4.1.8.10.	Zona 10: Embarque	97
4.1.8.11.	Zona 11: Estacionamiento del recolector.....	97
4.1.8.12.	Zona 12: Zona de tránsito.....	98
4.1.8.13.	Zona 13: Estacionamientos y caseta de guardia	98
4.1.9.	Organización del Recurso Humano.....	99
4.1.9.1.	Análisis de cargos.....	100
4.1.9.1.1.	Gerente General.....	100
4.1.9.1.2.	Contador.....	102
4.1.9.1.3.	Pagador	103
4.1.9.1.4.	Mensajero.....	104
4.1.9.1.5.	Supervisor	105
4.1.9.1.6.	Estibador	106
4.1.9.1.7.	Conductor	107
4.1.9.1.8.	Asistente de conductor	108
4.2.	Diseño del Camión Recolector de Chatarra Industrial.....	110
4.2.1.	Identificación del Problema.....	110
4.2.2.	Datos para el diseño.....	111
4.2.2.1.	Cantidad de chatarra a recoger	111
4.2.2.2.	Precios de compra y posterior venta de chatarra industrial.	112
4.2.2.3.	Ubicación del centro de acopio y de las industrias proveedoras. ...	112
4.2.2.4.	Longitud de vías principales para el recorrido del recolector.....	113
4.2.2.5.	Tasa mínima atractiva de rendimiento.....	114
4.2.3.	Especificaciones del diseño.....	115
4.2.3.1.	Determinación de la cantidad diaria de chatarra a recoger por	

	el camión.	116
4.2.3.2.	Determinación de distancia anual recorrida por el camión recolector.	116
4.2.3.3.	Tiempo diario de operación.	119
4.2.3.4.	Inversión máxima.....	121
4.2.3.4.1.	Ingresos generados por el recolector	121
4.2.3.4.2.	Costos fijos	122
4.2.3.4.3.	Costos variables	123
4.2.3.4.4.	Recuperación del capital de trabajo.....	124
4.2.3.4.5.	Cálculo de la inversión máxima posible.....	125
4.2.4.	Alternativas.....	127
4.2.4.1.	Alternativa 1: Grúa tipo brazo – columna.....	128
4.2.4.1.1.	Descripción y características	128
4.2.4.1.2.	Costos	130
4.2.4.1.3.	Ventajas.....	131
4.2.4.1.4.	Desventajas	132
4.2.4.2.	Alternativa 2: Construcción de una grúa tipo puente.	133
4.2.4.2.1.	Descripción y características	133
4.2.4.2.2.	Costos	135
4.2.4.2.3.	Ventajas.....	136
4.2.4.2.4.	Desventajas	137
4.2.4.3.	Alternativa 3: Rampa	137
4.2.4.3.1.	Descripción y características	137
4.2.4.3.2.	Costo	139
4.2.4.3.3.	Ventajas.....	140
4.2.4.3.4.	Desventajas	141
4.2.4.4.	Alternativa 4: Plataforma plegable:.....	141
4.2.4.4.1.	Descripción y características	141
4.2.4.4.2.	Costo	143
4.2.4.4.3.	Ventajas.....	144
4.2.4.4.4.	Desventajas	145
4.2.5.	Selección de alternativa.....	145
4.2.5.1.	Determinación de la ponderación para evaluación de los	

	parámetros	146
4.2.5.2.	Escalas de evaluación	147
4.2.5.3.	Tiempo diario de operación	148
4.2.5.3.1.	Justificación	148
4.2.5.3.2.	Ponderación	149
4.2.5.3.3.	Evaluación	149
4.2.5.4.	Modalidad de carga	149
4.2.5.4.1.	Justificación	149
4.2.5.4.2.	Ponderación	150
4.2.5.4.3.	Evaluación	150
4.2.5.5.	Mantenibilidad.....	151
4.2.5.5.1.	Justificación	151
4.2.5.5.2.	Ponderación	151
4.2.5.5.3.	Evaluación	152
4.2.5.6.	Peso muerto estimado.....	153
4.2.5.6.1.	Justificación del parámetro	153
4.2.5.6.2.	Ponderación	153
4.2.5.6.3.	Evaluación	153
4.2.5.7.	Facilidad de construcción	154
4.2.5.7.1.	Justificación	154
4.2.5.7.2.	Ponderación	154
4.2.5.7.3.	Evaluación	155
4.2.5.8.	Área ocupada por el equipo en la plataforma	156
4.2.5.8.1.	Justificación	156
4.2.5.8.2.	Ponderación	156
4.2.5.8.3.	Evaluación	156
4.2.5.9.	Área adicional que ocupa la alternativa en funcionamiento.....	159
4.2.5.9.1.	Justificación	159
4.2.5.9.2.	Ponderación	159
4.2.5.9.3.	Evaluación	159
4.2.5.10.	Costo estimado del equipo	162
4.2.5.10.1.	Justificación del parámetro	162
4.2.5.10.2.	Ponderación	163

4.2.5.10.3.	Evaluación	163
4.2.6.	Resumen de evaluación	164
4.2.7.	Diseño de la alternativa seleccionada	166
4.2.7.1.	Descripción de la alternativa.....	166
4.2.7.2.	Distribución de los pórticos.....	166
4.2.7.3.	Dimensionamiento del voladizo	170
4.2.7.4.	Diseño de la viga	174
4.2.7.4.1.	Análisis de la viga con la carga en la mitad	174
4.2.7.4.2.	Análisis de la viga con la carga en el voladizo.....	178
4.2.7.5.	Diseño de los pórticos.	180
4.2.7.6.	Dimensionamiento de la caja de acopio	185
4.2.7.7.	Diseño de las soldaduras	187
4.2.8.	Comprobación por el método de elementos finitos.....	194
4.2.9.	Costo de la alternativa.	198

CAPITULO 5. ANÁLISIS ECONÓMICO..... 201

5.1.	Inversiones	201
5.1.1.	Estudio del proyecto	202
5.1.2.	Preparación del Terreno	202
5.1.3.	Instalación del suministro de energía eléctrica.	203
5.1.4.	Instalación del suministro de agua potable.....	203
5.1.5.	Maquinaria y Equipos.	204
5.1.6.	Instalación de maquinaria.....	204
5.1.7.	Vehículos de Trabajo.....	205
5.1.8.	Equipo de oficina	206
5.1.9.	Otros gastos	207
5.1.10.	Cajas y Bancos.....	207
5.1.11.	Contingencias.....	210
5.2.	Ingresos.....	211
5.2.1.	Ingresos por chatarra industrial	211
5.2.2.	Ingresos por chatarra obsoleta.....	211
5.2.3.	Ingresos totales	212

5.3.	Costos	213
5.3.1.	Costos de Procesar	213
5.3.1.1.	Costo Primo	213
5.3.1.1.1.	Costo primo de la chatarra industrial	214
5.3.1.1.2.	Costo primo de la chatarra obsoleta	215
5.3.1.1.3.	Costo primo total.....	216
5.3.1.2.	Gastos de Procesamiento	217
5.3.2.	Costos de Administrar	220
5.3.3.	Costos de Vender	221
5.3.4.	Costos Financieros	222
5.4.	Evaluación del proyecto.....	223
5.4.1.	Determinación de la tasa interna de retorno del proyecto (TIR).	224
5.4.1.1.	Determinación de la depreciación de la maquinaria del centro de acopio.....	224
5.4.1.2.	Determinación de la recuperación del capital de trabajo.	225
5.4.1.3.	Determinación del flujo de fondos totalmente neto.....	225
5.4.1.3.1.	Flujo de fondos totalmente neto puro	226
5.4.1.3.2.	Flujo de fondos totalmente neto del inversionista	227
5.4.1.4.	Cálculo de la tasa interna de retorno del proyecto (TIR).	227
5.4.1.4.1.	Cálculo del TIR para el proyecto puro	228
5.4.1.4.2.	Cálculo del TIR para el proyecto del inversionista	229
5.4.2.	Conclusión de la evaluación del proyecto.....	229
5.5.	Análisis de Sensibilidad	230
5.5.1.	Sensibilidad al precio de compra (Pc)	230
5.5.2.	Sensibilidad al precio de venta (Pv).....	232
5.5.3.	Sensibilidad a la inversión	234
5.5.4.	Conclusiones del análisis de sensibilidad.....	235
5.6.	Conclusiones del análisis económico.	236
CAPITULO 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		237
6.1.	Conclusiones	237

6.2. Recomendaciones 238

CAPITULO 7. BIBLIOGRAFÍA 239

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1.	Comparación de los centros existentes	27
Tabla 2.1.	Códigos Nandina de materias primas importadas al país.....	34
Tabla 2.2.	Cantidad y porcentaje anual de materias primas de acero importadas.....	35
Tabla 2.3.	Distribución en Quito de materias primas importadas.....	36
Tabla 2.4.	Cálculo total de la cantidad media mensual de chatarra industrial generada en Quito.....	38
Tabla 2.5.	Cantidad de chatarra industrial disponible para la comercialización en Quito.....	40
Tabla 2.6.	Porcentaje de importaciones de hierro en planchas de potenciales proveedores año 2005.....	41
Tabla 2.7.	Cantidad de chatarra generada por los potenciales proveedores para el año 2005.....	42
Tabla 2.8.	Precios de compra de los centros existentes.....	45
Tabla 3.1.	Proveedores del centro de acopio de chatarra industrial.....	54
Tabla 3.2.	Producción del sector metalmecánico en el Ecuador	56
Tabla 3.3.	Crecimiento del sector metalmecánico desde el año 2001	56
Tabla 3.4.	Variación del producto interno bruto del sector metalmecánico.....	57
Tabla 3.5.	Crecimiento del producto interno bruto del sector metalmecánico..	57
Tabla 3.6.	Crecimiento del centro de acopio para cinco años	58
Tabla 3.7.	Resumen de tamaño y tecnología.	60

Tabla 3.8.	Cuantificación de criterios objetivos de localización.	65
Tabla 3.9.	Escala de evaluación de alternativas.....	70
Tabla 3.10.	Parámetros de selección de las alternativas.....	71
Tabla 3.11.	Cálculo de las ponderaciones de los parámetros de evaluación. ...	71
Tabla 3.12.	Cálculo de valores de criterios objetivos OM.....	76
Tabla 3.13.	Relación entre la comparación y la escala de criterios subjetivos ..	76
Tabla 3.14.	Cálculo de valores de criterios subjetivos SM.....	77
Tabla 3.15.	Resumen de precios de compra de los centros de acopio.	78
Tabla 3.16.	Lista de precios de compra de chatarra en el centro de acopio.....	79
Tabla 4.1.	Simbología de los diagramas de operaciones.	83
Tabla 4.2.	Área ocupada por los muebles y enseres de las oficinas	92
Tabla 4.3.	Área total de construcción.	93
Tabla 4.4.	Área de vehículos ocupada en la zona de desembarque.	95
Tabla 4.5.	Área mínima estimada para las zonas del centro de acopio.....	99
Tabla 4.6.	Promedio mensual de chatarra industrial para cinco años	111
Tabla 4.7.	Precios de compra de chatarra industrial.....	112
Tabla 4.8.	Distancias de la ruta 1 por tramos	113
Tabla 4.9.	Distancias de la ruta 2 por tramos	114
Tabla 4.10.	Determinación de TMAR.....	115
Tabla 4.11.	Chatarra generada por proveedores en el año 2010.	117
Tabla 4.12.	Cronograma mensual de visitas diarias a empresas proveedoras.....	117
Tabla 4.13.	Distancia a recorrer semanalmente por el recolector.....	118
Tabla 4.14.	Tiempo diario de operación del camión recolector para un día martes.....	120
Tabla 4.15.	Cantidad de chatarra industrial por empresa y por año.	121
Tabla 4.16.	Ingresos debidos a la chatarra industrial.	122
Tabla 4.17.	Costos fijos anuales del camión recolector.....	122
Tabla 4.18.	Costos variables por kilómetro recorrido por el camión recolector	124

Tabla 4.19. Capital necesario para adquisición de chatarra en un mes del año 2006.	125
Tabla 4.20. Recuperación de capital de trabajo del proyecto.	125

Tabla 4.21.	Flujo de fondos totalmente neto del proyecto del camión recolector.....	126
Tabla 4.22.	Tiempo de operación de la Alternativa 1 para un día martes.....	129
Tabla 4.23.	Costos de la Alternativa 1	130
Tabla 4.24.	Tiempo diario de operación de la Alternativa 2 para un día martes.....	134
Tabla 4.25.	Costos de la Alternativa 2	135
Tabla 4.26.	Tiempo diario de operación de la Alternativa 3 de un día martes.....	138
Tabla 4.27.	Costos de la Alternativa 3	139
Tabla 4.28.	Tiempo diario de operación de la Alternativa 4 para un día martes.....	142
Tabla 4.29.	Costos de la alternativa 4	143
Tabla 4.30.	Parámetros de selección de las alternativas.....	147
Tabla 4.31.	Cálculo de las ponderaciones de los parámetros de evaluación. .	147
Tabla 4.32.	Escala de evaluación de alternativas.....	148
Tabla 4.33.	Tiempo diario de operación de cada alternativa	149
Tabla 4.34.	Escala para la modalidad de carga.....	150
Tabla 4.35.	Resumen y evaluación de modalidad de carga	151
Tabla 4.36.	Escala de complejidad del mantenimiento	151
Tabla 4.37.	Resumen y evaluación de mantenibilidad.....	152
Tabla 4.38.	Resumen y evaluación del peso muerto estimado.....	154
Tabla 4.39.	Escala de facilidad de construcción.	154
Tabla 4.40.	Resumen y evaluación de la facilidad de construcción.....	155
Tabla 4.41.	Resumen y evaluación del área que ocupa la alternativa en la plataforma.	159
Tabla 4.42.	Resumen y evaluación del área adicional que ocupa la alternativa en funcionamiento.	162
Tabla 4.43.	Resumen y evaluación de costo estimado del equipo	163
Tabla 4.44.	Resumen de características de las alternativas.....	164
Tabla 4.45.	Ponderación y evaluación de los parámetros de las alternativas..	165
Tabla 4.46.	Evaluación de las alternativas.....	165
Tabla 4.47.	Propiedades a la flexión de soldaduras de filete.....	188

Tabla 4.48.	Propiedades mínimas del metal de aporte.....	190
Tabla 4.49.	Resumen de costos del diseño	200
Tabla 5.1.	Cuadro de Inversiones.....	201
Tabla 5.2.	Costo del Estudio del Proyecto.....	202
Tabla 5.3.	Costo de la Compra y Preparación del Terreno.....	202
Tabla 5.4.	Costo de Instalación del Suministro de Energía Eléctrica.....	203
Tabla 5.5.	Costo de Instalación del Suministro de Agua Potable.	203
Tabla 5.6.	Costo de Maquinaria y Equipos.....	204
Tabla 5.7.	Costos de la Instalación de Maquinaria.	205
Tabla 5.8.	Costo de los Vehículos de Trabajo.....	205
Tabla 5.9.	Costos del Equipo de Oficina.....	206
Tabla 5.10.	Otros Gastos.....	207
Tabla 5.11.	Tiempo de retorno de efectivo	209
Tabla 5.12.	Dinero necesario para comprar la chatarra de un mes en el año 2006.....	210
Tabla 5.13.	Ingresos Generados por Chatarra Industrial.....	211
Tabla 5.14.	Ingresos Generados por Chatarra Obsoleta.....	212
Tabla 5.15.	Ingresos Anuales Totales.	213
Tabla 5.16.	Costo primo de chatarra industrial comprada a Conduit.....	215
Tabla 5.17.	Costo primo de chatarra industrial comprada a las demás empresas.....	215
Tabla 5.18.	Costo primo de chatarra obsoleta.....	216
Tabla 5.19.	Costo primo total.....	216
Tabla 5.20.	Costo anual de energía eléctrica.	218
Tabla 5.21.	Costo anual de insumos.	219
Tabla 5.22.	Gastos de Procesamiento del Proyecto.....	220
Tabla 5.23.	Costo de administrar para cada año del proyecto.....	221
Tabla 5.24.	Costos de Vender	222
Tabla 5.25.	Características del Préstamo Bancario.....	222
Tabla 5.26.	Tabla de amortización de cuota constante.	223

Tabla 5.27.	Costo financiero del proyecto.....	223
Tabla 5.28.	Activos susceptibles a depreciación.	224
Tabla 5.29.	Depreciación anual.	224
Tabla 5.30.	Inversión y recuperación de capital de trabajo del proyecto.	225
Tabla 5.31.	Flujo de fondos totalmente neto puro.....	226
Tabla 5.32.	Flujo de fondos totalmente neto del inversionista.	227
Tabla 5.33.	Variación del TIR y de los precios de compra según el incremento porcentual de los mismos.....	231
Tabla 5.34.	Precios máximos de compra de chatarra.....	232
Tabla 5.35.	Variación del TIR y de los precios de venta según el decremento porcentual de los mismos.	232
Tabla 5.36.	Precios mínimos de venta de chatarra.....	233
Tabla 5.37.	Variación del TIR y del monto de inversión según el incremento porcentual del mismo.	234

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1.1.	Dinecom's	16
Gráfico 1.2.	Camión lleno de chatarra listo para salir de Dinecom's hacia Guayaquil.....	17
Gráfico 1.3.	Tecfrensisadi.....	20
Gráfico 1.4.	Descargue a mano por fuera del centro de acopio de manera anti técnica.....	21
Gráfico 1.5.	Anuncios publicitarios de Adelca	22
Gráfico 1.6.	Siderexp.....	23
Gráfico 1.7.	Acopio desorganizado realizado a mano.	24
Gráfico 2.1.	Porcentaje en Quito de materias primas importadas desde junio del 2002 a diciembre del 2005.	37
Gráfico 2.2.	Porcentaje en Quito de chatarra generada según materias primas.	39
Gráfico 2.3.	Porcentaje de chatarra en Quito disponible en el mercado.	40
Gráfico 2.4.	Distribución de importaciones de potenciales proveedores año 2005.....	42
Gráfico 2.5.	Comparación de los precios de compra de cada centro.	45
Gráfico 3.1.	Ubicación de la Alternativa A	62
Gráfico 3.2.	Foto del terreno de la Alternativa A.....	63
Gráfico 3.3.	Ubicación de la Alternativa B.	64

Gráfico 3.4. Foto del terreno de la Alternativa B.....	64
Gráfico 3.5. Distribución de los centros de acopio en la ciudad de Quito.....	79
Gráfico 4.1. Camión sobre una balanza camionera	89
Gráfico 4.2. Organigrama del centro de acopio.....	100
Gráfico 4.3. Diagrama de flujo de caja del proyecto del camión recolector.	126
Gráfico 4.4. Esquema de la Alternativa 1	130
Gráfico 4.5. Diagrama de flujo de caja de la Alternativa 1.....	131
Gráfico 4.6. Esquema de la Alternativa 2	135
Gráfico 4.7. Diagrama de flujo de caja de la Alternativa 2.....	136
Gráfico 4.8. Esquema de la Alternativa 3	139
Gráfico 4.9. Diagrama de flujo de caja de la Alternativa 3.....	140
Gráfico 4.10. Esquema de la Alternativa 4	143
Gráfico 4.11. Diagrama de flujo de caja de la Alternativa 4.....	144
Gráfico 4.12. Dimensiones de la Alternativa 1.....	157
Gráfico 4.13. Dimensiones de la Alternativa 2.....	157
Gráfico 4.14. Dimensiones de la Alternativa 3.....	158
Gráfico 4.15. Dimensiones de la Alternativa 4.....	158
Gráfico 4.16. Dimensiones de la Alternativa 1.....	160
Gráfico 4.17. Análisis del área adicional de la alternativa 1	160
Gráfico 4.18. Dimensiones de la Alternativa 2.....	161
Gráfico 4.19. Dimensiones de la alternativa 3.....	161
Gráfico 4.20. Dimensiones de la Alternativa 4.....	162
Gráfico 4.21. Esquema de ubicación de los pórticos.....	167
Gráfico 4.22. Diagrama de cuerpo libre con carga en el extremo de la viga	167
Gráfico 4.23. Diagrama de cuerpo libre con carga en la mitad de la viga	168
Gráfico 4.24. Variación de los momentos máximos Vs. la distancia y.....	169
Gráfico 4.25. Esquema de la alternativa seleccionada.....	170
Gráfico 4.26. Diagrama cuerpo libre camión recolector.	171
Gráfico 4.27. Diagrama cuerpo libre camión recolector.	172
Gráfico 4.28. Ubicación definitiva de los pórticos	173
Gráfico 4.29. Diagrama de cuerpo libre de la viga con carga en la mitad	175

Gráfico 4.30. Diagrama de momentos de la viga con carga intermedia	176
Gráfico 4.31. Diagrama de cuerpo libre de la viga	178
Gráfico 4.32. Diagrama de momentos de la viga	179
Gráfico 4.33. Vista posterior del pórtico	181
Gráfico 4.34. Análisis del pórtico completo y parte a analizar	181
Gráfico 4.35. Diagrama de momentos del pórtico	183
Gráfico 4.36. Soldaduras de la alternativa a calcular.	191
Gráfico 4.37. Esquema de la estructura	194
Gráfico 4.38. Reacciones en las uniones	195
Gráfico 4.39. Estructura deformada	195
Gráfico 4.40. Diagrama de momentos cortantes en la estructura	196
Gráfico 4.41. Diagrama de momentos flectores en la estructura.....	196
Gráfico 5.1. Diagrama de Retorno de Flujo de Efectivo	208
Gráfico 5.2. Diagrama de flujo de caja del proyecto puro.....	228
Gráfico 5.3. Diagrama de flujo de caja del proyecto del inversionista.	229
Gráfico 5.4. TIR vs. Delta P_c / P_c	231
Gráfico 5.5. TIR vs. Delta P_v / P_v	233
Gráfico 5.6. TIR vs. Delta Y / Y	235

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1.1	Normas de Referencia	A1
Anexo 2.1	Detalle de capítulos que componen la partida 72 del código Nandina	A7
Anexo 2.2	Cantidades totales por año de material importado como materia prima	A9
Anexo 2.3	Distribucion de productos en el Ecuador	A11
Anexo 2.4	Mayores importadores de hierro en planchas en los años 2002, 2003, y 2004.	A14
Anexo 2.5	Artículo del diario El Universo acerca del sector metal- mecánico y el TLC	A16
Anexo 3.1	Cartas de intención para la comercialización de chatarra.....	A17
Anexo 4.1	Ordenanza Municipal 117	A22
Anexo 4.2	Ubicación de proveedores en la plano de la ciudad de Quito	A26
Anexo 4.3	Sueldos y costo de mano de obra para el camión recolector	A27
Anexo 4.4	Determinación de los pesos aproximados de las alternativas	A28
Anexo 4.5	Disposición de los pórticos	A40
Anexo 4.6	Propiedades de materiales disponibles en el mercado.....	A44
Anexo 4.7	Propiedades de perfiles G	A45
Anexo 4.8	WPS de las soldaduras del camión recolector.....	A46

Anexo 4.9	Memoria de cálculo del método de elementos finitos	A50
Anexo 4.10	Proformas	A53
Anexo 5.1	Especificaciones de la Compactadora de chatarra	A60
Anexo 5.2	Especificaciones de la Cortadora de Disco.....	A63
Anexo 5.3	Especificaciones del Tecele.....	A64
Anexo 5.4	Especificaciones de la Balanza camionera.....	A65
Anexo 5.5	Especificaciones del equipo de oxicorte	A68
Anexo 5.6	Sueldos y costo de mano de obra del proyecto	A69
Anexo 5.7	Flujo de fondos totalmente neto para variaciones en el precio de compra de chatarra.....	A70
Anexo 5.8	Flujo de fondos totalmente neto para variaciones en el precio de venta de chatarra	A74
Anexo 5.9	Flujo de fondos totalmente neto para variaciones en el monto de inversión.....	A78

RESUMEN

La chatarra ferrosa en el Ecuador, en los últimos años, se ha convertido en un bien muy cotizado y apetecido por la gente dedicada a la industria del acero y por personas que han encontrado en este supuesto desperdicio su forma de ganarse la vida. En este documento se destaca la utilidad de la chatarra, su importancia económica y su importancia ecológica, enfocados al diseño para la implantación de un centro de acopio y procesamiento de chatarra ferrosa para la Ciudad de Quito.

Como introducción se hace mención a la industria de la chatarra, su ciclo, sus clases y fuentes de obtención; concentrándose en la chatarra metálica ferrosa, analizando sus características y su tipificación comercial; como fin de la primera parte, se resume la situación actual de la chatarra en el Ecuador, mencionando específicamente los centros de acopio existentes en Quito, sus características y funcionamiento.

A continuación se realiza un estudio de mercado con el fin de cuantificar la chatarra disponible en Quito a la que el centro de acopio puede acceder, considerando los efectos de probables tratados de libre comercio con otros países. Toda esta información conlleva a determinar el tamaño del centro, determinando la cantidad de chatarra que va a conseguir, su crecimiento y la tecnología necesaria; además de la mejor localización para su funcionamiento.

Una vez definidos los parámetros de funcionamiento se realiza el diseño de las instalaciones del centro de acopio, que es complementado con el diseño de un camión recolector, concebido como una ventaja competitiva frente a centros similares. Finalmente, se realiza un análisis económico y se demuestra que el negocio del centro de acopio de chatarra es viable en la Ciudad de Quito con una tasa interna de retorno del 54.2%

PRESENTACIÓN

La versátil actividad del ingeniero mecánico permite al profesional de este campo desenvolverse de manera adecuada dentro de actividades multidisciplinarias como es el desarrollo y diseño de un plan de negocio. Es precisamente esta versatilidad la que se ha querido demostrar en este documento , aplicando conocimientos de investigación, de diseño de instalaciones, de diseño de máquinas, de ingeniería económica y de administración; plasmándolos en la concepción de un centro de acopio de chatarra, como fruto del estudio y aprendizaje en la Carrera de Ingeniería Mecánica en la Escuela Politécnica Nacional.

CAPITULO 1. INTRODUCCIÓN

1.1. INDUSTRIA DE LA CHATARRA

La industria de la chatarra puede manejar productos como hierro y acero, metales no ferrosos como cobre y aluminio, metales preciosos incluyendo no únicamente oro y plata, sino también platino y paladio; o papel, vidrio, plásticos, caucho, textiles, o muchos tipos de combinaciones de todos estos productos. En los países industrializados, las plantas recicladoras han funcionado por más de una centuria, trabajando silenciosa y eficientemente, y siendo muy poco conocidas dentro de sus comunidades, pero prominentes para aquellos que entienden y aprecian el lazo completo de reciclaje. En nuestros días, la industria del reciclaje y de la recolección de chatarra es parte de un negocio multimillonario que también está a la vanguardia de la ecología y la protección ambiental.

Si no existiera la industria del reciclaje, las calles, autopistas y terrenos estarían abarrotados de automóviles y camiones abandonados, las puertas de las fábricas serían muy difíciles de transitar debido a las montañas de materiales no deseados acumulados cerca de ellas, los hogares estarían inundados de aparatos dañados y de objetos rotos, y los sistemas de manejo de basura y desperdicios, y los rellenos sanitarios estarían llenos hasta su capacidad. Afortunadamente la realidad no es así de triste, y mejoraría aún más si se contara con una industria del reciclaje que funcione de una manera eficiente, competitiva y dinámica; y que además esté de acuerdo con la oferta y la demanda del mercado, para así colaborar a la economía nacional e incluso mundial.

Como el mejor de los ejemplos, según el Instituto de Industrias Recicladoras de Chatarra ISRI¹; en los Estados Unidos, los recicladores de chatarra manejan un promedio de 90 a 100 millones de toneladas anuales de materiales reciclables

¹ Institute of Scrap Recycling Industries (ISRI). www.isri.org.

que luego son reintegrados a un nuevo proceso productivo; en 10 años, el promedio anual de materiales usados es de 55 millones de toneladas de chatarra de acero y hierro, 1.5 millones de chatarra de cobre, 3.5 millones de chatarra de aluminio, un millón de toneladas de plomo, 300.000 toneladas de chatarra de zinc, 900.000 de chatarra de acero inoxidable y 35 millones de toneladas de desperdicios de papel. Claramente, como demuestran los datos de ISRI, la industria del reciclaje de desechos es un elemento esencial de la economía y del cuidado del medio ambiente en todo el mundo.

Conforme la civilización ha crecido y prosperado, con el objetivo del éxito económico se han causado básicamente dos problemas al medio ambiente. Primero, no siempre se ha dispuesto de una manera segura y adecuada muchos de los bienes que se manufacturan, usan o reemplazan. Segundo, se ha removido de la tierra un enorme volumen de materiales, como minerales para fabricar acero, o árboles para fabricar papel. El problema es que no únicamente se agotan estos y otros recursos, sino que muchas veces también se afecta al aire, al agua y a la tierra; además, en ese proceso se da un uso impropio y se desperdicia energía.

Entonces, ¿cómo se puede continuar creciendo económicamente sin hacer daño al medio ambiente y por lo tanto a la humanidad? Una gran parte de la respuesta es el hecho de incrementar el uso de materiales reciclados; estos materiales se constituyen en una verdadera mina por encima del suelo, formada por los recursos hechos por el hombre y transformados en chatarra de metal, papel, vidrio, plástico, caucho, textiles y muchos otros desechos de la sociedad consumidora de la que formamos parte.

1.1.1. EL CICLO DE LA CHATARRA

Acero o papel, oro o vidrio, y todos los productos reciclables tienen una historia común. Desde sus orígenes en minas, bosques o granjas, a través del procesamiento, manufactura, y uso, eventualmente la mayoría se convierten en

desperdicios. Para nuestra conveniencia, el ciclo no está completo en un solo viaje. Todo puede ser usado nuevamente, y para algunos, como metal o vidrio, virtualmente no existe un límite para el número de ciclos que repitan.

Hierro, acero, cobre, plomo, aluminio, zinc, níquel, oro, plata, y sus numerosas aleaciones se convierten en “minas sobre la tierra” cuando la chatarra es rehusada. El papel y los textiles reciclados se convierten en granjas sustitutas. Por lo tanto, productos obsoletos o dañados pueden tener valor mucho tiempo después que han dejado de servir en sus propósitos originales.

Pero, ¿qué es la chatarra? La chatarra no es desperdicio, basura o desecho. Más bien es el conjunto de automóviles viejos, equipos agropecuarios, barcos, refrigeradores, estufas, edificios, puentes, baterías, botellas vacías, aeroplanos, bicicletas, computadoras, periódicos, materiales de embalaje, fábricas obsoletas y llantas. Todo esto forma parte de la chatarra. Además se debe añadir al conjunto los materiales que sobran en una fábrica cuando nuevos productos son manufacturados.

La chatarra puede provenir de un molino de acero, una bola de demolición, o de nuestro propio hogar, de nuestro restaurante favorito, o del supermercado más cercano. La chatarra tiene valor porque se convierte en la materia prima para la manufactura de productos nuevos. Por lo tanto, la chatarra no es basura, por lo que debe ser separada del flujo de desperdicios.

1.1.2. PRODUCTOS CONVERTIDOS EN CHATARRA RECICLADOS COMÚNMENTE

1.1.2.1. Chatarra metálica

Equipo aeronáutico, aviones y helicópteros, fuselaje de aluminio, puertas y marcos de ventanas. Utensilios. Automóviles. Marcos de cama y resortes de

colchón. Bicicletas. Puentes. Lavabos de hierro fundido y tinas de baño. Computadoras. Posillos de cocina y sartenes. Cables eléctricos. Marcos de lentes. Equipo de agricultura. Latas de comida y bebidas. Elevadores. Equipo de hospital. Cortadoras industriales. Maquinaria industrial. Llaves y perillas. Equipo y muebles de oficina. Juegos de parques de diversiones. Tubería. Barcos. Techos. Acero estructural de edificios. Alambre telefónico. Herramientas. Juguetes. Envases Tetra Pack y similares.

1.1.2.2. Chatarra de papel

Libros. Cajas de cartón corrugado. Impresiones en computadora. Desperdicios de imprentas. Periódicos. Papel de oficina. Materiales de embalaje. Papeles tapices. Directorios telefónicos.

1.1.2.3. Chatarra plástica

Canastas para transportar botellas. Contenedores de detergentes. Tarros de leche y jugos. Paletas. Botellas de bebidas ligeras. Envases de productos para la higiene personal y todo tipo de envases hechos en base de este material.

1.1.2.4. Chatarra de vidrio, caucho y textiles.

Envases de comidas, bebidas, productos de limpieza, cosméticos y medicinas. Llantas. Medias. Colchones y ropa.

1.1.3. FUENTES DE CHATARRA

Los recicladores compran chatarra en una gran variedad de fuentes que incluyen: Compañías aéreas. Complejos habitacionales. Desmanteladores de autos.

Mecánicas automotrices. Constructores, colocadores de techos y otras fuentes provenientes de la construcción. Compañías de demolición. Fábricas, molinos, metal mecánicas. Empresas agropecuarias. Agencias municipales o estatales. Hospitales. Universidades y escuelas. Oficinas, tiendas, hoteles y restaurantes. Plomeros y electricistas. Público en general. Ejército. Industrias en general.

1.1.4. TIPOS DE CHATARRA

A la chatarra se la divide usualmente en: chatarra metálica (subdividida en ferrosa y no ferrosa), papel, vidrio, plástico, caucho y textiles. A continuación se describirá únicamente la chatarra metálica.

1.1.4.1. Chatarra ferrosa

La chatarra ferrosa son los desperdicios de hierro y acero. Chatarra recuperada de automóviles viejos, equipos de cultivo, aparatos domésticos, vigas de acero, barcos, contenedores, y de todo lo que es hecho de hierro y acero. La chatarra ferrosa generada en fundidoras y fábricas de acero es llamada “chatarra de casa (home scrap)”, ya que con pocas excepciones, esta chatarra no deja la planta, sino que es regresada a los hornos y fundida nuevamente.

Chatarra comprada, otra categoría de la chatarra ferrosa, es dividida nuevamente en dos grupos: chatarra industrial y chatarra obsoleta. Chatarra industrial (también llamada lista o chatarra nueva) es generada por la industria metal mecánica. Por ejemplo, cuando una pieza de metal es cortada o un agujero es taladrado en ella, el metal que sale, conforma la chatarra industrial. La industria automotriz es la más grande fuente de la chatarra de esta categoría.

Mientras el procesador de chatarra generalmente paga a la empresa que produce chatarra industrial, el procesador también realiza un importante servicio al disponer la remoción del material de la planta. El procesador debe proveer

contenedores adecuados a la planta, removerlos y reemplazarlos cuando estén llenos. Para servir a un cliente industrial, el procesador debe invertir un gran capital para obtener contenedores y vehículos para transportar la chatarra.

Existen instantes cuando la demanda por cierta chatarra industrial de baja calidad es tan baja que no existe ningún mercado viable para ella. En estas situaciones, los procesadores de chatarra son forzados a cargar a la empresa generadora el costo del transporte del material para ser reciclado. Aún cuando esto parezca extraño, el costo del transporte es menor que el costo de almacenamiento de la chatarra, y esto hace que el reciclaje sea una realidad, de lo contrario no funcionaría.

La chatarra obsoleta, también llamada chatarra vieja, consiste en metal dañado, fuera de uso o no deseado; como carrocerías viejas de automóviles, herramientas obsoletas, estufas, refrigeradores, lavadoras y secadoras, y todos los productos que contienen acero o hierro que ya no son deseados o necesitados. El procesador de reciclaje compra esta materia prima, la segrega y la prepara en grados especificados que los consumidores (fábricas de acero y fundidoras) compran para fundir. Solo la chatarra ferrosa es clasificada en cerca de 80 grados; adicionalmente, existen 40 grados de chatarra ferrosa de ferrocarril y muchos grados más de aleaciones de chatarra².

1.1.4.2. Chatarra no ferrosa

Chatarra no ferrosa es aquella chatarra metálica que no contiene hierro o acero, como el aluminio, el cobre, plomo, zinc, níquel, titanio, cobalto, cromo y metales preciosos. Millones de toneladas de chatarra no ferrosa son recuperadas anualmente por procesadores y consumida por fundidores secundarios, refinadores, fabricantes de lingotes, fundiciones y otras industrias.

² Anexo 1.1: Normas de referencia: ISRI Scrap Specifications Circular 2005. Pág. A1.
www.isri.org/Content/NavigationMenu/CommoditySpecifications/SpecsDocument/specifications.pdf

La nomenclatura de la chatarra no ferrosa tiene categorías similares a la ferrosa, también se la divide en “de casa” y “comprada”; y esta segunda a la vez se subdivide en “industrial” y “obsoleta”. A diferencia de la chatarra ferrosa de casa, la chatarra no ferrosa de este mismo tipo es menos significativa en cantidad. La chatarra obsoleta son los elementos metálicos que son descartados, dañados o desmantelados de automóviles descompuestos, o tubería tomada de edificios viejos. Por ejemplo, del radiador de un automóvil se obtiene cobre y plomo; de la tubería, cobre. El aluminio es recuperado de latas de bebidas, el platino de los convertidores catalíticos de los automóviles, níquel de objetos con acero inoxidable, oro de tarjetas electrónicas y plata de películas fotográficas usadas. La chatarra no ferrosa proviene de miles de otros productos obsoletos.

La chatarra no ferrosa industrial o nueva es, al igual que la chatarra ferrosa nueva, metal que nunca ha sido procesado o usado en un producto final. Chatarra nueva que viene de fuentes industriales como un subproducto del proceso de manufactura, puede ser el esqueleto de aluminio que queda luego que el material para la lata es cortado de las planchas de aluminio, o sobras de latón de un fabricante de monitores, o chatarra de cobre de un fabricante de cable.

A pesar de que la chatarra no ferrosa no es tan grande en volumen como la chatarra ferrosa, es mucho más valiosa, e incluye no solo los tipos de metales comunes como cobre y aluminio, sino también metales exóticos de la era espacial como el zirconio y Tungsteno, y metales preciosos como el oro, la plata y el platino. Mientras el uso y el interés científico e industrial de estos materiales aumente, también aumentará la recuperación de metales.

1.1.5. EL PROCESADOR DE CHATARRA

El trabajo del procesador de chatarra es esencialmente reciclar. El procesador recolecta, clasifica, procesa y vende chatarra a las industrias consumidoras. La mayoría de procesadores tienden a ser especializados, manejando, por ejemplo,

únicamente metales o papel, porque cada material requiere diferentes equipos y estrategias de procesamiento, de manejo y de mercadeo. Sin embargo, lo que todos tienen en común, es que se debe hacer una gran inversión en el equipamiento de la planta. Por ejemplo, un simple procesador de chatarra metálica, puede invertir en equipos y maquinaria que cuestan desde cientos de miles hasta millones de dólares cada uno. En la actualidad, la industria del reciclaje de chatarra es una operación que maneja grandes volúmenes y cantidades además de grandes capitales, muy lejos de lo que era en sus inicios, hace más de cien años.

Por definición, un procesador de chatarra metálica es la persona que, desde una localización fija, utiliza maquinaria y equipo para procesar y manufacturar hierro, acero o chatarra metálica no ferrosa en grados preparados y cuyo producto principal es la chatarra metálica ferrosa y no ferrosa con propósitos de derretirlos.

1.1.5.1. El procesador de chatarra metálica ferrosa

La red internacional de noticias The WorldNews Network, es su página virtual dedicada a la chatarra³ estima que en el mundo, la industria del reciclaje no trabaja a toda su capacidad, sino que anualmente se procesa únicamente el 67% de chatarra metálica que se podría procesar. Esta gran capacidad instalada de las recicladoras permitiría a la industria del reciclaje manejar incluso un incremento dramático de productos fabricados con materiales reciclables. El hecho es que las fábricas de acero compran una cantidad mucho menor de chatarra metálica de lo que pueden procesar, demostrando que se necesita poner énfasis en aumentar la demanda pública de bienes hechos de material reciclable.

Una planta procesadora de chatarra metálica ferrosa usualmente invierte en algunos equipos y maquinaria de gran tamaño, dependiendo del tipo y del volumen de chatarra disponible y la necesidad de los consumidores industriales.

³ www.scrap.com

Una grúa es el típico equipo del que cuenta una planta procesadora; además, la mayoría de plantas tienen una prensa hidráulica compactadora y embaladora; una cortadora de lagarto o una guillotina hidráulica, y posiblemente más de una de cada máquina.

Menores en número son las cortadoras gigantes que pueden transformar un automóvil obsoleto en piezas de chatarra del tamaño de la mano en menos de un minuto. Pero este poder se obtiene a un alto costo: una cortadora pequeña, instalada y lista para funcionar, según el ISRI cuesta en el mercado estadounidense más de \$2 millones (y eso solo es un costo inicial). Una cortadora mediana usa 36 martillos, cada martillo pesa 250 libras, para machacar y cortar las carrocerías automotrices en pequeñas piezas. Luego de demoler aproximadamente 6,000 autos, todos los martillos deben ser reemplazados a un costo de más de \$10,000. Los costos del reemplazo de otras partes pueden exceder los \$500.000 al año.

Otros equipos que se encuentran en las plantas procesadoras de chatarra pueden incluir balanzas, trituradoras de perfiles, compactadoras de bloques de motores, bandas transportadoras además de los camiones y contenedores necesarios para el transporte desde los proveedores hasta la planta y desde la planta hacia los consumidores. El procesador de chatarra metálica es un importante fabricante de materia prima para la industria, y la planta procesadora de chatarra es realmente una fábrica, una fábrica sin techo.

1.1.5.2. El procesador de chatarra metálica no ferrosa

Los procesadores de metales no ferrosos trabajan en muchas maneras como los procesadores de chatarra metálica ferrosa, comprando chatarra de fabricantes, compañías públicas y privadas, sobras de edificios y puentes, entre otras fuentes. También compran chatarra de procesadores que han separado el hierro y el acero de automóviles o de otros artículos, y que no desean manejar los materiales no ferrosos.

El reciclaje y fundición de metales no ferrosos abastece en gran porcentaje los requerimientos de la industria de este tipo de materiales, y además representa un gran ahorro de energía. El ISRI estima que cerca de la mitad del plomo usado en la industria en los Estados Unidos proviene del reciclaje, y al usar plomo reciclado se ahorra el 65% de la energía que hubiera sido requerida para procesar plomo desde el mineral. En el caso del aluminio, el ahorro de energía es mucho más dramático: el reciclaje ahorra el 95% de la energía usada para procesar la bauxita y la alúmina. El aluminio reciclado actualmente provee cerca del 25% de la demanda de este metal en Norteamérica cada año. El reciclaje del cobre cubre cerca del 43% de la demanda, con un ahorro de energía del 85%. Dependiendo de las necesidades del consumidor industrial, el procesador de chatarra no ferrosa provee estos materiales preparados en forma de lingotes, o en bloques incluso más largos, para ser derretidos nuevamente.

1.1.6. DIFERENTES NEGOCIOS RELATIVOS A LA CHATARRA

Las plantas procesadoras de chatarra suelen ser confundidas con otros tipos de negocios, particularmente con recolectores de chatarra y con desmanteladoras de autos; pero hay una diferencia significativa entre estos negocios.

1.1.6.1. Procesadores de chatarra

Como cualquier fabricante, los procesadores de chatarra deben invertir un importante capital en maquinaria pesada, incluyendo máquinas para aplastar, triturar, cortar en pequeños pedazos de chatarra de diferente calidad, tanto de chatarra ferrosa como no ferrosa. El capital de esta industria y su inversión en edificaciones, terreno, equipo y maquinaria es bastante considerable y se cuantificará en capítulos posteriores.

1.1.6.2. Recolectores de basura

Hacen exactamente lo que su nombre sugiere. Su objetivo es el reunir desperdicios (papel, metal, trapos, artículos usados, electrodomésticos, muebles, etc.) que clasifican y venden a terceros, generalmente a procesadores de chatarra. Para este negocio se requiere poco o casi nada de equipamiento.

1.1.6.3. Desmanteladores de autos

Se encargan de negociar las partes que son extraídas de autos dañados u obsoletos que ellos compran. Los componentes usados son vendidos como piezas de recambio o repuestos. Desde el punto de vista del negocio, el desmantelador de autos debe estar consciente del año de fabricación, modelo y condiciones de los vehículos comprados, para saber el potencial de venta de las partes. Luego de extraídas las piezas que aún pueden ser usadas en otros vehículos, lo que queda, y especialmente la carrocería es vendida al peso, a una planta procesadora de chatarra. El año y la marca son parámetros totalmente insignificantes para el procesador de chatarra, el que está interesado únicamente en el peso de chatarra no preparada que es comprada para ser procesada.

1.2. CLASIFICACIÓN COMERCIAL DE LA CHATARRA FERROSA

Comercialmente, se clasifica a la chatarra ferrosa según el espesor que tiene, en tipos de tal manera:

1.2.1. TIPO ESPECIAL

Espesor mayor o igual a 5 mm. Chatarra de tipo especial son generalmente: piezas de tractor, material de taller automotriz, piezas de maquinaria, ejes y planchas gruesas, varillas de ½ pulgada en adelante, cilindros de gas compactados, material troquelado, despunte de desbaste, rieles y partes de tren,

rollos de platina, rollos de varillas, varillas corrugadas o lisas, hierro fundido rompible, vigas y ángulos, refill de cabezas de clavos en potes o tanques, aros de camión.

1.2.2. TIPO A

Espesor comprendido entre los 3 y los 5 mm. Chatarra tipo A se considera a: aros de auto liviano, material de chasis, planchas y tubos, platinas, rollos de cables de acero, paquete de lata negra, paquete de lata estañada, equipo caminero deshuesado, rollos de alambre amarrado, puntas de planchas perforadas.

1.2.3. TIPO B

Espesor comprendido entre 1 y 3 mm. Ejemplos de chatarra de tipo B son: planchas y platinas delgadas, cilindros de gas semicompactados, base y asas de cilindros de gas, cilindros de gas sin compactar, perchas de ángulos, material grueso de corte, alambre hecho paquete (amarrado).

1.2.4. TIPO C

Espesor inferior a 1 mm. Chatarra tipo C se considera a: alambrón, malla de cerramiento, alambre suelto, lata suelta, carrocería, pupitres, planchas de zinc, viruta amarrada, cubiertas de motor y puertas de autos, zunchos amarrados, tanques metálicos, hojalata suelta.

1.2.5. OBSERVACIONES

Toda chatarra debe entregarse libre de impurezas y contaminantes. No se acepta chatarra con aleantes químicos como: níquel, cromo, plomo o antimonio. La chatarra debe estar libre de madera, caucho, vidrio, cemento, asbesto, ladrillos refractarios, materiales explosivos, etc.

Ocasionalmente, si la chatarra que el recolector de basura entrega al procesador de chatarra viene con impurezas, el procesador castiga en el precio al recolector; el castigo es difícil de cuantificar, ya que en el momento de compra no se conoce el tiempo de trabajo necesario para limpiar y poner a punto la chatarra adquirida. Generalmente se sancionan los plásticos, vidrios y madera; y la sanción que depende de las piezas puede ser de 5 a 10 dólares por tonelada. El hecho de sancionar implica el riesgo de perder al recolector como abastecedor, teniendo en cuenta la competitividad del mercado, por lo tanto se debe ser muy cauteloso a nivel de restricciones y sanciones.

1.2.6. MATERIALES NO ACEPTADOS

Ciertos materiales al ser fundidos son extremadamente perjudiciales para el ambiente, por lo que no son aceptados para ser reciclados. Estos materiales son:

- Tubos de escape y silenciadores.
- Recipientes de pesticidas o que hubieren contenido cualquier sustancia química tóxica.
- Amortiguadores.
- Tubos con revestimiento de asbesto.
- Llantas o neumáticos.
- Rodillos con revestimiento de caucho.
- Cilindros de acetileno, amoniaco o algún gas tóxico.
- Pilas y baterías.
- Filtros de aceite.
- Unidades selladas (compresores y similares)
- Sistemas de refrigeración en base a R-12 (Freón 12) o amoniaco.
- Elementos con revestimiento de poliuretano (espuma).

Los efectos que tienen este tipo de materiales son principalmente dos: la contaminación que causan al ambiente cuando son fundidos o quemados, y el riesgo de explosión que algunos tienen al ser expuestos a altas temperaturas.

1.3. SITUACIÓN ACTUAL DE LA CHATARRA Y SU MERCADO EN EL ECUADOR

1.3.1. GENERALIDADES

El principal antecedente a tener en cuenta es la escasez mundial de acero que afecta a todas las industrias que utilizan este bien como materia prima para la conformación de sus productos, este problema no es ajeno al Ecuador, que a pesar de su poco consumo de acero, no tiene la capacidad de producirlo desde el mineral de hierro y toda la demanda debe ser importada o reciclada. Es por eso que se busca las diferentes alternativas para lograr obtener este bien tan necesario por diferentes vías.

Ante la escasez mundial y el inminente incremento en el precio del acero, el reciclaje toma aún mayor importancia. En la Ciudad de Quito, no existe un sistema de recolección y procesamiento de chatarra técnicamente desarrollado, por lo que el proceso actual de reciclaje es realizado de manera ineficiente. Es importante citar también que, no existe registro alguno de los muchos recolectores de chatarra existentes, precisamente por que el tipo de recolección no está tecnificada de ninguna manera y se la hace de una forma totalmente empírica. Este método empírico consiste en la adquisición de la chatarra por parte de estos comerciantes que poseen un vehículo, generalmente una camioneta, o en el mejor de los casos un pequeño camión; con el que recorren la ciudad y sus alrededores buscando quien les venda sus desperdicios metálicos. Una vez que la chatarra que compran alcanza la capacidad del vehículo, los recolectores se acercan a cualquiera de los contados centros de acopio en la ciudad, donde venden todo lo adquirido.

Como parámetro de estimación de la chatarra que se puede generar se puede tomar en cuenta el consumo per cápita de acero en el país; en el Ecuador, este rubro es de aproximadamente 80 kg. anuales por persona, mientras que en un país industrializado es de 500 kg. A nivel de países vecinos, el consumo en Colombia es de 120 kg. anuales, es por esta razón que existen cerca de 20 fundidoras en dicho país, Perú tiene un consumo de más de 100 kg.⁴ El consumo de acero se puede atribuir a la cultura de la gente, a la inversión pública y a las soluciones de acero que se pueden dar en los diferentes países. Sin embargo, en el presente se vive un cambio en la cultura ecuatoriana que se inclina a un mayor consumo de acero por persona, un ejemplo claro de esto es la constante renovación del parque vehicular en las grandes ciudades, Quito en especial; esto se debe a un cambio de percepción con respecto a la duración de los bienes metálicos.

Fedimetal estima que una buena parte, cerca de la mitad de la chatarra recolectada por los centros de acopio es llevada al exterior, principalmente a Colombia, India, China y algunos países de Europa; la otra mitad, se acopia nacionalmente; a pesar de que tan solo se tiene una sola fundidora en Guayaquil, Funasa. Sin embargo, existen otras empresas, tales como Adelca o Nocavero, que se dedican simplemente a la recolección, ya que entre sus planes a futuro se tiene la instalación de fundidoras, lo que implicaría una mayor demanda de este insumo.

Para la chatarra no existen ningún tipo de restricciones por parte del Municipio, Fundación Natura o algún otro organismo de control, ya que la chatarra no es contaminante, a diferencia de otro tipo de desperdicios. No existe ningún problema de salubridad de los empleados que manipulan la chatarra, siempre y cuando se cumplan las disposiciones básicas del Ministerio de Salud. Los centros de acopio de chatarra brindan una gran ayuda ambiental, ya que evitan la acumulación de desperdicios en las ciudades; e industrial, ya que la extracción de

⁴ Datos estadísticos FEDIMETAL.

acero por chatarra es mucho más conveniente que la extracción por mineral de hierro.

1.3.2. PRINCIPALES CENTROS DE ACOPIO DE CHATARRA EXISTENTES EN QUITO.

Se destacan cinco centros de acopio que acaparan gran parte de la chatarra que se genera principalmente en la Ciudad de Quito y en la Provincia de Pichincha como tal. Estos centros son:

- Dinecom's.
- Tecfrensisadi.
- Adelca.
- Reciclometal.
- Siderexp.

1.3.2.1. Dinecom's

Gráfico 1.1. Dinecom's



Dinecom's provee de chatarra ferrosa a la fundidora Funasa, ubicada en Guayaquil; ambas empresas pertenecen al grupo Holdingdine al igual que Andec. La chatarra reunida es comprada en Quito; además, Dinecom's compra chatarra

en toda la Sierra ayudados de subdistribuidores más pequeños, a los cuales, cuando tienen una cantidad considerable de chatarra, se les envía un camión para recogerla y que la lleve directamente a Guayaquil. La entrada a Dinecom's puede ser observada en el Gráfico 1.1.

Según la gerencia, desde Dinecom's se envían cinco camiones diarios de lunes a viernes y tres camiones los sábados, cada uno con un promedio de 25 toneladas de chatarra. A pesar de que los camiones tienen la capacidad de cargar treinta toneladas, por motivo de la baja calidad de la chatarra que ocupa mucho volumen, los camiones se llenan apenas con 23 a 27 toneladas. En el Gráfico 1.2 se puede observar un camión lleno de chatarra, listo para partir hacia Guayaquil. No toda la chatarra es compactada, solo la que ya está lista para fundir; el resto debe ser correctamente seleccionado en Funasa antes de introducirla al horno. El transporte de la chatarra de Dinecom's a Funasa es tercerizado, no se usan camiones propios debido a los altos costos de mantenimiento de los mismos. El total de chatarra mensual recogida y enviada es de aproximadamente 3.000 toneladas.

Gráfico 1.2. Camión lleno de chatarra listo para salir de Dinecom's hacia Guayaquil.



El centro carece de recolectores propios, toda la chatarra que consiguen es comprada a recolectores, recicladores y minadores menores; los que obtienen la chatarra de fábricas, mecánicas, domicilios y botaderos. La mayoría son gente que han estado mucho tiempo en el negocio de la recolección; sin embargo, desde hace un poco más de un año existen proveedores nuevos a los que se los conoce como los “paperos”, que son la gente que tiene cultivos de papas u otros productos agrícolas, quienes al ver la baja rentabilidad de sus productos en el mercado, vieron una mejor alternativa; manejarse mediante trueque, cambiar sus productos por desperdicios metálicos, transportarlos en su misma camioneta, y venderlos; mejorando de esta manera sus ingresos. Dinecom’s atiende diariamente a no menos de 100 personas al día.

Como principal estrategia de mercado, Dinecom’s propone un mejor servicio para ganar a sus competidores, usando un horario abierto de atención: el centro se cierra cuando no haya nadie que desee vender; a diferencia de la competencia, quienes se manejan con horarios estrictos de atención al cliente. Esta fortaleza les ayuda a compensar la desventaja en precio que tienen; Dinecom’s paga de 5 a 20 dólares menos por tonelada que sus competidores.

En esta empresa trabajan 23 personas: 4 en la parte administrativa y 19 en el campo. Para la administración disponen de: el gerente general, una persona encargada de la tesorería, un contador y un asistente. Para la planta: un supervisor, dos transportistas, una persona encargada del pesaje, cuatro estibadores, cinco cortadores, dos operadores de la grúa y dos operadores de la compactadora.

El proceso empieza en la báscula digital que se encuentra a la entrada del centro, en ese instante se determina el peso inicial del camión que ingresa con la chatarra; inmediatamente, el supervisor establece el tipo de chatarra que desea vender el recolector y se lo registra en la hoja de ingreso de mercadería, hoja con la cual en la tesorería se realizará el pago final cuando se haya determinado el peso total.

Una vez que se determina que tipo de chatarra se tiene, se procede a llevar al vehículo transportador hacia la zona de descargue, la cual es diferente para cada tipo de chatarra. Existe chatarra que es de gran calidad por lo que no requiere algún tratamiento para enviar a su destino final. En el caso de partes grandes, son llevadas a la zona de corte en donde se las procede a dividir en partes más pequeñas. Esta zona está a cargo de cinco personas, las cuales manejan oxicorte para dejar las piezas de gran tamaño en piezas mucho más fáciles de manejar y transportar.

Existe también una zona en donde se coloca la chatarra tipo C, por ejemplo latas y materiales de menos de 1 mm. de espesor, y se las procede a compactar en cubos de 50 cm. de arista. Debido a que la compactadora es eléctrica, implica un mayor gasto por lo que se usa poco este proceso, ya que incrementa el precio de la chatarra y de acuerdo al pago que se recibe, disminuye la rentabilidad del negocio.

Una vez que el vehículo ha despachado en su totalidad la chatarra, se procede nuevamente a pesarlo vacío, para de esta manera determinar por diferencia de

pesos la cantidad de chatarra depositada en el centro. Se emite el recibo de ingreso de material, en donde se detalla la cantidad de chatarra depositada y su tipo, para de esta manera en tesorería emitir el pago final al recolector.

La chatarra que usualmente llega es una chatarra mezclada, generalmente tipo A y tipo B, por lo que del total del peso la mitad se paga a un precio y la otra mitad a otro, salvo el caso que sea chatarra de un solo tipo. Además no se puede aplicar una clasificación más detallada porque al poner más obstáculos a los recolectores, se los perdería como abastecedores. La gerencia indica que de toda la chatarra obsoleta recibida, el 80% es de tipo B y C y el 20% de tipo Especial y A, sin embargo se paga como si fuera el 50% tipo B y C y 50% Especial y A.

Dinecom's no califica estrictamente la chatarra que compra, sino que paga por paquetes; si la chatarra recibida es desde 100% especial hasta 50% especial y 50% tipo A, se paga 100 dólares la tonelada; si la chatarra es desde 100% A hasta 50% A y 50% B, se paga 80 dólares la tonelada; y si, la chatarra es 100% B o 100% C se paga 70 dólares la tonelada. Dinecom's recibe en Guayaquil, un promedio de 140 dólares por cada tonelada de chatarra entregada.

1.3.2.2. Tecfrensisadi

Gráfico 1.3. Tecfrensisadi



Propiedad del Señor Alfonso Fernández, de nacionalidad colombiana, actualmente todas sus ventas las realiza a Adelca. Está ubicado en la Panamericana Sur, cerca de la entrada al Beaterio, es un centro relativamente pequeño, con un área aproximada de unos 800 m², en donde se compra chatarra a diferentes recolectores primarios que la consiguen en sus camiones o camionetas en todos los alrededores de la ciudad. Su entrada puede ser observada en el Gráfico 1.3. La chatarra aquí recogida es almacenada sin previa clasificación. En este centro se paga a 105 dólares la tonelada de chatarra especial y a 85 la de tipo B. Tiene un gran flujo de material, ya que la chatarra embarca en camiones de gran capacidad y son transportados hacia la planta de Adelca en Aloag.

Inicialmente no existía un control específico del peso de la chatarra, se pagaba de acuerdo al criterio del propietario o el encargado, actualmente posee una balanza camionera de 80 toneladas de capacidad, auspiciada por Adelca. El desembarque y embarque de la chatarra adquirida es manual como se puede

observar en el Gráfico 1.4 y el trato al cliente y al visitante dejan mucho que desear.

Gráfico 1.4. Descargue a mano por fuera del centro de acopio de manera anti técnica.



1.3.2.3. Adelca

Gráfico 1.5. Anuncios publicitarios de Adelca



Es una fabrica que se dedica a la producción perfiles, varillas, ángulos, etc., que tiene como proyecto instalar su propia fundidora, con este fin en mente, desde hace algún tiempo atrás y en base a ciertos estudios han empezado a abastecerse de chatarra, la cual va a ser la materia prima con la que va a funcionar la fundidora. Además, hacen un trueque con empresas colombianas, intercambiando chatarra por palanquilla. Los anuncios publicitarios para la compra de chatarra abundan por las cercanías de la planta, como ejemplo se puede observar el Gráfico 1.5.

El proceso de recolección es igual que en los otros centros, dependen netamente de la gente que se acerque a vender la chatarra que haya recolectado. Tienden a pagar por el volumen, tratando de verificar la cantidad de contaminantes que pueda existir en la chatarra y penalizando la presencia de estos contaminantes en el precio. Se tiene un pago diferenciado, dependiendo de la cantidad que se venda, y como ya tienen una serie de distribuidores fijos los precios tratan de ser

mejores a estas personas que se han mantenido constantemente con la empresa. En este centro se paga a 120 dólares la tonelada de chatarra especial, 110 las toneladas de tipo A y a 100 la tonelada de chatarra tipo B y C.

Entre las deficiencias que se puede encontrar está básicamente el sistema de adquisición de la chatarra, además de estar muy distantes de la ciudad. Sus ventajas son que ya llevan un buen tiempo en el negocio, están tecnificados y disponen de maquinaria pesada para manejar grandes volúmenes de chatarra.

1.3.2.4. Siderexp

Gráfico 1.6. Siderexp



Ubicado en la Panamericana Sur, fuera de la ciudad de Quito, de propiedad de la Dra. María del Carmen Rojas, tiene una superficie aproximada de 4000 m². Es un centro que se dedica al reciclaje en general, manejando varios materiales tales como plástico, cartón y chatarra; aparentemente el producto que más recicla y comercializa es el cartón, luego el plástico y finalmente la chatarra. Poseen

balanza camionera digital y una pequeña compactadora. La fotografía de este centro de acopio puede ser observada en el Gráfico 1.6.

Este centro compra la chatarra dependiendo de la calidad, calificando según el tipo; son muy organizados en cuanto al registro contable de las compras y ventas que se realizan. El desembarque y embarque de la chatarra se realiza manualmente, y la acumulación de chatarra es bastante desorganizada como se observa en el Gráfico 1.7. Siderexp paga la tonelada de chatarra especial y A a 108 dólares, la de tipo B a 90 dólares y la de tipo C a 80 dólares, la chatarra recolectada se exporta a Colombia, donde el precio por tonelada es mayor que en el Ecuador.

Gráfico 1.7. Acopio desorganizado realizado a mano.



La principal debilidad que presenta este centro, es que la mayor parte de sus recursos están enfocados al reciclaje de cartón, por lo que la chatarra metálica no es su prioridad. A pesar de que tienen un nivel tecnológico bueno, el parque de almacenamiento de chatarra es pequeño y bastante desordenado. Este centro dispone de alrededor de 20 empleados.

1.3.2.5. Reciclamiento

Ubicado en el norte de la ciudad, propiedad del Ing. Juan Hermida. Consta de dos centros los cuales tienen diferentes funciones: el primero está ubicado cerca del Parque de los Recuerdos, es un galpón dedicado a la recolección de tarjetas de computadoras para la extracción del oro existente en ellas, plástico, papel, cartón y en pequeñas cantidades se tiene chatarra no ferrosa (aluminio, cobre y bronce). El segundo centro está ubicado cerca al intercambiador de Carcelén, tiene una capacidad aproximada de 8.000 toneladas, es aquí donde se almacena en grandes cantidades la chatarra ferrosa y lo existente de chatarra no ferrosa.

Reciclamiento, pertenece a un grupo de empresas que se dedican al reciclaje, cada una con diferente especialidad ya sea cartón, papel, plásticos entre otros; en sí todo bien que sea reciclable, las cuales se encuentran ubicadas en diferentes sectores de la ciudad y en varias provincias del país. El proceso que se realiza en la bodega de recolección de Reciclamiento consiste en comprar, clasificar, cortar (si es necesario) y compactar; para su posterior venta. El proceso tanto de embarque y desembarque es realizado por montacargas, los otros procesos son manuales realizados por los empleados. Tiene ocho empleados que se encargan de todo el proceso, tanto la parte manual como la que requiere maquinaria. En la recolección tiene un grupo de recolectores que atienden a 240 proveedores.

La recolección como tal consiste en comprar la chatarra a bodegas pequeñas que la almacenan, ya que son abastecidas por recolectores primarios los cuales se encargan de ir buscando la chatarra por toda la ciudad. Por otro lado se compra la chatarra a las empresas que trabajan con acero directamente, con lo que según el propietario se maneja mensualmente un promedio de 500 toneladas de chatarra, tanto obsoleta como industrial. El proceso de compra y venta se lo realiza de acuerdo al peso, la clasificación de la chatarra es el factor determinante de la cantidad a pagar. Actualmente se paga 80 dólares por tonelada de tipo especial y A y 60 dólares por la de tipo B y C.

Su principal mercado es el mercado internacional, ya que todo su material lo exporta principalmente a China, Europa, Estados Unidos, ocasionalmente a Colombia. A criterio del propietario, como principal competidor se considera a Dinecom's, sin embargo cree que la falta de procesadoras de acero y metal mecánicas en el país es el determinante por el cual existen pocos centros de acopio de chatarra, que se manejan con bajos volúmenes.

1.4. EVALUACIÓN DE LOS CENTROS DE ACOPIO EXISTENTES

Es importante hacer un análisis de los diferentes centros de recolección de chatarra que trabajan en la ciudad de Quito, pero previamente es importante señalar varios parámetros que se van a investigar en la entrevista a los dueños o administradores de cada centro y a tomar en cuenta en la evaluación. Los parámetros a investigar se enumeran a continuación:

- Ubicación. Sector donde el centro de acopio está establecido.
- Tamaño. Área aproximada del centro de acopio.
- Capacidad. Cantidad de chatarra que se pueden almacenar en el centro.
- Cantidad de personal. Número de personas que trabajan en el centro.
- Si posee recolectores propios.
- Precio de compra de la chatarra.
- Destino de la chatarra recolectada. Cómo se dispone de la chatarra conseguida.
- Cantidad de chatarra que maneja mensualmente en toneladas.
- Proceso que realiza el centro.
- Tecnificación del proceso.
- Materiales que maneja el centro.
- Si el centro dispone de una compactadora.
- Si el centro dispone de maquinaria pesada.
- Organización del centro.
- Forma de trato al cliente y al visitante

Al ser entrevistas personales resulta fácil indagar sobre cada uno de los temas anteriormente señalados. En la siguiente tabla se resume la evaluación realizada a los centros mencionados en el apartado 1.3.2.

Tabla 1. Comparación de los centros existentes

1.4.	1.4.1.1.2.	1.4.1.1.3. Dincom's	1.4.1.1.4. Tecfren sisadi	1.4.1.1.5. Side rexp	1.4.1.1.6. Adelca	1.4.1.1.7. Recicl ametal
1.4.	1.4.1.1.9. Ubicación	1.4.1.1.10. Guajaló (sur)	1.4.1.1.11. Beaterio (sur)	1.4.1.1.12. Panamericana Sur Km. 19 (sur)	1.4.1.1.13. A loag (sur)	1.4.1.1.14. Panam.norte Km. 5 (norte)
1.4.	1.4.1.1.16. Tamaño (m ²)	1.4.1.1.17. 3000	1.4.1.1.18. 800	1.4.1.1.19. 4000	1.4.1.1.20. 8000	1.4.1.1.21. 4000
1.4.	1.4.1.1.23. Capacidad (toneladas)	1.4.1.1.24. n/s	1.4.1.1.25. n/s	1.4.1.1.26. n/s	1.4.1.1.27. n/s	1.4.1.1.28. 8000
1.4.	1.4.1.1.30. Cantidad de personal	1.4.1.1.31. 23	1.4.1.1.32. n/s	1.4.1.1.33. 20	1.4.1.1.34. 25	1.4.1.1.35. 18
1.4.	1.4.1.1.37. ¿Posee recolectores propios?	1.4.1.1.38. No	1.4.1.1.39. No	1.4.1.1.40. No	1.4.1.1.41. No	1.4.1.1.42. Si
1.4.	1.4.1.1.44. Precio de compra de chatarra	1.4.1.1.46. Especial y A \$100	1.4.1.1.47. Especial y A \$105 Tipo B y C \$85	1.4.1.1.48. Especial \$108	1.4.1.1.50. Especial \$120	1.4.1.1.52. Especial y A \$80 Tipo B y C \$60
	1.4.1.1.45. (dólares/tonelada)	Tipo B y C \$80		1.4.1.1.49. Tipo A \$90 Tipo B y C \$80	1.4.1.1.51. Tipo A \$110 Tipo B y C \$100	
1.4.	1.4.1.1.54. Destino de la chatarra	1.4.1.1.55. Funasa	1.4.1.1.56. Adelca	1.4.1.1.57. Colombia	1.4.1.1.58. Adelca, Colombia	1.4.1.1.59. China, India, EEUU, Europa
1.4.	1.4.1.1.61. Cantidad de chatarra manejada al mes (tonelada)	1.4.1.1.62. 3000	1.4.1.1.63. n/s	1.4.1.1.64. n/s	1.4.1.1.65. n/s	1.4.1.1.66. 500
1.4.	1.4.1.1.68. Proceso que se realiza en el centro	1.4.1.1.69. compra clasifica compacta vende	1.4.1.1.70. compra vende	1.4.1.1.71. compra clasifica compacta vende	1.4.1.1.72. compra compacta almacena e intercambia	1.4.1.1.73. compra compacta exporta
1.4.	1.4.1.1.75. Técnica del proceso	1.4.1.1.76. excelente	1.4.1.1.77. mala	1.4.1.1.78. mala	1.4.1.1.79. excelente	1.4.1.1.80. buena
1.4.	1.4.1.1.82. Materiales manejados	1.4.1.1.83. chatarra ferrosa	1.4.1.1.84. chatarra ferrosa	1.4.1.1.85. papel, cartón plástico chatarra ferrosa	1.4.1.1.86. chatarra ferrosa	1.4.1.1.87. chatarra ferrosa, no ferrosa papel, cartón plástico, tarjetas electrónicas
1.4.	1.4.1.1.89. ¿Posee compactadora?	1.4.1.1.90. si	1.4.1.1.91. no	1.4.1.1.92. si	1.4.1.1.93. si	1.4.1.1.94. si
1.4.	1.4.1.1.96. ¿Posee maquinaria pesada?	1.4.1.1.97. si	1.4.1.1.98. no	1.4.1.1.99. no	1.4.1.1.100. si	1.4.1.1.101. no
1.4.	1.4.1.1.103. Organiza	1.4.1.1.104. e	1.4.1.1.105. buena	1.4.1.1.106. m	1.4.1.1.107. e	1.4.1.1.108. bue

4	ciación del centro	<i>xcelente</i>		<i>ala</i>	<i>xcelente</i>	<i>na</i>
1.4.5	1.4.1.1.110. Trato al cliente	1.4.1.1.111. <i>bueno</i>	1.4.1.1.112. <i>malo</i>	1.4.1.1.113. <i>malo</i>	1.4.1.1.114. <i>bueno</i>	1.4.1.1.115. <i>bueno</i>

Con respecto a la ubicación de los cinco centros solo Reciclamental se ubica al norte de la ciudad, los restantes en el sur; sin embargo Adelca y Siderexp no se encuentran dentro de la ciudad. Adelca es el de mayor extensión, seguido por Dinecom's y Reciclamental que tienen una superficie considerable, luego Siderexp y finalmente Tecfrensisadi que es un centro bastante pequeño. El personal de todos los centros varía entre 18 y 25 personas, según el su tamaño básicamente. El proceso que realizan los cinco centros es muy similar, siendo la tecnificación del proceso excelente en Dinecom's y Adelca, buena en Reciclamental y mala en Siderexp y en Tecfrensisadi. El único que posee recolectores propios es Reciclamental. El precio de compra de chatarra es diferente para cada centro dependiendo básicamente de su ubicación. El pago a los recolectores primarios se lo realiza en efectivo en todos ellos.

1.5. FUENTES DE INFORMACIÓN ACERCA DE PROVEEDORES

Es necesario tener en cuenta los potenciales proveedores, para saber donde encontrar el producto, quien lo genera y si está dispuesto a comercializarlo. Siendo la chatarra ferrosa el producto de interés, entonces es necesario buscar información de empresas y/o industrias que trabajen con acero o fundiciones como materias primas, ya que al final de su proceso productivo quedarán los desperdicios de dicha materia prima, los mismos que son considerados como chatarra y son de gran interés para la labor que desempeña el centro de acopio. Además se debe tener en cuenta ciertos nichos para obtener chatarra de obsolescencia.

En cuanto a obtener chatarra industrial, son de interés todas las principales empresas que trabajan con materiales ferrosos, o sea todas las que están dedicadas al sector metalúrgico, siderúrgico, ensamblaje de carrocerías, entre otras; sin dejar de lado al sector automotriz. En cuanto a obtener chatarra de obsolescencia se debe considerar mecánicas, ya que estas se dedican al intercambio y reparación de piezas de automóviles, que en su mayoría son

elaboradas de acero, que han concluido su vida útil. Además se debe tener en cuenta los automóviles que están fuera de uso y son considerados chatarra. Un sector muy importante es también la industria petrolera, ya que genera volúmenes importantes de desperdicios metálicos; a pesar de esta industria está muy lejana a la ciudad, es un proveedor que se debe considerar, ya que cada cierto tiempo rematan sus desperdicios, los cuales deben ser desalojados del oriente ecuatoriano.

Se han establecido cuales son los sectores en los que se puede encontrar chatarra, es importante ahora considerar donde se puede encontrar información confiable de la mayor cantidad de estas empresas, entre éstas fuentes se destacan las siguientes:

- Cámara de Industriales de Pichincha.
- Cámara de la Pequeña Industria (CARPEI).
- Federación Ecuatoriana de Industrias Procesadoras de Metal y Productoras de Acero, Maquinaria y Equipos (FEDIMETAL).
- Banco Central del Ecuador.
- Empresa de manifiestos.

Analizando cada una de estas fuentes de información se puede establecer las características que tienen:

- La Cámara de Industriales⁵, tiene una base de datos bastante completa y abarca diferentes sectores productivos, por lo que la cantidad de empresas es considerable. Sin embargo las industrias que son de interés son las que están relacionadas con actividades metalúrgicas, producción de maquinaria, carrocerías, etc. A pesar de la gran información que ofrece, la información acerca de empresas que tienen vínculos productivos con el acero es limitada; son escasas en la base de datos interactiva que poseen.

⁵ <http://www.camindustriales.org.ec/paginas/bsqDirectorio.php>

- La Cámara de la Pequeña Industria⁶, al igual que la anterior brinda la facilidad de consultas por la Internet, pero definitivamente la extensión de estas bases de datos dependerán netamente del número de afiliados. Sin lugar a duda presentan una gama de alternativas de industrias encargadas de diferentes sectores productivos, pero lo concerniente a empresas que trabajan con acero es limitado, sin embargo será considerada como una fuente de información útil y una gran alternativa en caso de requerirse información un poco más detallada de alguna empresa asociada.
- La Federación Ecuatoriana de Industrias Procesadoras de Metal y Productoras de Acero, Maquinaria y Equipos, FEDIMETAL, es una fuente bastante útil y completa para este tema, posee información variada y detallada de todas las empresas que trabajan con acero, aunque no es accesible vía Internet.
- Las estadísticas de comercio exterior del Banco Central del Ecuador, son abiertas al público en general y se puede obtener la información de importaciones o exportaciones según la partida o el producto que se desee; así se puede tener un control sobre el acero que entra al país
- Manifiestos⁷ de Aduana, la Empresa de Manifiestos es una entidad privada que vende información acerca del comercio exterior del Ecuador. La información que entregan es mucho mas completa que la del Banco Central, de esta manera se puede determinar las empresas que adquieren el acero tener un mayor control sobre los potenciales proveedores.

⁶ www.pequenaindustria.com/b_empresas.asp

⁷ www.manifiestos.com.ec

CAPITULO 2. 5

CAPITULO 3. ESTUDIO DE MERCADO

3.1. OBJETIVOS DEL ESTUDIO DE MERCADO

- Determinar la cantidad media mensual de chatarra industrial que se genera en la Ciudad de Quito, y la cantidad disponible en el mercado para comercializar.
- Analizar los precios por tonelada que manejan actualmente los centros de acopio existentes.
- Analizar cualitativamente los efectos de un posible tratado de libre comercio con los Estados Unidos (TLC) en referencia a la chatarra y al sector metalmecánico en general.
- Determinar las cantidades de chatarra industrial y obsoleta que el centro puede adquirir (mercado potencial).
- Establecer los proveedores de chatarra industrial para el centro de acopio.

3.2. INTRODUCCIÓN AL ESTUDIO DE MERCADO

Actualmente existe una gran demanda de chatarra a nivel mundial, principalmente por las ventajas que conlleva la producción de acero a partir de ésta, lo que ha hecho que el mercado de la chatarra se convierta en un mercado netamente de demanda. El Ecuador no es la excepción, por este motivo el estudio de mercado es diferente a los estudios de otros productos por dos razones fundamentales: la primera es que siendo un mercado de demanda, el principal objetivo del estudio es determinar la cantidad de chatarra que se genera en la Ciudad de Quito, y a su vez, la cantidad a la que el centro de acopio puede acceder; la segunda razón, y de gran importancia es que teniendo en cuenta que el centro de acopio va abastecer la producción de Novacero, se descarta el análisis de la demanda existente, ya que toda la chatarra procesada por el centro será adquirida por la planta de dicha empresa. Por estas razones el estudio de mercado toma un enfoque diferente a los

estudios tradicionales, en los cuales el investigador se orienta principalmente a determinar la demanda existente del bien o servicio y con esto determina la viabilidad del proyecto.

Resulta complejo determinar la cantidad de chatarra que se genera en la Ciudad de Quito y sus alrededores, principalmente por que no existe registro alguno por parte de las fuentes generadoras, ni de la gente que se encarga de la recolección; además que, ninguna federación, ni empresa privada o municipal lleva algún registro acerca del tema, inclusive las organizaciones para la protección del medio ambiente carecen de información al respecto.

Una variable que se puede determinar con seguridad es la cantidad de acero que se importa al país, una parte de la cual ingresa como materia prima y la otra como producto terminado. La materia prima llega a plantas procesadoras, como fábricas de perfiles, cubiertas, varillas, electrodomésticos, auto partes, entre otros; donde se puede establecer un factor indicador de desperdicio de acuerdo al nivel tecnológico de la planta.

Cuando la materia prima es procesada pasa a ser un producto terminado, de manufactura nacional, que junto con los importados tienen un tiempo de obsolescencia, el cual se lo puede definir luego del periodo en el que han cumplido su vida útil y son considerados como chatarra. Sin embargo en muchas ocasiones, a pesar de que los bienes aun conservan vida útil, son reemplazados por otros de tecnología más avanzada, y también llegan a ser considerados chatarra.

La complejidad de la formación de chatarra se ilustra con claridad en el ejemplo de la varilla de acero de construcción, la cual tiene un desperdicio en la etapa de fabricación y un desperdicio en su uso; antes de llegar a ser un bien terminado, generalmente como parte de hormigón. El hormigón tiene una vida útil total de aproximadamente 30 años⁸, después de este periodo una parte de

⁸ Referencia: Cámara de la construcción de Quito.

la varilla puede ser recuperada como chatarra; sin embargo, la mayoría solo constituye escombros, donde se da una pérdida total del bien.

Ante la dificultad de establecer un factor de obsolescencia, y dado el hecho que la chatarra producida por el procesamiento de materias primas es mucho más apetecida y valiosa que la chatarra generada por obsolescencia de bienes, el estudio se centrará en la determinación de la cantidad de chatarra industrial que se genera en Quito y sus alrededores. Es necesario tener en cuenta previamente que el único lugar en donde se produce acero en el país es en la fundidora FUNASA, la cual entrega toda su producción a Aceros del Ecuador, ANDEC, para su procesamiento. El resto de empresas siderúrgicas establecidas en el país obtienen su materia prima mediante la importación desde diversas fundidoras alrededor del mundo.

Para la determinación de la cantidad de chatarra que se genera en la Ciudad de Quito, se va a partir de la información proporcionada por la Empresa de Manifiestos⁹, la cual recoge directamente la información de la Corporación Aduanera Ecuatoriana y de las empresas navieras encargadas del traslado de material, en donde se detalla de acuerdo a la partida de importación la cantidad de material que ha ingresado al país, el consignatario que trae la misma y el destino final de la mercadería.

De acuerdo a informes de la Federación Ecuatoriana de Industrias Procesadoras de Acero (FEDIMETAL), se conoce que las principales materias primas de acero que se importan al país son: alambrón, hierro en planchas, hierro en perfiles y hierro en barras. Mediante las estadísticas mensuales emitidas por la empresa de Manifiestos se analizarán las importaciones de estos bienes a nivel nacional y específicamente a la Ciudad de Quito, los cuales se encuentran codificados de acuerdo al Código Nandina¹⁰ con la numeración que se indica en la Tabla 2.1 a continuación:

⁹ Empresa de Manifiestos, www.manifiestos.com.ec.

¹⁰ El código Nandina está compuesto de diez dígitos los cuales indican específicamente un producto, importado o exportado. Al conjunto de los diez dígitos

Tabla 2. Códigos Nandina de materias primas importadas al país.

<i>3.2.1.1.1. Código Nandina</i>	<i>3.2.1.1.2. Descripción del capítulo</i>
<i>3.2.1.1.3. 7206</i>	<i>3.2.1.1.4. Hierro en barras</i>
<i>3.2.1.1.5. 7208</i>	<i>3.2.1.1.6. Hierro en planchas</i>
<i>3.2.1.1.7. 7213</i>	<i>3.2.1.1.8. Alambión de hierro</i>
<i>3.2.1.1.9. 7216</i>	<i>3.2.1.1.10. Hierro en perfiles</i>

[Fuente: Nomenclatura de comercio exterior, Banco Central del Ecuador]

En la Tabla 2.2 se detallan las importaciones por año totales de acero que han ingresado al país en el periodo comprendido entre el mes de junio del 2002 hasta el mes de diciembre del 2005, paralelamente se muestra el porcentaje correspondiente a las importaciones de cada uno de estos productos.

se lo conoce como subpartida las cuales a su vez se encuentran agrupadas por capítulos los cuales se componen de los cuatro primeros dígitos del código. Todas las materias primas de acero se encuentran agrupados en la partida 72. En el Anexo 2.1 de la página A7 se muestra el Detalle de la partida 72.

Tabla 3. Cantidad y porcentaje anual de materias primas de acero importadas¹¹.

3.2.1.1.11. Año/ Material	3.2.1.1.12. 2 002 ¹²	3.2.1.1.13. 2 003	3.2.1.1.14. 2 004	3.2.1.1.15. 2 005
3.2.1.1.16. Total Anual [toneladas]	3.2.1.1.17. 3 73.137	3.2.1.1.18. 6 01.576	3.2.1.1.19. 7 34.848	3.2.1.1.20. 8 77.022
3.2.1.1.21. Alam brón (%)	3.2.1.1.22. 9 %	3.2.1.1.23. 1 8%	3.2.1.1.24. 1 4%	3.2.1.1.25. 2 0%
3.2.1.1.26. Hierr o en barras (%)	3.2.1.1.27. 5 0%	3.2.1.1.28. 3 2%	3.2.1.1.29. 4 0%	3.2.1.1.30. 4 0%
3.2.1.1.31. Hierr o en perfiles (%)	3.2.1.1.32. 3 %	3.2.1.1.33. 3 %	3.2.1.1.34. 2 %	3.2.1.1.35. 3 %
3.2.1.1.36. Hierr o en planchas (%)	3.2.1.1.37. 3 8%	3.2.1.1.38. 4 7%	3.2.1.1.39. 4 4%	3.2.1.1.40. 3 7%

[Fuente: Estadísticas de la Empresa de Manifiestos]

De acuerdo a la Tabla 2.2 se observa que las importaciones tienen el mismo comportamiento: hay un predominio en las importaciones de hierro en barras debido a la carencia de generación en el país de materia prima para las empresas siderúrgicas productoras de varillas, perfiles, platinas, etc. siendo los mayores importadores Novacero y ADELCA. Es importante señalar que ninguna de las dos empresas comercializa la chatarra generada en sus procesos productivos. En segundo lugar se tiene como rubro importante las importaciones de hierro en planchas, siendo de gran consideración ya que estas empresas si comercializan la chatarra generada en sus procesos productivos. Las importaciones de alambrón tienen un bajo porcentaje de importación pero las empresas procesadoras de este tipo de materia prima también comercializan su chatarra. Las importaciones de perfiles son las que

¹¹ Ver Anexo 2.2: Cantidades totales por año de material importado como materia prima. Página A9.

¹² La información es desde junio a diciembre del 2002

se realizan en menor cantidad debido a la existencia de producción nacional de este producto.

3.3. ESTUDIO EN LA CIUDAD DE QUITO

En la información proporcionada por la Empresa de Manifiestos consta el destino final¹³ de las importaciones, siendo las principales ciudades importadoras de materia prima: Quito, Guayaquil, Cuenca, Machala y Manta; debido a la cantidad de industrias existentes en cada una de estas ciudades. Entre las ciudades mencionadas predominan las ciudades de Quito y Guayaquil debido a la mayor concentración de industrias en estas dos ciudades.

En el Anexo 2.3 de la página A11 se tiene el resumen de las importaciones de acuerdo a la ciudad de destino final, el tipo de material y el año de importación. Dado que el mercado meta es la Ciudad de Quito y sus cercanías, se establecen en la Tabla 2.3 los subtotales anuales para esta ciudad.

Tabla 4. Distribución en Quito de materias primas importadas.

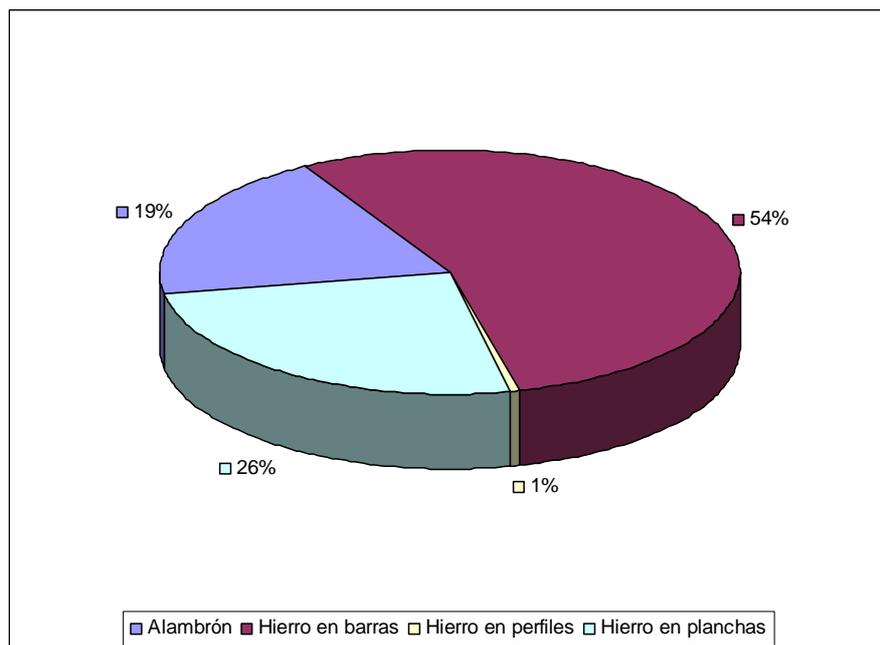
¹³ Ver Anexo 2.3: Distribución de productos en el Ecuador, página A11.

3.3.1.1.1. A ño/ Material	3.3.1.1.2. 200 2	3.3.1.1.4. 200 3	3.3.1.1.6. 200 4	3.3.1.1.8. 200 5	3.3.1.1.10. Tot al Material
	3.3.1.1.3. [TO NELADAS]	3.3.1.1.5. [TO NELADAS]	3.3.1.1.7. [TO NELADAS]	3.3.1.1.9. [TO NELADAS]	3.3.1.1.11. [T ONELADAS]
3.3.1.1.12. A lambrón	3.3.1.1.13. 21 .133	3.3.1.1.14. 72 .911	3.3.1.1.15. 79 .401	3.3.1.1.16. 66 .383	3.3.1.1.17. 2 39.828
3.3.1.1.18. H ierro en barras	3.3.1.1.19. 12 3.696	3.3.1.1.20. 12 7.866	3.3.1.1.21. 18 6.614	3.3.1.1.22. 23 3.685	3.3.1.1.23. 6 71.862
3.3.1.1.24. H ierro en perfiles	3.3.1.1.25. 1. 087	3.3.1.1.26. 4. 135	3.3.1.1.27. 1. 278	3.3.1.1.28. 99 5	3.3.1.1.29. 7 .495
3.3.1.1.30. H ierro en planchas	3.3.1.1.31. 50 .298	3.3.1.1.32. 98 .906	3.3.1.1.33. 10 5.080	3.3.1.1.34. 61 .004	3.3.1.1.35. 3 15.288
3.3.1.1.36. T otal Anual	3.3.1.1.37. 19 6.213	3.3.1.1.38. 30 3.819	3.3.1.1.39. 37 2.373	3.3.1.1.40. 36 2.067	3.3.1.1.41. 1 .234.472

[Fuente: Estadísticas de la Empresa de Manifiestos]

En el Gráfico 2.1 se muestra esquemáticamente un resumen de los datos de la Tabla 2.3:

Gráfico 1.8. Porcentaje en Quito de materias primas importadas desde junio del 2002 a diciembre del 2005.



Claramente se aprecia que existe mayor importación de hierro en barras, en segundo lugar hierro en planchas, seguido de alambIÓN y finalmente hierro en perfiles. En conclusión, son las empresas importadoras de hierro en barras y las de hierro en planchas las que generan mayor cantidad de chatarra debido a la cantidad de materia prima que importan.

3.4. DETERMINACIÓN DE LA CANTIDAD DE CHATARRA INDUSTRIAL

Posterior al análisis de la cantidad de hierro que ingresa al país, y específicamente a la Ciudad de Quito, se determinará la cantidad de chatarra industrial que se genera como resultado del desperdicio en el proceso de transformación a la que son sometidas todas estas materias primas; por lo que, es necesario establecer un factor de desperdicio representado en porcentaje de la cantidad de materia prima procesada. En países desarrollados, en donde los procesos son semi automáticos y altamente eficientes, el porcentaje de

desperdicio oscila cerca de un 3%¹⁴; sin embargo, como en el Ecuador no existen tales procesos, con la tecnología existente, se tiene un factor de no menos del 4%¹⁵, siendo actualmente ADELCA la planta de mayor eficiencia. Para determinar la cantidad de chatarra industrial se asumirá que todas las materias primas son procesadas con la tecnología de menor desperdicio; entonces, para todos los casos se aplicará un factor de desperdicio del 4%, siendo éste un valor conservador.

En la Tabla 2.3 de la página 36 se tiene el total en toneladas de materia prima importada al país en un periodo de 41 meses (junio 2002 – diciembre 2005). Al dividir este valor para el número de meses se tiene la media mensual de material, y al multiplicar por el factor de desperdicio, se determina la cantidad de chatarra que se genera mensualmente. En la Tabla 2.4 se resume la cantidad mensual de chatarra industrial generada y se ilustra en el Gráfico 2.2.

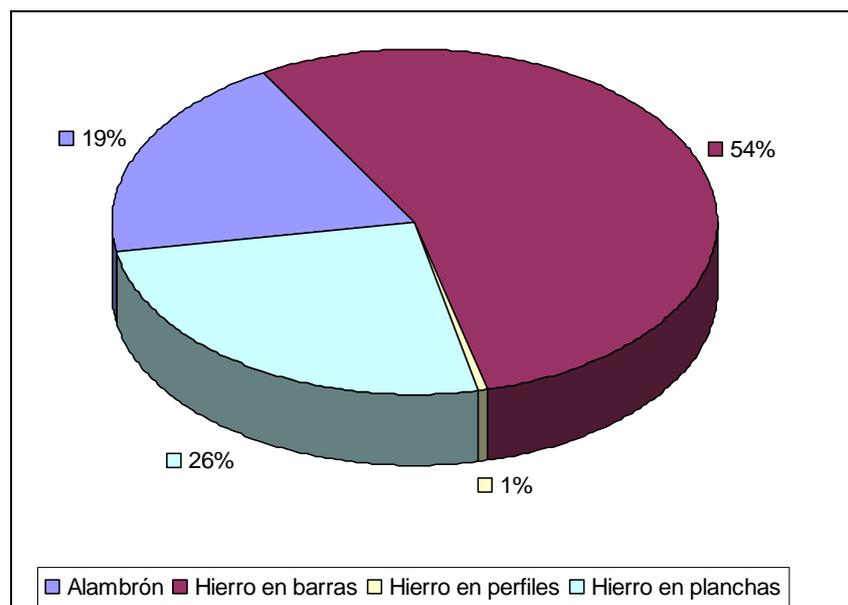
Tabla 5. Cálculo total de la cantidad media mensual de chatarra industrial generada en Quito.

¹⁴FUENTE: FEDIMETAL, informes de producción.

¹⁵FUENTE: FEDIMETAL, informes de producción.

3.4.1.1.1. año/ material	3.4.1.1.2. total material en 41 meses	3.4.1.1.4. media mensual	3.4.1.1.7. total chatarra
	3.4.1.1.3. [TONELADAS]	3.4.1.1.5. de material	3.4.1.1.8. industrial mensual
		3.4.1.1.6. [TONELAD AS]	3.4.1.1.9. [TONELADAS]
3.4.1.1.10. Alamb rón	3.4.1.1.11. 239. 828	3.4.1.1.12. 5. 849	3.4.1.1.13. 2 34
3.4.1.1.14. Hierro en barras	3.4.1.1.15. 671. 862	3.4.1.1.16. 16 .387	3.4.1.1.17. 6 55
3.4.1.1.18. Hierro en perfiles	3.4.1.1.19. 7.49 5	3.4.1.1.20. 18 3	3.4.1.1.21. 7
3.4.1.1.22. Hierro en planchas	3.4.1.1.23. 315. 288	3.4.1.1.24. 7. 690	3.4.1.1.25. 3 08
3.4.1.1.26. Total General	3.4.1.1.27. 1.23 4.472	3.4.1.1.28. 30 .109	3.4.1.1.29. 1 .204

Gráfico 1.9. Porcentaje en Quito de chatarra generada según materias primas.



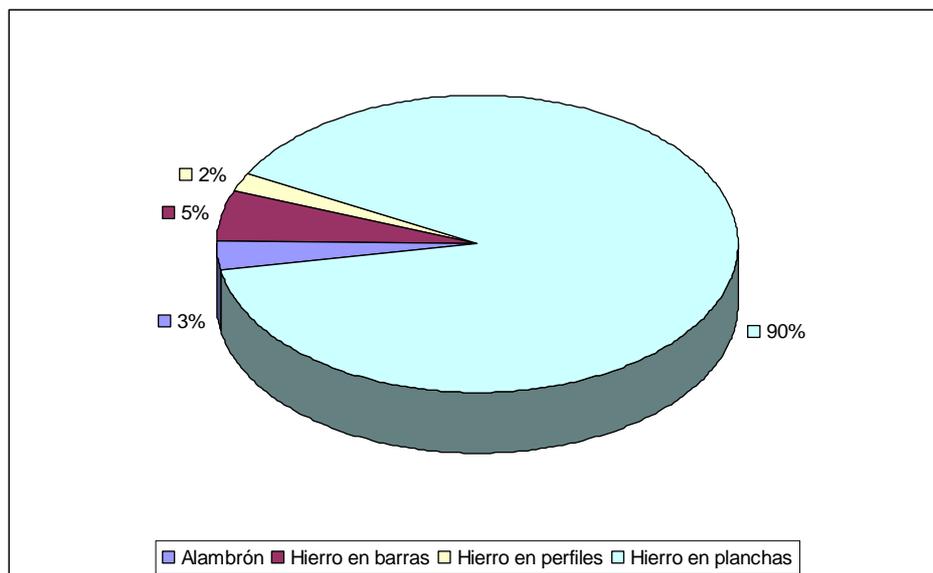
Como se deduce en la Tabla 2.4 se generan 1.204 toneladas promedio de chatarra por mes en Quito, siendo el hierro en barras la mayor fuente de generación. Se debe considerar una realidad; uno de los mayores importadores de materia prima, y por lo tanto generador de una cantidad importante de chatarra industrial, es la empresa Acerías del Ecuador C.A. “ADELCA”; esta empresa, se dedica también a la recolección de chatarra, por lo que sus desperdicios no son comercializados. Las principales materias primas que importa ADELCA son el alambión y el hierro en barras¹⁶. Se tiene que para los dos tipos de productos ADELCA importa el 22% de alambión y un 45% de hierro en barras del total. Al valor total ya calculado se debe reducir este porcentaje en los dos productos para determinar la cantidad de chatarra industrial disponible en el mercado. En la Tabla 2.5 se muestran las cantidades de chatarra disponibles una vez que se ha sustraído el porcentaje de ADELCA y se ilustra en el Gráfico 2.3.

Tabla 6. Cantidad de chatarra industrial disponible para la comercialización en Quito.

¹⁶ Referencia: Empresa de manifiestos, estadísticas anuales de importación de materias primas.

3.4.1.1.30. Año/ Material	3.4.1.1.31. Total Material EN 41 MESES	3.4.1.1.33. MEDIA mensual	3.4.1.1.36. Total chatarra
	3.4.1.1.32. [TONELADA S]	3.4.1.1.34. DE MATERIAL	3.4.1.1.37. INDUSTRI AL MENSUAL
		3.4.1.1.35. [TONELAD AS]	3.4.1.1.38. [TONELAD AS]
3.4.1.1.39. Alamb rón	3.4.1.1.40. 174. 853	3.4.1.1.41. 5.8 49	3.4.1.1.42. 1 1
3.4.1.1.43. Hierro en barras	3.4.1.1.44. 439. 643	3.4.1.1.45. 16. 387	3.4.1.1.46. 1 9
3.4.1.1.47. Hierro en perfiles	3.4.1.1.48. 6.50 0	3.4.1.1.49. 183	3.4.1.1.50. 7
3.4.1.1.51. Hierro en planchas	3.4.1.1.52. 257. 627	3.4.1.1.53. 7.6 90	3.4.1.1.54. 3 08
3.4.1.1.55. Total General	3.4.1.1.56. 878. 622	3.4.1.1.57. 28. 343	3.4.1.1.58. 3 44

Gráfico 1.10. Porcentaje de chatarra en Quito disponible en el mercado.



De esta manera se ha determinado la cantidad de chatarra industrial media mensual disponible en el mercado, de donde se deduce que las procesadoras de alambón producen once toneladas mensuales de chatarra; las procesadoras de hierro en barras (que no recolectan sus desperdicios) generan diecinueve toneladas por mes de chatarra; así mismo las procesadoras de

hierro en perfiles generan apenas siete toneladas por mes de chatarra; sin embargo las empresas que mayor cantidad de chatarra generan en la Ciudad de Quito son las empresas procesadoras de hierro en planchas creando cada mes 308 toneladas de chatarra. Finalmente se tiene que en la ciudad de Quito hay disponible 344 toneladas de chatarra por mes, siendo las empresas procesadoras de hierro en planchas las que generan una mayor cantidad de chatarra que se puede comercializar en la Ciudad de Quito.

3.5. ANÁLISIS DE LOS PROVEEDORES DE CHATARRA INDUSTRIAL

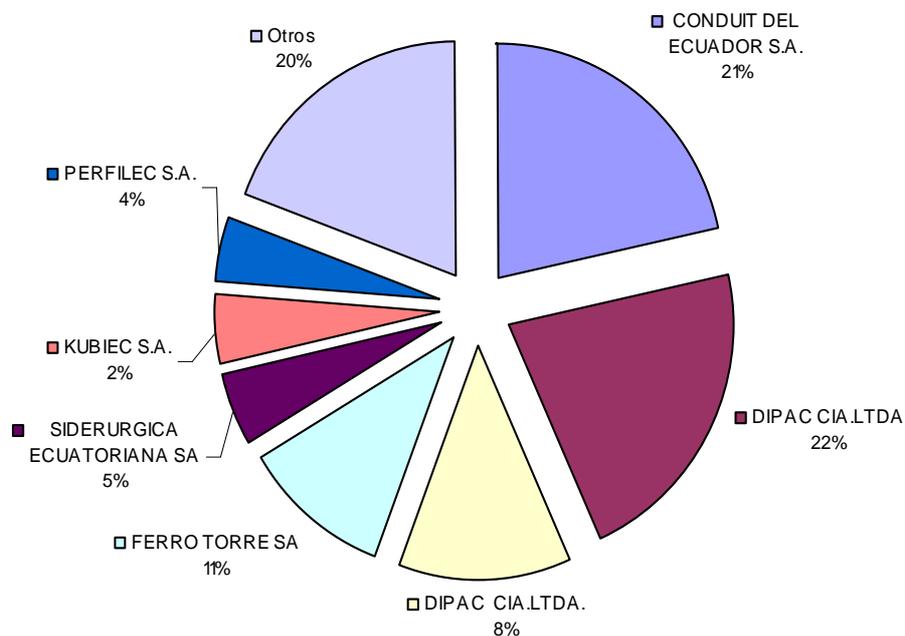
Se concluyó que la mayor cantidad de chatarra disponible en el mercado es la generada por las empresas procesadoras de hierro en planchas. Para determinar los potenciales proveedores del centro de acopio se analizan las empresas que mayor cantidad de hierro han importado durante el período de análisis. En la Tabla 2.6 se muestra la lista de las empresas que han importado la mayor cantidad de hierro en planchas con su respectivo porcentaje de importación y se ilustra en el Gráfico 2.4 para el año 2005¹⁷.

Tabla 7. Porcentaje de importaciones de hierro en planchas de potenciales proveedores año 2005

¹⁷ En el Anexo 2.4, se encuentran las mayores importadoras de hierro en planchas en los años 2002, 2003,2004.

3.5.1.1.1. Empresa	3.5.1.1.2. % importación
3.5.1.1.3. Conduit Del Ecuador S.A.	3.5.1.1.4. 21.76%
3.5.1.1.5. Dipac CIA. Ltda.	3.5.1.1.6. 21.58%
3.5.1.1.7. Kubiec S.A.	3.5.1.1.8. 12.23%
3.5.1.1.9. Ferro Torre S.A.	3.5.1.1.10. 10.74%
3.5.1.1.11. Siderúrgica Ecuatoriana S.A.	3.5.1.1.12. 4.96%
3.5.1.1.13. Rooftec CIA. Ltda.	3.5.1.1.14. 4.88%
3.5.1.1.15. Perfilec S.A.	3.5.1.1.16. 4.28%
3.5.1.1.17. Otros	3.5.1.1.18. 19.57%

Gráfico 1.11. Distribución de importaciones de potenciales proveedores año 2005



Una vez identificadas las empresas que mayor cantidad de acero adquieren, se determina la cantidad de chatarra que dichas empresas generan, usando el factor de desperdicio establecido como el 4%. Los resultados se muestran en la Tabla 2.7.

Tabla 8. Cantidad de chatarra generada por los potenciales proveedores para el año 2005

3.5.1.1.19. Empresa	3.5.1.1.20. Chatarra generada [TONELADAS/MES]
3.5.1.1.21. Conduit Ecuador S.A. Del	3.5.1.1.22. 49
3.5.1.1.23. Dipac CIA. Ltda.	3.5.1.1.24. 48
3.5.1.1.25. Kubiec S.A.	3.5.1.1.26. 27
3.5.1.1.27. Ferro Torre S.A.	3.5.1.1.28. 24
3.5.1.1.29. Siderúrgica Ecuatoriana S.A.	3.5.1.1.30. 11
3.5.1.1.31. Rooftec CIA. Ltda.	3.5.1.1.32. 11
3.5.1.1.33. Perfilec S.A.	3.5.1.1.34. 10

De esta manera se han determinado los potenciales proveedores de chatarra industrial para el centro de acopio. En el capítulo a continuación, Tamaño y Localización, se determinarán las empresas que negociarán su chatarra con el centro de acopio.

3.6. DETERMINACIÓN DE LA CANTIDAD DE CHATARRA OBSOLETA

El centro de acopio no está simplemente destinado a la recolección de chatarra industrial, sino también a la recolección de chatarra obsoleta; usando sus propios recolectores y también comprando a recolectores que se acerquen al centro. A pesar de que las cantidades de chatarra obsoleta son altas, estimar un índice obsolescencia para una gran cantidad de productos metálicos es una tarea que implica una gran complejidad; considerando que no todos los productos tienen una misma vida útil, incluso aunque dichos productos sean de un mismo tipo. La vida útil de cada producto depende directamente del trato que su dueño haga de él, del correcto o incorrecto uso del mismo, de las condiciones ambientales, de su uso luego de la posventa como objeto de segunda mano, entre muchas otras. Es debido a esta gran cantidad de circunstancias que es incierto establecer en que momento un artículo es considerado como chatarra.

Un ejemplo simple que ilustra esta situación son los automóviles: según el Ilustre Municipio de Quito, la vida útil de los autos es de veinte años, sin embargo existe una gran cantidad de vehículos que se mantienen en circulación teniendo más de veinte años en servicio; por otro lado, muchos automotores, debido principalmente a accidentes llegan a ser considerados como chatarra mucho antes de llegar a la vida útil estimada por el Municipio.

Resulta importante señalar que la chatarra industrial, es chatarra de gran calidad, que asegura una buena remuneración por la misma; sin embargo, las cantidades que se han determinado en el apartado 2.4 no justifican el dedicar todos los recursos del centro a la recolección de este tipo de chatarra, y por el

contrario permiten concluir que se deben dedicar muchos más recursos a la adquisición de chatarra obsoleta, la cual constituirá un rubro importante en el sustento del centro de acopio, al menos en los primeros años.

Para las personas que no están familiarizadas con el negocio de la chatarra, el imaginarse tan solo una tonelada de chatarra suele parecer una cantidad muy grande y muy difícil de conseguir. Con el objetivo de apreciar la cantidad de chatarra que se maneja cotidianamente es útil recordar que existe una gran afluencia de recolectores primarios, con cantidades considerables de chatarra obsoleta, por ejemplo, el centro de acopio Dinecom's recibe cerca de tres mil toneladas mensuales (3000 ton/mes), trabajando veinte días al mes. Esto da un promedio de ciento cincuenta toneladas por día de trabajo (150 ton/día), que para tener una idea, significa que acuden al centro de acopio más de ciento cincuenta camionetas diarias con capacidad cercana a una tonelada en promedio para vender chatarra. Aunque no es una cantidad neta total de la chatarra obsoleta, esta cantidad constituye un rubro importante para la posterior determinación de la cantidad de chatarra obsoleta que captará el centro de acopio.

3.7. ANÁLISIS DE PRECIOS DE LOS CENTROS EXISTENTES

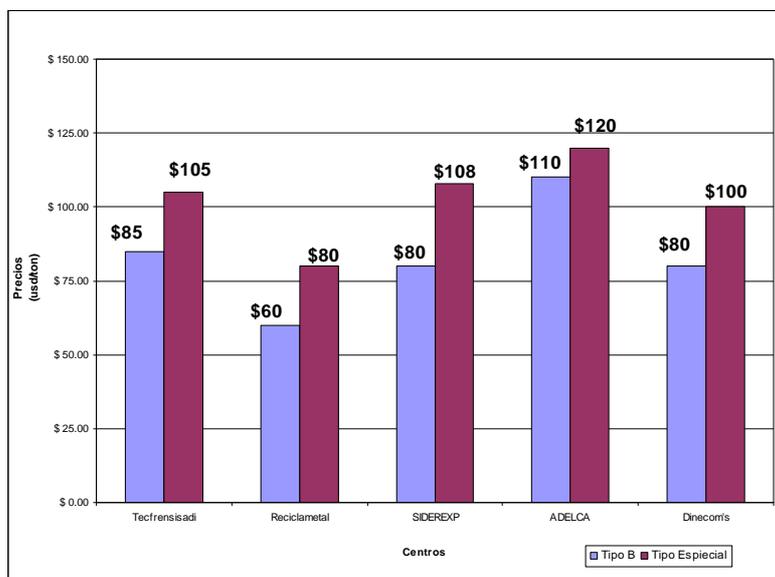
En el Capítulo 1 se realizó una descripción detallada con una respectiva tabla comparativa¹⁸ de cada uno de los centros que actualmente operan en la Ciudad de Quito, información determinada a partir de visitas a los mismos y entrevistas con las personas a cargo de cada centro. Entre la información obtenida se tiene los precios de compra de cada centro, los cuales se resumen en la Tabla 2.8 y se ilustran en el Gráfico 2.5:

¹⁸ Ver Tabla 1.1 en la página 27.

Tabla 9. Precios de compra de los centros existentes

3.7.1.1.1.	3.7.1.1.2. Dinecom's	3.7.1.1.3. Tecfrensisadi	3.7.1.1.4. Sidereexp	3.7.1.1.5. Ade lca	3.7.1.1.6. Recicl ametal
3.7.1.1.7. Ubicación	3.7.1.1.8. Guajaló	3.7.1.1.9. Beaterio	3.7.1.1.10. Panam. Sur km. 19	3.7.1.1.11. Al oag	3.7.1.1.12. Panam. norte Km. 5
	3.7.1.1.13. (sur)	3.7.1.1.14. (sur)	3.7.1.1.15. (sur)	3.7.1.1.16. (sur)	3.7.1.1.17. (norte)
3.7.1.1.18. Precio de compra de chatarra	3.7.1.1.19. Especial y A \$100	3.7.1.1.20. Especial y A \$105	3.7.1.1.21. Especial \$108	3.7.1.1.22. Especial y A \$120	3.7.1.1.23. Especial y A \$80
	3.7.1.1.24. Tipo B y C \$80	3.7.1.1.25. Tipo B y C \$85	3.7.1.1.26. Tipo A \$90	3.7.1.1.27. Tipo B \$110	3.7.1.1.28. Tipo B y C \$60
	3.7.1.1.29.	3.7.1.1.30.	3.7.1.1.31. Tipo B y C \$80	3.7.1.1.32. Tipo C \$100	3.7.1.1.33.

Gráfico 1.12. Comparación de los precios de compra de cada centro.



En los centros existentes, la chatarra es clasificada previamente para determinar el precio a pagar. En el caso de los centros analizados los precios por tonelada para los tipos principales de chatarra oscilan entre un mínimo de \$ 60,00 usd, hasta un máximo de \$120,00 usd. ADELCA es la empresa que tiene un mayor precio por la chatarra que adquiere, debido a la distancia a la que se encuentra de la Ciudad de Quito. Dinecom's y ADELCA tienen los

centros más grandes de recolección y todos sus recursos están destinados a la recolección de chatarra ferrosa industrial y obsoleta. Entre los dos centros, ADELCA presenta una variedad de ventajas especialmente a los recolectores primarios, a los cuales ofrece el transporte en caso de que la cantidad de chatarra alcance las 25 toneladas o más, a diferencia de los otros centros. Entre otra de las ventajas de ADELCA para con los recolectores mayoristas y para recolectores que se han mantenido por un largo periodo con la empresa es el incremento aproximado de un 20% al precio normal de compra, para de esta manera asegurar al proveedor de chatarra.

3.8. ACERCA DEL TRATADO DE LIBRE COMERCIO (TLC) Y EL SECTOR METALMECÁNICO

Según el presidente de FEDIMETAL, Ingeniero Ramiro Garzón¹⁹, el Ecuador, en lo que al sector metalmeccánico se refiere, no está totalmente preparado, pero reconoce que están resueltos a enfrentar un posible TLC de la mejor forma, ya que considera imposible oponerse a una tendencia mundial como es la apertura de mercados; sin embargo, existe la gran preocupación de que el Ecuador, como país, no se encuentra completamente preparado.

Garzón comenta que al iniciar las negociaciones del TLC, la aspiración del sector fue que se busque mejorar íntegramente la competitividad del país, que el Ecuador disponga de toda una infraestructura básica con la que se pueda competir. Componentes principales de esta infraestructura se consideran los temas de electricidad y aduanas, temas en los cuales el país no se encuentra preparado; incluso, un tema importante que está ausente es la reglamentación interna: la forma en que se va a enfrentar jurídicamente este intercambio comercial frente a Estados Unidos. Estos temas constituyen una preocupación seria que tiene el sector, sin embargo dentro de lo que es la parte metalmeccánica, especialmente en lo que tiene que ver a las empresas afiliadas

¹⁹ Declaraciones hechas en el programa Agenda País del sábado 10 de diciembre del 2005 en el canal TV HOY.

a FEDIMETAL, muchas de estas están preparadas y han sido calificadas dentro de lo que son estándares internacionales, muchas con certificaciones ISO 9000 y algunas con certificaciones ISO 14000 o en el proceso de certificación.

En definitiva, concluye Garzón, el sector metalmeccánico se ha preparado para ser competitivo, por iniciativa propia, dentro del sector existe inclusive un grupo de empresas que están exportando a Estados Unidos, si bien el volumen o la cantidad de exportación es baja, se cree que con la firma de un posible TLC y con lo que se pueda hacer para volver al país competitivo, aumentarán las exportaciones. Una cifra alentadora para los metalmeccánicos es que Estados Unidos compra al mundo 11.286 millones de dólares anuales en lo que tiene que ver al sector metalmeccánico, cantidad comparable con la deuda externa de nuestro país. El Ecuador actualmente exporta alrededor de ocho millones de dólares, por lo que existe una gran oportunidad de que las exportaciones de productos terminados crezcan en gran proporción.

El problema de la negociación del TLC es que el Ecuador ha hecho todo pensando en diez años a partir de la firma del tratado, sin pensar en el mediano y corto plazo, además de no existir la reglamentación necesaria para hacer al país competitivo y defender a los sectores que no se encuentran preparados, otro problema es que a pesar de que ya han culminado catorce rondas de negociación, aún no existen propuestas internas serias.

La gran industria del sector metalmeccánico se encuentra preparada para afrontar un tratado de este tipo, sin embargo no se puede decir lo mismo de la pequeña y mediana industria, por lo que se debería proteger en el tratado como lo hace Estados Unidos mediante reglamentación y leyes internas a estos elementos muy importantes en la cadena económica y en la generación de empleo, para estar en igualdad de condiciones. Lastimosamente estas leyes y reglamentaciones no existen. A pesar de todo, tanto para la gran, mediana y pequeña industrias se considera que el TLC es una gran oportunidad para colocar productos con valor agregado dentro de un mercado tan amplio como es el estadounidense, teniendo en cuenta que existen productos

metalmecánicos cuyo precio en Estados Unidos es el doble del precio en el Ecuador.

Además, a raíz del TLC, han surgido alianzas andinas para exportar hacia los Estados Unidos, concretamente en el sector metalmecánico existe una alianza entre FEDIMETAL y su homólogo colombiano FEDEMETAL, como se indica en el extracto del artículo del diario El Universo²⁰:

“La gran limitante que tienen Colombia y Ecuador -reconoce Lesmes (Juan Manuel Lesmes, director ejecutivo de Fedemetal)- es el volumen de exportación porque, una vez en el mercado, los norteamericanos piden un montón de toneladas que nosotros no podemos dar solos si no en conjunto. Si Estados Unidos necesita 20.000 toneladas de algún insumo y Colombia tiene el 60% de lo requerido, Ecuador también puede participar con el 40% restante”.

En caso de que no se lograra una firma del TLC, dice el principal de FEDIMETAL, el sector metalmecánico no se ve directamente afectado, ya que en este momento existe un Arancel Externo Común vigente aprobado por la Comunidad Andina (CAN), y que comparado con los techos de la Organización Mundial de Comercio (OMC) son bajos. Estos mismos aranceles están vigentes para que EE.UU. pueda exportar a Ecuador, mientras que el Ecuador puede ingresar a EE.UU. en todos los productos metalmecánicos con cero aranceles. Por lo tanto la firma o no del TLC no hace sentir afectado al sector. Sin embargo al firmar Colombia y Perú, fácilmente EE.UU. puede decidir que a su país le interesa priorizar los productos con los países con los que tiene firmado un TLC, lo que restaría al Ecuador la oportunidad de vender.

Como país en general, Garzón considera que existen sectores que dependen del mercado Americano y que al no firmar el TLC pierden el beneficio arancelario y sus costos del producto aumentarían al exportar a EE.UU. Como ejemplo de esta situación está el sector agroindustrial, y que al perder sus

²⁰ ANEXO 2.5 El Universo, domingo 7 de noviembre del 2004, sección Economía. Página A16.

ventas en el mercado de estadounidense va a repercutir en la caída de sus inversiones y por lo tanto el uso de productos metálicos como invernaderos y afines, afectarán las ventas locales del sector metalmeccánico.

El sector metalmeccánico tiene una capacidad instalada ociosa luego de cumplir con la demanda local, por lo tanto tiene que buscar nuevos mercados y ese ha sido el objetivo de FEDIMETAL. En este momento se está exigiendo al gobierno la firma de varios TLCs con los países de Centro América y el Caribe, porque se cree que se tiene oportunidad de competir en mejores condiciones que con EE.UU. debido al desarrollo industrial que cada uno de estos países posee. Incluso, el pedido inicial del sector al gobierno fue, primero negociar con estos países y luego con EE.UU.; pero por asuntos de política internacional, decidieron hacerlo primero con EE.UU. Una no firma del TLC hará que se redireccionen los esfuerzos de firmar tratados con países centroamericanos, y existe la decisión del Gobierno de apoyar al sector metalmeccánico para conseguir este objetivo.

Ante las elecciones presidenciales venideras en el Ecuador, el sector metalmeccánico espera se nombre un buen presidente, un presidente que tenga las herramientas necesarias para volver a sentar a la mesa a los estadounidenses y concluir con la negociación del TLC. Además el gobierno de George Bush está esperando la elección de un nuevo presidente en Ecuador para retomar el tema ya que el actual mandatario ecuatoriano Alfredo Palacio no tiene el tiempo ni el conocimiento para hacerlo en el corto período que le queda.

En caso de una negativa de EE.UU. existen mercados paralelos como la misma Centro América y México, mercados en los cuales se ofrecen mejores condiciones que con EE.UU., sobre todo México, que es un país grande, con toda su capacidad instalada al servicio de los Norteamericanos y que al hablar el mismo idioma nos abre la oportunidad de copar nichos de mercado en el sector metalmeccánico.

3.9. EFECTOS ESPERADOS DEL TLC SOBRE LA GENERACIÓN DE CHATARRA EN EL ECUADOR.

Con el TLC el sector metalmecánico del Ecuador espera que crezca su producción para poder abastecer la demanda de productos de exportación a los Estados Unidos, al aumentar la producción aumentará también la generación de chatarra industrial. Por otro lado, el TLC facilitará las importaciones de productos elaborados en base a metales ferrosos, lo que hará que la cantidad potencial de chatarra por obsolescencia existente en el país aumente también.

De esta manera, considerando que a raíz del TLC los índices de generación de chatarra tanto industrial como obsoleta aumentarán, pero debido a la incertidumbre de la magnitud de su crecimiento, se considerará que dichos índices por lo menos no van a bajar, por lo que para la estimación del mercado futuro de la chatarra se manejarán los índices calculados con la economía actual del Ecuador.

3.10. CONCLUSIONES DEL ESTUDIO DE MERCADO

En la ciudad de Quito, al menos se generan 344 toneladas de chatarra industrial, como producto de desperdicios de algún proceso productivo. Por otro lado se ha llegado a determinar que la cantidad de chatarra obsoleta mensual que maneja el centro de acopio más grande es de 3.000 toneladas.

Actualmente los precios que se manejan en los centros de recolección se mantienen en un rango pequeño e incluso en algunos casos coinciden entre sí. La media de los actuales precios tanto para chatarra especial y tipo A como para chatarra tipo B y C son de 88,60 usd y 73,00 usd por tonelada respectivamente. La diferencia de precios radica en la ubicación de los centros de acopio, aumentando conforme aumenta la distancia a la ciudad de Quito.

Se puede ver que la mayor cantidad de chatarra disponible en el mercado es la que es producida por los procesos en los cuales se utiliza hierro en planchas como materia prima, por lo que se debe priorizar a todas las empresas que procesan dicha materia prima como el principal objetivo en la determinación de proveedores para el centro de acopio.

CAPITULO 4. KL

CAPITULO 5. JK

CAPITULO 6. TAMAÑO Y LOCALIZACIÓN

6.1. TAMAÑO

6.1.1. INTRODUCCIÓN

La determinación del tamaño del centro de acopio, o de cualquier proyecto en general, incide directamente en el monto de costos e inversiones que se calculen, y en consecuencia sobre la rentabilidad. De tal manera que el tamaño debe optimizarse para minimizar costos y maximizar utilidad.

El tamaño del centro de acopio no se refiere directamente a la extensión de terreno necesaria para el proyecto; sino que, es la capacidad de producción definida como el volumen o número de unidades que se pueden producir en un día, mes o año. Para el centro de acopio se tratará en toneladas por mes de chatarra acumulada y chatarra despachada hasta su destino final en la planta Lasso de Novacero.

6.1.2. FACTORES QUE DETERMINAN EL TAMAÑO

La determinación del tamaño responde a un análisis de algunas variables del proyecto como: la demanda, disponibilidad de chatarra, el financiamiento y la tecnología y equipos necesarios. La proyección de chatarra disponible en el mercado en los próximos años es un parámetro muy importante a considerar para determinar el tamaño del centro.

A pesar de que el tamaño puede ir adecuándose a mayores requerimientos de operación para enfrentar un mercado de oferta creciente, es necesario que se evalúe esa opción contra la de definir un tamaño con una capacidad ociosa inicial que posibilite responder en forma oportuna a una oferta creciente en el tiempo. Con el fin de que el tamaño no solo responda a una situación coyuntural a corto plazo, sino que se optimice frente al dinamismo de la oferta, se debe definir una función oferta de chatarra; y de esta manera, analizar sus

proyecciones futuras. El análisis de la cantidad ofertada proyectada tiene tanto interés como la distribución geográfica del mercado. Muchas veces esta variable conducirá a seleccionar distintos tamaños, o incluso considerar definir uno o varios centros de acopio, de tamaño igual o diferente, en distintos lugares.

La disponibilidad de proveedores se interrelaciona a su vez con otro factor determinante del tamaño: la localización del proyecto. Mientras mas lejos se encuentre de las fuentes proveedoras, más alto será el costo de su abastecimiento. Lo anterior determina la necesidad de evaluar la opción de una gran planta para atender la chatarra de toda la ciudad versus varias plantas para atender cada una de las ofertas de chatarra locales menores de cada zona. Mientras mayor sea el área de cobertura de cada centro, mayor será el tamaño del proyecto e indudablemente el costo de transporte aumentará.

En algunos casos la tecnología seleccionada permite la ampliación de la capacidad productiva en tramos fijos. En otras ocasiones, la tecnología impide el crecimiento paulatino de la capacidad, por lo que es recomendable invertir inicialmente en una capacidad instalada superior a la requerida, pero que debe estar de acuerdo a las proyecciones de crecimiento del negocio.

6.1.3. TAMAÑO Y MATERIA PRIMA

6.1.3.1. Determinación de la cantidad de chatarra industrial

Para determinar el tamaño del centro de acopio hay que tener claramente establecida la porción de mercado que se va a abarcar para la recolección. En el Capítulo 2 se obtuvo el tamaño del mercado de chatarra existente en la Ciudad de Quito al que el centro de acopio puede acceder, y los potenciales proveedores de chatarra industrial.

Por otro lado, es importante recalcar que los centros que actualmente se dedican a la recolección de chatarra en Quito, simplemente reciclan la chatarra que es abastecida por recolectores primarios (a excepción de Reciclometal), la cual en su mayoría es chatarra obsoleta recolectada de mecánicas, botaderos, cerrajerías, viviendas, etc. La ventaja competitiva que tiene el centro de acopio es disponer de recolectores de chatarra propios, los mismos que integran hacia atrás el proceso de reciclaje, sobre todo con respecto a industrias que generan chatarra constantemente; sin embargo, los recolectores primarios tienen una gran importancia en la recolección de chatarra obsoleta, ya que al estar mucho tiempo en el mercado tienen una gran experiencia y lugares fijos donde conseguir chatarra.

En el estudio de mercado se estableció la media mensual de chatarra que se genera en Quito, esta cantidad es de 344 toneladas mensuales, proveniente del procesamiento de los diferentes tipos de materias primas de acero (perfiles, alambrón, planchas y barras). Se establecieron también las empresas que importan hierro en planchas en mayor cantidad, considerados como potenciales proveedores. En la Tabla 3.1 se enlistan las empresas que están dispuestas a comerciar su chatarra con el centro de acopio, la cantidad de chatarra mensual disponible y el precio de venta de la chatarra²¹:

Tabla 10. Proveedores del centro de acopio de chatarra industrial.

EMPRESA	PRODUCCIÓN	CHATARRA GENERADA [tonelada/mes]	PRECIO [dólares/ tonelada]
Conduit del Ecuador S.A.	Elaboración de tubería metálica.	30	70
Kubiec S.A.	Fabricación de cubiertas metálicas.	20	65
Perfilec S.A.	Fabricación de perfiles.	5	65
Industrias Cedeño	Metalmecánica en general.	6	65
Reciplast del Ecuador	Fabricación de resistencias, eólicos y otros.	5	65
TOTAL		66	

²¹ Anexo 3.1: Cartas de intención para la comercialización de chatarra. Páginas A17-A21.

Las empresas de la tabla anterior comercializarán su chatarra con el centro de acopio, con lo que se recibirán mensualmente un total de sesenta y seis toneladas (66 ton/mes).

6.1.3.2. Determinación de la cantidad de chatarra obsoleta

Para la determinación de la cantidad de chatarra obsoleta, se establece como referente al centro de acopio más grande en funcionamiento (Dinecom's), el cual de acuerdo a sus informes de producción recolecta mensualmente tres mil toneladas de chatarra, siendo en su mayoría chatarra obsoleta. La meta del centro de acopio es abarcar un diez por ciento (10%) de la producción de Dinecom's, lo cual representa en cantidad trescientas toneladas por mes (300 ton/mes).

Para lograr este objetivo en un mes de veinte días laborables se debe recolectar quince toneladas diarias, bajo el común denominador de que los recolectores primarios abastecen al centro en camionetas pequeñas cuya capacidad no sobrepasa la tonelada y media de carga. Con esto se tiene que diariamente se atenderá apenas un promedio de quince camionetas diarias, lo cual es un objetivo alcanzable.

6.1.3.3. Crecimiento del Centro de Acopio

A continuación se hace un análisis de la producción del sector metalmecánico en general, este análisis contribuirá a la determinación del crecimiento del centro de acopio. Se utiliza este método alternativo ya que la generación de chatarra industrial viene ligada al aumento o disminución de la producción del sector en general.

Según el Banco Central del Ecuador, la producción expresada en miles de dólares constantes al año 2000 por parte del sector metalmecánico es la que se muestra en la Tabla 3.2:

Tabla 11. Producción del sector metalmeccánico en el Ecuador

Año	2000	2001	2002	2003	2004	2005²²
Producción (miles de dólares)	292.298	299.248	321.731	354.648	384.872	413.524

[Fuente: Boletín de Cifras Económicas del Banco Central del Ecuador de Febrero 2006]

Se establece el crecimiento relativo del sector metalmeccánico con respecto al año anterior y se puede ver el porcentaje de crecimiento en los años anteriores como lo muestra la Tabla 3.3.

Tabla 12. Crecimiento del sector metalmeccánico desde el año 2001

Año	2001	2002	2003	2004	2005²³
Producción (miles de dólares)	299.248	321.731	354.648	384.872	413.524
Crecimiento (%)	----	7.5%	10.2%	8.5%	7.4%

No se considera el año 2000 ya que es considerado como una etapa inestable debido al cambio de moneda del Ecuador. Dado este fenómeno económico no se analiza la década de los 90's ya que sería como considerar dos tipos diferentes de economías.

Como resultado de la Tabla 3.3 se establece que el promedio porcentual de crecimiento en la producción del sector metalmeccánico es del 7.9% anual, lo cual se asemeja con los informes de producción de FEDIMETAL estimados en el 8%.

Para corroborar los datos de producción y el informe de FEDIMETAL se analiza un indicador muy importante en la economía que dispone el Banco Central, el producto interno bruto (PIB) o valor agregado, calculado en dólares constantes al año 2000, el cual señala la ganancia neta que tiene el sector metalmeccánico.

²² El dato de producción para el año 2005 es una estimación del Banco Central del Ecuador.

²³ El dato de producción para el año 2005 es una estimación del Banco Central del Ecuador.

Este valor debe estar relacionado directamente con la producción y permite comprobar si el porcentaje de crecimiento que se pueda asumir tiene correlación. Como se puede ver en la Tabla 3.4 los datos existentes hasta el año 2004, el PIB varía de la siguiente manera:

Tabla 13. Variación del producto interno bruto del sector metalmeccánico.

Año	Valor Agregado (miles de dólares)
2000	25.729
2001	27.160
2002	29.055
2003	32.437
2004	34.925

[Fuente: Boletín de Cifras Económicas del Banco Central del Ecuador de Febrero 2006]

En la Tabla 3.5 se observa el crecimiento porcentual del PIB del sector metalmeccánico.

Tabla 14. Crecimiento del producto interno bruto del sector metalmeccánico

Año	Valor Agregado	Crecimiento
2000	25.729	----
2001	27.160	5,56%
2002	29.055	6,98%
2003	32.437	11,64%
2004	34.925	7,67%

Con estos datos se puede establecer que el promedio de crecimiento anual es de 7.96%, aproximadamente 8%. Relacionando este valor con el de la producción, se muestra que es ligeramente superior; sin embargo, para una proyección de crecimiento es preferible utilizar el valor de la producción.

6.1.3.4. Resultados y proyecciones para la recolección de chatarra en general

Luego de analizar la chatarra industrial, la chatarra obsoleta y los efectos de un probable TLC, se resumen las cantidades de chatarra iniciales que va a recolectar el centro de acopio. Con el fin de que el objetivo sea alcanzable se ha mantenido un enfoque conservador para la estimación de los resultados y cantidades iniciales.

Luego de plantear las cantidades iniciales que se espera en la recolección de las dos clases de chatarra, se determina el crecimiento anual del centro de acopio, haciendo referencia a la información de la producción proporcionada por el Banco Central, la que señala que el crecimiento del sector metalmeccánico oscila entre un 7 a 7.5%. Se considerará que para los cinco siguientes años el centro de acopio crecerá en igual proporción que el sector metalmeccánico, por lo que el crecimiento será de un 7% anual.

Resumiendo las cantidades anteriores se procede a elaborar un cuadro de crecimiento para los siguientes cinco años en la Tabla 3.6:

Tabla 15. Crecimiento del centro de acopio para cinco años

Año	Chatarra industrial (toneladas)	Chatarra obsoleta (toneladas)	Crecimiento anual (%)	Chatarra total (toneladas)
2006	66	300	7%	366
2007	71	321	7%	392
2008	76	343	7%	419
2009	81	368	7%	449
2010	87	394	7%	480

6.1.4. TAMAÑO Y TECNOLOGÍA

El tamaño también está en función del mercado de maquinarias y equipos, ya que la cantidad de chatarra que pretende procesar el centro depende de la disponibilidad y existencias de activos de capital. En algunos casos el tamaño se define por la capacidad estándar de los equipos y maquinarias existentes, las mismas que se hallan diseñadas para tratar una determinada cantidad de chatarra; entonces, el centro deberá fijar su tamaño de acuerdo a las especificaciones técnicas de la maquinaria.

En función a la capacidad productiva de los equipos y maquinarias se determina el volumen de chatarra a procesar, la cantidad de materia prima e insumos a adquirir y el tamaño del financiamiento (a mayor capacidad de los equipos y maquinarias, mayor necesidad de capital).

El equipo que se requiere para el funcionamiento del centro de acopio es: una compactadora, maquinaria de corte (ya que en muchos casos se recibe chatarra obsoleta cuya densidad es muy baja: ocupan un gran volumen a pesar de su bajo peso). Ejemplos claros y comunes son las carcasas de cocinas y refrigeradoras, carrocerías de automóviles, entre otros. Con el fin de optimizar el espacio en el camión para transportar la chatarra a su destino final, estos elementos han de ser cortados, ya sea con cizallas, oxicorte o plasma. Es imposible determinar la cantidad de chatarra que llegue al centro y necesite ser cortada, al igual que determinar el tiempo de corte; por lo que se estima que el tener disponible dos equipos de oxicorte y dos cortadoras de disco es suficiente (teniendo en cuenta que Dinecom's posee tres equipos de oxicorte y cinco cortadoras de disco y recibe 3.000 toneladas de chatarra por mes).

Para determinar el tamaño de la compactadora se ha de asumir que toda la chatarra reunida en el quinto año de trabajo del centro ha de ser compactada, en jornadas de trabajo de ocho horas diarias durante cinco días de la semana y cuatro horas los días sábados:

$$\text{CapCompactadora} \left[\frac{\text{ton}}{\text{h}} \right] = 449 \frac{\text{ton}}{\text{mes}} \times \frac{1}{(40+4) \frac{\text{h}}{\text{semana}} \times 4 \frac{\text{semana}}{\text{mes}}} = 2.6 \frac{\text{ton}}{\text{h}}$$

Para determinar la capacidad de la balanza, se considera que estará encargada de pesar un trailer de diez y ocho metros cargado de chatarra. Una balanza camionera estándar de este tipo tiene una capacidad de treinta toneladas.

A continuación, en la Tabla 3.7 se presenta un resumen del tamaño de la tecnología necesaria para el centro de acopio:

Tabla 16. Resumen de tamaño y tecnología.

ITEM	CARACTERÍSTICAS
Equipo de corte	2 herramientas eléctricas.
	1 equipos de oxicorte.
Compactadora	Capacidad de 2,6 ton/h.
Balanza	Camionera de 18 m. y 60 ton.

La tecnología no es un limitante ni un parámetro trascendente en el dimensionamiento del centro de acopio, ya que la compactadora necesaria es de una capacidad baja y los equipos de corte necesarios son comunes y disponibles en el mercado al igual que la balanza.

6.1.5. CONCLUSIONES DEL TAMAÑO

Las cifras iniciales que se desea obtener se lo conseguirá con las ventajas de la tecnificación en la recolección y dividiendo los recolectores primarios de los centros de recolección que actualmente se encuentran funcionando en la Ciudad de Quito y sus alrededores, mostrando una serie de ventajas comparativas.

La tecnología necesaria para el centro de acopio no requiere de una inversión extraordinaria a pesar de implantar un sistema innovador en la recolección.

Para el desarrollo del centro de acopio, se puede optar por un desarrollo modular el cual dependerá inherentemente del crecimiento del mismo, siendo los equipos y maquinaria más indispensables los que se adquiera con la inversión inicial.

6.2. LOCALIZACIÓN

6.2.1. PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS.

Las alternativas para la localización del centro de acopio de chatarra se enuncian a continuación:

6.2.1.1. Alternativa A

Ubicar el centro en el sector sur de la Ciudad de Quito, donde están ubicadas dos de las empresas proveedoras de chatarra industrial que aportan con más de la mitad de esta materia prima: Conduit (30 ton/mes) e Industrias Cedeño (6 ton/mes), además de estar más cercano al consignatario final (Planta Lasso de Novacero). En este sector es donde se ubican la mayor cantidad de centros de acopio de chatarra.

6.2.1.2. Alternativa B

Ubicar el centro en el sector norte de la Ciudad de Quito, donde apenas existe un único centro de acopio similar y donde están ubicadas tres empresas proveedoras de chatarra industrial: Kubiec (20 ton/mes), Perfilec (5 ton/mes) y Reciplast (5 ton/mes).

6.2.2. DETERMINACIÓN DE ALTERNATIVAS.

Una vez planteadas las alternativas que se van a analizar, se escogieron los terrenos adecuados según la descripción de ubicación y que a la vez cumplan con la reglamentación de uso de suelo del Ilustre Municipio de Quito para la implantación de un centro de acopio de chatarra. Los terrenos se describen a continuación:

6.2.2.1. Descripción de la Alternativa A

Terreno ubicado en las calles E3E y S60 en el sector de Guamaní, a la altura del kilómetro 15 de la Panamericana Sur y a 500 metros hacia el este de la misma, como se indica en el Gráfico 3.1. El área de este terreno es de 1.120 m² (36m x 31m) y su costo es de 20 dólares por metro cuadrado (en total 22.400 dólares). La foto del terreno puede ser observada en el Gráfico 3.2.

Gráfico 1.13. Ubicación de la Alternativa A



Gráfico 1.14. Foto del terreno de la Alternativa A



6.2.2.2. Descripción de la Alternativa B

Terreno ubicado en el lote #20 de Bellavista de Carretas, a la altura del kilómetro 8½ de la Panamericana Norte y a 200 metros al sur de la misma como se indica en el Gráfico 3.3. El área de este terreno es de 1040 m² (30m x 35m) y su costo es de 25 dólares por metro cuadrado (en total 26.000 dólares). La foto del terreno puede ser observada en el Gráfico 3.4.

Gráfico 1.15. Ubicación de la Alternativa B.



Gráfico 1.16. Foto del terreno de la Alternativa B.



6.2.3. CALIFICACIÓN DE ALTERNATIVAS

6.2.3.1. Criterios objetivos de calificación.

Los criterios objetivos (OM) que se van a determinar son:

- Costo del terreno.
- Costo del flete hasta la planta Lasso de Novacero.

La cuantificación de los criterios objetivos se muestra en la Tabla 3.8:

Tabla 17. Cuantificación de criterios objetivos de localización.

Alternativa	Costo del terreno [dólares/m ²]	Costo del Transporte [dólares/viaje]
A	20	250
B	25	300

6.2.3.2. Criterios subjetivos de calificación

Los factores subjetivos de localización que se tendrán en cuenta se describen a continuación, justificando cada uno de ellos y definiendo la importancia que el parámetro desempeña dentro del proyecto. Únicamente se emplearán dos jerarquizaciones de importancia: alta, para aquellos parámetros que afecten a lo largo del funcionamiento del centro; y baja, para aquellos que únicamente afecten en el momento de instalación del centro de acopio.

6.2.3.2.1. Transporte público

Se ha considerado este parámetro pensando principalmente en la comodidad que se desea brindar al personal que labora en el centro de acopio para que pueda cumplir satisfactoriamente con su horario de trabajo. Se busca que la zona en la que se encuentre el centro de acopio disponga de varias líneas de transporte con paradas cercanas y que su horario de recorrido sea lo más

extendido posible; para garantizar de esta manera la fácil movilización del personal.

Importancia.- Este parámetro tiene una importancia alta, ya que afectará a la movilización del personal durante todo el periodo de funcionamiento del centro.

6.2.3.2.2. Espacio para expansión

Se considera que es importante tener la posibilidad de aumentar la capacidad y la extensión del centro de acopio en su misma ubicación en el caso que su crecimiento sea mayor al proyectado, o pensando en el funcionamiento del proyecto a largo plazo. Se pretende que la alternativa seleccionada posea lotes de terreno vacíos adyacentes.

Importancia.- Este parámetro tiene una importancia alta, ya que afectará en lo futuro y en la facilidad de crecimiento del proyecto.

6.2.3.2.3. Actitud de la comunidad

A pesar de que todas las alternativas están ubicadas en zonas industriales, se considera importante que la comunidad del sector se encuentre acostumbrada a convivir con industria de tipo metalmecánico. Se dará prioridad a la alternativa que cuente con industrias similares dentro de la comunidad.

Importancia.- Este parámetro tiene una importancia alta, ya que afectará en el diario desarrollo del proyecto.

6.2.3.2.4. Cercanía a las empresas proveedoras

Es importante que el centro de acopio se encuentre ubicado cerca de las fuentes que vayan a proveer la mayor cantidad de chatarra ya que se disminuirá la distancia que se deba transportar la chatarra con el recolector propio. Se dará mayor puntuación a la alternativa que se encuentre más cerca de las empresas que mayor cantidad de chatarra industrial vaya a proveer.

Importancia.- Es alta, ya que incide en el abastecimiento diario de chatarra para el centro.

6.2.3.2.5. Posibilidad de deshacerse de desechos.

Se ha considerado este parámetro ya que la chatarra recibida algunas veces contiene contaminantes no reciclables que han de ser desechados. Se busca la alternativa que tenga el mejor servicio de recolección de basura o botaderos cercanos; en sí, que brinde mayor facilidad para manejar desechos.

Importancia.- Este parámetro tiene una importancia alta, debido a que la generación de desechos es una cuestión cotidiana del centro.

6.2.3.2.6. Topografía del lugar

Este parámetro incide en la preparación del terreno para iniciar el funcionamiento del centro de acopio. Se preferirá el terreno que tenga la topografía más regular.

Importancia.- La importancia de este parámetro es baja, ya que incide simplemente en el momento de la preparación del terreno y al inicio del funcionamiento del centro de acopio.

6.2.3.2.7. Comunicaciones

Al ser un negocio que depende en gran parte del transporte de carga, es necesario tener vías adecuadas que faciliten la circulación de transporte pesado; además se requiere que la alternativa disponga de servicio de telefonía fija, cobertura de telefonía celular y servicio de Internet.

Importancia.- La importancia de este parámetro es alta, dada la influencia que tiene sobre el diario funcionamiento del centro.

6.2.3.2.8. Clima

Ya que el procesamiento de la chatarra es un trabajo de campo realizado al aire libre se requiere que en la alternativa seleccionada tenga la menor cantidad de precipitaciones.

Importancia.- La importancia de este parámetro es alta, ya que influye a lo largo del funcionamiento del centro.

6.2.3.2.9. Parámetros no considerados

En el análisis de los parámetros para la evaluación de las alternativas se han dejado de lado parámetros que usualmente se utilizan para la evaluación de localización como los que se detallan a continuación con su respectiva justificación.

- **Oferta de mano de obra.-** el centro de acopio de chatarra no requiere de una gran cantidad de mano de obra, en los dos lugares planteados como alternativas se puede encontrar mano de obra disponible de igual nivel, por lo que no constituye un parámetro de comparación.

- Oportunidad de combinar con instalaciones existentes.- ninguna de las dos alternativas en cuestión cuentan con instalaciones existentes, únicamente son terrenos vacíos.
- Aprovechamiento de agua.- para los procesos realizados en el centro de acopio no es se requiere abastecimiento de agua, únicamente se necesita suministro de agua potable para higiene y comodidad. Las dos alternativas cuentan con suministro de agua potable.
- Suministro de energía.- la energía eléctrica necesaria para el centro de acopio es satisfactoria en las dos alternativas planteadas. En los dos lugares por los que se opta existe suministro industrial de electricidad.
- Inmuebles comunales ofrecidos.- ninguna de las dos alternativas presenta este factor.
- Políticas impositivas y legales.- para cualquiera de las alternativas que se escogiere, las imposiciones y reglamentos a cumplir son las mismas por estar dentro del Distrito Metropolitano de Quito.

6.2.3.3. Escala de evaluación de los criterios subjetivos

Los parámetros de evaluación se cuantifican en diferentes unidades de medida, para el correcto análisis de las alternativas es predominante que éstas sean evaluadas sobre un mismo sistema por lo que es necesario establecer una escala de evaluación²⁴ que será común en todos los parámetros a desarrollar. La escala constará de dos gradaciones de tal manera que a cada alternativa le corresponderá un valor de acuerdo a las especificaciones de cada parámetro. La tabla de jerarquización queda definida en la Tabla 3.9:

²⁴ Referencia: BLANK, TARQUIN, Ingeniería económica, Quinta edición, Mc Graw Hill, México 2004 Págs. 378, 379 [Evaluación para atributos múltiples].

Tabla 18. Escala de evaluación de alternativas²⁵

6.2.3.3.1. SI LA ALTERNATIVA SE EVALÚA COMO	6.2.3.3.2. SE LE ASIGNA UNA JERARQUIZACIÓN DE LOS NÚMEROS:
6.2.3.3.3. Buena (B)	6.2.3.3.4. 2
6.2.3.3.5. Mala (M)	6.2.3.3.6. 1

6.2.3.4. Determinación de la ponderación de criterios subjetivos

Para la evaluación de las alternativas es necesario determinar la ponderación de los criterios. Para determinar dicha ponderación se va a utilizar la técnica de factores de ponderación²⁶. Para esto se utiliza la Ecuación 3.1:

$$W_i = \frac{N - R_i + 1}{\sum_{i=1}^n (N - R_i + 1)} \quad [\text{Ec. 3.1}]$$

Donde:

R_i : Posición de clasificación del atributo i (uno tiene la clasificación más alta).

N : Número de parámetros.

W_i : Ponderaciones de cada atributo.

Las clasificaciones de los criterios (R_i) son: para aquellos que han sido definidos dentro de la jerarquización de importancia alta, su clasificación será de uno; y, para aquellos definidos como de importancia baja, la clasificación de dos. De acuerdo a esta clasificación determinada se resumen en la Tabla 3.10 los criterios seleccionados para la evaluación de alternativas, la influencia en el desarrollo del centro de acopio, y su clasificación. Todas estas son características necesarias en la determinación de la ponderación.

²⁵ Referencia: BLANK, TARQUIN, Ingeniería económica, Quinta edición, Mc Graw Hill, México 2004 Págs. 378, [Escala de Likert]

²⁶ Referencia: CANADA J, Análisis de la inversión para ingeniería y administración, Segunda edición, Prentice hall, México 1997 págs. 471,472

Tabla 19. Parámetros de selección de las alternativas.

	Parámetro	Importancia	Valor R_i
1	Transporte público	Alta	1
2	Espacio para expansión	Alta	1
3	Actitud de la comunidad	Alta	1
4	Cercanía a empresas proveedoras	Alta	1
5	Posibilidad de deshacerse de desechos	Alta	1
6	Topografía del lugar	Baja	2
7	Comunicaciones	Alta	1
8	Clima	Alta	1

De acuerdo a la clasificación de la Tabla 3.10 se resuelve la Ecuación 3.1 y se determina la ponderación de cada atributo W_i como se indica en la Tabla 3.11 a continuación:

Tabla 20. Cálculo de las ponderaciones de los parámetros de evaluación.

6.2.3.4.1. Parámetro	6.2.3.4.2. R_i	6.2.3.4.3. N_{-R_i+1}	6.2.3.4.4. W_i
6.2.3.4.5. 1 6.2.3.4.6. Transporte público	6.2.3.4.7. 1	6.2.3.4.8. 8	6.2.3.4.9. 0,1270
6.2.3.4.10. 2 6.2.3.4.11. Espacio para expansión	6.2.3.4.12. 1	6.2.3.4.13. 8	6.2.3.4.14. 0,1270
6.2.3.4.15. 3 6.2.3.4.16. Actitud de la comunidad	6.2.3.4.17. 1	6.2.3.4.18. 8	6.2.3.4.19. 0,1270
6.2.3.4.20. 4 6.2.3.4.21. Cercanía a empresas proveedoras	6.2.3.4.22. 1	6.2.3.4.23. 8	6.2.3.4.24. 0,1270
6.2.3.4.25. 5 6.2.3.4.26. Posibilidad de deshacerse de desechos	6.2.3.4.27. 1	6.2.3.4.28. 8	6.2.3.4.29. 0,1270
6.2.3.4.30. 6 6.2.3.4.31. Topografía del lugar	6.2.3.4.32. 2	6.2.3.4.33. 7	6.2.3.4.34. 0,1111
6.2.3.4.35. 7 6.2.3.4.36. Comunicaciones	6.2.3.4.37. 1	6.2.3.4.38. 8	6.2.3.4.39. 0,1270
6.2.3.4.40. 8 6.2.3.4.41. Clima	6.2.3.4.42. 1	6.2.3.4.43. 8	6.2.3.4.44. 0,1270
6.2.3.4.45. Suma	6.2.3.4.46. -	6.2.3.4.47. 63	6.2.3.4.48. 1,0000

6.2.3.5. Evaluación de los criterios subjetivos

La evaluación vendrá dada de acuerdo a la escala definida en la Tabla 3.9 donde se asignó un grado de jerarquización dependiendo de las características del parámetro a evaluar. A continuación se analizará cada criterio de selección, estableciendo una comparación para las dos alternativas:

6.2.3.5.1. Comparación de transporte público

La Alternativa A y la Alternativa B tienen la ventaja de ubicarse cerca de dos arterias principales del transporte público de la Ciudad de Quito: la Panamericana Sur y la Panamericana Norte, respectivamente. Para las dos alternativas se tiene la circulación de buses urbanos, interparroquiales, intercantonales, interprovinciales y del sistema Trolebús; sin embargo, según la Empresa Metropolitana de Servicio y Administración del Transporte (EMSAT), la frecuencia de buses es mayor para la Alternativa B que para la Alternativa A; debido a la densidad poblacional y el crecimiento de sectores como Carapungo, Calderón, Llano chico y Llano Grande. Por lo que la evaluación del transporte público para las alternativas es:

Alternativa A:	malo	(M)
Alternativa B:	bueno	(B)

6.2.3.5.2. Comparación de espacio para expansión

La Alternativa A tiene un lote adyacente que está totalmente vacío, mientras que para la Alternativa B se conoce que existen seis lotes contiguos que se encuentran desocupados. Por lo que se define que el espacio para expansión de las alternativas es:

Alternativa A:	malo	(M)
Alternativa B:	bueno	(B)

6.2.3.5.3. Comparación de actitud de la comunidad

La actitud de la comunidad de la Alternativa A es mejor que la actitud de la Alternativa B, ya que para la primera, la gente está acostumbrada a convivir con industrias de gran magnitud como Industria Acero de Los Andes, Novacero, Ideal Alambrec, Eternit, entre otras; mientras que para la Alternativa B solo existen bodegas, cerrajerías y carpinterías; además de existir una

urbanización cercana, a pesar de que el uso del suelo en esta zona es de tipo industrial. Por lo que se concluye que este criterio es para las alternativas:

Alternativa A:	bueno	(B)
Alternativa B:	malo	(M)

6.2.3.5.4. Comparación de cercanía a las empresas proveedoras

Para la Alternativa A se conoce que los proveedores de chatarra industrial cercanos a ésta son Conduit (30 ton/mes) e Industrias Cedeño (6 ton/mes); mientras que las empresas proveedoras cercanas a la Alternativa B son Kubiec (20 ton/mes), Perfilec (5 ton/mes) y Reciplast (5 ton/mes). Al estar la primera alternativa más cercana a la mayor concentración de chatarra a proveer (total de 36 ton/mes) que la segunda alternativa (total de 30 ton/mes) se define que para este criterio la comparación es:

Alternativa A:	bueno	(B)
Alternativa B:	malo	(M)

6.2.3.5.5. Comparación de la posibilidad de deshacerse de desechos

El servicio de recolección de desechos para la Alternativa A está a cargo de la empresa privada Quito Limpio, que como es de conocimiento, es más eficiente que la Empresa Municipal de Aseo EMASEO²⁷ encargada de recoger los desperdicios en el sector en el que está ubicada la Alternativa B. Por lo tanto se define que la facilidad de deshacerse de desechos es para las alternativas:

Alternativa A:	bueno	(B)
Alternativa B:	malo	(M)

²⁷ Referencia: www.quito.gov.ec/noticias/limpieza_recoleccion.html

6.2.3.5.6. Comparación de topografía del lugar

El terreno de la Alternativa A es plano, a diferencia del de la Alternativa B, que en caso de ser seleccionado existiría la necesidad de desbancarlo antes de iniciar la implantación del centro de acopio. Entonces la comparación de la topografía del lugar es:

Alternativa A:	bueno	(B)
Alternativa B:	malo	(M)

6.2.3.5.7. Comparación de comunicaciones

Para las dos alternativas existe la disponibilidad de telefonía fija, la cobertura de red celular de las tres compañías existentes y servicio de Internet disponible; la diferencia radica en las vías de acceso, que a pesar de que para las dos son caminos de tierra, se tiene que la Alternativa B se encuentra a 200 metros de la vía principal, mientras que la Alternativa A se encuentra a 500 metros. Por lo que se define que con respecto a la comparación de las alternativas las comunicaciones son:

Alternativa A:	malo	(M)
Alternativa B:	bueno	(B)

6.2.3.5.8. Comparación de clima

Según la entidad encargada de controlar el clima en la ciudad, INAMHI²⁸, en el sector sur de la Ciudad de Quito donde se ubica el terreno de la Alternativa A, el nivel de precipitaciones es mayor que en el sector norte en el cual se ubica el terreno de la Alternativa B. Por lo que se deduce que para los resultados de esta comparación son:

Alternativa A:	malo	(M)
Alternativa B:	bueno	(B)

6.2.4. DETERMINACIÓN DE LA MEJOR ALTERNATIVA

6.2.4.1. Calificación de criterios objetivos (OM)

Los criterios objetivos dan la facilidad que están expresados en términos de costo exactamente cuantificados, por lo que, su calificación se obtiene al multiplicar el costo total de la alternativa C_i por la suma de los recíprocos de los costos de cada lugar ($1/C_i$) y tomar el recíproco de este resultado, como se indica en la Ecuación 3.2:

$$OM_i = \frac{1/C_i}{\sum_{i=1}^n 1/C_i} \quad (\text{Ec. 3.2}^{29})$$

Los valores de los criterios objetivos OM se indican en la Tabla 3.12 a continuación:

Tabla 21. Cálculo de valores de criterios objetivos OM

²⁸ Referencia: http://www.inamhi.gov.ec/climatologia/climaec/quito_archivos.htm

²⁹ SAPAG, Nassir, SAPAG, Reinaldo, Preparación y Evaluación de Proyectos, Ed. McGraw-Hill, Colombia, 2000. Página 191.

	(A)	(B)	(A) + (B)		
Alternativa	Costo del terreno [dólares/m ²]	Costo del Transporte [dólares/viaje]	C _i	1/ C _i	OM
A	20	250	270	0,0037	0,5441
B	25	300	325	0,0031	0,4559
			TOTAL	0,0068	1,0000

6.2.4.2. Calificación de los parámetros subjetivos (SM)

Una vez que se tiene establecida la comparación entre las alternativas y la escala de jerarquización, se establece el equivalente entre ambos, como se indica en la Tabla 3.13 a continuación:

Tabla 22. Relación entre la comparación y la escala de criterios subjetivos

Parámetro	ALTERNATIVAS			
	A		B	
Transporte público	M	1	B	2
Espacio para expansión	M	1	B	2
Actitud de la comunidad	B	2	M	1
Cercanía a las fuentes de abastecimiento	B	2	M	1
Posibilidad de deshacerse de los desechos	B	2	M	1
Topografía del lugar	B	2	M	1
Comunicaciones	M	1	B	2
Clima	M	1	B	2

A continuación, el resultado de la calificación de los criterios subjetivos se obtiene al multiplicar la ponderación de cada criterio obtenida en la TABLA 3.11, por la calificación de cada alternativa que se indica en la TABLA 3.13 y sumar el resultado de cada criterio. Los resultados de esta calificación se muestran en la Tabla 3.14:

Tabla 23. Cálculo de valores de criterios subjetivos SM

6.2.4.2.1.	6.2.4.2.2. (W_i)	6.2.4.2.3. (A)	6.2.4.2.4. (B)	6.2.4.2.5. (W_i) x (B)
6.2.4.2.7. PARÁMETRO	6.2.4.2.8. PONDERACIÓN	6.2.4.2.9. ALTERNATIVA A	6.2.4.2.10. ALTERNATIVA B	6.2.4.2.11. ALTERNATIVA A
6.2.4.2.13. Transporte público	6.2.4.2.14. 0,127	6.2.4.2.15. 1	6.2.4.2.16. 2	6.2.4.2.17. 0,127
6.2.4.2.19. Espacio para expansión	6.2.4.2.20. 0,127	6.2.4.2.21. 1	6.2.4.2.22. 2	6.2.4.2.23. 0,127
6.2.4.2.25. Actitud de la comunidad	6.2.4.2.26. 0,127	6.2.4.2.27. 2	6.2.4.2.28. 1	6.2.4.2.29. 0,254
6.2.4.2.31. Cercanía a empresas proveedoras	6.2.4.2.32. 0,127	6.2.4.2.33. 2	6.2.4.2.34. 1	6.2.4.2.35. 0,254
6.2.4.2.37. Posibilidad de deshacerse de desechos	6.2.4.2.38. 0,127	6.2.4.2.39. 2	6.2.4.2.40. 1	6.2.4.2.41. 0,254
6.2.4.2.43. Topografía del lugar	6.2.4.2.44. 0,111	6.2.4.2.45. 2	6.2.4.2.46. 1	6.2.4.2.47. 0,222
6.2.4.2.49. Comunicaciones	6.2.4.2.50. 0,127	6.2.4.2.51. 1	6.2.4.2.52. 2	6.2.4.2.53. 0,127
6.2.4.2.55. Clima	6.2.4.2.56. 0,127	6.2.4.2.57. 1	6.2.4.2.58. 2	6.2.4.2.59. 0,127
6.2.4.2.61. TOTAL	6.2.4.2.62. 1,000	6.2.4.2.63.	6.2.4.2.64.	6.2.4.2.65. 1,492

6.2.4.3. Cálculo de la medida de preferencia de localización ($\hat{\omega}_i$)

Una vez valorados en términos relativos los criterios objetivos y subjetivos de localización, se procede a calcular la medida de preferencia de localización, con la aplicación de la siguiente ecuación (ecuación 3.3):

$$\hat{\omega}_i = A(OM) + (1 - A)(SM) \quad (\text{Ec. 3.3}^{30})$$

El factor A representa la importancia relativa de los factores objetivos de localización, en relación a la importancia relativa de los factores subjetivos

³⁰ SAPAG, Nassir, SAPAG, Reinaldo, Preparación y Evaluación de Proyectos, Ed. McGraw-Hill, Colombia, 2000. Página 194.

representada por el factor (1-A). Para este caso se considera una relación entre los factores objetivos y subjetivos de tres a uno respectivamente; por lo que $A=3x(1-A)$. O sea que el factor A que se usará en los cálculos es de 0.75:

$$\hat{\omega}_A = (0.75)(0.5441) + (1 - 0.75)(1.492) = 0.7810$$

$$\hat{\omega}_B = (0.75)(0.4559) + (1 - 0.75)(1.508) = 0.7189$$

Como se muestra en la ecuación anterior, la mejor alternativa es: ALTERNATIVA A: ubicar el centro en el sector sur de la ciudad de Quito, en el terreno disponible en el sector de Guamaní.

6.2.5. DETERMINACIÓN DE LOS PRECIOS DE COMPRA DE CHATARRA DEL CENTRO DE ACOPIO

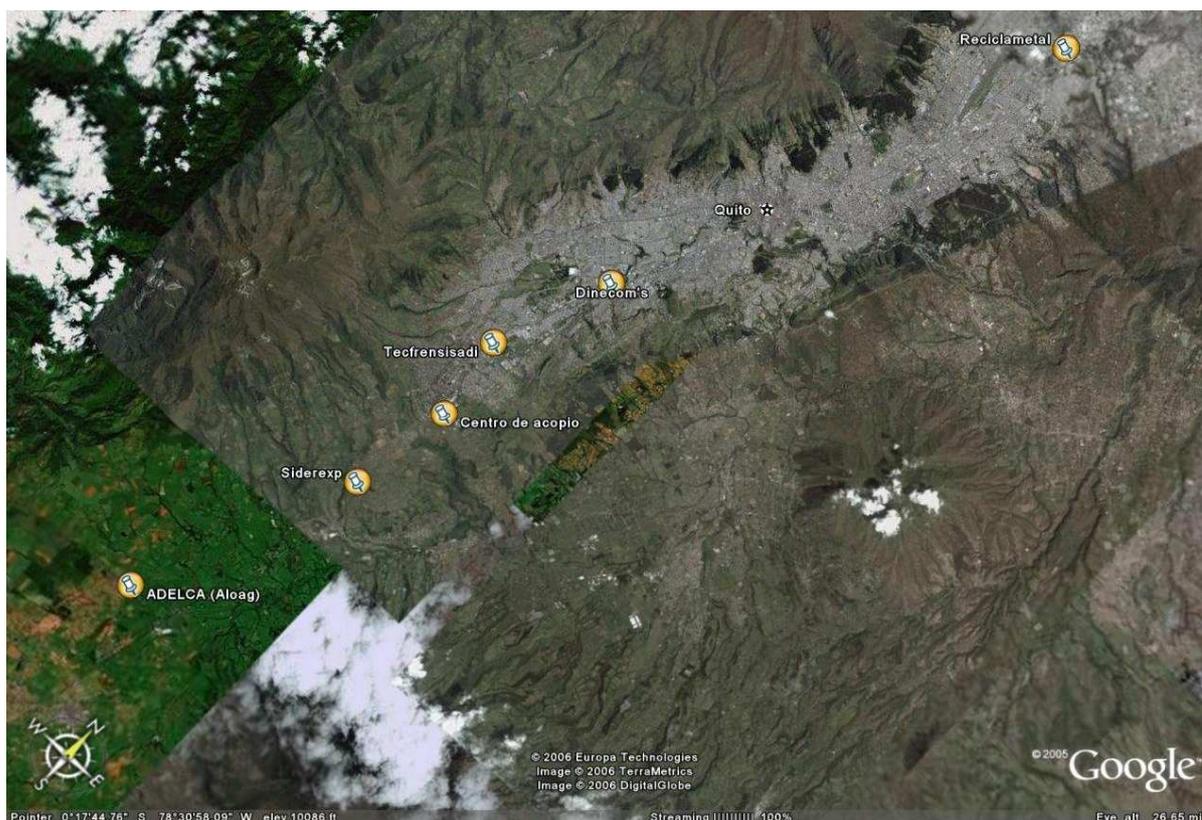
Dado que la localización del centro de acopio es en el sector sur de la ciudad, los precios de compra deben ser competitivos en comparación a los precios de los demás centros ubicados en el sector. En la Tabla 3.15 se resumen los precios de los centros de acopio existentes y las ubicaciones de los mismos.

Tabla 24. Resumen de precios de compra de los centros de acopio.

6.2.5.1.1.	6.2.5.1.2. <i>Dincom's</i>	6.2.5.1.3. <i>Tecfr ensisadi</i>	6.2.5.1.4. <i>Sid ereexp</i>	6.2.5.1.5. <i>Ad elca</i>	6.2.5.1.6. <i>Reci clametal</i>
6.2.5.1.7. Ubicación	6.2.5.1.8. <i>Gu ajaló</i>	6.2.5.1.10. <i>Bea terio</i>	6.2.5.1.12. <i>Ví a a Aloag</i>	6.2.5.1.14. <i>Al oag</i>	6.2.5.1.16. <i>Pan . norte Km. 5 (norte)</i>
	6.2.5.1.9. <i>(sur)</i>	6.2.5.1.11. <i>(sur)</i>	6.2.5.1.13. <i>(sur)</i>	6.2.5.1.15. <i>(sur)</i>	
6.2.5.1.17. Precio de compra de chatarra	6.2.5.1.19. <i>E special y A</i>	6.2.5.1.23. <i>Esp ecial y A</i>	6.2.5.1.27. <i>E special</i>	6.2.5.1.33. <i>E special y A</i>	6.2.5.1.39. <i>Esp ecial y A</i>
6.2.5.1.18. (dólares/tonelada)	6.2.5.1.20. \$100	6.2.5.1.24. \$105	6.2.5.1.28. \$108	6.2.5.1.34. \$120	6.2.5.1.40. \$80
	6.2.5.1.21. <i>Ti po B y C</i>	6.2.5.1.25. <i>Ti po B y C</i>	6.2.5.1.29. <i>Ti po A</i>	6.2.5.1.35. <i>Ti po B</i>	6.2.5.1.41. <i>Ti po B y C</i>
	6.2.5.1.22. \$80	6.2.5.1.26. \$85	6.2.5.1.30. \$90	6.2.5.1.36. \$110	6.2.5.1.42. \$60
			6.2.5.1.31. <i>Ti po B y C</i>	6.2.5.1.37. <i>Ti po C</i>	
			6.2.5.1.32. \$80	6.2.5.1.38. \$100	

Geográficamente los centros se encuentran distribuidos a lo largo de la ciudad como se muestra en el Gráfico 3.5.

Gráfico 1.17. Distribución de los centros de acopio en la ciudad de Quito



Los precios varían de acuerdo a la distancia que se encuentran los centros de la ciudad. El centro que más paga es el de ADELCA, pero a su vez es el que más lejos se encuentra de la ciudad. El centro de acopio se encuentra al norte de Siderexp y al sur de Tecfrensisadi, por lo que el precio debe ser mayor que Tecfrensisadi. Los precios para la adquisición de chatarra entonces son los indicados en la Tabla 3.16:

Tabla 25. Lista de precios de compra de chatarra en el centro de acopio

6.2.5.1.43. Tipo de chatarra	6.2.5.1.44. Precio [DÓLARES/TONELADA]
6.2.5.1.45. Especial y A	6.2.5.1.46. 110
6.2.5.1.47. Tipo B y C	6.2.5.1.48. 90

CAPITULO 7.

CAPITULO 8.

CAPITULO 9. VBVCVBCVB

CAPITULO 10. DISEÑO

10.1. DISEÑO DE LAS INSTALACIONES DEL CENTRO DE ACOPIO

10.1.1. DESCRIPCIÓN

Para el diseño de las instalaciones es importante tener en cuenta las diferentes partes de las que va a constar el centro de acopio definidas de acuerdo a los procesos que se van a realizar, para luego estructurar los diagramas de operaciones definitivos del centro. Las principales funciones a desempeñar son:

- Recolección y adquisición de chatarra industrial.
- Adquisición de chatarra obsoleta.
- Clasificación y procesamiento de la chatarra adquirida.
- Almacenamiento y despacho hacia su destino final.

A continuación se detallarán estas cuatro funciones enlistadas para definir todas las operaciones y actividades que realizará el centro.

10.1.2. ADQUISICIÓN Y RECOLECCIÓN DE CHATARRA INDUSTRIAL

Este tipo de chatarra está constituido por el conjunto de desperdicios que se dan como resultado de procesos productivos de fábricas manufactureras, industria metalmecánica, cerrajerías, y todo otro tipo de industria en la que la materia prima usada sea acero (planchas, palanquillas, etc.), la misma que pasa a un proceso de transformación en el cual se le añade un valor agregado;

al término del proceso productivo se tendrán como resultado el bien terminado, conjuntamente con los desperdicios considerados como chatarra industrial.

El centro de acopio dispondrá de un recolector propio, el cual estará destinado principalmente a la recolección de chatarra industrial en las empresas proveedoras: Conduit, Kubiec, Reciplast, Industrias Cedeño y Perfilec. El recolector debe acudir a la empresa, cargar la chatarra que se va a comprar y cuantificarla antes de llevarla al centro de acopio.

10.1.3. ADQUISICIÓN DE CHATARRA OBSOLETA

Este tipo de chatarra es el metal dañado, fuera de uso o no deseado, principalmente está constituido por los bienes fabricados de acero que han llegado al final de su vida útil, convirtiéndose finalmente en chatarra obsoleta. A pesar de contar con el recolector propio, el abastecimiento del centro de acopio de chatarra obsoleta estará a cargo principalmente de los recolectores primarios, los mismos que abastecen a los centros de acopio que se encuentran funcionando actualmente en la ciudad, aprovechando que dichos recolectores poseen una basta experiencia en el medio y conocen lugares en donde pueden encontrar chatarra; sin embargo, ocasionalmente el camión recolector se destinará al transporte de chatarra obsoleta, siempre y cuando la cantidad de chatarra a recoger supere la tonelada, cantidad que justifica el envío del transporte.

El recolector primario llega al centro con su vehículo (camión o camioneta) lleno de chatarra, el mismo que es preclasificado por un inspector para asignar el precio correspondiente de la chatarra a comprar; después de la inspección, el vehículo es pesado y posteriormente el personal del centro de acopio se encarga de descargar el camión en la zona asignada para este fin. Una vez que el vehículo del recolector primario ha sido descargado totalmente se procede a pesarlo nuevamente, para así establecer la diferencia de peso al estar lleno y vacío, entonces se emite un recibo en el que consta el tipo de chatarra especificado por el inspector y el peso en kilogramos de chatarra

entregada. El recolector primario ha de presentar este comprobante en la oficina de pagaduría y para recibir su pago respectivo.

10.1.4. CLASIFICACIÓN Y PROCESAMIENTO DE LA CHATARRA ADQUIRIDA.

La chatarra industrial obtenida por el recolector propio es chatarra de gran calidad, no requiere mucho tiempo para su clasificación además de que su procesamiento es casi nulo: únicamente se debe separar de acuerdo a los espesores especificados según la clasificación general. Es por eso que, esta chatarra una vez desembarcada en el centro será rápidamente clasificada, compactada cuando lo amerite y despachada hacia su destino final.

La chatarra obsoleta recolectada por los numerosos recolectores primarios existentes seguirán un proceso diferente, ya que al ser desperdicios de tipos muy variados no se puede establecer un parámetro estándar de recolección. Una vez que se tiene la chatarra entregada por los recolectores primarios en el centro de acopio, el personal encargado de la clasificación separará la chatarra según el tipo: la chatarra especial y de tipo A se la vuelve a clasificar según su espesor y se la almacena para ser despachada, la chatarra de tipo B se la lleva a la sección de corte y posteriormente al sector de compactación para luego ser almacenada; y la chatarra de tipo C, es separada, compactada y almacenada.

10.1.5. ALMACENAMIENTO Y DESPACHO

Luego de procesada la chatarra se la almacena en el área de despacho, en dicha área se estaciona el camión encargado de transportar la chatarra hacia su destino final y se procede a cargarlo. El camión es pesado al llegar al centro de acopio y pesado nuevamente luego de haber sido cargado con el fin de llevar un control del flujo de salida de chatarra. Finalmente, luego de pesado por segunda vez, el camión abandona el centro de acopio y emprende su viaje.

10.1.6. DIAGRAMAS DE OPERACIONES

A continuación se realizan cuatro diagramas de operaciones que comprenden todas las funciones que el centro realiza, tomando en cuenta para cada uno de los diagramas la siguiente especificación:

- Adquisición de chatarra industrial mediante el uso del recolector propio.
- Adquisición de chatarra obsoleta mediante la compra a recolectores primarios.
- Procesamiento de la chatarra dentro del centro de acopio.
- Proceso de despacho de la chatarra procesada.

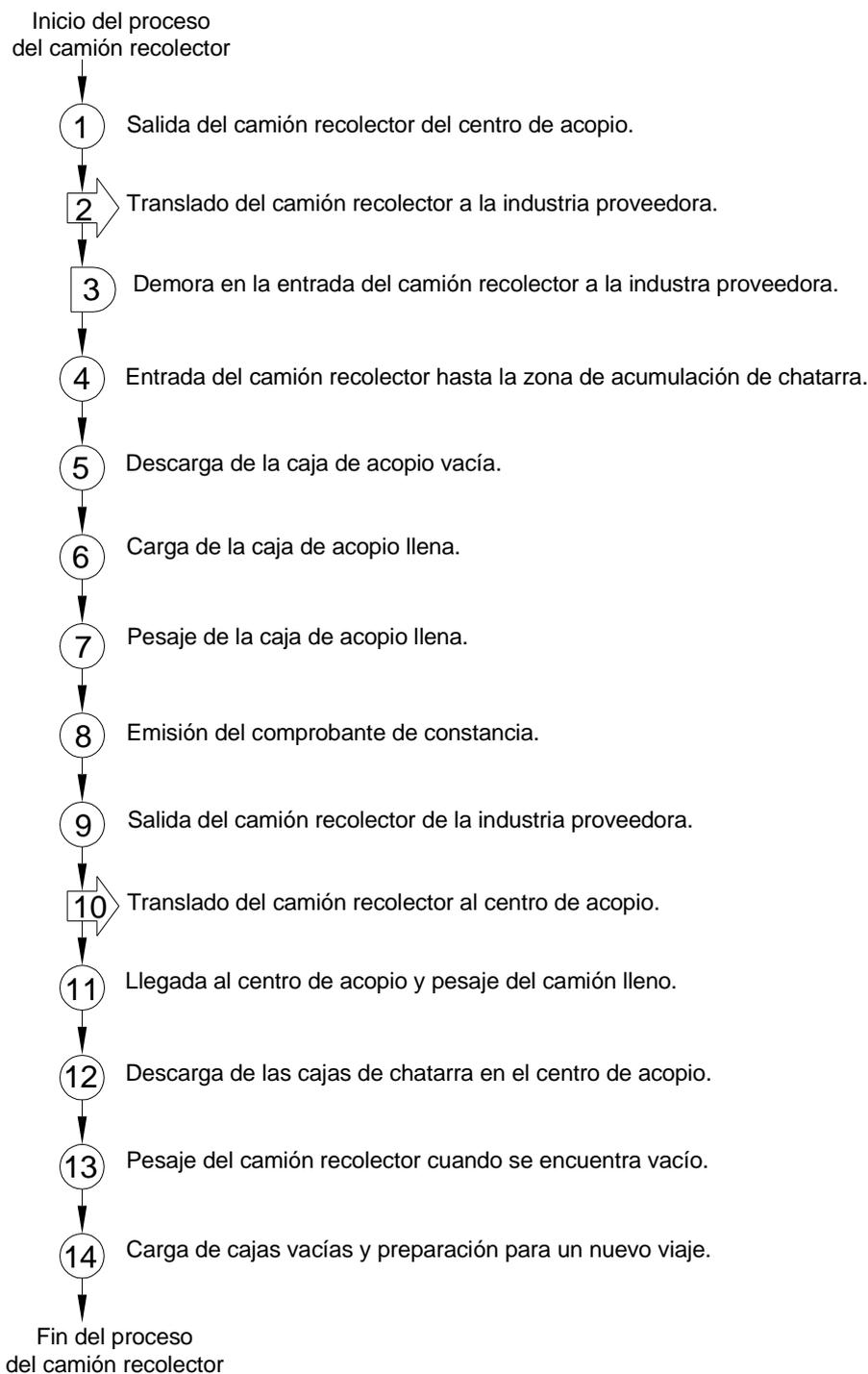
La simbología empleada en los diagramas es la que se indica en la Tabla 4.1 a continuación:

Tabla 26. Simbología de los diagramas de operaciones.

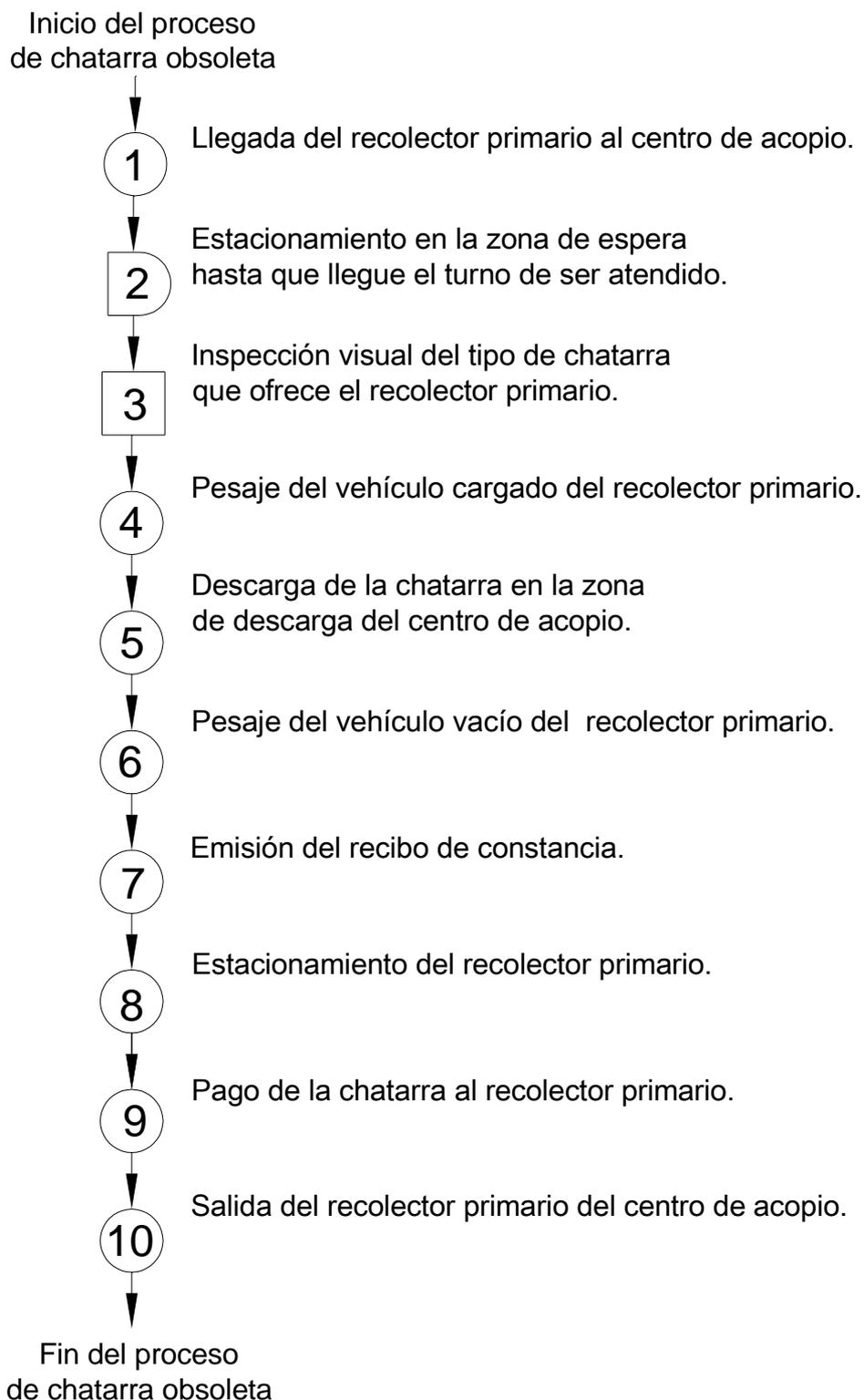
SIMBOLOGÍA	
Operación	○
Demora	D
Inspección	□
Decisión	◇
Almacenamiento	▽
Transporte	⇨

[Fuente: BUFFA E., Sistemas de Producción e Inventario: Planeación y Control]

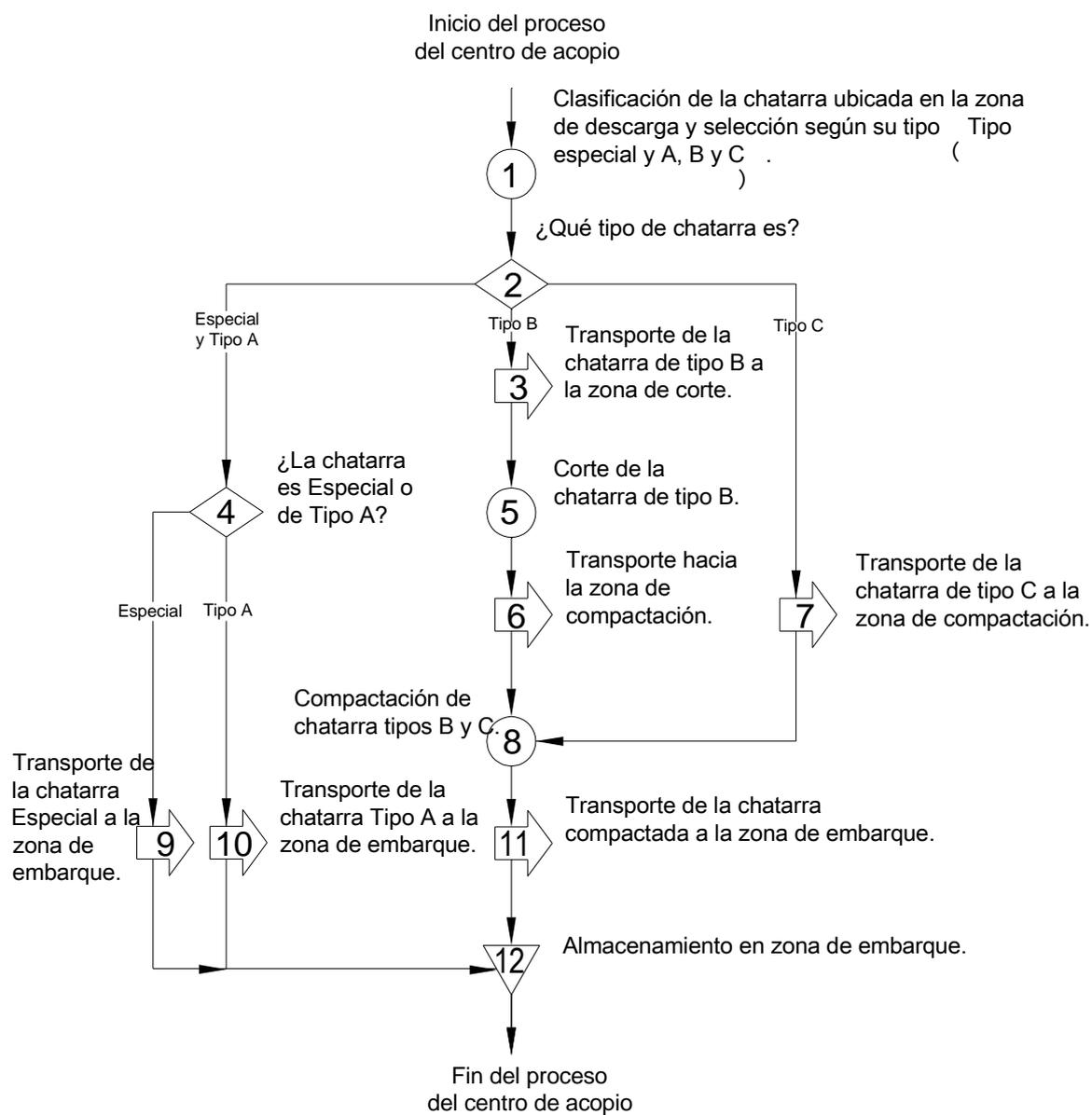
10.1.6.1. Diagrama de operaciones de adquisición de chatarra industrial mediante el uso del recolector propio.



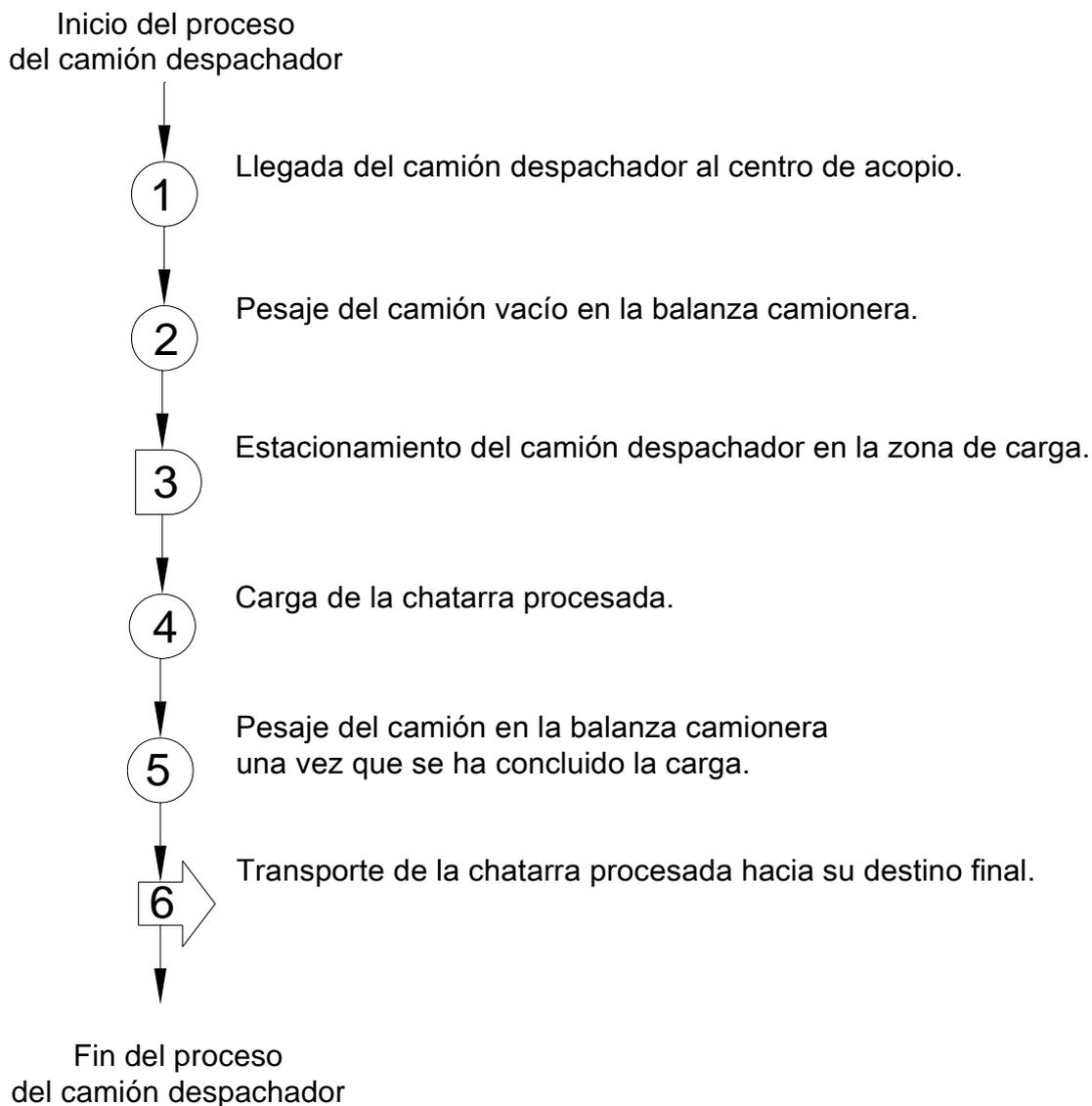
10.1.6.2. Diagrama de operaciones de adquisición de chatarra industrial mediante la compra a recolectores primarios.



10.1.6.3. Diagrama de operaciones de procesamiento de chatarra en el centro de acopio.



10.1.6.4. Diagrama de operaciones del camión despachador de chatarra.



10.1.7. MAQUINARIA Y EQUIPO

Una vez que se han señalado y esquematizado los diferentes procesos con los cuales se trabajará, tanto para la chatarra industrial como para la chatarra obsoleta, es necesario definir la maquinaria con la que se debe contar; para posteriormente, establecer las inversiones requeridas para un correcto funcionamiento del centro de acopio. Con el detalle de los procesos a seguir

resulta sencillo determinar las máquinas necesarias para la operación del centro. Es importante señalar que, el detalle que se presenta a continuación está realizado para un funcionamiento óptimo del centro de acopio. Entre las máquinas se señalan las siguientes:

10.1.7.1. Camión Recolector

Camión destinado principalmente a la adquisición y transporte de la chatarra industrial, el mismo que será diseñado en la parte posterior a esta sección. El número de camiones se irá incrementando de acuerdo a los requerimientos y crecimiento del centro de acopio. El camión cumplirá todas las ordenanzas municipales existentes que rigen la circulación de vehículos de carga. Tiene una prioridad media ya que el centro puede ser abastecido simplemente de chatarra obsoleta, sin tantas utilidades como las generaría la chatarra industrial. Constituye la mayor ventaja competitiva del centro de acopio ante los centros existentes, debido a que incorpora un nuevo sistema de recolección de chatarra eficiente y de gran calidad, reduciendo la dependencia de recolectores primarios en la adquisición de desechos industriales. La concepción y diseño del camión recolector se encuentra en la sección 4.2 del presente documento.

10.1.7.2. Balanza fija

Camión sobre una balanza camionera



Es una balanza camionera similar a la del Gráfico 4.1, su función principal es la de pesar la chatarra transportada por los recolectores primarios, por el recolector propio del centro de acopio y por el camión usado para transportar la chatarra ya procesada hacia su destino final. La balanza es necesaria para determinar la cantidad de chatarra que se compra, para llevar un inventario y para tener control sobre el flujo de materiales en el centro. Constituye una máquina indispensable para el negocio. Las dimensiones y capacidad de la balanza han sido establecidas en la sección 3.1.4 Tamaño y Tecnología de la página 59 del presente documento. La balanza camionera que se usará es la descrita en el Anexo 5.4.

10.1.7.3. Compactadora de Chatarra

Con el propósito de disminuir el espacio que ocupa la chatarra y de facilitar su manejo, se usará una compactadora para la chatarra de tipo B que haya sido previamente cortada y para la chatarra de tipo C, logrando de esta manera que estos dos tipos de chatarra caracterizada por ser piezas dispersas y de poco

espesor ocupen volúmenes reducidos. Se adquirirá la máquina descrita en el Anexo 5.1.

10.1.7.4. Cortadora

La cortadora será usada para facilitar el manejo de la chatarra de tipo B, disminuyendo su densidad para así optimizar el espacio dentro del centro de acopio y sobre todo, el espacio dentro del camión de transporte pesado que llevará toda la chatarra hacia su destino final, lo cual disminuye los costos de transporte, ya que se aprovecha de una mejor manera la capacidad del camión contratado.

Como máquinas de corte, se plantean usar cortadoras de disco para elementos delgados y de fácil acceso y equipo de oxicorte para elementos que presenten dificultad o inaccesibilidad al corte mecánico. La cortadora de disco que se usará es la descrita en el Anexo 5.2 y el equipo de oxicorte es el descrito en el Anexo 5.5.

10.1.7.5. Equipo para levantar y transportar cargas pesadas

Su función es la de transportar la chatarra durante todo el proceso dentro del centro, además de ayudar en el proceso de carga del camión despachador, aumentando de esta manera la velocidad del flujo de materiales en el centro y evitando que se acumule la chatarra ya procesada en la zona de almacenamiento. La disponibilidad de un montacargas agilizaría todos los procesos dentro del centro de acopio, facilitando el transporte de la chatarra desde una zona hacia otra. Sin embargo el montacargas no es un bien indispensable para el desarrollo del centro, ya que sus funciones pueden ser realizadas mediante otros métodos, por esta razón se lo considera como una inversión del centro a largo plazo. Para iniciar las operaciones del centro se comprará un tecele como el indicado en el Anexo 5.3., y se proveerá una carretilla a cada obrero.

10.1.8. DISTRIBUCIÓN DE LA PLANTA

Teniendo en cuenta que se van a manejar volúmenes grandes de materia prima, es necesario que la distribución de la planta se realice de acuerdo al proceso, simplificando el hecho de manejar una sola clase de material. Sin embargo, será necesario destinar una zona específica para la chatarra industrial, la cual no requiere una mayor clasificación y una área para la chatarra obsoleta, sobretodo para optimizar el trabajo ejecutará el recolector propio del centro de acopio, y dar un mejor servicio a los recolectores primarios. Para el inicio de la distribución es necesario establecer las diferentes zonas de las que constará la planta y sus dimensiones:

10.1.8.1. Zona 1: Oficinas

En esta zona, se concentrarán todas las áreas destinadas para el desempeño del personal administrativo y las áreas de servicio para el personal de campo. Entre las áreas mencionadas se encuentran: oficina del gerente, oficina del contador, sala de espera para el pago y pagaduría, baños, bodega y vestidores para los empleados. En la Tabla 4.2 se enlistan los muebles y los enseres de los que deben disponer las oficinas, con su área respectiva:

Tabla 27. Área ocupada por los muebles y enseres de las oficinas

Mueble	Cantidad	Área unitaria [m ²]	Área total [m ²]
Escritorio de la oficina del gerente	1	1,70	1,70
Silla de la oficina del gerente	3	0,36	1,08
Escritorio de la oficina del contador	1	1,70	1,70
Silla de la oficina del contador	3	0,36	1,08
Mesa de la sala de reuniones	1	1,54	1,54
Silla de la sala de reuniones	4	0,36	1,44
Escritorio del pagador	1	1,70	1,70
Silla del pagador	1	0,36	0,36
Tv de la sala de espera	1	0,64	0,64
Silla de la sala de espera	16	0,36	5,76
Cancel para vestidor	7	0,36	2,52
Equipo de oxicorte	2	2,00	4,00
Cortadoras de disco	2	0,25	0,50
Armario para bodega	2	1,60	3,20
		TOTAL	27,22

A este total de área, ocupada por los muebles y enseres, se la multiplicará por un factor de cuatro³¹ (4) lo que permitirá obtener el área total requerida, la misma que incluye pasillos y el espacio necesario para que los trabajadores desempeñen sus funciones adecuadamente. A este resultado se le debe añadir el área ocupada por los tres baños que tiene el edificio, cuya superficie es la recomendada por la empresa constructora (Grupo Hélix Constructores), valor definido en 4 m² por cada medio baño y 4,5 m² por cada baño completo. Para optimizar el espacio del terreno, esta zona se puede ubicar en dos plantas. En la planta baja se ubicarán la sala de espera, los baños, bodega, vestidores; además de escalones al segundo piso, corredores y descansos. En la planta alta se ubicarán las oficinas con una superficie de 50 [m²] en total. Se deben añadir las escaleras que ocupan un área de 8 m². En la Tabla 4.3 se indican los resultados:

Tabla 28. Área total de construcción.

³¹ Referencia: BUFFA, E., Administración de la Producción, Ed. Ateneo, Argentina, página 317.

DESCRIPCIÓN	Área [m ²]	Factor	Área total [m ²]
Área de muebles y enseres	27,22	4	108,88
Escaleras	8,00	1	8,00
Baño planta alta	4,00	1	4,00
Baño planta baja	4,00	1	4,00
Baño vestidores	4,50	1	4,50
		Total	128,38
		Total aproximado	130.00

En la planta baja se ocuparán 80 m² y 50 m² en la planta alta.

10.1.8.2. Zona 2: Zona de espera

Esta zona está destinada para que los recolectores primarios que se acerquen al centro de acopio a vender la chatarra que han recolectado coloquen sus vehículos mientras esperan ser atendidos. Esta zona, aunque ocupa mucho espacio dentro del terreno del centro de acopio, no es un desperdicio, sino que representa una ventaja competitiva frente a otros centros, ya que se les otorga a los recolectores una comodidad que no ofrecen los demás, también se evita ocasionar molestias e inconvenientes a los vecinos del centro de acopio, ya que los recolectores ocupan mucho espacio en la calle cuando esperan en la misma. Para determinar el área de esta zona se considera el área promedio de una camioneta de carga, la cuál está definida³² en 6 [m²] (3m x 2m); adicionalmente, se debe considerar un espacio para que exista holgura entre el auto - paredes y entre auto - auto, se considerará una longitud de 1 [m] para la holgura auto - paredes y 0.5 [m] de distancia entre auto - auto. Con esta holgura el área total por camioneta equivale a 4[m] x 4[m]. La cantidad esperada de camionetas es de seis, con lo que el área calculada para esta zona resulta de 96 [m²] De acuerdo a las dimensiones del terreno el área real asignada para esta zona es de aproximadamente 100 [m²].

³² Dato a partir de mediciones experimentales.

10.1.8.3. Zona 3: Revisión

A continuación de la zona de espera se encuentra la zona de revisión, lugar en el cual el administrador inspecciona visualmente y determina de que tipo es la chatarra que se va a adquirir. Este dato que constará en el recibo de pesaje que se entregará posteriormente al recolector. Para dimensionar esta zona se tiene en cuenta el área promedio de la camioneta y un espacio de holgura suficiente para que el administrador determine el tipo de chatarra que trae el recolector primario. La distancia de holgura será de 1 [m] por lado con lo que el área de esta zona será entonces 5[m] x 4[m] total de 20 [m²].

10.1.8.4. Zona 4: Pesaje de la chatarra

En esta zona se ubica la balanza camionera, en la cual se pesarán los vehículos de los recolectores primarios una vez que han sido inspeccionados en la zona de revisión y luego del desembarque se los pesará nuevamente para determinar la cantidad de chatarra que dejan en el centro. En esta zona se pesarán también los recolectores propios y los camiones despachadores, con el fin de llevar un control de la cantidad de chatarra que ingresa y que sale del centro, respectivamente. En esta zona se encuentra también una caseta, donde se colocan los aparatos electrónicos propios de la balanza. La superficie necesaria para la balanza es de 18[m] x 3[m] que es la extensión de la balanza propiamente dicha y las dimensiones de la caseta recomendadas por el fabricante son de 1.6[m] x 3.75[m]. El total de superficie necesaria para esta zona es de 60 [m²].

10.1.8.5. Zona 5: Desembarque

En esta zona se descargan los vehículos de los recolectores primarios que han sido pesados por primera vez y el camión recolector propio del centro. Para esta zona se debe asignar una superficie bastante amplia, ya que se aquí se coloca el total de la chatarra obtenida; se debe mencionar que los vehículos deben ingresar íntegramente a descargar. Se considera el área de los vehículos y un área adicional para el desembarque de chatarra, como se indica en la Tabla 4.4 a continuación:

Tabla 29. Área de vehículos ocupada en la zona de desembarque.

Vehículo	Dimensiones [m]	Área [m ²]	Dimensiones CON holgura [m]	Área final [m ²]
Recolector propio	7 x 2	14	9 x 4	36
Recolector primario	3 x 2	6	5 x 4	20
			TOTAL	56

Según las investigaciones realizadas en los centros de acopio existentes se ha observado que el área dedicada a la acumulación de chatarra bruta es de no menos de 50[m²]. En total se destinarán 110 [m²] para la zona de desembarque.

10.1.8.6. Zona 6: Clasificación

Luego de ser desembarcada, la chatarra llega a la zona de clasificación. Es aquí donde el personal del centro se encarga de separar la chatarra según su tipo: tipo especial y A, tipo B y tipo C. Dado que se destinaron 50 [m²] para el manejo de chatarra en la zona de desembarque, es necesario que esta zona disponga de una extensión mayor para que los cuatro estibadores puedan manipular y clasificar los diferentes tipos de chatarra. Se determina que cada estibador deba disponer de 5 [m²] para poder desempeñar sus funciones, por lo

que el área adicional será de 20[m²], quedando definida la superficie de la zona de clasificación en 70[m²].

10.1.8.7. Zona 7: Corte

Dado que del total de la chatarra obsoleta que llega al centro de acopio, el 50% es de tipo B y C³³, a esta zona se le asignará la mitad de la superficie que se determinó para el manejo de chatarra; además, se debe añadir el área ocupada por los equipos de corte y el área necesaria para que el obrero manipule los equipos. El área para chatarra es de 25[m²], un equipo de oxicorte ocupa 2[m²] y la cortadora de disco ocupa 0.25[m²]. Al multiplicar el área de las máquinas por el factor de trabajo igual a cuatro³⁴, que garantiza comodidad para el trabajo, resultan 9[m²]. De tal manera que la superficie total para esta zona es de 34[m²].

10.1.8.8. Zona 8: Compactación

En esta zona se encuentra la máquina compactadora en la que se procesa la chatarra de tipo C y la de tipo B que ha sido despachada de la zona de corte. El personal encargado introduce la chatarra en la máquina, la pone a funcionar y finalmente la coloca en la zona de almacenamiento. La compactadora ocupa un área de 12 [m²], y usando el factor de trabajo igual a cuatro, resulta un área total para esta zona de 48 [m²].

10.1.8.9. Zona 9: Almacenamiento

³³ Investigación en el centro de acopio Dinecom´s.

³⁴ Referencia: BUFFA, E., Administración de la Producción, Ed. Ateneo, Argentina, página 317.

Originalmente se destinaron 50[m²] para el manejo de toda la chatarra. Para esta zona se considerará esta misma superficie, sumando la superficie ocupada por el tecele multiplicada por su factor de operación. Dicho tecele ocupa un área de 2 [m²] que al ser multiplicada por cuatro, resultan 8[m²]. De tal manera que la superficie total para esta zona es de 58 [m²].

10.1.8.10. Zona 10: Embarque

Espacio destinado para ubicar al camión despachador de treinta toneladas de capacidad sobre el cual se cargará toda la chatarra procesada por el centro de acopio para que dicho camión la lleve a su lugar de destino. Aquí debe permanecer temporalmente de manera holgada un camión de 18 metros de largo, además de brindar la comodidad suficiente para cargarlo. El camión ocupa un espacio de 18[m] x 3[m]. Para que los operarios del centro de acopio puedan cargar el camión y manipular la chatarra con comodidad se determina una distancia adicional al camión. Cabe indicar que el camión es solo cargado por uno de sus dos lados, lo que define el área total requerida para esta zona. Las distancias definitivas serán de 19[m] x 3.6[m] obteniéndose un área aproximada de 68 [m²].

10.1.8.11. Zona 11: Estacionamiento del recolector

Es la zona que ocupará el recolector propio cuando se encuentre dentro del centro. El recolector requiere para estacionarse un largo y un ancho aproximados de 7[m] x 2[m]. Se determina una distancia adicional para que exista comodidad para el conductor y el ayudante definiendo éstas en 7[m] x 2.5[m]. Se debe tener en cuenta la posibilidad de que el centro de acopio adquiera otro recolector por lo que se considerará un área mayor a la establecida. Se destinará espacio para dos recolectores (total de 35[m²]).

10.1.8.12. Zona 12: Zona de tránsito

Es el espacio del terreno que está destinado para la circulación de los recolectores primarios, recolectores propios, camiones despachadores y vehículos en general; esta zona debe mantenerse libre de obstáculos. Debe ser un área amplia para permitir el movimiento de todos los vehículos que circulan en el centro, principalmente el camión despachador de 18[m] de largo, el cual a su vez requiere del espacio suficiente para curvar y ser colocado en la balanza camionera. Para esto, se debe tener en cuenta que el radio de giro de este tipo de vehículos es de 6 [m] por lo que se debe dejar un corredor de este ancho a cruzando todo el terreno. Debido a las dimensiones del lugar seleccionado, el corredor tendrá las siguientes dimensiones 6[m] x 36[m] resultando un área total de esta zona de 216 [m²].

10.1.8.13. Zona 13: Estacionamientos y caseta de guardia

Ubicada en la parte frontal del terreno, sin obstruir sus entradas. Dado que la longitud total del frente del terreno descontando las puertas es de 19 [m] y que el ancho promedio necesario para estacionar un auto es de 3 [m], se entiende que se pueden estacionar seis autos cómodamente. Dado que el área promedio de un auto es de 10.5 [m²], esta área tendrá una magnitud de 63 [m²].

En la Tabla 4.5 se resumen las zonas, el área que ocupan y la superficie total del terreno que se encuentra ocupada:

Tabla 30. Área mínima estimada para las zonas del centro de acopio

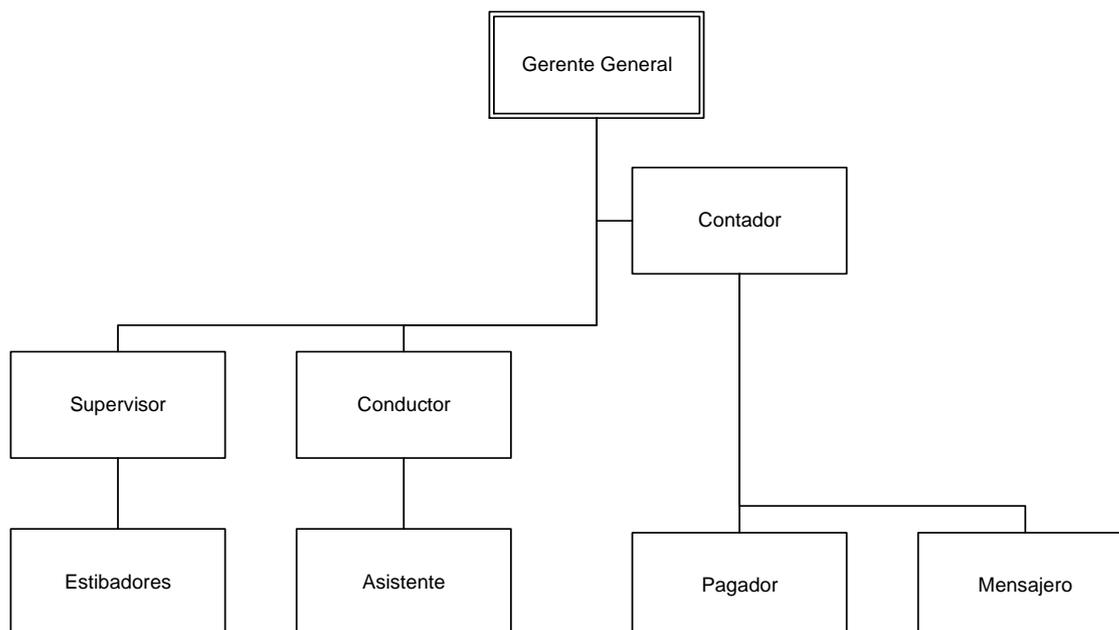
ZONA	ESPECIFICACIÓN	ÁREA [m ²]
1	Oficinas	80
2	Espera	100
3	Revisión	20
4	Pesaje	60
5	Desembarque	110
6	Clasificación	70
7	Corte	30
8	Compactación	48
9	Almacenamiento	60
10	Embarque	60
11	Estacionamiento recolector	35
12	Tránsito	216
13	Estacionamientos	63
Total		952

Dado que la superficie total del terreno es de 1.116 [m²] y el área ocupada es de 952 [m²] se tiene una superficie de 163[m²], porción del terreno que será destinada para cerramiento, áreas verdes, espacio para abrir puertas, espacio libre entre zonas, entre otros. Con las zonas y áreas descritas se procederá a elaborar el plano de distribución de planta definitivo (layout), el mismo que se indica en el plano CA-01. Según dicho plano, se elabora otro de flujo de materiales, plano CA-02.

10.1.9. ORGANIZACIÓN DEL RECURSO HUMANO

Es importante la organización del centro de acopio, y necesario para el correcto funcionamiento del mismo. Se definen a continuación las diferentes posiciones ocupacionales que existirán en el centro de acopio y se muestran en el organigrama del Gráfico 4.2:

Organigrama del centro de acopio



Todos estos puestos son necesarios para el correcto funcionamiento del centro en general. Se puede observar que el gerente general es el responsable del centro de acopio. Es importante a continuación realizar un análisis de los diferentes puestos del centro de acopio con lo que se definirá el perfil profesional para cada uno de estos.

10.1.9.1. Análisis de cargos

10.1.9.1.1. Gerente General

Resumen: Encargado de mantener el correcto funcionamiento del centro de acopio en general

Descripción del cargo:

- Buscar nuevos contratos con empresas para la adquisición de chatarra
- Mantener buenas relaciones con los clientes existentes.
- Organizar recorridos del recolector propio del centro.
- Coordinar los fletes de entrega de chatarra en la planta de Novacero en la Ciudad de Lasso.

Perfil y análisis del cargo:

- Requisitos Intelectuales:
 - Instrucción: Superior en el área de ingeniería comercial o afines.
 - Experiencia de trabajo: Familiaridad con las normas y funciones del cargo.
 - Otras aptitudes: Personalidad atrayente y cortés; capacidad de liderazgo
- Responsabilidad: Responsabilidad de contactos externos: discreción en asuntos confidenciales. Supervisión de personal.
- Condiciones de trabajo: Ambiente de trabajo: Propio de oficinas y sala de reuniones.

Competencias requeridas³⁵:

- Ser una persona de muchos recursos: saber adaptarse a los cambios y situaciones ambiguas, ser capaz de pensar estratégicamente y poder tomar decisiones correctas en situaciones de mucha presión; liderar sistemas de trabajo complejos y adoptar conductas flexibles en la solución de problemas; capacidad de trabajo con los superiores en problemas complejos de gestión.
- Tener espíritu de decisión: actuar con rapidez y de forma apropiada.
- Enfrentar los desafíos con tranquilidad: poseer actitud firme, evitar censurar a los otros por los errores cometidos, ser capaz de salir de situaciones difíciles.

³⁵ ENRIQUEZ E, Temas de recursos humanos:

www.usb.edu.co/facultades/administracion/publicaciones/competencias.pdf

- Tener buen relacionamiento: ser agradable y dar muestras de buen humor.

10.1.9.1.2. Contador

Resumen: Lleva todo lo referente a las cuentas y contabilidad del centro de acopio.

Descripción del cargo:

- Llevar un registro contable.
- Emitir el pago a los trabajadores y obligaciones al IESS.
- Emitir pagos a proveedores y servicios básicos.

Perfil y análisis del cargo:

- Requisitos Intelectuales
 - Instrucción: Superior en el área de auditoría y contabilidad. CPA.
 - Experiencia de trabajo: Conocer las funciones del cargo y tener un mínimo de experiencia de cinco años.
 - Otras aptitudes: Concentración visual
- Responsabilidad: Responsabilidad de dinero y documentos. Puntualidad en los pagos.
- Condiciones de trabajo: Ambiente de trabajo: Propio de oficinas y sala de reuniones.

Competencias requeridas:

- Hacer lo que conoce: ser perseverante, concentrarse a pesar de los obstáculos, asumir responsabilidades, ser capaz de trabajar solo y también con los demás cuando es necesario.
- Hacer lo que conoce: ser perseverante, concentrarse a pesar de los obstáculos, asumir responsabilidades, ser capaz de trabajar solo y también con los demás cuando es necesario.
- Actuar con flexibilidad: capacidad para adoptar actitudes opuestas, –ejercer liderazgo y dejarse liderar– opinar y aceptar opiniones de los demás.

10.1.9.1.3. Pagador

Resumen: Persona dedicada exclusivamente al pago a los recolectores primarios que entreguen la chatarra en el centro de acopio.

Descripción del cargo:

- Realizar pagos a los recolectores primarios por la chatarra depositada en el centro de acopio.
- Cerrar caja diariamente y pasar un informe al contador

Perfil y análisis del cargo:

- Requisitos Intelectuales
 - Instrucción: Bachiller con especialización en contabilidad.
 - Experiencia de trabajo: Mínimo dos años en cargos similares. Conocer las funciones del cargo.
 - Otras aptitudes: Concentración visual, honestidad. Dar el trato adecuado a los recolectores primarios según su nivel cultural.
- Responsabilidad: Responsabilidad de dinero, debe ofrecer caución.
- Condiciones de trabajo: Ambiente de trabajo: Propio de oficinas y sala de reuniones.

Competencias requeridas:

- Tener espíritu de decisión: actuar con rapidez, de forma apropiada y con precisión.
- Enfrentar los desafíos con tranquilidad: poseer actitud firme, evitar censurar a los otros por los errores cometidos, ser capaz de salir de situaciones difíciles.

10.1.9.1.4. Mensajero

Resumen: Realizar todas las actividades en el ambiente externo del centro de acopio

Descripción del cargo:

- Conducir motocicleta y hacer las diligencias que se le encarguen.
- Entregar pagos a empresas proveedoras.
- Pagar obligaciones con el IESS, y otro tipo de actividades bancarias.
- Realizar compras de insumos.

Perfil y análisis del cargo:

- Requisitos Intelectuales
 - Instrucción: Bachiller.
 - Experiencia de trabajo: Conocer y entender las funciones del cargo.
 - Otras aptitudes: Honestidad, responsabilidad, puntualidad.
- Responsabilidad
- Responsabilidad de dinero y documentos, debe ofrecer caución.
- Condiciones de trabajo: Ambiente de trabajo: movilización por la ciudad.

Competencias requeridas:

- Hacer lo que conoce: ser perseverante, concentrarse a pesar de los obstáculos, asumir responsabilidades, ser capaz de trabajar solo y también con los demás cuando es necesario.
- Tener espíritu de decisión: actuar con rapidez, de forma apropiada y con precisión.
- Tener buen relacionamiento: ser agradable y dar muestras de .buen humor.

10.1.9.1.5. Supervisor

Resumen: Controlar y organizar el personal y el material del centro de acopio.

Descripción del cargo:

- Inspeccionar y preclasificar la chatarra proveniente de los recolectores primarios.
- Llevar un registro del flujo de materia prima que ingresa al centro de acopio y de producto que sale hacia el destino final.
- Organizar las tareas de los estibadores.
- Manejar la balanza camionera.
- Controlar el perfecto funcionamiento de la maquinaria y equipo y llevar un registro del mantenimiento de los mismos.

Perfil y análisis del cargo:

- Requisitos Intelectuales
 - Instrucción: Bachiller técnico.
 - Experiencia de trabajo: con experiencia en manejo de maquinaria hidráulicas y balanzas. Experiencia requerida mínima dos años.
 - Otras aptitudes: Organizado, planificador. Carácter discreto y responsable, capacidad para prever nuevas situaciones y adaptarse a ellas.
- Capacidad de liderazgo y capacidad de mando. Capacidad de trabajo bajo presión.
- Responsabilidad: Supervisión de personal. Materiales, herramientas y equipos.
- Condiciones de trabajo: Ambiente de trabajo: Reuniones y trabajo en campo.
- Riesgos: Riesgos de trabajar con maquinaria.

Competencias requeridas:

- Aprender rápido: dominar rápidamente nuevas tecnologías.
- Administrar equipos con eficacia: saber delegar, ampliar oportunidades y ser justos en sus actuaciones.
- Saber lidiar con sus colaboradores cuando tienen problemas: actuar con decisión y equidad cuando se presentan problemas con sus colaboradores.
- Formar un equipo de talentos: invertir en el desarrollo del potencial de sus colaboradores, identificando y ofreciendo nuevos desafíos y responsabilidad compartida.

10.1.9.1.6. Estibador

Resumen: Provee la mano de obra necesaria para las diferentes actividades del centro de acopio.

Descripción del cargo:

- Desembarque la chatarra proveniente de los recolectores primarios.
- Clasificar la chatarra según su tipo.
- Manejar la compactadora de chatarra.
- Manejar herramientas de corte.
- Transportar la chatarra dentro del centro de acopio.
- Almacenar la chatarra previo al embarque hacia el destino final
- Desempeñar las actividades asignadas por el supervisor.

Perfil y análisis del cargo:

- Requisitos Intelectuales
 - Instrucción: Instrucción secundaria.
 - Adaptación al cargo.
 - Experiencia de trabajo: con experiencia en manejo de maquinaria de corte y soldadura. Experiencia requerida mínima dos años

- Requisitos físicos
 - Esfuerzo físico necesario.
 - Destreza y habilidad.
 - Constitución física necesaria.
- Otras aptitudes: Responsable, capacidad para prever nuevas situaciones y adaptarse a ellas. Iniciativa propia. Capacidad de trabajo bajo presión.
- Responsabilidad: Materiales, herramientas y equipos.
- Condiciones de trabajo: Ambiente de trabajo: trabajo en campo.
- Riesgos: Riesgos de trabajar con maquinaria y materiales cortantes.

Competencias requeridas:

- Estar orientado hacia el trabajo en equipo.
- Establecer buenas relaciones en la empresa: saber establecer buenas relaciones de trabajo, negociar cuando existan problemas, conseguir cooperación.

Vacantes: 4

10.1.9.1.7. Conductor

Resumen: Maneja y opera el recolector de chatarra, por las diferentes empresas proveedoras de materia prima.

Descripción del cargo:

- Seguir el plan de recolección asignadas por el gerente.
- Recolectar la chatarra generada por las empresas procesadoras de acero.
- Transporte de la chatarra al centro de acopio.
- Emitir recibo de constancia para posterior pago por la chatarra.

Perfil y análisis del cargo:

- Requisitos Intelectuales
 - Instrucción: Instrucción secundaria, conductor profesional de tipo C.
 - Adaptación al cargo.
 - Experiencia de trabajo: Experiencia en manejo de transporte de carga, Experiencia requerida mínima cinco años.
- Requisitos físicos
 - Esfuerzo físico necesario.
 - Destreza y habilidad.
- Otras aptitudes: Responsable, capacidad para prever nuevas situaciones y adaptarse a ellas. Iniciativa propia.
- Capacidad de trabajo bajo presión.
- Responsabilidad: Materiales, herramientas y equipos.
- Condiciones de trabajo: Ambiente de trabajo: trabajo en campo.
- Riesgos: Riesgos de trabajar con maquinaria y materiales cortantes.

Competencias requeridas:

- Administrar equipos con eficacia: saber delegar, ampliar oportunidades y ser justos en sus actuaciones.
- Saber lidiar con sus colaboradores cuando tienen problemas: actuar con decisión y equidad cuando se presentan problemas con sus colaboradores.
- Estar orientado hacia el trabajo en equipo.

10.1.9.1.8. Asistente de conductor

Resumen: Acompañar y ayudar al conductor en las tareas de recolección de chatarra.

Descripción del cargo:

- Realizar actividades asignadas por el conductor
- Recolectar la chatarra generada por las empresas procesadoras de acero.
- Vigilar el acople entre el camión y la caja de recolección.

Perfil y análisis del cargo:

- Requisitos Intelectuales
 - Instrucción: Instrucción secundaria.
 - Adaptación al cargo.
- Requisitos físicos
 - Esfuerzo físico necesario.
- Otras aptitudes: Responsable, buena voluntad en realizar las actividades asignadas. Iniciativa propia.
- Capacidad de trabajo bajo presión.
- Responsabilidad: Materiales, herramientas y equipos.
- Condiciones de trabajo: Ambiente de trabajo: trabajo en campo.
- Riesgos: Riesgos de trabajar con maquinaria y materiales cortantes.

Competencias requeridas:

- Estar orientado hacia el trabajo en equipo.
- Establecer buenas relaciones en la empresa: saber establecer buenas relaciones de trabajo, negociar cuando existan problemas, conseguir cooperación.

10.2. DISEÑO DEL CAMIÓN RECOLECTOR DE CHATARRA INDUSTRIAL

10.2.1. IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

Para la adquisición de chatarra industrial, el centro de acopio ha de requerir un camión, cuyas funciones son las descritas en el numeral 4.1.6.1³⁶ de la página 84 y que se resumen a continuación:

- Dirigirse a las industrias generadoras de chatarra.
- Recoger y cargar la chatarra disponible en dicha empresa.
- Determinar el peso de la chatarra recolectada.
- Emitir y entregar un comprobante de constancia por la chatarra adquirida.
- Regresar al centro de acopio, descargar la chatarra y entregar la copia del comprobante de constancia.

Para la acumulación de chatarra industrial, a cada empresa proveedora se le suministrará una caja metálica, la que periódicamente será intercambiada por otra que se encuentre vacía. El recolector debe tener la capacidad de cargar y descargar dichas cajas con facilidad y rapidez; además de determinar el peso del contenido de las cajas.

Las actividades del camión recolector dentro de la industria proveedora han de ser realizadas lo más rápido posible, con el fin de no causar molestias ni interferir en las actividades normales de la empresa. Además, el camión debe cumplir las disposiciones y reglamentos del Distrito Metropolitano de Quito para la circulación en la ciudad de transporte de carga, las cuales están descritas en la ordenanza 147³⁷.

³⁶ 4.1.6.1. Diagrama de operaciones de adquisición de chatarra industrial mediante el uso del recolector propio. Ver página 77.

³⁷ Anexo 4.1. Ordenanza municipal No.-147.

10.2.2. DATOS PARA EL DISEÑO

A continuación se presenta la información concerniente al diseño del camión recolector:

10.2.2.1. Cantidad de chatarra a recoger

En la Tabla 4.6 se muestran las cantidades de chatarra industrial que va a recolectar el centro de acopio en los próximos cinco años. Estos valores corresponden al promedio mensual de toneladas que se recolectarán por año. Estas cantidades se han determinado a partir del estudio de mercado y el análisis del tamaño³⁸ y crecimiento del centro de acopio.

Tabla 31. Promedio mensual de chatarra industrial para cinco años

<i>10.2.2.1.1. Año</i>	<i>10.2.2.1.2. Chatarra industrial</i>
	<i>10.2.2.1.3. (TONELADAS/MES)</i>
<i>10.2.2.1.4. 2006</i>	<i>10.2.2.1.5. 66</i>
<i>10.2.2.1.6. 2007</i>	<i>10.2.2.1.7. 71</i>
<i>10.2.2.1.8. 2008</i>	<i>10.2.2.1.9. 76</i>
<i>10.2.2.1.10. 2009</i>	<i>10.2.2.1.11. 81</i>
<i>10.2.2.1.12. 2010</i>	<i>10.2.2.1.13. 87</i>

³⁸ Ver Capítulo 3, Apartado 3.1.3.4, Tabla 3.5, página 31.

10.2.2.2. Precios de compra y posterior venta de chatarra industrial.

A partir del análisis de los precios que se manejan en el mercado de la chatarra en la Ciudad de Quito se establecieron los precios de compra y venta de chatarra en el centro de acopio. Los precios de compra de chatarra en las empresas proveedoras y el precio de compra del mismo tipo de chatarra en el centro de acopio se indican en la Tabla 4.7:

Tabla 32. Precios de compra de chatarra industrial

<i>10.2.2.2.1. Empresa</i>	<i>10.2.2.2.2. Precio de compra en industria proveedora³⁹</i>	<i>10.2.2.2.4. Precio de compra en el centro de acopio</i>
	<i>10.2.2.2.3. [DÓLARES/TONEL ADA]</i>	<i>10.2.2.2.5. [DÓLARES/TONEL ADA]</i>
<i>10.2.2.2.6. Conduit del Ecuador</i>	<i>10.2.2.2.7. 70</i>	<i>10.2.2.2.8. 110</i>
<i>10.2.2.2.9. Industrias Cedeño</i>	<i>10.2.2.2.10. 65</i>	<i>10.2.2.2.11. 110</i>
<i>10.2.2.2.12. KUBIE C</i>	<i>10.2.2.2.13. 65</i>	<i>10.2.2.2.14. 110</i>
<i>10.2.2.2.15. PERFIL EC S.A.</i>	<i>10.2.2.2.16. 65</i>	<i>10.2.2.2.17. 110</i>
<i>10.2.2.2.18. Reciplast S.A.</i>	<i>10.2.2.2.19. 65</i>	<i>10.2.2.2.20. 110</i>

10.2.2.3. Ubicación del centro de acopio y de las industrias proveedoras.

En el apartado 3.1.3.1⁴⁰ se determinaron los proveedores de chatarra industrial del centro de acopio. La ubicación de dichas empresas, al igual que la ubicación del centro de acopio, se indican en el plano de la Ciudad de Quito⁴¹.

³⁹ Precios de compra vigentes en el mes de Mayo del 2006

⁴⁰ Apartado 3.1.3.1. Determinación de la cantidad de chatarra industrial Ver página. 52

⁴¹ Ver Anexo 4.2. Ubicación de los proveedores en el plano de la Ciudad de Quito.

10.2.2.4. Longitud de vías principales para el recorrido del recolector.

El camión recolector de chatarra industrial debe visitar empresas que están ubicadas en el extremo norte y en el extremo sur de la ciudad. Teniendo en cuenta que la ubicación del centro de acopio está en el extremo sur, se han planificado dos rutas diferentes para abarcar todo el contorno de la ciudad, la longitud ha sido determinada experimentalmente mediante el uso de un odómetro de un vehículo, dichas rutas son:

Ruta 1: Centro de acopio – Av. Simón Bolívar – Av. Eloy Alfaro – Carcelén.

Ruta 2: Centro de acopio – Av. Mariscal Sucre – Carcelén.

A continuación se detallan ambas rutas y se indica la longitud por tramos, en la Tabla 4.8 para la Ruta 1 y en la Tabla 4.9 para la Ruta 2, respectivamente:

Tabla 33. Distancias de la ruta 1 por tramos

 10.2.2.4.1. RUTA 1

10.2.2.4.2. TRAMO	10.2.2.4.3. DISTANCIA [km]
10.2.2.4.4. Centro de Acopio - Antiguo peaje Guamaní	10.2.2.4.5. 1,6
10.2.2.4.6. Antiguo peaje Guamaní – Puente de Guajaló	10.2.2.4.7. 5,6
10.2.2.4.8. Puente de Guajaló – Av. Simón Bolívar, desvío a Tambillo	10.2.2.4.9. 6,4
10.2.2.4.10. Av. Simón Bolívar, desvío a Tambillo – Av. Simón Bolívar y Av. General Rumiñahui	10.2.2.4.11. 8, 4
10.2.2.4.12. Av. Simón Bolívar y Av. General Rumiñahui – Av. Simón Bolívar, Intercambiador de Monteolivo	10.2.2.4.13. 16 ,2
10.2.2.4.14. Av. Simón Bolívar, Intercambiador de Monteolivo – Av. Eloy Alfaro, entrada a Comité del Pueblo	10.2.2.4.15. 4, 3
10.2.2.4.16. Av. Eloy Alfaro, entrada a Comité del Pueblo – Carcelén	10.2.2.4.17. 3, 9
10.2.2.4.18. TOTAL	10.2.2.4.19. 46 ,4

Tabla 34. Distancias de la ruta 2 por tramos

<i>10.2.2.4.20. RUTA 2</i>	
10.2.2.4.21. TRAMO	10.2.2.4.22. DISTANCIA [km]
<i>10.2.2.4.23. Centro de Acopio - Antiguo peaje Guamaní</i>	<i>10.2.2.4.24. 1,6</i>
<i>10.2.2.4.25. Antiguo peaje Guamaní - Puente de Guajaló</i>	<i>10.2.2.4.26. 5,6</i>
<i>10.2.2.4.27. Puente de Guajaló - Av. Morán Valverde y Av. Mariscal Sucre</i>	<i>10.2.2.4.28. 2,6</i>
<i>10.2.2.4.29. Av. Morán Valverde y Av. Mariscal Sucre - Av. Rodrigo de Chávez</i>	<i>10.2.2.4.30. 5,6</i>
<i>10.2.2.4.31. Av. Rodrigo de Chávez - Viaducto 24 de Mayo</i>	<i>10.2.2.4.32. 2,1</i>
<i>10.2.2.4.33. Viaducto 24 de Mayo - Túnel de San Juan</i>	<i>10.2.2.4.34. 1,0</i>
<i>10.2.2.4.35. Túnel de San Juan - Av. Mariscal Sucre y Mariana de Jesús</i>	<i>10.2.2.4.36. 3,1</i>
<i>10.2.2.4.37. Av. Mariscal Sucre y Mariana de Jesús - San Carlos</i>	<i>10.2.2.4.38. 5,9</i>
<i>10.2.2.4.39. San Carlos - Redondel de los Adolescentes</i>	<i>10.2.2.4.40. 4,7</i>
<i>10.2.2.4.41. Redondel de los Adolescentes – Carcelén</i>	<i>10.2.2.4.42. 3,2</i>
10.2.2.4.43. TOTAL	10.2.2.4.44. 35, 4

10.2.2.5. Tasa mínima atractiva de rendimiento.

La tasa mínima atractiva de rendimiento TMAR a usarse tanto para el recolector de chatarra como para el resto del proyecto del centro de acopio estará compuesta de tres parámetros fundamentales⁴²: una tasa pasiva, la inflación y un factor de riesgo asociado a la inversión. Parámetros establecidos por el Banco Central del Ecuador, entidad reguladora de la economía del país.

⁴² Referencia: Blank, Tarquin. Ingeniería Económica, quinta edición, McGraw Hill, México 2004. Páginas. 29,30; 359-361.

La tasa de interés pasiva es la tasa de interés máxima convencional establecida por el Banco Central del Ecuador cuyo valor es de 13.5%⁴³. Este es el máximo valor que puede cobrar cualquier institución bancaria en los préstamos que realice tanto a personas naturales como a empresas. Se debe sumar el respectivo impuesto que se cobra en toda clase de préstamos que es el pago a SOLCA establecido en el 1%⁴⁴, con lo que la tasa de interés pasiva total es de 14.5%. La inflación a considerar es un valor promedio para los próximos cinco años, que es el periodo de análisis del proyecto. De acuerdo a estudios⁴⁵ del Banco Central del Ecuador se estima que la inflación para finales del año 2006 estará en el 3.92% y que para años posteriores la inflación oscile entorno al 4.5% por lo que para el estudio del proyecto se usará este valor. El factor de riesgo asociado a la inversión será el mismo que el Banco Central del Ecuador ha establecido en el riesgo país, este valor oscila en un 6%⁴⁶. Recopilando esta información en la Tabla 4.10 se tiene que el TMAR será:

Tabla 35. Determinación de TMAR

10.2.2.5.1. RUBRO	10.2.2.5.2. ASA
10.2.2.5.3. Tasa de interés pasiva:	10.2.2.5.4. 4.5 %
10.2.2.5.5. Inflación:	10.2.2.5.6. .5 %
10.2.2.5.7. Prima de riesgo:	10.2.2.5.8. .0 %
10.2.2.5.9. TOTAL (TMAR)	10.2.2.5.10. 5 %

⁴³ Referencia: <http://www.bce.fin.ec/contenido.php?CNT=ARB0000948>

⁴⁴ Referencia: <http://www.bp.fin.ec/tasas/opecredito>

⁴⁵ Referencia: Previsión de la inflación anual 2006, Banco Central del Ecuador

⁴⁶ Referencia: http://www.bce.fin.ec/resumen_ticker.php?ticker_value=riesgo_pais

De tal manera que la tasa mínima atractiva de rendimiento a emplear será del 25%.

10.2.3. ESPECIFICACIONES DEL DISEÑO

Luego de reunir los datos necesarios para el diseño se procederá a especificar los parámetros que influirán directamente en la concepción del camión recolector de chatarra industrial. Estos parámetros son:

10.2.3.1. Determinación de la cantidad diaria de chatarra a recoger por el camión.

De la Tabla 4.6 de la página 111, se conoce el promedio mensual de chatarra por año que el centro va a adquirir. Considerando un mes de trabajo compuesto por 24 días (cuatro semanas de cinco días y los cuatro sábados) se puede determinar la cantidad diaria de chatarra que el camión debe recolectar. El diseño se realizará para la mayor cantidad de chatarra correspondiente a la del quinto año de trabajo del proyecto. En el quinto año se recolectarán 87 ton/mes, en un mes de 24 días laborables la cantidad diaria estará dada por:

$$q_{\text{diaria}} = \frac{87 \text{ ton/mes}}{24 \text{ días/mes}} = 3.6 \text{ ton/día}$$

10.2.3.2. Determinación de distancia anual recorrida por el camión recolector.

De acuerdo a las cantidades generadas por los proveedores del centro de acopio se establecerá un cronograma mensual de visita a cada uno de éstos. Conocida la cantidad de chatarra mensual generada por cada una de las empresas proveedoras en el quinto año del proyecto se puede establecer el número de viajes mensuales necesarios para cada una de estas empresas. Considerando visitar diariamente a la empresa que mayor cantidad de chatarra genera (Conduit del Ecuador), se observa que el quinto año esta empresa generará 39 ton/mes, en un mes de 24 días laborables la cantidad diaria a recolectar será igual al resultado de la:

$$q_{\text{diaria}} = \frac{39 \text{ ton/mes}}{24 \text{ días/mes}} = 1.63 \text{ ton/día} \square 1.65 \text{ ton/día}$$

Por lo tanto se deben recolectar 1.65 toneladas diarias. Con esta capacidad se planificarán las visitas a las demás empresas proveedoras. En la Tabla 4.11 se resumen las cantidades de chatarra generadas mensualmente y el número de visitas mensuales que requiere cada empresa proveedora en el quinto año del proyecto.

Tabla 36. Chatarra generada por proveedores en el año 2010.

<i>10.2.3.2.1. Empresa</i>	<i>10.2.3.2.2. Chatarra mensual [TONELADAS/MES]</i>	<i>10.2.3.2.3. viajes mensuales</i>	<i>10.2.3.2.4. [VIAJES/MES]</i>
<i>10.2.3.2.5. Conduit del Ecuador S.A.</i>	<i>10.2.3.2.6. 39</i>	<i>10.2.3.2.7. 24</i>	
<i>10.2.3.2.8. Kubiec S.A.</i>	<i>10.2.3.2.9. 26</i>	<i>10.2.3.2.10. 16</i>	
<i>10.2.3.2.11. Perfilec S.A.</i>	<i>10.2.3.2.12. 7</i>	<i>10.2.3.2.13. 4</i>	
<i>10.2.3.2.14. Industrias Cedeño</i>	<i>10.2.3.2.15. 8</i>	<i>10.2.3.2.16. 5</i>	
<i>10.2.3.2.17. Reciplast del Ecuador</i>	<i>10.2.3.2.18. 7</i>	<i>10.2.3.2.19. 4</i>	

En la Tabla 4.12 se define el cronograma de recolección mensual para el camión recolector:

Tabla 37. Cronograma mensual de visitas diarias a empresas proveedoras

10.2.3.2.20. unes	10.2.3.2.21. artes	10.2.3.2.22. Λ iércoles	10.2.3.2.23. ueves	10.2.3.2.24. iernes	10.2.3.2.25. ábado
10.2.3.2.26.	10.2.3.2.27.	10.2.3.2.28. Σ	10.2.3.2.29.	10.2.3.2.30.	10.2.3.2.31.
10.2.3.2.32. onduit KUBIEC	10.2.3.2.33. onduit Cedeño KUBIEC	10.2.3.2.34. C onduit KUBIEC	10.2.3.2.35. onduit KUBIEC Reciplast	10.2.3.2.36. onduit KUBIEC Perfilec	10.2.3.2.37. onduit
10.2.3.2.38.	10.2.3.2.39.	10.2.3.2.40. 1 0	10.2.3.2.41. 1	10.2.3.2.42. 2	10.2.3.2.43. 3
10.2.3.2.44. onduit KUBIEC	10.2.3.2.45. onduit Cedeño KUBIEC	10.2.3.2.46. C onduit KUBIEC	10.2.3.2.47. onduit KUBIEC Reciplast	10.2.3.2.48. onduit KUBIEC Perfilec	10.2.3.2.49. onduit
10.2.3.2.50. 5	10.2.3.2.51. 6	10.2.3.2.52. 1 7	10.2.3.2.53. 8	10.2.3.2.54. 9	10.2.3.2.55. 0
10.2.3.2.56. onduit KUBIEC	10.2.3.2.57. onduit Cedeño KUBIEC	10.2.3.2.58. C onduit KUBIEC	10.2.3.2.59. onduit KUBIEC Reciplast	10.2.3.2.60. onduit KUBIEC Perfilec	10.2.3.2.61. onduit
10.2.3.2.62. 2	10.2.3.2.63. 3	10.2.3.2.64. 2 4	10.2.3.2.65. 5	10.2.3.2.66. 6	10.2.3.2.67. 7
10.2.3.2.68. onduit KUBIEC	10.2.3.2.69. onduit Cedeño KUBIEC	10.2.3.2.70. C onduit KUBIEC	10.2.3.2.71. onduit KUBIEC Reciplast	10.2.3.2.72. onduit KUBIEC Perfilec	10.2.3.2.73. onduit Cedeño
10.2.3.2.74. 9	10.2.3.2.75. 0	10.2.3.2.76.			
10.2.3.2.77. onduit KUBIEC	10.2.3.2.78. onduit Cedeño KUBIEC	10.2.3.2.79.			

Mediante este cronograma se optimiza la capacidad del camión y debido a la alta frecuencia de visitas se logra mantener limpias las empresas generadoras lo cual es un deseo común de los proveedores. Este cronograma determina la distancia mensual a recorrer por el camión; para el cálculo de esta distancia se determina el total que recorre el camión en una semana y luego se multiplica por el número de semanas que hay en el año, en la Tabla 4.13 se determina la distancia semanal recorrida.

Tabla 38. Distancia a recorrer semanalmente por el recolector

<i>10.2.3.2.80. D</i> <i>ía</i>	<i>10.2.3.2.81. Pu</i> <i>nto de partida</i>	<i>10.2.3.2.82. De</i> <i>stino</i>	<i>10.2.3.2.83. D</i> <i>istancia [Km]</i>	<i>10.2.3.2.84.</i> <i>otal [Km]</i>
<i>10.2.3.2.85. L</i> <i>unes</i>	<i>10.2.3.2.86. Ce</i> <i>ntro de acopio</i>	<i>10.2.3.2.87. Co</i> <i>nduit</i>	<i>10.2.3.2.88. 5</i> <i>.0</i>	<i>10.2.3.2.89. 7</i>
	<i>10.2.3.2.90. Co</i> <i>nduit</i>	<i>10.2.3.2.91. Ce</i> <i>ntro de acopio</i>	<i>10.2.3.2.92. 5</i> <i>.0</i>	
	<i>10.2.3.2.93. Ce</i> <i>ntro de acopio</i>	<i>10.2.3.2.94. K</i> <i>UBIEC</i>	<i>10.2.3.2.95. 4</i> <i>3.5</i>	
	<i>10.2.3.2.96. K</i> <i>UBIEC</i>	<i>10.2.3.2.97. Ce</i> <i>ntro de acopio</i>	<i>10.2.3.2.98. 4</i> <i>3.5</i>	
<i>10.2.3.2.99. M</i> <i>artes</i>	<i>10.2.3.2.100. C</i> <i>entro de acopio</i>	<i>10.2.3.2.101. C</i> <i>onduit</i>	<i>10.2.3.2.102. 5</i> <i>.0</i>	<i>10.2.3.2.103.</i> <i>07</i>
	<i>10.2.3.2.104. C</i> <i>onduit</i>	<i>10.2.3.2.105. C</i> <i>edeño</i>	<i>10.2.3.2.106. 5</i> <i>.0</i>	
	<i>10.2.3.2.107. C</i> <i>edeño</i>	<i>10.2.3.2.108. C</i> <i>entro de acopio</i>	<i>10.2.3.2.109. 1</i> <i>0.0</i>	
	<i>10.2.3.2.110. C</i> <i>entro de acopio</i>	<i>10.2.3.2.111. K</i> <i>UBIEC</i>	<i>10.2.3.2.112. 4</i> <i>3.5</i>	
	<i>10.2.3.2.113. K</i> <i>UBIEC</i>	<i>10.2.3.2.114. C</i> <i>entro de acopio</i>	<i>10.2.3.2.115. 4</i> <i>3.5</i>	
<i>10.2.3.2.116. M</i> <i>ércoles</i>	<i>10.2.3.2.117. C</i> <i>entro de acopio</i>	<i>10.2.3.2.118. C</i> <i>onduit</i>	<i>10.2.3.2.119. 5</i> <i>.0</i>	<i>10.2.3.2.120.</i> <i>7</i>
	<i>10.2.3.2.121. C</i> <i>onduit</i>	<i>10.2.3.2.122. C</i> <i>entro de acopio</i>	<i>10.2.3.2.123. 5</i> <i>.0</i>	
	<i>10.2.3.2.124. C</i> <i>entro de acopio</i>	<i>10.2.3.2.125. K</i> <i>UBIEC</i>	<i>10.2.3.2.126. 4</i> <i>3.5</i>	
	<i>10.2.3.2.127. K</i> <i>UBIEC</i>	<i>10.2.3.2.128. C</i> <i>entro de acopio</i>	<i>10.2.3.2.129. 4</i> <i>3.5</i>	
<i>10.2.3.2.130. J</i> <i>ueves</i>	<i>10.2.3.2.131. C</i> <i>entro de acopio</i>	<i>10.2.3.2.132. C</i> <i>onduit</i>	<i>10.2.3.2.133. 5</i> <i>.0</i>	<i>10.2.3.2.134.</i> <i>03</i>
	<i>10.2.3.2.135. C</i> <i>onduit</i>	<i>10.2.3.2.136. C</i> <i>entro de acopio</i>	<i>10.2.3.2.137. 5</i> <i>.0</i>	

	10.2.3.2.138. C entro de acopio	10.2.3.2.139. K UBIEC	10.2.3.2.140. 4 3.5	
	10.2.3.2.141. K UBIEC	10.2.3.2.142. R eciplast	10.2.3.2.143. 3 .0	
	10.2.3.2.144. R eciplast	10.2.3.2.145. C entro de acopio	10.2.3.2.146. 4 6.5	
10.2.3.2.147. V iernes	10.2.3.2.148. C entro de acopio	10.2.3.2.149. C onduit	10.2.3.2.150. 5 .0	10.2.3.2.151. 8
	10.2.3.2.152. C onduit	10.2.3.2.153. C entro de acopio	10.2.3.2.154. 5 .0	
	10.2.3.2.155. C entro de acopio	10.2.3.2.156. K UBIEC	10.2.3.2.157. 4 3.5	
	10.2.3.2.158. K UBIEC	10.2.3.2.159. P ERFILEC	10.2.3.2.160. C .5	
	10.2.3.2.161. P ERFILEC	10.2.3.2.162. C entro de acopio	10.2.3.2.163. 4 4.0	
10.2.3.2.164. S ábado	10.2.3.2.165. C entro de acopio	10.2.3.2.166. C onduit	10.2.3.2.167. 5 .0	10.2.3.2.168. 0
	10.2.3.2.169. C onduit	10.2.3.2.170. C edeño	10.2.3.2.171. 5 .0	
	10.2.3.2.172. C edeño	10.2.3.2.173. C entro de acopio	10.2.3.2.174. 1 0.0	
10.2.3.2.175. TOTAL SEMANAL			10.2.3.2.176.	10.2.3.2.177. 22

Considerando que el año tiene cincuenta y dos semanas se tiene entonces que la distancia anual recorrida por el recolector es:

$$\text{Distancia Anual} = 522 \frac{\text{Km}}{\text{semana}} \cdot 52 \frac{\text{semana}}{\text{año}} = 27144 \frac{\text{Km}}{\text{año}}$$

10.2.3.3. Tiempo diario de operación.

En la Tabla 4.12 de la página 117 se definió el cronograma mensual de recolección en las diferentes empresas proveedoras. Es necesario analizar los tiempos de operación que conlleva un día de trabajo en el que se visiten tres empresas proveedoras, ya que es necesario que las visitas sean realizadas en una jornada de trabajo compuesta por ocho horas. El análisis entonces se lo realizará para el día martes, jueves o viernes.

El proceso de recolección comprende el tiempo que se tarda el recolector en la salida desde el centro de acopio, transporte hacia cada una de las empresas generadoras de chatarra, demoras en la entrada, salida, carga y descarga de chatarra; en la Tabla 4.14 se detallan cada uno de los procesos que se realizan y el tiempo que toma cada uno de éstos. El análisis mostrado está realizado para un día martes en que el recolector visita tres empresas: Conduit del Ecuador, Industrias Cedeño y Kubiec:

Tabla 39. Tiempo diario de operación del camión recolector para un día martes.

10.2.3.3.1. Operación	10.2.3.3.2. Tiempo [min]
10.2.3.3.3. Transporte Centro de acopio – Conduit	10.2.3.3.4. 25
10.2.3.3.5. Demora en el ingreso a Conduit	10.2.3.3.6. 4
10.2.3.3.7. Ingreso a la zona de acumulación de chatarra	10.2.3.3.8. 3
10.2.3.3.9. Descarga de caja de acopio vacía	10.2.3.3.10. 8
10.2.3.3.11. Carga de caja de acopio llena	10.2.3.3.12. 12
10.2.3.3.13. Pesaje caja de acopio	10.2.3.3.14. 3
10.2.3.3.15. Emisión de comprobante de constancia	10.2.3.3.16. 1
10.2.3.3.17. Salida de Conduit	10.2.3.3.18. 3
10.2.3.3.19. Transporte Conduit - Cedeño	10.2.3.3.20. 15
10.2.3.3.21. Demora en el ingreso a Cedeño	10.2.3.3.22. 4
10.2.3.3.23. Ingreso a la zona de acumulación de chatarra	10.2.3.3.24. 7
10.2.3.3.25. Descarga de caja de acopio vacía	10.2.3.3.26. 8
10.2.3.3.27. Carga de caja de acopio llena	10.2.3.3.28. 12
10.2.3.3.29. Pesaje caja de acopio	10.2.3.3.30. 3
10.2.3.3.31. Emisión de comprobante de constancia	10.2.3.3.32. 1
10.2.3.3.33. Salida de Cedeño	10.2.3.3.34. 5
10.2.3.3.35. Transporte Cedeño - Centro de acopio	10.2.3.3.36. 35
10.2.3.3.37. Arribo al centro de acopio y pesaje del camión cargado	10.2.3.3.38. 15
10.2.3.3.39. Descarga de chatarra	10.2.3.3.40. 30

10.2.3.3.41. <i>Pesaje del camión descargado</i>	10.2.3.3.42. 15
10.2.3.3.43. <i>Carga de cajas vacías</i>	10.2.3.3.44. 15
10.2.3.3.45. <i>Transporte Centro de acopio - KUBIEC</i>	10.2.3.3.46. 55
10.2.3.3.47. <i>Demora en el ingreso a KUBIEC</i>	10.2.3.3.48. 4
10.2.3.3.49. <i>Ingreso a la zona de acumulación de chatarra</i>	10.2.3.3.50. 3
10.2.3.3.51. <i>Descarga de caja de acopio vacía</i>	10.2.3.3.52. 8
10.2.3.3.53. <i>Carga de caja de acopio llena</i>	10.2.3.3.54. 12
10.2.3.3.55. <i>Pesaje caja de acopio</i>	10.2.3.3.56. 3
10.2.3.3.57. <i>Emisión de comprobante de constancia</i>	10.2.3.3.58. 1
10.2.3.3.59. <i>Salida de KUBIEC</i>	10.2.3.3.60. 5
10.2.3.3.61. <i>Transporte KUBIEC - Centro de acopio</i>	10.2.3.3.62. 55
10.2.3.3.63. <i>Arribo al centro de acopio y primer pesaje</i>	10.2.3.3.64. 15
10.2.3.3.65. <i>Descarga de chatarra</i>	10.2.3.3.66. 20
10.2.3.3.67. <i>Segundo pesaje</i>	10.2.3.3.68. 15
10.2.3.3.69. <i>Carga de cajas vacías</i>	10.2.3.3.70. 15
10.2.3.3.71. Tiempo Total [min./día]	10.2.3.3.72. 435
10.2.3.3.73. Tiempo Total [horas/día]	10.2.3.3.74. 7.3

De acuerdo a los diferentes procesos que se han de realizar en un día de recolección se tiene que el tiempo diario de operación es de 7.3 horas, lo que da incluso un tolerancia temporal en caso de cualquier inconveniente que se ocasionalmente se presente.

10.2.3.4. Inversión máxima

10.2.3.4.1. Ingresos generados por el recolector

De la Tabla 4.6 de la página 111 se conocen las cantidades de chatarra industrial mínimas que el camión recogerá mensualmente, estas cantidades han de ser transformadas a cantidades anuales y al ser multiplicadas por la ganancia generada por la adquisición de chatarra industrial directamente en las industrias generadoras, resulta los ingresos obtenidos por el camión recolector. La ganancia por la adquisición de chatarra industrial directamente en las industrias generadoras, es la diferencia entre el precio de compra de dicho tipo de chatarra en el centro de acopio y el precio de compra del mismo tipo de chatarra en la industria generadora, dichos precios se resumen en la Tabla 4.7 de la página 112. En adelante se conocerá a esta ganancia como el delta de chatarra industrial. En las tablas 4.15 y 4.16 se resumen las cantidades de chatarra a coleccionar, el delta de chatarra industrial y se determinan los ingresos para cada año:

Tabla 40. Cantidad de chatarra industrial por empresa y por año.

10.2.3.4.2.		10.2.3.4.3. Año				
		10.2.3.4.006	10.2.3.4.007	10.2.3.4.008	10.2.3.4.009	10.2.3.4.010
10.2.3.4.9. Empr esa	10.2.3.4.1. elta	10.2.3.4.12. Cantidad de Chatarra				
	10.2.3.4.11. dólares]	10.2.3.4.13. [toneladas/año]				
10.2.3.4.14. Con duit	10.2.3.4.1. 0	10.2.3.4. 60	10.2.3.4. 85	10.2.3.4. 11	10.2.3.4. 39	10.2.3.4. 69
10.2.3.4.21. KUB IEC	10.2.3.4.2. 5	10.2.3.4. 40	10.2.3.4. 56	10.2.3.4. 73	10.2.3.4. 92	10.2.3.4. 12
10.2.3.4.28. PER FILEC	10.2.3.4.2. 5	10.2.3.4. 0	10.2.3.4. 4	10.2.3.4. 8	10.2.3.4. 2	10.2.3.4. 7
10.2.3.4.35. Indu strias Cedeño	10.2.3.4.3. 5	10.2.3.4. 2	10.2.3.4. 7	10.2.3.4. 2	10.2.3.4. 7	10.2.3.4. 3
10.2.3.4.42. Reci plast del Ecuador	10.2.3.4.4. 5	10.2.3.4. 0	10.2.3.4. 4	10.2.3.4. 8	10.2.3.4. 2	10.2.3.4. 7

Tabla 41. Ingresos debidos a la chatarra industrial.

10.2.3.4.49.	10.2.3.4.50. AÑO				
	10.2.3.4.51 006	10.2.3.4.52 007	10.2.3.4.53 008	10.2.3.4.54 009	10.2.3.4.55 010
10.2.3.4.56. EMP RESA	10.2.3.4.57. Ingresos [dólares]				
10.2.3.4.58. Cond uit	10.2.3.4.59 4.400	10.2.3.4.60 5.400	10.2.3.4.61 6.440	10.2.3.4.62 7.560	10.2.3.4.63 8.760
10.2.3.4.64. KUBI EC	10.2.3.4.65 0.800	10.2.3.4.66 1.520	10.2.3.4.67 2.285	10.2.3.4.68 3.140	10.2.3.4.69 4.040
10.2.3.4.70. PER FILEC	10.2.3.4.71 .700	10.2.3.4.72 .880	10.2.3.4.73 .060	10.2.3.4.74 .240	10.2.3.4.75 .465
10.2.3.4.76. Indus trias Cedeño	10.2.3.4.77 .240	10.2.3.4.78 .465	10.2.3.4.79 .690	10.2.3.4.80 .915	10.2.3.4.81 .185
10.2.3.4.82. Reci plast del Ecuador	10.2.3.4.83 .700	10.2.3.4.84 .880	10.2.3.4.85 .060	10.2.3.4.86 .240	10.2.3.4.87 .465
10.2.3.4.88. TOT AL	10.2.3.4.89 3.840	10.2.3.4.90 6.145	10.2.3.4.91 8.535	10.2.3.4.92 1.095	10.2.3.4.93 3.915

10.2.3.4.94. Costos fijos

Los costos fijos anuales de operación del camión recolector son: los sueldos del personal a cargo del recolector: conductor y ayudante, y los pagos básicos para la circulación del camión: matrícula y seguro. Los sueldos de la tripulación se desglosan en el Anexo 4.3 de sueldos y costo de mano de obra de la página A27 y se resumen junto a los costos de matrícula y seguro en la Tabla 4.17 a continuación:

Tabla 42. Costos fijos anuales del camión recolector

10.2.3.4.95. Ítem	10.2.3.4.96. Costo (DÓLARES/AÑO)	10.2.3.4.97. Fuente	
10.2.3.4.98. Sueldo conductor	10.2.3.4.99. \$ 3.646,38	10.2.3.4.100. Anexo Sueldos, página A27	4.3:
10.2.3.4.101. Sueldo ayudante	10.2.3.4.102. \$ 3.167,64	10.2.3.4.103. Anexo Sueldos, página A27	4.3:
10.2.3.4.104. Seguro	10.2.3.4.105. \$ 1400,00	10.2.3.4.106. Vanguardia ⁴⁷	
10.2.3.4.107. Matrícula	10.2.3.4.108. \$ 200,00	10.2.3.4.109. SRI ⁴⁸	
10.2.3.4.110. TOTAL	10.2.3.4.111. \$ 8.414,02	10.2.3.4.112.	

10.2.3.4.113. Costos variables

Los costos variables de operación del camión recolector están determinados por la distancia en kilómetros que ha de recorrer el camión, consumiendo combustible, desgastando neumáticos y recibiendo el mantenimiento adecuado según el uso de un camión nuevo de este tipo. A continuación se indican los costos variables del uso del camión expresados en dólares por kilómetro recorrido:

Consumo de combustible.- según el concesionario de camiones MAVESA, un camión de la capacidad de cinco toneladas tiene un consumo de combustible de 20 kilómetros por galón cuando circula en la ciudad; teniendo en cuenta que, el precio del galón de combustible se encuentra estable a un dólar, resulta que el costo de combustible por kilómetro recorrido es igual:

⁴⁷ Vanguardia, Broker de Seguros.

⁴⁸ SRI, Servicio de Rentas Internas. Exoneraciones a vehículos de carga.

$$\text{Consumo Combustible} = 1 \frac{\text{usd}}{\text{gal}} \times \frac{1}{20 \frac{\text{km}}{\text{gal}}} = 0.0500 \frac{\text{usd}}{\text{km}}$$

Consumo de neumáticos.- la vida útil de los neumáticos de un camión de carga es cercano a los 50.000 kilómetros, y el precio de un juego de neumáticos, según la Clínica de la Llanta es de 1080 usd., de tal manera que el costo de los neumáticos por kilómetro recorrido está dado por:

$$\text{Consumo Neumáticos} = \frac{1080\text{usd}}{50000\text{km}} = 0.0216 \frac{\text{usd}}{\text{km}}$$

Mantenimiento del vehículo.- consiste en la lubricación cuyo precio es de 60 dólares y debe realizarse cada 4.000 kilómetros y en el mantenimiento en general de filtros, revisión de frenos y revisiones varias, cuyo precio es de 150 dólares y debe realizarse cada 10.000 kilómetros. La fuente de esta información es MAVESA. Entonces según el costo es:

$$\text{Lubricación} = \frac{60\text{usd}}{4000\text{km}} = 0.015 \frac{\text{usd}}{\text{km}}$$

$$\text{mantenimiento} = \frac{150\text{usd}}{10000\text{km}} = 0.015 \frac{\text{usd}}{\text{km}}$$

En la Tabla 4.18 se resumen los costos variables y se indica el total de los mismos en las unidades especificadas.

Tabla 43. Costos variables por kilómetro recorrido por el camión recolector

10.2.3.4.114. Ítem	10.2.3.4.115. Costo [DÓLARES/KM]	10.2.3.4.116. Fuente
10.2.3.4.117. Combustible	10.2.3.4.118. 0,0500	10.2.3.4.119. MAVESA
10.2.3.4.120. Neumáticos	10.2.3.4.121. 0,0216	10.2.3.4.122. Clínica de la Llanta
10.2.3.4.123. Lubricación	10.2.3.4.124. 0,0150	10.2.3.4.125. MAVESA
10.2.3.4.126. Mantenimiento	10.2.3.4.127. 0,0150	10.2.3.4.128. MAVESA
10.2.3.4.129. TOTAL	10.2.3.4.130. \$ 0,1016	10.2.3.4.131.

En la página número 119 se determinó que el recorrido anual del camión recolector es de alrededor de 28.000 kilómetros al año. Se usará esta distancia calculada para determinar el costo variable de uso del camión en tal recorrido:

$$\frac{\text{Costo Variable}}{\text{año}} = 28000 \frac{\text{km}}{\text{año}} \times 0.1016 \frac{\text{usd}}{\text{km}} = 2845 \frac{\text{usd}}{\text{año}}$$

10.2.3.4.132. Recuperación del capital de trabajo

El capital de trabajo para el proyecto del camión recolector es la cantidad de dinero necesaria para comprar la chatarra industrial en las industrias proveedoras en un mes de trabajo. En la Tabla 4.19 se muestra la cantidad de chatarra por industria, el precio de adquisición por tonelada, el total de dinero necesario por industria y el total general:

Tabla 44. Capital necesario para adquisición de chatarra en un mes del año 2006.

10.2.3.4.133. <i>Industria Proveedor</i>	10.2.3.4.134. <i>Cantidad de chatarra industrial en el 2006</i>	10.2.3.4.136. <i>Precio de adquisición</i>	10.2.3.4.138. <i>Total</i>
	10.2.3.4.135. [TONELADAS]	10.2.3.4.137. [DÓLARES/TONELADA]	10.2.3.4.139. [DÓLARES]
10.2.3.4.140. <i>Conduit</i>	10.2.3.4.141. 30	10.2.3.4.142. 70	10.2.3.4.143. 2100
10.2.3.4.144. <i>Kubec</i>	10.2.3.4.145. 20	10.2.3.4.146. 65	10.2.3.4.147. 1300
10.2.3.4.148. <i>Perfilec</i>	10.2.3.4.149. 5	10.2.3.4.150. 65	10.2.3.4.151. 325
10.2.3.4.152. <i>Industrias Cedeño</i>	10.2.3.4.153. 6	10.2.3.4.154. 65	10.2.3.4.155. 390
10.2.3.4.156. <i>Reciplast</i>	10.2.3.4.157. 5	10.2.3.4.158. 65	10.2.3.4.159. 325
10.2.3.4.160. CAPITAL TOTAL			10.2.3.4.161. 4440

De tal manera que se requieren 4.440 dólares de capital de trabajo, cantidad que será recuperada en el año final del proyecto, en el año 2010. Sin embargo, anualmente se invertirá el capital de trabajo que aumenta debido al incremento de la cantidad de chatarra industrial, se recuerda que este incremento está estimado en el 7% anual. En la tabla 4.20. se resume la recuperación de capital de trabajo para cada año de duración del proyecto:

Tabla 45. Recuperación de capital de trabajo del proyecto.

10.2.3.4.162. <i>Periodo</i>	10.2.3.	10.2.	10.2.3	10.2.4	10.2.5	10.2.3.4
10.2.3.4.169. Inversión de capital de trabajo [dólares]	10.2.3.	10.2.	10.2.3	10.2.4	10.2.5	10.2.3.4
	.440	11	33	56	81	07
10.2.3.4.176. Recuperación de capital de trabajo [dólares]	10.2.3.	10.2.	10.2.3	10.2.4	10.2.5	10.2.3.4
						.227

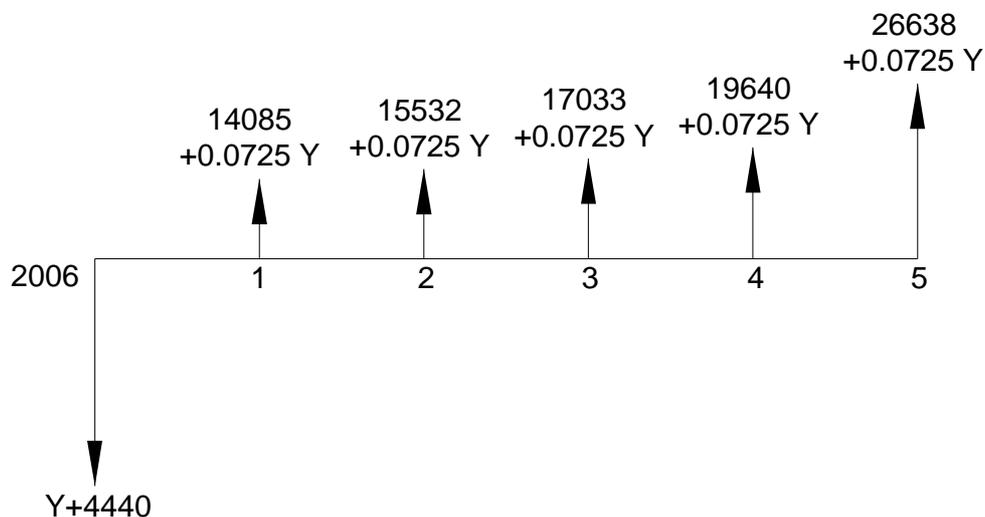
10.2.3.4.183. Cálculo de la inversión máxima posible

Una vez que se tiene determinada la TMAR para el proyecto en general (ver Tabla 4.10.), los costos fijos anuales y los costos variables anuales según una estimación de distancia recorrida por el recolector, se calculará la inversión máxima posible que se puede disponer para diseñar el recolector y conservar una tasa de retorno superior o igual a la TMAR del veinte y cinco por ciento. A continuación se indica el flujo de fondos totalmente neto de las actividades del recolector en la Tabla 4.21, seguido del diagrama de flujo de caja del mismo en el Gráfico 4.3; donde la variable Y representa la inversión:

Tabla 46. Flujo de fondos totalmente neto del proyecto del camión recolector.

PERIODO	0	1	2	3	4	5
(Inversión)	Y					
Ingresos (\$)		\$ 33.840	\$ 36.145	\$ 38.535	\$ 41.095	\$ 43.915
(Costos)						
Fijos (\$)		\$ 8.414	\$ 8.414	\$ 8.414	\$ 8.414	\$ 8.414
Variables (\$)		\$ 2.845	\$ 2.845	\$ 2.845	\$ 2.845	\$ 2.845
(Depreciación)		0.2Y	0.2Y	0.2Y	0.2Y	0.2Y
Renta antes de impuestos y participación		\$ 22.581-0.2Y	\$ 24.886-0.2Y	\$ 27.276-0.2Y	\$ 29.836-0.2Y	\$ 32.656-0.2Y
(15% trabajadores)		\$ 3.387-0.03Y	\$ 3.733-0.03Y	\$ 4.091-0.03Y	\$ 4.475-0.03Y	\$ 4.898-0.03Y
Renta antes de impuestos		\$ 19.194-0.17Y	\$ 21.153-0.17Y	\$ 23.185-0.17Y	\$ 25.361-0.17Y	\$ 27.758-0.17Y
(25% impuestos)		\$ 4.799-0.0425Y	\$ 5.288-0.0425Y	\$ 5.796-0.0425Y	\$ 6.340-0.0425Y	\$ 6.939-0.0425Y
Renta neta		\$ 14.396-0.1275Y	\$ 15.865-0.1275Y	\$ 17.389-0.1275Y	\$ 19.021-0.1275Y	\$ 20.818-0.1275Y
Depreciación		0.2Y	0.2Y	0.2Y	0.2Y	0.2Y
(Capital de trabajo)	\$ 4.440	\$ 311	\$ 333	\$ 356	\$ 381	\$ 407
Recuperación de capital de trabajo		\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 6.227
Flujo de fondos totalmente neto		\$ 14.085+0.0725Y	\$ 15.532+0.0725Y	\$ 17.033+0.0725Y	\$ 18.640+0.0725Y	\$ 26.638+0.0725Y

Diagrama de flujo de caja del proyecto del camión recolector.



Para calcular la inversión máxima se igualará el valor presente del proyecto a cero y se despejará la única incógnita que es la inversión Y como se indica en la ecuación:

$$-(Y + 4440) + (14085 + 0.0725Y) \frac{1}{1.25} + (15532 + 0.0725Y) \frac{1}{1.25^2} + (17033 + 0.0725Y) \frac{1}{1.25^3} + (19640 + 0.0725Y) \frac{1}{1.25^4} + (26638 + 0.0725Y) \frac{1}{1.25^5} = 0$$

Simplificando la ecuación resulta:

$$-0.8050Y + 42262.6598 = 0$$

De donde se obtiene la inversión máxima posible Y para conservar la tasa de rendimiento del veinte y cinco por ciento es:

$$Y = 52500$$

10.2.4. ALTERNATIVAS

En cada una de las siguientes alternativas se describirá el funcionamiento de las mismas, su metodología de carga, sus tiempos de operación y un costo estimado de las mismas.

10.2.4.1. Alternativa 1: Grúa tipo brazo – columna

10.2.4.1.1. Descripción y características

Es el diseño de una grúa giratoria manual que va montada en la parte posterior de la cabina del camión con una capacidad de carga máxima de dos toneladas como se indica en el esquema del Gráfico 4.4. Es un sistema brazo – columna, la columna es un eje macizo en el cual van alojados rodamientos apoyados en un tubo circular, lo que permite el giro de la misma. El brazo es una viga IPN fija sobre la columna que gira solidariamente a esta permitiendo girar el sistema para levantar la carga y girar nuevamente para depositarla sobre el camión. Mediante este sistema la carga se montará al camión por cualquiera de sus dos lados.

A lo largo del brazo se desliza un carrito manual que tiene suspendido una balanza digital de dos toneladas de capacidad y una cabria a cadena (malacate) la que permite levantar la carga para que la balanza determine el peso de la misma. Debido a los rodamientos el eje requiere un acabado superficial fino con tolerancias exactas para el alojamiento de los mismos.

La Alternativa 1 tiene un tiempo diario de operación para un día en que se visitan tres empresas⁴⁹ de 7.8 horas/día. En la Tabla 4.22 se muestra el desglose de los tiempos de operación de esta alternativa para un día martes:

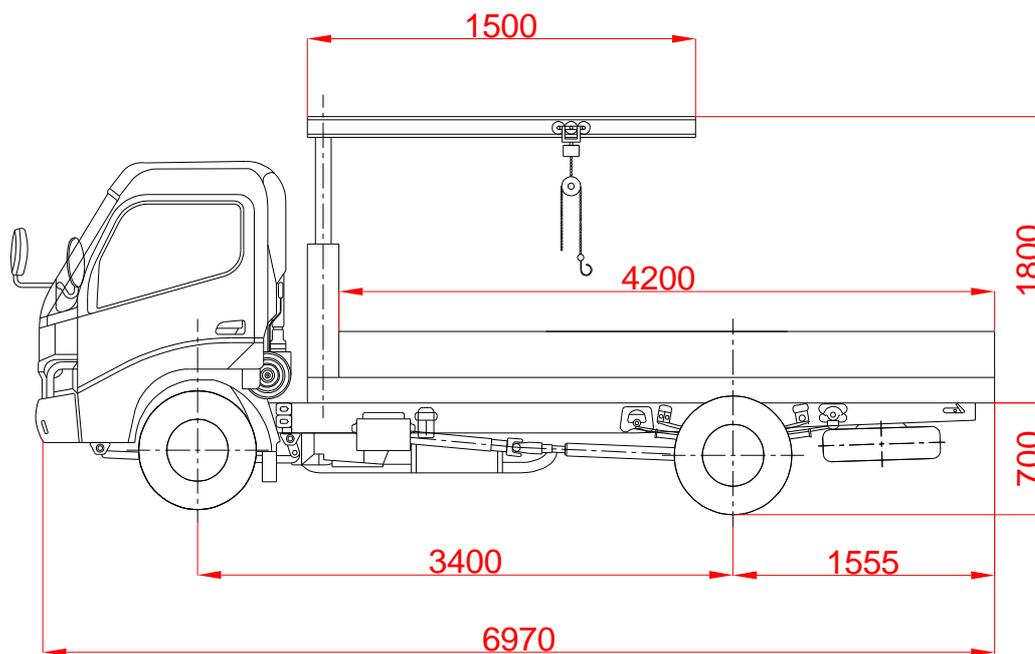
⁴⁹ El día a analizar puede ser: martes, miércoles o viernes.

Tabla 47. Tiempo de operación de la Alternativa 1 para un día martes.

10.2.4.1.2. Operación	10.2.4.1.3. Tiempo [min.]
10.2.4.1.4. Transporte Centro de acopio - Conduit	10.2.4.1.5. 25
10.2.4.1.6. Demora en el ingreso a Conduit	10.2.4.1.7. 4
10.2.4.1.8. Ingreso a la zona de acumulación de chatarra	10.2.4.1.9. 3
10.2.4.1.10. Descarga de caja de acopio vacía	10.2.4.1.11. 9
10.2.4.1.12. Carga de caja de acopio llena	10.2.4.1.13. 13
10.2.4.1.14. Pesaje caja de acopio	10.2.4.1.15. 3
10.2.4.1.16. Emisión de comprobante de constancia	10.2.4.1.17. 1
10.2.4.1.18. Salida de Conduit	10.2.4.1.19. 3
10.2.4.1.20. Transporte Conduit - Cedeño	10.2.4.1.21. 15
10.2.4.1.22. Demora en el ingreso a Cedeño	10.2.4.1.23. 4
10.2.4.1.24. Ingreso a la zona de acumulación de chatarra	10.2.4.1.25. 7
10.2.4.1.26. Descarga de caja de acopio vacía	10.2.4.1.27. 9
10.2.4.1.28. Carga de caja de acopio llena	10.2.4.1.29. 13
10.2.4.1.30. Pesaje caja de acopio	10.2.4.1.31. 3
10.2.4.1.32. Emisión de comprobante de constancia	10.2.4.1.33. 1
10.2.4.1.34. Salida de Cedeño	10.2.4.1.35. 5
10.2.4.1.36. Transporte Cedeño - Centro de acopio	10.2.4.1.37. 35
10.2.4.1.38. Arribo al centro de acopio y pesaje de camión cargado	10.2.4.1.39. 15
10.2.4.1.40. Descarga de chatarra	10.2.4.1.41. 40

10.2.4.1.42. Pesaje de camión vacío	10.2.4.1.43. 15
10.2.4.1.44. Carga de cajas vacías	10.2.4.1.45. 25
10.2.4.1.46. Transporte Centro de acopio - KUBIEC	10.2.4.1.47. 55
10.2.4.1.48. Demora en el ingreso a KUBIEC	10.2.4.1.49. 4
10.2.4.1.50. Ingreso a la zona de acumulación de chatarra	10.2.4.1.51. 3
10.2.4.1.52. Descarga de caja de acopio vacía	10.2.4.1.53. 9
10.2.4.1.54. Carga de caja de acopio llena	10.2.4.1.55. 13
10.2.4.1.56. Pesaje caja de acopio	10.2.4.1.57. 3
10.2.4.1.58. Emisión de comprobante de constancia	10.2.4.1.59. 1
10.2.4.1.60. Salida de KUBIEC	10.2.4.1.61. 5
10.2.4.1.62. Transporte KUBIEC - Centro de acopio	10.2.4.1.63. 55
10.2.4.1.64. Arribo al centro de acopio y pesaje de camión cargado	10.2.4.1.65. 15
10.2.4.1.66. Descarga de chatarra	10.2.4.1.67. 20
10.2.4.1.68. Pesaje de camión vacío	10.2.4.1.69. 15
10.2.4.1.70. Carga de cajas vacías	10.2.4.1.71. 20
10.2.4.1.72. Tiempo Total [min./día]	10.2.4.1.73. 466
10.2.4.1.74. Tiempo Total [horas/día]	10.2.4.1.75. 7.8

Esquema de la Alternativa 1



10.2.4.1.76. Costos

Los costos de esta alternativa y la tasa interna de retorno (TIR) se resumen en la Tabla 4.23:

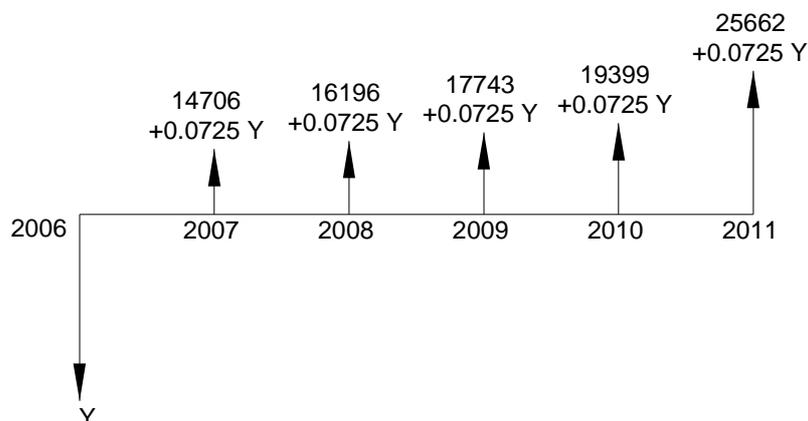
Tabla 48. Costos de la Alternativa 1

10.2.4.1.77. <i>Rubro</i>	10.2.4.1.78. <i>Precio</i> [DÓLARES]	10.2.4.1.79. <i>Fuente</i>
10.2.4.1.80. <i>Eje</i>	10.2.4.1.81. 344	10.2.4.1.82. <i>Boehler</i>
10.2.4.1.83. <i>Tubo</i>	10.2.4.1.84. 39	10.2.4.1.85. <i>IPAC</i>
10.2.4.1.86. <i>Viga</i>	10.2.4.1.87. 195	10.2.4.1.88. <i>Centro Acero</i>
10.2.4.1.89. <i>Carrito</i>	10.2.4.1.90. 220	10.2.4.1.91. <i>Acero comercial</i>
10.2.4.1.92. <i>Maquinado</i>	10.2.4.1.93. 500	10.2.4.1.94. <i>ATYSEM</i>
10.2.4.1.95. <i>Rodamientos</i>	10.2.4.1.96. 104	10.2.4.1.97. <i>Casa del rulimán</i>
10.2.4.1.98. <i>Cabria a cadena</i>	10.2.4.1.99. 392	10.2.4.1.100. <i>Acero comercial</i>
10.2.4.1.101. <i>Cadenas</i>	10.2.4.1.102. 50	10.2.4.1.103. <i>Acero Comercial</i>
10.2.4.1.104. <i>Cajas (9)</i>	10.2.4.1.105. 1,908	10.2.4.1.106. <i>Esmetal</i>
10.2.4.1.107. <i>Balanza</i>	10.2.4.1.108. 661	10.2.4.1.109. <i>Sisbal</i>
10.2.4.1.110. <i>Imprevistos (15%)</i>	10.2.4.1.111. 277	10.2.4.1.112.
10.2.4.1.113. TOTAL	10.2.4.1.114. 4,691	10.2.4.1.115.

Para obtener el costo total se añade el precio del camión y de su cajón de trabajo, además del capital de trabajo con lo que el costo total asciende a 38700 usd.

Para determinar la tasa interna de retorno de esta alternativa TIR, se usarán los datos del diagrama de flujo de caja del Gráfico 4.5 y se igualará la ecuación del valor presente del proyecto a cero, usando como inversión el costo total de la alternativa. De esta manera se determina la única incógnita i^* de la ecuación que representa el TIR que se desea encontrar:

Diagrama de flujo de caja de la Alternativa 1



$$\begin{aligned}
 & -Y + (14706 + 0.0725Y) \frac{1}{1+i^*} + (16196 + 0.0725Y) \frac{1}{(1+i^*)^2} + (17743 + 0.0725Y) \frac{1}{(1+i^*)^3} + \\
 & + (19399 + 0.0725Y) \frac{1}{(1+i^*)^4} + (25662 + 0.0725Y) \frac{1}{(1+i^*)^5} = 0
 \end{aligned}$$

Donde:

$$Y = 38700$$

Resolviendo resulta:

$$i^* = 42.9\%$$

10.2.4.1.116. Ventajas

La principal ventaja de esta alternativa es que permite subir y bajar cajas de acopio independientemente de la ubicación de estas en la plataforma, siempre y cuando las cajas estén en el rango de alcance del brazo, en caso contrario, únicamente se debe empujar las cajas para colocarlas cerca del brazo.

En lo que respecta a mantenibilidad no requiere mano de obra especializada para realizar los trabajos de mantenimiento, y sobretodo las partes y repuestos que se puedan necesitar están disponibles en el mercado nacional.

El funcionamiento de esta alternativa permite subir o bajar cajas de acopio por cualquiera de los dos lados del camión facilitando de esta manera la operación

del mismo ya que brinda varias posibilidades para que el conductor acomode el camión dentro del patio de chatarra de la industria proveedora.

10.2.4.1.117. Desventajas

Entre las desventajas y limitaciones que presenta esta alternativa se tiene en primer lugar la longitud del brazo determinada por la estabilidad del vehículo, de tal manera que la longitud máxima del brazo debe garantizar que el camión se mantenga todo el tiempo sobre sus cuatro ruedas, cuando se está cargando o descargando cajas de acopio. Dentro de su proceso de fabricación, requiere un maquinado con un buen acabado superficial en el eje de giro del brazo, con el fin de que el alojamiento de los rodamientos sea adecuado. Al usar maquinado con rugosidades finas y tolerancias exactas, se incrementa el costo de construcción.

Finalmente, al colocar un brazo giratorio en la parte posterior de la cabina del camión recolector, se disminuye el área útil en la plataforma del camión que es en donde se depositarán las cajas de acopio para el transporte hacia el centro de acopio y las empresas proveedoras.

10.2.4.2. Alternativa 2: Construcción de una grúa tipo puente.

10.2.4.2.1. Descripción y características

Consiste en dos pórticos que se encuentran soldados en la parte inferior de la plataforma, en el refuerzo del bastidor, como se indica en el esquema del Gráfico 4.6. Sujeta a los pórticos se colocará una viga IPN de una longitud mayor a la longitud de la plataforma que permita cargar la caja de chatarra por la parte posterior del camión. La viga tendrá un carrito que se desliza a lo largo de la misma; el carrito tendrá suspendido una balanza digital y un malacate manual de dos toneladas de capacidad para el levantamiento de la carga y su pesaje respectivo.

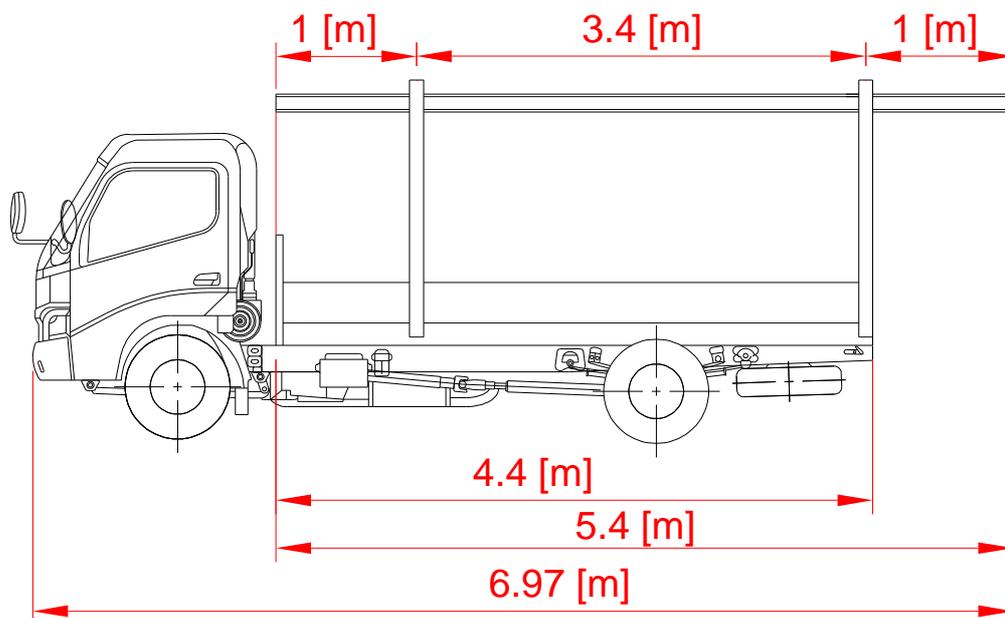
El tiempo diario de operación para esta alternativa para un día que visite tres empresas es de 7.5 horas/día. En la Tabla 4.24 se muestran los tiempos de operación para los diversos procesos que realiza esta alternativa para un día martes y en el Gráfico 4.6 se muestra el esquema de la alternativa.

Tabla 49. Tiempo diario de operación de la Alternativa 2 para un día martes

10.2.4.2.2. Operación	10.2.4.2.3. Tiempo [min]
10.2.4.2.4. Transporte Centro de acopio - Conduit	10.2.4.2.5. 25
10.2.4.2.6. Demora en el ingreso a Conduit	10.2.4.2.7. 4
10.2.4.2.8. Ingreso a la zona de acumulación de chatarra	10.2.4.2.9. 3
10.2.4.2.10. Descarga de caja de acopio vacía	10.2.4.2.11. 8
10.2.4.2.12. Carga de caja de acopio llena	10.2.4.2.13. 11
10.2.4.2.14. Pesaje caja de acopio	10.2.4.2.15. 3
10.2.4.2.16. Emisión de comprobante de constancia	10.2.4.2.17. 1
10.2.4.2.18. Salida de Conduit	10.2.4.2.19. 3
10.2.4.2.20. Transporte Conduit - Cedeño	10.2.4.2.21. 15
10.2.4.2.22. Demora en el ingreso a Cedeño	10.2.4.2.23. 4
10.2.4.2.24. Ingreso a la zona de acumulación de chatarra	10.2.4.2.25. 7
10.2.4.2.26. Descarga de caja de acopio vacía	10.2.4.2.27. 8
10.2.4.2.28. Carga de caja de acopio llena	10.2.4.2.29. 11
10.2.4.2.30. Pesaje caja de acopio	10.2.4.2.31. 3
10.2.4.2.32. Emisión de comprobante de constancia	10.2.4.2.33. 1
10.2.4.2.34. Salida de Cedeño	10.2.4.2.35. 5
10.2.4.2.36. Transporte Cedeño - Centro de acopio	10.2.4.2.37. 35
10.2.4.2.38. Arribo al centro de acopio y pesaje del camión cargado	10.2.4.2.39. 15
10.2.4.2.40. Descarga de chatarra	10.2.4.2.41. 35
10.2.4.2.42. Pesaje del camión vacío	10.2.4.2.43. 15
10.2.4.2.44. Carga de cajas vacías	10.2.4.2.45. 20

10.2.4.2.46. Transporte Centro de acopio - KUBIEC	10.2.4.2.47. 55
10.2.4.2.48. Demora en el ingreso a KUBIEC	10.2.4.2.49. 4
10.2.4.2.50. Ingreso a la zona de acumulación de chatarra	10.2.4.2.51. 3
10.2.4.2.52. Descarga de caja de acopio vacía	10.2.4.2.53. 8
10.2.4.2.54. Carga de caja de acopio llena	10.2.4.2.55. 11
10.2.4.2.56. Pesaje caja de acopio	10.2.4.2.57. 3
10.2.4.2.58. Emisión de comprobante de constancia	10.2.4.2.59. 1
10.2.4.2.60. Salida de KUBIEC	10.2.4.2.61. 5
10.2.4.2.62. Transporte KUBIEC - Centro de acopio	10.2.4.2.63. 55
10.2.4.2.64. Arribo al centro de acopio y pesaje del camión cargado	10.2.4.2.65. 15
10.2.4.2.66. Descarga de chatarra	10.2.4.2.67. 20
10.2.4.2.68. Pesaje del camión vacío	10.2.4.2.69. 15
10.2.4.2.70. Carga de cajas vacías	10.2.4.2.71. 20
10.2.4.2.72. Tiempo Total [min./día]	10.2.4.2.73. 447
10.2.4.2.74. Tiempo Total [horas/día]	10.2.4.2.75. 7.5

Esquema de la Alternativa 2



10.2.4.2.76. Costos

Los costos de esta alternativa y el TIR que genera esta inversión se muestran en la Tabla 4.25:

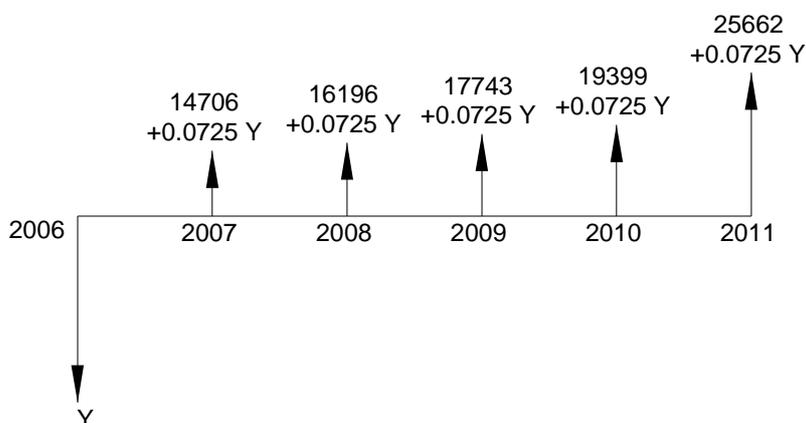
Tabla 50. Costos de la Alternativa 2

10.2.4.2.77. Rubro	10.2.4.2.78. Precio [DÓLARES]	10.2.4.2.79. Fuente
10.2.4.2.80. Perfil G	10.2.4.2.81. 68	10.2.4.2.82. IPAC
10.2.4.2.83. Viga	10.2.4.2.84. 165	10.2.4.2.85. Centro Acero
10.2.4.2.86. Carrito	10.2.4.2.87. 220	10.2.4.2.88. Acero comercial
10.2.4.2.89. Maquinado	10.2.4.2.90. 350	10.2.4.2.91. ATYSEM
10.2.4.2.92. Cabria a cadena	10.2.4.2.93. 392	10.2.4.2.94. Acero comercial
10.2.4.2.95. Cadenas	10.2.4.2.96. 50	10.2.4.2.97. Acero Comercial
10.2.4.2.98. Cajas (9)	10.2.4.2.99. 1,908	10.2.4.2.100. Esmetal
10.2.4.2.101. Balanza	10.2.4.2.102. 661	10.2.4.2.103. Sisbal
10.2.4.2.104. Imprevistos (15%)	10.2.4.2.105. 187	10.2.4.2.106.
10.2.4.2.107. TOTAL	10.2.4.2.108. 4,002	10.2.4.2.109.

Para obtener el costo total se añade el precio del camión y de su cajón de trabajo, además del capital de trabajo, con lo que el costo total asciende a 38.000 usd.

Para determinar la tasa interna de retorno de esta alternativa TIR, se usarán los datos del diagrama de flujo de caja del Gráfico 4.7 y se igualará la ecuación del valor presente del proyecto a cero, usando como inversión el costo total de la alternativa. De esta manera se determina la única incógnita i^* de la ecuación que representa el TIR que se desea encontrar:

Diagrama de flujo de caja de la Alternativa 2



$$-Y + (14706 + 0.0725Y) \frac{1}{1+i^*} + (16196 + 0.0725Y) \frac{1}{(1+i^*)^2} + (17743 + 0.0725Y) \frac{1}{(1+i^*)^3} + (19399 + 0.0725Y) \frac{1}{(1+i^*)^4} + (25662 + 0.0725Y) \frac{1}{(1+i^*)^5} = 0$$

Donde: $Y = 38000$

Resolviendo la ecuación resulta: $i^* = 43.8\%$

10.2.4.2.110. Ventajas

Es una alternativa de fácil construcción, que requiere tolerancias y acabados superficiales bastos, solo se deben cortar los perfiles y soldarlos de acuerdo a la forma y las dimensiones que deben tener cada uno, además los procesos de

soldadura para este tipo de trabajo son sencillos. Los componentes de esta alternativa se encuentran ubicados alrededor y en la parte superior de la plataforma, por lo que no disminuye la superficie útil de la misma, haciendo que exista más espacio para el almacenamiento de las cajas de acopio o carga en general.

10.2.4.2.111. Desventajas

Dada la estructura de esta alternativa la carga solo se puede levantar por la parte posterior del camión recolector, siendo un limitante en la recolección ya que el recolector deberá estacionarse de tal forma que se pueda realizar el proceso de carga. Debido a que una parte de la viga se encuentra fuera de la plataforma (en voladizo) se debe tener en cuenta la ordenanza municipal del DMQ⁵⁰ para cumplir los requerimientos para la circulación dentro de la ciudad.

10.2.4.3. Alternativa 3: Rampa

10.2.4.3.1. Descripción y características

Consiste en ubicar en la parte posterior del camión y de la plataforma una rampa plegable la cual en el momento de la recolección se la desplegará y permitirá deslizar sobre ella las cajas de acopio, como se indica en el esquema del Gráfico 4.8. Las cajas serán arrastradas por un gancho manual incorporado en la parte posterior de la cabina con lo que se reduce el esfuerzo del operador. Sin embargo es necesario que tanto el operador como el conductor del recolector se encarguen del montaje y desmontaje de las cajas de acopio. Esta alternativa debe ser complementada con las cajas adecuadas para la recolección; dichas cajas requieren una sola rueda grande que permita desplazar la caja con mayor facilidad. Para el pesaje de las cajas se usará una balanza de tipo plataforma sobre la cual se empujará la caja y se la pesará, e inmediatamente se emite el recibo de constancia. Esta alternativa requiere de

⁵⁰ Anexo 4.1: Ordenanza municipal No.-117 Página. A22.

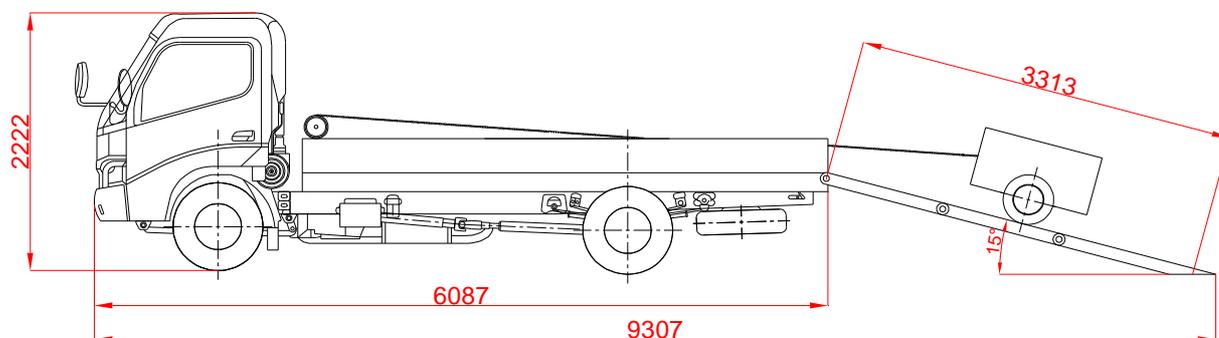
un tiempo diario de operación de: 7.1 horas/día para la visita y recolección de chatarra en tres empresas proveedoras. En la Tabla 4.26 se muestran los tiempos de operación de esta alternativa en el proceso de recolección de chatarra en las empresas proveedoras.

Tabla 51. Tiempo diario de operación de la Alternativa 3 de un día martes

<i>10.2.4.3.2. Operación</i>	<i>10.2.4.3.3. Tiempo [min.]</i>
<i>10.2.4.3.4. Transporte Centro de acopio - Conduit</i>	<i>10.2.4.3.5. 25</i>
<i>10.2.4.3.6. Demora en el ingreso a Conduit</i>	<i>10.2.4.3.7. 4</i>
<i>10.2.4.3.8. Ingreso a la zona de acumulación de chatarra</i>	<i>10.2.4.3.9. 3</i>
<i>10.2.4.3.10. Descarga de caja de acopio vacía</i>	<i>10.2.4.3.11. 5</i>
<i>10.2.4.3.12. Carga de caja de acopio llena</i>	<i>10.2.4.3.13. 15</i>
<i>10.2.4.3.14. Pesaje caja de acopio</i>	<i>10.2.4.3.15. 6</i>
<i>10.2.4.3.16. Emisión de comprobante de constancia</i>	<i>10.2.4.3.17. 1</i>
<i>10.2.4.3.18. Salida de Conduit</i>	<i>10.2.4.3.19. 3</i>
<i>10.2.4.3.20. Transporte Conduit - Cedeño</i>	<i>10.2.4.3.21. 15</i>
<i>10.2.4.3.22. Demora en el ingreso a Cedeño</i>	<i>10.2.4.3.23. 4</i>
<i>10.2.4.3.24. Ingreso a la zona de acumulación de chatarra</i>	<i>10.2.4.3.25. 7</i>
<i>10.2.4.3.26. Descarga de caja de acopio vacía</i>	<i>10.2.4.3.27. 5</i>
<i>10.2.4.3.28. Carga de caja de acopio llena</i>	<i>10.2.4.3.29. 15</i>
<i>10.2.4.3.30. Pesaje caja de acopio</i>	<i>10.2.4.3.31. 6</i>
<i>10.2.4.3.32. Emisión de comprobante de constancia</i>	<i>10.2.4.3.33. 1</i>
<i>10.2.4.3.34. Salida de Cedeño</i>	<i>10.2.4.3.35. 5</i>
<i>10.2.4.3.36. Transporte Cedeño - Centro de acopio</i>	<i>10.2.4.3.37. 35</i>
<i>10.2.4.3.38. Arribo al centro de acopio y pesaje del camión cargado</i>	<i>10.2.4.3.39. 15</i>
<i>10.2.4.3.40. Descarga de chatarra</i>	<i>10.2.4.3.41. 20</i>
<i>10.2.4.3.42. Pesaje del camión vacío</i>	<i>10.2.4.3.43. 15</i>
<i>10.2.4.3.44. Carga de cajas vacías</i>	<i>10.2.4.3.45. 15</i>
<i>10.2.4.3.46. Transporte Centro de acopio - KUBIEC</i>	<i>10.2.4.3.47. 55</i>
<i>10.2.4.3.48. Demora en el ingreso a KUBIEC</i>	<i>10.2.4.3.49. 4</i>
<i>10.2.4.3.50. Ingreso a la zona de acumulación de chatarra</i>	<i>10.2.4.3.51. 3</i>

10.2.4.3.52. Descarga de caja de acopio vacía	10.2.4.3.53. 5
10.2.4.3.54. Carga de caja de acopio llena	10.2.4.3.55. 15
10.2.4.3.56. Pesaje caja de acopio	10.2.4.3.57. 6
10.2.4.3.58. Emisión de comprobante de constancia	10.2.4.3.59. 1
10.2.4.3.60. Salida de KUBIEC	10.2.4.3.61. 5
10.2.4.3.62. Transporte KUBIEC - Centro de acopio	10.2.4.3.63. 55
10.2.4.3.64. Arribo al centro de acopio y pesaje del camión cargado	10.2.4.3.65. 15
10.2.4.3.66. Descarga de chatarra	10.2.4.3.67. 10
10.2.4.3.68. Pesaje del camión vacío	10.2.4.3.69. 15
10.2.4.3.70. Carga de cajas vacías	10.2.4.3.71. 15
10.2.4.3.72. Tiempo Total [min./día]	10.2.4.3.73. 424
10.2.4.3.74. Tiempo Total [horas/día]	10.2.4.3.75. 7.1

Esquema de la Alternativa 3



10.2.4.3.76. Costo

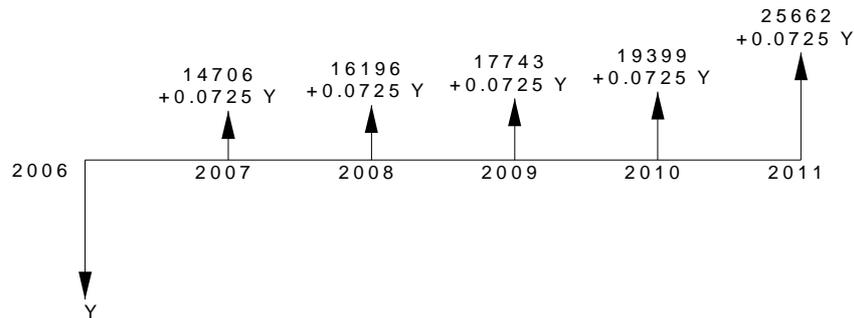
En la Tabla 4.27 se muestra el costo de esta alternativa y la tasa interna de retorno (TIR) que produce:

Tabla 52. Costos de la Alternativa 3

<i>10.2.4.3.77. Rubro</i>	<i>10.2.4.3.78. Precio [DÓLARES]</i>	<i>10.2.4.3.79. Fuente</i>
<i>10.2.4.3.80. Plataforma</i>	<i>10.2.4.3.81. 1,100</i>	<i>10.2.4.3.82. Esmetal</i>
<i>10.2.4.3.83. Cajas (9)</i>	<i>10.2.4.3.84. 3,150</i>	<i>10.2.4.3.85. Esmetal</i>
<i>10.2.4.3.86. Balanza</i>	<i>10.2.4.3.87. 1,020</i>	<i>10.2.4.3.88. Sisbal</i>
<i>10.2.4.3.89. Maquinado</i>	<i>10.2.4.3.90. 500</i>	<i>10.2.4.3.91. ATYSEM</i>
<i>10.2.4.3.92. Equipo de halar</i>	<i>10.2.4.3.93. 1,500</i>	<i>10.2.4.3.94. Todo Terreno</i>
<i>10.2.4.3.95. Imprevistos (15%)</i>	<i>10.2.4.3.96. 1,090</i>	<i>10.2.4.3.97.</i>
<i>10.2.4.3.98. TOTAL</i>	<i>10.2.4.3.99. 8,360</i>	<i>10.2.4.3.100.</i>

Para obtener el costo total se añade el precio del camión y de su cajón de trabajo, además del capital de trabajo, con lo que el costo total es de 41000 usd. Para determinar la tasa interna de retorno de esta alternativa TIR, se usarán los datos del diagrama de flujo de caja del Gráfico 4.9 y se igualará la ecuación del valor presente del proyecto a cero, usando como inversión el costo total de la alternativa. De esta manera se determina la única incógnita i^* de la ecuación que representa el TIR que se desea encontrar:

Diagrama de flujo de caja de la Alternativa 3



$$\begin{aligned}
 & -Y + (14706 + 0.0725Y) \frac{1}{1+i} + (16196 + 0.0725Y) \frac{1}{(1+i)^2} + (17743 + 0.0725Y) \frac{1}{(1+i)^3} + \\
 & + (19399 + 0.0725Y) \frac{1}{(1+i)^4} + (25662 + 0.0725Y) \frac{1}{(1+i)^5} = 0
 \end{aligned}$$

Donde: $Y = 41000$

Resolviendo la ecuación resulta: $i^* = 40.1\%$

10.2.4.3.101. Ventajas

Es una alternativa sencilla, comprende de una rampa plegable que se ubicará en la parte posterior del camión, la misma que debe ser reforzada para que no falle a flexión cuando pase la caja de acopio sobre ésta. Ocupa poca superficie de la plataforma del camión, por su condición de plegable en el transporte, mientras que en el momento de la recolección requiere un área adicional considerable. El costo de construcción de la alternativa comprende la compra de perfiles, planchas, y la mano de obra. La construcción consiste en cortar y soldar los perfiles y las planchas de acuerdo a la forma y ubicación. La mantenibilidad de esta alternativa implica el no requerir mano de obra especializada para las tareas de mantenimiento y los repuestos necesarios en caso de que requiera se los puede encontrar fácilmente en el mercado local.

10.2.4.3.102. Desventajas

Entre los limitantes que presenta esta alternativa se tiene que solo permite montar y desmontar las cajas por la parte posterior del camión recolector haciendo que la ubicación de las cajas de acopio sea totalmente dependiente una de otras. Es decir que para bajar la primera caja que se encuentra en la cabecera de la plataforma es necesario que se bajen las cajas que se encuentran en segundo y/o tercer lugar mas alejadas de la cabina del camión. Por su parte es necesario que en la empresa proveedora exista el espacio suficiente para desplegar la rampa sobre la que se han de deslizar las cajas para el montaje y desmontaje. Adicionalmente se tiene que las cajas de acopio a utilizar con esta alternativa son de construcción compleja ya que deben ser diseñadas con freno incorporado para facilitar su manejo.

10.2.4.4. Alternativa 4: Plataforma plegable:

10.2.4.4.1. Descripción y características

Esta alternativa consiste en la utilización de una plataforma plegable que se encontrará ubicada en la parte posterior del camión, como se indica en el esquema del Gráfico 4.10. La plataforma se desliza sobre unas guías verticales ubicadas a los lados de la plataforma, y se desplaza mediante el movimiento manual de una cadena, que conectada a un reductor de fuerza, mueve la cremallera que está unida a la plataforma. El reductor de fuerza consiste en un piñón de diámetro pequeño que es accionado con la cadena, y que gira solidariamente con un engranaje de diámetro grande conectado a la cremallera. De esta manera, se consigue un mínimo esfuerzo del operario para subir o bajar cajas del camión.

Una vez que el recolector llega a la industria proveedora se despliega la plataforma y se la coloca en el suelo al igual que la balanza de piso que debe ser transportada en el camión; entonces, se empuja la caja de acopio de chatarra sobre la balanza para determinar su peso, conocido el peso de la

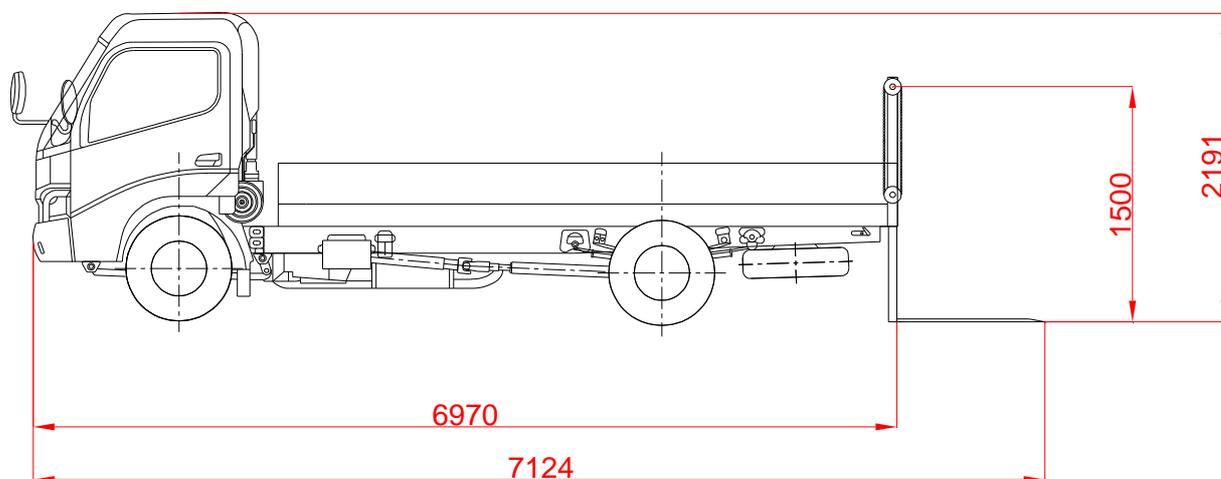
chatarra recolectada se empuja nuevamente la caja de acopio sobre la plataforma para poder subirla al camión. Como se muestra en la Tabla 4.28 el tiempo diario de operación de esta alternativa es de 7.5 horas/día para la visita y recolección de chatarra en tres empresas proveedoras.

Tabla 53. Tiempo diario de operación de la Alternativa 4 para un día martes

10.2.4.4.2. Operación	10.2.4.4.3. Tiempo [min.]
10.2.4.4.4. Transporte Centro de acopio - Conduit	10.2.4.4.5. 25
10.2.4.4.6. Demora en el ingreso a Conduit	10.2.4.4.7. 4
10.2.4.4.8. Ingreso a la zona de acumulación de chatarra	10.2.4.4.9. 3
10.2.4.4.10. Descarga de caja de acopio vacía	10.2.4.4.11. 8
10.2.4.4.12. Carga de caja de acopio llena	10.2.4.4.13. 13
10.2.4.4.14. Pesaje caja de acopio	10.2.4.4.15. 6
10.2.4.4.16. Emisión de comprobante de constancia	10.2.4.4.17. 1
10.2.4.4.18. Salida de Conduit	10.2.4.4.19. 3
10.2.4.4.20. Transporte Conduit - Cedeño	10.2.4.4.21. 15
10.2.4.4.22. Demora en el ingreso a Cedeño	10.2.4.4.23. 4
10.2.4.4.24. Ingreso a la zona de acumulación de chatarra	10.2.4.4.25. 7
10.2.4.4.26. Descarga de caja de acopio vacía	10.2.4.4.27. 8
10.2.4.4.28. Carga de caja de acopio llena	10.2.4.4.29. 13
10.2.4.4.30. Pesaje caja de acopio	10.2.4.4.31. 6
10.2.4.4.32. Emisión de comprobante de constancia	10.2.4.4.33. 1
10.2.4.4.34. Salida de Cedeño	10.2.4.4.35. 5
10.2.4.4.36. Transporte Cedeño - Centro de acopio	10.2.4.4.37. 35
10.2.4.4.38. Arribo al centro de acopio y pesaje del camión cargado	10.2.4.4.39. 15
10.2.4.4.40. Descarga de chatarra	10.2.4.4.41. 30
10.2.4.4.42. Pesaje del camión vacío	10.2.4.4.43. 15
10.2.4.4.44. Carga de cajas vacías	10.2.4.4.45. 20
10.2.4.4.46. Transporte Centro de acopio - KUBIEC	10.2.4.4.47. 55
10.2.4.4.48. Demora en el ingreso a KUBIEC	10.2.4.4.49. 4
10.2.4.4.50. Ingreso a la zona de acumulación de chatarra	10.2.4.4.51. 3

10.2.4.4.52. Descarga de caja de acopio vacía	10.2.4.4.53. 8
10.2.4.4.54. Carga de caja de acopio llena	10.2.4.4.55. 13
10.2.4.4.56. Pesaje caja de acopio	10.2.4.4.57. 6
10.2.4.4.58. Emisión de comprobante de constancia	10.2.4.4.59. 1
10.2.4.4.60. Salida de KUBIEC	10.2.4.4.61. 5
10.2.4.4.62. Transporte KUBIEC - Centro de acopio	10.2.4.4.63. 55
10.2.4.4.64. Arribo al centro de acopio y pesaje del camión cargado	10.2.4.4.65. 15
10.2.4.4.66. Descarga de chatarra	10.2.4.4.67. 15
10.2.4.4.68. Pesaje del camión vacío	10.2.4.4.69. 15
10.2.4.4.70. Carga de cajas vacías	10.2.4.4.71. 20
10.2.4.4.72. Tiempo Total [min./día]	10.2.4.4.73. 452
10.2.4.4.74. Tiempo Total [horas/día]	10.2.4.4.75. 7.5

Esquema de la Alternativa 4



10.2.4.4.76. Costo

El costo y el TIR de la alternativa se muestran en la Tabla 4.29 a continuación:

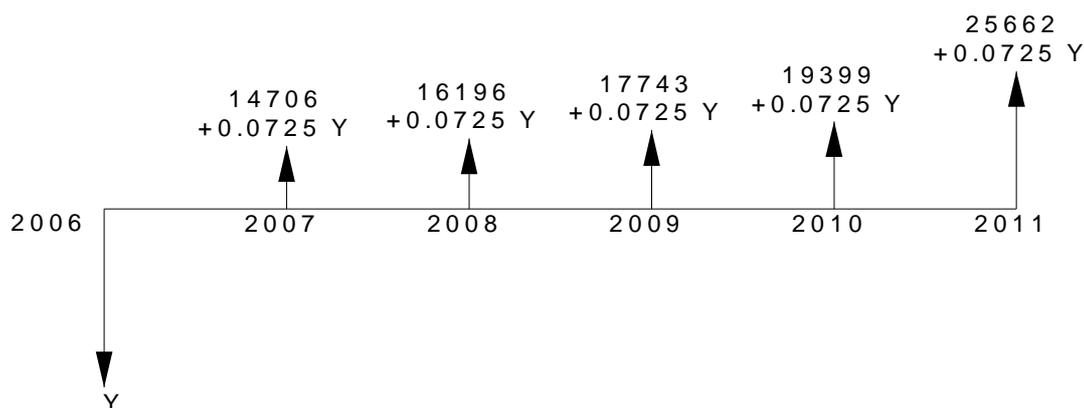
Tabla 54. Costos de la alternativa 4

<i>10.2.4.4.77. Rubro</i>	<i>10.2.4.4.78. Precio [DÓLARES]</i>	<i>10.2.4.4.79. Fuente</i>
<i>10.2.4.4.80. Engranajes</i>	<i>10.2.4.4.81. 300</i>	<i>10.2.4.4.82.</i>
<i>10.2.4.4.83. Perfil G</i>	<i>10.2.4.4.84. 30</i>	<i>10.2.4.4.85. IPAC</i>
<i>10.2.4.4.86. Plataforma</i>	<i>10.2.4.4.87. 700</i>	<i>10.2.4.4.88. Esmetal</i>
<i>10.2.4.4.89. Guías</i>	<i>10.2.4.4.90. 300</i>	<i>10.2.4.4.91. ATYSEM</i>
<i>10.2.4.4.92. Cajas (9)</i>	<i>10.2.4.4.93. 1,908</i>	<i>10.2.4.4.94. Esmetal</i>
<i>10.2.4.4.95. Balanza</i>	<i>10.2.4.4.96. 1,020</i>	<i>10.2.4.4.97. Sisbal</i>
<i>10.2.4.4.98. Maquinado</i>	<i>10.2.4.4.99. 900</i>	<i>10.2.4.4.100. ATYSEM</i>
<i>10.2.4.4.101. Imprevistos(15%)</i>	<i>10.2.4.4.102. 774</i>	<i>10.2.4.4.103.</i>
<i>10.2.4.4.104. TOTAL</i>	<i>10.2.4.4.105. 5,932</i>	<i>10.2.4.4.106.</i>

Para obtener el costo total se añade el precio del camión y de su cajón de trabajo, además del capital de trabajo, con lo que el costo total es de costo total 40000 usd.

Para determinar la tasa interna de retorno de esta alternativa TIR, se usarán los datos del diagrama de flujo de caja del Gráfico 4.11 y se igualará la ecuación del valor presente del proyecto a cero, usando como inversión el costo total de la alternativa. De esta manera se determina la única incógnita i^* de la ecuación que representa el TIR que se desea encontrar:

Diagrama de flujo de caja de la Alternativa 4



$$-Y + (14706 + 0.0725 Y) \frac{1}{1+i} + (16196 + 0.0725 Y) \frac{1}{(1+i)^2} + (17743 + 0.0725 Y) \frac{1}{(1+i)^3} + (19399 + 0.0725 Y) \frac{1}{(1+i)^4} + (25662 + 0.0725 Y) \frac{1}{(1+i)^5} = 0$$

Donde: $Y = 40000$

Resolviendo la ecuación resulta: $i^* = 41.3\%$

10.2.4.4.107. Ventajas

El sistema consiste en una plataforma que al ser plegable ocupa poca superficie de la plataforma del camión en el transporte, facilitando de esta manera la ubicación y distribución de las cajas de acopio sobre la plataforma del camión. Por su parte en el funcionamiento no requiere de una gran superficie dentro de la industria proveedora, la plataforma desplegada únicamente ocupa el área que ocupa una caja de acopio y la balanza de piso. Finalmente las cajas de acopio a usarse con esta alternativa son de construcción sencilla ya que no requieren sistemas de frenos o similares.

10.2.4.4.108. Desventajas

Es la alternativa de construcción compleja debido a los diversos elementos de máquinas que requiere (piñones, guías, cremallera, entre otros), además que la necesidad de dichos elementos influyen directamente en el costo de

construcción. El camión debe ser estacionado de tal manera que la carga se pueda subir por la parte posterior ya que este sistema no permite carga lateral. Finalmente, se debe tener en cuenta que para el caso en que se requiera bajar la caja que se encuentra ubicada directamente detrás de la cabina del camión, se deberán bajar primero las cajas que se encuentran entre la puerta posterior del cajón de trabajo y la caja que se desea bajar, aumentando considerablemente el tiempo que se requiere para maniobrar cajas.

10.2.5. SELECCIÓN DE ALTERNATIVA

Para la selección de la alternativa se evaluarán los parámetros que se han podido cuantificar de acuerdo a las necesidades del usuario, especificaciones y características de cada una de las alternativas mencionadas. Se plantearán tres tipos de parámetros, a los cuales se les asignará una ponderación para la calificación. Dicha ponderación dependerá principalmente de la influencia que estos tengan en el recolector ya sea a lo largo del funcionamiento o solo en la etapa de construcción.

Dada esta especificación los parámetros se clasifican de la siguiente manera: el primer tipo de parámetros son aquellos que tengan influencia únicamente en la etapa de construcción de la máquina, el segundo tipo son aquellos que influyan a lo largo del funcionamiento de la máquina y el tercer tipo será únicamente el costo del equipo.

10.2.5.1. Determinación de la ponderación para evaluación de los parámetros

Para la evaluación de las alternativas es necesario determinar la ponderación de los parámetros para lo cual se va a utilizar la técnica de factores de ponderación⁵¹. Para esto se utiliza la siguiente ecuación:

$$W_i = \frac{N - R_i + 1}{\sum_{i=1}^n (N - R_i + 1)} \quad [\text{Ec 4.1}]$$

Donde:

R_i: Posición de clasificación del atributo i (uno tiene la clasificación más alta).

N: Número de parámetros.

W_i: Ponderaciones de cada atributo.

Las clasificaciones de los atributos (R_i) son:

El costo es el que tiene la clasificación más alta por lo que la posición de la clasificación será de uno. Para los parámetros que influyen a lo largo del funcionamiento del recolector, son de clasificación media por lo que se les asignará la clasificación de dos. Finalmente los parámetros que solo influyen en la etapa de construcción tienen una clasificación menor y se les asignará la clasificación tres. De acuerdo a esta clasificación determinada se resumen los parámetros seleccionados para la evaluación de alternativas, la influencia en el recolector, y la clasificación, características necesarias en la determinación de la ponderación.

⁵¹ Referencia: CANADA J, Análisis de la inversión para ingeniería y administración, Segunda edición, Prentice Hall, México 1997 páginas 471- 472. Utilizada en el Capítulo 3.

Tabla 55. Parámetros de selección de las alternativas

10.2.5.1.1. <i>Parámetro</i>	10.2.5.1.2. <i>Influye en:</i>	10.2.5.1.3. <i>clasificación</i>	10.2.5.1.4. <i>Valor Ri</i>
10.2.5.1.5. 10.2.5.1.6. <i>Tiempo de operación</i>	10.2.5.1.7. <i>el funcionamiento</i>	10.2.5.1.8. <i>media</i>	10.2.5.1.9. 2
10.2.5.1.10 10.2.5.1.11. <i>Modalidad de carga</i>	10.2.5.1.12. <i>el funcionamiento</i>	10.2.5.1.13. <i>media</i>	10.2.5.1.14.
10.2.5.1.15 10.2.5.1.16. <i>Mantenibilidad</i>	10.2.5.1.17. <i>el funcionamiento</i>	10.2.5.1.18. <i>media</i>	10.2.5.1.19.
10.2.5.1.20 10.2.5.1.21. <i>Peso estimado</i>	10.2.5.1.22. <i>el funcionamiento</i>	10.2.5.1.23. <i>media</i>	10.2.5.1.24.
10.2.5.1.25 10.2.5.1.26. <i>Facilidad de construcción</i>	10.2.5.1.27. <i>la construcción</i>	10.2.5.1.28. <i>baja</i>	10.2.5.1.29.
10.2.5.1.30 10.2.5.1.31. <i>Área que ocupa sobre la plataforma</i>	10.2.5.1.32. <i>el funcionamiento</i>	10.2.5.1.33. <i>media</i>	10.2.5.1.34.
10.2.5.1.35 10.2.5.1.36. <i>Área adicional que ocupa el equipo en funcionamiento</i>	10.2.5.1.37. <i>el funcionamiento</i>	10.2.5.1.38. <i>media</i>	10.2.5.1.39.
10.2.5.1.40 10.2.5.1.41. <i>Costo estimado del equipo</i>	10.2.5.1.42. <i>clasificación alta</i>	10.2.5.1.43. <i>alta</i>	10.2.5.1.44.

De acuerdo a la clasificación de la Tabla 4.30 se resuelve la ecuación y se determina la ponderación de cada atributo como se indica en la Tabla 4.31.

Tabla 56. Cálculo de las ponderaciones de los parámetros de evaluación.

10.2.5.1.45. <i>Parámetro</i>	10.2.5.1.46. i	10.2.5.1.47. $N - R_i + 1$	10.2.5.1.48. W_i
10.2.5.1.49. 10.2.5.1.50. <i>Tiempo de operación</i> ⁵²	10.2.5.1.51.	10.2.5.1.52. 7	10.2.5.1.53. 0.1250
10.2.5.1.54. 10.2.5.1.55. <i>Modalidad de carga</i>	10.2.5.1.56.	10.2.5.1.57. 7	10.2.5.1.58. 0.1250
10.2.5.1.59. 10.2.5.1.60. <i>Mantenibilidad</i>	10.2.5.1.61.	10.2.5.1.62. 7	10.2.5.1.63. 0.1250
10.2.5.1.64. 10.2.5.1.65. <i>Peso</i>	10.2.5.1.66.	10.2.5.1.67. 7	10.2.5.1.68. 0.1250
10.2.5.1.69. 10.2.5.1.70. <i>Facilidad de construcción</i>	10.2.5.1.71.	10.2.5.1.72. 6	10.2.5.1.73. 0.1071
10.2.5.1.74. 10.2.5.1.75. <i>Área que ocupa sobre la plataforma</i>	10.2.5.1.76.	10.2.5.1.77. 7	10.2.5.1.78. 0.1250
10.2.5.1.79. 10.2.5.1.80. <i>Área adicional que ocupa el equipo en funcionamiento</i>	10.2.5.1.81.	10.2.5.1.82. 7	10.2.5.1.83. 0.1250
10.2.5.1.84. 10.2.5.1.85. <i>Costo del equipo</i>	10.2.5.1.86.	10.2.5.1.87. 8	10.2.5.1.88. 0.1429
10.2.5.1.89. <i>Suma</i>	10.2.5.1.90.	10.2.5.1.91. 56	10.2.5.1.92. 1.0000

10.2.5.2. Escalas de evaluación

Los parámetros de evaluación se cuantifican en diferentes unidades de medida, para el correcto análisis de las alternativas es predominante que las alternativas sean evaluadas sobre un mismo sistema de medida por lo que es necesario entonces establecer un escala de evaluación⁵³ que será común en todos los parámetros a desarrollar. La escala constará de cuatro gradaciones, el máximo valor corresponde al valor de la alternativa que mejor cumple con el parámetro y el menor valor a la alternativa que cumpla en menor capacidad

⁵² Se tiene para este parámetro que: $R_i = 2$ y $\sum_{i=1}^n (N - R_i + 1) = 16$ entonces $W_2 = \frac{8-2+1}{56} = 0.125$

⁵³ Referencia: BLANK, TARQUIN, Ingeniería económica, Quinta edición, Mc Graw Hill, México 2004. Páginas 378, 379 [Evaluación para atributos múltiples]

que las demás. A cada alternativa le corresponderá un valor de dicha gradación de acuerdo a las especificaciones de cada una. La Tabla 4.32 define la jerarquización de la siguiente manera:

Tabla 57. Escala de evaluación de alternativas

<i>10.2.5.2.1. Evaluación</i>	<i>10.2.5.2.2. jerarquización</i>
<i>10.2.5.2.3. Muy pobre</i>	<i>10.2.5.2.4. 1</i>
<i>10.2.5.2.5. Pobre</i>	<i>10.2.5.2.6. 2</i>
<i>10.2.5.2.7. Bueno</i>	<i>10.2.5.2.8. 3</i>
<i>10.2.5.2.9. Muy bueno</i>	<i>10.2.5.2.10. 4</i>

[Fuente: TARQUIN B, Ingeniería Económica⁵⁴]

Una vez definidas las ponderaciones de cada parámetro y las escalas para la evaluación de los mismos se desarrolla a continuación cada uno de estos.

10.2.5.3. Tiempo diario de operación

10.2.5.3.1. Justificación

Es necesario para la operación del recolector, que la alternativa seleccionada sea rápida y eficiente. Básicamente las cuatro alternativas realizan el mismo trabajo pero en diferentes tiempos, por lo que en este parámetro se busca que la alternativa lo haga en el menor tiempo posible, ya que esto permitirá tener un lapso de tolerancia en el caso de que tuviere alguna eventualidad.

⁵⁴ Referencia: BLANK, TARQUIN, Ingeniería económica, Quinta edición, Mc Graw Hill, México 2004. Página. 378, [Escala de Likert]

10.2.5.3.2. Ponderación

La ponderación de este parámetro es de 0.125 ya que es una característica de cada alternativa que influirá a lo largo del funcionamiento del recolector. Como se ha podido cuantificar el tiempo de cada una de las alternativas se les asignará el respectivo valor de la escala establecido en la Tabla 4.32 teniendo en cuenta que a la mejor alternativa será aquella que realice la recolección en el menor tiempo posible y le corresponderá el mayor valor, mientras que la que lo realice en el mayor tiempo posible se le asignará el menor valor de la escala.

10.2.5.3.3. Evaluación

Para las alternativas se tiene en la Tabla 4.33 el resumen de los tiempos de operación y la puntuación respectiva a cada una de ellas.

Tabla 58. Tiempo diario de operación de cada alternativa

10.2.5.3.4. Alternativas	10.2.5.3.5. alternativa 1	10.2.5.3.6. alternativa 2	10.2.5.3.7. alternativa 3	10.2.5.3.8. alternativa 4
10.2.5.3.9. Tiempo de operación [h]	10.2.5.3.10. 7 .8	10.2.5.3.11. 7 .5	10.2.5.3.12. 7 .1	10.2.5.3.13. 7 .5
10.2.5.3.14. Puntuación	10.2.5.3.15. 2	10.2.5.3.16. 3	10.2.5.3.17. 4	10.2.5.3.18. 3

10.2.5.4. Modalidad de carga

10.2.5.4.1. Justificación

El camión presenta cuatro puntos para el levantamiento de la carga, los lados, la parte delantera y la parte posterior de la plataforma. Este parámetro evalúa la facilidad que brinda cada alternativa para levantar la carga de la mayor cantidad de puntos posibles ya que esto reduce el tiempo de operación en las

empresas proveedoras y facilita el trabajo. La puntuación será directamente proporcional al número de lados de los que se pueda levantar la carga con determinada alternativa.

10.2.5.4.2. Ponderación

El caso ideal es aquella alternativa que permita levantar la carga desde los cuatro lados del camión, en este caso dicha alternativa tendrá la mayor puntuación. Debido a que este es un parámetro que afectará durante toda la vida útil del recolector, la ponderación considerada para este parámetro será de 0.125, teniendo en cuenta que todas las empresas proveedoras brindan la facilidad de levantar carga por cualquier lado del camión. La calificación dependiendo el número de lados vendrá dado como especifica la Tabla 4.34:

Tabla 59. Escala para la modalidad de carga.

<i>10.2.5.4.3. Numero lados</i>	<i>10.2.5.4.4. puntuación</i>
<i>10.2.5.4.5. 4</i>	<i>10.2.5.4.6. 4</i>
<i>10.2.5.4.7. 3</i>	<i>10.2.5.4.8. 3</i>
<i>10.2.5.4.9. 2</i>	<i>10.2.5.4.10. 2</i>
<i>10.2.5.4.11. 1</i>	<i>10.2.5.4.12. 1</i>

10.2.5.4.13. Evaluación

De acuerdo al número de lados por los que cada una de las alternativas pueda levantar la carga se tiene la puntuación correspondiente a cada alternativa resumidos en la Tabla 4.35.

Tabla 60. Resumen y evaluación de modalidad de carga

<i>10.2.5.4.14. Alternativas</i>	<i>10.2.5.4.15. alternativa</i>	<i>10.2.5.4.17. alternativa 2</i>	<i>10.2.5.4.18. alternativa 3</i>	<i>10.2.5.4.19. alternativa 4</i>
	<i>10.2.5.4.16. 1</i>			
<i>10.2.5.4.20. Modalidad de carga [# lados]</i>	<i>10.2.5.4.21. 2</i>	<i>10.2.5.4.22. 1</i>	<i>10.2.5.4.23. 1</i>	<i>10.2.5.4.24. 1</i>
<i>10.2.5.4.25. Puntuación</i>	<i>10.2.5.4.26. 2</i>	<i>10.2.5.4.27. 1</i>	<i>10.2.5.4.28. 1</i>	<i>10.2.5.4.29. 1</i>

10.2.5.5. Mantenibilidad

10.2.5.5.1. Justificación

En este parámetro se evalúan los requerimientos de mantenimiento dependiendo de las partes constitutivas de cada alternativa, la disponibilidad de repuestos en el mercado y su complejidad de funcionamiento dada por la cantidad de partes móviles y elementos de máquinas que la alternativa disponga. La calificación será inversamente proporcional a la complejidad en el mantenimiento de cada alternativa.

10.2.5.5.2. Ponderación

Para la evaluación se establecerá una escala la cual permita cuantificar la complejidad del mantenimiento de cada alternativa. Asociado a esta escala vendrá dada la ponderación que permitirá establecer la calificación correspondiente a cada alternativa. La escala y la ponderación están definidos en la Tabla 4.36.

Tabla 61. Escala de complejidad del mantenimiento

10.2.5.5.3. *Complejidad* 10.2.5.5.4. *escala*

10.2.5.5.5. *Muy complejo* 10.2.5.5.6. 1

10.2.5.5.7. *Complejo* 10.2.5.5.8. 2

10.2.5.5.9. *Sencillo* 10.2.5.5.10. 3

10.2.5.5.11. *Muy sencillo* 10.2.5.5.12. 4

La ponderación de este parámetro es de 0.125 debido a que éste influye a lo largo de la vida útil de la alternativa.

10.2.5.5.13. *Evaluación*

La evaluación de las alternativas está dada de la siguiente manera: la Alternativa 1 tiene una mantenibilidad sencilla, ya que la principal fuente de mantenimiento son los rodamientos, para lo que se necesita la existencia de graseros que permitan la lubricación de los rodamientos y faciliten el mantenimiento de la alternativa. En el caso de la segunda alternativa la mantenibilidad es establecida como muy sencillo, ya que no se requiere ningún tipo de mantenimiento sobre la estructura simplemente verificar que la viga este engrasada para el perfecto movimiento del carrito sobre ésta. En el caso de la tercera alternativa los trabajos de mantenimiento se tienen en las articulaciones de la rampa las cuales deben estar en perfecto estado y engrasadas para que tenga un perfecto funcionamiento por lo que se ha establecido a la mantenibilidad como sencillo. Finalmente la cuarta alternativa requiere que se verifique que este engrasada las partes constitutivas, el perfecto estado de la cremallera, las rieles por donde se desliza deben estar bien engrasadas al igual que la articulación lo que hace que su mantenibilidad sea de grado muy complejo. La calificación para cada una de las alternativas será como se muestra en la Tabla 4.37.

Tabla 62. Resumen y evaluación de mantenibilidad

<i>10.2.5.5.14. Alternativas</i>	<i>10.2.5.5.15. alter nativa</i>	<i>10.2.5.5.17. alter nativa</i>	<i>10.2.5.5.19. alte rnativa</i>	<i>10.2.5.5.21. alte rnativa 4</i>
	<i>10.2.5.5.16. 1</i>	<i>10.2.5.5.18. 2</i>	<i>10.2.5.5.20. 3</i>	
<i>10.2.5.5.22. Man tenibilidad</i>	<i>10.2.5.5.23. Sen cillo</i>	<i>10.2.5.5.24. Muy sencillo</i>	<i>10.2.5.5.25. Sen cillo</i>	<i>10.2.5.5.26. Muy compleja</i>
<i>10.2.5.5.27. Punt uación</i>	<i>10.2.5.5.28. 3</i>	<i>10.2.5.5.29. 4</i>	<i>10.2.5.5.30. 3</i>	<i>10.2.5.5.31. 1</i>

10.2.5.6. Peso muerto estimado

10.2.5.6.1. Justificación del parámetro

Inherente a cada alternativa viene el peso propio de la misma conocido como peso muerto, el cual afecta al camión recolector disminuyendo su capacidad neta de carga. Se ha considerado el peso de las partes constitutivas de la alternativa y el peso de la balanza necesaria para determinar cantidad de chatarra en la caja de acopio.

10.2.5.6.2. Ponderación

La ponderación para este parámetro será de 0.125 dado que este parámetro influye en el diario funcionamiento de la alternativa. El peso y la calificación tienen una relación inversamente proporcional se le asignará un mayor valor a la alternativa que tenga el menor peso estimado mientras que este valor irá disminuyendo conforme el peso de la alternativa aumente.

10.2.5.6.3. Evaluación

La evaluación de esta alternativa se realizará a partir de los cálculos de los pesos aproximados de cada alternativa. En el Anexo 4.5⁵⁵ se calculan los pesos aproximados de cada alternativa y se resumen en la Tabla 4.38.

⁵⁵ Ver Anexo 4.4: Peso aproximados de las alternativas.

Tabla 63. Resumen y evaluación del peso muerto estimado

10.2.5.6.4. Alternativas	10.2.5.6.5. alternativa	10.2.5.6.7. alternativa 2	10.2.5.6.8. alternativa 3	10.2.5.6.9. alternativa 4
	10.2.5.6.6. 1			
10.2.5.6.10. Peso muerto aproximado [Kg.]	10.2.5.6.11. 233	10.2.5.6.12. 309	10.2.5.6.13. 487	10.2.5.6.14. 252
10.2.5.6.15. Puntuación	10.2.5.6.16. 4	10.2.5.6.17. 2	10.2.5.6.18. 1	10.2.5.6.19. 3

10.2.5.7. Facilidad de construcción

10.2.5.7.1. Justificación

En este parámetro se evalúa cuan complejo resulta la construcción de cada una de las alternativas, los requerimientos de mano de obra especializada y la presencia de elementos que puedan complicar y/o demorar la fabricación de la alternativa.

10.2.5.7.2. Ponderación

Por su parte, la evaluación se realizará mediante la escala definida en la Tabla 4.39 en donde se miden los grados de dificultad en la construcción.

Tabla 64. Escala de facilidad de construcción.

10.2.5.7.3. *facilidad* 10.2.5.7.4. *escala*

10.2.5.7.5. *Muy sencillo* 10.2.5.7.6. 4

10.2.5.7.7. *Sencillo* 10.2.5.7.8. 3

10.2.5.7.9. *Complejo* 10.2.5.7.10. 2

10.2.5.7.11. *Muy complejo* 10.2.5.7.12. 1

La ponderación de este parámetro es de 0.1071 porque la influencia de este parámetro se da solo en el momento de la construcción.

10.2.5.7.13. Evaluación

La facilidad de construcción para cada alternativa se la puede definir de la siguiente manera. Para la Alternativa 1 se ha establecido que tiene una construcción compleja ya que requiere tolerancias finas para los alojamientos de los rodamientos lo que complica el proceso de producción e incluso produce demora dada la precisión que se debe tener. Para la segunda alternativa se tiene una complejidad definida como muy sencilla, ya que simplemente se debe cortar los perfiles a la medida y se debe soldar a la base de la plataforma y sobre bastidor, no requiere tolerancias dimensionales finas alcanzadas con un maquinado específico, basta con que cumpla con las medidas requeridas de cada parte que compone la alternativa. La tercera alternativa por su parte requiere que la rampa tenga una estructura lo suficientemente sólida para soportar el paso de las dos toneladas de peso de la caja, a pesar de que esta alternativa es de fácil construcción lo complejo es la caja que se debe construir, ya que debe tener dos ruedas grandes con un freno incorporado para poder bajar la caja sin problemas. Finalmente se tiene que la cuarta alternativa es de construcción muy compleja debido principalmente a las partes constitutivas de la misma en si la plataforma debe soportar las dos toneladas, se deben soldar las partes constitutivas, acoplar las cremalleras, entre otras cosas. En la Tabla 4.40 se resumen y se cuantifica la evaluación de las alternativas.

Tabla 65. Resumen y evaluación de la facilidad de construcción.

<i>10.2.5.7.14. Alternativas</i>	<i>10.2.5.7.15. alternativa</i>	<i>10.2.5.7.17. alternativa</i>	<i>10.2.5.7.19. alternativa</i>	<i>10.2.5.7.21. alternativa 4</i>
	<i>10.2.5.7.16. 1</i>	<i>10.2.5.7.18. 2</i>	<i>10.2.5.7.20. 3</i>	
<i>10.2.5.7.22. Facilidad de construcción</i>	<i>10.2.5.7.23. Complejo</i>	<i>10.2.5.7.24. Muy sencillo</i>	<i>10.2.5.7.25. Sencillo</i>	<i>10.2.5.7.26. Muy complejo</i>
<i>10.2.5.7.27. Puntuación</i>	<i>10.2.5.7.28. 2</i>	<i>10.2.5.7.29. 4</i>	<i>10.2.5.7.30. 3</i>	<i>10.2.5.7.31. 1</i>

10.2.5.8. Área ocupada por el equipo en la plataforma

10.2.5.8.1. Justificación

Este es un parámetro muy importante a tomar en cuenta, ya que incide directamente en la disponibilidad de área sobre la plataforma y en consecuencia en la facilidad para ubicar las cajas sobre la misma. Por otro lado, esta es el área que ocupa cada alternativa cuando el camión se encuentra circulando por la ciudad, por lo que las dimensiones deben estar incluso de acuerdo a lo estipulado en la Ordenanza Municipal No. 147, que es la que regula la circulación de los vehículos de carga por la ciudad.

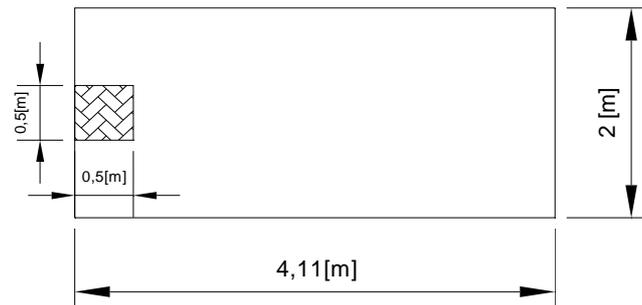
10.2.5.8.2. Ponderación

Se considera que la alternativa ideal sea aquella que ocupe una menor área en la plataforma. La ponderación de este parámetro será de 0.1250 debido a la influencia de este parámetro a lo largo de la vida útil de la alternativa, para la evaluación se ha podido cuantificar esta área y la evaluación será inversamente proporcional al área.

10.2.5.8.3. Evaluación

A continuación se muestra el cálculo de el área que ocupa cada alternativa con sus respectivas ilustraciones y esquemas:

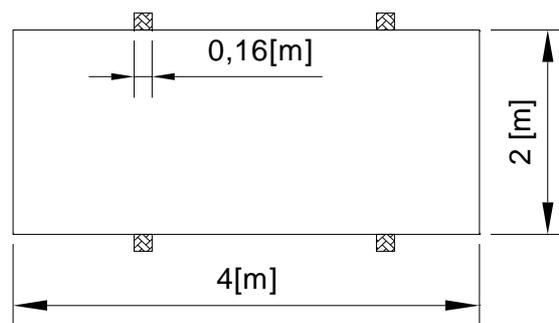
Dimensiones de la Alternativa 1.



El área que ocupa esta alternativa es entonces está dada por la ecuación:

$$A = 0.5 \text{ [m]} \times 0.5 \text{ [m]} = 0.25 \text{ [m}^2\text{]}$$

Dimensiones de la Alternativa 2.

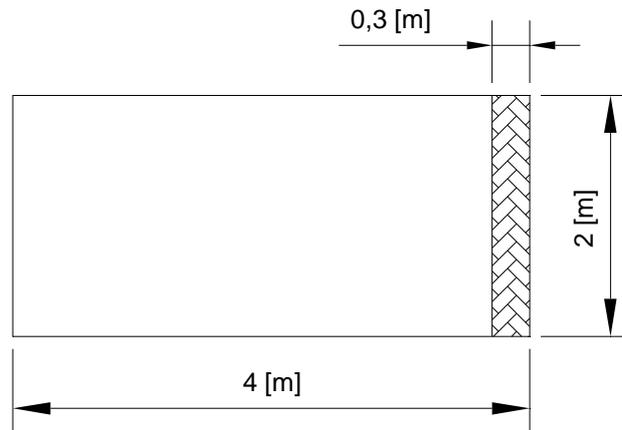


El área de la alternativa 2 es la suma de las áreas de cada una de las columnas que componen los pórticos y está dada por la ecuación.

$$A = 4 \times (0.16 \text{ [m]} \times 0.16 \text{ [m]})$$

$$A = 0.1024 \text{ [m}^2\text{]}$$

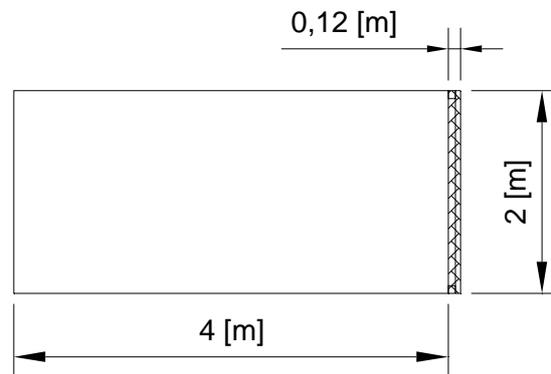
Dimensiones de la Alternativa 3.



El área para esta la Alternativa 3 es el resultado de la ecuación:

$$A = 0.3 \text{ [m]} \times 2 \text{ [m]} = 0.6 \text{ [m}^2\text{]}$$

Dimensiones de la Alternativa 4



Finalmente, el área de la alternativa 4 se obtiene al resolver la ecuación:

$$A = 0.12 \text{ [m]} \times 2 \text{ [m]} = 0.24 \text{ [m}^2\text{]}$$

En la Tabla 4.41 se resumen los datos obtenidos de las áreas que ocupan en la plataforma del camión cada alternativa:

Tabla 66. Resumen y evaluación del área que ocupa la alternativa en la plataforma.

10.2.5.8.4. Altern ativas	10.2.5.8.5. altern ativa	10.2.5.8.7. altern ativa	10.2.5.8.9. altern ativa	10.2.5.8.11. alter nativa 4
	10.2.5.8.6. 1	10.2.5.8.8. 2	10.2.5.8.10. 3	
10.2.5.8.12. Área [m ²]	10.2.5.8.13. 0 .25	10.2.5.8.14. 0 .10	10.2.5.8.15. 0 .60	10.2.5.8.16. 0 .24
10.2.5.8.17. Punt uación	10.2.5.8.18. 2	10.2.5.8.19. 4	10.2.5.8.20. 1	10.2.5.8.21. 3

10.2.5.9. Área adicional que ocupa la alternativa en funcionamiento

10.2.5.9.1. Justificación

Dadas las diferentes características de cada alternativa y su metodología de carga, es necesario evaluar el área adicional que requiere cada alternativa para su funcionamiento, ya que afecta directamente al espacio necesario que debe haber tanto en el centro de acopio como en las empresas proveedoras para que se pueda realizar la recolección.

10.2.5.9.2. Ponderación

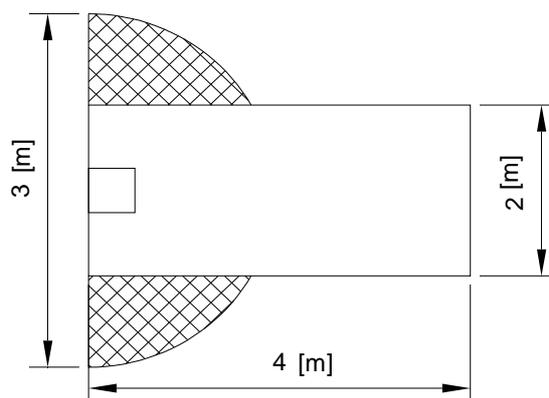
Se establece como alternativa ideal a aquella que no requiera área adicional a la que ocupa el mismo camión o en su defecto a la que menor área adicional requiera. La ponderación de este parámetro es de 0.125 ya que este parámetro es de influencia en el diario funcionamiento del recolector.

10.2.5.9.3. Evaluación

A continuación se determina el área adicional que requieren las alternativas para la funcionamiento, en el caso de que no sea el mismo espacio para el transporte, esta área calculada es la cantidad adicional a la plataforma del

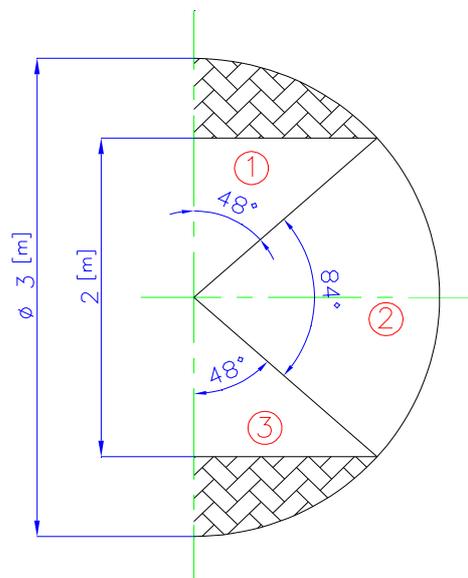
camión que requiere la alternativa para funcionar. El área de la plataforma es de 8 [m².]

Dimensiones de la Alternativa 1.



Para analizar el área adicional que ocupa esta alternativa hay que considerar los segmentos que se forman en la semi-circunferencia como se ve en el Gráfico 4.17.

Análisis del área adicional de la alternativa 1.



Como se puede ver se forman dos triángulos rectángulos y un segmento circular. Para encontrar el área adicional que ocupa esta alternativa en la recolección, área sombreada del Gráfico 4.17, (A_{ad}) hay que restar al área de la circunferencia de diámetro 2 [m] (A_c) el área del triángulo 1 (A_1), el área del triángulo 3 (A_3) y el área del segmento circular 2 (A_2).

$$A_{ad} = A_c - A_1 - A_2 - A_3$$

$$A_c = \frac{\pi d^2}{8} = \frac{\pi(3 \text{ [m]})^2}{8} = 3.53 \text{ [m}^2\text{]}$$

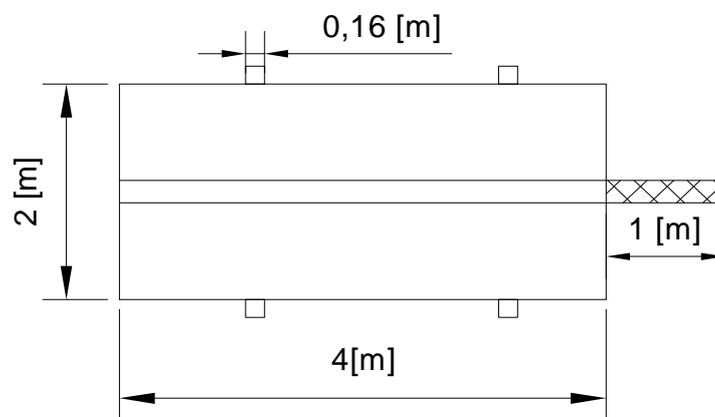
$$A_1 = A_3 = 1.5 \text{ [m]} \times 1 \text{ [m]} \times \cos(48^\circ) \times 0.5 = 0.50 \text{ [m}^2\text{]}$$

$$A_2 = \frac{\pi r^2 \alpha}{360} = \frac{\pi(0.75 \text{ [m]})^2 84}{360} = 0.41 \text{ [m}^2\text{]}$$

$$A_{ad} = 3.53 \text{ [m}^2\text{]} - 0.50 \text{ [m}^2\text{]} - 0.41 \text{ [m}^2\text{]} - 0.50 \text{ [m}^2\text{]}$$

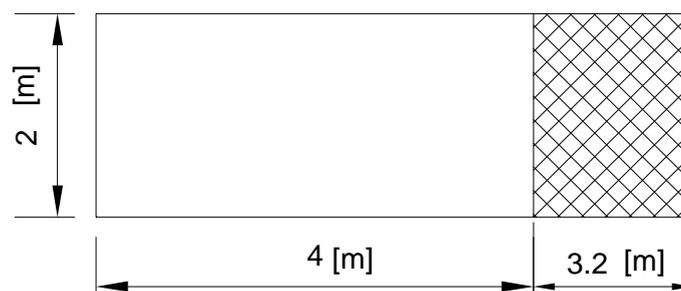
$$A_{ad} = 2.12 \text{ [m}^2\text{]}$$

Dimensiones de la Alternativa 2.



El área adicional de esta alternativa es $A = 1 \text{ [m]} \times 0.16 \text{ [m]} = 0.16 \text{ [m}^2\text{]}$.

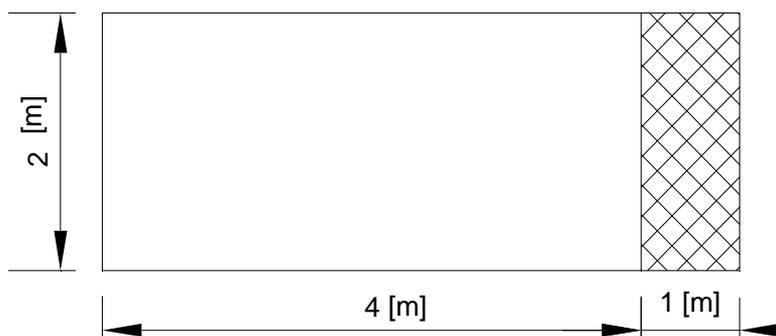
Dimensiones de la alternativa 3.



Entonces se tiene que el área de esta alternativa es:

$$A = 3.2 \text{ [m]} \times 2 \text{ [m]} = 6.4 \text{ [m}^2\text{]}.$$

Dimensiones de la Alternativa 4.



El área adicional es entonces $A = 2 \text{ [m]} \times 1 \text{ [m]} = 2 \text{ [m}^2\text{]}$

En la Tabla 4.42 se resumen los datos obtenidos de las áreas adicionales que ocupa cada alternativa:

Tabla 67. Resumen y evaluación del área adicional que ocupa la alternativa en funcionamiento.

10.2.5.9.4. Altern ativas	10.2.5.9.5. altern ativa	10.2.5.9.7. altern ativa	10.2.5.9.9. alter nativa	10.2.5.9.11. alter nativa
	10.2.5.9.6. 1	10.2.5.9.8. 2	10.2.5.9.10. 3	10.2.5.9.12. 4
10.2.5.9.13. Área [m ²]	10.2.5.9.14. 2 .12	10.2.5.9.15. 0 .16	10.2.5.9.16. 6 .4	10.2.5.9.17. 2
10.2.5.9.18. Punt uación	10.2.5.9.19. 3	10.2.5.9.20. 4	10.2.5.9.21. 1	10.2.5.9.22. 2

10.2.5.10. Costo estimado del equipo

10.2.5.10.1. Justificación del parámetro

Es el parámetro más importante en la selección de la alternativa ya que resume los precios de las diferentes partes constitutivas y de la construcción, además de la influencia directa que tiene en la rentabilidad del proyecto. Se busca que la alternativa a seleccionar sea la que genere una mayor rentabilidad con gran eficiencia y a menor costo.

10.2.5.10.2. Ponderación

Dado que es un parámetro que tiene una importancia alta el valor de su ponderación será de 0.1429 el costo y la puntuación tendrán una relación inversamente proporcional.

10.2.5.10.3. Evaluación

A continuación en la Tabla 4.43 se resumen los precios de las alternativas y el respectivo valor correspondiente a la evaluación.

Tabla 68. Resumen y evaluación de costo estimado del equipo

10.2.5.10.4. Alternativas	10.2.5.10.5. alternativa 1	10.2.5.10.6. alternativa 2	10.2.5.10.7. alternativa 3	10.2.5.10.8. alternativa 4
10.2.5.10.9. Costo [usd]	5.10.10. 4691	5.10.11. 4002	5.10.12. 8360	5.10.13. 5932
10.2.5.10.14. Puntuación	10.2.5.10.15. 3	10.2.5.10.16. 4	10.2.5.10.17. 1	10.2.5.10.18. 2

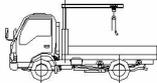
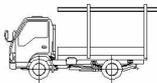
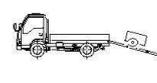
Los parámetros enunciados y desarrollados anteriormente han sido considerados debido a su gran importancia y sobretodo porque permiten evaluar características de cada alternativa que influyen en el costo de funcionamiento del recolector y en su tiempo de operación. No se han analizado el tiempo de carga y el tiempo de descarga de cada alternativa por separado, ya que se ha optado por analizar el tiempo diario de operación de cada alternativa, ya que puede existir el caso en que alguna alternativa que tenga bajos tiempos de carga y descarga pero que sin embargo no alcance a realizar el recorrido diario en una jornada de trabajo. Se hace un análisis más específico debido a la existencia de un cronograma de trabajo y a que el número de empresas visitadas depende del día de la semana.

El parámetro mantenibilidad encierra un concepto global del mantenimiento, permitiendo así no considerar por separado parámetros como: disponibilidad de repuestos en el mercado, requerimientos de mano de obra especializada entre otros que se los puede agrupar bajo este concepto. Dado que todas las alternativas son manuales se omiten parámetros como grado de automatización o potencia motriz requerida para el funcionamiento (la fuerza necesaria para movilizar todas las alternativas está dada por el operador del recolector y no aumentarán los costos de funcionamiento del mismo).

10.2.6. RESUMEN DE EVALUACIÓN

En la Tabla 4.44 se presenta un resumen de las características de cada alternativa previa evaluación.

Tabla 69. Resumen de características de las alternativas

PARÁMETRO	ALTERNATIVA 1	ALTERNATIVA 2	ALTERNATIVA 3	ALTERNATIVA 4
				
Tiempo de operación [horas/día]	7.8	7.5	7.1	7.5
Modalidad de carga [# lados]	2	1	1	1
Mantenibilidad	Sencillo	Muy sencillo	Sencillo	Complejo
Peso estimado [Kg.]	233	309	487	252
Facilidad de construcción	Complejo	Muy sencillo	Sencillo	Muy complejo
Área que ocupa sobre la plataforma [m ²]	0.25	0.10	0.60	0.20
Área adicional que ocupa el equipo en funcionamiento [m ²]	2.12	0.16	6.40	2.00
Costo estimado [usd]	4.691	4.002	8.360	5.932

Una vez que se han resumido las características de cada alternativa, se resumen en la Tabla 4.45 los puntajes de cada parámetro de acuerdo a la evaluación realizada.

Tabla 70. Ponderación y evaluación de los parámetros de las alternativas

10.2.6.1.1. PAR ámetro	10.2.6.1.2. Ponderación	10.2.6.1.3. Alternativa 1	10.2.6.1.4. Alternativa 2	10.2.6.1.5. Alternativa 3	10.2.6.1.6. Alternativa 4
10.2.6.1.7. Tiempo de operación	10.2.6.1.8. 0.1250	10.2.6.1.9. 2	10.2.6.1.10. 3	10.2.6.1.11. 4	10.2.6.1.12. 3
10.2.6.1.13. Modalidad de carga	10.2.6.1.14. 0.1250	10.2.6.1.15. 2	10.2.6.1.16. 1	10.2.6.1.17. 1	10.2.6.1.18. 1
10.2.6.1.19. Mantenibilidad	10.2.6.1.20. 0.1250	10.2.6.1.21. 3	10.2.6.1.22. 4	10.2.6.1.23. 3	10.2.6.1.24. 1
10.2.6.1.25. Peso estimado	10.2.6.1.26. 0.1250	10.2.6.1.27. 4	10.2.6.1.28. 2	10.2.6.1.29. 1	10.2.6.1.30. 3
10.2.6.1.31. Facilidad de construcción	10.2.6.1.32. 0.1071	10.2.6.1.33. 2	10.2.6.1.34. 4	10.2.6.1.35. 3	10.2.6.1.36. 1
10.2.6.1.37. Área que ocupa sobre la plataforma	10.2.6.1.38. 0.1250	10.2.6.1.39. 2	10.2.6.1.40. 4	10.2.6.1.41. 1	10.2.6.1.42. 3
10.2.6.1.43. Área adicional que ocupa el equipo en funcionamiento	10.2.6.1.44. 0.1250	10.2.6.1.45. 3	10.2.6.1.46. 4	10.2.6.1.47. 1	10.2.6.1.48. 2
10.2.6.1.49. Costo estimado del equipo	10.2.6.1.50. 0.1429	10.2.6.1.51. 3	10.2.6.1.52. 4	10.2.6.1.53. 1	10.2.6.1.54. 2

Para la evaluación definitiva es necesario combinar la ponderación de cada parámetro (W_i) con la evaluación de cada uno de estos de acuerdo a la escala y a la alternativa⁵⁶. En la Tabla 4.46 a continuación se calculan estos valores y se les suma en cada alternativa, siendo la alternativa seleccionada aquella que en la suma total tenga el valor mayor.

Tabla 71. Evaluación de las alternativas

⁵⁶Referencia: BLANK, TARQUIN, Ingeniería económica, Quinta edición, Mc Graw Hill, México 2004. Página 379, [Medida de evaluación para atributos múltiples]

10.2.6.1.55. <i>Parámetro</i>	10.2.6.1.56. <i>Alternativa 1</i>	10.2.6.1.57. <i>Alternativa 2</i>	10.2.6.1.58. <i>Alternativa 3</i>	10.2.6.1.59. <i>Alternativa 4</i>
10.2.6.1.60. <i>Tiempo de operación</i>	10.2.6.1.61. 0.250	10.2.6.1.62. 0.375	10.2.6.1.63. 0.500	10.2.6.1.64. 0.375
10.2.6.1.65. <i>Modalidad de carga</i>	10.2.6.1.66. 0.250	10.2.6.1.67. 0.125	10.2.6.1.68. 0.125	10.2.6.1.69. 0.125
10.2.6.1.70. <i>Mantenibilidad</i>	10.2.6.1.71. 0.375	10.2.6.1.72. 0.500	10.2.6.1.73. 0.375	10.2.6.1.74. 0.125
10.2.6.1.75. <i>Peso estimado</i>	10.2.6.1.76. 0.500	10.2.6.1.77. 0.250	10.2.6.1.78. 0.125	10.2.6.1.79. 0.375
10.2.6.1.80. <i>Facilidad de construcción</i>	10.2.6.1.81. 0.214	10.2.6.1.82. 0.429	10.2.6.1.83. 0.321	10.2.6.1.84. 0.107
10.2.6.1.85. <i>Área que ocupa sobre la plataforma</i>	10.2.6.1.86. 0.250	10.2.6.1.87. 0.500	10.2.6.1.88. 0.125	10.2.6.1.89. 0.375
10.2.6.1.90. <i>Área adicional que ocupa el equipo en funcionamiento</i>	10.2.6.1.91. 0.375	10.2.6.1.92. 0.500	10.2.6.1.93. 0.125	10.2.6.1.94. 0.250
10.2.6.1.95. <i>Costo estimado del equipo</i>	10.2.6.1.96. 0.429	10.2.6.1.97. 0.571	10.2.6.1.98. 0.143	10.2.6.1.99. 0.286
10.2.6.1.100. TOTAL	10.2.6.1.101. 2.643	10.2.6.1.102. 3.250	10.2.6.1.103. 1.839	10.2.6.1.104. 2.018

La alternativa a seleccionar es la alternativa 2: Grúa tipo puente.

10.2.7. DISEÑO DE LA ALTERNATIVA SELECCIONADA

10.2.7.1. Descripción de la alternativa

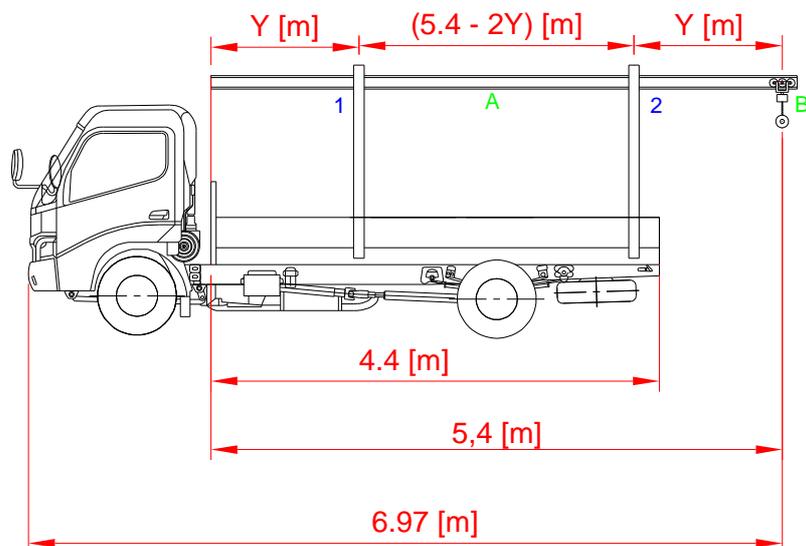
La alternativa seleccionada consiste en dos pórticos que se encuentran soldados en la parte inferior de la plataforma, en el refuerzo del bastidor conocido como "sobrechasis". Se descarta el uso de un sistema hiperestático de tres pórticos ya que el uso de un pórtico más incrementa el peso muerto sobre el camión y reduce la capacidad de carga del mismo; además que, el momento máximo para la viga viene dado por el voladizo, que en ambos casos tiene la misma distancia y un valor de carga similar, por lo que el momento máximo es el mismo. En el Anexo 4.5 de la página A40, se detalla el análisis para cada uno de los dos casos, del cual se obtuvo que la mejor disposición es utilizar dos pórticos.

Sobre dichos pórticos se colocará una viga IPN de una longitud mayor a la longitud de la plataforma para que permita cargar la caja de chatarra por la parte posterior del camión. La viga dispondrá de un carrito que se desliza a lo largo de la misma. El carrito tendrá suspendido una balanza digital de dos toneladas de capacidad y un malacate manual de igual capacidad que la balanza para el levantamiento de la carga y su pesaje respectivo.

10.2.7.2. Distribución de los pórticos

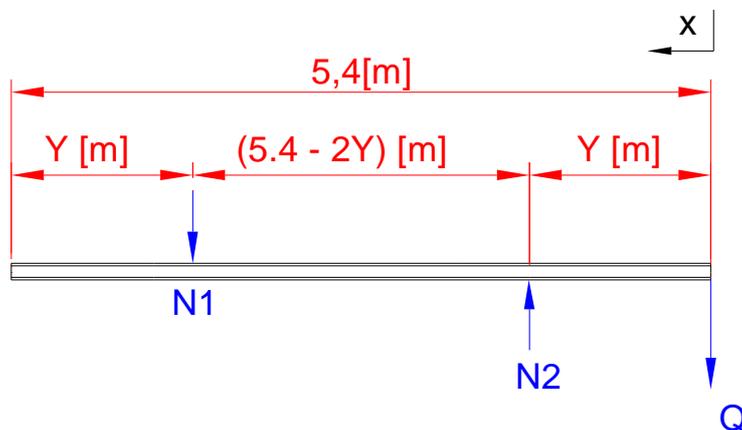
Es necesario determinar la ubicación de cada uno de los pórticos para optimizar la selección del material para la viga. El movimiento del carrito a lo largo de la viga, hace que esta sea una carga viva, siendo necesario analizarla cuando ésta se encuentra en el extremo de la viga, en el voladizo, y cuando se encuentra en el punto medio entre los dos pórticos. La distribución de los pórticos a lo largo de la viga será de tal manera que los momentos máximos serán iguales cuando la carga se encuentre tanto en el extremo (A) como cuando se encuentre en el voladizo (B) como se observa en el Gráfico 4.21.

Esquema de ubicación de los pórticos



Donde “ y ” es la distancia óptima a determinar. Cuando la viga se encuentra en el voladizo se tiene la siguiente ecuación de momentos y los valores para las reacciones⁵⁷, como se indica en el Gráfico 4.22 a continuación:

Diagrama de cuerpo libre con carga en el extremo de la viga



⁵⁷ Referencia: SHIGLEY Diseño en ingeniería mecánica, Sexta Edición, Página 1191 [Tabla E-9]

$$N_1 = \frac{-Qy}{5.4-2y}$$

$$N_2 = \frac{Q}{5.4-2y}(5.4-y)$$

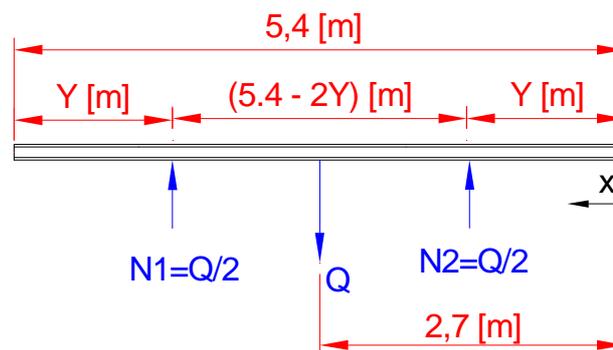
$$M_{(x)} = -Q \cdot x + N_2(x-y)$$

El momento máximo para este caso se tiene que es cuando $x = y$ con lo que el momento máximo es:

$$M_{\max}(B) = -Qy$$

Por su parte, cuando la carga se encuentra en medio de la viga se tienen las siguientes reacciones y la ecuación de momentos⁵⁸, como se observa en el Gráfico 4.23:

Diagrama de cuerpo libre con carga en la mitad de la viga



$$R_1 = R_2 = \frac{Q}{2}$$

$$M_{(x)} = -R_1(x-y) + Q(x-2.7)$$

El momento máximo se da cuando $x = 2.7$ [m] con lo que el momento máximo es:

$$M_{\max} = -R_1(2.7-y)$$

$$M_{\max}(A) = -\frac{Q}{2}(2.7-y)$$

⁵⁸ Referencia: SHIGLEY Diseño en ingeniería mecánica, Sexta Edición, página. 1191 [Tabla E-9]

Como se planteó anteriormente, el momento debe ser igual para ambos casos por lo que se iguala la ecuación de $M_{\max}(A)$ y $M_{\max}(B)$ para determinar el valor de la variable y .

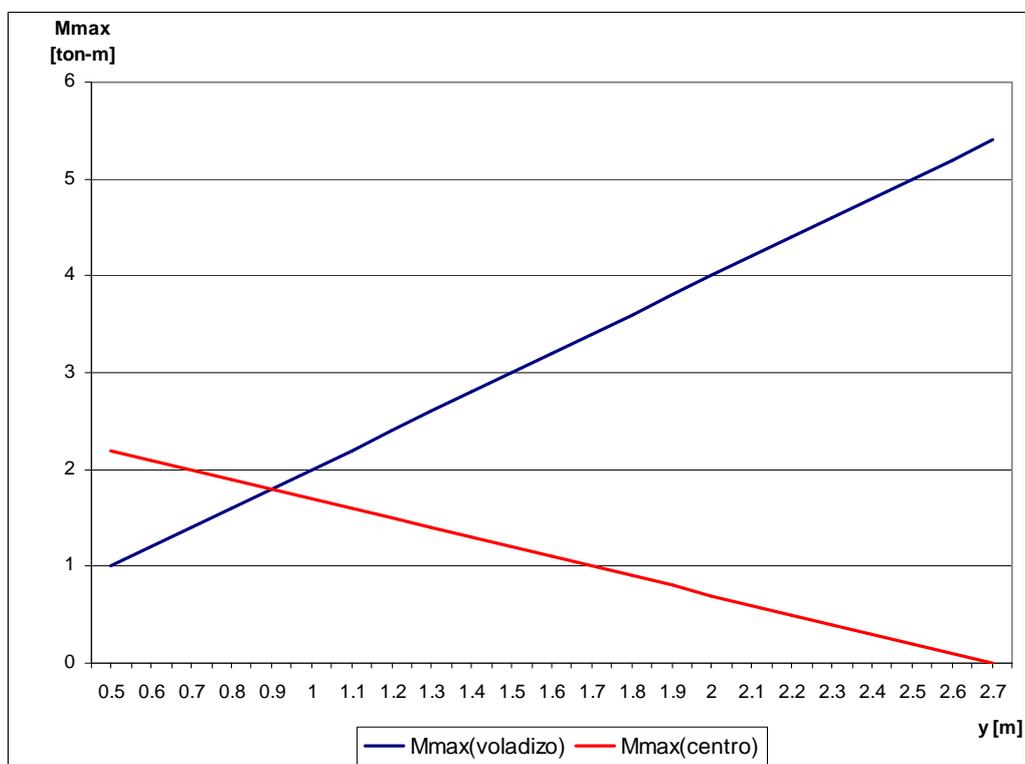
$$-Qy = -\frac{Q}{2}(2.7-y)$$

$$3y = 2.7$$

$$y = 0.9 \text{ [m]}$$

Mediante el Gráfico 4.24 se puede ver la variación de los momentos conforme varía la distancia y .

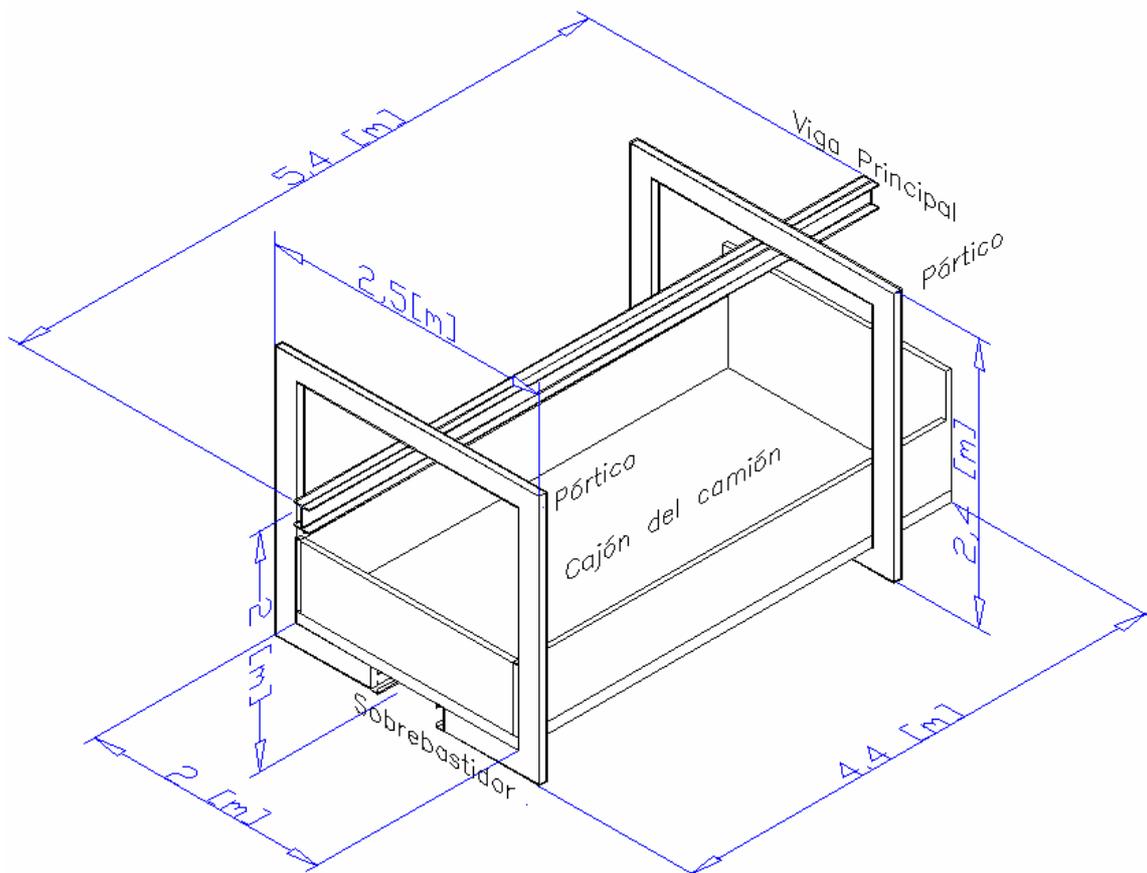
Variación de los momentos máximos Vs. la distancia y



10.2.7.3. Dimensionamiento del voladizo

En el Gráfico 4.25 se muestran las partes constitutivas de la alternativa.

Esquema de la alternativa seleccionada.



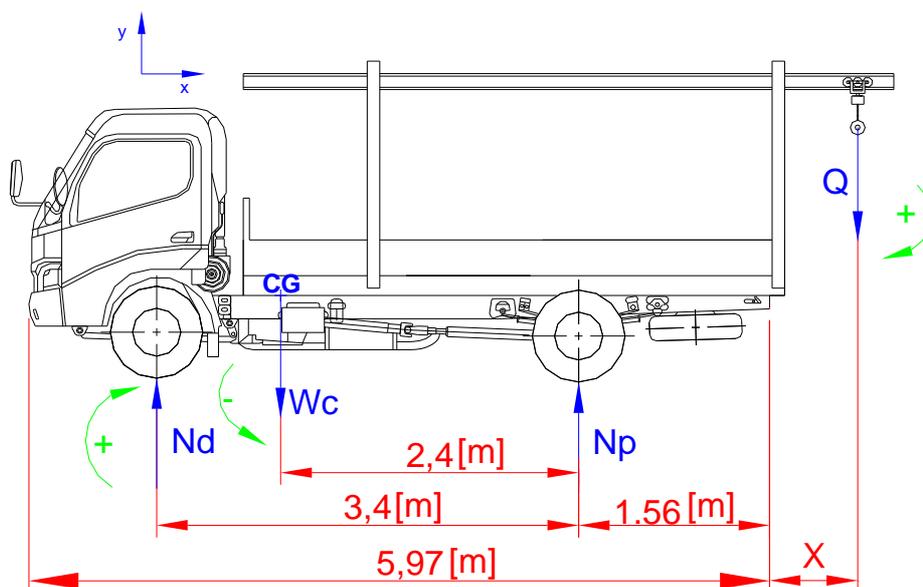
Como se puede ver, esta alternativa consta de la caja del camión, el sobrebastidor, los pórticos y la viga principal; además de los elementos necesarios para levantar la carga y pesar la misma. Las partes a dimensionar son los pórticos y la viga en la que se desliza el carrito que levanta la carga.

En primer lugar se determinará la distancia máxima que puede tener el voladizo de la viga en la parte posterior, para que el camión no se voltee. Para esto se construirá el diagrama de cuerpo libre ubicando las fuerzas que actúan en el recolector; estas son: el peso propio del camión (W_c), la carga a levantar (Q) y

las fuerzas normales producidas por el contacto, tanto en la rueda delantera (N_d) como en la rueda posterior (N_p).

La carga a levantar (Q) comprende el peso de la chatarra a recolectar (1.75 toneladas), el peso de la caja y el peso de la balanza (0.25 toneladas). Por lo que la carga total a levantar será de dos toneladas ($Q = 2$ ton). El peso del camión cuyo valor es de 2.08 [ton] está concentrado en el centro de gravedad ubicado a un metro de distancia del eje delantero del camión, como se muestra en el Gráfico 4.26⁵⁹. En el peso del camión se considerará también el peso de la caja del camión y del sobre bastidor, lo cual tiene un valor de 0.5 [ton]. El peso total del camión es $W_c = 2.58$ [ton]. Teniendo en cuenta estas consideraciones el diagrama de cuerpo libre resulta como se indica en el Gráfico 4.26:

Diagrama cuerpo libre camión recolector⁶⁰.



Se hace el análisis de momentos considerando como punto de referencia la rueda posterior:

⁵⁹ Referencia: MAVESA;

⁶⁰ Referencia: MAVESA, plano del camión Hino dutro mm

$$\sum M_p = 0$$

$$-W_c(2.4) + N_d(3.4) = Q(x + 1.56)$$

$$x = \frac{W_c(2.4) - N_d(3.4)}{Q} - 1.56$$

$$N_d \rightarrow 0 \text{ (Para que se voltée el camión)}$$

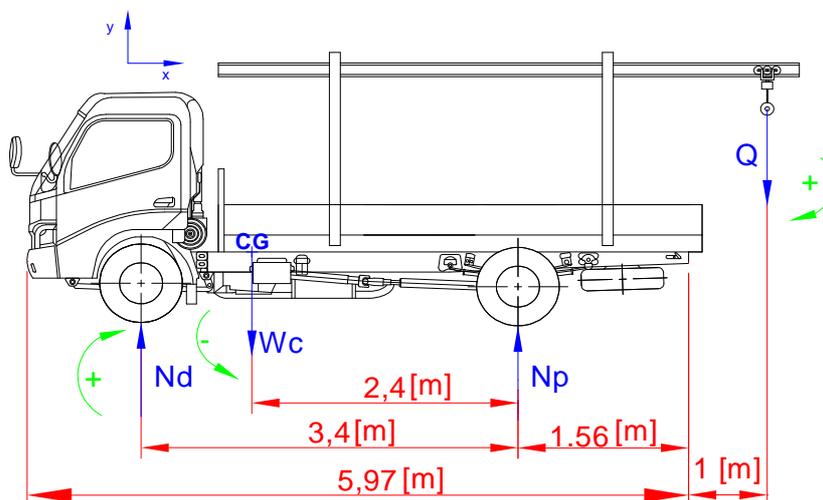
$$x = \frac{W_c(2.4)}{Q} - 1.56$$

$$x = \frac{2.58[\text{ton}](2.4[\text{m}])}{2[\text{ton}]} - 1.56[\text{m}]$$

$$x = 1.54[\text{m}]$$

De acuerdo a la ordenanza municipal, la distancia permisible para vehículos de carga liviana⁶¹ es de un metro; por lo que, este valor está fuera de los parámetros indicados. Entonces se determina que la distancia definitiva del voladizo de la viga será $x = 1[\text{m}]$. Con esta distancia se determina la carga máxima que el camión podrá levantar, usando las características que se indican en el Gráfico 4.27.

Diagrama cuerpo libre camión recolector⁶².



Se analizan los momentos considerando como punto de referencia la rueda posterior y se tiene:

⁶¹ Referencia: Ordenanza Municipal No.- 147

⁶² Referencia: MAVESA, plano del camión Hino dutro mm



$$\sum M_p = 0$$

$$-W_c(2.4) + N_d(3.4) = Q(x + 1.56)$$

$$Q = \frac{W_c(2.4) - N_d(3.4)}{x + 1.56}$$

$N_d \rightarrow 0$ (Para que se voltée el camión)

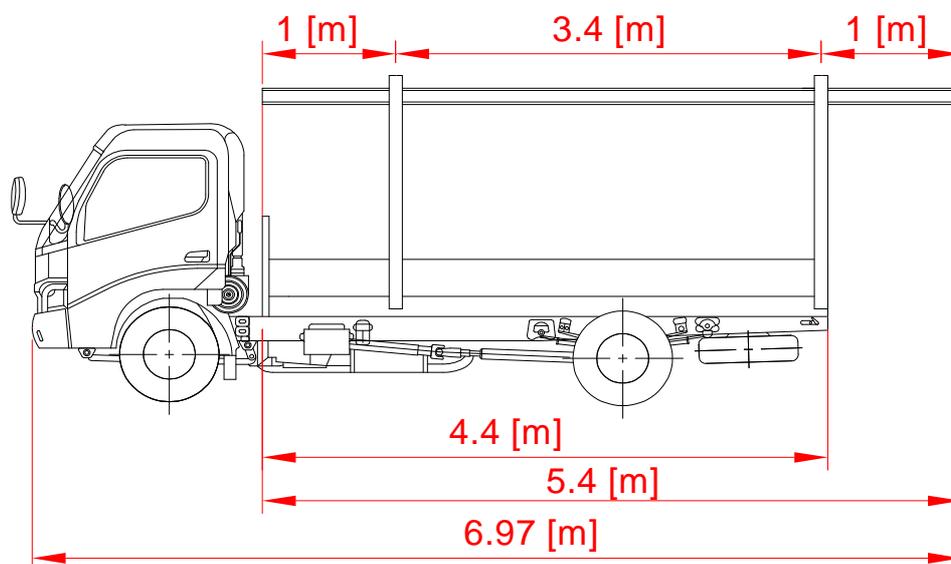
$$Q_{\max} = \frac{W_c(2.4)}{x + 1.56}$$

$$Q_{\max} = \frac{2.58[\text{ton}][2.4[\text{m}]]}{2.56[\text{m}]}$$

$$Q_{\max} = 2.42[\text{ton}]$$

La disposición definitiva de los pórticos es la que se muestra en el Gráfico 4.28:

Ubicación definitiva de los pórticos



10.2.7.4. Diseño de la viga

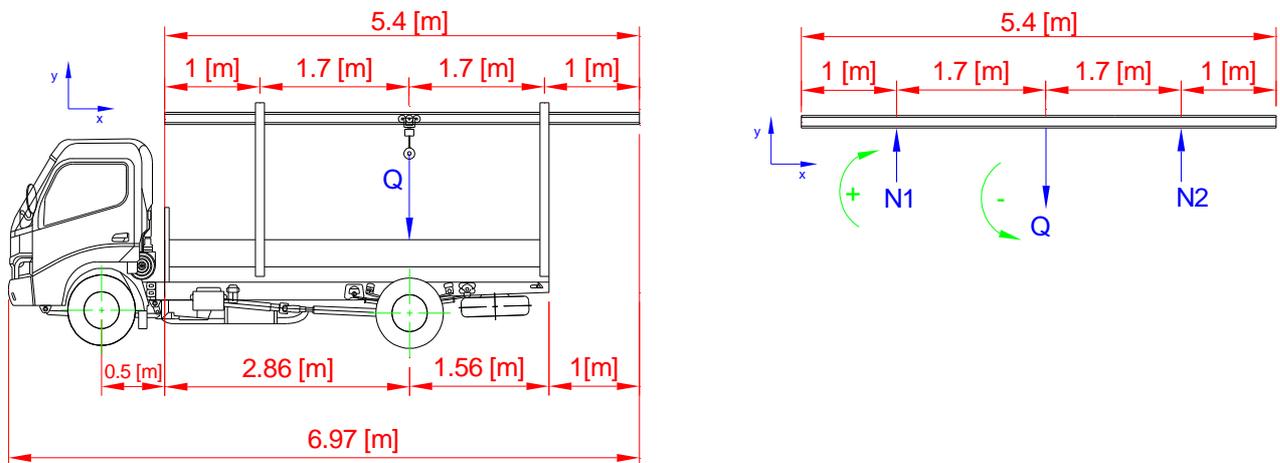
La viga atravesará todo el largo de la plataforma y tendrá un voladizo, estará apoyada sobre dos pórticos, los cuales se encuentran soldados al sobre bastidor. Las dimensiones de la plataforma⁶³ son: largo 4.4 [m] y ancho 2.1 [m]. Se debe tener en cuenta que el carrito rueda a lo largo de la viga, lo que hace que la carga se convierta en carga viva y sea necesario analizarla cuando se encuentre en diferentes puntos de la viga, con la finalidad de determinar la posición crítica para su dimensionamiento. Se determinan dos puntos de análisis; uno cuando el carrito se encuentre transportando la caja de acopio llena de chatarra y se ubique en la mitad de la viga, entre los dos pórticos. El segundo punto a analizar es cuando el carrito se encuentre en el extremo de la viga, en el voladizo, levantando la caja llena de chatarra.

10.2.7.4.1. Análisis de la viga con la carga en la mitad

En el primer caso se tiene el carrito en el medio de la viga, entre los dos pórticos. El diagrama de fuerzas será el del Gráfico 4.29:

⁶³ Referencia: SEMACAR proforma

Diagrama de cuerpo libre de la viga con carga en la mitad



Se realiza el análisis estático para determinar las reacciones y luego construir el diagrama de momentos:

$$\sum F_y = 0$$

$$N_1 + N_2 = Q$$

$$N_2 = Q - N_1$$

$$\sum M_2 = 0$$

$$N_1 \cdot (1.8) - Q \cdot (0.9) = 0$$

$$2N_1 = Q$$

$$N_1 = \frac{Q}{2} = 1 \text{ [ton]}$$

Como:

$$N_2 = Q - N_1$$

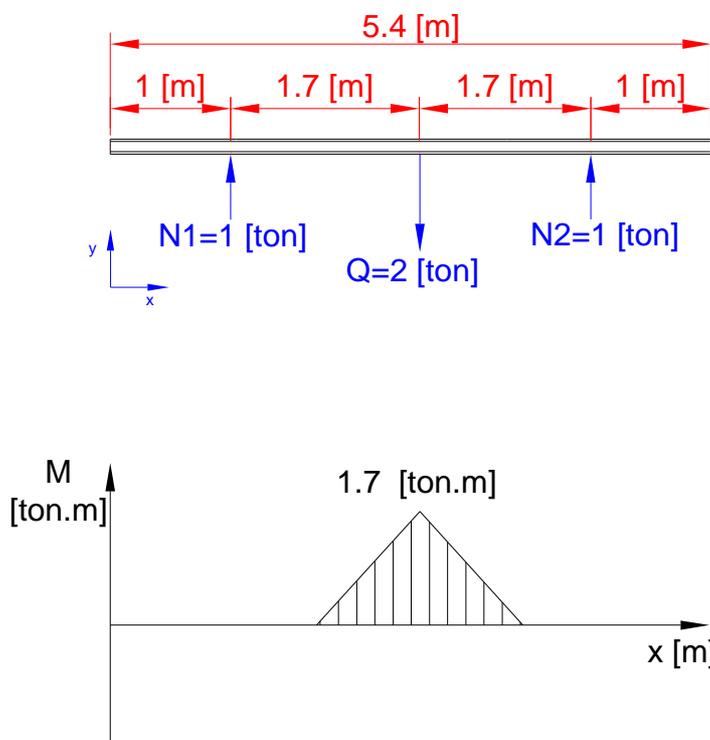
$$N_2 = 2 - (1)$$

$$N_2 = 1 \text{ [ton]}$$

Una vez determinados estos valores, se construye el diagrama de momentos⁶⁴ que se indica en el Gráfico 4.30:

⁶⁴ Referencia: SHIGLEY Diseño en ingeniería mecánica, Sexta Edición, página. 1191 [Tabla E-9]

Diagrama de momentos de la viga con carga intermedia



Se tiene que el momento máximo es $M_{\max} = 1.7$ [ton-m], valor con el que se dimensiona la viga. De las teorías de falla se sabe que el esfuerzo máximo es igual a:

$$\sigma_{\max} = \frac{[\sigma_{\text{permisible}}]}{n} \quad [\text{Ec 4.2}]$$

Donde:

n: es el factor de seguridad asociado a la aplicación. Para el caso de las partes del recolector se diseñará con factor de seguridad⁶⁵ $n = 1.5$.

El esfuerzo para flexión viene definido por:

⁶⁵ Referencia: SHIGLEY Diseño en ingeniería mecánica, Sexta Edición, página. 25 [Factores de seguridad, Tabla 1.1]

EQ 4.1 Referencia: SHIGLEY Diseño en ingeniería mecánica, Sexta Edición.

EQ 4.2 Referencia: SHIGLEY Diseño en ingeniería mecánica, Sexta Edición.

$$\sigma_{\text{flexión}} = \frac{M_{\text{max}} \cdot C}{I} = \frac{M_{\text{max}}}{I/C} = \frac{M_{\text{max}}}{W_p} \quad [\text{Ec 4.2}]$$

Donde W_p es el momento polar de inercia. Utilizando las dos ecuaciones se tiene entonces:

$$\sigma = \frac{M_{\text{max}}}{W_p} = \frac{[\sigma_{\text{permisible}}]}{n}$$

Se despeja el momento polar de inercia y la ecuación a utilizar es:

$$W_p = \frac{M_{\text{max}} \cdot n}{[\sigma_{\text{permisible}}]} \quad [\text{Ec 4.3}]$$

En la tabla de características⁶⁶ de los materiales disponibles en el mercado, se selecciona el perfil que tenga un valor igual o mayor que el momento polar de inercia calculado.

Para el caso de la viga se tiene que el momento máximo es $M_{\text{max}} = 1.7$ [ton-m] mediante la Ecuación 4.3 se determina el momento polar de inercia:

$$\begin{aligned} W_p &= \frac{M_{\text{max}} \cdot n}{[\sigma_{\text{permisible}}]} \\ W_p &= \frac{1700[\text{kgf} \cdot \text{m}] \cdot 1.5}{2.5 \times 10^7 \left[\frac{\text{Kgf}}{\text{m}^2} \right]} \\ W_p &= 10.2 \times 10^{-5} \text{m}^3 \\ W_p &= 102 \text{cm}^3 \end{aligned}$$

De acuerdo a la tabla de vigas tipo I disponibles en el mercado, se usará la viga: IPE - 160 , cuyo momento polar de inercia es de 108.66 cm³. Se comprueba utilizando este valor y se calcula el nuevo factor de seguridad.

⁶⁶ Propiedades de materiales de Centro Acero S.A. ver anexo 4.6 y 4.7

$$n = \frac{[\sigma_{\text{permisible}}]}{\frac{M_{\text{max}}}{W_p}}$$

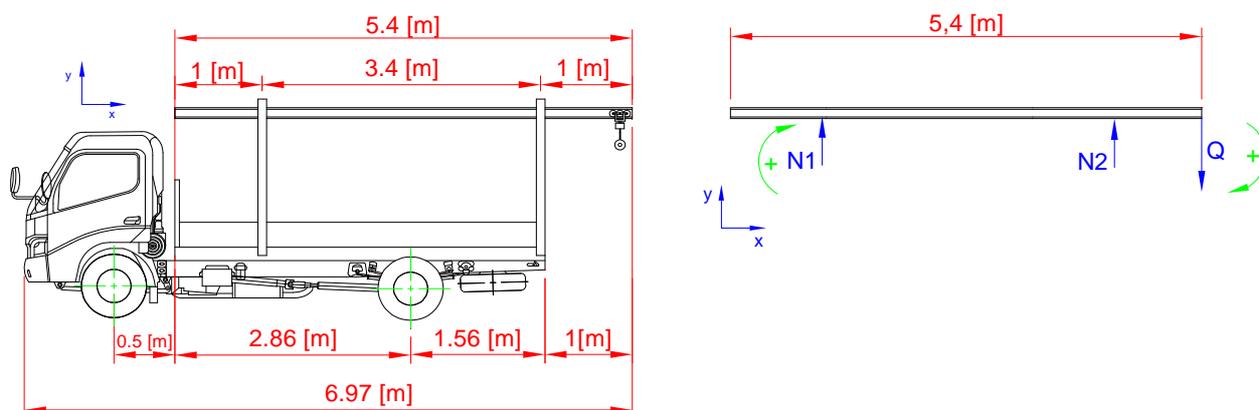
$$n = \frac{2.5 \times 10^7 \left[\frac{\text{Kgf}}{\text{m}^2} \right]}{\frac{1700 [\text{kgf} \cdot \text{m}]}{10.8 \times 10^{-5} [\text{m}^3]}}$$

$$n = 1.59$$

10.2.7.4.2. Análisis de la viga con la carga en el voladizo

Para este caso se considera que la carga se encuentra en el extremo de la viga en el momento de levantar la caja. El diagrama de cuerpo libre se muestra a continuación en el Gráfico 4.31:

Diagrama de cuerpo libre de la viga



Se analizan las fuerzas y los momentos para determinar las reacciones que ejercen los soportes sobre la viga, se construye también el diagrama de momentos y se dimensiona la viga:

$$\sum F_y = 0$$

$$N_1 + N_2 = Q$$

$$N_2 = Q - N_1$$

$$\sum M_2 = 0$$

$$N_1 \cdot (3.4) + Q \cdot (1) = 0$$

$$N_1 = \frac{-Q}{3.4}$$

$$N_1 = -0.59 \text{ [ton]}$$

Como:

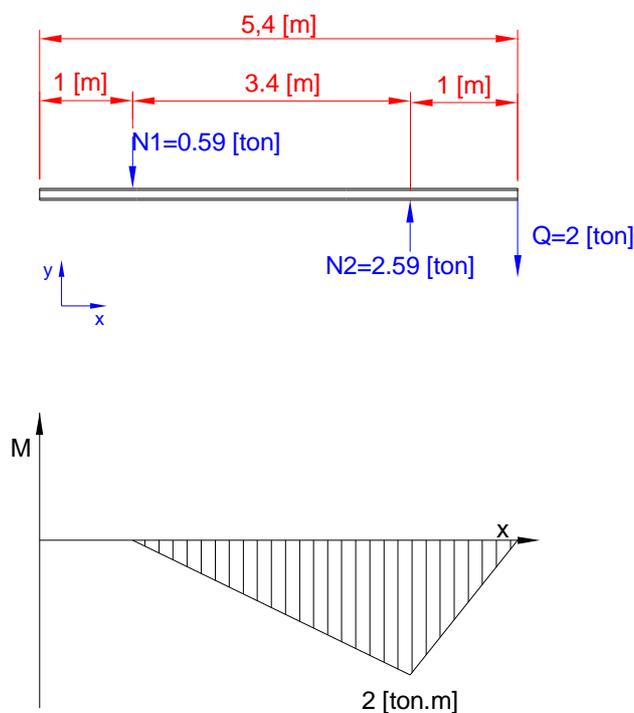
$$N_2 = Q - N_1$$

$$N_2 = 2 - (-0.59)$$

$$N_2 = 2.59 \text{ [ton]}$$

El diagrama de cuerpo libre y el diagrama de momentos⁶⁷ resulta como se indica en el Gráfico 4.32:

diagrama de momentos de la viga



Se tiene que el momento máximo es $M_{\max} = 2 \text{ [ton} \cdot \text{m]}$, con este valor se procede a dimensionar la viga. Mediante la Ecuación 4.3 se determina el momento polar de inercia:

$$W_p = \frac{M_{\max} \cdot n}{[\sigma_{\text{permisible}}]}$$

$$W_p = \frac{2000[\text{kgf} \cdot \text{m}] \cdot 1.5}{2.5 \times 10^7 \left[\frac{\text{Kgf}}{\text{m}^2} \right]}$$

$$W_p = 12 \times 10^{-5} \text{ m}^3$$

$$W_p = 120 \text{ cm}^3$$

⁶⁷ Referencia: SHIGLEY Diseño en ingeniería mecánica, Sexta Edición, página 1193 [Diagrama de momentos y cortante, Tabla E-9]

Se va a utilizar la viga: IPE A 180, cuyo momento polar de inercia es de 120.08 [cm³]. Se comprueba utilizando este valor calculando el nuevo factor de seguridad.

$$n = \frac{[\sigma_{\text{permisible}}]}{\frac{M_{\text{max}}}{W_p}}$$

$$n = \frac{2.5 \times 10^7 \left[\frac{\text{Kgf}}{\text{m}^2} \right]}{\frac{3600[\text{kgf} \cdot \text{m}]}{12.08 \times 10^{-5} [\text{m}^3]}}$$

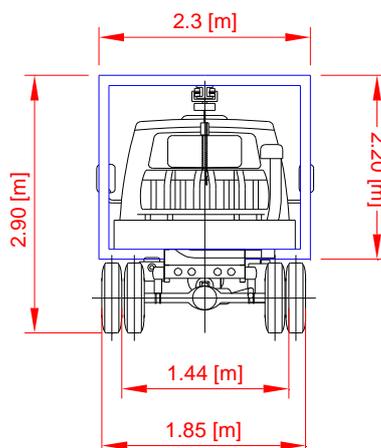
$$n = 1.50$$

Del análisis de los dos posibles casos, se puede concluir que el momento crítico de la viga es cuando la carga se encuentra en el extremo de la misma, ya en el análisis de este parámetro se obtuvo una viga de mayores dimensiones. Finalmente se establece que la viga a utilizar es la IPE A 180.

10.2.7.5. Diseño de los pórticos

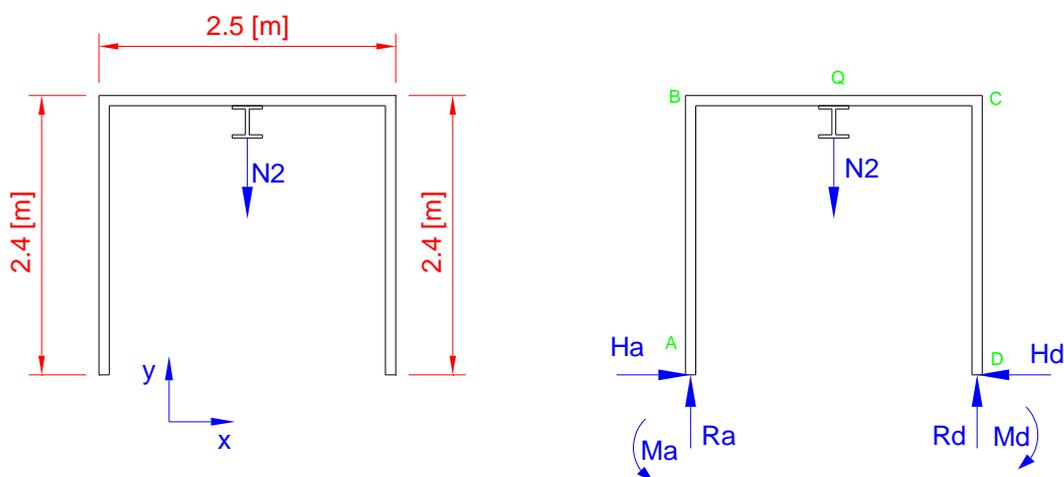
Una vez dimensionada la viga principal se dimensionan los pórticos que la soportan. Dichos pórticos están distribuidos de tal manera que no se cruzarán con los componentes del camión. Partiendo del análisis del punto crítico de carga, cuando se encuentra en el voladizo, se toman los valores de las reacciones. Para el dimensionamiento de los pórticos se utiliza la de mayor valor, valor correspondiente a N₂.

Vista posterior del pórtico



El diagrama de cuerpo libre del pórtico se muestra en el Gráfico 4.34, se calculan los valores de las reacciones y se construye el diagrama de momentos⁶⁸:

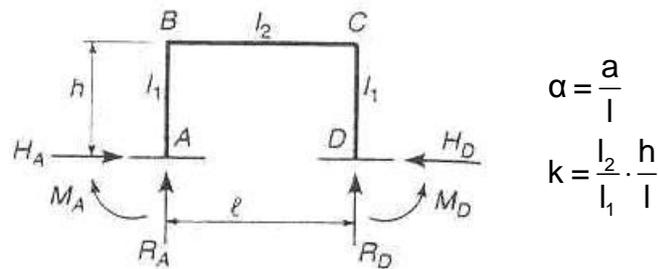
Análisis del pórtico completo y parte a analizar



Para la resolución del pórtico se utilizan las siguientes ecuaciones⁶⁹:

⁶⁸ Referencia: GOULET J, BOUTIN J, Prontuario de resistencia de materiales, Segunda Edición, Thomson Editores, España 2001. Página 148 [Pórtico con pilares empotrados.]

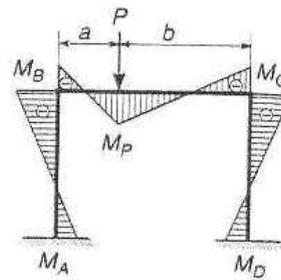
Para carga concentrada:



$$R_A = P(1-\alpha) \frac{6k+1+\alpha-2\alpha^2}{6k+1}$$

$$R_D = P\alpha \frac{6k+3\alpha-2\alpha^2}{6k+1}$$

$$H_A = H_D = \frac{3Pab}{2hl(k+2)}$$



$$M_A = \frac{Pab}{2l} \times \frac{5k-1+2\alpha(k+2)}{(k+2)(6k+1)}$$

$$M_D = \frac{Pab}{2l} \times \frac{3+7k-2\alpha(k+2)}{(k+2)(6k+1)}$$

$$M_D = M_A - Hh$$

$$M_C = M_D - Hh$$

$$M_P = M_A - Hh + R_A a$$

$$\text{Si } a = b = \frac{l}{2}$$

$$R_A = R_D = \frac{P}{2}$$

$$H_A = H_D = \frac{3Pl}{8h(k+2)}$$

Se resuelven las incógnitas para construir el diagrama de momentos, obteniendo los siguientes valores para las reacciones y momentos⁷⁰, en los diferentes puntos del pórtico.

⁶⁹ Referencia: GOULET J, BOUTIN J, Prontuario de resistencia de materiales, Segunda Edición, Thomson Editores, España 2001. Página 148 [Pórtico con pilares empotrados.]

⁷⁰ Referencia: GOULET J, BOUTIN J, Prontuario de resistencia de materiales, Segunda Edición, Thomson Editores, España 2001. Página 148 [Pórtico con pilares empotrados.] Ver Anexo 4.8.

$$R_a = R_d = 1.295 \text{ [ton]}$$

$$H_a = H_d = 0.342 \text{ [ton]}$$

$$M_a = 0.273 \text{ [ton} \cdot \text{m]}$$

$$M_d = 0.273 \text{ [ton} \cdot \text{m]}$$

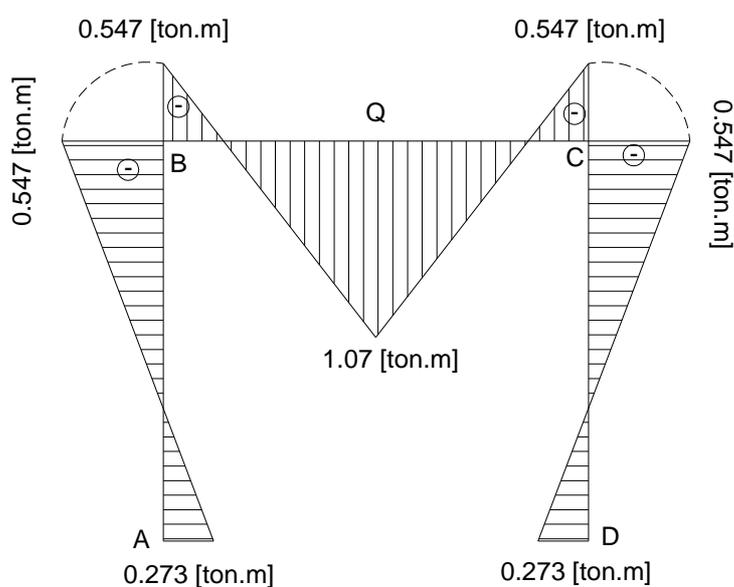
$$M_b = -0.547 \text{ [ton} \cdot \text{m]}$$

$$M_c = -0.547 \text{ [ton} \cdot \text{m]}$$

$$M_q = 1.07 \text{ [ton} \cdot \text{m]}$$

Con estos valores se construye el respectivo diagrama de momentos correspondiente al pórtico, el mismo que se indica en el Gráfico 4.35:

Diagrama de momentos del pórtico



El resultado del momento máximo es de $M_{\max} = 1.07 \text{ [ton} \cdot \text{m]}$, con este valor se dimensiona la viga, encontrando el momento polar de inercia mediante la Ecuación 4.3:

$$W_p = \frac{M_{\max} \cdot n}{[\sigma_{\text{permissible}}]}$$

$$W_p = \frac{1070[\text{kgf} \cdot \text{m}] \cdot 1.5}{2.5 \times 10^7 \left[\frac{\text{Kgf}}{\text{m}^2} \right]}$$

$$W_p = 6.42 \times 10^{-5} \text{m}^3$$

$$W_p = 64.20 \text{cm}^3$$

De acuerdo a los productos disponibles en el mercado⁷¹, se selecciona el perfil G200x50x15x4, cuyo momento polar de inercia es de 65.10 cm³. Se comprueba utilizando este valor y determinando el nuevo factor de seguridad.

$$n = \frac{[\sigma_{\text{permissible}}]}{\frac{M_{\max}}{W_p}}$$

$$n = \frac{2.5 \times 10^7 \left[\frac{\text{Kgf}}{\text{m}^2} \right]}{\frac{1070[\text{kgf} \cdot \text{m}]}{6.51 \times 10^{-5} [\text{m}^3]}}$$

$$n = 1.52$$

Finalmente se calcularán los brazos que sujetan el pórtico con el sobre bastidor. Para facilitar la construcción y el montaje de los pórticos, se utilizará este mismo tipo de perfil utilizado para el pórtico.

Los brazos sujetadores soportan momentos flectores menores que los del pórtico; su momento máximo es: $M_{\max} = 0.273 [\text{ton} \cdot \text{m}]$. Con este momento el factor de seguridad aumentará ineludiblemente, garantizando el funcionamiento de los brazos. Se recalcula el factor de seguridad para verificar su valor; si dicho valor es mayor que 1.5, el perfil seleccionado cumplirá a cabalidad su función:

⁷¹ Referencia: Centro Acero, Especificaciones de productos <http://www.centroacero.com.ec/perfiles/correasc.xls>

$$n = \frac{[\sigma_{\text{permisible}}]}{\frac{M_{\text{max}}}{W_p}}$$

$$n = \frac{2.5 \times 10^7 \left[\frac{\text{Kgf}}{\text{m}^2} \right]}{\frac{273[\text{kgf} \cdot \text{m}]}{6.5 \times 10^{-5} [\text{m}^3]}}$$

$$n = 5.5$$

10.2.7.6. Dimensionamiento de la caja de acopio

El principal factor para determinar las dimensiones de la caja de acopio es la cantidad de chatarra generada por las empresas proveedoras. Para el quinto año del proyecto dicha cantidad puede ser observada en la Tabla 4.6 de la página 111. Este valor es de 1.625 [^{Ton} /viaje]. Se conoce que el volumen de la caja se puede determinar mediante las dimensiones de la caja y a partir de los datos de masa y densidad:

$$V = L \cdot a \cdot h \quad \text{EQ 4.6}$$

$$V = \frac{\text{Cap}_{(\text{masa})}}{\rho_{\text{acero}}} \quad \text{EQ 4.7}$$

Igualando las ecuaciones EQ 4.6 y EQ 4.7 se tiene:

$$L \cdot a \cdot h = \frac{\text{Cap}_{(\text{masa})}}{\rho_{\text{acero}}} \cdot \frac{1}{f}$$

Donde:

V: volumen del recipiente [m³].

l: largo del recipiente [m].

a: ancho del recipiente [m].

h: altura del recipiente [m].

Cap: capacidad de carga neta del recipiente [ton].

ρ_{acero} : densidad del acero [7.82 ton/m³].

f: factor de espacio comprendido entre cero y uno.

Se ha considerado un factor de espacio (f) debido a que la chatarra no es un material compacto, ya que por a su forma e irregularidades, siempre van a existir espacios intermedios vacíos al interior de la caja. Con el uso del mencionado factor se garantiza que la caja no va a ser demasiado pequeña en caso de que existieran espacios demasiado grandes. Se asumirán las distancias del ancho y del largo de la base de la caja de acopio, convirtiéndose la altura en la variable a determinar. Estas distancias deben optimizar el tamaño de manera que la caja sea compatible con los demás elementos del camión recolector. El ancho de la caja tiene que ser un valor que no sobrepase la distancia determinada para el voladizo como único limitante y el ancho que no sobrepase el ancho de la plataforma definida en 2 [m].

Las distancias a utilizar son: ancho a = 0.7 [m]. y largo L = 1 [m]. El factor de espacio f = 0.5. Con lo que se calcula la altura de la caja:

$$h = \frac{1.625 \text{ [Ton]}}{1 \text{ [m]} \times 0.70 \text{ [m]}} \times \frac{1}{7.82 \left[\frac{\text{ton}}{\text{m}^3} \right]} \times \frac{1}{0.5} = 0.59 \text{ [m]}$$

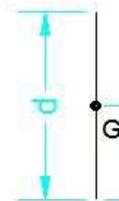
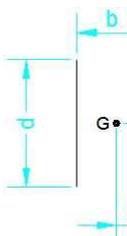
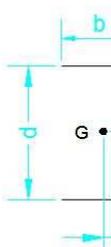
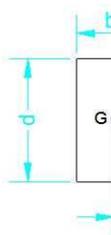
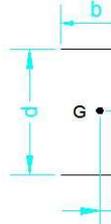
La altura de la caja de acopio será de 0.6 [m].

10.2.7.7. Diseño de las soldaduras

Una vez que se han seleccionado los perfiles para los pórticos y la viga, es necesario calcular las soldaduras con las que van a ir unidos estos elementos. Para el cálculo de las uniones permanentes o soldadas es necesario determinar la altura del filete, o el largo del cordón de la soldadura para las soldaduras a tope. Se debe analizar en primer lugar el tipo de esfuerzos a los que está sometida la junta a soldar, los mismos que pueden ser: de tracción, de compresión, torsión o de flexión.

En el caso de las soldaduras de los elementos del camión recolector, todas se encuentran bajo los efectos de esfuerzos flectores, además que dichas soldaduras son soldaduras de filete; por lo que se determinará la altura del filete necesario. Una vez que se ha definido el tipo de esfuerzo que soporta la junta, se procede a definir las propiedades del cordón de soldadura de acuerdo a su forma. En la Tabla 4.47 se muestran diferentes formas para juntas de soldadura, además se indican las fórmulas para calcular las propiedades de la misma.

Tabla 72. Propiedades a la flexión de soldaduras de filete⁷²

10.2.7.7.1. Soldadura a	10.2.7.7.2. Área de la garganta	10.2.7.7.3. ubi cación de G	10.2.7.7.4. Segundo momento del área unitaria
10.2.7.7.5. 	10.2.7.7.6. $A = 0.707 h$	10.2.7.7.7. $\bar{x} =$ $\bar{y} =$	10.2.7.7.8. $I_u = \frac{d^3}{12}$
10.2.7.7.9. 	10.2.7.7.10. $A = 1.414 l$	10.2.7.7.11. $\bar{x} =$ $\bar{y} =$	10.2.7.7.12. $I_u = \frac{d^3}{6}$
10.2.7.7.13. 	10.2.7.7.14. $A = 1.414 l$	10.2.7.7.15. $\bar{x} =$ $\bar{y} =$	10.2.7.7.16. $I_u = \frac{bd^2}{2}$
10.2.7.7.17. 	10.2.7.7.18. $A = 0.707 l$	10.2.7.7.19. $\bar{x} =$ $\bar{y} =$	10.2.7.7.20. $I_u = \frac{d^2}{12}(6b+d)$
10.2.7.7.21. 	10.2.7.7.22. $A = 0.707 l$	10.2.7.7.23. $\bar{x} =$ $\bar{y} =$	10.2.7.7.24. $I_u = \frac{2d^3}{3} - 2d^2\bar{y}$

[Fuente: SHIGLEY, J., Diseño en Ingeniería Mecánica]

⁷² Referencia: SHIGLEY Diseño en ingeniería mecánica, Sexta Edición, página 549 [Tabla 9-3]

Dependiendo de la forma del cordón de soldadura se determina el segundo momento del área unitaria, parámetro que permitirá determinar la inercia del cordón de soldadura. El momento de inercia del cordón de soldadura es:

$$I = 0.707 \times I_u \quad [\text{Ec 4.4}]^{73}$$

Donde I_u : es el segundo momento del área unitaria.

Con el valor de la inercia se determina el momento cortante que actúa sobre la garganta de soldadura dicho momento viene definido por:

$$\tau = \frac{Mc}{I} \quad [\text{Ec 4.5}]$$

De acuerdo a las teorías de falla, este momento debe ser menor que el momento admisible de los cordones de soldadura, el cual depende del electrodo que se usa en la aplicación. Los esfuerzos permisibles por el código AISC para el metal de aporte para juntas sometidas a esfuerzos cortantes son:

$$[\tau] = 0.4 \times S_y \quad [\text{Ec 4.6}]$$

EQ 4.4: Referencia: SHIGLEY Diseño en ingeniería mecánica, Sexta Edición, Capítulo 9, Página. 548.

EQ 4.5: Referencia: SHIGLEY Diseño en ingeniería mecánica, Sexta Edición, Capítulo 9, Página. 551.

EQ 4.6: Referencia: SHIGLEY Diseño en ingeniería mecánica, Sexta Edición, Capítulo 9, Página. 551.

Donde S_y es el límite elástico del material de aporte; este valor, vendrá por el electrodo a utilizar, en la siguiente tabla se resumen las propiedades de algunos electrodos.

Tabla 73. Propiedades mínimas del metal de aporte

10.2.7.7.25. Número de electrodo AWS	10.2.7.7.26. Resistencia a tensión S_{ut}	10.2.7.7.27. Límite elástico S_y	10.2.7.7.28. Elongación n
	10.2.7.7.29. [MPa]	10.2.7.7.30. [MPa]	10.2.7.7.31. [%]
10.2.7.7.32. E60xx	10.2.7.7.33. 427	10.2.7.7.34. 345	10.2.7.7.35. 17-25
10.2.7.7.36. E70xx	10.2.7.7.37. 482	10.2.7.7.38. 393	10.2.7.7.39. 22
10.2.7.7.40. E80xx	10.2.7.7.41. 551	10.2.7.7.42. 462	10.2.7.7.43. 19
10.2.7.7.44. E90xx	10.2.7.7.45. 620	10.2.7.7.46. 531	10.2.7.7.47. 14-17
10.2.7.7.48. E100xx	10.2.7.7.49. 689	10.2.7.7.50. 600	10.2.7.7.51. 13-16
10.2.7.7.52. E120xx	10.2.7.7.53. 827	10.2.7.7.54. 737	10.2.7.7.55. 14

[Fuente: SHIGLEY, J. Diseño en Ingeniería Mecánica]

En el caso del camión recolector las soldaduras se realizarán con electrodos del tipo E60XX, para los cuales se tiene que $S_y = 345$ [MPa]. Ahora se determina la ecuación para encontrar la altura del filete en las juntas.

$$\tau = \frac{Mc}{I}$$

$$[\tau] = 0.4 \times S_y$$

$$0.4 \times S_y = \frac{Mc}{I}$$

$$I = 0.707 \cdot h \cdot I_u$$

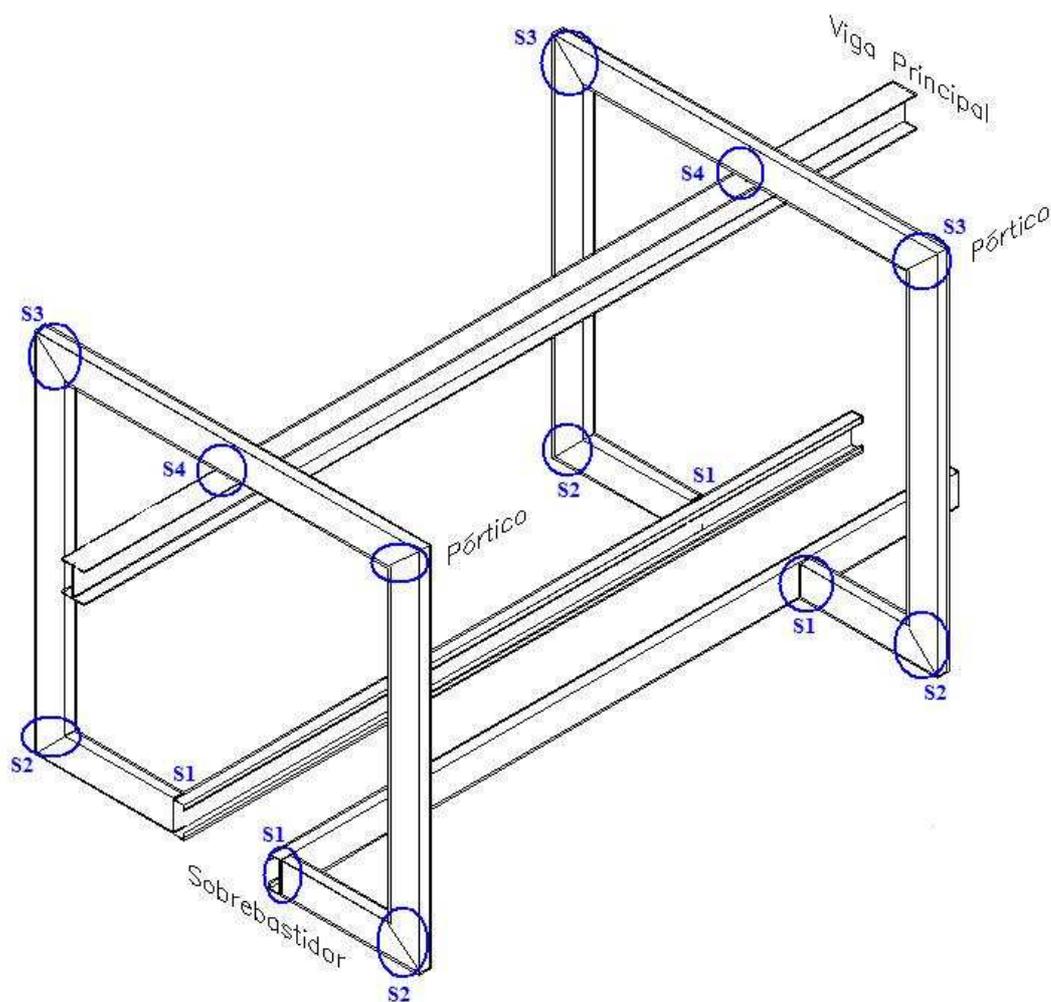
$$0.4 \times S_y = \frac{Mc}{0.707 \cdot h \cdot I_u} \quad [\text{EQ 4.7}]$$

$$h = \frac{Mc}{0.707 \cdot (0.4) \cdot S_y \cdot I_u}$$

$$h = \frac{Mc}{0.2828 \cdot S_y \cdot I_u} \quad [\text{EQ 4.8}]$$

Mediante esta ecuación se determinarán las alturas de los cordones de soldaduras de la estructura del camión recolector. Debido a la simetría de los pórticos las soldaduras serán iguales, de igual manera sucede en la viga, por lo que las soldaduras a calcular son las que se muestran en el Gráfico 4.36⁷⁴:

Soldaduras de la alternativa a calcular.



En las circunferencias del Gráfico 4.36 se indica la ubicación de la soldadura, la cual está acompañada de una leyenda que indica su tipo. Se observa que

EQ 4.7: Referencia: SHIGLEY Diseño en ingeniería mecánica, Sexta Edición, Capítulo 9, Página. 548.

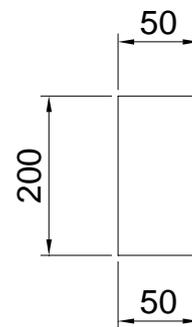
EQ 4.8: Referencia: SHIGLEY Diseño en ingeniería mecánica, Sexta Edición, Capítulo 9, Página. 551.

existen soldaduras repetidas, las mismas que se calcularán una sola vez, debido a la simetría existente en las partes que conforman la estructura. La leyenda del Gráfico 4.36 se define a continuación:

- S1: Soldadura entre el sobrestador y el acople del pórtico al sobrestador.
- S2: Soldadura entre el acople al sobrestador y la columna del pórtico.
- S3: Soldadura entre la columna y la viga del pórtico .
- S4. Soldadura de la viga principal al pórtico.

Para las soldaduras S1, se tiene las siguientes propiedades.

- Forma y dimensiones del cordón de soldadura:
- Momentos máximo: $M = 273$ [kgf-m]
- Segundo momento del área unitaria: $I_u = \frac{d^2}{12}(6b+d)$



Utilizando la ecuación 4.8 se tiene que la altura para el cordón de soldadura es:

$$h = \frac{Mc}{0.2828 \cdot S_y \cdot I_u}$$

$$h = \frac{273[\text{kgf} \cdot \text{m}] \cdot \frac{0.2}{2}[\text{m}]}{0.2828 \cdot 3.45 \times 10^7 [\text{kgf}/\text{m}^2] \cdot 1.666 \times 10^{-3} [\text{m}^3]}$$

$$h = 1.68 \times 10^{-3} [\text{m}]$$

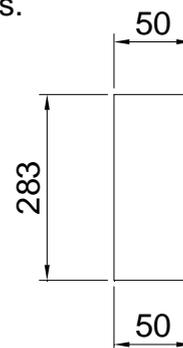
$$h \approx 1.7 [\text{mm}]$$

Para las soldaduras S2 y S3, se tiene las siguientes propiedades.

- Forma y dimensiones del cordón de soldadura:

- Momentos máximo: $M = 547$ [kgf-m]

- Segundo momento del área unitaria: $I_u = \frac{d^2}{12}(6b+d)$



Utilizando la ecuación 4.8 se tiene que la altura para el cordón de soldadura es:

$$h = \frac{Mc}{0.2828 \cdot S_y \cdot I_u}$$

$$h = \frac{547[\text{kgf} \cdot \text{m}] \cdot \frac{0.283}{2}[\text{m}]}{0.2828 \cdot 3.45 \times 10^7 [\text{kgf}/\text{m}^2] \cdot 3.891 \times 10^{-3} [\text{m}^3]}$$

$$h = 2.04 \times 10^{-3} [\text{m}]$$

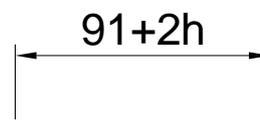
$$h \approx 2.1 [\text{mm}]$$

Finalmente para las soldaduras S4 que tiene estas propiedades.

- Forma y dimensiones del cordón de soldadura:

- Momentos máximo: $M = 2000$ [kgf-m]

- Segundo momento del área unitaria: $I_u = \frac{d^3}{12}$



Utilizando la ecuación 4.7 se tiene que la altura para el cordón de soldadura es:

$$0.4 \cdot S_y = \frac{M^{h/2}}{0.707 \cdot h \cdot \frac{(0.091+2h)^3}{12}}$$

$$S_y = 3.45 \times 10^7 [\text{kgf}/\text{m}^2]$$

$$M = 2000 [\text{kgf-m}]$$

Resolviendo la ecuación y despreciando las raíces negativas se obtiene la altura:

$$h = 8.07 \times 10^{-3} [\text{m}]$$

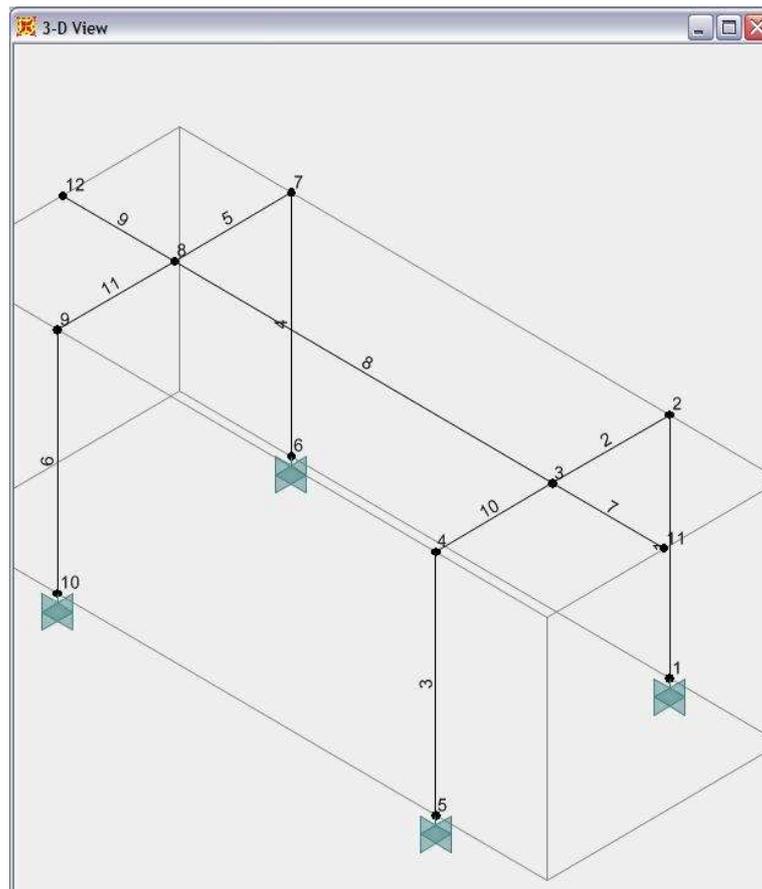
$$h = 8.1 [\text{mm}]$$

En el Anexo 4.9 de la página A50 se encuentran desarrollados los WPS para cada uno de los procesos de soldadura.

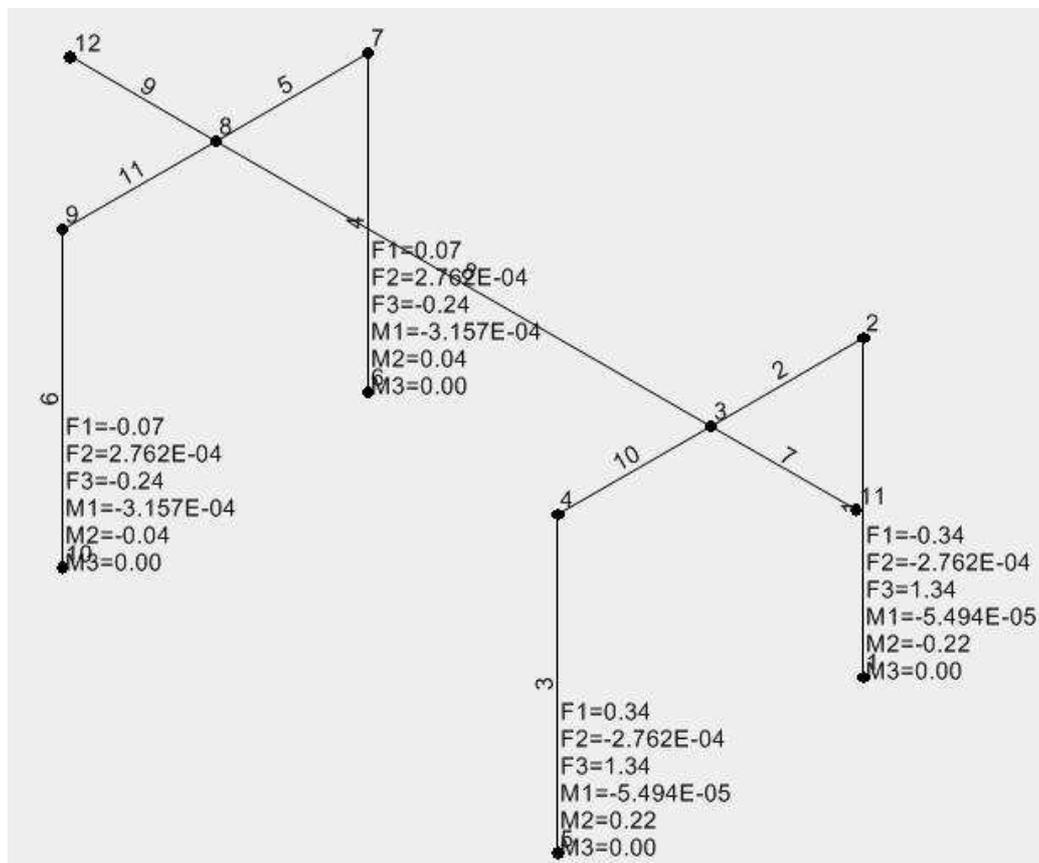
10.2.8. COMPROBACIÓN POR EL MÉTODO DE ELEMENTOS FINITOS

Mediante el uso del programa SAP 2000, se analizó la alternativa para el caso crítico, con la carga se encuentra en el voladizo. En los gráficos del 4.37 al 4.41 se muestran los diagramas calculados por el programa, y finalmente se realiza una síntesis comparativa de los datos calculados tradicionalmente versus los datos calculados por mencionado programa.

Esquema de la estructura



Reacciones en las uniones



Estructura deformada

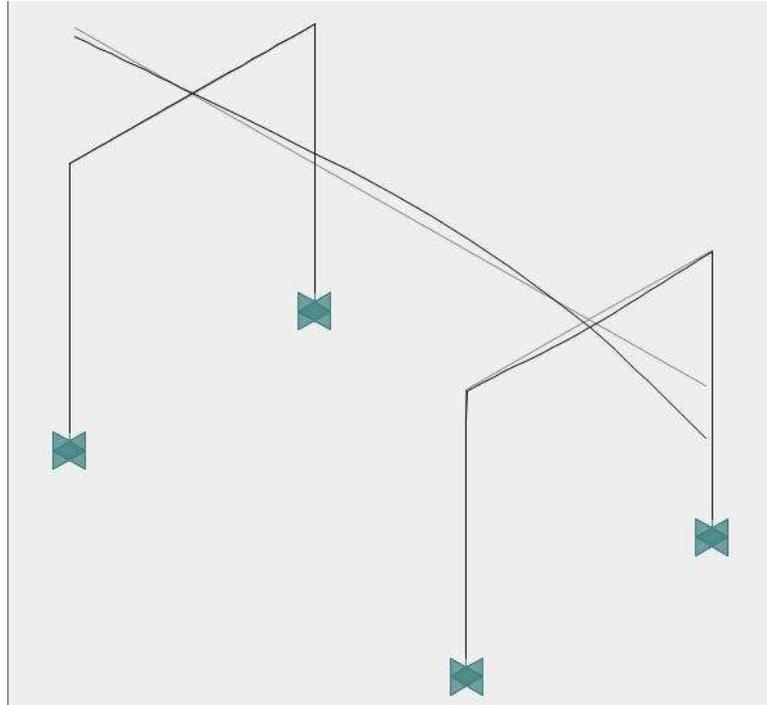


Diagrama de momentos cortantes en la estructura

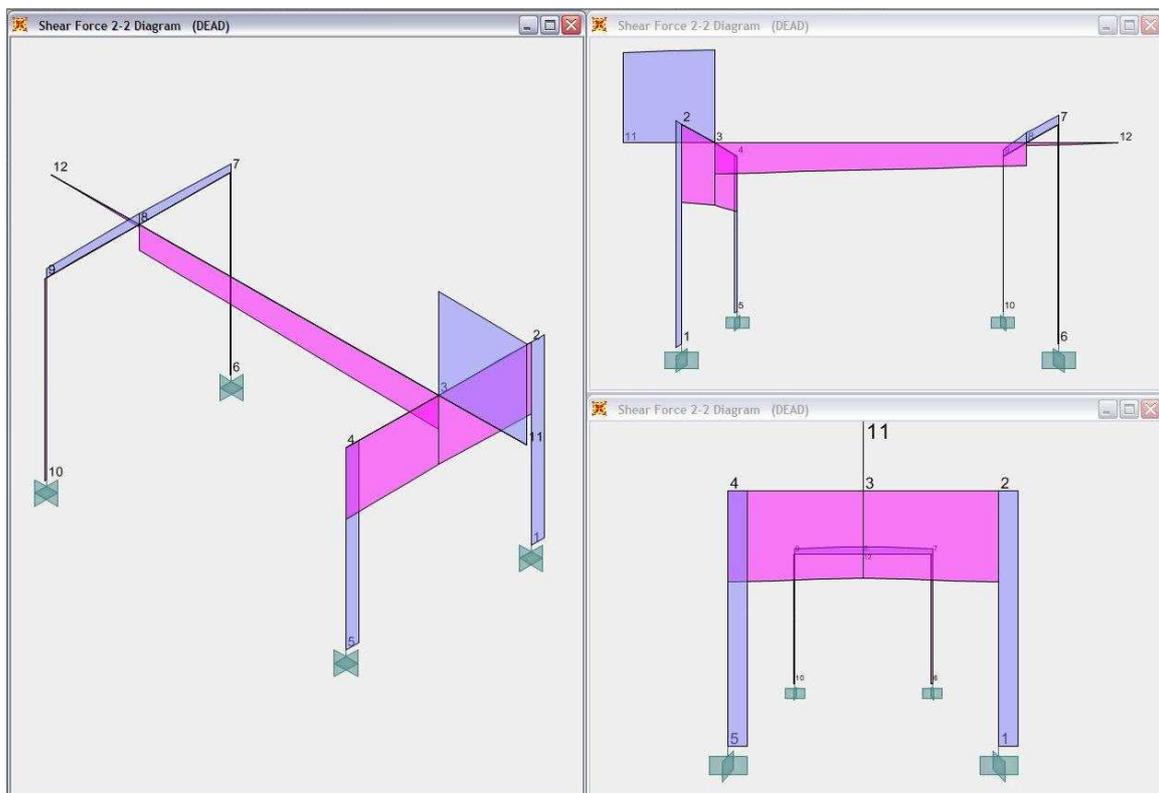
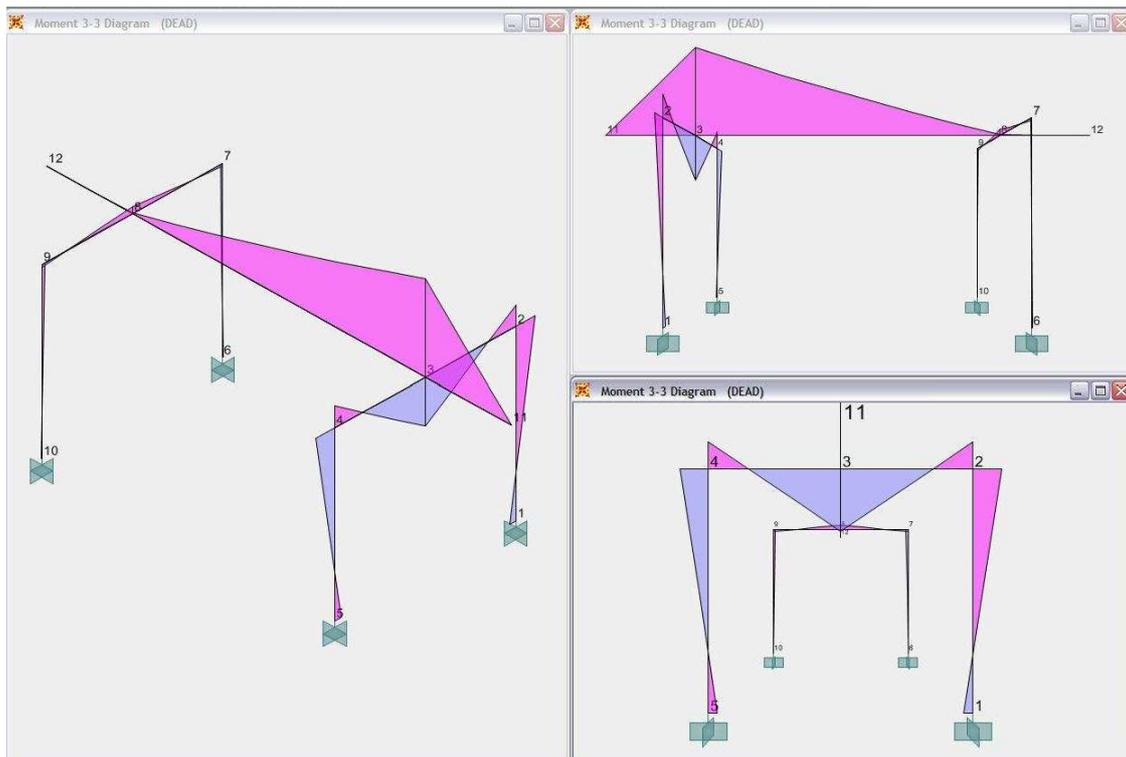


Diagrama de momentos flectores en la estructura



En los Gráficos 4.37 al 4.41, se tienen los valores de las reacciones y los respectivos diagramas de momentos de la estructura mediante el análisis por el método de elementos finitos. En el Anexo 4.9 de la página A50 se tienen tabulados los valores de los momentos máximos, las reacciones y demás variables de la estructura.

En el apartado 4.2.7.4.2 de la página 178, diseño de la viga, se calculó que el momento flector máximo de la viga es $M_{\max} = 2$ [Ton] y las reacciones en los apoyos sobre los pórticos $N_1 = 0.59$ [Ton] y $N_2 = 2.59$ [Ton]. Del Anexo 4.9 se tiene que el momento máximo para la viga y los valores de las reacciones en los apoyos sobre el pórtico son: $M_{\max} = 2$ [Ton]; $N_1 = 0.54$ [Ton]; $N_2 = 2.62$ [Ton].

En el apartado 4.2.7.5 de la página 180 se calcularon las reacciones y variables del pórtico, cuyos valores son:

$$R_a = R_d = 1.295 \text{ [ton]}$$

$$H_a = H_d = 0.342 \text{ [ton]}$$

$$M_a = 0.273 \text{ [ton} \cdot \text{m]}$$

$$M_d = 0.273 \text{ [ton} \cdot \text{m]}$$

$$M_b = -0.547 \text{ [ton} \cdot \text{m]}$$

$$M_c = -0.547 \text{ [ton} \cdot \text{m]}$$

$$M_q = 1.07 \text{ [ton} \cdot \text{m]}$$

Del análisis del programa por su parte se obtuvieron los valores que se muestran a continuación.

$$R_1 = R_5 = 1.34 \text{ [Ton]}$$

$$H_1 = H_5 = 0.34 \text{ [Ton]}$$

$$M_1 = M_5 = 0.22 \text{ [Ton} \cdot \text{m]}$$

$$M_2 = M_4 = 0.46 \text{ [Ton} \cdot \text{m]}$$

$$M_3 = 0.92 \text{ [Ton} \cdot \text{m]}$$

Los valores encontrados por el programa, no son idénticos a los calculados por el método convencional debido principalmente a que para asignar el tipo de material de los pórticos no hay perfiles G en la base de datos del programa, pero como comprobación se tiene una gran aproximación.

En el Gráfico 4.39 se muestra la estructura deformada, la deformación se muestra en una escala 400:1, la deformación máxima tiene un valor de: 0.45 [mm.].

10.2.9. COSTO DE LA ALTERNATIVA.

Los costos⁷⁵ de los componentes de la alternativa son:

Camión Hino dutro MM

Características: Capacidad 4.5 toneladas

Casa comercial: Teojama Comercial

Precio: 25760

Cajón para el camión

Características: Cajón con plataforma todo en acero, incluye protector de cabina, paredes plegables de acero, y el sobrebastidor.

Casa comercial: Semacar S.A.

Precio: 2744 usd.

Cajas para chatarra

Características: Cajas de acero con ruedas, refuerzos y sujetadores para levantarlas, tienen una capacidad de 1.75 toneladas

Cantidad necesaria: 9 cajas

Casa comercial: Semacar S.A.

Precio por caja: 224 usd.

Precio total: 2016 usd.

⁷⁵ Los precios de cada una de las partes ya incluyen impuestos.

Balanza colgante

Características: Balanza digital, de dos toneladas de capacidad, marca Mettler
Casa comercial: Sisbal S.A.
Precio: 654 usd.

Carrito (trolley)

Características: Capacidad dos toneladas, marca Kito
Casa comercial: Acero Comercial S.A.
Precio: 654 usd.

Cabria a cadena

Características: Capacidad dos toneladas, marca Kito
Casa comercial: Acero comercial S.A.
Precio: 392 usd.

Cadenas

Características: Cadenas de acero, con eslabones de diámetro 5 mm.
Cantidad: 6 metros
Casa comercial: CIVISA
Precio: 56 usd.

Pórticos

Características: Material acero A-36, perfil G200x50x15x4
Cantidad necesaria: 18 [metros] de perfil
Casa comercial: CIVISA
Precio por 6 [m]: 43
Precio total: 144

Viga Principal

Características:	Material acero A-36, perfil IPE – A – 180
Cantidad necesaria:	5.1 [metros] de viga
Casa comercial:	Centro Acero S.A.
Precio por 6 [m]:	157 usd.
Precio total:	157 usd.

Montaje

Características:	Ensamblaje de los pórticos y la viga, montaje en el sobrebastidor
Casa comercial:	ATYSEM
Precio:	448 [usd]

Para los imprevistos se considera un 15% del total, con excepción del camión, la plataforma, las cajas de acopio y la balanza. Con lo que el resumen de los costos es el indicado en la Tabla 4.49:

Tabla 74. Resumen de costos del diseño

10.2.9.1.1. <i>Rubro</i>	10.2.9.1.2. <i>Precio</i> [usd]	10.2.9.1.3. <i>Fuente</i>
10.2.9.1.4. <i>Perfil G</i>	10.2.9.1.5. 144	10.2.9.1.6. <i>CIVISA</i>
10.2.9.1.7. <i>Viga</i>	10.2.9.1.8. 157	10.2.9.1.9. <i>Centro Acero</i>
10.2.9.1.10. <i>Trole</i>	10.2.9.1.11. 167	10.2.9.1.12. <i>Acero comercial</i>
10.2.9.1.13. <i>Montaje</i>	10.2.9.1.14. 448	10.2.9.1.15. <i>ATYSEM</i>
10.2.9.1.16. <i>Cabria a cadena</i>	10.2.9.1.17. 392	10.2.9.1.18. <i>Acero comercial</i>
10.2.9.1.19. <i>Cadenas</i>	10.2.9.1.20. 56	10.2.9.1.21. <i>CIVISA</i>
10.2.9.1.22. <i>Cajas (9)</i>	10.2.9.1.23. 2.016	10.2.9.1.24. <i>Semacar S.A.</i>
10.2.9.1.25. <i>Balanza</i>	10.2.9.1.26. 654	10.2.9.1.27. <i>Sisbal</i>
10.2.9.1.28. <i>Imprevistos (15%)</i>	10.2.9.1.29. 205	10.2.9.1.30.
10.2.9.1.31. <i>Camión Hino</i>	10.2.9.1.32. 25.760	10.2.9.1.33. <i>MAVESA</i>
10.2.9.1.34. <i>Plataforma</i>	10.2.9.1.35. 2744	10.2.9.1.36. <i>Semacar S.A.</i>
10.2.9.1.37. TOTAL	10.2.9.1.38. 32.743	10.2.9.1.39.

CAPITULO 11.

CAPITULO 12.

CAPITULO 13.

CAPITULO 14.

CAPITULO 15. ANÁLISIS ECONÓMICO

15.1. INVERSIONES

Las inversiones para el correcto funcionamiento del centro de acopio se resumen en la Tabla 5.1, cuadro de inversiones:

Tabla 75. Cuadro de Inversiones.

15.1.1.1.1. CUADRO DE INVERSIONES

15.1.1.1.2.	15.1.1.1.3. RUBRO	15.1.1.1.4. DETALLES	15.1.1.1.5. CANTIDAD
15.1.1.1.6.	15.1.1.1.7. Inversiones Fijas	15.1.1.1.8.	15.1.1.1.9. [Dólares]
15.1.1.1.10. 1	15.1.1.1.11. Estudio del proyecto	15.1.1.1.12. Tabla 5.2	15.1.1.1.13. 14.000
15.1.1.1.14. 2	15.1.1.1.15. Compra y preparación del terreno	15.1.1.1.16. Tabla 5.3	15.1.1.1.17. 29.324
15.1.1.1.18. 3	15.1.1.1.19. Instalación del suministro de energía eléctrica	15.1.1.1.20. Tabla 5.4	15.1.1.1.21. 3.000
15.1.1.1.22. 4	15.1.1.1.23. Instalación del suministro de agua potable	15.1.1.1.24. Tabla 5.5	15.1.1.1.25. 250
15.1.1.1.26. 5	15.1.1.1.27. Maquinaria y equipos	15.1.1.1.28. Tabla 5.6	15.1.1.1.29. 46.344
15.1.1.1.30. 6	15.1.1.1.31. Instalación de maquinaria	15.1.1.1.32. Tabla 5.7	15.1.1.1.33. 4.346
15.1.1.1.34. 7	15.1.1.1.35. Vehículos de trabajo	15.1.1.1.36. Tabla 5.8	15.1.1.1.37. 33.843
15.1.1.1.38. 8	15.1.1.1.39. Equipo de oficina	15.1.1.1.40. Tabla 5.9	15.1.1.1.41. 4.220
15.1.1.1.42. 9	15.1.1.1.43. Otros gastos	15.1.1.1.44. Tabla 5.10	15.1.1.1.45.
15.1.1.1.46.	15.1.1.1.47. Líneas telefónicas	15.1.1.1.48.	15.1.1.1.49. 160
15.1.1.1.50.	15.1.1.1.51. Obra civil	15.1.1.1.52.	15.1.1.1.53. 16.900
15.1.1.1.54.	15.1.1.1.55.	15.1.1.1.56. Subtotal	15.1.1.1.57. 152.387
15.1.1.1.58.	15.1.1.1.59. Imprevistos (10%)	15.1.1.1.60.	15.1.1.1.61. 15.239
15.1.1.1.62.	15.1.1.1.63.	15.1.1.1.64. Subtotal	15.1.1.1.65. 167.626
15.1.1.1.66.	15.1.1.1.67. Capital de Trabajo	15.1.1.1.68.	15.1.1.1.69.
15.1.1.1.70. 10	15.1.1.1.71. Cajas y bancos	15.1.1.1.72.	15.1.1.1.73. 17.220

15.1.1.1.74. 11	15.1.1.1.75. Contingencias	15.1.1.1.76.	15.1.1.1.77. 1.000
15.1.1.1.78.	15.1.1.1.79.	15.1.1.1.80. Subtotal	15.1.1.1.81. 18.220
15.1.1.1.82.	15.1.1.1.83.	15.1.1.1.84. TOTAL	15.1.1.1.85. 185.846

Los valores de las inversiones fijas han sido determinados de forma minuciosa y con gran precisión, averiguando personalmente cada ítem; por esta razón, se ha decidido usar un porcentaje de imprevistos de apenas el 10%. El desglose de las inversiones fijas y la fuente de la que se obtuvo la información se indican en las tablas 5.2 a 5.12:

15.1.2. ESTUDIO DEL PROYECTO

Los dos autores han determinado que cada uno ha de recibir quinientos dólares por cada mes de trabajo en el estudio del proyecto, cuya duración es de un año; a esta cifra, se le ha de sumar dos mil dólares que corresponden a los gastos de transporte, comunicaciones e insumos varios que se han usado. En la Tabla 5.2 se resumen estos rubros:

Tabla 76. Costo del Estudio del Proyecto.

15.1.2.1.1. Estudio del proyecto

15.1.2.1.2. ÍTEM	15.1.2.1.3. COSTO [dólares]
15.1.2.1.4. Dos personas trabajando doce meses	15.1.2.1.5. 12.000
15.1.2.1.6. Transporte, comunicaciones, electricidad	15.1.2.1.7. 2.000
15.1.2.1.8. Subtotal	15.1.2.1.9. 14.000

15.1.3. PREPARACIÓN DEL TERRENO

El terreno que va a ser comprado no requiere de ningún cambio en su topografía, sin embargo sí requiere la construcción de un cerramiento nuevo y de las puertas necesarias. Además se debe pagar el impuesto por traspaso de

dominio al Municipio, el valor de este impuesto es del uno por ciento del valor de la compra. Los rubros de la preparación del terreno se muestran en la Tabla 5.3:

Tabla 77. Costo de la Compra y Preparación del Terreno.

<i>15.1.3.1.1. Preparación del terreno</i>			
15.1.3.1.2. ÍTEM		15.1.3.1.3. COSTO [dólares]	15.1.3.1.4. FUENTE:
<i>15.1.3.1.5. Compra terreno (1120 m²)</i>	<i>del</i>	<i>15.1.3.1.6. 22.400</i>	<i>15.1.3.1.7. Propietario del terreno.</i>
<i>15.1.3.1.8. Impuesto traspaso de dominio</i>	<i>por</i>	<i>15.1.3.1.9. 224</i>	<i>15.1.3.1.10. Ilustre Municipio de Quito.</i>
<i>15.1.3.1.11. Cerramiento (110 m)</i>		<i>15.1.3.1.12. 5.500</i>	<i>15.1.3.1.13. Grupo Hélix.</i>
<i>15.1.3.1.14. Puertas metálicas</i>		<i>15.1.3.1.15. 1.200</i>	<i>15.1.3.1.16. Grupo Hélix.</i>
<i>15.1.3.1.17. Subtotal</i>		<i>15.1.3.1.18. 29.324</i>	<i>15.1.3.1.19.</i>

15.1.4. INSTALACIÓN DEL SUMINISTRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA.

El centro de acopio debe disponer de un suministro de energía eléctrica que satisfaga los requerimientos de la maquinaria que dispondrá el centro. Las cortadoras de disco trabajan con un voltaje de 110 [V], que es el mismo requerido para la iluminación y los equipos de oficina; por otro lado, la compactadora de chatarra requiere un voltaje de 440 [V], por lo que la empresa eléctrica local debe instalar el transformador adecuado. Es la misma empresa eléctrica la encargada de inspeccionar el lugar, y determinar el costo de la instalación, costo que se muestra en la Tabla 5.4:

Tabla 78. Costo de Instalación del Suministro de Energía Eléctrica.

15.1.4.1.1. Instalación del suministro de energía eléctrica

15.1.4.1.2. ÍTEM	15.1.4.1.3. COSTO [dólares]	15.1.4.1.4. FUENTE:
15.1.4.1.5. Instalación del medidor industrial y suministro	15.1.4.1.6. 3.000	15.1.4.1.7. Empresa Eléctrica Quito.
15.1.4.1.8. Subtotal	15.1.4.1.9. 3.000	15.1.4.1.10.

15.1.5. INSTALACIÓN DEL SUMINISTRO DE AGUA POTABLE.

El agua potable no es indispensable para ningún proceso en el centro de acopio, únicamente es necesaria para su uso sanitario. Para esto, se debe preparar la acometida y adquirir un medidor que sean de tipo doméstico. Los costos se indican en la Tabla 5.5:

Tabla 79. Costo de Instalación del Suministro de Agua Potable.

15.1.5.1.1. ÍTEM	15.1.5.1.2. COSTO [DÓLARES]	15.1.5.1.3. FUENTE:
15.1.5.1.4. <i>Compra del medidor e instalación</i>	15.1.5.1.5. 75	15.1.5.1.6. <i>Empresa de Agua Potable.</i>
15.1.5.1.7. <i>Preparación acometida de agua</i>	15.1.5.1.8. 175	15.1.5.1.9. <i>Grupo Hélix.</i>
15.1.5.1.10. <i>Subtotal</i>	15.1.5.1.11. 250	15.1.5.1.12.

15.1.6. MAQUINARIA Y EQUIPOS.

La maquinaria y equipos necesarios para el centro de acopio son:

- Compactadora de chatarra, incluyendo la adquisición de la máquina, la importación y el transporte hasta el centro de acopio.
- Dos cortadoras de disco de trabajo pesado.
- Tecele.
- Balanza camionera.
- Dos equipos de oxicorte, incluyendo la garantía por los cilindros, el oxígeno industrial, el acetileno, el combo DIN 1 y la manguera gemela para cada uno.
- Cuatro carretillas.

Los costos de los equipos y la maquinaria mencionada se indican en la Tabla 5.6:

Tabla 80. Costo de Maquinaria y Equipos.

15.1.6.1.1. Maquinaria y equipos

15.1.6.1.2. ÍTEM	15.1.6.1.3. COSTO [dólares]	15.1.6.1.4. FUENTE:	
15.1.6.1.6. Compactadora de chatarra	15.1.6.1.7. 22.500	15.1.6.1.8. Trans Equipment Sales.	World
15.1.6.1.10. Dos cortadoras de disco	15.1.6.1.11. 600	15.1.6.1.12. Ferretería Norte.	13
15.1.6.1.14. Tecla	15.1.6.1.15. 176	15.1.6.1.16. Ferretería Norte.	13
15.1.6.1.18. Balanza camionera	15.1.6.1.19. 20.720	15.1.6.1.20. Sisbal.	13
15.1.6.1.22. Dos equipos de oxicorte	15.1.6.1.23. 2.148	15.1.6.1.24. AGA.	13
15.1.6.1.26. Cuatro carretillas	15.1.6.1.27. 200	15.1.6.1.28. Ferretería Norte.	13
15.1.6.1.30. Subtotal	15.1.6.1.31. 46.344	15.1.6.1.32.	13

15.1.7. INSTALACIÓN DE MAQUINARIA.

Para la instalación de la maquinaria se requiere una caseta para los instrumentos de la balanza, además de las fundiciones para la compactadora y para la balanza. El costo actual del metro cúbico de hormigón es de 280 dólares. Dichos rubros pueden ser observados en la Tabla 5.7:

Tabla 81. Costos de la Instalación de Maquinaria.

15.1.7.1.1. *Instalación de maquinaria*

15.1.7.1.2. ÍTEM	15.1.7.1.3. COSTO [dólares]	15.1.7.1.4. FUENTE:
15.1.7.1.5. <i>Caseta para la balanza (3,75 m²)</i>	15.1.7.1.6. 650	15.1.7.1.7. <i>Grupo Hélix.</i>
15.1.7.1.8. <i>Fundición para la balanza (10,8 m³)</i>	15.1.7.1.9. 3.024	15.1.7.1.10. <i>Grupo Hélix.</i>
15.1.7.1.11. <i>Fundición para la compactadora (2,4 m³)</i>	15.1.7.1.12. 672	15.1.7.1.13. <i>Grupo Hélix.</i>
15.1.7.1.14. <i>Subtotal</i>	15.1.7.1.15. 4.346	15.1.7.1.16.

15.1.8. VEHÍCULOS DE TRABAJO.

Los vehículos necesarios para la operación del centro de acopio son: el camión recolector de chatarra industrial descrito y analizado en el Capítulo 4, y la motocicleta que requiere el mensajero. Los costos de estos dos vehículos se indican en la Tabla 5.8:

Tabla 82. Costo de los Vehículos de Trabajo.

15.1.8.1.1. Vehículos de trabajo

15.1.8.1.2. ÍTEM	15.1.8.1.3. COSTO [dólares]	15.1.8.1.4. FUENTE:
15.1.8.1.5. Camión recolector	15.1.8.1.6.	15.1.8.1.7.
15.1.8.1.8. 15.1.8.1.9. Perfil G	15.1.8.1.10. 144	15.1.8.1.11. CIVISA
15.1.8.1.12. 15.1.8.1.13. Viga	15.1.8.1.14. 157	15.1.8.1.15. Centro Acero
15.1.8.1.16. 15.1.8.1.17. Trole	15.1.8.1.18. 167	15.1.8.1.19. Acero comercial
15.1.8.1.20. 15.1.8.1.21. Montaje	15.1.8.1.22. 448	15.1.8.1.23. ATYSEM
15.1.8.1.24. 15.1.8.1.25. Cabria a cadena	15.1.8.1.26. 392	15.1.8.1.27. Acero comercial
15.1.8.1.28. 15.1.8.1.29. Cadenas	15.1.8.1.30. 56	15.1.8.1.31. CIVISA
15.1.8.1.32. 15.1.8.1.33. Cajas (9)	15.1.8.1.34. 2,016	15.1.8.1.35. Semacar S.A.
15.1.8.1.36. 15.1.8.1.37. Balanza	15.1.8.1.38. 654	15.1.8.1.39. Sisbal
15.1.8.1.40. 15.1.8.1.41. Imprevistos (15%)	15.1.8.1.42. 205	15.1.8.1.43.
15.1.8.1.44. 15.1.8.1.45. Camión Hino	15.1.8.1.46. 25,76 0	15.1.8.1.47. MAVESA
15.1.8.1.48. 15.1.8.1.49. Plataforma	15.1.8.1.50. 2,744	15.1.8.1.51. Semacar S.A.
15.1.8.1.52. Motocicleta Sukida 125 cm3	15.1.8.1.53. 1,100	15.1.8.1.54. Comandato
15.1.8.1.55. Subtotal	15.1.8.1.56. 33,84 3	15.1.8.1.57.

15.1.9. EQUIPO DE OFICINA

El equipo de oficina que se necesita para el centro de acopio es:

- Tres computadores personales, para el uso del gerente, del contador y para controlar la balanza camionera.
- Cuatro escritorios con sus sillas respectivas, para el uso del gerente, del contador, del pagador y para la caseta de la balanza camionera.
- Un archivador para guardar todos los documentos de forma organizada.
- Muebles para la sala de reuniones y sala de espera.
- Cuatro teléfonos fijos.
- Cuatro teléfonos celulares, para el uso del gerente, del conductor del camión recolector, del mensajero y del centro de acopio en general.
- Un aparato de fax.

Los rubros de dichos enseres pueden ser observados en la Tabla 5.9:

Tabla 83. Costos del Equipo de Oficina.

15.1.9.1.1. Equipos de oficina

15.1.9.1.2. ÍTEM	15.1.9.1.3. COSTO [dólares]	15.1.9.1.4. FUENTE:
15.1.9.1.5. Tres computadores Pentium \$700 \$/computador	15.1.9.1.6. 2.100	15.1.9.1.7. Tecnomega
15.1.9.1.8. Impresora Samsung ML-1740	15.1.9.1.9. 100	15.1.9.1.10. Tecnomega
15.1.9.1.11. Cuatro escritorios a 200 \$/escritorio	15.1.9.1.12. 800	15.1.9.1.13. Ferrisariato.
15.1.9.1.14. Un archivador	15.1.9.1.15. 100	15.1.9.1.16. Ferrisariato.
15.1.9.1.17. Muebles de la sala de reuniones y sala de espera	15.1.9.1.18. 800	15.1.9.1.19. Ferrisariato.
15.1.9.1.20. Cuatro teléfonos a 30 \$/teléfono	15.1.9.1.21. 120	15.1.9.1.22. Ferrisariato.
15.1.9.1.23. Teléfonos celulares	15.1.9.1.24. 150	15.1.9.1.25. Alegro PCS.
15.1.9.1.26. Fax Panasonic UF-128m.	15.1.9.1.27. 50	15.1.9.1.28. Ferrisariato.
15.1.9.1.29. Subtotal	15.1.9.1.30. 4.220	15.1.9.1.31.

15.1.10. OTROS GASTOS

Aparte de las inversiones que se han descrito hasta ahora, debe incluirse el costo de las líneas telefónicas fijas y el costo de la construcción del edificio de oficinas. La empresa telefónica local vende cada línea telefónica a un precio de ochenta dólares. El Grupo Hélix Constructores ha evaluado a ciento treinta dólares el metro cuadrado de construcción para las oficinas, la superficie total del edificio de oficinas es de ciento treinta metros cuadrados. Dichas cantidades y el subtotal se muestran en la tabla 5.10:

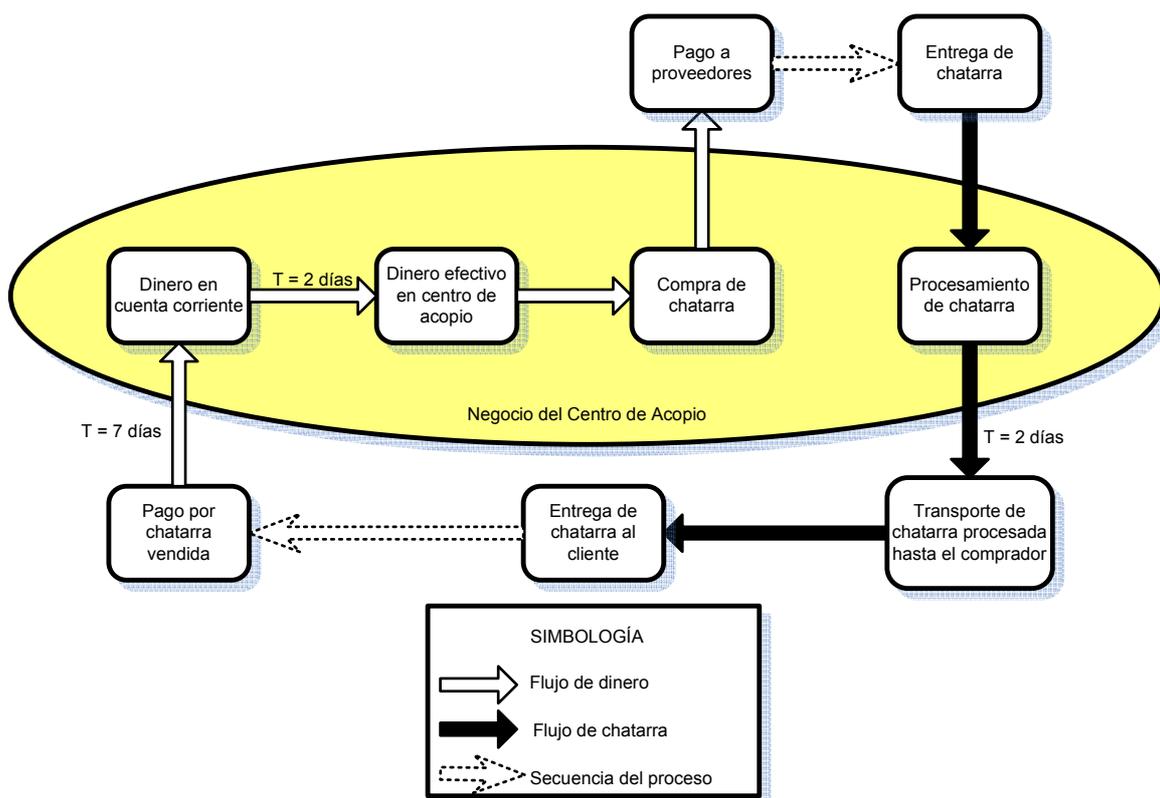
Tabla 84. Otros Gastos

15.1.10.1.1. ÍTEM	15.1.10.1.2. COSTO [DÓLARES]	15.1.10.1.3. FUENTE:
15.1.10.1.4. Dos líneas telefónicas	15.1.10.1.5. 160	15.1.10.1.6. Andinatel.
15.1.10.1.7. Obra civil (130 \$/m ²)	15.1.10.1.8. 16.900	15.1.10.1.9. Grupo Hélix.
15.1.10.1.10. Subtotal	15.1.10.1.11. 17.060	15.1.10.1.12.

15.1.11. CAJAS Y BANCOS

Para determinar la cantidad de dinero en efectivo necesaria para poner en marcha el negocio del centro de acopio, se analizará el retorno de flujo de efectivo que está esquematizando en el Gráfico 5.1. Como se puede observar en dicho gráfico, el volumen de control es el negocio en sí, y se procede a determinar el tiempo que tarda en retornar el capital invertido al volumen de control.

Gráfico 1.18. Diagrama de Retorno de Flujo de Efectivo



En el Gráfico 5.1 se aprecia que el instante en que el dinero abandona el volumen de control es cuando se paga a los proveedores por la chatarra que constituye la materia prima del centro. Los procesos de adquirir chatarra, pagar a los proveedores, recibir la chatarra y procesarla tardan dos días. Los procesos de: transporte de chatarra procesada hasta el comprador, entrega del producto al cliente y el depósito del dinero debido a la chatarra recibida en la cuenta corriente del centro tardan siete días. Además se debe añadir el tiempo que el banco tarda en acreditar el dinero de la cuenta corriente que es de dos días.

El tiempo que tarda en retornar el capital es de once días. Como margen de seguridad, debido a cualquier demora, se añadirán cuatro días más, con lo que el tiempo total es de quince días.

En la Tabla 5.11 se resume el tiempo que tarda en retornar el capital:

Tabla 85. Tiempo de retorno de efectivo

15.1.11.1.1. <i>Proceso</i>	15.1.11.1.2. <i>Tiempo [días]</i>
15.1.11.1.3. <i>Compra de chatarra</i>	15.1.11.1.4. 2
15.1.11.1.5. <i>Pago a proveedores</i>	
15.1.11.1.6. <i>Entrega de chatarra comprada</i>	
15.1.11.1.7. <i>Procesamiento de chatarra</i>	
15.1.11.1.8. <i>Transporte de chatarra procesada hasta el comprador</i>	15.1.11.1.9. 7
15.1.11.1.10. <i>Entrega de chatarra al cliente</i>	
15.1.11.1.11. <i>Pago por la chatarra vendida</i>	
15.1.11.1.12. <i>Acreditación del dinero de cuenta corriente</i>	15.1.11.1.13. 2
15.1.11.1.14. <i>Margen de seguridad</i>	15.1.11.1.15. 4
15.1.11.1.16. TOTAL	15.1.11.1.17. 15

En base a este análisis se determina que las cajas y la cuenta corriente del centro de acopio deben disponer la liquidez necesaria para afrontar dos semanas de trabajo del centro de acopio. Para el año 2006 se sabe que el centro comprará sesenta y seis toneladas mensuales de chatarra industrial mediante su recolector propio y trescientas toneladas mensuales de chatarra obsoleta mediante chatarreros primarios.

De las sesenta y seis toneladas mensuales de chatarra industrial, las treinta correspondientes a Conduit se compran a setenta dólares por tonelada, mientras que las restantes treinta y cinco se compran a sesenta y cinco dólares. Con respecto a la chatarra obsoleta, se paga como si el 50% fuera especial y tipo A y el 50% restante fuera tipo B y C⁷⁶. En la Tabla 5.12 se indican las cantidades de chatarra, el precio de compra y el total mensual para el año 2006:

⁷⁶ Referencia: Gerencia Dinecom's

Tabla 86. Dinero necesario para comprar la chatarra de un mes en el año 2006

15.1.11.1.18.	15.1.11.1.20.	15.1.11.1.22. F	15.1.11.1.23.
15.1.11.1.19. Tipo de Chatarra	15.1.11.1.21. C cantidad [TON/MES]	recio de compra [\$/TON]	15.1.11.1.24. C osto [\$/MES]
15.1.11.1.25. Industrial comprada Conduit	15.1.11.1.26. 3 0	15.1.11.1.27. 7 0	15.1.11.1.28. 2 .100
15.1.11.1.29. Industrial comprada a otras industrias	15.1.11.1.30. 3 6	15.1.11.1.31. € 5	15.1.11.1.32. 2 .340
15.1.11.1.33. Obsoleta tipo especial y A comprada en centro de acopio	15.1.11.1.34. 1 50	15.1.11.1.35. 1 10	15.1.11.1.36. 1 6.500
15.1.11.1.37. Obsoleta tipo B y C comprada en centro de acopio	15.1.11.1.38. 1 50	15.1.11.1.39. § 0	15.1.11.1.40. 1 3.500
15.1.11.1.41.	15.1.11.1.42.	15.1.11.1.43. 7 otal	15.1.11.1.44. 3 4.440

Simbología: ton = toneladas, \$ = dólares

Para un mes se requieren 34.440 dólares, por lo tanto para cajas y bancos se dispondrá de la mitad de este valor, que es de 17.220 dólares.

15.1.12. CONTINGENCIAS

En caso de cualquier contingencia se tendrá permanentemente en el banco la cantidad de 1.000 dólares, dinero que será usado para solucionar cualquier problema que se presente en el manejo cotidiano del centro de acopio. La suma del valor de cajas y bancos y del valor de contingencias constituyen el capital de trabajo del proyecto.

15.2. INGRESOS

Para determinar los ingresos totales del proyecto, se analizarán por separado los ingresos generados por la venta de la chatarra industrial que ha sido adquirida mediante el recolector del centro de acopio y los ingresos generados por la venta de la chatarra obsoleta que ha sido comprada a chatarreros primarios.

15.2.1. INGRESOS POR CHATARRA INDUSTRIAL

El precio de venta de la chatarra industrial procesada es de ciento cincuenta dólares por tonelada y se conocen las cantidades de chatarra mensual que se va a adquirir en cada uno de los cinco años del proyecto. Estos datos se muestran en la Tabla 5.13 y se calculan también las cantidades de chatarra que se van a vender por año y los ingresos que generan:

Tabla 87. Ingresos Generados por Chatarra Industrial.

15.2.1.1.1. Año	15.2.1.1.2. Chatarra industrial	15.2.1.1.3. Chatarra industrial	15.2.1.1.4. Precio de venta de chatarra industrial	15.2.1.1.5. Ingresos Chatarra Industrial
15.2.1.1.6.	15.2.1.1.7. (toneladas/mes)	15.2.1.1.8. (toneladas/año)	15.2.1.1.9. (dólares/tonelada)	15.2.1.1.10. (dólares)
15.2.1.1.11. 2006	15.2.1.1.12. 66	15.2.1.1.13. 792	15.2.1.1.14. 150	15.2.1.1.15. 118.800
15.2.1.1.16. 2007	15.2.1.1.17. 71	15.2.1.1.18. 852	15.2.1.1.19. 150	15.2.1.1.20. 127.800
15.2.1.1.21. 2008	15.2.1.1.22. 76	15.2.1.1.23. 912	15.2.1.1.24. 150	15.2.1.1.25. 136.800
15.2.1.1.26. 2009	15.2.1.1.27. 81	15.2.1.1.28. 972	15.2.1.1.29. 150	15.2.1.1.30. 145.800
15.2.1.1.31. 2010	15.2.1.1.32. 87	15.2.1.1.33. 1044	15.2.1.1.34. 150	15.2.1.1.35. 156.600

15.2.2. INGRESOS POR CHATARRA OBSOLETA

Como se ha mencionado anteriormente, se conoce que de toda la chatarra obsoleta adquirida, el 80% constituye chatarra de tipo B y C y el 20% especial y de tipo A. Los precio de venta por tonelada procesada de la chatarra tipo B y C es de ciento treinta y cinco dólares (135 dólares/ton), mientras que el de especial y tipo A es de ciento cuarenta y cinco dólares (145 dólares/ton). Se conocen las cantidades de chatarra obsoleta a procesar en cada año de trabajo, con lo que se determinaran los ingresos que generan. Estos datos pueden ser observados en la Tabla 5.14:

Tabla 88. Ingresos Generados por Chatarra Obsoleta.

15.2.2.1.1.	15.2.2.1.5.	15.2.2.1.7.	15.2.2.1.9.	15.2.2.1.11.
15.2.2.1.2.	15.2.2.1.6. Cantidad Total de Chatarra obsoleta	15.2.2.1.8. Cantidad de Chatarra Obsoleta Tipo Especial y A	15.2.2.1.10. Cantidad de Chatarra Obsoleta Tipo B y C	15.2.2.1.12. Precio de venta Tipo Especial y A
15.2.2.1.3.				
15.2.2.1.4. Año				
15.2.2.1.18.	15.2.2.1.19. (ton/mes)	15.2.2.1.20. (ton/año)	15.2.2.1.21. (ton/año)	15.2.2.1.22. (\$/ton)
15.2.2.1.26. 2006	15.2.2.1.27. 300	15.2.2.1.28. 720,0	15.2.2.1.29. 2880,0	15.2.2.1.30. 145
15.2.2.1.34. 2007	15.2.2.1.35. 321	15.2.2.1.36. 770,4	15.2.2.1.37. 3081,6	15.2.2.1.38. 145
15.2.2.1.42. 2008	15.2.2.1.43. 343	15.2.2.1.44. 823,2	15.2.2.1.45. 3292,8	15.2.2.1.46. 145
15.2.2.1.50. 2009	15.2.2.1.51. 368	15.2.2.1.52. 883,2	15.2.2.1.53. 3532,8	15.2.2.1.54. 145
15.2.2.1.58. 2010	15.2.2.1.59. 393	15.2.2.1.60. 943,2	15.2.2.1.61. 3772,8	15.2.2.1.62. 145

Simbología: ton = toneladas, \$ = dólares

15.2.3. INGRESOS TOTALES

Para determinar los ingresos anuales totales del centro de acopio de chatarra se sumarán los ingresos generados por la chatarra industrial, con los ingresos generados por la chatarra obsoleta de tipo Especial y A y los ingresos

generados por la chatarra obsoleta de tipo B y C. El resumen de estos datos y los ingresos totales se muestran en la Tabla 5.15.

Tabla 89. Ingresos Anuales Totales.

15.2.3.1.1.	15.2.3.1.4.	15.2.3.1.6.	15.2.3.1.8. Ingresos Chatarra Obsoleta Tipo B y C	15.2.3.1.9.
15.2.3.1.2.	15.2.3.1.5. Ingresos Chatarra Industrial	15.2.3.1.7. Ingresos Chatarra Obsoleta Tipo Especial y A		15.2.3.1.10. Ingresos Totales
15.2.3.1.3. Año				
15.2.3.1.11.	15.2.3.1.12. (dólares)	15.2.3.1.13. (dólares)	15.2.3.1.14. (dólares)	15.2.3.1.15. (dólares)
15.2.3.1.16. 2006	15.2.3.1.17. 118.800	15.2.3.1.18. 104.400	15.2.3.1.19. 388.800	15.2.3.1.20. 612.000
15.2.3.1.21. 2007	15.2.3.1.22. 127.800	15.2.3.1.23. 111.708	15.2.3.1.24. 416.016	15.2.3.1.25. 655.524
15.2.3.1.26. 2008	15.2.3.1.27. 136.800	15.2.3.1.28. 119.364	15.2.3.1.29. 444.528	15.2.3.1.30. 700.692
15.2.3.1.31. 2009	15.2.3.1.32. 145.800	15.2.3.1.33. 128.064	15.2.3.1.34. 476.928	15.2.3.1.35. 750.792
15.2.3.1.36. 2010	15.2.3.1.37. 156.600	15.2.3.1.38. 136.764	15.2.3.1.39. 509.328	15.2.3.1.40. 802.692

15.3. COSTOS

Se analizarán todos los costos que influyen en la adquisición de chatarra, en el procesamiento y venta de la misma, además de los costos de administración y financiamiento del centro de acopio. A continuación se detallan todos estos costos.

15.3.1. COSTOS DE PROCESAR

Los costos de fabricar implican la adquisición de la chatarra que constituye la materia prima del proyecto y el costo de procesamiento de la chatarra dentro del centro de acopio. A continuación se analizan los costos relativos a la materia prima (costo primo) y su procesamiento (gastos de procesamiento).

15.3.1.1. Costo Primo

Se diferencian dos tipos de materia prima para el centro de acopio: la chatarra industrial adquirida mediante el recolector del centro de acopio y la chatarra obsoleta que se adquiere mediante la compra a chatarreros primarios. Estos tipos de materia prima tienen costos diferentes, motivo por el cual serán analizados por separado.

15.3.1.1.1. Costo primo de la chatarra industrial

El costo primo de la chatarra industrial incluye el costo de adquisición de la chatarra y el costo de uso del camión recolector. Debido a que no toda la chatarra se compra a un mismo precio, ya que a Conduit se le pagará setenta dólares por tonelada (70 dólares/ton) mientras que a los demás proveedores (Kubiec, Perfilec, Industrias Cedeño, Reciplast) se les pagará sesenta y cinco dólares por tonelada (65 dólares/ton); se analizarán estos dos casos por separado.

El precio de la chatarra industrial será multiplicado por la cantidad anual de chatarra industrial adquirida, valor al cual se le suman los costos de uso del camión recolector que se usó para su adquisición. Dichos costos han sido determinados en el capítulo anterior, en el inciso 4.2.3.4.2 de la página 121 se observan los costos fijos (del camión recolector) y en el inciso 4.2.3.4.3 de la página 122 los costos variables (del camión recolector). En la Tabla 5.16 y 5.17 se muestran las cantidades anuales de chatarra industrial, su precio, los costos del camión recolector y el costo primo total de la chatarra industrial, para Conduit y para las otros proveedores, respectivamente:

Tabla 90. Costo primo de chatarra industrial comprada a Conduit.

15.3.1.1.2. Año	15.3.1.1.3. Cantidad de 15.3.1.1.4. chatarra industrial de Conduit	15.3.1.1.5. Cantidad de 15.3.1.1.6. chatarra industrial de Conduit	15.3.1.1.7. Precio de compra de chatarra industrial a Conduit	15.3.1.1.8. 15.3.1.1.9. Costo de compra de chatarra a Conduit	15.3.1.1.10. Cos fijos del cambi recolector
15.3.1.1.13.	15.3.1.1.14. (ton/mes)	15.3.1.1.15. (ton/año)	15.3.1.1.16. (\$/ton)	15.3.1.1.17. (\$)	15.3.1.1.18. (\$)
15.3.1.1.21. 2006	15.3.1.1.22. 30	15.3.1.1.23. 360	15.3.1.1.24. 70	15.3.1.1.25. 25200	15.3.1.1.26. 8.4
15.3.1.1.29. 2007	15.3.1.1.30. 32	15.3.1.1.31. 385	15.3.1.1.32. 70	15.3.1.1.33. 26964	15.3.1.1.34. 8.4
15.3.1.1.37. 2008	15.3.1.1.38. 34	15.3.1.1.39. 412	15.3.1.1.40. 70	15.3.1.1.41. 28851	15.3.1.1.42. 8.4
15.3.1.1.45. 2009	15.3.1.1.46. 37	15.3.1.1.47. 441	15.3.1.1.48. 70	15.3.1.1.49. 30871	15.3.1.1.50. 8.4
15.3.1.1.53. 2010	15.3.1.1.54. 39	15.3.1.1.55. 472	15.3.1.1.56. 70	15.3.1.1.57. 33032	15.3.1.1.58. 8.4

Simbología: ton = toneladas, \$ = dólares

Tabla 91. Costo primo de chatarra industrial comprada a las demás empresas.

15.3.1.1.61. Año	15.3.1.1.62. Cantidad 15.3.1.1.63. de 15.3.1.1.64. chatarra industrial 15.3.1.1.65. de otros	15.3.1.1.66. Cantidad de 15.3.1.1.67. chatarra industrial 15.3.1.1.68. de otros	15.3.1.1.69. Precio de compra de chatarra industrial 15.3.1.1.70. a otros	15.3.1.1.71. 15.3.1.1.72. Costo de compra de chatarra 15.3.1.1.73. a otros	15.3.1.1.74. fijos del ca recolecto
15.3.1.1.77.	15.3.1.1.78. (ton/mes)	15.3.1.1.79. (ton/año)	15.3.1.1.80. (\$/ton)	15.3.1.1.81. (\$)	15.3.1.1.82. (\$)
15.3.1.1.85. 2006	15.3.1.1.86. 36	15.3.1.1.87. 432	15.3.1.1.88. 65	15.3.1.1.89. 28080	15.3.1.1.90. 8.4
15.3.1.1.93. 2007	15.3.1.1.94. 39	15.3.1.1.95. 462	15.3.1.1.96. 65	15.3.1.1.97. 30046	15.3.1.1.98. 8.4
15.3.1.1.101. 2008	15.3.1.1.102. 41	15.3.1.1.103. 495	15.3.1.1.104. 65	15.3.1.1.105. 32149	15.3.1.1.106. 8.4
15.3.1.1.109. 2009	15.3.1.1.110. 44	15.3.1.1.111. 529	15.3.1.1.112. 65	15.3.1.1.113. 34399	15.3.1.1.114. 8.4
15.3.1.1.117. 2010	15.3.1.1.118. 47	15.3.1.1.119. 566	15.3.1.1.120. 65	15.3.1.1.121. 36807	15.3.1.1.122. 8.4

Simbología: ton = toneladas, \$ = dólares

15.3.1.1.125. Costo primo de la chatarra obsoleta

El costo primo de la chatarra obsoleta constituye únicamente el precio de compra de la chatarra a los chatarreros primarios. Como se ha mencionado

varias veces, a pesar que de la chatarra que es llevada al centro por chatarreros, el 80% constituye chatarra de tipo B y C y únicamente el 20% restante es de tipo especial y A, se paga como si la mitad fuera de tipo B y C y la otra mitad de tipo especial y A. En la Tabla 5.18 se resumen las cantidades anuales de chatarra obsoleta, su precio de compra y el costo primo total de chatarra obsoleta:

Tabla 92. Costo primo de chatarra obsoleta.

15.3.1.1.126. Año	15.3.1.1.127. Cantidad de chatarra obsoleta	15.3.1.1.128. Cantidad de chatarra obsoleta	15.3.1.1.129. Cantidad de chatarra obsoleta tipo especial y A	15.3.1.1.130. Cantidad de chatarra obsoleta tipo B y C	15.3.1.1.131. Precio compra Tipo especial y A
15.3.1.1.137.	15.3.1.1.138. (ton/mes)	15.3.1.1.139. (ton/año)	15.3.1.1.140. (ton/año)	15.3.1.1.141. (ton/año)	15.3.1.1.142. (\$/ton)
15.3.1.1.147. 2006	15.3.1.1.148. 300	15.3.1.1.149. 3.600	15.3.1.1.150. 1.800	15.3.1.1.151. 1.800	15.3.1.1.152. 11
15.3.1.1.157. 2007	15.3.1.1.158. 321	15.3.1.1.159. 3.852	15.3.1.1.160. 1.926	15.3.1.1.161. 1.926	15.3.1.1.162. 11
15.3.1.1.167. 2008	15.3.1.1.168. 343	15.3.1.1.169. 4.116	15.3.1.1.170. 2.058	15.3.1.1.171. 2.058	15.3.1.1.172. 11
15.3.1.1.177. 2009	15.3.1.1.178. 368	15.3.1.1.179. 4.416	15.3.1.1.180. 2.208	15.3.1.1.181. 2.208	15.3.1.1.182. 11
15.3.1.1.187. 2010	15.3.1.1.188. 393	15.3.1.1.189. 4.716	15.3.1.1.190. 2.358	15.3.1.1.191. 2.358	15.3.1.1.192. 11

Simbología: ton = toneladas, \$ = dólares

15.3.1.1.197. Costo primo total

Finalmente, para determinar el costo primo total se suma el costo primo de la chatarra industrial comprada a Conduit, el costo primo de la chatarra industrial comprada a las demás industrias proveedoras y el costo primo de la chatarra obsoleta. Los datos mencionados y la suma total se pueden apreciar en la Tabla 5.19 a continuación:

Tabla 93. Costo primo total.

15.3.1.1.198. A ño	15.3.1.1.199. Costo primo total de chatarra industrial comprada a Conduit	15.3.1.1.200. Costo primo total de chatarra industrial comprada a otros proveedores	15.3.1.1.201. Costo primo total de chatarra obsoleta	15.3.1.1.202. Costo primo total
	15.3.1.1.203. (dól ares)	15.3.1.1.204. (dól ares)	15.3.1.1.205. (dól ares)	15.3.1.1.206. (dól ares)
15.3.1.1.207. 2 006	15.3.1.1.208. 36. 459	15.3.1.1.209. 39. 339	15.3.1.1.210. 360 .000	15.3.1.1.211. 435 .798
15.3.1.1.212. 2 007	15.3.1.1.213. 38. 223	15.3.1.1.214. 41. 305	15.3.1.1.215. 385 .200	15.3.1.1.216. 464 .728
15.3.1.1.217. 2 008	15.3.1.1.218. 40. 111	15.3.1.1.219. 43. 408	15.3.1.1.220. 411 .600	15.3.1.1.221. 495 .118
15.3.1.1.222. 2 009	15.3.1.1.223. 42. 130	15.3.1.1.224. 45. 658	15.3.1.1.225. 441 .600	15.3.1.1.226. 529 .388
15.3.1.1.227. 2 010	15.3.1.1.228. 44. 291	15.3.1.1.229. 48. 066	15.3.1.1.230. 471 .600	15.3.1.1.231. 563 .957

15.3.1.2. Gastos de Procesamiento

Los gastos de procesamiento relativos a la chatarra que se debe procesar son:

- El costo de la energía eléctrica usada por la compactadora. La compactadora a emplearse tiene una capacidad de tres toneladas de chatarra por hora y una potencia eléctrica de veinte caballos de potencia. El valor de este costo se obtiene al multiplicar la chatarra que va a ser compactada en cada año (solo se compacta la chatarra de tipo B y C), por la potencia de la máquina, por el costo de la energía y dividido para la capacidad de la compactadora. Con el propósito de aclarar el cálculo del consumo de energía para el procesamiento de la chatarra, a continuación se indica como ejemplo como se obtiene el valor para el año 2006:

$$\text{Consumo de energía eléctrica (2006)} = 1800 \frac{\text{ton}}{\text{año}} \times 20 \text{hp} \times \frac{0.7457 \text{Kw}}{1 \text{hp}} \times \frac{1}{3 \frac{\text{ton}}{\text{h}}} = 8948 \frac{\text{Kwh}}{\text{año}}$$

Dado que la actividad del centro de acopio es de tipo industrial, y sus requerimientos de energía son mayores a diez kilovatios, se conoce que la tarifa que rige estas características es la “tarifa general con demanda”, cuyas características proporcionadas por la Empresa Eléctrica Quito se describen a continuación:

TARIFA GENERAL CON DEMANDA (BTCGCD)

APLICACIÓN: Esta tarifa se aplica a los abonados Comerciales, Industriales, Entidades Oficiales, Bombeo de Agua, Escenarios Deportivos, cuya potencia contratada o demanda facturable sea superior a 10 KW.

CARGOS:

- \$ 1.414 por planilla mensual de consumo, en concepto de Comercialización, independiente del consumo de energía (16.968 dólares anuales).
- \$ 4.182 mensuales por cada KW de demanda facturable como mínimo de pago, sin derecho a consumo (50.184 dólares anuales).
- \$ 0.068 por cada KWh consumido en el mes.
- 6.6% del valor de la planilla por consumo, en concepto de Alumbrado Público, para los abonados Industrial, Bombeo de Agua y Escenarios Deportivos.
- \$ 9.60 contribución para el Cuerpo de Bomberos, para consumidores Industriales con demanda.
- 10% del valor de la planilla por consumo, por Tasa de Recolección de Basura.

La demanda de energía del centro de acopio es de veinte kilovatios, cantidad que garantiza el funcionamiento de la compactadora de veinte caballos de potencia (15 KW) , las cortadoras de disco (2.2 KW) y demás artefactos eléctricos del centro. En la tabla 5.20 se resumen los rubros relativos al consumo de energía eléctrica y se determina el costo anual de energía:

Tabla 94. Costo anual de energía eléctrica.

15.3.1.2.1. A ño	15.3.1.2.2. C onsumo [Kwh]	15.3.1.2.3. C osto del consumo [\$/Kwh]	15.3.1.2.4. C osto de demanda [\$/Kw]	15.3.1.2.5. C osto de comercia- lización [\$]	15.3.1.2.6. To tal sin impuestos [\$]	15.3.1.2.7. A lumbado público 6,6%	15.3.1.2.8. C ontribución cuerpo de bomberos [\$]	15.3.1.2.9. T asa de recolección de basura 10%	15.3.1.2.10. T otal [\$]
15.3.1.2.1 006	15.3.1.2.12 .948	15.3.1.2.1.1 ,068	15.3.1.2.14 0,184	15.3.1.2.15 6,968	15.3.1.2.16 .629,14	15.3.1.2.17 07,52	15.3.1.2.18 15,20	15.3.1.2.19 62,91	15.3.1.2.20 .015
15.3.1.2.2 007	15.3.1.2.22 .575	15.3.1.2.2.2 ,068	15.3.1.2.24 0,184	15.3.1.2.25 6,968	15.3.1.2.26 .671,73	15.3.1.2.27 10,33	15.3.1.2.28 15,20	15.3.1.2.29 67,17	15.3.1.2.30 .064
15.3.1.2.3 008	15.3.1.2.32 0.231	15.3.1.2.3.3 ,068	15.3.1.2.34 0,184	15.3.1.2.35 6,968	15.3.1.2.36 .716,36	15.3.1.2.37 13,28	15.3.1.2.38 15,20	15.3.1.2.39 71,64	15.3.1.2.40 .116
15.3.1.2.4 009	15.3.1.2.42 0.977	15.3.1.2.4.4 ,068	15.3.1.2.44 0,184	15.3.1.2.45 6,968	15.3.1.2.46 .767,06	15.3.1.2.47 16,63	15.3.1.2.48 15,20	15.3.1.2.49 76,71	15.3.1.2.50 .176
15.3.1.2.5 010	15.3.1.2.52 1.722	15.3.1.2.5.5 ,068	15.3.1.2.54 0,184	15.3.1.2.55 6,968	15.3.1.2.56 .817,77	15.3.1.2.57 19,97	15.3.1.2.58 15,20	15.3.1.2.59 81,78	15.3.1.2.60 .235

Simbología: KWH = kilovatio hora, \$ = dólares

Los insumos a emplear en el procesamiento de la chatarra como son: discos de corte, el gas oxígeno y el gas acetileno usados en el proceso de oxicorte. No obstante, debido a que no se conoce el tipo de artículos que van a llegar como chatarra al centro de acopio, no se puede establecer con precisión la cantidad de insumos de corte que se van a usar, sin embargo por entrevista personal con la persona encargada de manejar los gastos de uno de los centros de acopio de la ciudad, cuyo nombre se omitirá en esta ocasión, se conoce que por tonelada de chatarra procesada se consumen 0.15 m³ de oxígeno, 0.03 Kg de acetileno y 0.05 dólares equivalente en discos de corte. El precio del metro cúbico de oxígeno y del kilogramo de acetileno es de 4.00 dólares y de 21.75 dólares respectivamente según AGA (ver Anexo 5.5, pág. A68). Se recuerda que el único tipo de chatarra en la que se realiza proceso de corte son las de tipo B y C. En la Tabla 5.21 a continuación se determina el costo anual de insumos:

Tabla 95. Costo anual de insumos.

15.3.1.2.61. CONSUMO DE OXÍGENO (M ³ /TON)	15.3.1.2.62. ,15	15.3.1.2.63.
15.3.1.2.64. Consumo de acetileno (Kg/ton)	15.3.1.2.65. ,03	
15.3.1.2.66. Gasto en discos de corte (\$/ton)	15.3.1.2.67. ,05	
15.3.1.2.68. Costo de Oxígeno (\$/m ³)	15.3.1.2.69. ,00	
15.3.1.2.70. Costo de Acetileno (\$/kg)	15.3.1.2.71. 1,75	

15.3.1.2.72.

15.3.1.2.7 ño	15.3.1.2.74. antidad de chatarra a procesar (ton)	15.3.1.2.75. onsumo total de oxígeno (m ³)	15.3.1.2.76. onsumo total de acetileno (Kg)	15.3.1.2.77. osto de total de oxígeno (\$)	15.3.1.2.78. osto total de acetileno (\$)	15.3.1.2.79. osto de discos de corte (\$)	15.3.1.2.8 osto total de insumo s (\$)
15.3.1.2.8 006	15.3.1.2.82. .800	15.3.1.2.83. 70	15.3.1.2.84. 4	15.3.1.2.85 080,00	15.3.1.2.86 174,50	15.3.1.2.87 0,00	15.3.1.2.8 345
15.3.1.2.8 007	15.3.1.2.90. .926	15.3.1.2.91. 89	15.3.1.2.92. 8	15.3.1.2.93 155,60	15.3.1.2.94 256,72	15.3.1.2.95 6,30	15.3.1.2.9 509
15.3.1.2.9 008	15.3.1.2.98. .058	15.3.1.2.99. 09	15.3.1.2.100 2	15.3.1.2.10 234,80	15.3.1.2.10 342,85	15.3.1.2.10 02,90	15.3.1.2.1 681
15.3.1.2.1 009	15.3.1.2.100 .208	15.3.1.2.101 31	15.3.1.2.102 6	15.3.1.2.10 324,80	15.3.1.2.11 440,72	15.3.1.2.11 10,40	15.3.1.2.1 876
15.3.1.2.1 010	15.3.1.2.110 .358	15.3.1.2.111 54	15.3.1.2.112 1	15.3.1.2.11 414,80	15.3.1.2.11 538,60	15.3.1.2.11 17,90	15.3.1.2.1 071

Simbología: ton = toneladas, \$ = dólares

El costo de la mano de obra usada directamente en el procesamiento de la materia prima. En este rubro se tienen en cuenta los sueldos correspondientes a los cuatro estibadores y al supervisor de campo que pueden ser vistos en el Anexo 5.6: Sueldos y costo de mano de obra de la página A69.

En la Tabla 5.22 se indican los gastos de fabricación para cada año:

Tabla 96. Gastos de Procesamiento del Proyecto

<i>15.3.1.2.121. Gastos de Fabricación</i>					
<i>15.3.1.2.122. Año</i>	<i>15.3.1.2.123. 006</i>	<i>15.3.1.2.124. 007</i>	<i>15.3.1.2.125. 008</i>	<i>15.3.1.2.126. 009</i>	<i>15.3.1.2.127. 010</i>
<i>15.3.1.2.128. Energía eléctrica (dólares)</i>	<i>15.3.1.2.129. .015</i>	<i>15.3.1.2.130. .064</i>	<i>15.3.1.2.131. .116</i>	<i>15.3.1.2.132. .176</i>	<i>15.3.1.2.133. .235</i>
<i>15.3.1.2.134. Insumos (dólares)</i>	<i>15.3.1.2.135. .345</i>	<i>15.3.1.2.136. .509</i>	<i>15.3.1.2.137. .681</i>	<i>15.3.1.2.138. .876</i>	<i>15.3.1.2.139. .071</i>
<i>15.3.1.2.140. Mano de obra (dólares)</i>	<i>15.3.1.2.141. 6.636</i>	<i>15.3.1.2.142. 6.636</i>	<i>15.3.1.2.143. 6.636</i>	<i>15.3.1.2.144. 6.636</i>	<i>15.3.1.2.145. 6.636</i>
<i>15.3.1.2.146. TOTAL</i>	<i>15.3.1.2.147. 0.995</i>	<i>15.3.1.2.148. 1.209</i>	<i>15.3.1.2.149. 1.433</i>	<i>15.3.1.2.150. 1.688</i>	<i>15.3.1.2.151. 1.942</i>

15.3.2. COSTOS DE ADMINISTRAR

Los costos de administrar están constituidos por: el sueldo del personal administrativo (ver Anexo 5.6. Sueldos y costo de mano de obra), costo de servicios básicos y costo de comunicaciones. El costo de los sueldos del personal administrativo incluye los sueldos del Gerente General, Contador, Pagador y Mensajero, cuyo desglose consta en el anexo de rol de pagos y costo de mano de obra; el costo del uso de servicios básicos, agua potable y energía eléctrica se asemejan al consumo doméstico de dichos servicios; se estima un valor de sesenta dólares mensuales en el consumo de energía eléctrica y veinte en el consumo de agua potable. Para telecomunicaciones se estiman cincuenta dólares por mes en el consumo de telefonía fija, veinte dólares mensuales por cada uno de los cuatro teléfonos celulares y cincuenta

dólares mensuales debido a la disponibilidad de Internet. En la Tabla 5.23 se resumen todos estos rubros que son iguales para todos los años del proyecto:

Tabla 97. Costo de administrar para cada año del proyecto.

15.3.2.1.1. COSTO DE ADMINISTRAR

15.3.2.1.2. Sueldos [dólares /año]	15.3.2.1.3. 21.368
15.3.2.1.4. Energía eléctrica [dólares /año]	15.3.2.1.5. 720
15.3.2.1.6. Consumo de agua potable [dólares /año]	15.3.2.1.7. 240
15.3.2.1.8. Telefonía fija [dólares /año]	15.3.2.1.9. 600
15.3.2.1.10. Telefonía celular [dólares /año]	15.3.2.1.11. 960
15.3.2.1.12. Internet [dólares /año]	15.3.2.1.13. 600
15.3.2.1.14. TOTAL [dólares /año]	15.3.2.1.15. 24.488

15.3.3. COSTOS DE VENDER

Los costos de vender únicamente corresponden al transporte de la chatarra procesada desde el centro de acopio hasta el cliente final. Dado que el cliente final, Novacero, está dispuesto a adquirir todo el producto del centro de acopio resulta sencillo determinar el costo de transporte. El costo de flete desde el centro de acopio ubicado en Guamaní (Quito), hasta la planta de Novacero ubicada en Lasso es de doscientos cincuenta dólares en un camión con capacidad de treinta toneladas. A pesar que la capacidad del camión es de treinta toneladas, por motivos de espacio al transportar chatarra, el camión llena su capacidad volumétrica con un promedio de veinte y ocho toneladas. Este dato ha sido proporcionado por la empresa transportista.

Para determinar el costo de vender, se utiliza la cantidad total de chatarra procesada anualmente, se calcula el número de viajes necesarios para llevar de Quito a Lasso dicha cantidad de chatarra con un promedio de veinte y siete toneladas por viaje, y se multiplica cada viaje por su costo de doscientos cincuenta dólares. Estos datos pueden ser observados en la Tabla 5.24 a continuación:

Tabla 98. Costos de Vender

15.3.3.1.1.	15.3.3.1.4. <i>Cantidad de Chatarra a Transportar</i> [TONELADA/AÑO]	15.3.3.1.5. <i>Número de Viajes</i>	15.3.3.1.7. <i>Costo por Viaje</i> [DÓLARES/VIAJE]	15.3.3.1.8. <i>Costo de Vender</i> [DÓLARES/AÑO]
15.3.3.1.2.		15.3.3.1.6. [VIAJE]		
15.3.3.1.3. Año				
15.3.3.1.9. 2006	15.3.3.1.10. 4.392	15.3.3.1.11. 163	15.3.3.1.12. 250	15.3.3.1.13. 40.500
15.3.3.1.14. 2007	15.3.3.1.15. 4.704	15.3.3.1.16. 174	15.3.3.1.17. 250	15.3.3.1.18. 43.500
15.3.3.1.19. 2008	15.3.3.1.20. 5.028	15.3.3.1.21. 186	15.3.3.1.22. 250	15.3.3.1.23. 46.500
15.3.3.1.24. 2009	15.3.3.1.25. 5.388	15.3.3.1.26. 200	15.3.3.1.27. 250	15.3.3.1.28. 49.750
15.3.3.1.29. 2010	15.3.3.1.30. 5.760	15.3.3.1.31. 213	15.3.3.1.32. 250	15.3.3.1.33. 53.250

15.3.4. COSTOS FINANCIEROS

Los costos financieros están constituidos por el pago de los intereses relativos al préstamo bancario que ha de financiar el proyecto. Las características del préstamos se indican en la Tabla 5.25:

Tabla 99. Características del Préstamo Bancario.

15.3.4.1.1. <i>Entidad:</i>	15.3.4.1.2. <i>Banco del Pacífico.</i>
15.3.4.1.3. <i>Nombre:</i>	15.3.4.1.4. <i>Préstamo Empresarial.</i>
15.3.4.1.5. <i>Monto:</i>	15.3.4.1.6. <i>Hasta 70% del proyecto, máximo 1.000.000 dólares.</i>
15.3.4.1.7. <i>Tasa de interés:</i>	15.3.4.1.8. <i>15% anual.</i>
	15.3.4.1.9. <i>(12% de tasa efectiva+2% de comisión+1%impuestos)</i>
15.3.4.1.10. <i>Plazo:</i>	15.3.4.1.11. <i>5 años.</i>

[Fuente: Banco del Pacífico, Oficial de Crédito]

Dado que la inversión necesaria para el proyecto es de 185.846 dólares, el monto a financiar (70%) es de 130.092 dólares. El interés a pagar cada año se obtiene mediante la tabla de amortización por el sistema de cuota constante que se observa en la Tabla 5.26:

Tabla 100. Tabla de amortización de cuota constante.

15.3.4.1.12. P eriodo	15.3.4.1.13. ño	15.3.4.1.14. S aldo deudor [DÓLARES]	15.3.4.1.15. Am ortización [DÓLARES]	15.3.4.1.16. I nterés [DÓLARES]	15.3.4.1.17. C uota [DÓLARES]
15.3.4.1.18. 0	15.3.4.1.19. ---	15.3.4.1.20. 13 0.091,00	15.3.4.1.21. 0,0 0	15.3.4.1.22. 0 ,00	15.3.4.1.23. 0 ,00
15.3.4.1.24. 1	15.3.4.1.25. 006	15.3.4.1.26. 11 0.796,48	15.3.4.1.27. 19. 294,52	15.3.4.1.28. 1 9.513,65	15.3.4.1.29. 3 8.808,17
15.3.4.1.30. 2	15.3.4.1.31. 007	15.3.4.1.32. 88 .607,79	15.3.4.1.33. 22. 188,70	15.3.4.1.34. 1 6.619,47	15.3.4.1.35. 3 8.808,17
15.3.4.1.36. 3	15.3.4.1.37. 008	15.3.4.1.38. 63 .090,78	15.3.4.1.39. 25. 517,00	15.3.4.1.40. 1 3.291,17	15.3.4.1.41. 3 8.808,17
15.3.4.1.42. 4	15.3.4.1.43. 009	15.3.4.1.44. 33 .746,23	15.3.4.1.45. 29. 344,55	15.3.4.1.46. 9 .463,62	15.3.4.1.47. 3 8.808,17
15.3.4.1.48. 5	15.3.4.1.49. 010	15.3.4.1.50. 0, 00	15.3.4.1.51. 33. 746,23	15.3.4.1.52. 5 .061,94	15.3.4.1.53. 3 8.808,17

En la Tabla 5.27 se resumen los intereses que se han de pagar cada año, valor que constituye el costo financiero del proyecto y la amortización anual que constituye el pago de capital:

Tabla 101. Costo financiero del proyecto.

15.3.4.1.54. Año	15.3.4.1.55. 2 006	15.3.4.1.56. 2 007	15.3.4.1.57. 2 008	15.3.4.1.58. 2 009	15.3.4.1.59. 2 010
15.3.4.1.60. Costo financiero [dólares]	15.3.4.1.61. 1 9.514	15.3.4.1.62. 1 6.619	15.3.4.1.63. 1 3.291	15.3.4.1.64. 1 .464	15.3.4.1.65. 1 .062
15.3.4.1.66. Amortizaci ón [dólares]	15.3.4.1.67. 1 9.295	15.3.4.1.68. 2 2.189	15.3.4.1.69. 2 5.517	15.3.4.1.70. 2 9.345	15.3.4.1.71. 1 3.746

15.4. EVALUACIÓN DEL PROYECTO

En esta sección se procederá a determinar si el proyecto de el centro de acopio es económicamente viable. Se analizará el proyecto de comparando su tasa

interna de retorno con la tasa mínima atractiva de retorno impuesta (TMAR, ver página 113).

15.4.1. DETERMINACIÓN DE LA TASA INTERNA DE RETORNO DEL PROYECTO (TIR).

15.4.1.1. Determinación de la depreciación de la maquinaria del centro de acopio.

De los activos que se deben adquirir para el funcionamiento del centro de acopio, los que son susceptibles de depreciación son: la máquina compactadora de chatarra, la balanza camionera y los vehículos de trabajo (camión recolector y motocicleta). El resumen de dichos activos, su valor y su vida útil se encuentran en la Tabla 5.28.

Tabla 102. Activos susceptibles a depreciación.

15.4.1.1.1. Activo	15.4.1.1.2. Monto [DÓLARES]	15.4.1.1.3. Vida útil [AÑOS]
15.4.1.1.4. Compactadora de chatarra	15.4.1.1.5. 22500	15.4.1.1.6. 5
15.4.1.1.7. Balanza camionera	15.4.1.1.8. 20720	15.4.1.1.9. 5
15.4.1.1.10. Camión recolector	15.4.1.1.11. 35010	15.4.1.1.12. 5
15.4.1.1.13. Motocicleta	15.4.1.1.14. 1100	15.4.1.1.15. 3

El método de depreciación para todos estos activos es lineal y se considerará un valor de salvamento nulo para todos ellos. En la Tabla 5.29 se muestran los valores de la depreciación los activos mencionados por cada año de operación del proyecto:

Tabla 103. Depreciación anual.

15.4.1.1.16. Artículo a depreciar	15.4.1.1.17. Año				
	15.4.1.1.18. 2006	15.4.1.1.19. 2007	15.4.1.1.20. 2008	15.4.1.1.21. 2009	15.4.1.1.22. 2010
15.4.1.1.23. <i>Compu- actadora de chatarra [dólares]</i>	15.4.1.1.24. 4 .500	15.4.1.1.25. 4 .500	15.4.1.1.26. 4 .500	15.4.1.1.27. 4 .500	15.4.1.1.28. 4 .500
15.4.1.1.29. <i>Balan- za camionera [dólares]</i>	15.4.1.1.30. 4 .144	15.4.1.1.31. 4 .144	15.4.1.1.32. 4 .144	15.4.1.1.33. 4 .144	15.4.1.1.34. 4 .144
15.4.1.1.35. <i>Cami- ón recolector [dólares]</i>	15.4.1.1.36. 7 .002	15.4.1.1.37. 7 .002	15.4.1.1.38. 7 .002	15.4.1.1.39. 7 .002	15.4.1.1.40. 7 .002
15.4.1.1.41. <i>Motoc- icleta [dólares]</i>	15.4.1.1.42. 3 67	15.4.1.1.43. 3 67	15.4.1.1.44. 3 67	15.4.1.1.45. 0	15.4.1.1.46. 0
15.4.1.1.47. <i>Depre- ciación total [dólares]</i>	15.4.1.1.48. 1 6.013	15.4.1.1.49. 1 6.013	15.4.1.1.50. 1 6.013	15.4.1.1.51. 1 5.646	15.4.1.1.52. 1 5.646

15.4.1.2. Determinación de la recuperación del capital de trabajo.

Se debe recordar que el capital de trabajo que se ha determinado para el proyecto del centro de acopio es la suma de la cantidad de dinero destinada para Caja y Bancos (17.220 dólares) y la cantidad de dinero destinada a Contingencias (1.000 dólares). Al final de cada año se debe aumentar el rubro de Caja y Bancos en un 7% debido al incremento en la cantidad de chatarra que se va a comprar. Los rubros de Contingencias y la cantidad acumulada de Cajas y Bancos serán recuperado al final del proyecto. En la Tabla 5.30 se resume la recuperación de capital de trabajo para cada año de duración del proyecto:

Tabla 104. Inversión y recuperación de capital de trabajo del proyecto.

15.4.1.2.1. Año	15.4.1.2.2	15.4.1.2	15.4.1.2	15.4.1.2	15.4.1.2.6
	.006	.007	.008	.009	.010
15.4.1.2.7. Dinero invertido por Caja y Bancos [dólares]	15.4.1.2.8	15.4.1.2	15.4.1.2	15.4.1.2	15.4.1.2.1
	7.220	.205	.289	.379	.476
15.4.1.2.13. Dinero invertido por Contingencias [dólares]	15.4.1.2.1	15.4.1.2	15.4.1.2	15.4.1.2	15.4.1.2.1
	.000				
15.4.1.2.19. Recuperación de Capital de Trabajo [dólares]	15.4.1.2.2	15.4.1.2	15.4.1.2	15.4.1.2	15.4.1.2.2
					3.569

15.4.1.3. Determinación del flujo de fondos totalmente neto.

Reuniendo los datos obtenidos de ingresos, costos, depreciación, financiamiento y capital de trabajo se calculan dos tipos de flujo de fondos totalmente neto, el primer flujo de caja se le denomina puro (Tabla 5.31), ya que no se considerará ninguna clase de financiamiento; al segundo flujo de caja se le denomina flujo del inversionista (Tabla 5.32), y se considerará el préstamo previamente analizado. Para ambos casos se considera como fondo de salvamento el precio en el cual se compró el terreno (22.400 dólares).

15.4.1.3.1. *Flujo de fondos totalmente neto puro*

Tabla 105. Flujo de fondos totalmente neto puro.

15.4.1.3.2. Año o	15.4.1.3.3. C	15.4.1.3.4. 1	15.4.1.3.5. 2	15.4.1.3.6. 3	15.4.1.3.7. 4	15.4.1.3.8. 5
15.4.1.3.9. Inv ersión	15.4.1.3.10. 85.846	15.4.1.3.11.	15.4.1.3.12.	15.4.1.3.13.	15.4.1.3.14.	15.4.1.3.15.
15.4.1.3.16. In gresos	15.4.1.3.17.	15.4.1.3.18.) 12.000	15.4.1.3.19. 55.524	15.4.1.3.20. 00.692	15.4.1.3.21. 50.792	15.4.1.3.22.) 02.692
15.4.1.3.23. (Costo primo)	15.4.1.3.24.	15.4.1.3.25.) 35.798	15.4.1.3.26. 64.728	15.4.1.3.27. 95.118	15.4.1.3.28. 29.388	15.4.1.3.29.) 63.957
15.4.1.3.30. (Costo de fabricación)	15.4.1.3.31.	15.4.1.3.32.) 0.995	15.4.1.3.33. 1.209	15.4.1.3.34. 1.433	15.4.1.3.35. 1.688	15.4.1.3.36.) 1.942
15.4.1.3.37. (Costo de administrar)	15.4.1.3.38.	15.4.1.3.39.) 4.488	15.4.1.3.40. 4.488	15.4.1.3.41. 4.488	15.4.1.3.42. 4.488	15.4.1.3.43.) 4.488
15.4.1.3.44. (Costo de vender)	15.4.1.3.45.	15.4.1.3.46.) 0.500	15.4.1.3.47. 3.500	15.4.1.3.48. 6.500	15.4.1.3.49. 9.750	15.4.1.3.50.) 3.250
15.4.1.3.51. (Depreciación)	15.4.1.3.52.	15.4.1.3.53. 5.559	15.4.1.3.54. 5.559	15.4.1.3.55. 5.559	15.4.1.3.56. 5.193	15.4.1.3.57. 5.193
15.4.1.3.58. R enta antes de impuestos y participación	15.4.1.3.59.	15.4.1.3.60. 4.660	15.4.1.3.61. 6.040	15.4.1.3.62. 7.594	15.4.1.3.63. 10.286	15.4.1.3.64. 23.862
15.4.1.3.65. (1 5% de participación)	15.4.1.3.66.	15.4.1.3.67. 1198,95	15.4.1.3.68. 2906	15.4.1.3.69. 4639	15.4.1.3.70. 6543	15.4.1.3.71. 8579
15.4.1.3.72. R enta antes de impuestos	15.4.1.3.73.	15.4.1.3.74.) 3.461	15.4.1.3.75. 3.134	15.4.1.3.76. 2.955	15.4.1.3.77. 3.743	15.4.1.3.78. 05.283
15.4.1.3.79. (2 5% de impuestos)	15.4.1.3.80.	15.4.1.3.81. 5865,17	15.4.1.3.82. 8284	15.4.1.3.83. 0739	15.4.1.3.84. 3436	15.4.1.3.85.) 6321
15.4.1.3.86. R enta neta	15.4.1.3.87.	15.4.1.3.88.) 7.596	15.4.1.3.89. 4.851	15.4.1.3.90. 2.216	15.4.1.3.91. 0.307	15.4.1.3.92. 8.962
15.4.1.3.93. D epreciación	15.4.1.3.94.	15.4.1.3.95. 5.559	15.4.1.3.96. 5.559	15.4.1.3.97. 5.559	15.4.1.3.98. 5.193	15.4.1.3.99. 5.193
15.4.1.3.100. (Capital de trabajo)	15.4.1.3.101	15.4.1.3.102. 8.220	15.4.1.3.103. .205	15.4.1.3.104. .289	15.4.1.3.105. .379	15.4.1.3.106. .476

15.4.1.3.107. R	15.4.1.3.10€	15.4.1.3.109.	15.4.1.3.110	15.4.1.3.111	15.4.1.3.112	15.4.1.3.113.	
ecuperación							3.569
de capital de							
trabajo							

15.4.1.3.114. F	15.4.1.3.11€	15.4.1.3.116.	15.4.1.3.117	15.4.1.3.11€	15.4.1.3.11€	15.4.1.3.120.	
ondo de							2.400
salvamento							

15.4.1.3.121. F	15.4.1.3.122	15.4.1.3.123.	15.4.1.3.124	15.4.1.3.12€	15.4.1.3.12€	15.4.1.3.127.	
lujo de		4.935	9.205	6.486	4.121	38.648	
Fondos							
Totalmente							
Neto							

15.4.1.3.128. *Flujo de fondos totalmente neto del inversionista*

Tabla 106. Flujo de fondos totalmente neto del inversionista.

15.4.1.3.129. A ño	15.4.1.3.130	15.4.1.3.131	15.4.1.3.132	15.4.1.3.133	15.4.1.3.134	15.4.1.3.135
15.4.1.3.136. I nversión	5.754					
15.4.1.3.143. P réstamo	30.092					
15.4.1.3.150. I ngresos		12.000	55.524	00.692	50.792	02.692
15.4.1.3.157. (Costo primo)		35.798	64.728	95.118	29.388	63.957
15.4.1.3.164. (Costo de fabricación)		0.995	1.209	1.433	1.688	1.942
15.4.1.3.171. (Costo de administrar)		4.488	4.488	4.488	4.488	4.488
15.4.1.3.178. (Costo de vender)		0.500	3.500	6.500	9.750	3.250
15.4.1.3.185. (Costo financiero)		9.514	6.619	3.291	.464	.062
15.4.1.3.192. (Depreciación)		5.559	5.559	5.559	5.193	5.193
15.4.1.3.199. R enta antes de impuestos y participación		5.146	9.421	4.302	00.822	18.800
15.4.1.3.206. (15% de participación)		.272	0.413	2.645	5.123	7.820
15.4.1.3.213. R enta antes de impuestos		6.874	9.008	1.657	5.699	00.980
15.4.1.3.220. (25% de impuestos)		1.719	4.752	7.914	1.425	5.245
15.4.1.3.227. R enta neta		5.156	4.256	3.743	4.274	5.735
15.4.1.3.234. D						

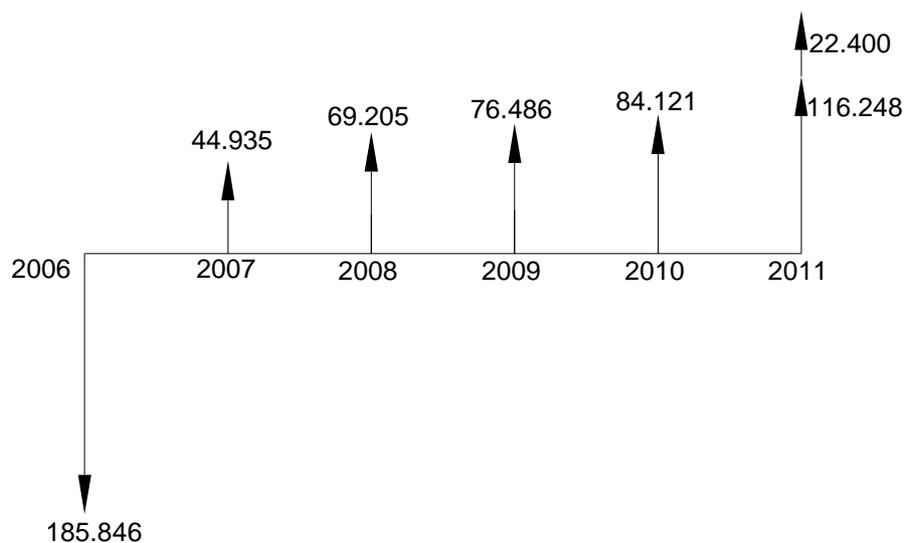
depreciación		5.559	5.559	5.559	5.193	5.193
15.4.1.3.241. (Pago de capital)	15.4.1.3.242	15.4.1.3.243	15.4.1.3.244	15.4.1.3.245	15.4.1.3.246	15.4.1.3.247
		9.295	2.189	5.517	9.345	3.746
15.4.1.3.248. (Capital de trabajo)	15.4.1.3.249	15.4.1.3.250	15.4.1.3.251	15.4.1.3.252	15.4.1.3.253	15.4.1.3.254
		8.220	.205	.289	.379	.476
15.4.1.3.255. R recuperación de capital de trabajo	15.4.1.3.256	15.4.1.3.257	15.4.1.3.258	15.4.1.3.259	15.4.1.3.260	15.4.1.3.261
						3.569
15.4.1.3.262. F fondo de salvamento	15.4.1.3.263	15.4.1.3.264	15.4.1.3.265	15.4.1.3.266	15.4.1.3.267	15.4.1.3.268
		0				2.400
15.4.1.3.269. F Flujo de Fondos Totalmente Neto	15.4.1.3.270	15.4.1.3.271	15.4.1.3.272	15.4.1.3.273	15.4.1.3.274	15.4.1.3.275
		3.200	6.421	2.496	8.743	01.675

15.4.1.4. Cálculo de la tasa interna de retorno del proyecto (TIR).

Para determinar la tasa interna de retorno del proyecto (TIR), se transforman los valores obtenidos como flujo de fondos totalmente neto resumidos en el diagrama de flujo de caja del Gráfico 5.2 para el flujo de caja puro y Gráfico 5.3 para el flujo de caja del inversionista; a su valor presente, se suman algebraicamente estos valores con el valor de la inversión y se iguala esta ecuación a cero. De esta manera se determina la única incógnita i^* que representa el TIR que se desea encontrar:

15.4.1.4.1. Cálculo del TIR para el proyecto puro

Gráfico 1.19. Diagrama de flujo de caja del proyecto puro.



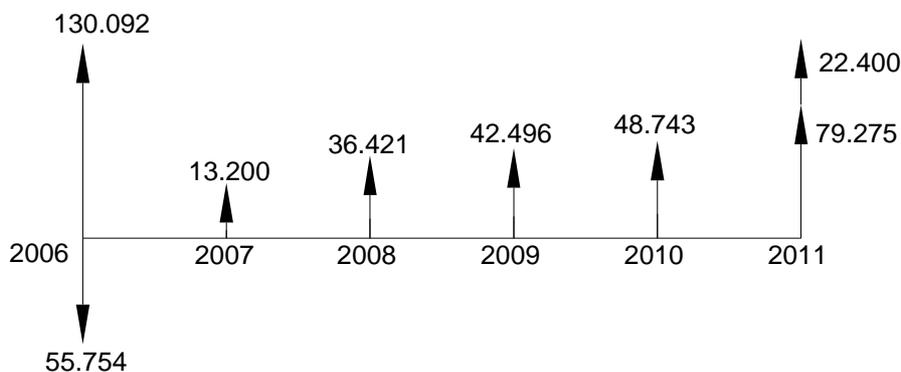
$$\begin{aligned}
 & -185.846 + (44.935) \frac{1}{1+i^*} + (69.205) \frac{1}{(1+i^*)^2} + (76.486) \frac{1}{(1+i^*)^3} + \\
 & + (84.121) \frac{1}{(1+i^*)^4} + (116.248 + 22.400) \frac{1}{(1+i^*)^5} = 0
 \end{aligned}$$

De donde se obtiene que:

$$i^* = \text{TIR} = 27.9\%$$

15.4.1.4.2. Cálculo del TIR para el proyecto del inversionista

Gráfico 1.20. Diagrama de flujo de caja del proyecto del inversionista.



$$130.092 - 55.754 + (13.200) \frac{1}{1+i^*} + (36.421) \frac{1}{(1+i^*)^2} + (42.496) \frac{1}{(1+i^*)^3} + (48.743) \frac{1}{(1+i^*)^4} + (79.275 + 22.400) \frac{1}{(1+i^*)^5} = 0$$

De donde se obtiene que:

$$i^* = \text{TIR} = 54.2\%$$

15.4.2. CONCLUSIÓN DE LA EVALUACIÓN DEL PROYECTO

La comparación de la tasa interna de retorno del proyecto (TIR) con su tasa mínima atractiva de retorno (TMAR) se observa a continuación:

Para el proyecto puro:

$$27.9(\text{TIR}) > 25.0(\text{TMAR})$$

Para el proyecto del inversionista:

$$54.2(\text{TIR}) > 25.0(\text{TMAR})$$

Al ser el TIR del proyecto mayor que su TMAR tanto para el puro como para el del inversionista, se concluye que el proyecto es económicamente viable en sus dos formas.

15.5. ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD

Con el fin de explorar los límites del proyecto, se analizarán variaciones sobre parámetros preponderantes en la economía del centro de acopio como son: el precio al que se compra la chatarra, el precio al cual se la vende y el monto de la inversión total. Únicamente se analizará el proyecto del inversionista.

15.5.1. SENSIBILIDAD AL PRECIO DE COMPRA (PC)

Se desea conocer en qué porcentaje máximo se pueden incrementar los precios a los cuales se compra los diferentes tipos de chatarra; al variar el porcentaje de incremento de los precios se obtuvo la Tabla 5.33. El flujo de fondos totalmente neto para cada variación consta en el Anexo 5.7 de la página A70.

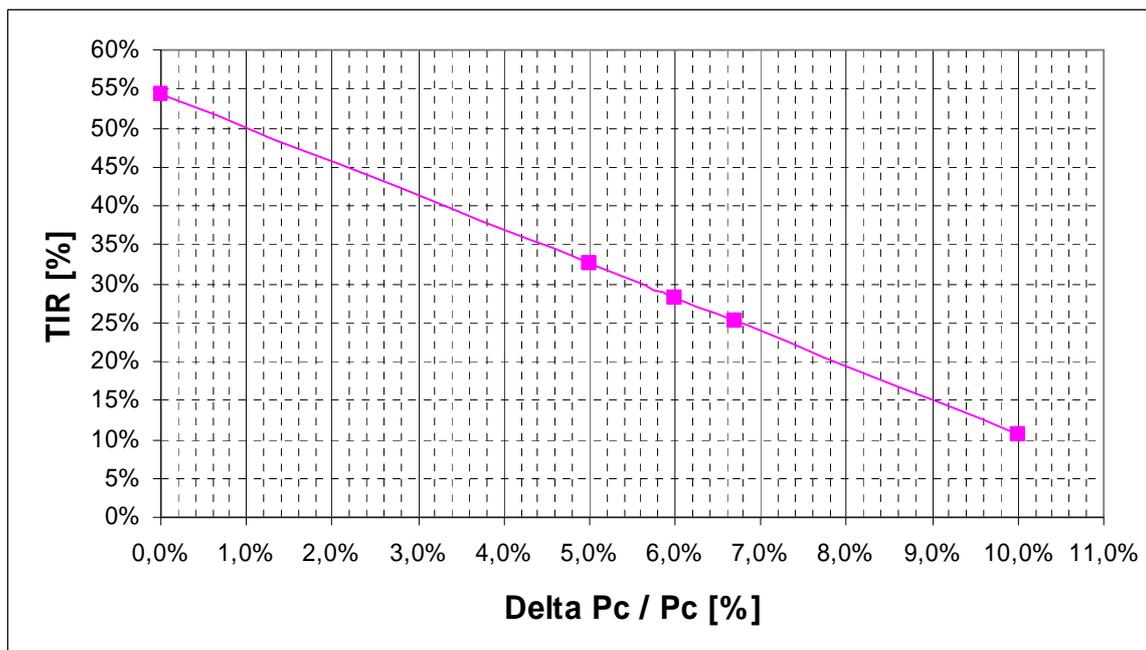
Tabla 107. Variación del TIR y de los precios de compra según el incremento porcentual de los mismos.

15.5.1.1.1. Delta Pc / Pc	15.5.1.1.2. Precio de venta de chatarra industrial a Conduit	15.5.1.1.4. Precio de venta de chatarra industrial a otros proveedores	15.5.1.1.6. Precio de compra de chatarra tipo especial y A [\$/TON]	15.5.1.1.7. Precio de compra de chatarra tipo B y C	15.5.1.1.9. TIR
	15.5.1.1.3. [\$/TON]	15.5.1.1.5. [\$/TON]		15.5.1.1.8. [\$/TON]	
15.5.1.1.10. 0,0%	15.5.1.1.11. 7,00	15.5.1.1.12. 6,50	15.5.1.1.13. 1,10,00	15.5.1.1.14. 9,00	15.5.1.1.15. 5,4,2%
15.5.1.1.16. 5,0%	15.5.1.1.17. 7,3,50	15.5.1.1.18. 6,8,25	15.5.1.1.19. 1,15,50	15.5.1.1.20. 9,4,50	15.5.1.1.21. 3,2,5%
15.5.1.1.22. 6,0%	15.5.1.1.23. 7,4,20	15.5.1.1.24. 6,8,90	15.5.1.1.25. 1,16,60	15.5.1.1.26. 9,5,40	15.5.1.1.27. 2,8,2%
15.5.1.1.28. 6,7%	15.5.1.1.29. 7,4,69	15.5.1.1.30. 6,9,36	15.5.1.1.31. 1,17,37	15.5.1.1.32. 9,6,03	15.5.1.1.33. 2,5,1%
15.5.1.1.34. 1,0,0%	15.5.1.1.35. 7,7,00	15.5.1.1.36. 7,1,50	15.5.1.1.37. 1,21,00	15.5.1.1.38. 9,9,00	15.5.1.1.39. 1,0,5%

Simbología: ton = toneladas, \$ = dólares

Según la Tabla 5.33 se elabora el gráfico 5.4 (TIR vs. Delta Pc / Pc):

Gráfico 1.21. TIR vs. Delta Pc / Pc



Como se puede apreciar en el Gráfico 5.4 y en la Tabla 5.33, el valor del incremento porcentual de los precios de compra (Delta Pc / Pc) para un TIR del 25% es del 6.7%. Con dicho incremento porcentual se tienen los precios de compra de chatarra máximos para mantener una TMAR del 25%. Estos precios se indican en la Tabla 5.34.

Tabla 108. Precios máximos de compra de chatarra.

15.5.1.1.40. Precio de venta de chatarra industrial a Conduit	15.5.1.1.42. Precio de venta de chatarra industrial a otros proveedores	15.5.1.1.44. Precio de compra de chatarra tipo especial y A	15.5.1.1.46. Precio de compra de chatarra tipo B y C
15.5.1.1.41. [\$/TON]	15.5.1.1.43. [\$/TON]	15.5.1.1.45. [\$/TON]	15.5.1.1.47. [\$/ton]
15.5.1.1.48. 74,69	15.5.1.1.49. 69,36	15.5.1.1.50. 117,37	15.5.1.1.51. 96,03

Simbología: ton = toneladas, \$ = dólares

15.5.2. SENSIBILIDAD AL PRECIO DE VENTA (P_v)

Se desea conocer en qué porcentaje máximo se pueden disminuir los precios a los cuales se venden los diferentes tipos de chatarra; al variar el porcentaje de

decremento de los precios se obtuvo la Tabla 5.35. El flujo de fondos totalmente neto para cada variación consta en el Anexo 5.9 de la página A74.

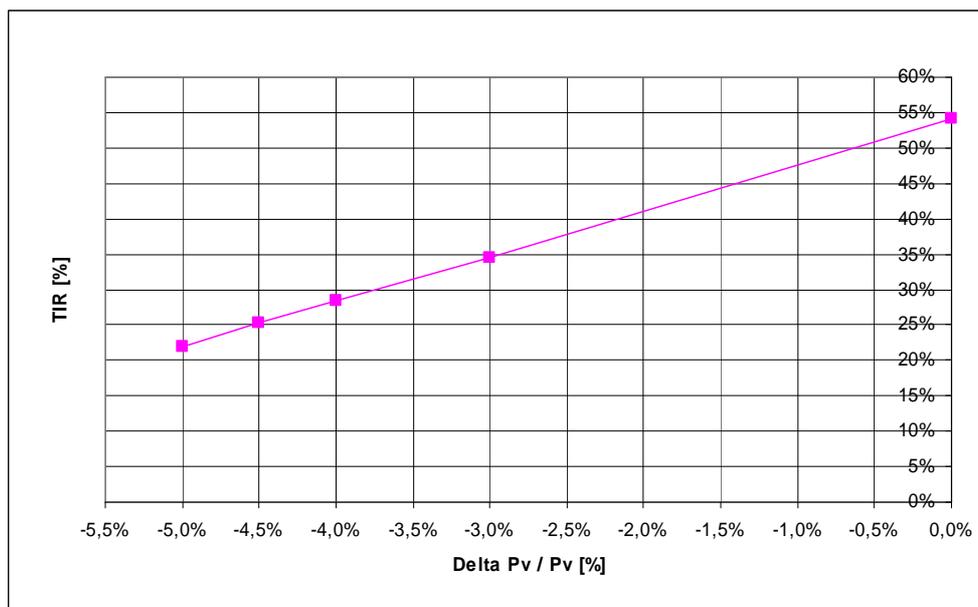
Tabla 109. Variación del TIR y de los precios de venta según el decremento porcentual de los mismos.

15.5.2.1.1. Delta Pv / Pv	15.5.2.1.2. Precio de venta de chatarra industrial	15.5.2.1.4. Precio de venta de chatarra tipo especial y A	15.5.2.1.6. Precio de venta de chatarra tipo B y C	15.5.2.1.8. TIR
	15.5.2.1.3. [\$/TON]	15.5.2.1.5. [\$/TON]	15.5.2.1.7. [\$/TON]	
15.5.2.1.9. 0,0 %	15.5.2.1.10. 150,00	15.5.2.1.11. 145,00	15.5.2.1.12. 135,00	15.5.2.1.13. 54,2 %
15.5.2.1.14. - 3,0%	15.5.2.1.15. 145,50	15.5.2.1.16. 140,65	15.5.2.1.17. 130,95	15.5.2.1.18. 34,5 %
15.5.2.1.19. - 4,0%	15.5.2.1.20. 144,00	15.5.2.1.21. 139,20	15.5.2.1.22. 129,60	15.5.2.1.23. 28,5 %
15.5.2.1.24. - 4,5%	15.5.2.1.25. 143,25	15.5.2.1.26. 138,48	15.5.2.1.27. 128,93	15.5.2.1.28. 25,0 %
15.5.2.1.29. - 5,0%	15.5.2.1.30. 142,50	15.5.2.1.31. 137,75	15.5.2.1.32. 128,25	15.5.2.1.33. 22,0 %

Simbología: ton = toneladas, \$ = dólares

Según la Tabla 5.28 se elabora el gráfico 5.5 (TIR vs. Delta Pv / Pv):

Gráfico 1.22. TIR vs. Delta Pv / Pv.



Como se puede apreciar en el Gráfico 5.5 y en la Tabla 5.34, el valor del decremento porcentual de los precios de compra ($\Delta Pv / Pv$) para un TIR del 25% es del -4.5%. Con dicho decremento porcentual se obtienen los precios de venta de chatarra mínimos para mantener una TMAR del 25%. Estos precios se indican en la Tabla 5.36 a continuación:

Tabla 110. Precios mínimos de venta de chatarra.

15.5.2.1.34. Precio de venta de chatarra industrial [\$/TON]	15.5.2.1.35. Precio de venta de chatarra tipo especial y A [\$/TON]	15.5.2.1.36. Precio de venta de chatarra tipo B y C [\$/TON]
15.5.2.1.38. 143,25	15.5.2.1.39. 138,48	15.5.2.1.40. 128,93

Simbología: ton = toneladas, \$ = dólares

15.5.3. SENSIBILIDAD A LA INVERSIÓN

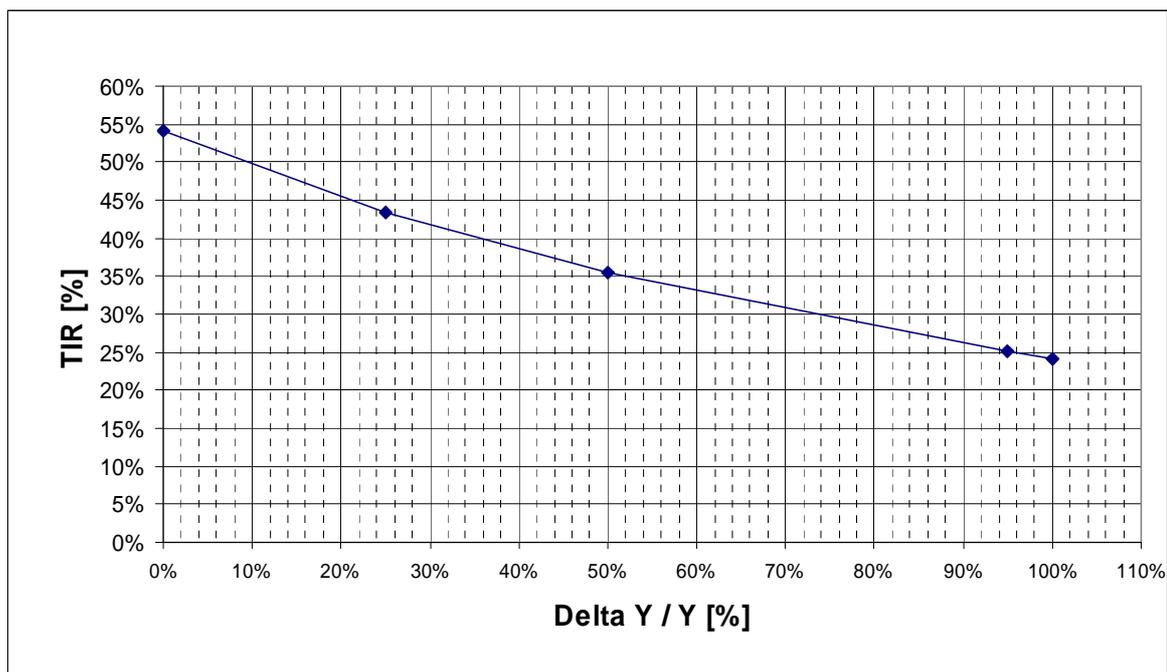
Se desea conocer en qué porcentaje máximo se puede incrementar el monto de la inversión del centro de acopio de chatarra; al variar el porcentaje de incremento se obtuvo la Tabla 5.37. El flujo de fondos totalmente neto para cada variación consta en el Anexo 5.8 de la página A78.

Tabla 111. Variación del TIR y del monto de inversión según el incremento porcentual del mismo.

15.5.3.1.1. Delta Y/Y	15.5.3.1.2. Inversión 15.5.3.1.3. [DÓLARES]	15.5.3.1.4. TIR
15.5.3.1.5. 0%	15.5.3.1.6. 185.846	15.5.3.1.7. 54,2%
15.5.3.1.8. 25%	15.5.3.1.9. 232.308	15.5.3.1.10. 43,4%
15.5.3.1.11. 50%	15.5.3.1.12. 278.769	15.5.3.1.13. 35,4%
15.5.3.1.14. 95%	15.5.3.1.15. 362.400	15.5.3.1.16. 25,1%
15.5.3.1.17. 100%	15.5.3.1.18. 371.692	15.5.3.1.19. 24,1%

Según la Tabla 5.28 se elabora el gráfico 5.6 (TIR vs. Delta Y / Y):

Gráfico 1.23. TIR vs. Delta Y / Y



Como se puede apreciar en el Gráfico 5.6 y en la Tabla 5.37, el valor del incremento porcentual de los precios de compra (Delta Y / Y) para un TIR del 25% es del -95%. Con dicho decremento porcentual del se obtiene el monto de inversión máxima para mantener una TMAR del 25%. Este monto es de 362.400 dólares.

15.5.4. CONCLUSIONES DEL ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD

De los tres parámetros analizados, el proyecto demuestra mayor sensibilidad al precio de venta de chatarra. A simple vista parece que el 4.5% de variación en los precios de venta de chatarra es un límite que representaría un obstáculo en las posibles negociaciones del centro de acopio, sin embargo se debe observar que en realidad representa una disminución de 6.75 dólares en el precio de la chatarra industrial, 6.53 dólares en el precio de la chatarra especial y de tipo A y 6.07 dólares en el precio de la chatarra de tipo B y C. Esta variación en el precio por tonelada es bastante significativa, ya que en una negociación con este tipo de mercancía, manejar un margen de cerca de seis dólares permite gran libertad para negociaciones exitosas con posibles clientes.

De manera análoga para el precio de compra de chatarra, el tener un límite de variación del 6.7% representa un gran margen que ofrecerá la libertad suficiente para ser competitivos en el mercado de demanda. Al poder disponer varios dólares por tonelada se logrará asegurar que industrias sigan proveyendo al centro de acopio y posibilitará ofrecer incentivos y premios para asegurar recolectores primarios.

Para el caso de la inversión, se dispone de una amplia holgura del 95% para aumentar la inversión actual y aún así cumplir la condición de que la TIR del proyecto sea mayor o igual que la TMAR establecida. El tope del 95% de incremento de la inversión actual representa un aumento cercano a 175.000 dólares que estrían disponibles para invertir en el centro de acopio.

15.6. CONCLUSIONES DEL ANÁLISIS ECONÓMICO.

Luego de realizar el análisis económico del proyecto del centro de acopio de chatarra, se debe recalcar que es un proyecto a mediano plazo (5 años) que es económicamente viable a una tasa de retorno alta (25%). Además, se han determinado las fronteras del proyecto para tres de sus variables más importantes, con lo cual se ha demostrado que permitirá modificaciones en cualquiera de ellas sin afectar su rentabilidad, este hecho hace que el proyecto sea económicamente atractivo para la inversión. Finalmente, se debe tener en cuenta que el sector metalmecánico del Ecuador, en los últimos años de la nueva economía del país, es uno de los sectores más estables y de mayor crecimiento; este es otro factor que garantiza la estabilidad de negocios relacionados al sector.

CAPITULO 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. CONCLUSIONES

- Con la implantación de un centro de acopio se han creado once plazas de trabajo y se aportan por lo menos de 25.000 dólares anuales al Estado en forma de impuestos. Las pequeñas empresas como el centro de acopio reactivan la economía de nuestro país.
- Gracias al concepto del camión recolector de chatarra industrial se da un servicio inédito a industrias metalmecánicas, limpiando sus desechos y manejando sus desperdicios metálicos, además que el camión constituye una ventaja competitiva en relación a centros de acopio similares.
- Luego de haber definido cuáles son las empresas proveedoras y su ubicación, se optimizó con éxito el sistema y el recorrido del camión; logrando una alta frecuencia de visita a todas las empresas, aprovechando al máximo las características del camión, sin dejar capacidad ociosa, y otorgando un lapso de tolerancia en caso de que nuevas empresas proveedoras aparezcan. Todo esto a un costo mínimo.
- El reciclaje permite ahorrar recursos y energía, logrando un desarrollo industrial con bajo costo, ya que la materia prima se la consigue de materiales que han sido dados como desperdicio o ya son inutilizados.

6.2. RECOMENDACIONES

- Queda abierta la opción para el desarrollo en nuevas tecnologías de reciclaje para el centro de acopio, no sólo en el campo de la chatarra ya que poco a poco se va a ir saturando. Es recomendable incursionar en mercados como el papel, plástico, caucho, entre otros pensando en la innovación, desarrollo tecnológico y rentabilidad.
- Se recomienda el incentivo para la realización de un nuevo proyecto de titulación, que a continuación de éste, trate acerca de la elaboración de acero a partir de chatarra ferrosa con un enfoque a la situación del Ecuador. Este trabajo también podrá ser complementado añadiendo otros materiales reciclables al proceso de acopio y procesamiento.

CAPITULO 7. BIBLIOGRAFÍA

- BLANK, TARQUIN, Ingeniería Económica, Quinta edición, Mc Graw Hill, México 2004.
- BUFFA E, Sistemas de Producción e Inventario: Planeación y Control, Editorial Limusa, Mexico 1992.
- CANADA J, Análisis de la Inversión para Ingeniería y Administración, Segunda edición, Prentice hall, México 1997
- CHIAVENATO I, Administración de Recursos Humanos, Quinta edición, Mc Graw Hill, Colombia 2003.
- GOULET J, BOUTIN J, Prontuario de Resistencia de Materiales, Segunda Edición, Thomson Editores, España 2001.
- KONZ, S, Diseño de Instalaciones Industriales, Editorial Limusa,, México 1999.
- SAPAG CHAIN, Nassir. Evaluación de Proyectos de Inversión en la Empresa. Editorial Prentice Hall, México, 2001.
- SHIGLEY, Joseph E., MISCHKE, Charles R., Diseño en Ingeniería Mecánica. Sexta edición. Editorial McGraw-Hill. México, 2001.
- STANTON, William J; ETZEL, Michael J., WALKER, Bruce J.. Fundamentos de Marketing. Décimo primera edición. Editorial McGraw-Hill. México, 2000.
- TIMOSHENKO S, Resistencia de Materiales, Editorial McGraw Hill , Mexico 2001.

SITIOS WEB

- Banco Central del Ecuador, www.bce.fin.ec
- Empresa de Manifiestos, www.manifiestos.com.ec
- INSTITUTE OF SCRAP RECYCLING INDUSTRIES, www.isri.org.
- SCRAP, Manipulación de chatarra, www.scrap.com

ÍNDICE DE PLANOS

Planos de instalaciones:

Distribución de planta	CA – 01
Diagrama de flujo de materiales	CA – 02

Planos de diseño:

Conjunto Camión Recolectar	100
Plano Viga Principal	101
Plano acople sobre bastidor pórtico	102
Plano placa de apoyo	103
Subconjunto pórtico	110
Plano columna pórtico	112
Plano viga pórtico	113