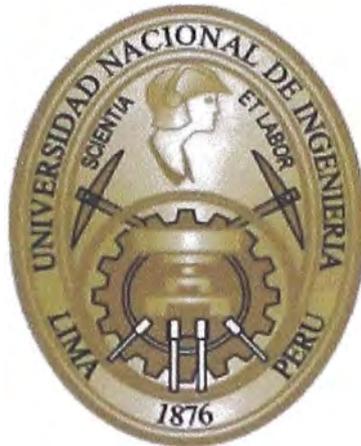


UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA.

FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA



**DISEÑO E INSTALACION DE UNA PLANTA DE
SEGREGACION MECANIZADA DE RESIDUOS
SOLIDOS DE UNA CAPACIDAD DE 40 TM/DIA**

INFORME DE SUFICIENCIA

**PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE
INGENIERO MECANICO**

RAUL MOISES CHUQUILLANQUI HUAMAN

PROMOCIÓN 1977 – II

**LIMA – PERU
2010**

DISEÑO E INSTALACION DE UNA PLANTA DE SEGREGACION MECANIZADA DE RESIDUOS SOLIDOS DE UNA CAPACIDAD DE 40 TM/DIA.

CONTENIDO:

PROLOGO	1
CAPITULO 1	
INTRODUCCIÓN	3
1.1. Antecedentes.	3
1.2. Objetivos	4
1.3. Alcances.	4
1.4. Justificación	5
1.5. Limitaciones.	6
CAPITULO 2	
PROBLEMÁTICA AMBIENTAL Y NORMATIVIDAD DE LOS RESIDUOS SOLIDOS	7
2.1. Situación Actual	7
2.2. Planteamiento del Problema Ambiental.	7
2.3. Problema de Impacto Ambiental.	8
2.4. Normatividad de Tratamiento.	9
CAPITULO 3	
ASPECTOS GENERALES Y CARACTERIZACION DE LOS RESIDUOS SOLIDOS.	11
3.1. Generalidades.	11
3.2. Proceso de Caracterización.	15
CAPITULO 4	
CARACTERISTICAS DE LA PLANTA DE SEGREGACION MECANIZADA.	20
4.1. Definición de planta de segregación:	20
4.2. Objetivo.	20
4.3. Ventajas.	20
4.4. Desventajas.	21
4.5. Diagrama de flujo del proceso de segregación.	21
4.6. Esquema General de tratamiento de Residuos Sólidos	22
4.7. Distribución de Planta de Segregación.	24
4.8. Descripción de Maquinarias y Equipos	25
4.9. Descripción del Proceso de Segregación.	28
CAPITULO 5	
DISEÑO, SELECCIÓN E INSTALACION DE MAQUINARIAS Y EQUIPOS.	30

5.1.	Cálculo y Diseño de Fajas Transportadoras	30
5.2.	Cálculo de cantidad y selección de maquinarias.	65
5.3.	Selección de Maquinarias.	70
5.4.	Disposición de maquinas y equipos en planta	76
CAPITULO 6		
CALCULO DE PRESUPUESTO DEL PROYECTO.		77
6.1.	Infraestructura de Planta de Segregación.	77
6.2.	Equipo Mecánico y Auxiliares.	80
6.3.	Maquinarias y Equipos Seleccionados.	82
6.4.	Presupuesto General de Proyecto.	85
CAPITULO 7		
EVALUACION ECONOMICA DEL PROYECTO:		87
7.1.	Análisis de Costos de Planta.	87
7.2.	Cálculo de ingresos por ventas.	87
7.3.	Cálculo de Costos de Operación.	89
7.4.	Análisis de Rentabilidad del proyecto.	92
7.5.	Evaluación Económica y Social.	98
OBSERVACIONES.		99
CONCLUSIONES.		99
RECOMENDACIONES.		99
BIBLIOGRAFIA.		
PLANOS.		
APENDICE.		

A mis queridos padres que en paz descansan, a la madre de mis hijos por tanto amor y dedicación hacia ellos y a mí, y a mis hermosos nietos Luis Piero y Valeria Luisa.

A la universidad más grande del país, la UNI, y a mi valeroso pueblo de Huancavelica, donde abrí mis ojos a la luz de la vida y crecieron mis sentimientos para luchar por su desarrollo armónico y sostenible.

PROLOGO

El objetivo central de este trabajo, es el diseño e instalación de una planta de segregación mecanizada de residuos sólidos de una capacidad de 40 TM/DIA, provenientes de la recolección de los residuos sólidos urbanos. El diseño de la planta de segregación, incluye el cálculo y diseño de las fajas transportadoras, el diseño de su sistema de transmisión, así como la estructura principal donde se instala las fajas transportadoras y el resto de sus componentes de la planta, por lo que se ha tomado costos aproximados dados por profesionales especializados, para determinar el costo total de la planta de segregación.

El presente informe de suficiencia se ha desarrollado en 7 capítulos, las que contienen los siguientes elementos:

El Capítulo I, contiene descrito en forma general la situación que se viene dando en la gestión y manejo de los residuos sólidos, indicados en los antecedentes, objetivos, alcances, justificación y limitaciones del presente proyecto.

El Capítulo II, abarca el planteamiento del problema ambiental urbana, el problema del impacto ambiental en la ciudad de Huancavelica y la normatividad legal que ampara el tratamiento y aprovechamiento de los residuos sólidos y la minimización de los residuos de descarte que llegan a la disposición final en el relleno sanitario.

El capítulo III, está referido a aspectos generales y definiciones de los residuos sólidos, en cuanto a las fuentes de generación y su composición. Un aspecto de suma importancia que origina la necesidad de calcular y diseñar los diferentes equipos y maquinarias es la caracterización de los residuos sólidos, para conocer la cantidad y su composición física, la que incidirá en la selección adecuada de las maquinarias.

El capítulo IV, describe las características generales de la planta de segregación. Este capítulo está subdividido en 7 puntos importantes como son el objetivo,

ventajas, desventajas, diagramas de flujo del proceso de segregación, la distribución de la planta, el esquema general de tratamiento de los residuos sólidos y la descripción de las maquinarias y equipos requeridos para un adecuado tratamiento y procesamiento de los mismos.

Este Capítulo V, contiene 2 temas importantes, directamente relacionados al proceso de cálculo y diseño de las Fajas Transportadoras, el cálculo de cantidad y selección de las maquinarias para la operación de la planta.

El capítulo VI, considera el dimensionamiento y los cálculos presupuestales de la planta de segregación, en base a los Costos Unitarios de Edificaciones publicadas por el Ministerio de Vivienda y Construcción, así como los cálculos presupuestales de los equipos mecánicos, equipos mecánicos auxiliares y los costos de las maquinarias y equipos seleccionados.

El capítulo VII, está dividido en cinco puntos importantes: análisis de los costos, ingreso por ventas de los residuos sólidos reciclables recuperados en planta, los costos de operación del proyecto, el análisis financiero comparativo, análisis de rentabilidad y finalmente un análisis de la evaluación económica y evaluación social del proyecto, las mismas que determinan la viabilidad del proyecto.

En la parte final del presente trabajo, se manifiesta las conclusiones y recomendaciones a las cuales se ha arribado como producto del trabajo de investigación, las mismas que sirven para ser aplicados en otras realidades. También se menciona de que se adjunta cuatro apéndices, conteniendo las informaciones que han sido tomados como referentes para el desarrollo del presente trabajo, así como también se incluye la bibliografía utilizada y consultada en la realización del presente informe de suficiencia.

Finalmente manifiesto mi agradecimiento a todos los profesionales que han intervenido en el desarrollo de los cursos de actualización de la FIM – UNI, Gerencia de Proyectos, Gestión Integral de Calidad, Gestión de Mantenimiento y al Ing. Wilson Silva del curso de Informe de Suficiencia, por sus invalorable enseñanzas y orientación, así como a mi asesor el Ing. Edmundo Gutiérrez Jave, por su ayuda y orientación en el desarrollo del presente informe.

CAPITULO 1

INTRODUCCIÓN.

1.1. ANTECEDENTES.

1.1.1. Crecimiento Demográfico:

El crecimiento demográfico de las ciudades, viene generando una excesiva demanda de recursos y diversidad de servicios, principalmente de saneamiento ambiental, la misma que al no ser controlada repercute en una forma negativa en la salud humana, causado por la acumulación de los residuos sólidos urbanos.

1.1.2. Ley General de Residuos Sólidos:

La Ley General de Residuos Sólidos (Nº 27314), exige a los gobiernos locales que desarrollen una gestión integral de los residuos sólidos, considerando acciones de prevención y minimización de residuos, y por otro lado estableciendo procedimientos técnicos y operativos que permitan darle valor agregado.

1.1.3. Declaración en emergencia del sistema de limpieza pública:

Conocida la situación y con el propósito de cambiar el destino de los materiales de desechos recolectados, los que a consecuencia de la deficiencia del servicio de limpieza pública, ésta fue declarado en emergencia,

lo que a su vez origina la necesidad de identificar el proyecto habiendo salido priorizado en el Presupuesto Participativo para el año fiscal del 2008, para la provincia de Huancavelica cuya fase de pre inversión motiva la elaboración del Estudio de Pre Inversión a nivel de perfil técnico del proyecto.

1.1.4. Elaboración del Estudio de Pre Inversión:

Este fue formulado como consecuencia de la priorización del proyecto **“Mejoramiento del Sistema de Tratamiento de los Residuos Sólidos de Huancavelica”**, dentro del proceso de Presupuesto Participativo para el año fiscal del año 2008, el mismo que fue declarado Aprobado y Viable mediante código del Banco de Proyectos del SNIP N° 50414.

1.2. OBJETIVOS.

Desarrollar el Diseño e Instalación de una Planta de Segregación Mecanizada, para el adecuado manejo, aprovechamiento y control de los residuos sólidos, a través de la clasificación, procesamiento y disposición final, con incidencia directa en la mejora de las condiciones medio ambientales y el aumento de la vida útil del relleno sanitario, para la ciudad de Huancavelica como un Proyecto de Inversión Pública en el marco del Sistema Nacional de Inversión Pública (SNIP).

1.3. ALCANCES.

El alcance del proyecto es mejorar el sistema de recolección, transporte, tratamiento y disposición final, así como intervenir en el aprovechamiento de los residuos sólidos reciclables, realizando actividades de recojo, clasificación y procesamiento de 40 TM/DIA de residuos sólidos urbanos, de las cuales el 75% aproximadamente son considerados reciclables, para lo cual se consider la

construcción de infraestructura adecuada, la selección y diseño de equipos mecánicos y equipos auxiliares, las que están agrupados en:

A. Recolección y Transporte:

A.1. Selección y Adquisición de Camiones Compactadores.

Planta de Segregación:

B. Infraestructura.

B.1. Playa y tolva de descarga

B.2. Planta de segregación y tratamiento

C. Equipos para la Clasificación y Procesamiento:

C.1. Cálculo, Diseño y fabricación de Fajas Transportadoras.

C.2. Cálculo, Diseño y fabricación de Carretas de Carga con Vuelco.

C.3. Cálculo, diseño y fabricación de Carretas de Plataforma de Carga.

D. Maquinarias y Equipos para el tratamiento y Procesamiento:

D.1. Selección y Adquisición de Retroexcavadora.

D.2. Selección y adquisición de Carretas Agrícolas de Tiro (vehicular).

D.3. Selección y adquisición de Enfardadores hidráulicos.

D.4. Selección y adquisición de Compactador Hidráulico.

D.5. Selección de Trituradora de Residuos Sólidos Orgánicos.

D.6. Selección de Trituradora de Vidrios diversos.

D.7. Selección y adquisición de balanza de plataforma de 30 Ton.

1.4. JUSTIFICACIÓN

1.4.1. Planteamiento del Problema.

Inadecuado manejo y control de residuos sólidos urbanos en la ciudad y el tratamiento deficiente en el relleno sanitario, lo que viene provocando graves problemas en la salud humana y ecológicos, ya que los lugares donde

es depositada la basura son focos permanentes de contaminación, atentando contra el ser humano y su medio ambiente. También se sabe que en el relleno sanitario, no se practica el reciclaje de los residuos sólidos habiéndose convertido en un botadero a cielo abierto, la que viene afectando el suelo, la flora y fauna, degradando el paisaje y contaminando el aire y las aguas superficiales y subterráneas,

1.4.2. Características de los Beneficiarios.

Es toda la población de la ciudad de Huancavelica, quienes se encuentran a expensas y afectados por los niveles de vectores sanitarios que afectan la salud principalmente respiratorios y gastrointestinales, generados por el mal manejo y control adecuado de los residuos sólidos.

1.5. LIMITACIONES.

- 1.5.1. Poca disponibilidad presupuestal de la Municipalidad Provincial de Huancavelica, para el cumplimiento de ejecución de todos sus componentes y las partidas que los conforma.
- 1.5.2. Retraso de transferencia de fondos del tesoro público por parte del Ministerio de Economía y finanzas.
- 1.5.3. Existencia de pocos proveedores nacionales especializados en maquinarias y equipos relacionados con el proyecto.
- 1.5.4. La empresa de servicios de suministro de energía eléctrica, puede tener retraso en la entrega de energía eléctrica, debido a que en la actualidad, no cuenta con la línea de alimentación en la zona de la planta de segregación.

CAPITULO 2

PROBLEMÁTICA AMBIENTAL Y NORMATIVIDAD DE LOS RESIDUOS SOLIDOS URBANOS.

2.1. SITUACION ACTUAL.

Actualmente el manejo inadecuado e ineficiente de los desechos sólidos es uno de los problemas ambientales y de salud pública más graves de las ciudades. Diariamente decenas de toneladas de basura contaminan el medio ambiente y ayudan a la proliferación de enfermedades infectocontagiosas transmitidas por diferentes vectores como: ratas, cucarachas, zancudos y moscas.

2.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA AMBIENTAL.

La generación de desechos sólidos es un proceso que no se detiene; al contrario se viene incrementando día a día, provocando graves problemas ecológicos, ya que los lugares donde son depositadas las basuras, son focos permanentes de contaminación, que generan problemas medio ambientales, atentando contra el ser humano.

Los rellenos sanitarios no controlados causan problemas ambientales que afectan el suelo, el agua y el aire: la capa vegetal originaria de la zona desaparece, contamina a la atmósfera con materiales inertes y microorganismos. Con el tiempo, alguna parte de ellos se irá descomponiendo y darán lugar a nuevos componentes

químicos que provocarán la contaminación del medio, que provocarán que el suelo pierda muchas de sus propiedades originales.

2.3. PROBLEMA DE IMPACTO AMBIENTAL.

El impacto ambiental sobre la salud pública que ocasionan las montañas de basura que se acumulan en los diferentes sitios de la ciudad, cuando estas no son recogidos y manejados adecuadamente, es cada vez más grave, pues el volumen de los residuos continúa creciendo sin que se tomen medidas para reducir su acumulación.

La ciudad de Huancavelica cuenta actualmente con un relleno sanitario, donde se ha pretendido manejar y aprovechar los residuos sólidos reciclables en una pequeña planta de clasificación con un tratamiento manual artesanal, la misma que no ha logrado su propósito, habiéndose convertido en un **“botadero a cielo abierto”**, generando conflictos sociales con las comunidades campesinas ubicadas en la zona, por cuanto los plásticos laminados y papeles ligeros vuelan con el viento hasta 8 kms a la redonda, las que al ser ingeridos por el ganado, les origina la muerte, así como los lixiviados que se originan, vienen contaminando las aguas superficiales y subterráneas.

Por lo tanto, la Municipalidad Provincial de Huancavelica, ha tomado la iniciativa de plantear una alternativa dirigida a disminuir al máximo los efectos negativos que tiene la basura sobre el ambiente y las personas, específicamente una planta de reciclaje implementada con maquinarias y equipos, donde los residuos o desperdicios recolectados son clasificados y tratados para luego ser utilizados como materias primas para la fabricación de otros productos.

2.4. NORMATIVIDAD DE TRATAMIENTO.

2.4.1. Marco Legal de política ambiental

- a) Constitución política del Perú Art. 2º inciso 22, del año 1993.
- b) Ley N° 28611, Ley General del Ambiente (15 de Octubre del 2005)
- c) Ley N° 27314, Ley General de Residuos Sólidos (10 Julio 2000)
- d) DL 1065, Modificatoria Ley de Residuos Sólidos (28 Junio 2008)
- e) Ley N° 27972 Ley Orgánica de Municipalidades (06 Mayo 2003)
- f) Plan Nacional de Residuos Sólidos (CONAM año 2003).
- g) Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos de la Provincia de Huancavelica (aprobado el 15 de Octubre del 2005).

2.4.2. Lineamientos de política de gestión ambiental establecidos en la Ley de residuos sólidos y el DL.1065

1. Desarrollar acciones de educación y capacitación para una gestión eficiente, eficaz y sostenible de los residuos sólidos.
2. Adoptar medidas de minimización de residuos sólidos en todo el ciclo de vida de los bienes y servicios, a través de la reducción de sus volúmenes de generación y características de peligrosidad.
3. Establecer un sistema de responsabilidad compartida en el manejo integral de los residuos sólidos, desde la generación hasta su disposición final, evitando situaciones de riesgo e impactos negativos a la salud humana y el medio ambiente.
4. Desarrollar y usar tecnologías, métodos, prácticas de procesos de producción y comercialización, que favorezcan la minimización o reaprovechamiento de los residuos sólidos y su manejo adecuado.

5. Promover la iniciativa y participación activa de la población, las organizaciones sociales y el sector privado en la gestión y el manejo de los residuos sólidos.
6. Definir planes, programas, proyectos y acciones transectoriales, conjugando las variables económicas, sociales, culturales, técnicas, sanitarias y ambientales.
7. Priorizar la prestación privada de los servicios de manejo de residuos sólidos, bajo criterios empresariales y sostenibilidad.
8. Promover la inversión pública y privada en infraestructuras, instalaciones y servicios de manejo de residuos.

2.4.3. Marco legal

Ley del Sistema Nacional de Inversión Pública (SNIP), Ley Orgánica de Municipalidades y la Ley General de Residuos, enmarcado en los siguientes lineamientos de Política Sectoriales y Territorial:

- a) Función 17 : Medio Ambiente
- b) Programa 039 : Medio Ambiente
- c) Sub-Programa : 0086 Limpieza Pública

En el caso de nuestro ejemplo, de manera específica también el Proyecto se encuentra identificado en el:

- a) Plan Integral de Gestión Ambiental de Residuos Sólidos (PIGARS de la Provincia de Huancavelica).
- b) Plan Estratégico de Desarrollo Provincial de Huancavelica
- c) Eje Estratégico: Saneamiento Ambiental y Ordenamiento Territorial

CAPITULO 3

ASPECTOS GENERALES Y CARACTERIZACION DE RESIDUOS SOLIDOS.

3.1. GENERALIDADES:

3.1.1. Definición.

Son aquellas sustancias, productos o sub productos en estado sólido o semisólidos, de los que su generador dispone, o está obligado a disponer, en virtud de lo establecido en la normatividad nacional o de los riesgos que causan a la salud y al ambiente. (Art. 14 de la Ley N° 27314 Ley General de Residuos Sólidos)

Según el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) (Guía para la Evaluación de Impacto Ambiental), Residuo Sólido Urbano (RSU) es **“cualquier producto, materia o sustancia, resultante de la actividad humana o de la naturaleza, que ya no tiene función para la actividad para el cual fue generado”**.

Pueden clasificarse de acuerdo a:

- a) Origen (domiciliario, industrial, comercial, institucional, público),
- b) Composición (orgánica, vidrio, metal, papel, plásticos, etc.
- c) Peligrosidad (tóxica, corrosiva, radioactiva, inflamable, infecciosa).

Los RSU tienen como principal problemática el incremento exponencial de su volumen debido a:

- a) Aumento de población y su concentración en determinadas áreas
- b) Crecimiento progresivo de la generación per cápita de residuos

- c) Escasos programas educativos a la comunidad sobre la temática.
- d) Sistemas de tratamiento y disposición final inadecuados.
- e) Falta de evaluación integral de costos y asignación de recursos.
- f) El uso de envases con y sin retorno.

3.1.2. Situación Actual:

Los RSU actualmente son vertidos en un relleno sanitario, el mismo que se ha convertido en un **botadero a cielo abierto**, los que producen acciones nocivas sobre el ambiente, las que ha saber son:

- a) Contaminación de los recursos hídricos, la que se manifiesta en las aguas superficiales y subterráneas.
- b) Contaminación Atmosférica, se percibe los olores de los RSU acumulados en las calles o en el relleno sanitario.
- c) Contaminación del suelo, la que se contamina de micro organismos patógenos, metales pesados, sustancias tóxicas e hidrocarburos, presentes en los lixiviados.
- d) Impacto sobre la salud humana, la que se manifiesta en múltiples enfermedades gastro intestinales, enfermedades de la piel, etc.
- e) Impacto sobre la flora y fauna, modificando el ecosistema de la zona, con características de ser irreversible.
- f) Costos sociales frecuentes y económicos, devaluación de propiedades comunales, pérdida de turismo.
- g) Incremento de costos de salud pública por la proliferación de vectores que transportan enfermedades:

CAPITULO 4

CARACTERISTICAS DE LA PLANTA DE SEGREGACION MECANIZADA.

4.1. DEFINICION DE PLANTA DE SEGREGACION:

Es una infraestructura completa que nos permite realizar las labores de selección y clasificación de los residuos sólidos para su posterior utilización, para lo cual cuenta con las maquinarias y equipos necesarios con el fin de llevar a cabo estas labores de manera óptima y en las mejores condiciones sanitarias.

4.2. OBJETIVO.

- a) Clasificación y tratamiento de componentes reciclables Inorgánicos de los residuos, para utilizar como materia prima de otros productos.
- b) Reciclar la materia orgánica para producir abono orgánico (compost y Humus) para utilizarlos como Fertilizante Orgánico (ecológico) en agricultura, forestación y la bioremediación de relaves mineros.
- c) Comercialización interna y externa de los Componentes Reciclables inorgánicos procesados y el abono orgánico como fertilizantes.
- d) Enviar residuos sólidos de descarte y los peligrosos para su disposición final en el Relleno Sanitario.

4.3. VENTAJAS.

- a) Disminución de costos y mayor vida útil de Relleno Sanitario, por menor volumen de disposición final de residuos.
- b) Creación de conciencia ambiental en la población ya que se propicia la separación previa en el domicilio de orgánicos vs. inorgánicos.
- c) Generación de puestos de trabajo.

3.1.3. Fuentes de Generación

Tabla N° 3.1 FUENTES DE GENERACION DE RESIDUOS SOLIDOS

FUENTE	INSTALACION, ACTIVIDAD O LOCALIZACION DONDE SE GENERAN	TIPO DE RESIDUO SOLIDO
RSU	TODOS	TODOS
DOMESTICA	Viviendas aisladas, bloques de viviendas, unifamiliares y multifamiliares	Residuos de comida, papel, cartón, plásticos, textiles, cuero, residuos de jardín, madera, vidrio, latas de hojalata, aluminio, otros metales, cenizas, residuos especiales (artículos voluminosos, electrodomésticos, bienes de línea blanca, residuos de jardín recogidos separadamente, baterías, pilas, aceites, neumáticos), residuos domésticos peligrosos.
COMERCIAL	Tiendas, mercados, restaurantes, oficinas, hoteles, imprentas, estaciones de servicios, talleres mecánicos, etc.	Papel, cartón, plásticos, madera, residuos de comida, vidrios metales, residuos especiales, residuos peligrosos, etc.
INSTITUCIONAL	Escuelas, Hospitales, policía, edificios de gobierno, etc.	Similares al comercial.
CONSTRUCCION Y DEMOLICION.	Obras nuevas en construcción, obras de remodelación o ampliación obras públicas, etc.	Tierra, escombros, madera, acero, hormigón, suciedad, etc.
SERVICIOS MUNICIPALES	Barrido de calles, jardinería, limpieza urbana	Residuos especiales, residuos de calles, recortes de árboles y plantas, etc.
BIOMEDICOS	Hospitales, Sanatorios, Veterinarias, etc.	Residuos patológicos, residuos biomédicos, etc.
INDUSTRIAL	Construcción, Fabricación ligera y pesada, fabricación de alimentos	Residuos de procesos industriales, materiales de chatarra, residuos no industriales similares a las comerciales.

Tabla N° 3.3 COMPONENTES Y SUB COMPONENTES DE RESIDUOS SÓLIDOS DOMÉSTICOS

N°	COMPONENTES	SUB-COMPONENTE
1	PAPEL	Periódicos, papel blanco y de color
2	CARTÓN	Cajas de cartón, cartulinas blanca y de color
3	PLÁSTICO RÍGIDO	Botellas de líquidos, alimentos, gaseosas, restos de envases plásticos rígidos o duros restos de envases plásticos rígidos o duros
4	PLÁSTICO NO RÍGIDO (bolsas)	Todo tipo de bolsas plásticas y de colores.
5	METALES NO FERROSOS	Aluminio, Cobre, Plomo, Zinc, etc.
6	METALES FERROSOS (latas)	Hojalata, tarros de leche utensilios de hierro y acero
7	VIDRIO	Botellas transparentes, ámbar, verde y azul; vidrio planos, etc.
8	PAÑALES, TOALLAS HIGIÉNICAS	Papeles de uso en el baño, pañales de bebés y toallas higiénicas
9	PILAS	Pilas para radio, baterías de vehículo motorizados
10	JEBE	Restos de llantas, de calzado, etc
11	MADERA	Residuos de construcción, embalaje, artículos de artesanía deteriorada.
12	CUERO	Zapatos, sacos, carteras
13	HUESOS	Restos de comidas, huesos crudos cáscaras de huevo.
14	TETRAPACK	Envases de cajas de leche, de jugos, etc.
15	TEXTILES	Telas, prendas de vestir, etc.
16	MATERIAL INERTE	Tierra, restos de material de construcción, piedras, maceteros
17	MATERIAL ORGÁNICO	Restos de la preparación, cocción y consumo de comidas, vegetales, excremento de animales menores

3.2. PROCESO DE CARACTERIZACIÓN.

3.2.1. Objetivo General

Elaborar de forma participativa entre la Municipalidad de Huancavelica y actores sociales y locales, el diagnóstico del manejo de los residuos sólidos, con el fin de elaborar el Expediente Técnico del proyecto "**Mejoramiento del Sistema de Tratamiento de Residuos Sólidos de Huancavelica**" y la actualización del Plan Integral de Gestión Ambiental de Residuos Sólidos (PIGARS) de la ciudad de Huancavelica.

3.2.2. Objetivos Específicos:

Estas vienen definidos de la siguiente manera:

- a) Conocer en forma confiable la composición física de los residuos sólidos para así tener en cuenta los factores importantes para su manejo.
- b) Conocer los datos cualitativos y cuantitativos y sus variaciones diarias de los residuos sólidos.
- c) Conocer la fracción de residuos que pueden ser procesados (reciclado, compostaje, etc.)
- d) Determinar la viabilidad de implementar una Planta de tratamiento de Residuos Sólidos y disposición final.

3.2.3. Resultados sobre el estudio de caracterización de R.S.U. en la ciudad de Huancavelica:

Los resultados que se presentan a continuación son datos consolidados resultado de la aplicación de la metodología descrita para realizar el estudio de caracterización de los RSU en la ciudad de Huancavelica, habiéndose determinado que la generación per cápita de residuos sólidos es de **0.655 Kg/hab/día** en promedio, mostrándose en el cuadro siguiente los detalles para los fines del presente estudio.

Tabla 3.4 Generación de RSU Per Cápita Por Estratos En Huancavelica

BARRIOS	PFC PROMEDIO (Kg/hab/día)	ESTRATOS SOCIOECONÓMICOS			
		B	C	D	E
SANTA ANA	0,630	0,748	0,617	0,586	0,569
SAN CRISTOBAL	0,708	0,989	0,632	0,616	0,593
YANANACO	0,630	0,663	0,641	0,614	0,603
CERCADO	0,608	0,741	0,733	0,546	0,411
ASCENSION	0,697	0,873	0,738	0,617	0,559
PROMEDIO GENERAL		0,655			

En el siguiente cuadro, se muestra la generación de residuos a nivel domiciliario en la ciudad de Huancavelica, en forma diaria, mensual y anual, calculado en base a la población actual (población proyectada 2009, fuente: estudio preliminar del proyecto).

Tabla 3.5 - Generación de Residuos Sólidos Huancavelica 2008

TIPO DE RESIDUOS	POBLACIÓN	GENERACIÓN DE RESIDUOS (TONELADAS)		
		DIARIA	MENSUAL	ANUAL
Domiciliarios	55,158	36.13	1,083.90	13,006.80
TOTAL		36.13	1,083.90	13,006.80

Tabla 3.6 - PROYECCIÓN DE POBLACIÓN Y GENERACIÓN DE RSU.

AÑO	POBLACION PROYECTADA	PPC (KG/HAB/DIA)	GERENARACION PROYECTADA (TM/DIA)
2008	55158	0.655	36.13
2009	55985	0.662	37.04
2010	56825	0.668	37.97
2011	57678	0.675	38.92
2012	58543	0.682	39.90
2013	59421	0.688	40.91
2014	60312	0.695	41.93
2015	61217	0.702	42.99
2016	62135	0.709	44.07
2017	63067	0.716	45.18
2018	64013	0.724	46.32

FUENTE: INEI 2008: % Incremento Poblacional Anual de la Ciudad es de: 1.50%

FUENTE: Elaboración Propia: % Incremento de R.S.U., es de 1.10%

En los cuadros subsiguientes, se muestra el detalle de la cantidad de residuos generados por barrido, acopio y vertido en las calles y los mercados de la ciudad de Huancavelica.

DENSIDAD DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS

En el siguiente cuadro se presenta la densidad de los residuos sólidos que pertenecen a cada uno de los sectores representativos de la ciudad.

Tabla 3.7 - DENSIDAD DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS DOMICILIARIOS

BARRIOS	Peso de la muestra W1 (Kgs)	Volúmen de Residuo V (m3)	Densidad (Kg/m3)	Observaciones
SANTA ANA	192.72	0.662	291.12	Sin compactar
S. CRISTOBAL	189.56	0.648	292.53	Sin compactar
YANANACO	189.47	0.649	291.94	Sin compactar
CERCADO	188.45	0.656	287.27	Sin compactar
ASCENSION	186.42	0.664	280.75	Sin compactar
DENSIDAD PROMEDIO			288.72	Sin compactar

3.2.4. Composición Física de los Residuos Sólidos.

La información sobre la composición de los residuos es importante para evaluar las necesidades de maquinarias y equipos, la que también influye en el dimensionamiento de la planta de segregación.

Tabla 3.8 COMPOSICION DE RSU POR TIPOS

COMPOSICION DE RESIDUOS SOLIDOS POR TIPOS				
Nº	DESCRIPCION	PROD. PARCIAL %	PROD. TOTAL TM/DIA	PROD. PARCIAL TM/DIA
1	Orgánico: Compostable	53	40	21.20
2	Inorgánico: Reciclable	21		8.40
3	Rechazo o de descarte	26		10.40



Distribución Porcentual por tipos de RSU

RESIDUOS ORGANICOS COMPOSTABLES:

Son aquellos que se generan de los restos de los vegetales y animales como restos de frutas, verduras, hortalizas, residuos de jardines, restos de alimentos, las que constituyen la materia prima para la producción de abono orgánico como son el Compost y Humus, por tanto Residuos Compostables son aquellos que pueden ser descompuestos por la acción natural de organismos vivos como hongos y bacterias, cuyo producto final, que por su composición de nutrientes, son de gran utilidad para la agricultura y recuperación de suelos degradados.

RESIDUOS RECICLABLES:

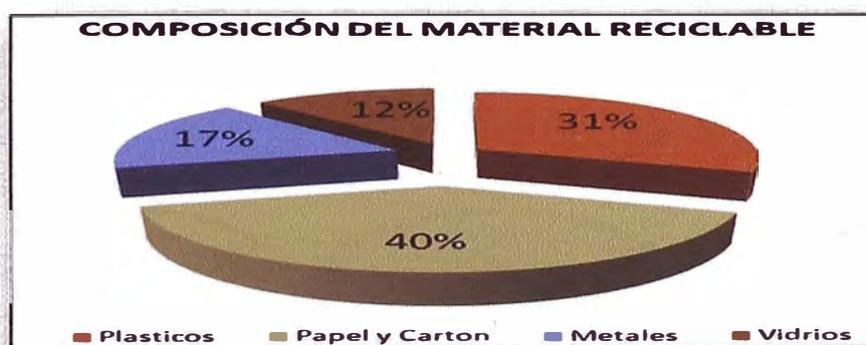
Son aquellos desechos de origen no biológico, de origen industrial o de algún otro proceso no natural, tales como papeles, cartones, plásticos, vidrios, metales ferrosos y no ferrosos, textiles y orgánicos del flujo de desperdicios sólidos que pueden reintegrarse a la cadena de uso.

RESIDUOS DE RECHAZO O NO RECICLABLES:

Son aquellos que son peligrosos, ya sea de origen biológico o no, que constituye un peligro potencial y por lo cual debe ser tratado de forma especial, por ejemplo: material médico infeccioso, residuo radiactivo, ácidos y sustancias químicas corrosivas, etc.

Tabla 3.6 COMPOSICION DE RESIDUOS SOLIDOS RECICLABLES

COMPOSICION DE RESIDUOS SOLIDOS RECICLABLES				
Nº	DESCRIPCION	PROD. PARCIAL %	PROD. TOTAL TM/DIA	PROD. PARCIAL TM/DIA
1	Plásticos	31	8.4	2.60
2	Papel y cartón	40	8.4	3.36
3	Metales	17	8.4	1.43
4	Vidrios	12	8.4	1.01



Distribución Porcentual de RSU Reciclable por tipos

4.4. DESVENTAJAS.

Implementación lenta de la separación de residuos en el domicilio, debido a que se necesitará un cambio cultural de la población.

4.5. DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO DE SEGREGACIÓN.

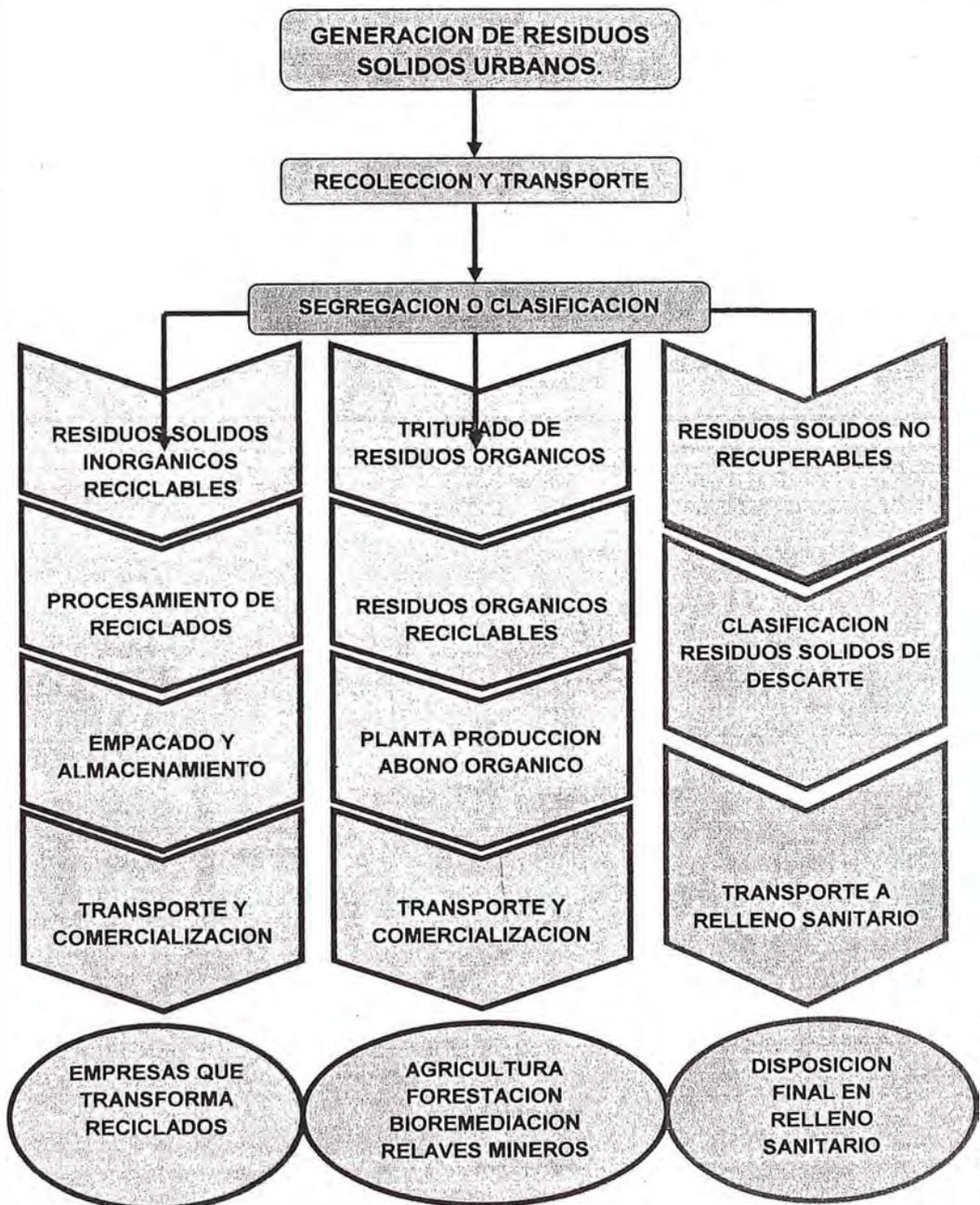


Fig. N° 4.1 Representación Esquemática de los procesos de Segregación por tipos de Residuos Sólidos Urbanos.

4.6. ESQUEMA GENERAL DE TRATAMIENTO DE RESIDUOS SÓLIDOS:

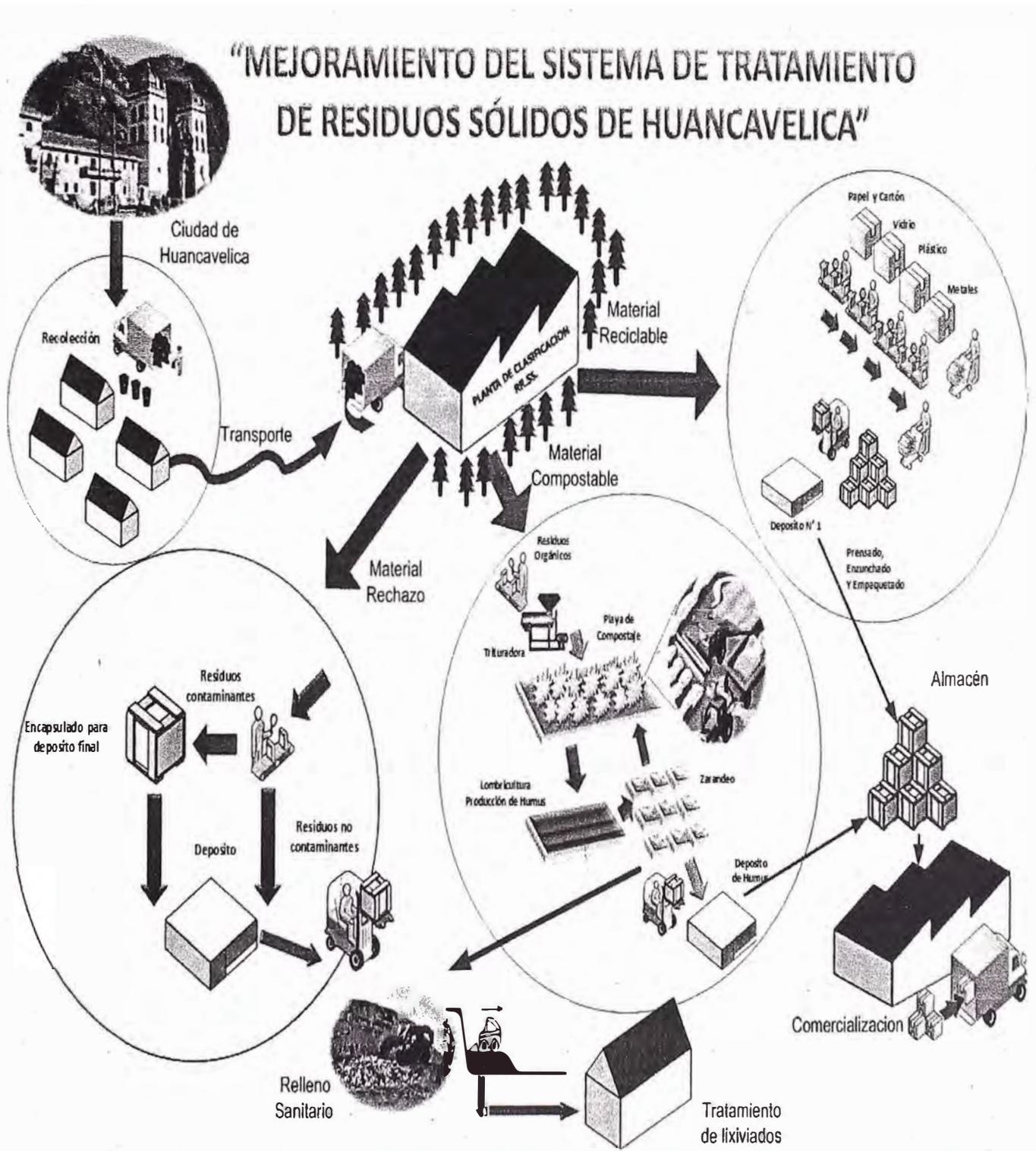


Fig. N° 4.2 Representación Esquemática del Proceso de Recolección y Transporte, Segregación y Disposición final de Residuos Sólidos Urbanos.

4.6.1. Descripción de los componentes básicos del Sistema de Tratamiento de Residuos Sólidos (esquema general).

A. Recolección y Transporte.

Compuesto por:

1. Cuadrilla de Trabajadores.
2. Contenedores.
3. Camiones Recolectores

B. Planta de Segregación de Residuos Sólidos.

Compuesto por:

1. Infraestructura de Segregación.
2. Playa de Maniobras y Descarga
3. Tolva de descarga de residuos sólidos.
4. Faja Transportadora de alimentación.
5. Fajas Transportadoras de Clasificación.
6. Carretas de carga con vuelco.
7. Enfardadoras y Compactadoras..
8. Compactadora de envases metálicos
9. Plataforma de carga.
10. Trituradoras de vidrios.
11. Trituradora de residuos orgánicos.

C. Disposición Final.

Compuesto por:

1. Carretas vehiculares
2. Área de compostaje y Humus.
3. Retroexcavadora
4. Área de Relleno Sanitario
5. Tratamiento de lixiviados.

4.7. DISTRIBUCION DE PLANTA DE SEGREGACION

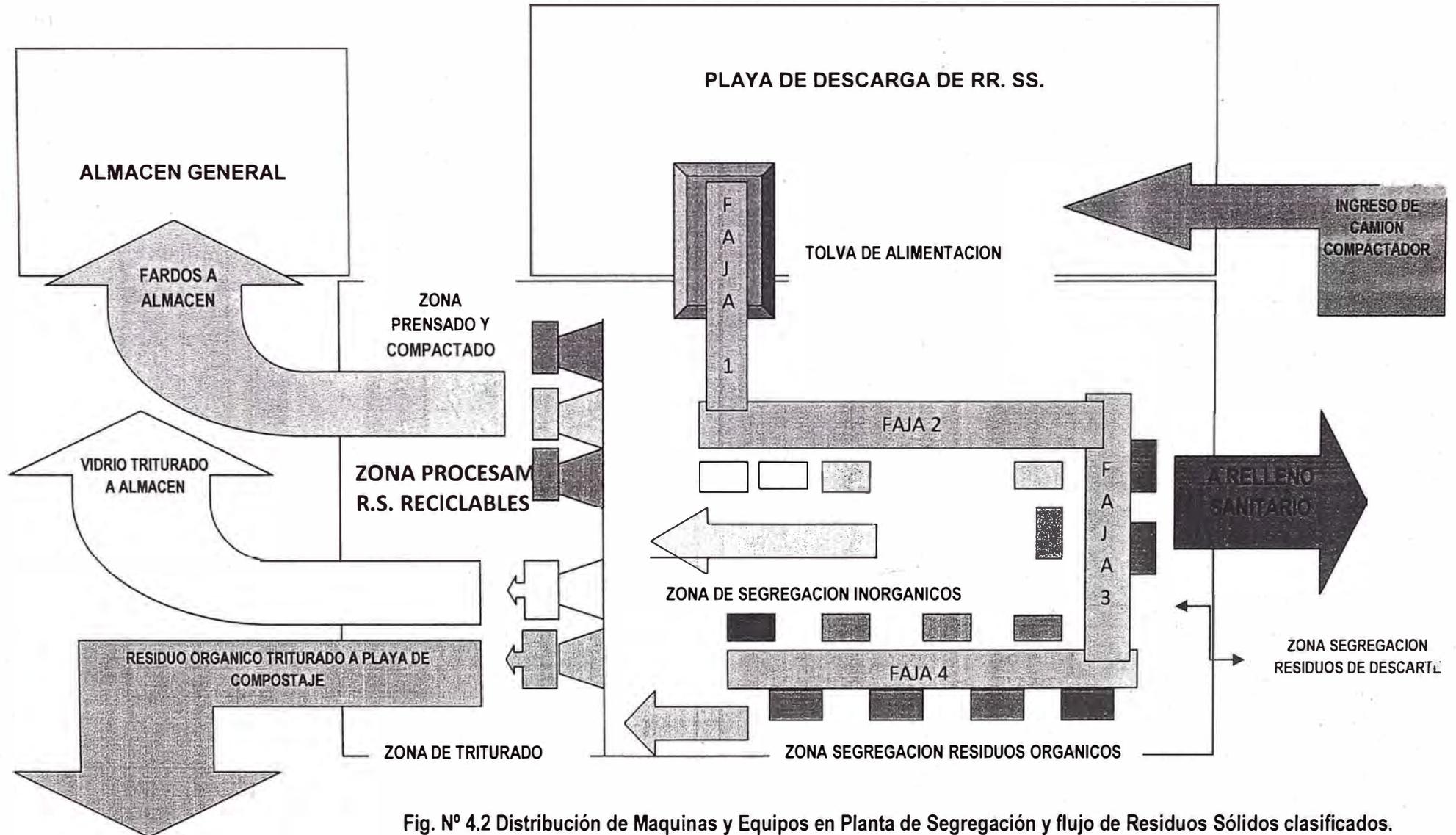


Fig. Nº 4.2 Distribución de Maquinas y Equipos en Planta de Segregación y flujo de Residuos Sólidos clasificados.

4.8. DESCRIPCIÓN DE MAQUINARIAS Y EQUIPOS DE LA PLANTA.

4.8.1. Maquinarias.

El sistema de equipamiento con maquinarias, equipos y herramientas de la planta de tratamiento de residuos sólidos, es la parte medular de un sistema que busca el aprovechamiento de residuos sólidos, mediante la segregación y procesamiento apropiado, con la intención de minimizar los residuos que son declarados como residuos de descarte, así como se plantea para que se realice al menor costo posible, por cuanto esta etapa es la que emplea un número considerable de recursos económicos. Entre estos tenemos:

1. Vehículos Compactadores

Estos camiones o vehículos compactadores, serán utilizados para la etapa de recolección y transporte de los residuos sólidos, con sistema hidráulico para el proceso de compactación de una capacidad de 15.0 m³ (7.50 TM), las que por sus dimensiones se adaptan mejor a las calles que tienen una diversidad de medidas en cuanto a ancho de calzada y las pendientes existentes en la ciudad.

2. Retroexcavadora

La retroexcavadora es una máquina muy versátil en las áreas de movimientos de tierras, traslado de materiales y tracción de carretas, la misma que está diseñada para cumplir altas exigencias en cuanto a seguridad del operador y la vida útil de la máquina.

La necesidad de contar con una retroexcavadora se hace justificada para alcanzar un trabajo más eficiente en la operación de conformación de las celdas diarias, ya que facilita las siguientes operaciones:

- Apertura de Trincheras y conformación de celdas diarias para la disposición final de los residuos de descarte,
- La extracción y traslado del material de cobertura,
- El acomodo y compactación de los residuos de descarte en la celda,
- La compactación de la capa de cobertura diaria de la celda
- Alcanzar buena compactación para garantizar la resistencia de la plataforma final.
- Apoya en casos de contingencias y en épocas lluviosas.

3. Prensa Hidráulica de Compactación

Los residuos sólidos inorgánicos reciclables (plásticos livianos y plásticos duros), y otros residuos como: papeles, cartones, los envases metálicos de conservas y otros provenientes de la segregación en fajas, debido a su gran volumen pasarán a ser compactados por 03 prensas hidráulicas, logrando reducir su volumen de 7 a 1, los residuos sólidos prensados y presentados en dados son comercializados, constituyendo una fuente de ingresos económicos para la planta de tratamiento.

4. Trituradora de Residuos Orgánicos

Los residuos orgánicos (cáscaras de frutas, verduras, restos de cosechas, etc.), previamente segregados en las fajas transportadoras, pasarán al triturador para reducir su tamaño de manera uniforme y luego destinarlos para la producción de compost y humus.

4.8.2. Equipos Mecánicos.

Estos equipos mecánicos y equipos auxiliares, son básicos en el sistema, por cuanto se utilizan para el traslado de residuos para su segregación, tratamiento, procesamiento, almacenamiento y alimentar a las carretas vehiculares de tiro con las que se traslada para su disposición final.

1. Fajas Transportadoras

El sistema de fajas transportadoras, de acuerdo a la distribución de la planta de segregación, estará compuesta por 04 fajas transportadoras:

Faja de alimentación F1: Tipo horizontal, instalada en la parte baja de la tolva de descarga de residuos sólidos, soportada con pernos de anclaje en una base cimentada de concreto.

Faja de Clasificación F2: Es una faja que recibe de la faja de alimentación F1, la que inicia el proceso de clasificación con el corte de bolsas y la clasificación de residuos inorgánicos reciclables, es del tipo ascendente con una inclinación de 2° con respecto al horizontal.

Faja de Clasificación F3: Es la faja que recibe de la faja F2, en la que se segrega los residuos inorgánicos reciclables y de descarte, también es del tipo ascendente con una inclinación de 3° con tensor a través de una polea deflectora accionado por tensor del tipo tornillo.

Faja de Clasificación F4: Es la faja que recibe de la faja F3, en la que se segrega los residuos inorgánicos y orgánicos reciclables, también es del tipo ascendente con una inclinación de 2° con tensor a través de una polea deflectora accionado por tensor del tipo tornillo.

Las fajas transportadoras tendrán bastidor metálico con los respectivos polines de carga y retorno, poleas de cabeza y cola con su templador con polea deflectora.

La transmisión estará constituida por un motor – reductor del tipo tornillo sin fin la que acciona un piñón dentado, la que a su vez mediante un sistema de cadena de rodillos, acciona una catalina que se encuentra instalado en el eje de la polea motriz.

2. Carretas de Carga con Vuelco.

Son equipos auxiliares que servirán para recepcionar, contener y transportar el material clasificado en el área de Fajas Transportadoras, diseñadas para ser fabricados de planchas galvanizadas de 1/16" de espesor, con dispositivos para fijar en posición vertical, fácil transporte y vuelco del residuos sólidos segregados.

3. Plataformas de Carga

Son equipos auxiliares que servirán para trasladar los materiales clasificados y procesados (enfardados y compactados), para ser almacenados, todas ellas con un diseño para un fácil manejo.

4.9. DESCRIPCION DEL PROCESO DE SEGREGACIÓN.

1. Los RSU son vaciados por los camiones compactadores en la tolva de descarga, siendo acomodado por un trabajador para ser trasladado por la Faja F1 hacia la planta de segregación (orgánica e inorgánica) y se realiza la descarga en la Faja de clasificación F2.

2. El procedimiento de clasificación se inicia desde la zona de recepción de residuos, faja transportadora F2, donde el personal encargado rompe las bolsas que contienen los distintos residuos sólidos, para que luego sean debidamente clasificados por personal capacitado, las que son depositados en las carretas de carga y vuelco, para luego ser enviados al área de enfardado y compactado de acuerdo al tipo de residuos sólidos.
3. El procedimiento de clasificación de residuos inorgánicos de descarte se realiza en la Faja F3, en la parte externa, seleccionando, separando y depositando en las carretas de carga con vuelco, para luego ser trasladados y vaciados en las carretas vehiculares para luego ser enviados a la zona de tratamiento y luego ser trasladados al relleno sanitario para su disposición final.
4. El procedimiento de clasificación de residuos orgánicos y vidrios, se realiza en la faja F4. Estos residuos son depositados en las carretas de carga y vuelco, para luego ser vaciados en las tolvas correspondientes de las trituradoras y de ahí a ser triturados en tamaños uniformes, para luego ser enviados a la zona de compostaje y almacén respectivamente.
5. Los residuos sólidos de descarte o no recuperables son enviados a un Relleno Sanitario debidamente construido.

CAPITULO 5

DISEÑO Y SELECCIÓN DE MAQUINAS Y EQUIPOS.

5.1. CÁLCULO Y DISEÑO DE FAJAS TRANSPORTADORAS F2 Y F4:

5.1.1. Disposición de Fajas Transportadoras

La disposición y dimensiones de las fajas transportadoras, se han calculado y diseñado, tomando en cuenta los objetivos básicos de una distribución en planta: Integración conjunta de todos los elementos de planta, movimiento de los residuos sólidos clasificados considerando un desplazamiento de distancias mínimas, utilización efectiva de todo el espacio y la seguridad de los trabajadores, es decir se ha tomado en cuenta una ordenación adecuada de las áreas de trabajo destinadas al personal, máquinas y los equipos auxiliares que se desplazarán en la planta de segregación.

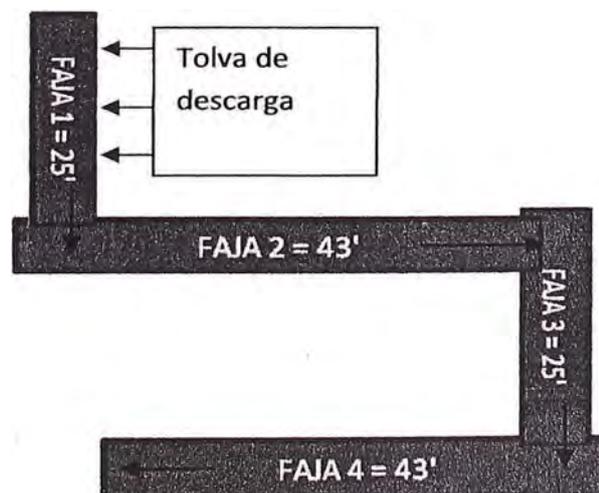


Fig. N° 5.1 Disposición de las Fajas Transportadoras y Flujo de RSU

Tabla 5.1 CARACTERÍSTICAS DE FAJAS TRANSPORTADORAS

ITEM	DENOMINACION	LONGITUD (Pies) (mts)	ANGULO INCLINACION
F1	Faja de Alimentación	25 (7.62)	Horizontal
F2	Faja de Clasificación 1	43 (13.10)	Elevación = 1.77°
F3	Faja de Clasificación 2	25 (7.62)	Elevación = 2.72°
F4	Faja de Clasificación 3	43 (13.10)	Elevación = 1.77°

FUENTE: Dimensionamiento de Planta de Segregación por el autor.

5.1.2. Condiciones de Trabajo de las Fajas Transportadoras.

Tabla 5.2 CONDICIONES DE TRABAJO DE FAJAS

DESCRIPCION	CARACTERISTICAS	OBSERVACIONES
Material a trasladar	Residuos Sólidos Urbanos	Aprovechables y Descarte
Jornada de trabajo	8 Horas/día	
Peso Específico de Material	Calculado = 288.72 Kg/m ³ = 18.00 Lb/pe ³	Calculo en caracterización
Angulo de reposo del material	Angulo de talud = 30° a 45°	Tabla 1, Apéndice C
Angulo máximo de inclinación	δ = 0° a 3°	Tabla 1, Apéndice C
Angulos inclinación de Fajas	δ ₁ = 0°, δ ₂ = 1.77°, δ ₃ = 2.72°, δ ₄ = 1.77°	De dimensionamiento Planta

FUENTE: Cálculos realizados por el autor.

Acopio diario de RR. SS. = 40 TM/Día, lo que equivale a 5.00 TM/Hrs de transporte y clasificación a realizar, la que será transformado a Toneladas Cortas por Hora (TCPH) y Toneladas Equivalentes, valor que se usará para ingresar en las tablas de CEMA.

$$\text{Capacidad a considerar} = \frac{5 \text{ Tn}}{\text{Hrs}} \times \frac{1000 \text{ Kg}}{\text{Tn}} \times \frac{2.2 \text{ Lbs}}{\text{Kg}} \times \frac{1 \text{ TC}}{2000 \text{ Lbs.}}$$

$$\text{Capacidad a considerar} = \frac{5000 \times 2.2 \text{ TC}}{2000 \text{ Hr.}} = 5.5 \text{ TCPH.}$$

Cálculo de Toneladas Equivalentes:

$$\text{Ton. Equiv.} = \text{TCPH} \times A \times B \quad \dots \quad (1)$$

Donde:

$$\text{TPCH} = \text{Capacidad a considerar} = 5.5$$

$$A = \frac{100}{\text{Peso Específico (Lbs/pie}^3\text{)}}$$

$$B = \frac{100}{\text{Velocidad Faja (Pies/min)}}$$

El catálogo de Link Belt, recomienda que para clasificación de materiales que se trasladan por faja, ésta debe tener una velocidad que varía entre 50 a 100 pies/min.

Para el presente caso, donde las habilidades del personal son limitadas, se considera una velocidad de $v = 60$ Pies/min.

El peso específico (ρ) del material a clasificar o seleccionar, se ha calculado en el proceso de caracterización de los residuos sólidos, la misma que llega a ser: $\rho = 288.72 \text{ Kg/m}^3 = 18.00 \text{ Lbs/pie}^3$

Reemplazando los valores en la expresión (1), tenemos:

$$\text{Ton. Equiv.} = 5.5 \text{ TCPH} \times \frac{100}{18.00 \text{ Lbs/pie}^3} \times \frac{100}{60 \text{ pies/min.}} = 50.93 \text{ TCPH}$$

De la tabla N° 02 (Ap. D):

Considerando ancho faja: $b = 36''$

Considerando Capacidad Equivalente = Ton. Equiv. = 53.73 TCPH

Haciendo un recálculo de velocidad, tenemos:

$$V = \frac{100}{\text{Peso Esp.}} \times \frac{100}{\text{Ton. Equiv.}} \times \frac{\text{TCPH}}{1} = \frac{100}{18} \times \frac{100}{53.73} \times \frac{5.5}{1} = 56.90$$

$$V = 56.90 \text{ pies/min.}$$

Esta velocidad se encuentra dentro del rango recomendado, por lo que se toma como la velocidad apropiada para todos los cálculos.

5.1.3. Calculo del Factor de Frecuencia (Ff).

Factor de frecuencia indica el número de minutos que la faja requiere para completar una vuelta completa.

Tenemos:
$$Ff = \frac{2 \times L}{V} \text{ (min).} \dots\dots\dots (2)$$

L = Longitud de faja entre centros de poleas = 43 pies (Ver Gráfico N° 5.1, apéndice C).

V = Velocidad de transporte de la faja plana (56.90 pies/min)

Reemplazando valores en la expresión (2), se tiene:

$$Ff = \frac{2 \times 43}{56.90} = 1.51 \text{ min} \quad \Rightarrow \quad \boxed{Ef = 1.51 \text{ min.}}$$

5.1.4. Calculo de Espesor de Cubierta Superior de la Faja.

La calidad de la cubierta superior de la faja, depende del tipo de material a ser transportada: abrasivo o no, tamaño del material y otros.

Para el presente estudio se considera como el material más crítico el vidrio que tiene filos cortantes y es muy abrasivo

TABLA	CARACTERISTICAS	FAJA
03 Apéndice D	Para material abrasivo corresponde	Grado I, RMA
04 Apéndice D	Para material Clase 8, RMA Grado I, Ff = 1.51 y tamaño de material mayores a 5", el espesor de cubierta superior varía de 3/16" a 3/8"	Se considera un espesor de cubierta de 1/4"

FUENTE: Belt Conveyor For Bulk Materials, Conveyor Equipment Manufacturers Association - CEMA
RMA: Rubber Manufacturers Association

5.1.5. Calculo de Espesor de Cubierta Inferior de la Faja.

TABLA	CARACTERISTICAS	FAJA
03 Apéndice D	Para material muy abrasivo, muy cortante corresponde:	RMA, Grado I, Clase 8
05 Apéndice D	Para material Clase 8, RMA Grado I, condición de operación BUENA.	Se considera un espesor de cubierta inferior de 1/16"

FUENTE: Belt Conveyor For Bulk Materials, Conveyor Equipment Manufacturers Association - CEMA

5.1.6. Cálculo de Número de Pliegues de la Faja.

A. Número Mínimo de pliegues

De la tabla N° 6 D, (Apend. D), considerando tensión de régimen RMA 35 y para ancho de faja de 36": Mínimo número de pliegues = 3

Longitud de faja entre centros de poleas = 43'

Velocidad de transporte de Faja = 56.90 pies/min.

Cálculo de la Tensión Nominal Mínima de la Faja ($T_{n_{min}}$)

$$T_{n_{min}} = T_{n_{faja}} \times b \times N^{\circ} \text{ Pliegues} \quad \dots\dots\dots (3)$$

$$Tensión \text{ Nominal de la Faja } (T_{n_{faja}}) = \frac{35 \text{ Lbs.}}{\text{Pulg} \times N^{\circ} \text{ Pliegues}}$$

Ancho de faja = 36"

Mínimo número de pliegues = 3

Reemplazando valores en la expresión (3), tenemos

$$T_{n_{min}} = 35 \times 36 \times 3 = 3,780 \text{ Lbs.}$$

B. Número Máximo de Pliegues

De la tabla N° 7 D (Apend. D), considerando: RMA Grado 35 y para ancho de faja de 36", se tiene: Máximo número de pliegues = 5

Tensión de Régimen considerada: RMA 35

Longitud de faja entre centros de poleas = 43'

Velocidad de transporte de Faja = 56.90 pies/min.

Cálculo de la Tensión Nominal Mínima de la Faja ($T_{n_{min}}$)

$$T_{n_{min}} = T_{n_{faja}} \times b \times N^{\circ} \text{ Pliegues} \quad \dots\dots\dots (3)$$

$$Tensión \text{ Nominal de la Faja } (T_{n_{faja}}) = \frac{35 \text{ Lbs.}}{\text{Pulg} \times N^{\circ} \text{ Pliegues}}$$

Ancho de faja: $b = 36''$

Mínimo número de pliegues = 5

Reemplazando valores en la expresión (3), tenemos

$$T_{n_{\min}} = 35 \times 36 \times 5 = 6,300 \text{ Lbs.}$$



$$T_{n_{\min}} = 6,300 \text{ Lbs}$$

5.1.7. Cálculo de los Rodillos de la Faja.

A. Rodillos de Avance.

Condiciones de Operación:

Peso específico de material tratado = 18.00 Lbs/pie³

Turno de trabajo en la planta = 8 Hrs/día

De la tabla N° 8 (Apéndice D): Manual de cálculo de fajas transportadoras Industria Andina del Caucho 1987)

El factor de Servicio para rodillos de avance (Factor de Servicio A), Tabla 8 D (Ap. D), para material clasificado hasta incluso: 80 Lbs/pie³.

Para esta condición FACTOR "A" : 9

De la tabla N° 9 D (Apéndice D):

Considerando tamaño de material : > 5" y ≤ 18"

Peso Específico del Material : 18.00 Lbs/pie³

Para estas condiciones FACTOR "B" : 32

Entonces con:

$$\text{Factor Aplicación} = \text{Factor A} \times \text{Factor B} = 9 \times 32 = 288$$

Velocidad de la Faja Transportadora : V = 56.90 pies/min.

De la Tabla N° 10 D (Ap. D) y figura 1 (Ap. C) tenemos:

Servicio : Liviano

Clasificación : A4

Rodillo tipo : CEMA 4

Diámetro de Rodillos : $\varnothing_{\text{rod. avance}} = 4"$

Diámetro del Eje : $\varnothing_{\text{eje}} = 5/8"$

Número total de Rodillos de Avance ($\#_{\text{rod. avance}}$)

$$\#_{\text{rod. avance}} = \frac{L}{Si}$$

.....(4)

Donde:

L = longitud entre centros de poleas = 43'

Si = Espaciamiento rodillos de avance, tabla N° 11 D (Ap. D) = 5 pies

Reemplazando valores en la expresión (4), tenemos

$$\#_{\text{rod. avance}} = \frac{43}{5} = 8.6 \approx 9.0 \Rightarrow \#_{\text{rod. avance}} = 9 \text{ rodillos}$$

A lo anterior se tiene que sumar un rodillo adicional denominado rodillo de impacto, la que se coloca en el lado de recepción de carga, por lo tanto:

$$\#_{\text{rod. avance}} = 9 + 1 = 10 \text{ rodillos}$$

B. Rodillos de Retorno.

De la Tabla N° 12 D (Ap. D), considerando:

Ancho de la faja (b) : 36"

Peso Específico de material : 18.00 Lfs/pie³

Peso estimado de la faja : Wb = 9.20 Lbs/pie long. Faja

Velocidad de la faja : V = 56.90 pies/min.

Entonces:

Factor de Aplicación = Factor "A" x Wb = 9 x 9.2 Lbs/Pie

$$\text{Factor de Aplicación} = 9 \times 9.2 = 82.80 \text{ Lbs/Pie}$$

Con este factor de aplicación, vamos a la figura 2 (Apéndice C):

Se obtiene : Rodillos Clase I

De la Tabla N° 10 (Apéndice D), tenemos:

Servicio Liviano : Liviano

Clasificación CEMA : B4

Rodillo Tipo : II

Diámetro de Rodillo : 4"

Diámetro del Eje : 3/4"

Número total de Rodillos de Avance ($\#_{\text{rod. retorno}}$)

$$\#_{\text{rod. retorno}} = \frac{L}{S_i} \dots\dots\dots(5)$$

Donde:

L = longitud entre centros de poleas = 43'

S_i = Espaciamiento rodillos de avance, según tabla N° 11 D = 10 pies

Reemplazando valores en la expresión (5), tenemos

$$\#_{\text{rod. retorno}} = \frac{43}{10} = 4.3 \approx 5.0 \Rightarrow \#_{\text{rod. retorno}} = 5 \text{ rodillos}$$

5.1.8. Cálculo de las Tensiones de la Faja.

A. Cálculo de Tensión Efectiva o Tensión Equivalente (T_e)

Es la tensión necesaria para vencer la resistencia de cada uno de los elementos de la faja transportadora. Aplicando el método CEMA, la T_e , de acuerdo al accionamiento de la faja en libras es:

$$T_e = T_x + T_{yc} + T_{yr} + T_{ym} + T_m + T_p + T_{am} + T_{ac} \text{ (Lbs)} \dots\dots\dots (6)$$

Donde:

T_x : Tensión resultante resistencia fricción rodillos de avance.

T_{yc} : Tensión resistencia de flexión de faja en rodillos de avance.

T_{yr} : Tensión resistencia de flexión de faja en rodillos de retorno.

T_{ym} : Tensión resistencia de flexión de faja por material de carga.

T_m : Tensión resultante para elevar el material transportado.

T_p : Tensión resistencia de flexión de faja alrededor de poleas.

T_{am} : Tensión resultante para acelerar continuamente el material

T_{ac} : Tensión total rozamiento accesorios de faja transportadora.

A.1. Cálculo de Tensión Resultante por resistencia de fricción de rodillos de avance (T_x):

Tenemos: $T_x = L \cdot K_t \cdot K_x$ (7).

Donde:

L = Longitud entre centros de poleas = 43'

K_t = Factor de Temperatura

K_x = Factor fricción de rodillos avance y retorno (lb/pie)

$$K_x = 0.00068 (W_b + W_m) + \frac{A_i}{S_i} \text{ (8)}$$

Donde:

W_b = Peso estimado de la faja en Lb/pie

W_m = Peso del material transportado en Lb/pie

A_i = Factor de seguridad Cte., en función \emptyset de los rodillos

S_i = Separación de rodillos en el lado de la carga (pies)

Cálculo de W_m :

$$W_m = \frac{\text{Capacidad de Diseño (Qd)}}{\text{Velocidad de Faja (V)}} \text{ (9)}$$

Donde:

Qd = 5.5 TCPH

V = 56.90 pies/min.

Reemplazando valores en la expresión (9), tenemos:

$$W_m = \frac{5.5 \times 2000}{56.90 \times 60} = 3.22 \text{ Lbs/pies} \Rightarrow W_m = 3.22 \text{ Lbs/pie}$$

De la tabla N° 12 (apéndice D), con ancho de faja $b = 36''$ y peso específico de material de 18.00 lbs/pie^3 , obtenemos: $W_b = 9.20 \text{ lbs/pie}$.

Según la tabla N° 13 (Apendice D) con un \emptyset de rodillo de $4''$ y CEMA A4, corresponde: $A_i = 2.3 \text{ lb/rodillo}$.

Según la Tabla N° 11 (Apendice D) con ancho faja $b = 36''$ y un peso específico del material de 18.00 lbs/pie^3 , corresponde el valor de $S_i = 5.00$ pies.

Según la tabla N° 14 (Apendice D), con una temperatura de transporte del material a 10°C (más de 30°F), corresponde un facto $K_t = 1.00$

Reemplazando valores en la expresión (8), tenemos:

$$K_x = 0.00068 (9.20 + 3.22) + \frac{2.3}{5.00} \Rightarrow K_x = 0.4685 \text{ lbs/pie}$$

Reemplazando los valores calculados en la expresión (7), tenemos:

$$T_x = 43 \times 1.00 \times 0.4685 = 20.15 \text{ Lbs} \Rightarrow T_x = 20.15 \text{ Lbs.}$$

A.2 Cálculo de Tensión por resistencia de flexión de faja en rodillos de avance (T_{yc}):

$$\underline{T_{yc}} = L \cdot K_y \cdot W_b \cdot K_t \quad (\text{Lbs}) \dots\dots\dots (10).$$

Donde:

L = Longitud de faja entre centros de poleas = $43'$

K_y = Factor Flexión de faja lado de carga, Tabla N° 15 D (Ap. D)

W_b = Peso estimado faja = 9.20 Lbs/pie , Tabla N° 12 D (Ap. D)

K_t = Factor de Temperatura = 1.00 , Tabla N° 14 D (Ap. D)

De la tabla N° 15 D, considerando una inclinación de la faja de $< 2^\circ$ y teniendo $W_b + W_m = 9.20 + 3.22 = 12.42 \text{ lbs/pie}$, tenemos que:

$K_y = 0.035$

Reemplazando los valores en la expresión (10), tenemos:

$$\underline{T_{yc}} = 43 \times 0.035 \times 9.20 \times 1.00 = 13.85 \text{ Lbs} \Rightarrow T_{yc} = 13.85 \text{ Lbs}$$

A.3 Cálculo de Tensión por resistencia de flexión de faja en rodillos de retorno (T_{yr}) :

$$T_{yr} = L \cdot 0.015 \cdot Wb \cdot Kt \quad (\text{Lbs}) \dots\dots\dots (11).$$

L = Longitud de faja entre centros de poleas = 43'

Wb = Peso estimado faja = 9.20 Lbs/pie, Tabla N° 12 D (Ap. D)

Kt = Factor de Temperatura = 1.00, Tabla N° 14 D (Ap. D)

Reemplazando valores en la expresión (11), tenemos:

$$T_{yr} = 43 \times 0.015 \times 9.20 \times 1.00 = 5.93 \text{ Lbs} \implies T_{yr} = 5.93 \text{ Lbs}$$

A.4 Cálculo de Tensión por resistencia de flexión de faja por material de carga (T_{ym}) :

$$T_{ym} = L \cdot Ky \cdot Wm \quad (\text{Lbs}) \dots\dots\dots (12).$$

Donde:

L = Longitud de faja entre centros de poleas = 43'

Wm = 3.22 Lbs/pie

Ky = Factor Flexión de faja lado de carga = 0.035, Tabla N° 15 (Ap. D), Reemplazando valores en la expresión (12)

$$T_{ym} = 43 \times 0.035 \times 3.22 = 4.85 \text{ Lbs} \implies T_{ym} = 4.85 \text{ Lbs.}$$

A.5 Cálculo de Tensión resultante para elevar el material transportado (T_m) :

$$T_m = H \cdot Wm \quad (\text{Lbs}) \dots\dots\dots (13).$$

Donde:

H = Elevación vertical entre polea cola y mando = 1.33 pies

Wm = Peso material transportado = 3.22 Lbs/pie

Reemplazando valores en la expresión (13)

$$T_m = 1.33 \times 3.22 = 4.28 \text{ Lbs} \Rightarrow T_m = 4.28 \text{ Lbs}$$

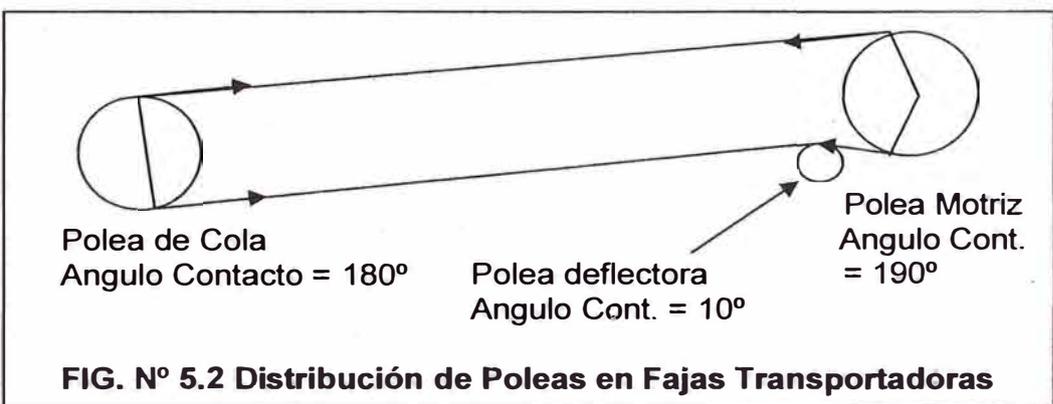
A.6 Cálculo de Tensión por resistencia de flexión de faja alrededor de poleas (T_p):

De la Tabla N° 16 D (Ap. D) y recomendaciones de CEMA, tenemos:

$$T_p = N_1 (200) + N_2 (150) + N_3 (100) \text{ (Lbs)(14)}$$

Donde:

- N_1 = N° poleas de mando con ángulo de contacto de 150° a 240°
- N_2 = N° poleas de cola con ángulo de contacto de 150° a 240°
- N_3 = N° poleas con ángulo de contacto menor de 150°



De acuerdo a la figura tenemos:

- N_1 = 01 poleas de mando con ángulo contacto de 190°
- N_2 = 01 poleas de cola con ángulo contacto de 180°
- N_3 = 01 poleas deflectora con ángulo contacto de 10°

Reemplazando valores en la expresión (14), tenemos:

$$T_p = 1 \times (200) + 1 \times (150) + 1 \times (100) = 450 \text{ Lbs.} \Rightarrow T_p = 450.00 \text{ Lbs.}$$

A.7 Cálculo de Tensión resultante para acelerar continuamente el material (T_{am}):

$$T_{am} = 2.875 \times Qd \times (V - V_o) \times 10^{-4} \text{ Lbs(15)}$$

Donde:

Q_d = Capacidad de Diseño en TCPH = 5.5 TCPH

V = Velocidad de Transporte de faja = 56.90 pies/min

V_o = Velocidad inicial de arranque = 0.00 pies/min

Reemplazando valores en la expresión (15), tenemos:

$$T_{am} = 2.875 \times 5.5 \times (56.90 - 0.00) \times 10^{-4} = 0.090 \quad \Rightarrow \quad T_{am} = 0.090 \text{ Lbs.}$$

A.8 Cálculo de Tensión total por rozamiento de accesorios de faja transportadora (T_{ac}):

Tenemos:

$$T_{ac} = T_{sb} + T_{pi} + T_{tr} + T_{bc} \quad (\text{Lbs}) \quad \dots\dots\dots(16)$$

Donde:

T_{sb} = Tensión por rozamiento del material con el faldón (Lbs)

T_{pi} = Tensión fricción de los desviadores tipo arado (Lbs)

T_{tr} = Tensión por resistencia de poleas adicionales (tripper)

T_{bc} = Tensión por fricción de limpiadores de faja (0.9 a 1.4 lb/pulg de ancho de faja)

Según el tipo de limpiadores y/o raspadores con hoja simple o doble.

Para limpiadores simples se toma 1.2 Lbs/pulg. De ancho de faja.

Según normas CEMA:

$$T_{sb} = L_f \times (C_s \times h_s^2 + 6) \quad \text{Lbs.} \quad \dots\dots\dots(17)$$

Donde:

L_f = Longitud de faldón, Pies. = 0.00 pies

C_s = Factor de rozamiento según el tipo de material a transportar, según la tabla N° 17 (apéndice D). = 0.0836

h_s = Altura del material en el faldón, en pulg. = 0.00 pies

Reemplazando valores en la expresión (17), tenemos:

$$T_{sb} = 0.0 \times (0.0836 \times 0.0^2 + 6) = 0.00 \text{ Lbs.} \quad \Rightarrow \quad T_{sb} = 0.00 \text{ Lbs.}$$

$T_{pi} = 0.00$ Lbs. porque no existe desviador en nuestro caso

$T_{tr} = 0.00$ Lbs. porque no existe ningún tripper

$T_{bc} = (N^{\circ} \text{ limpiadores}) \times 1.2 \times b$ Lbs.(18)

Donde:

$b =$ ancho de faja en pulg. = 36"

N° Limpiadores = 2, porque se considera emplear un limpiador antes de llegar a la polea de cola, también se considera colocar un raspador bajo la polea de mando.

Reemplazando los valores en expresión (18), tenemos:

$T_{bc} = (2) \times 1.2 \times 36 = 86.40$ Lbs. \Rightarrow $T_{bc} = 86.40$ Lbs.

Reemplazando valores calculados en la expresión (16), tenemos:

$T_{ac} = 0.00 + 0.00 + 0.00 + 86.4$ Lbs \Rightarrow $T_{ac} = 86.4$ (Lbs)

FINALMENTE, REEMPLAZANDO TODOS LOS VALORES CALCULADOS EN LA EXPRESION (6), TENEMOS

$T_e = 20.15 + 13.85 + 5.93 + 4.85 + 4.28 + 450.0 + 0.09 + 86.4$ (Lbs)

$T_e = 585.55$ Lbs.

B. Cálculo de la Tensión de Catenaria (T_o)

$T_o = 4.20 (W_b + W_m)$ Si para flecha de 3% Si

$T_o = 6.25 (W_b + W_m)$ Si para flecha de 2% Si

$T_o = 8.40 (W_b + W_m)$ Si para flecha de 1.5% Si

Considerando una deflexión del 2% Si, tenemos:

$T_o = 4.20 (W_b + W_m)$ Si Lbs.(19)

Donde:

Wb = Peso estimado de faja = 9.20 Lbs/pie

Wm = Peso de Material = 3.22 Lbs/pie

Si = Separación rodillos de carga = 5 pies

Reemplazando valores en la expresión (19), tenemos:

$$T_o = 4.20 (9.20 + 3.22) \times 5 = 260.82$$

$$T_o = 260.82 \text{ Lbs}$$

C. Cálculo de las Tensiones en la Faja: T₁, T₂ y T₃

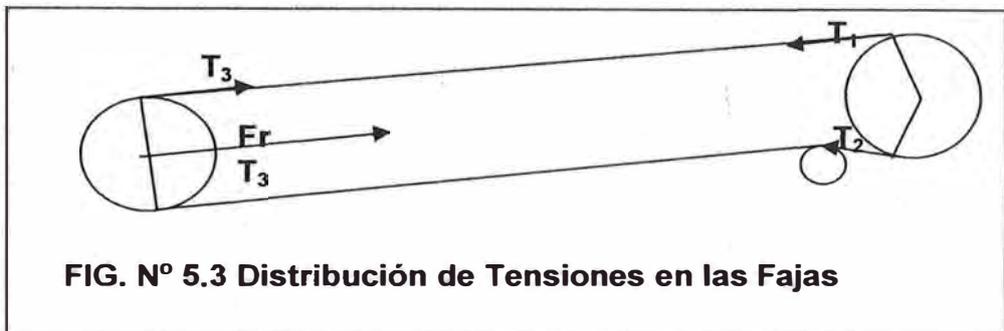


FIG. N° 5.3 Distribución de Tensiones en las Fajas

De la figura se observa lo siguiente:

T₁ = Tensión en el lado tenso de la faja, polea motriz (Lbs)

T₂ = Tensión en el lado flojo de la faja, polea motriz (Lbs)

T₃ = Tensión de la faja en la polea de cola (Lbs)

CALCULO DE LA TENSION EN LADO TENSO DE FAJA (T₁)

$$T_1 = T_e + T_2 \quad (\text{Lbs}) \quad \dots\dots\dots(20)$$

Donde:

$$T_2 = T_e \times Cw \quad (\text{Lbs}) \quad \dots\dots\dots(21)$$

Donde:

T_e = Tensión efectiva o equivalente = 585.55 Lbs.

Cw = Factor de tensión según ángulo de contacto, de la tabla N° 18, considerando un tipo de polea de mando simple con deflector, según figura anterior, para un ángulo de contacto de 190°, con un templador manual tipo tornillo y polea con cubierta, interpolando tenemos = 0.7

Reemplazando valores en la expresión (21), tenemos:

$$T_2 = 585.55 \times 0.7 \text{ (Lbs)} \Rightarrow T_2 = 409.89 \text{ Lbs}$$

También T_2 está dado por la expresión:

$$T_2 = T_o + T_b - T_{yr} \text{ (Lbs)} \dots\dots\dots(22)$$

Donde:

T_o = Tensión catenaria = 260.82 Lbs.

T_b = Tensión requerida para elevar la faja (Lbs) = $H \times W_b$

T_b = $1.33 \times 9.20 = 12.23$ Lbs

T_{yr} = Tensión flexión de faja en rodillos de retorno (Lbs) = 5.93 Lbs

$T_o = T_3 \rightarrow$ Tensión mínima de faja de cola para mantener la faja con una flecha determinada por la distancia entre rodillos de carga = Si, según tabla N° 11 (apéndice D). = 260.82 Lbs

Reemplazando valores en la expresión (22), tenemos:

$$T_2 = 260.82 + 12.23 - 5.93 = 267.12 \text{ Lbs} \Rightarrow T_2 = 267.12 \text{ Lbs}$$

Tomamos el mayor valor de T_2 que es: $\Rightarrow T_2 = 409.89 \text{ Lbs}$

Reemplazando los valores calculados en la expresión (20), tenemos:

$$T_1 = 585.55 + 409.89 \text{ (Lbs)} = 995.44 \text{ Lbs.}$$

$$T_1 = 995.44 \text{ Lbs.}$$

CALCULO DE TENSION DE LA FAJA EN LA POLEA DE COLA (T_3)

Según la expresión (22)

$$T_2 = T_o + T_b - T_{yr} \text{ (Lbs)} \text{ donde } T_o = T_3$$

Despejando:

$$T_3 = T_2 - T_b + T_{yr} \text{ (Lbs.)} \dots\dots\dots(23)$$

Donde: $T_2 = 409.89$ Lbs, $T_b = 12.23$ Lbs y $T_{yr} = 5.93$ Lbs

Reemplazando estos valores en la expresión (23), tenemos:

$$T_3 = 409.89 - 12.23 + 5.93 \text{ (Lbs.)} = 403.59 \text{ Lbs.}$$

$$T_3 = 403.59 \text{ Lbs.}$$

EN RESUMEN SE TIENE:

$$T_1 = 995.44 \text{ Lbs.}$$

$$T_2 = 409.89 \text{ Lbs}$$

$$T_3 = 403.59 \text{ Lbs.}$$

VERIFICACION DE LA RELACION DE TENSIONES EN FUNCION DEL PATINAJE.

ARRASTRE EN EL TAMBOR:

Para que la faja pueda desplazarse a una velocidad igual a la tangencial del tambor, es necesario que exista una adherencia entre faja y tambor:

Tenemos:

$$\frac{T_1}{T_2} \leq e^{f\theta} \quad \dots\dots\dots (24)$$

Donde:

T_1 = Tensión lado tenso de faja en polea mando = 995.44 Lbs

T_2 = Tensión lado flojo de faja en polea mando = 409.89 Lbs

f = Coeficiente de fricción entre polea motriz y la faja

Coeficiente fricción Caucho – Acero = 0.25 (caucho – Acero)

Coef. Fric. Polea forrada con caucho = 0.55 (Caucho – caucho)

Para los cálculos se toma el valor promedio = 0.40

θ = Angulo de contacto de la faja en polea de mando en radianes

$\theta = 190^\circ = 3.3161$ radianes.

Reemplazando valores en la expresión (24), tenemos:

$$\frac{995.44}{409.89} = 2.43 \leq e^{(0.40)(3.3161)} = 3.768$$

Se observa que: $2.43 \leq 3.768$, por tanto el tambor arrastra la faja.

VERIFICACION TENSION NOMINAL MINIMO DE LA FAJA (T_{nminf}).

Condiciones de comparación que se deben de cumplir son las siguientes:

$T_{nminfaja} < T_1$ Esto significa que se tiene que rediseñar.

$T_{nminfaja} > T_1$ Significa que cálculos y consideraciones son correctos.

De la carga de trabajo, tenemos la carga permisible de operación:

$$T_{nminf} = T_{n_faja} \times b \times N^{\circ} \text{ Pliegues} \quad (\text{Lbs}) \quad \dots\dots\dots (25)$$

Donde:

$$T_{n_faja} = \frac{35 \text{ Lbs.}}{\text{Pulg} \times N^{\circ} \text{ Pliegues}}$$

$b = 36''$ (ancho de faja) y $N^{\circ} \text{ Pliegues} = 5$

Reemplazando valores en la expresión (25), tenemos:

$T_{nminf} = 35 \times 36 \times 5 = 6300$ (Lbs), comparando con T_1 , tenemos que:
 $6300.00 > 995.44$, por lo tanto significa que cálculos son correctos.

5.1.9. CALCULO Y SELECCIÓN DEL MOTOR Y REDUCTOR.

A. Potencia requerida en el eje de la polea motriz ($HP_{EJE \text{ MOTRIZ}}$)

$$HP_{EJE \text{ MOTRIZ}} = HP_{FAJA} + HP_{FRICCION} + HP_{PV} \quad \dots\dots\dots (26)$$

Donde:

- $HP_{EJE \text{ MOTRIZ}}$ = Potencia requerida en el eje de la polea motriz
- HP_{FAJA} = Potencia requerida por la faja
- $HP_{FRICCION}$ = Potencia para vencer la fricción polea motriz
- HP_{PV} = Potencia por pérdida de velocidad

A.1. Potencia requerida por la faja (HP_{FAJA})

Método propuesto por CEMA, considerando la tensión efectiva o Equivalente (T_e)

$$HP_{FAJA} = \frac{T_e \times V}{33000} \dots\dots\dots (27)$$

Donde:

T_e = Tensión efectiva o equivalente = 585.55 Lbs.

V = Velocidad de faja de transporte = 56.90 pie/min.

Reemplazando valores en la expresión (27), tenemos:

$$HP_{FAJA} = \frac{585.55 \times 56.90}{33000} = 1.01 \Rightarrow HP_{FAJA} = 1.01$$

A.2. Potencia para vencer la fricción en polea motriz ($HP_{FRICCION}$)

Se tiene que:

$$HP_{FRICCION} = \frac{W_{POLEA} \times V}{33000} \text{ (hp)} \dots\dots\dots (28)$$

Donde:

W_{POLEA} = Peso de la faja alineado en poleas, lado tenso calculado en la tabla N° 16 (Apéndice D) = 200 Lbs por polea.

V = Velocidad de faja de transporte = 56.90 pies/min.

Reemplazando valores en la expresión (28), tenemos:

$$HP_{FRICCION} = \frac{200 \times 56.90}{33000} = 0.35 \text{ hp} \Rightarrow HP_{FRICCION} = 0.35 \text{ hp}$$

A.3. Potencia por pérdida de velocidad (HP_{PV})

Se recomienda un 5% de la suma de las potencias HP_{FAJA} y $HP_{FRICCION}$:

$$HP_{PV} = 5\% (HP_{FAJA} + HP_{FRICCION}) \dots\dots\dots (29)$$

Reemplazando en la expresión (29), tenemos:

$$HP_{PV} = 5\% (1.01 + 0.35)m = 0.07 \text{ hp} \Rightarrow$$

$$HP_{PV} = 0.07 \text{ hp}$$

Reemplazando en la expresión (26), tenemos:

$$HP_{EJE \text{ MOTRIZ}} = 1.01 + 0.35 + 0.07 = 1.43 \text{ hp}$$

$$HP_{EJE \text{ MOTRIZ}} = 1.43 \text{ hp}$$

B. POTENCIA NOMINAL DEL MOTOR (HP_{MOTOR}).

Tenemos:

$$HP_{MOTOR} = \frac{HP_{EJE \text{ MOTRIZ}} \times FS}{\eta_m \times \eta_r} \dots\dots\dots(30)$$

Donde:

$HP_{EJE \text{ MOTRIZ}}$ = Potencia requerida en eje de polea motriz = 1.43 hp

FS = Factor Servicio motor eléctrico Tabla N° 19 D (Ap. D):

η_m = Eficiencia mecánica de los rodamientos.

η_r = Eficiencia Transmisión del Reductor: Tabla N° 20 D

Para transmisión por tornillo sin fin de 20:1 hasta 60:1, para el reductor de velocidad, se tiene como eficiencia: $\eta_r = 0.70$

Eficiencia Mecánica de Rodamiento: $\eta_m = 0.90$

De la tabla N° 19 (Ap. D) corresponde para máquina accionada del tipo I y horas de servicio hasta 12 horas FS = 0.85

Reemplazando valores en la expresión (30), tenemos:

$$HP_{MOTOR} = \frac{1.43 \times 0.85}{0.90 \times 0.70} \times 1.22 = \frac{1.22}{0.63} = 1.94 \text{ hp} \Rightarrow HP_{MOTOR} = 1.94 \text{ hp}$$

C. CALCULO Y SELECCIÓN DEL MOTOR Y REDUCTOR.

Del catálogo de DELCROSA, mostrado en la tabla N° 21 D (Ap. D), y de acuerdo a los cálculos realizados, seleccionamos el siguiente tipo de moto-reductor:

Tabla N° 5.3 SELECCIÓN DE MOTOR Y MOTOREDUCTOR

DENOMINACION	SIMBOLO	CARACTERISTICA
Potencia del Motor	HP _{MOTOR}	2.4
Frecuencia	F	60 Hz.
Velocidad de salida	RPM _{salida}	54
Velocidad de Entrada	RPM _{entrada}	1710
Tipo de Reductor		U25v
Tipo de Motor		90L4
Reducción Velocidad		31.653
Combinación		753/751
Peso Total Juego	Kilogramos	52

D. CALCULO DEL RPM DE LA POLEA MOTRIZ.

Tenemos:

$$RPM_{PM} = \frac{V \times 12}{\pi \times \varnothing_{PM}} \quad (\text{rpm}) \quad \dots\dots\dots(31)$$

Donde:

V = velocidad faja de transporte = 56.90 pies /min.

\varnothing_{PM} = Diámetro polea motriz = 14"

Reemplazando valores en la expresión (31), tenemos:

$$RPM_{PM} = \frac{56.90 \times 12}{3.1416 \times 14} = 15.52 \text{ rpm} \quad \Rightarrow \quad RPM_{PM} = 15.52 \text{ rpm}$$

5.1.10. CÁLCULO Y SELECCIÓN DE DIAMETRO DE LAS POLEA MOTRIZ, COLA Y DEFLECTORA.

Se utiliza el método propuesto por CEMA:

Primero se determina el PIW (Pound Inch Wide), tensión en Lbs x pulg x Ancho de faja, con el arco de contacto de la faja en la polea respectiva, de la tabla N° 22 (Ap. D), seleccionamos el diámetro de la polea.

$$PIW = \frac{T}{b} \quad (\text{Lbs/pulg}) \quad \dots\dots\dots(32)$$

Donde:

T = tensión de la faja, en posición de cálculo de polea (Lbs)

b = ancho de la faja (pulg).

A. Diámetro de la Polea Motriz (\varnothing_{PM})

Se tiene:

$$T = T_1 = 995.44 \text{ Lbs.}$$

$$b = 36 \text{ pulg.}$$

$$\text{Arco de contacto} = 190^\circ$$

Reemplazando valores en la expresión (32), tenemos:

$$\text{PIW} = \frac{995.44}{36} = 27.65 \text{ Lbs/pulg}$$

Según la tabla N° 22 (Ap. D), con arco de contacto de 190° y el PIW, se selecciona el \varnothing de la polea motriz, se estima el $\varnothing = 14''$ para una capacidad máxima de tensión de 145 lbs/pulg, la cual es aceptable.

B. Diámetro de la Polea de Cola (\varnothing_{PC})

El \varnothing_{PC} se determina por la siguiente expresión:

$$\varnothing_{PC} = (75\% - 90\%) \times \varnothing_{PM}$$

$$\text{Considerando: } \varnothing_{PC} = 90\% \times \varnothing_{PM} = 0.90 \times \varnothing_{PM}$$

$$\text{Entonces: } \varnothing_{PC} = 0.90 \times 14 = 12.6 \approx 13 \text{ pulg.}$$

De la expresión (23), se tiene $T = T_3 = 403.59 \text{ Lbs.}$

También se sabe $b = 36''$, arco de contacto = 180°

Reemplazando estos valores en la expresión (32), se tiene:

$$\text{PIW} = \frac{403.59}{36} = 11.21 \text{ Lbs/pulg}$$

Según la tabla N° 22 (Ap. D) para un arco de contacto = 180° con una polea de $13''$ de \varnothing , tiene una capacidad máxima de tensión de 142.50 Lbs/pulg, (interpolando) lo cual es aceptable.

C. Diámetro de la Polea Deflectora (\varnothing_{pd})

Se tiene $T = T_2 = 409.89 \text{ Lbs.}$

$$b = 36''$$

$$\text{Arco de contacto} = 10^\circ$$

Reemplazando en la expresión (32), tenemos:

$$PIW = \frac{409.89}{36} = 11.39 \text{ Lbs/pulg}$$

Según la tabla N° 22 (Ap. D), interpolando para un arco de contacto de 10° , con una polea de 12" de \varnothing , se tiene una capacidad máxima de tensión de 95 Lbs/pulg, la cual es aceptable.

5.1.11. CÁLCULO Y SELECCIÓN DE DIÁMETRO DE EJES DE LAS POLEAS.

Para la selección del diámetro (\varnothing) de los ejes de las poleas, se usa el método propuesto por CEMA, para ello se calcula la fuerza radial resultante (F_r) sobre cada polea, así como conocer la longitud lateral (L). Según la figura siguiente, con una longitud de polea de $b + 2" = 36" + 2" = 38"$ y de la tabla N° 23 (Ap. D), se selecciona el \varnothing de los ejes, calculando en base a ejes de Acero AISI 1045, con un esfuerzo de fatiga de 8,000 Lbs/pulg² y una deflexión en el eje de 0.0023" por pulgada de longitud de eje.

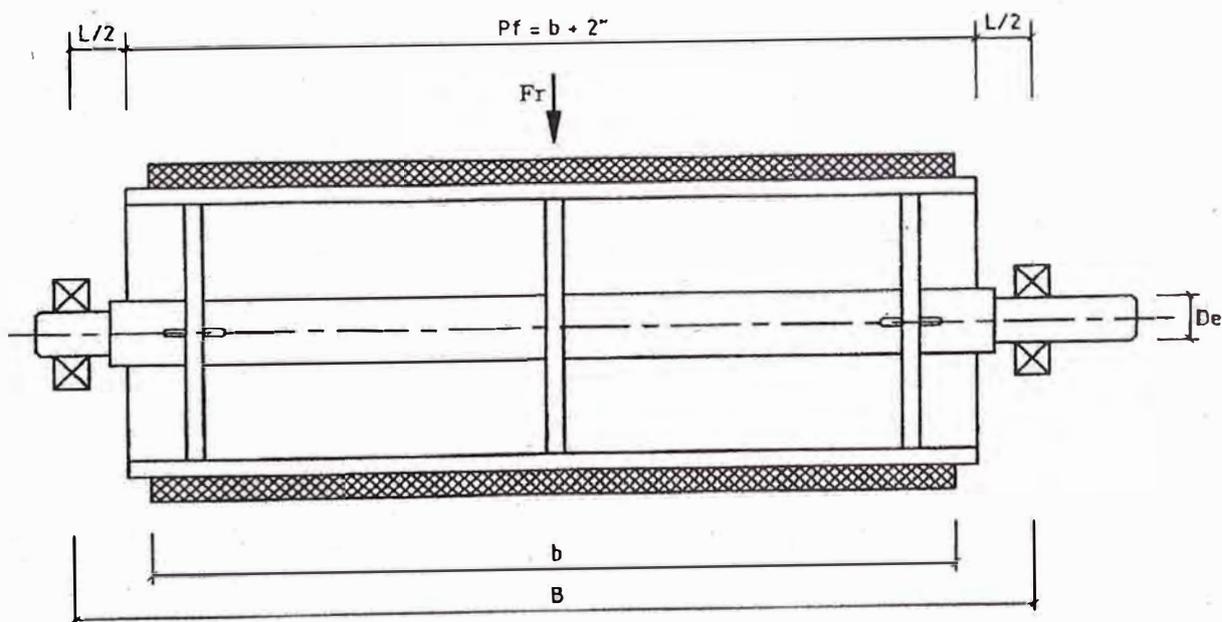
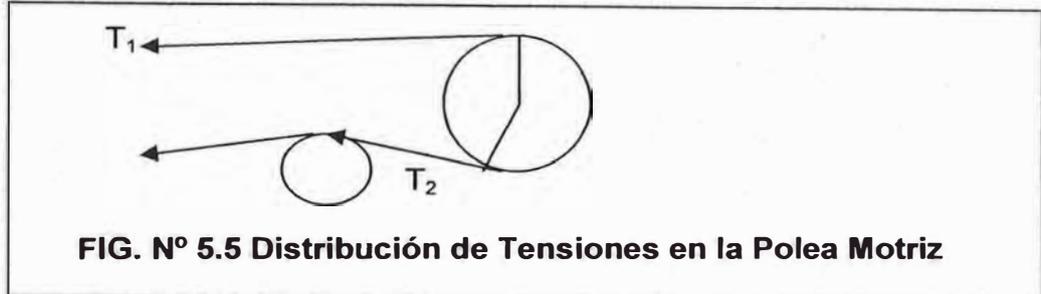


FIG. 5.4 FUERZA RADIAL RESULTANTE SOBRE CADA POLEA

A. Diámetro del Eje de la Polea Motriz

Se tiene que calcular la Fuerza Radial Resultante ($F_{r_{PM}}$) sobre la polea motriz, sumando las tensiones T_1 y T_2 existentes en la polea de mando:



$$F_{r_{PM}} = [(T_1 + T_2 \cos.\alpha)^2 + (T_2 \text{ Sen}.\alpha)^2]^{1/2} \quad (\text{Lbs}) \dots\dots\dots(33)$$

Donde:

$F_{r_{PM}}$ = Fuerza radial resultante sobre la polea de mando (Lbs)

T_1 = Tensión en el lado tenso de la faja. = 995.44 Lbs.

T_2 = Tensión en el lado flojo de la faja = 409.89 Lbs.

α = Angulo relativo entre T_1 y $T_2 = 10^\circ$

De la figura también se saca lo siguiente:

b = ancho de la faja = 36 pulg.

B = distancia entre centros de chumacera (pulg) =

P_f = Longitud de la polea = ancho faja + 2" = 36" + 2" = 38 pulg.

L = Distancia entre chumaceras (B) menos longitud de polea (P_f) (pulg), de la tabla N° 23 (Ap. C) $L = 45" - 38" = 5"$

Reemplazando valores en la expresión (33), tenemos:

$$F_{r_{PM}} = [(995.44 + 409.89 \times \cos.10^\circ)^2 + (409.89 \text{ Sen}.10^\circ)^2]^{1/2} \quad (\text{Lbs})$$

$$F_{r_{PM}} = [(995.44 + 409.89 \times 0.98)^2 + (409.89 \times 0.17)^2]^{1/2} \quad (\text{Lbs})$$

$$F_{r_{PM}} = [1951978.38 + 4,855.48]^{1/2} \text{ Lbs} \quad \Rightarrow \quad F_{r_{PM}} = 1,398.87 \text{ Lbs}$$

Luego según la tabla N° 24 D (Ap. D), con un ancho de polea de 38", una longitud $L = 5"$, una carga radial resultante de $Fr_{PM} = 1398.87$ Lbs, interpolando corresponde a un $\varnothing_{EJE} = 2-3/16"$.

B. Diámetro del Eje de la Polea de Cola

También se calcula la Fuerza Radial Resultante sobre la polea de cola Fr_{PC} , tenemos:

$$Fr_{PC} = T \times Cr \text{ (Lbs)} \dots\dots\dots(34)$$

Donde:

Fr_{PC} = Fuerza radial resultante sobre la polea de cola (Lbs)

T = Tensión en la faja en el lugar de cálculo (Lbs)

Cr = Factor de carga radial, según tabla N° 25D (Ap. D)

Luego, para polea de cola: $T = T_3 = 403.59$

$Cr = 2.00$, según tabla N° 25D (Ap. D)

Reemplazando valores en la expresión (34), tenemos:

$$Fr_{PC} = 403.59 \times 2.00 = 807.18 \text{ Lbs.} \Rightarrow Fr_{PC} = 807.18 \text{ Lbs.}$$

Según tabla N° 24, ancho de polea 38", $L = 5"$, $Fr = 807.18$ Lbs, le corresponde un $\varnothing = 1-15/16"$

C. Diámetro del Eje de la Polea Deflectora.

Para cálculo de Fuerza Radial Resultante sobre polea deflectora Fr_D , tenemos:

$$Fr_D = T_2 \times Cr \text{ (Lbs)} \dots\dots\dots(34)$$

Donde:

$T = T_2 = 409.89$ Lbs.

Angulo de contacto = 10°

$Cr = 0.1743$, según tabla N° 24 D (Ap. D)

Reemplazando valores en la expresión (34), tenemos:

$$Fr = 409.89 \times 0.1743 = 71.44 \text{ Lbs} \Rightarrow Fr_D = 71.44 \text{ Lbs.}$$

Según la tabla N° 24 D (Ap. D), ancho de polea 38", L = 5", Fr = 71.44 Lbs, le corresponde un $\varnothing = 1-7/16"$

5.1.12. CÁLCULO Y SELECCIÓN DE COJINETES DE EJES DE LAS POLEAS.

A. Cálculo de Cojinete del Eje de la Polea Motriz.

Cálculo de la duración nominal expresada en millones de revoluciones (Ld), para lo cual tenemos:

$$Ld = \frac{60 \times RPM_{PM} \times Lh}{10^6} \quad (\text{millones rev.}) \dots\dots\dots (35)$$

Donde:

RPM_{PM} = Velocidad polea motriz = 15.52 rpm

Lh = Duración nominal en horas Tabla N° 27 D (Ap. D) = 30,000 Hrs.

Reemplazando valores en la expresión (35), tenemos:

$$Ld = \frac{60 \times 15.52 \times 30000}{10^6} = 27.94 \text{ millones de revoluciones.}$$

Cálculo de seguridad de carga requerida (C/P), Tenemos:

$$\frac{C}{P} = Ld^{1/P} \quad \dots\dots\dots(36)$$

Donde:

C = Capacidad de carga dinámica en KN

P = Carga dinámica equivalente sobre el rodamiento en KN

1/P = Exponente para el caso de rodamientos de bolas a rótula

Ld = Duración nominal en millones de revoluciones.

Se sabe que para rodamientos de bolas: $1/P = 1/3$

Reemplazando valores en la expresión (36), tenemos:

$$\frac{C}{P} = (27.94)^{1/3} = 3.03$$

De la figura la carga radial en el rodamiento es:

$$F_{ra} = \frac{F_{rPM}}{2} = \frac{1398.87}{2} = 699.44 \text{ Lbf} = 3.12 \text{ KN}$$

Para quitar posibles corrimientos que pudiera sufrir la polea motriz, los rodamientos tienen que absorber dichas cargas, razón por la cual se considera una carga axial que sea el 15% de la carga radial.

Entonces carga axial considerada en el rodamiento será:

$$F_a = 15\% (F_{ra}) = 0.15 (3.12) = 0.47$$

Cálculo de la relación entre la carga axial y radial (F_a/F_{ra}), tenemos:

$$\frac{F_a}{F_{ra}} = \frac{0.47}{3.12} = 0.15$$

$$\text{Considerando: } \frac{F_a}{F_{ra}} \leq e$$

De la tabla N° 28 (Ap. D), se tiene: $0.16 \leq e \leq 0.65$, y por consiguiente:

$X = 1.0$, $0.97 \leq y \leq 3.9$, por lo que la carga equivalente P (KN), será:

$$F_{ra} + Y_1 F_a \leq P \leq F_{ra} + Y_2 F_a$$

Reemplazando valores se tiene:

$$3.12 + 0.97 \times 0.47 \leq P \leq 3.12 + 3.9 \times 0.47 \quad \Rightarrow \quad \boxed{3.58 \leq P \leq 4.95}$$

Entonces la capacidad de carga dinámica requerida es:

$$3.03 \times P \leq C \leq 3.03 \times P$$

$$3.03 \times 3.58 \leq C \leq 3.03 \times 4.95 \quad \Rightarrow \quad \boxed{10.85 \leq C \leq 15.00}$$

$$\text{Considerando: } \frac{F_a}{F_{ra}} > e$$

De la tabla N° 28 D (Ap. D) debido a que no existen valores de "e" menores que 0.15, los límites de capacidad de carga dinámica con la que se va trabajar serán el del cálculo anterior.

Selección de rodamientos:

Con el \varnothing del eje de polea motriz $\varnothing = 2-3/16" = 55.56 \text{ mm}$, el cual es el que condiciona en gran medida la selección de los rodamientos, se tiene: Tabla N° 29 D (Ap. D), catálogo general de la SKF para rodamientos de bolas ϵ rótula, se escoge:

SKF N° 1211, Manguito H211, C = 20.40 KN, e = 0.19, d = 55 mm, D = 100 mm, B = 21 mm.

B. Cálculo de Cojinete del Eje de la Polea de Cola.

Cálculo de duración nominal expresada en millones de revoluciones (Ld), para lo cual tenemos:

$$RPM_{POLEA\ COLA} = \frac{V \times 12}{\pi \times \varnothing_{polea\ cola}} = \frac{56.90 \times 12}{3.1416 \times 13} = 15.40 \text{ rpm}$$

$$Ld = \frac{60 \times RPM_{POLEA\ COLA} \times Lh}{10^6} \quad (\text{millones rev.}) \dots\dots\dots (35)$$

Donde:

$RPM_{POLEA\ COLA}$ = Velocidad polea motriz = 15.40 rpm

Lh = Duración nominal en horas Tabla N° 27 D (Ap. D) = 30,000 Hrs.

Reemplazando valores en la expresión (35), tenemos

$$Ld = \frac{60 \times 15.40 \times 30000}{10^6} = 27.72 \text{ millones de revoluciones.}$$

Cálculo de seguridad de carga requerida (C/P), tenemos:

$$\frac{C}{P} = Ld^{1/P} \quad \dots\dots\dots (36)$$

Donde:

C = Capacidad de carga dinámica en KN

P = Carga dinámica equivalente sobre el rodamiento en KN

1/P = Exponente para el caso de rodamientos de bolas a rótula

Ld = Duración nominal en millones de revoluciones.

Se sabe que para rodamientos de bolas: $1/P = 1/3$

Reemplazando valores en la expresión (36), tenemos:

$$\frac{C}{P} = (27.72)^{1/3} = 3.026 \approx 3.03$$

$$F_{ra} = \frac{F_{rPC}}{2} = \frac{807.18}{2} = 403.59 \text{ Lbf} = 1.80 \text{ KN}$$

Para quitar posibles corrimientos que pudiera sufrir la polea motriz, los rodamientos tienen que absorber dichas cargas, razón por la cual se considera una carga axial que sea el 15% de la carga radial.

Entonces carga axial considerada en el rodamiento será:

$$F_a = 15\% (1.80) = 0.15 (1.80) = 0.27$$

Cálculo de la relación entre la carga axial y radial (F_a/F_r), tenemos:

$$\frac{F_a}{F_r} = \frac{0.27}{1.80} = 0.15, \quad \text{considerando } \frac{F_a}{F_r} \leq e$$

De la tabla N° 28 (Ap. D), se tiene: $0.16 \leq e \leq 0.65$, y por consiguiente:

$X = 1.0$, $0.97 \leq Y \leq 3.9$, por lo que la carga equivalente P (KN), será:

$$F_r + Y_1 F_a \leq P \leq F_r + Y_2 F_a$$

Reemplazando valores se tiene:

$$1.80 + 0.97 \times 0.27 \leq P \leq 1.80 + 3.9 \times 0.27 \quad \Rightarrow \quad \mathbf{2.06 \leq P \leq 2.85}$$

Entonces la capacidad de carga dinámica requerida es:

$$3.03 \times 2.06 \leq C \leq 3.03 \times 2.85 \quad \Rightarrow \quad \mathbf{6.24 \leq C \leq 8.64}$$

$$\text{Considerando: } \frac{F_a}{F_r} > e$$

De la tabla N° 28 (Ap. D) debido a que no existen valores de "e" menores que 0.15, los límites de capacidad de carga dinámica con la que se va trabajar serán el del cálculo anterior.

Selección de rodamientos:

Con el \emptyset del eje de polea motriz $\emptyset = 1-15/16" = 49.21 \approx 50$ mm, el cual es el que condiciona en gran medida la selección de los rodamientos, se tiene: Tabla N° 29 D, catálogo general de la SKF para rodamientos de bolas a rótula, se escoge:

SKF N° 1210, Manguito H210, $C = 17.30$ KN, $e = 0.20$, $d = 50$ mm, $D = 90$ mm, $B = 20$ mm.

C. Cálculo de Cojinete del Eje de la Polea Deflectora.

De la figura se observa: $F_{ra} = \frac{F_{rD}}{2} = \frac{71.44}{2} = 35.72 \text{ Lbf}$

$F_{ra} = 35.72 \text{ Lbf} = 0.159 \approx 0.16 \text{ KN}$ (1 KN = 224.2 Lbf)

Cálculo de velocidad de rotación de polea deflectora:

$$\text{RPM}_{PD} = \frac{V \times 12}{\pi \times \varnothing_{PD}} = \frac{56.90 \times 12}{3.1416 \times 12} = 18.11 \text{ rpm}$$

Cálculo de velocidad de rotación de polea deflectora:

$$L_d = \frac{60 \times \text{RPM}_{PD} \times L_h}{10^6} = \frac{60 \times 18.11 \times 30000}{10^6} = 32.60 \text{ mill. rev.}$$

Cálculo de seguridad de carga requerida (C/P), tenemos:

$$\frac{C}{P} = (32.60)^{1/3} = 3.195 \approx 3.20$$

$F_a = 15\% (0.16) = 0.15 (0.16) = 0.024$

Cálculo de la relación entre la carga axial y radial (F_a/F_{ra}), tenemos:

$$\frac{F_a}{F_{ra}} = \frac{0.024}{0.16} = 0.15$$

Considerando: $\frac{F_a}{F_{ra}} \leq e$

De la tabla N° 28D (Ap. D), se tiene: $0.16 \leq e \leq 0.65$, y por consiguiente: $X = 1.0$, $0.97 \leq Y \leq 3.9$, por lo que la carga equivalente $P(\text{KN})$, será:

$$F_{ra} + Y_1 F_a \leq P \leq F_{ra} + Y_2 F_a$$

Reemplazando valores se tiene:

$$0.16 + 0.97 \times 0.024 \leq P \leq 0.16 + 3.9 \times 0.024 \quad \Rightarrow \quad 0.18 \leq P \leq 0.25$$

Entonces la capacidad de carga dinámica requerida es:

$$3.20 \times 0.18 \leq C \leq 3.20 \times 0.25 \quad \Rightarrow \quad 0.58 \leq C \leq 0.80$$

Selección de rodamientos:

Con el \emptyset del eje de polea motriz $\emptyset = 1\text{-}7/16'' = 36.51 \approx 40$ mm, el cual es el que condiciona en gran medida la selección de los rodamientos, se tiene: Tabla N° 29 D (Ap. D), catálogo general de la SKF para rodamientos de bolas a rótula, se escoge:

SKF N° 1208, Manguito H208, C = 14.60 KN, e = 0.22, d = 40 mm, D = 80 mm, B = 18 mm.

5.1.13. CÁLCULO Y DISEÑO DE LA TRANSMISION PARA LA FAJA TRANSPORTADORA.

Cálculo de transmisión por cadena de rodillos:

Según la selección del moto reductor determinado, se tiene:

$$\text{RPM}_{\text{SALIDA REDUCTOR}} = \text{RPM}_{\text{PIÑON}} = 54 \text{ rpm}$$

$$\text{RPM}_{\text{POLEA MOTRIZ}} = \text{RPM}_{\text{CATALINA}} = 15.52 \text{ rpm}$$

A. Relación de transmisión en la cadena (m_g):

$$m_g = \frac{\text{RPM}_{\text{PIÑON}}}{\text{RPM}_{\text{CATALINA}}} = \frac{54}{15.52} = 3.479$$

B. Número de dientes de las ruedas:

Asumiendo el # de dientes del piñón:

Se sabe también:

$$Z_{\text{PIÑON}} = 19 \text{ dientes}$$

$$m_g = \frac{Z_{\text{CATALINA}}}{Z_{\text{PIÑON}}} = \frac{Z_{\text{CATALINA}}}{19} = 3.479 \Rightarrow Z_{\text{CATALINA}} = 66.10 \text{ dientes}$$

de dientes de la catalina: $Z_{\text{CATALINA}} = 66$ dientes

Finalmente::

$$m_g = \frac{Z_{\text{CATALINA}}}{Z_{\text{PIÑON}}} = \frac{66}{19} = 3.474$$

C. Potencia Nominal Equivalente (HP_e)

Se sabe que:

$$HP_e = P \times F_s \times F_m \dots\dots\dots(37)$$

Donde:

P = Potencia de diseño

F_s = Factor servicio, máquina clase B, Tabla N° 30 D, $F_s = 1.00$

F_m = Factor modificador, para piñón de 19 dientes, $F_m = 1.00$

También se sabe:

$$P = \frac{P_{\text{maq.}}}{\eta_c} = \frac{HP_{\text{EJE MOTRIZ}}}{\eta_c} = \frac{1.43}{0.97} = 1.47$$

Reemplazando estos valores en la expresión (37), tenemos:

$$HP_e = 1.47 \times 1.00 \times 1.00 = 1.47 \text{ hp} \Rightarrow$$

$$HP_e = 1.47 \text{ hp}$$

D. Selección de la Cadena:

Con $HP_e = 1.47 \text{ hp}$ y $RPM_{\text{PIÑÓN}} = 54 \text{ rpm}$ se va la tabla N° 32 D (Ap. D) y seleccionamos:

Cadena ANSI 80-I, Paso de cadena $p = 1$, tipo lubricación manual.

E. Diámetro de paso de las ruedas dentadas.

Se tiene:

$$d_p = \frac{p}{\text{Sen}\left(\frac{180}{Z_{\text{PIÑÓN}}}\right)} \dots\dots\dots(38)$$

$$D_c = \frac{p}{\text{Sen}\left(\frac{180}{Z_{\text{CATALINA}}}\right)} \dots\dots\dots(39)$$

Donde:

p = paso de cadena = 1"

$Z_{\text{PIÑÓN}}$ = 19

Z_{CATALINA} = 66

d_p = diámetro de paso del piñón (pulg)

D_c = diámetro de paso de la catalina (pulg)

Reemplazando valores en las expresiones (38) y (39), tenemos:

$$d_p = \frac{P}{\text{Sen}\left(\frac{180}{Z_{\text{PIÑON}}}\right)} = \frac{1}{\text{Sen}\left(\frac{180}{19}\right)} = \frac{1}{0.165} = 6.06 \text{ pulg.} \quad d_p = 6.06 \text{ pulg.}$$

$$D_c = \frac{P}{\text{Sen}\left(\frac{180}{Z_{\text{CAT}}}\right)} = \frac{1}{\text{Sen}\left(\frac{180}{66}\right)} = \frac{1}{0.0476} = 21.00 \text{ pulg.} \quad D_c = 21 \text{ pulg.}$$

F. Velocidad Tangencial de la Cadena (V_c).

Se tiene:

$$V_c = \frac{\pi \times d_p \times \text{RPM}_{\text{PIÑON}}}{12} \quad (40)$$

Donde:

$$\text{RPM}_{\text{PIÑON}} = 54 \text{ rpm}$$

$$d_p = \text{diámetro de paso del piñón} = 6.06 \text{ pulg.}$$

Reemplazando valores en la expresión (40), tenemos:

$$V_c = \frac{\pi \times 6.06 \times 54}{12} = 85.67 \text{ pies/min} \quad \Rightarrow \quad V_c = 85.67 \text{ pies/min}$$

Comparando esta velocidad tangencial con la velocidad máxima de la cadena seleccionada en la tabla N° 32, observamos:

$$V_c = 85.67 \text{ pies/min} < V_{\text{max. cad.}} = 170.00 \text{ pies/min}$$

Lo que demuestra de que los cálculos realizados se encuentra dentro de lo correcto.

G. Longitud de Cadena:

Considerando una distancia entre centros $C_p = 30$ pasos, entonces la longitud aproximada de la cadena (L_p), será:

$$L_p = 2 C_p + 0.53 (Z_{\text{PIÑON}} + Z_{\text{CATALINA}})$$

$$L_p = 2 \times 30 + 0.53 (19 + 66) = 105.05 \approx 105 \quad \Rightarrow \quad L_p = 105 \text{ pasos}$$

La distancia entre centros correcta C_p es:

$$L_p = 2 C_p + \frac{Z_{PIÑON} + Z_{CAT}}{2} + \frac{(Z_{PIÑON} + Z_{CAT})^2}{4\pi^2 C_p}$$

$$105 = 2 C_p + \frac{19 + 66}{2} + \frac{(19 - 66)^2}{4\pi^2 C_p} = 2C_p + 42.5 + \frac{55.95}{C_p}$$

$$2C_p^2 - 62.5C_p + 55.95 = 0 \quad \Rightarrow \quad C_p = 30.33$$

Finalmente la distancia entre centros será:

$$C = C_p \times p \quad (\text{pulg}) \dots\dots\dots(41)$$

Donde: p = paso de la cadena = 1 pulg.

Reemplazando valores en la expresión (41), tenemos:

$$C = 30.33 \times 1 = 30.33 \quad \Rightarrow \quad C = 30.33 \text{ pulg}$$

CONCLUSION:

USAR CADENA ANSI 80-I DE 100 PASOS, CON RUEDAS DENTADAS DE PIÑON = 19 DIENTES Y CATALINA = 66 DIENTES.

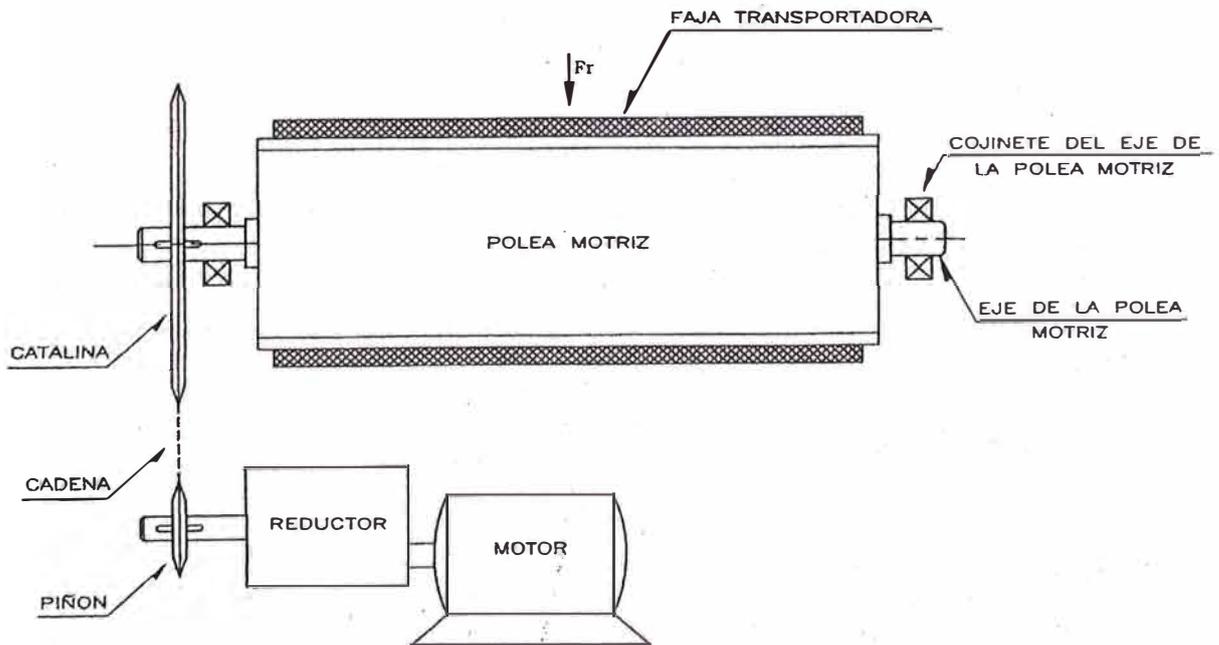


FIG. Nº 5.6 DISPOSICIÓN DEL SISTEMA DE TRANSMISIÓN POR CADENA PARA LA POLEA MOTRIZ

Tabla N° 5.4 RESUMEN DE CARACTERISTICAS DE LAS FAJAS

DESCRIPCION	Faja F1	Faja F2	Faja F3	Faja F4
CARACTERISTICAS DE LA FAJA				
Distancia entre Ejes (pies)	25	43	25	43
Angulo de Inclinación	0°	1.77°	2.72°	1.77°
MATERIAL A TRANSPORTAR				
Material	Residuos Sólidos	Residuos Sólidos	Residuos Sólidos	Residuos Sólidos
Densidad				
CARACTERISTICAS ABRASIVAS	alta	alta	Alta	alta
CAPACIDAD DE TRANSPORTE				
Capacidad media transporte (Tm/hr)	2.8	4.5	2.8	4.5
Capacidad máxima (Tm/hr)	2.9	5	2.9	5
Funcionamiento diario (Hr/día)	8	8	8	8
BANDA TRANSPORTADORA				
Ancho (Pulgadas)	36	36	36	36
Longitud entre centros de poleas	25	43	25	43
Velocidad de la faja (pies/min)	56.9	56.9	56.9	56.9
Estaciones de Carga	Longitufinal	Extremo bajo	Extremo bajo	Extremo bajo
Descarga de material	por extremo	por extremo	por extremo	toda longitud
Espesor cubierta superior (Pulg.)	3/8.	3/8.	3/8.	3/8.
Espesor de Cubierta Inferior	1/16.	1/16.	1/16.	1/16.
Diámetro polea motriz	14	14	14	14
Diámetro Polea de Cola (Pulg.)	13	13	13	13
Diámetro de Polea Deflectora (Pulg.)	12	12	12	12
Diámetro de rodillos Avance (Pulg.)	4	4	4	4
Diámetro Rodillos de Retorno (Pulg.)	4	4	4	4
Distancia entre Rodillos Avance (Pies)	5	5	5	5
Distancia entre rodillos retorno (Pies)	10	10	10	10
Número rodillos Avance	6	10	6	10
Número rodillos Retorno	3	5	3	5
Angulo contacto Faja y tambor motriz	190	190	190	190
Potencia del motor	1.89	1.94	1.89	1.94
Reducción de velocidad	31.653	31.653	31.653	31.653
TTRANSMISION DE FAJA				
Número dientes Piñón	19	19	19	19
Número dientes Catalina	66	66	66	66
Cadena 100 Pasos	ANSI 80-I	ANSI 80-I	ANSI 80-I	ANSI 80-I

Nota N° 01: Ver anexo apéndice A para ver los cálculos faja F1 y F3.

Nota N° 02: Fajas Transportadoras F2 y F4 son idénticos.

5.2. CÁLCULO DE CANTIDAD Y SELECCIÓN DE MAQUINARIAS:

5.2.1. Vehículos Compactadores.

Los datos básicos para el cálculo de número de vehículos compactadores que se requiere para el proyecto, son las siguientes:

Tabla N° 5.5 DATOS BASICOS PARA EL CALCULO DE VEHICULOS COMPACTADORES.

DESCRIPCION	UNIDAD	SIMBOLO
Capacidad del camión compactador	Ton	C
Frecuencia de recolección	Veces por semana	f
N° de recolectores	N° de hombres	a
Rendimiento de recolección	Hombre*min/Ton	R
Tiempo disponible (jornada de trabajo)	Minutos	Td
Distancia a Planta de Segregación	Km	d
Tiempo en planta de segregación	Min	Ts
Tiempo fuera de ruta cíclicos	Min	Tfc
Tiempo fuera de ruta no cíclicos	Min	Tfnc
Velocidad	Km/min	V

Ecuaciones básicas necesarias:

$$\text{N° Viajes} = \frac{T_d}{\text{Tiempo.1.ciclo}} \quad \dots \dots \dots (42)$$

$$\text{N° Viajes} = \frac{T_d - T_{fnc}}{T_{RECOLECCION} + T_{TRANSPORTE} + T_{DISPOSICION} + T_{FC}} \quad \dots \dots \dots (43)$$

$$T_{RECOLECCION} = \frac{C \times R}{a} \quad \dots \dots \dots (44)$$

$$T_{TRANSPORTE} = \frac{d}{V} \quad \dots \dots \dots (45)$$

$$T_{DISPOSICION} = T_s \quad \dots \dots \dots (46)$$

$$\text{N° CAMIONES} = \frac{\text{Producción Total Residuos}}{\text{N° Viajes} \times C} \quad \dots \dots \dots (47)$$

Donde:

Tabla N° 5.6 VALORES PARA EL CALCULO DE VEHICULOS COMPACTADORES.

DESCRIPCION	UNIDAD	NOMBRE	DATOS
Capacidad del camión compactador	Toneladas	C	7.95
Frecuencia de recolección	Veces por semana	F	7
N° de recolectores	N° de hombres	A	4
Rendimiento de recolección	Hombre*min/Ton	R	0.0010416
Tiempo disponible (jornada trabajo)	Minutos	Td	480
Distancia a Planta de Segregación	Km	d	14
Tiempo en planta de segregación	Min	Ts	40
Tiempo fuera de ruta ciclicos	Min	Tfc	240
Tiempo fuera de ruta no ciclicos	Min	Tfnc	120
Velocidad	Km/min	V	0.33

Reemplazando los valores en las expresiones del 42 al 47, se obtiene los siguientes resultados:

Producción total de residuos sólidos	40,000 Kgs/día.
Número de viajes	1.02
T.recolección	0.0020832
T.transporte	42.42
T.disposición	40
Número de camiones necesarios	4.88 ~ 5.00

Nota: Actualmente la Municipalidad Provincial de Huancavelica, cuenta con 04 camiones compactadores, por lo que se requiere adquirir un vehículo compactador.

5.2.2. Carretas Vehiculares de Carga.

Como una primera aproximación del número de carretas de carga vehiculares necesarios, se puede calcular haciendo uso de la siguiente fórmula:

$$N_{cc} = \frac{G \times k}{C \times T \times t \times dh} \dots \dots \dots (48)$$

Donde:

N_{cc} = Número de carretas de carga vehiculares necesarios.

G = Producción RR.SS. Orgánicos triturados y Descarte en Tm/día.

T	= Tiempo de carguío en horas	= 2.00 Hora.
t	= Tiempo traslado: compost y disposición final	= 1 hora
C	= Capacidad de carreta de carga vehicular	= 3.50 TM
dh	= Días que se trabaja en la semana	= 6 de 7 días

Tabla N° 5.7 RESULTADOS DE LAS FORMULAS

CIUDAD DE HUANCVELICA			
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	NOMBRE	DATOS
Carga a ser trasladado	TM/Día	G	31.60
Capacidad Carreta Vehicular	TM.	C	3.50
Tiempo de llenado de Carreta	Horas	T	2.00
Tiempo traslado disposición final	Horas	t	1.00
Relación de días de trabajo	Factor	dh	6/7
Factor de Cobertura	factor	k	0.90
NUMERO CARRETAS CARGA	Vehículo	Ncc	4.74 = 5

5.2.3. Retroexcavadoras.

Para calcular el número de retroexcavadoras necesarias, para la realización de trabajos en la planta de tratamiento, se ha utilizado la siguiente fórmula:

$$N_{ret.} = \frac{G \times Fr \times k}{C \times dh} \dots \dots \dots (49)$$

Donde:

Nret = Número de retroexcavadoras necesarios.

G = Residuos sólidos a manipular en tm/día.

C = Velocidad de carguío de cangilón de carga en tm/día.

Fr = Factor reserva 1.07 a 1.20 según estado de retroexcavadora, donde reemplazando valores en la expresión (49), y ordenando, se tiene los resultados que aparecen en el siguiente cuadro:

Tabla N° 5.8 RESULTADOS DE LA FORMULA

CIUDAD DE HUANCVELICA			
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	NOMBRE	DATOS
Velocidad Carguío del Cangilón	Tm/dia.	C	44.00
Carga de RSU a manipular	Tm/día	G	18.80
Relación de días que trabaja	Factor	dh	6/7
Factor de Reserva	Factor	Fr	1.10
Factor de cobertura	Factor	K	0.90
Nº RETROEXCAVADORA	Retro	Nret	0.83 = 1.00

5.2.4. Prensas Hidráulicas Enfardadoras.

Para el cálculo del número de Prensas Enfardadoras que ha de requerir la planta de clasificación o segregación, se utiliza la siguiente fórmula:

$$Npe = \frac{G \times Fr \times k}{C \times dh} \dots\dots\dots (50)$$

Donde:

Npe = Número de prensa enfardadora.

G = Producción per cápita de residuos sólidos inorgánicos Tm/día.

C = Capacidad útil de prensa enfardadora, en Tm/Día.

dh = Relación que toma en cuenta los días que se trabaja.

Fr = Factor reserva 1.07-1.20 según el estado de la Prensa enfardadora.

Tabla N° 5.9 RESULTADOS DE LA FORMULA

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	NOMBRE	DATOS
Capacidad de Prensa Enfardadora	Tm/Día	C	4.80
Producción RR. SS. de Papel, cartón y plásticos	Tm/Día	G	4.03
Relación de días que trabaja	Factor	dh	6/7
Factor de Reserva	Factor	Fr	1.10
Factor de cobertura	Factor	k	0.90
NUMERO COMPACTADORES	Vehículo	Nv	0.97 = 1.00

5.2.5. Prensas Compactadoras de Envases Metálicos.

Para el cálculo del número de Prensas Enfardadoras que ha de requerir a planta de clasificación o segregación, se utiliza la siguiente fórmula:

$$N_{pc} = \frac{G \times Fr \times k}{C \times dh} \dots\dots\dots(51)$$

Donde:

- N_{pc} = Número de Prensa Compactadora.
- G = Producción de RR. SS. Inorgánicos (metales) en Tm/día.
- C = Capacidad útil de prensa compactadora, en Tm/Día.
- dh = relación que toma en cuenta los días que se trabaja.
- Fr = factor reserva 1.10-1.20 según el estado de la Prensa enfard.

Tabla Nº 5.10 RESULTADOS DE LA FORMULA

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	NOMBRE	DATOS
Capacidad de Prensa Compactadora.	Tm/Día	C	2.88
Producción RR. SS. De latas, metales varios.	Tm/Día	G	1.43
Relación de días que trabaja	Factor	dh	6/7
Factor de Reserva	Factor	Fr	1.10
Factor de Cobertura	Factor	k	0.90
NUMERO COMPACTADORES	Vehículo	Nv	0.57 = 1.00

5.2.6. Trituradora de Residuos Orgánicos.

Como una primera aproximación del número de Trituradoras de Residuos Sólidos orgánicos, se puede utilizar la siguiente fórmula:

$$N_t = \frac{G \times Fr \times k}{C \times dh} \dots\dots\dots(52)$$

Donde:

- N_t = Número de trituradoras de residuos orgánicos.
- G = Producción diaria de residuos sólidos en Tm/Día.
- C = Capacidad de trituradora en Tm/Día.
- dh = Relación que toma en cuenta los días que se trabaja.
- Fr = Factor de reserva 1.10 a 1.20 según el estado, edad promedio y mantenimiento de la trituradora.

Tabla N° 5.11 RESULTADOS DE LA FORMULA

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	NOMBRE	DATOS
Capacidad útil de la Trituradora	Tm/Día.	C	30.00
Producción Residuos Orgánicos	Tm/Día	G	21.20
Relación de días que trabaja	Factor	dh	6/7
Factor de Reserva	Factor	Fr	1.10
Factor de cobertura	Factor	k	0.90
NUMERO DE TRITURADORA	Trituradora	Nt	0.82 = 1.00

5.2.7. Trituradora de Vidrios.

Como una primera aproximación del número de Trituradoras de Vidrios, se puede utilizar la siguiente fórmula:

$$N_{tv} = \frac{G \times Fr \times k}{C \times dh} \dots\dots\dots(53)$$

Donde:

Nt = Número de trituradoras de Vidrios.

G = Producción diaria de vidrio reciclable en Tm/Día.

C = Capacidad de trituradora en Tm/Día.

dh = Relación que toma en cuenta los días que se trabaja.

Fr = Factor de reserva 1.10 a 1.20 según el estado, edad promedio y mantenimiento de la trituradora.

Tabla N° 5.12 RESULTADOS DE LA FORMULA

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	NOMBRE	DATOS
Capacidad útil de la Trituradora	Tm/Día.	C	5.00
Producción Vidrio Reciclable	Tm/Día	G	1.01
Relación de días que trabaja	Factor	dh	6/7
Factor de Reserva	Factor	Fr	1.10
Factor de cobertura	Factor	k	1.00
NUMERO DE TRITURADORA	Trituradora	Nt	0.26 = 1.00

5.3. SELECCIÓN DE MAQUINARIAS:

La selección de las maquinarias y equipos, se ha realizado en base a las características de requerimientos de la Planta de Clasificación y procesamiento de residuos sólidos reciclables, tanto orgánicos como inorgánicos, de tal manera que llegue al mercado en óptimas condiciones.

Así mismo están considerados de acuerdo a la necesidad y demanda de la población y la capacidad operativa de la planta de clasificación y procesamiento de los residuos orgánicos, con el objeto de clasificar y procesar de manera óptima, buscando que la recolección, transporte y descarga de residuos sólidos no gane al procesamiento, por lo mismo que tiene que estar debidamente sincronizado, tanto la capacidad de las maquinarias y equipos como también la habilidad de los trabajadores.

A. VEHÍCULO COMPACTADOR

Tabla N° 5.13 CARACTERISTICAS TECNICAS DE CAMION COMPACTADOR

N°	DESCRIPCIÓN	CARACTERÍSTICAS
SISTEMA VEHICULAR		
02	MOTOR	
	Potencia: CV/KW a rpm	260/191 a 2,200
	Torque Motor (Nm-Kgfm (rpm))	900/92/1300 a 1900
	Cilindrada (dm3) (cc)	(7.2) (7200)
	Faja Económica (rpm)	1200 – 1800
03	CAJA DE CAMBIOS: Sincronizada	
	Modelo/Tipo	Indicar/Indicar
	Número de velocidades	6 velocidades hacia adelante 1 velocidad hacia atrás o retroceso
04	TRACCIÓN	
	Tipo.	4 x 2
05	EMBRAGUE	
	Número de disco	Simple Disco
	Mando	Hidroneumático
10	RUEDAS Y NEUMÁTICOS	
	Tipo/Modelo	Disco de Acero/Indicar
	Dimensiones de Llanta	8.25 x 22.5
	Neumáticos	275/80RR22.5
11	FRENOS:	
	De Servicio	Accionamiento Neumático.
	De Estacionamiento	Accionamiento Neumático
	Auxiliar (Motor u otro)	Indciar
SISTEMA COMPACTADOR.		
01	CAJA COMPACTADOR	
	Caja	Acero Especial
	Casco	Monocasco auto portante
	Piso	Acero de 6.00 mm de espesor
	Durmientes	Perfil "U" 90 mm x 4.75 mm espesor
	Laterales y techo	Paneles de plancha 4.5 mm espesor
	Capacidad Almacenaje Compact.	15.00 m3
	Peso Seco	5,200 Kilogramos
	Sistema de Luces	Alumbrado de carga
	Sistema de alarma	Parada, volteo e izamiento de tolva
02	SISTEMA DE CARGA	
	Posterior	
	Capacidad de Cuchara (mínimo)	1.65 m3
	Altura suelo a cuchara	90 cms.
	Apertura de carguío	2.06 x 1.50

03	SISTEMA DE COMPACTACIÓN	
	Combinado	2 etapas
	Movimiento	Giratorio/envolvente
	Eje de rotación	De Placa y patines
	Ciclo compactación	Cuatro etapas
	Sistemas de activación	Palancas de comando
	Pulsador de parada	Instantánea y de emergencia
	Tiempo de compactación (Máx.)	20 segundos
	Relación de compactación	2 : 1
	Placa compactadora	Acero 6.4 mm y 3.00 mm espesor
04	SISTEMA HIDRAULICO	
	Caudal	25 GPM a 1200 rpm
	Presión Máxima	2400 PSI
	Presión General	2000 PSI
	Presión de Compactación	1700 PSI
	Capacidad Tanque hidráulico (Min.)	26 galones
	Válvulas (Mínimo)	Dos: Uno para el sistema de descarga y otro para el sistema de compactación
05	SISTEMA DE DESCARGA	
	Tipo	Eyección posterior
	Tiempo total de descarga (Máx.)	50 segundos
	Accionamiento	Hidráulico

B. CARRETAS VEHICULARES DE CARGA

Nº	DESCRIPCIÓN	CARACTERÍSTICAS
01	AÑO DE FABRICACIÓN	
	Mínimo	2007
02	ESPECIFICACIONES TECNICAS	
	Modelo/ Tipo	
	Capacidad de carga	3.00 Tm.
	Chasis	0.70 x 0.16 x 2.80 m
	Carrocería	1.90 x 0.45 m
	Altura de la Plataforma al suelo	0.93 m.
	Largo Total	4.00 m.
	Ancho externo	1.83 m.
03	SUSPENSIÓN	
	Número de Ballestas	04
04	RUEDAS Y NEUMATICOS	
	Ruedas	6F 5.50F x 16`RS
	Neumáticos	(2) 7.50 x 16`10L
05	SISTEMA DE DESCARGA	
	Tipo	Volteo Hidráulico
	Tiempo total de descarga (Máx.)	30 segundos
	Accionamiento	Hidráulico

C. RETROEXCAVADORA

CARACTERÍSTICAS TECNICAS:

- ✓ **Motor:** Diesel de 4 tiempos, potencia mínima de 88, de 2,200 RPM, cilindrada refrigerado por agua, filtro de aire tipo seco con elemento de seguridad turboalimentado.
- ✓ **Frenos:** De disco en baño de aceite, accionados por 2 circuitos de frenado independiente que actúan sobre el eje trasero.

De estacionamiento: Actúa sobre los frenos de servicio mediante una palanca accionada manualmente.

- ✓ **Cargador:** Cucharón con capacidad mínima de 0.96 m³, "Capacidad levantamiento a altura máxima" como mínimo de 2925 Kg "Altura máxima" (pin del cucharón) como mínimo de 3295 mm
- ✓ **Transmisión:** Doble tracción (4x4), seleccionable mediante un sistema electro hidráulico.
- ✓ **Velocidades:** 4 hacia delante mayor a 35km/h y 4 hacia atrás mayor a 35 km/h.
- ✓ **Retroexcavadora:** "Profundidad de excavación máxima" como mínimo de 4.34m , Alcance a una "altura máxima" de 3.40 m. como mínimo, pluma de estructura reforzada con rotación de 180° o mayor, Con cuchara de capacidad mínima de 0.22m³ y desplazamiento giratorio, montados sobre placa posterior de apoyo con estabilizadores hidráulicos.
- ✓ **Neumáticos:** Neumáticos delanteros: 14L – 17.5 (10 PR) Neumáticos posteriores: 17.5L – 24 (10 PR)
- ✓ **Sistema Hidráulico:** Sistema Sensor de Carga, con selector de potencia de trabajo: Máxima y constante con precisión y control en todas las funciones del equipo.
- ✓ **Sistema eléctrico:** Arranque eléctrico por voltaje de 12 o 24 voltios Sistema de alarma.

D. PRENSA HIDRAULICA ENFARDADORA

N°	DESCRIPCIÓN	CARACTERÍSTICAS
01	AÑO DE FABRICACIÓN	
	Mínimo	2007
02	MOTOR:	
	Potencia del Motor	5.5 – 6.5 HP
03	ESPECIFICACIONES TECNICAS	
	Fuerza Compactadora	15,000 Kgs.
	Tiempo de Compactación	30 Seg.
	Dimensiones de Máquina (ancho x profundidad x alto)	0.90 x 0.85 x 2.60 m.
	Tamaño del Fardo (Ancho x Profundidad x Alto)	0.75 x 0.50 x 0.75
	Peso Fardo (cartón, papel)	80 – 120 Kgs.
	Peso Fardo (Plásticos)	60 – 150 Kgs.
Peso de la Máquina	650 – 700 Kgs.	

	Grado de Compactación	Hasta 30:1
	Construcción	De acero de primera calidad.
	Pintura	Con base anticorrosiva y acabado con esmalte sintético.
	Sistema Electrohidráulico	Depósito de Aceite. Motor y componentes eléctricos normalizados. Bomba, filtros y válvulas direccionales y de seguridad modulares. Con control de nivel de aceite Triple protección de sobre carga Cilindro doble efecto con camisa de acero bruñida, vástago de acero SAE 1045, cromado duro y sellos de primera calidad y larga vida útil.
04	SISTEMA HIDRÁULICO	Operación automática por botoneras
		Enclavamientos eléctricos de seguridad
		Parada de emergencia.
05	CARACTERISTICAS GENERALES	Operación Silenciosa
	Operación	Atado de fardos: Sencillo y rápido
	Atado de fardos	Sistema de eyección de Fardos Automático
	Sistema de eyección de fardos	Seguridad y Confiabilidad: Ciclo de compactación solo funciona con la puerta de carga cerrada.

E. PRENSA COMPACTADORA DE LATAS

Tabla Nº 5.15 CARACTERISTICAS TECNICAS DE COMPACTADORAS DE LATAS.

Nº	DESCRIPCIÓN	CARACTERÍSTICAS
01	AÑO DE FABRICACIÓN	
	Mínimo	2007
02	MOTOR:	
	Potencia del Motor (Kw./V/Hz)	400V/3.00 HP
03	ESPECIFICACIONES TECNICAS	
	Fuerza Compactadora	15,000 Kgs.
	Tiempo de Compactación	30 Seg.
	Dimensiones de Máquina (ancho x profundidad x alto)	0.90 x 0.63 x 2.15 m.
	Tamaño del Dado metálico (Ancho x Profundidad x Alto)	0.40 x 0.30 x 0.40 m.
	Peso Fardo (Latas de conserva)	40 – 50 Kgs.
	Peso Fardo (Bidones de metal)	40 – 50 Kgs.
	Peso de la Máquina	280 – 350 Kgs.
	Grado de Compactación	Hasta 30:1
	Construcción	De acero de primera calidad.
	Pintura	Con base anticorrosiva y acabado con esmalte sintético.
	Sistema Electrohidráulico	Depósito de Aceite. Motor y componentes eléctricos normalizados. Bomba, filtros y válvulas direccionales y de seguridad modulares. Con control de nivel de aceite Triple protección de sobre carga Cilindro doble efecto con camisa de

		acero bruñida, vástago de acero SAE 1045, cromado duro y sellos de primera calidad y larga vida útil.
04	SISTEMA HIDRÁULICO	Operación automática por botoneras Enclavamientos eléctricos de seguridad Parada de emergencia.
05	CARACTERÍSTICAS GENERALES	Operación Silenciosa Atado de fardos Sencillo y rápido Sistema de eyección de fardos Automático Seguridad y confiabilidad: Ciclo de compactación solo funciona con la puerta de carga cerrada.

F. TRITURADORA DE RESIDUOS ORGANICOS

La maquinaria trituradora de residuos sólidos, debe ser versátil, es decir también debe servir para triturar diversos materiales, tales como cartón, papel, plásticos, chatarras livianas, madera, vidrio y sobre todo residuos orgánicos, por lo que las principales características mínimas con la que debe de contar son las siguientes:

Tabla N° 5.17 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE TRITURADORA DE RESIDUOS ORGANICOS.

N°	DESCRIPCIÓN	CARACTERÍSTICAS
01	AÑO DE FABRICACIÓN	
	Mínimo	2007
	Peso de Equipo completo	Máx. 1,000 Kgs.
02	MOTOR	
	Modelo/ Tipo	Eléctrico Monofásico
	Potencia: HP	6.5 a 7.5 HP
	Velocidad rotación	10/20 rpm.
	Motoreductor	De calidad y garantía reconocida
03	SISTEMA DE CARGA	
	Tipo	Tolva metálica de 0.80 x 1.20 m.
04	ACABADO	
	Sistema de Arenado	Interior y Exterior
	Tratamiento Superficial	Anticorrosivo epóxico y esmalte
05	CAPACIDAD PROCESAMIENTO	
	Cámara de trituración	0.36 x 0.50 m.
	Producción	2,000 a 3,500 Kgs/Hr.
	Ejes Portacuchillas	2
	Material de cuchillas	Aceros especiales de primera calidad
06	CARACTERÍSTICAS GENERALES	
	Procesamiento	Diversos materiales.
	Preparación de materiales	Poca preparación previa.
	Cimentación de maquinaria	Sin fundaciones especiales.
	Sistema de seguridad	Sistema de auto reversa y limitador de

		torque.
	Niveles de polvo y ruido	Bajos niveles.
	Costo de energía	Menores costos por baja velocidad.

5.4. DISPOSICION DE MAQUINAS Y EQUIPOS EN PLANTA.

La disposición final de las máquinas seleccionadas y las que fueron objeto de calculo y diseño, se puede observar en el plano N° 01 de Distribución de Planta de Segregación

CAPITULO 6

CALCULO DE PRESUPUESTO DEL PROYECTO.

6.1. INFRAESTRUCTURA DE PLANTA DE SEGREGACION.

6.1.1. Dimensionamiento de planta de segregación.

Para el dimensionamiento de la planta de segregación, se ha tomado en cuenta la metodología de distribución en planta, la misma que se entiende como: "La ordenación física de los elementos industriales. Esta ordenación en proyecto, incluye, tanto los espacios necesarios para el movimiento de materiales, almacenamiento, trabajadores directos e indirectos y todas las otras actividades o servicios, así como las maquinarias y equipo de trabajo y el personal de taller "

El objetivo primordial que persigue la distribución en planta (ver planos N° 01 y N° 02 de distribución de planta de segregación y dimensionamiento de longitud de faja transportadora) es hallar una ordenación de las áreas de trabajo y de las maquinarias y equipos, que sea la más económica para el trabajo, al mismo tiempo que la más segura y satisfactoria para los trabajadores, la misma que ha permitido dimensionar adecuadamente la infraestructura que requiere la planta, así como la adecuada ubicación de las maquinarias y equipos que requiere la planta de segregación mecanizada, considerando que debe tener los siguientes objetivos.

- Elevación de la moral y satisfacción del obrero.
- Incremento de la producción
- Disminución en los retrasos de la producción.
- Ahorro de área ocupada

- Reducción del material en proceso.
- Acortamiento del tiempo de fabricación
- Disminución de la congestión o confusión
- Mayor facilidad de ajuste a los cambios de condiciones

Por lo tanto, al momento de dimensionar y diseñar las maquinarias, equipos e infraestructura, se ha tomado en cuenta los siguientes intereses bien definidos:

- a) **Interés Económico:** con el que se pretende realizar todos los procesos de segregación y tratamiento de residuos sólidos, con alta producción, y sobre todo con bajos costos, satisfaciendo al cliente y con alta calidad de los bienes y con buen funcionamiento de la planta.
- b) **Interés Social:** Con el que persigue darle seguridad al trabajador y a los empleados y satisfacer al cliente.

6.1.2. Diseño y Presupuesto de Infraestructura.

Las dimensiones de la planta de segregación, es el resultado de la distribución en planta de todos los elementos que intervendrán en el proceso de tratamiento de residuos sólidos (ver plano N° 01), cuyo costo fue calculado tomando como referente, el Cuadro de Valores Unitarios Oficiales de Edificación para la Sierra, dado por la Resolución Ministerial N° 296-2009-VIVIENDA (ver apéndice C):

Tabla N° 6.1

VALORES POR PARTIDAS EN NUEVOS SOLES POR METRO CUADRADO DE AREA TECHADA

ESTRUCTURAS		ACABADOS				INSTALACIONES ELECTRICAS Y SANITARIAS (7)
MUROS Y COLUMNAS (1)	TECHOS (2)	PISOS (3)	PUERTAS Y VENTANAS (4)	REVESTIMIENTOS (5)	BAÑOS (6)	
PLATA DE SEGREGACION Y CABINA DE MANDO:						
Placas de concreto (e=10 a 15 cms.), Albañilería Armada, Ladrillo o similar con columnas y vigas de amarre.	Calamina metálica, fibro cemento, sobre viguería metálica	Parquet de primera, lajas, cerámicas nacional, loceta veneciana 40 x 40	Ventanas de Aluminio, Puertas de madera selecta vidrio transparente	Superficie de ladrillo caravista	Baños completos nacionales con mayólica o cerámica nacional.	Agua fría agua caliente, corriente trifásica, teléfono.
176.23	69.14	66.64	61.02	85.53	33.63	63.73
COSTO UNITARIO TOTAL S/.						555.92

FUENTE: RM N° 296-2009-VIVIENDA

Tabla N° 6.2

VALORES POR PARTIDAS EN NUEVOS SOLES POR METRO CUADRADO DE AREA TECHADA

ESTRUCTURAS		ACABADOS				INSTALACIONES ELECTRICAS Y SANITARIAS (7)
MUROS Y COLUMNAS (1)	TECHOS (2)	PISOS (3)	PUERTAS Y VENTANAS (4)	REVESTIMIE NTOS (5)	BAÑOS (6)	
COMEDOR, VESTUARIO Y VIVIENDA VIGILANTE:						
Placas de concreto (e=10 a 15 cms.), Albañilería Armada, Ladrillo o similar con columnas y vigas de amarre.	Aligerado o losas de concreto armado inclinados	Parquet de segunda, loceta veneciana 30 x 30, lajas de cemento con canto rodado	Ventanas de Aluminio, Puertas de madera selecta vidrio transparente	Superficie de ladrillo caravista	Baños completos nacionales con mayólica o cerámica nacional.	Agua fria agua caliente, corriente trifásica, teléfono.
176.23	143.38	55.12	61.02	85.53	33.63	35.47
COSTO UNITARIO TOTAL \$/.						590.38
ALMACEN:						
Placas de concreto (e=10 a 15 cms.), Albañilería Armada, Ladrillo o similar con columnas y vigas de amarre.	Calaminas metálicas fibrocemento o tejas sobre viguería de madera corriente	Loceta vinilica, cemento coloreado.	Ventanas de fierro, Puertas de madera selecta (caoba o similar) vidrio transparente	Superficie de ladrillo caravista	Sin aparatos sanitarios	Agua fria, corriente monofásica.
176.23	25.39	33.78	46.61	85.53	0	23.05
COSTO UNITARIO TOTAL \$/.						390.59

FUENTE: RM N° 296-2009-VIVIENDA

Tabla N° 6.3

COSTO DIRECTO DE PLANTA DE SEGREGACION

ITEM	DESCRIPCION	UNID.	METRADO	VALOR UNITARIO	COSTO PARCIAL
3.1	Trazo y replanteo	m2	10000	0.24	2,400.00
3.2	Movimiento de Tierras (Excavaciones)	m3	1000	30.00	30,000.00
3.3	Const. Vestuario Personal	m2	10	590.38	5,903.80
3.4	Const. Planta Segregación	m2	330	555.92	183,453.60
3.5	Construc. Sala de Tratamiento	m2	120	555.92	66,710.40
3.6	Construc. Muro de contención	m3	8.58	275.00	2,359.50
3.5	Const. Tolva de descarga RR. SS.	m2	26	555.92	14,453.92
3.6	Vivienda vigilante	m2	18	590.38	10,626.84
3.7	Comedor del personal	m2	20	590.38	11,807.60
3.8	Cabina de mando	m2	6	555.92	3,335.52
3.9	Playa de Maniobra y descarga	m2	200	152.17	30,434.00
3.10	Estacionamiento de vehículos	m2	100	152.17	15,217.00
	SUB TOTAL:				376,702.18

6.2. EQUIPO MECÁNICO Y AUXILIAR:

6.2.1. Fajas Transportadoras.

Tabla N° 6.4		
FAJAS TRANSPORTADORAS F1 Y F3		
ITEM:	PARTIDA	COSTO PARCIAL S/.
01.00.00	ESTRUCTURA LONGITUDINAL	1,212.00
02.00.00	TUBO NEGRO	297.00
03.00.00	PLANCHAS	570.00
04.00.00	RODILLOS TIPO KAUMAN	5,735.00
05.00.00	PERNOS	260.00
06.00.00	POLEAS	2,850.00
07.00.00	COJINETES POLEAS Y SOPORTES	1,618.00
08.00.00	MOTOREDUCTOR	5,431.00
09.00.00	CINTA TRANSPORTADORA	2,791.30
10.00.00	SISTEMA DE TRANSMISION	949.50
11.00.00	PROTECTOR FAJA	1,711.20
12.00.00	PINTURA	1,575.00
COSTO DIRECTO TOTAL		25,000.00

TABLA 6.5
FAJAS TRANSPORTADORA F2 Y F4

ITEM:	PARTIDA	COSTO PARCIAL S/.
01.00.00	ESTRUCTURA LONGITUDINAL	1,602.00
02.00.00	TUBO NEGRO	462.00
03.00.00	PLANCHAS	636.50
04.00.00	RODILLOS TIPO KAUMAN	6,775.00
05.00.00	PERNOS	278.00
06.00.00	POLEAS	2,850.00
07.00.00	COJINETES POLEAS Y SOPORTES	1,618.00
08.00.00	MOTOREDUCTOR	5,331.00
09.00.00	CINTA TRANSPORTADORA	4,413.50
10.00.00	SISTEMA DE TRANSMISION	954.00
11.00.00	PROTECTOR FAJA	2,370.00
12.00.00	PINTURA	1,710.00
COSTO DIRECTO TOTAL		29,000.00

6.2.2. Carreta de carga con vuelco.

Estos equipos fueron diseñados considerando que el manipuleo de residuos sólidos clasificados será masivo, por lo que no se perderá tiempo en el momento de su vaciado, haciendo ágil el trabajo de los operadores de la planta de clasificación, para lo cual cuenta con un sistema de vuelco de la tolva para realizar el vaciado rápido de los residuos sólidos clasificados.

Se ha considerado el costo por cada uno de ellas de acuerdo al metrado, análisis de costos unitarios y presupuesto habiendo arrojado lo siguiente:

Tabla N° 6.6 COSTO TOTAL DE COMPONENTE:

DESCRIPCIÓN	UNID. MEDIDA	CANT.	PRECIO UNIT. S/.	PRECIO TOTAL
Carretas de volteo.	Unid.	20	1,611.47	32,229.40
COSTO DIRECTO				32,229.40
IGV de Carreta de volteo	Unid.	20	306.18	6,123.60
COSTO TOTAL EN NUEVOS SOLES S/.				38,353.00

Fuente: Elaboración propia de equipo técnico.

6.2.3. Carretas de Plataforma de Carga:

Para el cálculo del presupuesto, se ha diseñado de acuerdo a los requerimientos de la zona de trabajo, por lo que se ha considerado el costo por cada uno de ellas de acuerdo al metrado, análisis de costos unitarios y presupuesto habiendo arrojado lo siguiente:

Tabla N° 6.7 COSTO TOTAL DE COMPONENTE:

DESCRIPCIÓN	UNID. MEDIDA	CANT.	PRECIO UNIT. S/.	PRECIO TOTAL
Plataformas de Carga.	Unid.	08	594.63	4,757.04
COSTO DIRECTO				4,757.04
IGV de Plataforma de carga.	Unid.	08	112.98	684.00
COSTO TOTAL EN NUEVOS SOLES S/.				5,441.04

Fuente: Elaboración propia de equipo técnico.

6.3. MAQUINARIAS Y EQUIPOS SELECCIONADOS:

6.3.1. COSTO VEHICULOS COMPACTADORES

Para el cálculo del presupuesto requerido, se ha considerado la Cotización N° 073940/AP/WDA, proporcionado por Volvo Perú S.A., la que de acuerdo a las otras referencias obtenidas, debe servir como referencia para la Licitación de los vehículos compactadores. Se adjunta copia de la cotización.

Se ha considerado el costo por cada uno de los vehículos, de acuerdo a la cotización obtenida, las que se pone a consideración para ser tomado en cuenta, de acuerdo al cuadro siguiente:

Tabla 6.8 COSTO TOTAL DE COMPONENTE:

DESCRIPCIÓN	UNID. MEDIDA	CANT.	PRECIO UNIT. S/.	PRECIO TOTAL
Vehículo Compactador de R.S.	Vehículo	01	330,252.00	330,252.00
COSTO DIRECTO				330,252.00
19 % IGV de Compactador	Vehículo	01	62,748.00	62,748.00
COSTO TOTAL EN NUEVOS SOLES S/.				393,000.00

Fuente: Cotización de Volvo Perú.

6.3.2. COSTO CARRETAS VEHICULARES DE CARGA:

Estos vehículos de carga tienen llantas, son muy importantes para el traslado de residuos sólidos orgánicos triturados para la producción de compost y el traslado de residuos de descarte. El costo del componente de sub proyecto es de la siguiente manera:

Tabla N° 6.9 COSTO TOTAL DE COMPONENTE:

DESCRIPCIÓN	UNID. MEDIDA	CANT.	PRECIO UNIT. S/.	PRECIO TOTAL
Carreta Vehicular de Carga.	Vehículo	05	20,000.00	100,000.00
COSTO DIRECTO				100,000.00
19% IGV de vehículo compactador	Vehículo	05	3,800.00	19,000.00
COSTO TOTAL EN NUEVOS SOLES S/.				119,000.00

Fuente: Cotización de Volvo Perú.

6.3.3. COSTO RETROEXCAVADORA:

El costo del componente de sub proyecto es de la siguiente manera:

Para el cálculo del presupuesto requerido, se ha considerado la Cotización N° 001032/VVE-CATRETRO, proporcionado por UNIMAQ CAT RENTAL (Enrique Ferreyros SAC), la que de acuerdo a las otras referencias obtenidas, debe servir como referencia para la Licitación de la Retroexcavadora. Se adjunta copia de la cotización.

Tabla N° 6.10 COSTO TOTAL DE COMPONENTE:

DESCRIPCIÓN	UNID. MEDIDA	CANT.	PRECIO UNIT. S/.	PRECIO TOTAL
Retroexcavadora.	Retro	01	285,000.00	285,000.00
COSTO DIRECTO				285,000.00
19% IGV de retroexcavadora	Retro	01	54,150.00	54,150.00
COSTO TOTAL EN NUEVOS SOLES S/.				339,150.00

Fuente: Cotización de Enrique Ferreyros SAC.

6.3.4. COSTO PRENSA HIDRAULICA ENFARDADORA

Para el cálculo del presupuesto requerido, se ha considerado la Cotización N° S/N, proporcionado por MAQUINAS Y TECNOLOGIA SAC., la que de acuerdo a las otras referencias obtenidas, debe servir como referencia para la Licitación de la Enfardadora Vertical. Se adjunta copia de la cotización.

Tabla N° 6.11 COSTO TOTAL DE COMPONENTE:

DESCRIPCIÓN	UNID. MEDIDA	CANT.	PRECIO UNIT. S/.	PRECIO TOTAL
Prensa Enfardadora Vertical	Prensa	01	33,450.00	33,450.00
COSTO DIRECTO				33,450.00
Impuesto General Ventas (IGV)	Prensa	01	6,690.00	6,690.00
COSTO TOTAL EN NUEVOS SOLES S/.				40,140.00

Fuente: Cotización de Máquinas y Tecnología SAC.

Cotización US \$ 1.00 = S/. 3.00 Nuevos Soles

6.3.5. COSTO PRENSA COMPACTADORA DE LATAS

Para el cálculo del presupuesto requerido, se ha considerado la Cotización N° S/N proporcionado por STR 2000TRATAMIENTO DE RESIDUOS, la que de acuerdo a las otras referencias obtenidas, debe servir como referente para la Licitación de la Prensa Compactadora de latas. Se adjunta copia de la cotización. Valor de Venta Compactadora de Latas

: € 12,300.00

Tabla N° 6.12 COSTO TOTAL DE COMPONENTE en Nuevos Soles:

DESCRIPCIÓN	UNID. MEDIDA	CANT.	PRECIO UNIT. S/.	PRECIO TOTAL
Prensa Compactadora de Latas	Prensa	01	52,275.00	52,275.00
COSTO DIRECTO				52,275.00
Impuesto General Ventas (IGV)	Prensa	01	10,455.00	10,455.00
COSTO TOTAL EN NUEVOS SOLES S/.				62,730.00

Fuente: STR 2000 Tratamiento de Residuos.

Cotización € 1.00 = S/. 4.25 Nuevos Soles

6.3.6. COSTO TRITURADORA DE RESIDUOS ORGANICOS

Para el cálculo del presupuesto requerido, se ha considerado la Cotización N° S/N proporcionado por MAQUINAS Y TECNOLOGIA SAC, la que de acuerdo a las otras referencias obtenidas, debe servir como referente para la Licitación de la Trituradora de Residuos Orgánicos. Se adjunta copia de la cotización.

Valor de Venta de Trituradora de Residuos Orgánicos : US \$ 24,300.00

Tabla N° 6.13 COSTO TOTAL DE COMPONENTE en Nuevos Soles:

DESCRIPCIÓN	UNID. MEDIDA	CANT.	PRECIO UNIT. S/.	PRECIO TOTAL
Trituradora Residuos Orgánicos	Trituradora	01	72,900.00	72,900.00
COSTO DIRECTO				72,900.00
Impuesto General Ventas (IGV)	Prensa	01	14,580.00	14,580.00
COSTO TOTAL EN NUEVOS SOLES S/.				87,480.00

Fuente: Cotización de Máquinas y Tecnología SAC.

Cotización US \$ 1.00 = S/. 3.00 Nuevos Soles

6.3.7. COSTO TRITURADORA DE VIDRIOS

Para el cálculo del presupuesto requerido, se ha considerado la Cotización N° S/N, proporcionado por MAQUINAS Y TECNOLOGIA SAC, la que de acuerdo a las otras referencias obtenidas, debe servir como referente para la Licitación de la Trituradora de Vidrios y Residuos Orgánicos. Se adjunta copia de la cotización.

Valor de Venta de Trituradora de Vidrios : US \$ 17,916.67

Tabla Nº 6.14 COSTO TOTAL DE COMPONENTE en Nuevos Soles:

DESCRIPCIÓN	UNID. MEDIDA	CANT.	PRECIO UNIT. S/.	PRECIO TOTAL
Trituradora Residuos Orgánicos	Trituradora	1	53,750.00	53,750.00
COSTO DIRECTO				53,750.00
Impuesto General Ventas (IGV)	%	0.2	10,750.00	10,750.00
COSTO TOTAL EN NUEVOS SOLES S/.				64,500.00

Fuente: Cotización de Máquinas y Tecnología SAC.
Cotización US \$ 1.00 = S/. 3.00 Nuevos Soles

6.3.8. COSTO DE BALANZAS Y OTROS.

Para el cálculo del presupuesto general del proyecto, también se ha considerado la compra de balanzas de 1 y 30 toneladas, así como vestimenta de personal de segregación y operadores.

6.4. PRESUPUESTO GENERAL DEL PROYECTO:**TABLA 6.15 COSTOS DIRECTOS DE LAS ACTIVIDADES**

Nº	NOMBRE DE LAS TAREAS	UNID.	CANT.	C. UNIT. S/.	C. TOTAL S/.
1	FABRICACION EQUIPOS MECANICOS				
1.1	Const. Faja Transportadora F1	Jgo	1	25,000.00	25,000.00
1.2	Const. Faja Transportadora F2	Jgo	1	29,000.00	29,000.00
1.3	Const. Faja Transportadora F3	Jgo	1	25,000.00	25,000.00
1.4	Const. Faja Transportadora F4	Jgo	1	29,000.00	29,000.00
1.5	Const. Carros arrastre vuelco	Unid.	22	1,918.00	42,196.00
1.6	Const. Carro Plataformas de carga	Unid.	6	708.00	4,248.00
	SUB TOTAL :				154,444.00
2	COMPRAS MAQUINARIAS Y OTROS				
2.1	Retroexcavadora	Unid.	1	339,150.00	339,150.00
2.2	Camión Compactador Recolector	Unid.	1	393,000.00	393,000.00
2.3	Prensas Hidráulicas Enfardadoras	Unid.	2	40,140.00	80,280.00
2.4	Prensa Compactadora Latas	Unid.	1	62,730.00	62,730.00
2.5	Trituradora de vidrios	Unid.	1	64,500.00	64,500.00
2.6	Trituradora de Residuos Orgánicos	Unid.	1	87,480.00	87,480.00
2.7	Carro vehicular de carga con tiro	Unid.	5	23,800.00	119,000.00
2.8	Balanza hasta 1 Tn.	Unid.	1	2,750.00	2,750.00
2.9	Balanza hasta 50 Tn	Unid.	1	35,000.00	35,000.00
2.10	Vestimenta recicladores	Jgo	18	100.00	1,800.00
2.11	Vestimenta choferes	Jgo	3	100.00	300.00
2.12	Vestimenta Operadores Maquinarias	Jgo	4	100.00	400.00
2.13	Vestimenta Mecánico Mantenimiento	Jgo	1	100.00	100.00
2.14	Vestimenta Vigilantes	Jgo	2	100.00	200.00
	SUB TOTAL :				1,186,690.00

3	CONSTRUCCION DE INFRAESTRUCTURA:				
3.1	Trazo y replanteo	m2	1000	2.40	2,400.00
3.2	Movimiento de Tierras (Excavaciones)	m3	1000	30.00	30,000.00
3.3	Const. Vestuario Personal	m2	10	590.38	5,903.80
3.4	Const. Planta Segregación (*)	m2	330	555.92	183,453.60
3.5	Construc. Sala de Tratamiento (*)	m2	120	555.92	66,710.40
3.6	Construc. Muro de contención (*)	m3	8.58	275.00	2,359.50
3.5	Const. Tolva de descarga RR. SS. (*)	m2	26	555.92	14,453.92
3.6	Vivienda vigilante (*)	m2	18	590.38	10,626.84
3.7	Comedor del personal (*)	m2	20	590.38	11,807.60
3.8	Cabina de mando (*)	m2	6	555.92	3,335.52
3.9	Playa de Maniobra y descarga (*)	m2	200	152.17	30,434.00
3.10	Estacionamiento de vehiculos (*)	m2	100	152.17	15,217.00
	SUB TOTAL:				376,702.18
4	MONTAJE DE MAQUINARIAS Y EQUIPOS				
4.1	Montaje Faja Transportadora F1	Jgo	1	2,500.00	2,500.00
4.2	Montaje Faja Transportadora F2	Jgo	1	3,000.00	3,000.00
4.3	Montaje Faja Transportadora F3	Jgo	1	2,500.00	2,500.00
4.4	Montaje Faja Transportadora F4	Jgo	1	3,000.00	3,000.00
4.5	Montaje Prensa Hidráulica Enfardadora	Jgo	2	1,500.00	3,000.00
4.6	Montaje Compactador Hidráulico Latas	Jgo	1	1,500.00	1,500.00
4.7	Montaje Trituradora de vidrios	Jgo	1	1,500.00	1,500.00
4.8	Montaje Trituradora Residuos Orgánicos	Jgo	1	1,500.00	1,500.00
	SUB TOTAL:				18,500.00
5	INSTALACION ELECTRICA DE PLANTA.				
5.1	Instalación eléctrica	Instal.	1	12,500.00	12,500.00
	SUB TOTAL :				12,500.00
6	CAMPAÑA DE EDUCACION AMBIENTAL.				
6.1	Afiches	Millar	5	1,000.00	5,000.00
6.2	Campañas por radio y TV	Camp.	6	1,500.00	9,000.00
6.3	Charlas con personal capacitado	Taller	10	1,000.00	10,000.00
6.4	Diseño y armado de campañas	Glob.	1	400.00	400.00
6.5	Folletería	Millar	10	1,000.00	10,000.00
6.6	Videos	Videos	12	300.00	3,600.00
6.7	Visita guiada a plantas	Visitas	12	250.00	3,000.00
6.8	Sistemas de premios	Premios	12	500.00	6,000.00
	SUB TOTAL:				47,000.00
7	ACTIVIDADES FINALES				
7.1	Regulación y Pruebas	Glob.	1	500.00	500.00
7.2	Entrega de la Obra	Glob.	1	1,500.00	1,500.00
	SUB TOTAL ACTIVIDADES FINALES				2,000.00
RESUMEN COSTO DIRECTO DE PLANTA DE SEGREGACION MECANIZADA: SI.					1,797,836.18

Nota: (*) Ver apendice C

CAPITULO 7

EVALUACION ECONÓMICA DEL PROYECTO.

7.1. ANALISIS DE LOS COSTOS DE PLANTA.

TABLA N° 7.1 COSTOS DIRECTOS DE COMPONENTES

N°	NOMBRE DE LOS COMPONENTES	COSTO PARCIAL (S/.)	% INCIDENCIA
1	FABRICACION EQUIPOS MECANICOS	154,444.00	8.59
2	COMPRAS MAQUINARIAS Y OTROS	1,186,690.00	66.01
3	CONSTRUCCION DE INFRAESTRUCTURA:	376,702.18	20.95
4	MONTAJE DE MAQUINARIAS Y EQUIPOS	18,500.00	1.03
5	INSTALACION ELECTRICA DE PLANTA.	12,500.00	0.70
6	CAMPAÑA DE EDUCACION AMBIENTAL.	47,000.00	2.61
7	ACTIVIDADES FINALES	2,000.00	0.11
COSTO DIRECTO TOTAL DE PROYECTO: S/.		1,797,836.18	100.00

7.2. CALCULO DE INGRESOS POR VENTAS.

La recuperación de las inversiones de la ejecución e implementación del proyecto, se dará a través del servicio de triturado de los residuos orgánicos para la producción de abono orgánico (compost) y la venta de los materiales inorgánicos recuperados como reciclables tratados y procesados para su fácil traslado y venta en los mercados de Huancayo y Lima.

Según el trabajo de Caracterización de residuos sólidos, realizado en la ciudad de Huancavelica, los resultados arrojaron la siguiente información:

TABLA N° 7.2

COMPOSICION DE RESIDUOS SOLIDOS POR TIPOS				
N°	DESCRIPCION	PROD. PARCIAL %	PROD. TOTAL TM/DIA	PROD. PARCIAL TM/DIA
1	Orgánico: Compostable	53	40	21.20
2	Inorgánico: Reciclable	21	40	8.40
3	Rechazo o de descarte	26	40	10.40

TABLA N° 7.3

COMPOSICION DE RESIDUOS SOLIDOS RECICLABLES				
N°	DESCRIPCION	PROD. PARCIAL %	PROD. TOTAL TM/DIA	PROD. PARCIAL TM/DIA
1	Plásticos	31	8.4	2.60
2	Papel y cartón	40	8.4	3.36
3	Metales	17	8.4	1.43
4	Vidrios	12	8.4	1.01

La planta de segregación de residuos sólidos, material del presente proyecto, tiene una capacidad de tratamiento de 5.00 TM/Hra, entonces la cantidad de residuos orgánicos e inorgánicos recuperados por hora (Kg/Hra.) se muestra en el siguiente cuadro:

TABLA N° 7.4

MATERIAL RECUPERADO	CANTIDAD PROMEDIO POR HORA (Kg/Hra.)
Orgánico	2,650.00
Inorgánico	
Plásticos	325.00
Papel y Cartón	420.00
Metales de envase y otros	178.75
Vidrios blancos y de colores	126.25
CANTIDAD TOTAL RECUPERADO	3,700.00

Considerando el costo de trituración como servicio para la producción de abono orgánico (compost y humus), y los precios frecuentes que hay en el mercado para los residuos recuperados y reciclables, tenemos el ingreso por el servicio de triturado y la venta de residuos inorgánicos el siguiente cuadro:

TABLA N° 7.5

MATERIAL RECUPERADO	CANT. PROMEDIO POR HORA (Kg/Hr)	PRECIO PROMEDIO (NS./Kg)	INGRESO TOTAL (NS/Hra)
Orgánico	2,650.00	0.075	132.50
Inorgánico			
Plásticos	325.00	0.65	211.25
Papel y Cartón	420.00	0.95	399.00
Metales de envase y otros	178.75	1.10	196.63
Vidrios blancos y colores	126.25	0.25	31.56
INGRESO TOTAL (Nuevos Soles/Hora)			970.94

7.3. CALCULO DE COSTOS DE OPERACIÓN.

7.3.1 FABRICACION DE MAQUINARIAS Y EQUIPOS:

Costo directo (CD)	154,444.00	Ver Tabla N° 6.15	
Costos Indirectos (CI)			
Tomando los factores:			
(Mano de Obra directa) x 0.5			
(Mano de obra Indirecta) x 0.3			
De acuerdo a recomendaciones se considera:			
2% del total de M.O.:			
98% es costo de materiales, entonces:			
Por mano de obra directa	0.02	0.5	1,544.44
Por Costo de material	0.98	0.3	45,406.54
TOTAL COSTO INDIRECTO (CI)			46,950.98

7.3.3.1 COSTOS DE FABRICACION (CF):

CF = CD + CI	
Costo Directo (CD)	154,444.00
Costo Indirecto (CI)	46,950.98
Costo de Fabricación (CF)	201,394.98

7.3.3.2 COSTOS ADMINISTRATIVOS Y FINANCIEROS: (CAF)

Son los costos que se realizarán en formular y dirigir la organización y administración de la empresa. Incluye sueldos de Empleados de oficina, gastos por asuntos legales y auditoria, depreciación de muebles y enseres. Considerando 42%, de acuerdo a recomendaciones, del costo de mano de obra directa y el costo indirecto, se tiene:

CAF = 0.42(M.O. Directa + CI)	
%	0.42
Mano de Obra Directa	3,088.88
Costo Indirecto(CI)	46,950.98
CAF	21,016.74

7.3.1.3 COSTOS DE PRODUCCIÓN (CP):

Es la sumatoria de los costos de fabricación y los costos administrativos y financieros:	
CP = CF + CAF	
Costo de Fabricación (CF)	201,394.98
Costos Adm. y Financ. (CAF)	21,016.74
Costo de Producción (CP)	222,411.72

7.3.1.4 COSTOS DE OPERACIÓN (CO)

Costos de Operación: $CO = CP + \text{Comisión}$	
considerando un 5% de Costos de Produc. para comisión, tenemos:	
$CO = CP + 0.05 (CP)$	
% Comisión	0.05
Costo de Producción (CP)	222,411.72
Costo de Operación (CO)	233,532.30

7.3.1.5 PRECIO DE VENTA (PV)

PV = CO + Utilidad.	
Considerando Utilidad = 15% del CD, entonces:	
$PV = CO + 0.15 (CD)$	
Costo de Operación (CO)	233,532.30
15% de Utilidad	0.15
Costo Directo (CD)	154,444.00
Precio de Venta (PV)	256,698.90
INCREMENTO: $IN1 = PV - CD$	
Precio de Venta (PV)	256,698.90
Costos Directos (CD)	154,444.00
IN1	102,254.90
% Incremento	66.21

7.3.2 CONSTRUCCION DE INFRAESTRUCTURA

De la tabla el Costo Directo es:	376,702.18
$PV = CD + \text{Incremento} \times CD$	
Incremento %	0.6621
Costo Directo (CD)	376,702.18
Precio de Venta (PV)	626,116.69
INCREMENTO: $IN2 = PV - CD$	
Precio de Venta (PV)	626,116.69
Costos Directos (CD)	376,702.18
IN2	249,414.51

7.3.3 MONTAJE DE MAQUINAS Y EQUIPOS

De la tabla, el costo directo es:		18,500.00
PV = CD + 0.6621 CD		
Incremento %	0.6621	
Costos Directos (CD)	18,500.00	
Precio de Venta (PV)	30,748.85	
INCREMENTO: IN3 = PV – CD		
Precio de Venta (PV)	30,748.85	
Costos Directos (CD)	18,500.00	
IN3	12,248.85	

7.3.4 INSTALACIONES ELECTRICAS Y OTROS

De la tabla, el costo directo es:		12,500.00
PV = CD + 0.6621CD		
Incremento %	0.6621	
Costo Directo (CD)	12,500.00	
Precio de Venta (PV)	20,776.25	
INCREMENTO: IN4 = PV – CD		
PV	20,776.25	
CD	12,500.00	
IN4	8,276.25	

7.3.5 CAMPAÑA DE EDUCACION AMBIENTAL:

De la Tabla, el Costo Directo es:		47,000.00
PV = CD + 0.6621CD		
Incremento %	0.6621	
Costo Directo (CD)	47,000.00	
Precio de Venta (PV)	78,118.70	
INCREMENTO: IN5 = PV – CD		
PV	78,118.70	
CD	47,000.00	
IN5	31,118.70	

7.3.6 ACTIVIDADES FINALES:

De la Tabla, el Costo Directo es:		2,000.00
PV = CD + 0.6621CD		
% Incremento		0.6621
Costo Directo (CD)		2000
Precio de Venta (PV)		3324.2
INCREMENTO: IN6 = PV – CD		
PV		3324.2
CD		2000
IN6		1324.2

7.3.7 COMPRAS MAQUINARIAS Y OTROS:

Considerando el 3% del CD para gastos de transporte de los equipos a obra y otros, el Costo Directo es:			1,186,690.00
PV = CD + 0.03CD			
Transporte %		0.03	
Costo Directo (CD)		1,186,690.00	
Precio de Venta (PV)		1,222,290.70	
INCREMENTO: IN7 = PV – CD			
PV		1,222,290.70	
CD		1,186,690.00	
IN7		35,600.70	

7.4 ANALISIS DE RENTABILIDAD DE PROYECTO:

En esta parte del informe, se determina si el proyecto es rentable o no, utilizando para ello el cálculo del Valor Actual Neto (VAN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR), para lo cual se toma las siguientes consideraciones:		
Vida Útil de la Planta (n):	8 años	28,800 Hrs.
Tasa de interés anual bancario por prestar (Ip): 15%		
Costo Total de la Planta (CTP) = Valor Adquisición de la Planta (Va).		
% Mantenimiento y Reparación estimada (%MR)		60%
Consumo de combustible:		
Retroexcavadora		3.00 gln/hr.
Vehículos Compactadores		3.00 gln/hr.

7.4.1 COSTO TOTAL DE LA PLANTA (CTP).

Está conștiuido por el Costo Directo Total, más la sumatoria de los incrementos, es el costo de operación de los diferentes grupos de tareas que figuran en la Tabla 7.1	
CTP = (Costo Directo de Planta de Segregación) + Σ (IN) _i	
Costo Directo Total (CDT)	1,797,836.18
Incremento : IN1	102,254.90
Incremento: IN2	249,414.51
Incremento: IN3	12,248.85
Incremento : IN4	8,276.25
Incremento: IN5	31,118.70
Incremento: IN6	1,324.20
Incremento: IN7	35,600.70
Costo Total de Planta (CTP)	2,238,074.29
Valor Adquisición Planta (Va)	2,238,074.29

7.4.2 VENTAS (VE)

Según la tabla N° 7.5, el ingreso total horario es:		
Ingreso total Horario (ITH)	970.94	NS/Hra
VE = IT - IG V = IT - 0.18 x IT		
ITH	970.94	NS/Hra
IGV	0.18	
Venta (VE)	796.17	NS/Hra

7.4.3 COSTOS DE OPERACIÓN DE LA PLANTA:

Los costos de operación de la planta, son los gastos fijos mas los gastos variables. Se tiene que calcular el Valor de Salvataje (Vr), para lo cual se considera el 25% del Costo Total de Planta (CTP = Va)		
Vr = 25% (Va)		
Porcentaje %	0.25	
Valor Adquis. planta (Va)	2,238,074.29	Nuevos Soles
Valor Salvataje Planta (Vr)	559,518.57	Nuevos Soles

7.4.3.1 COSTO DE LA PLANTA SIN OPERAR (CPSO)

A1: DEPRECIACION (D)

$D = (V_a - V_r)/V_{ehrs}$		
Vehrs = Vida económica en horas de planta		28,800
Valor Adquis. Planta (V_a)	2,238,074.29	Nuevos Soles
Valor de Rescate Planta (V_r)	559,518.57	Nuevos Soles
Vida Util en Horas: Vehrs	28800	Horas
D (N. Soles/Hr)	58.28	NS/Hra.

A2: INTERES DE CAPITAL INVERTIDO (I)

$I = ((n+1)V_a \times i_a \times n)/2n(V_{ehrs})$		
Vida útil (n)	8	Años
Valor Adquis. Planta (V_a)	2,238,074.29	N. Soles
Interés de capital (i_a)	0.15	Tasa x año
Vida Util en horas (V_{ehrs})	28,800	Horas
Interés Capital Invertido (I)	52.45	NS/Hra

A3: SEGUROS ALMACENAJE (SA)

$SA = 0.05k(V_a)$		
-------------------	--	--

donde:

Porcentaje %	0.05	
Factor de Almacenaje (K)	0.00025	factor x hora
Valor Adquis. Planta (V_a)	2,238,074.29	Nuevos S.
Seguros Almacenaje (SA)	27.98	NS/Hra.

Por lo tanto el Costo de la Planta Sin Operar (CPSO), viene a ser:

$CPSO = D + I + SA = A1 + A2 + A3$

donde:

Depreciación (D) (A1)	58.28	NS/Hra.
Int. Capital Invert. (I) (A2)	52.45	NS/Hra
Seguros Almacenaje (SA)A3	27.98	NS/Hra.
CPSO (S//Hr)	138.71	NS/Hra.

7.4.3.2 COSTO DE PLANTA EN OPERACIÓN (CPO).

B1: MANTENIMIENTO Y REPARACION (MR)

Mantenimiento y Reparación (MR) = ((60%)Va)/VeHRS		
% MR	60%	
Porcentaje %	0.6	
Va	2,238,074.29	N.S.
Vehrs	28,800	Hrs
MR	46.63	N.S./Hr

B2: COMBUSTIBLE (COM)

Consumo Total = 3.00 + 3.00 = 6.00 Gln/Hr		
COM = Consumo total x Precio por galón		
Consumo	6	Gln/Hr
Precio	11.5	N.S./Gln
COM	69.00	N.S./Hr

B3: LUBRICANTES (LU):

LU = Consumo Aceite + Consumo Grasa		
Consumo Aceite (CA):		
Retroexcavadora	0.12	Gln/hr
Camión Compactador	0.11	Gln/hr
Moto reductores de faja	0.06	Gln/hr
TOTAL DE ACEITE	0.29	Gln/hr
Costo del Aceite	31.5	N.S./Gln
Costo Consumo de Aceite	9.14	N.S./Hr.
Consumo Grasa (CG):		
Rodillos Avance y retorno	0.15	Lbs/hr.
costo de Grasa	17.5	N.S./Lb
Costo Consumo de Grasa	2.625	N.S./Hr.
LU = CA + CG		
Consumo de Aceite (CA)	9.14	N.S./Hr.
Consumo de Grasa (CG)	2.625	N.S./Hr.
Lubricantes : LU	11.76	N.S./Hr.

B4: FILTROS (F)

Se asume el 20% del costo de lubricantes			
F = 0.20 (LU)			
Porcentaje %	0.2		
Lubricantes: LU	11.76	N.S./Hr.	N.S./Hr.
Filtros (F):	2.35	N.S./Hr.	N.S./Hr.

B5: NEUMATICOS (Neu).

Se asume con bastante aproximación que:		
Vida útil de neumáticos	2,000.00	Hrs.
Costo de cada neumático	12,900.00	N.S.
Neu = (Costo Neumático)/Vida Util		
Costo Neumatico	12,900	N. S.
Vida Útil	2,000	Hrs
Neumático: Neu	6.45	N.S./Hr.

B6: JORNALES (J).

Jornales promedio en la planta de segregación:			
Supervisor	1	14.00	14.00
Operador Retroexcavadora.	1	10.50	10.50
Choferes Camión Compact.	2	8.75	17.50
Operador Camión Compac.	3	10.50	31.50
Operador Cabina	1	10.50	10.50
Recicladores	18	7.00	126.00
TOTAL DE JORNALES			210.00
Entonces:	CPO = B1 + B2 + B3 + B4 + B5 + B6		
Mant. Y Reparac.	46.63	N.S./Hr.	
Combustible	69.00	N.S./Hr.	
Lubricantes	11.76	N.S./Hr.	
Filtros	2.35	N.S./Hr.	
Neumáticos	6.45	N.S./Hr.	
Jornales	210.00	N.S./Hr.	
Costo Planta en Op. (CPO)	346.19	N.S./Hr.	

7.4.3.3 COSTO HORARIO DE LA PLANTA (CHP)

Costo Horario de la Planta: CHP = CPSO + CPO		
Costo Planta sin Op. CPSO	138.71	N.S./HR
Costo Planta en Op. CPO	346.19	N.S./HR
Costo Horario Planta: CHP	484.90	N.S./HR

7.4.3.4 COSTOS ADMINISTRATIVOS (CA)

Se considera con bastante aproximación un 7 % del costo horario de la planta		
Costos Administrativos: $CA = 0.07 \times CHP$		
% Costo Horario de Planta	0.07	N.S./HR
Costo Horario Planta: CHP	484.90	N.S./HR
Costos Administ.: CA	33.94	N.S./HR

7.4.3.5 GASTO TOTAL (GT)

Gasto total : $GT = CHP + CA$		
Costo Horario Planta: CHP	484.90	N.S./HR
Costos administrativos: CA	33.94	N.S./HR
Gasto Total: GT	518.85	N.S./HR

7.4.3.6 UTILIDAD (U)

Utilidad: $U = Ventas - Gasto Total = VE - GT$		
Ventas: VE	796.17	N.S./HR
Gasto Total: GT	518.85	N.S./HR
Utilidad: U	277.33	N.S./HR

7.4.4 ANALISIS FINANCIERO

Se tiene una inversión inicial de:		
Valor Adquis. Planta (Va)	2,238,074.29	
Pago Anual (A) = U (2000/Año)		
Utilidad: U	277.33	N.S./Hr.
Horas por Año	2,000.00	Hrs/Año
Pago Anual: A	554,650.19	N.S./Año
Al final de los 8 años de vida útil de la planta, el pago total es:		
Vida útil	8.00	Años
Pago Anual (A)	554,650.19	N.S./Año
Pago Final (F)	4,437,201.53	Nuevos S.

7.4.5 CALCULO DEL VALOR ACTUAL NETO (VAN):

Suponiendo un financiamiento bancario, a una tasa de interés anual bancaria por prestar de 15%, se tiene:

$VAN = A((1 + i)^n - 1)/i(1+i)^n$	
A	554,650.19
i	0.15
N	8
VAN	2,488,893.73
VAN = 2,488,893.73 > Va = 2,238,074.29	
Por lo tanto: ES RENTABLE EL PROYECTO.	

7.4.6 CALCULO DE LA TASA INTERNA DE RETORNO (TIR)

Se tiene:

Pago Anual: $A = P (TIR(1 + TIR)^n)/((1 + TIR)^n - 1)$	
Pago Anual: A	554,650.19
P = Va	2,238,074.29
A/P	0.247825
Vida útil de Planta: N	8
Evaluando con diferentes valores del TIR, se ha logrado obtener que:	
TIR	0.18339 18.34%
A/P	0.247825

Por lo tanto se obtiene que TIR = 18.339 % = 18.34%
Como la tasa del mercado es: i = 15%
Se observa: TIR = 18.339% > Interés de mercado = 15.00%
Por lo tanto: LA INVERSION ES BUENA.

7.5 EVALUACION ECONOMICA Y SOCIAL.

Este tipo de proyectos es considerado como Proyectos de Inversión Pública Social, en la que la evaluación normalmente se realiza utilizando la metodología de Costo/ Efectividad, es decir tomando en cuenta principalmente el servicio que presta a la sociedad en salud y educación, por lo tanto la ambición del proyecto no es económico sino principalmente social.

La participación del profesional que desarrolla el proyecto, no puede estar al margen de elaborar un proyecto que garantice una buena inversión, por lo que se ha realizado un buen análisis financiero que demuestra que se logrará una buena economía.

OBSERVACIONES, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

OBSERVACIONES.

- El presente Informe de Suficiencia Profesional, proporciona una idea rápida y completa del diseño de una planta que permite el aprovechamiento de los residuos sólidos reciclables, con el uso de maquinas y equipos, con las que se hace el tratamiento correspondiente, para luego generar ingresos propios, toda vez que se venderá a las empresas que procesan los residuos sólidos reciclables para transformarlos en otros productos.
- El presente Informe de Suficiencia Profesional, detalla el equipamiento mecánico de la planta de segregación, por lo que no se hace incidencia en los componentes de infraestructura de planta, instalación de agua potable, sistema de alcantarillado, electrificación, compostaje, disposición final y otros, salvo los costos aproximados que nos permite realizar la evaluación económica de la misma, porque cada una de ellas, son temas de informe de diversas especialidades de ingeniería.

CONCLUSIONES.

- La instalación de la planta de segregación mecanizada es necesaria para fomentar la práctica de valores relacionados a la conservación del medio ambiente por parte de los pobladores de las ciudades, por cuanto los residuos sólidos mal manejados y dispuestos, tienen efectos negativos debido a la mala disposición, originando contaminación del suelo, agua y aire, por lo que resulta imposible de entender el hecho de que no se estén desarrollando proyectos de ésta índole a nivel de todo el país.

- Los resultados obtenidos de la Evaluación Económica del presente proyecto, permite observar que para una vida útil de 08 años, y una tasa de interés anual de mercado del 15%, se obtiene un VAN de S/. 2'488,893.73 y un TIR de 18.34%, el cual es menor que la tasa de interés del mercado, haciendo ver de que la construcción de la planta de segregación mecanizada de residuos sólidos resulta viable, está justificado técnicamente y es rentable.
- Asimismo, los resultados obtenidos que da la viabilidad al proyecto, permite confirmar que la tecnología del proceso de segregación planteada, es la que se adecúa mejor a las condiciones de aprovechamiento de los residuos sólidos urbanos reciclables, la misma que generará ingresos propios para cubrir los requerimientos de presupuesto para pagar al personal y efectuar renovación de maquinarias y equipos después de cumplir su vida útil.
- Las características constructivas de la planta de segregación, tiene condiciones preparadas para aplicar el uso de nuevas tecnología de recuperación y aprovechamiento de los residuos sólidos reciclables, con lo que se logrará mejorar el rendimiento de clasificación, así como los operarios clasificadores, tendrán mejor experiencia y rendimiento para aumentar la capacidad de la planta.
- El proceso de compostaje, a partir de los residuos sólidos orgánicos, es de vital importancia en el desarrollo complementario de este proyecto, ya que mediante este proceso se obtiene un fertilizante o abono orgánico natural de grandes capacidades y es fácilmente obtenible de los procesos de descomposición de la materia orgánica, mejorando más aún con el proceso de obtención de Humus a través de la lombricultura.
- Es y debe ser compromiso y responsabilidad de todos los seres humanos el hecho de salvaguardar el ecosistema terrestre para cosechar un mejor futuro para la existencia de la raza humana.

- La educación ambiental resulta de gran importancia para lograr la concientización de la sociedad, a través de los distintos medios de la misma se contribuye a crear en el individuo los efectos positivos del cuidado hacia el medio ambiente. La concientización de la sociedad resulta de vital importancia, no solo para el funcionamiento de la planta o la limpieza de las calles de las ciudades, sino que también se crearán en los individuos los valores necesarios para convertirse en mejores ciudadanos.
- La actitud de indiferencia en cuanto a la conciencia moral, ética y cívica de la población es lo que ha llevado a la ciudad de Huancavelica, no solo a la situación actual en la que se encuentra la basura, sino que esta falta de valores afecta de manera más profunda el desarrollo de una sociedad, el crimen no puede existir sin el castigo y viceversa, son dos conceptos que se complementan entre sí.

RECOMENDACIONES.

- ❖ Para el funcionamiento eficiente y eficaz de la planta de segregación mecanizada, se requiere realizar una gran campaña permanente para la toma de conciencia del ciudadano, principalmente para la separación selectiva de los residuos desde los domicilios y los lugares de origen, caso contrario se estará originando residuos que serán dispuestos como de descarte, convirtiendo el relleno sanitario en un botadero a cielo abierto.
- ❖ La educación ambiental resulta de gran importancia para lograr la concientización de la sociedad, a través de los distintos medios de la misma se contribuye a crear en el individuo los efectos positivos del cuidado hacia el medio ambiente, no solo para el funcionamiento de la planta o la limpieza de las calles de la ciudad, sino que también se crearán en los individuos los valores necesarios para convertirse en mejores ciudadanos.
- ❖ Se recomienda considerar las propuestas planteadas en este proyecto como referencia a futuro, en proyectos de ciudades que tienen las mismas

características en cuanto a población y volumen de generación de residuos sólidos, tomando en cuenta las formas de reciclado aquí descritas para que sirvan como base para los ingenieros encargados de la construcción de plantas de segregación, de tal manera que favorezca aprovechar lo reciclable y ampliar la vida útil de los rellenos sanitarios.

- ❖ Se les recomienda a los ingenieros que deseen tomar este proyecto como ayuda en el diseño de la planta, que consideren las referencias aquí colocadas para que se puedan guiar con las nociones básicas acerca de la disposición de la planta, los análisis necesarios del terreno, las máquinas y la forma de operación sugeridas en este proyecto.
- ❖ Se recomienda que el apoyo de los organismos gubernamentales y de las ONG sea de forma efectiva, no solo a nivel económico sino también en participación en las actividades programadas.
- ❖ Se recomienda a los lectores de este proyecto a tomar consciencia con lo que está sucediendo con los valores éticos, morales y cívicos de la población, es de extrema importancia que no se pierdan nunca estos valores para así lograr conseguir un mejor futuro para todos.

BIBLIOGRAFIA

1. Proyecto: Aprovechamiento y valoración de los residuos sólidos reciclables en el municipio de Medellín. 2004
2. Proyecto: Manejo Integral de los Residuos Sólidos en la Cruz, Tumbes elaborado por: ciudad saludable. 2008
3. PROGRAMA DE EDUCACIÓN AMBIENTAL PARA ESCUELAS PRIMARIAS RESERVA NACIONAL SALINAS AGUADA BLANCA, MANUAL PARA EL PROFESOR, MANUAL DE ACTIVIDADES CONSTRUCTIVAS DEL CONOCIMIENTO. INSTITUTO PARA LA INVESTIGACIÓN PEDAGÓGICA YACHAY WASI AREQUIPA. 2007
4. Bandas Transportadoras – KAUMAN S.A. 2001.
5. BELT CONVEYOR FOR BULK MATERIALS, Five Edition, Published by CEMA 2000, Prepared by the Engineering Conference of the Conveyor Equipment Manufacturers Association CEMA.
6. PLANTAS DE RECUPERACION / TRATAMIENTO DE RESIDUOS SOLIDOS URBANOS: Scudelati y Asociados 2006
7. Banco Interamericano de Desarrollo (1989). Segunda Consulta sobre el Medio Ambiente. Washington: Comité del Medio Ambiente
8. Consultor Temático Práctico (2002). Tomo 7. Bogotá: Ediciones Nauta C.
9. Instituto Internacional para el Medio Ambiente y el Desarrollo (1986). Recursos Mundiales 1987. México: Instituto Panamericano de Geografía e Historia.
10. Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables (1994-1995). Balance Ambiental de Venezuela. Centro de Información y Estadísticas Ambientales. Caracas.
11. Molina, I. (1993). Castellano y Literatura. Caracas: Editorial Monfort.
12. Universidad Pedagógica Experimental Libertador (2003). Manual de Trabajos de Grado de Especialización y Maestría y Tesis Doctorales. Caracas.

FUENTES ELECTRÓNICAS:

1. Allsopp, M., Costern, P., y Johnston, P. (2007). Estado del Conocimiento de los Impactos de los Incineradores de Residuos en la Salud Humana. Reino Unido [http:// www.ambiente-ecologico.com/ediciones /informesEspeciales/Informe Sobre Incineracion y SaludHumana.pdf](http://www.ambiente-ecologico.com/ediciones/informesEspeciales/Informe Sobre Incineracion y SaludHumana.pdf)

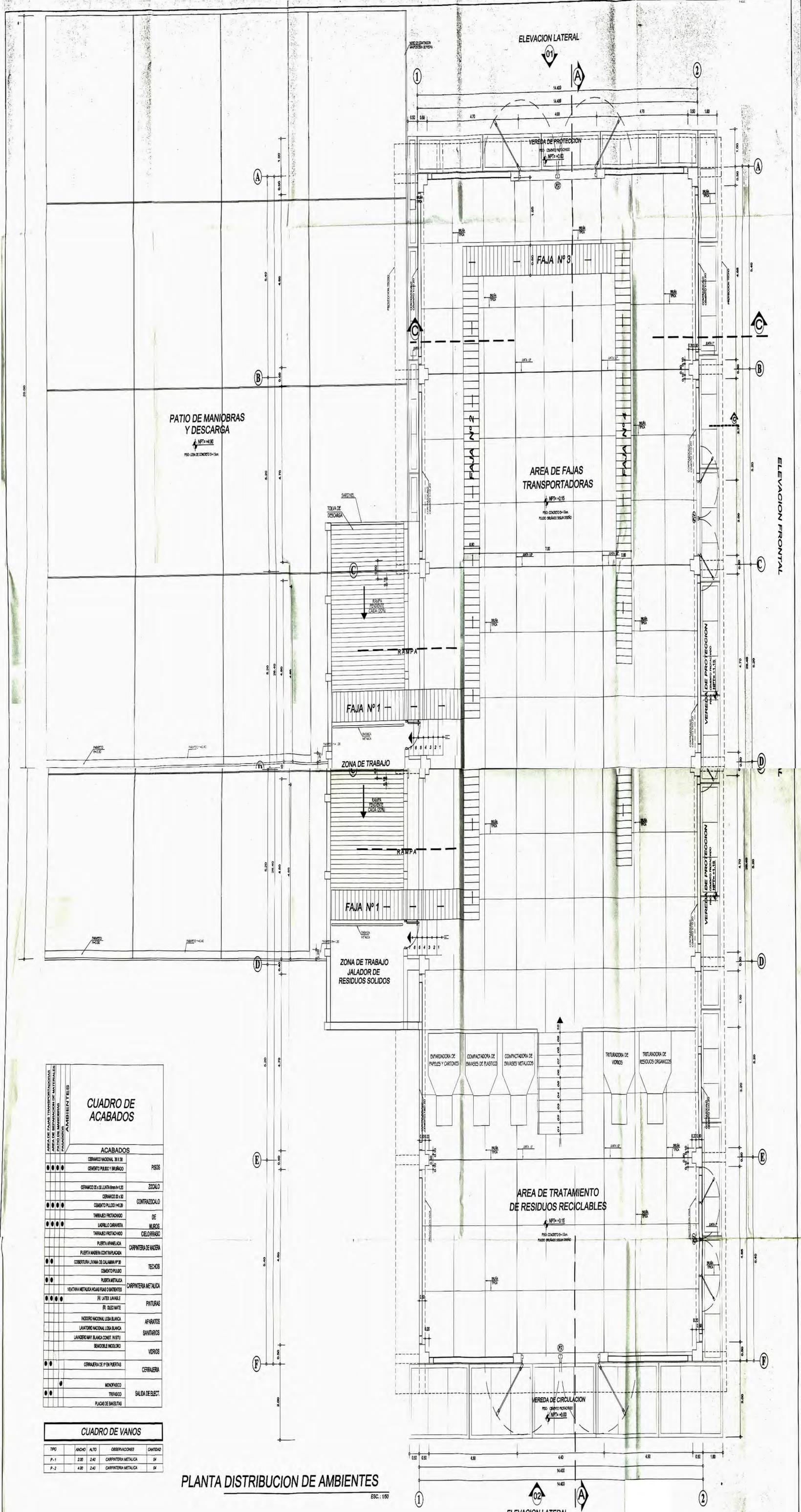
2. Cortina, C. (2007). Basura. <http://www.pvem.org.mx/basura.htm>
3. Ecologistas de Cádiz (2003). La mayor planta de reciclaje de España. http://www.nodo50.org/ecologistas.cadiz/spip/article.php3?id_article=26
4. Foro Ciudadano contra la Incineración de Residuos de Tenerife (2005). Movimiento Mundial dice no a los tóxicos y la basura. <http://www.noincineraciontenerife.com/noticias/824.htm>
5. Frers, C. (2007). Residuos sólidos urbanos. <http://waste.ideal.es/vertedero.htm>
6. Greenpeace (2007) El agua, el aire y la tierra se vuelven basureros. <http://www.enbuenasmanos.com/articulos/muestra.asp?art=232>
7. Instituto Tecnológico de Monterrey (2007). La historia de la basura. http://www.geocities.com/camp_pro_amb/historia.htm
8. Lezcano, L. (2007). Reciclado. <http://www.monografias.com/trabajos10/recic/recic.Shtml>
9. Microsoft Corporation, 2006. Microsoft® Encarta® 2007 [DVD]. "Acondicionamiento del suelo." [Consulta: 2007, Enero 24]
10. Microsoft Corporation, 2006. Microsoft® Encarta® 2007 [DVD]. "Contaminación." [Consulta: 2007, Febrero 5]
11. Microsoft Corporation, 2006. Microsoft® Encarta® 2007 [DVD]. "Conservación." [Consulta: 2007, Febrero 19]
12. Microsoft Corporation, 2006. Microsoft® Encarta® 2007 [DVD]. "Ecología." [Consulta: 2007, Marzo 16]
13. Microsoft Corporation, 2006. Microsoft® Encarta® 2007 [DVD]. "Educación ambiental." [Consulta: 2007, Marzo 27]
14. Microsoft Corporation, 2006. Microsoft® Encarta® 2007 [DVD]. "Reciclado." [Consulta: 2006, Diciembre 12]
15. Revista Consumer (1999). Gestión de los Residuos. <http://revista.consumer.es/web/es/19991101/entrevista/>
16. Sistema Nacional e-México (2007) Cultura Ecológica: reducir, reciclar y reutilizar. http://www.e-mexico.gob.mx/wb2/eMex/eMex_Cultura_ecologica_Reducir_reutilizar_y_recicl?page=3
17. Tanaka, M. (1999). "El mayor problema medio ambiental del próximo siglo será la gestión de los residuos". Revista Consumer. es Eroski Nº 27. <http://revista.consumer.es/web/es/19991101/entrevista/>

PLANOS

A: INFRAESTRUCTURA DE PLANTA DE SEGREGACION.

B: DISEÑO DE FAJAS TRANSPORTADORAS: F1 . F2 . F3 Y F4.

C: DISEÑO DE CARRETAS DE CARGA CON VUELCO

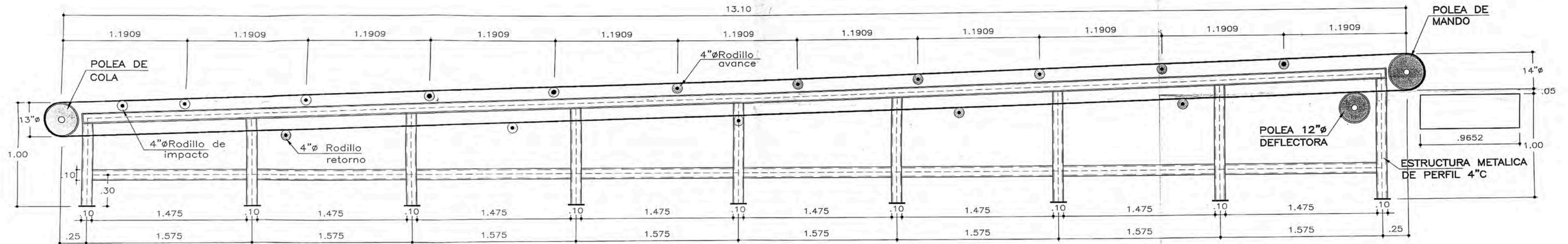


PLANTA DISTRIBUCION DE AMBIENTES
ESC. 1:100

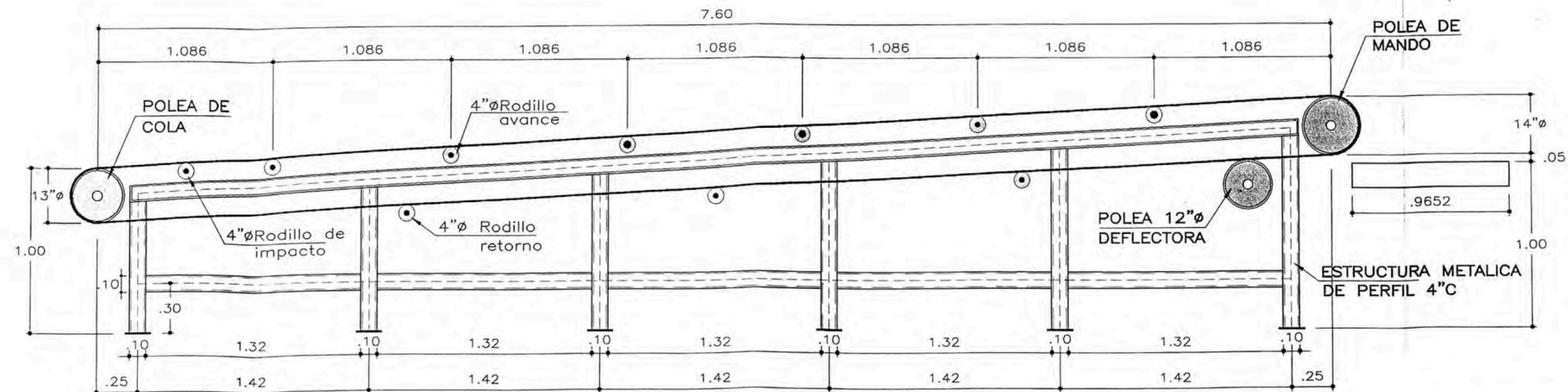
CUADRO DE ACABADOS			
●●●●	CERAMICO NACIONAL 30x30	PISOS	
●●●●	CEMENTO PULIDO Y BRUNADO	PISOS	
●●●●	CERAMICO DE 1/2 LANTA 80x80x12	ZOCALOS	
●●●●	CERAMICO 20x10	CONTRAZOCAL	
●●●●	CERAMICO PULIDO 40x80	CONTRAZOCAL	
●●●●	TARAJES PROTEGIDOS	DE MUROS	
●●●●	LAPILLO CARAVENA	DE MUROS	
●●●●	TARAJES PROTEGIDOS	DE MUROS	
●●●●	PUERTA APANELADA	CARPINTERIA DE MADERA	
●●●●	PUERTA MADERA CONTRAPLACADA	CARPINTERIA DE MADERA	
●●●●	COBERTURA LINDA DE COLUMBA Nº 30	TECHOS	
●●●●	CERAMICO PULIDO	TECHOS	
●●●●	PUERTA METALICA	CARPINTERIA METALICA	
●●●●	VENTANA METALICA MÓVIL PARA 3 BARRIENTES	CARPINTERIA METALICA	
●●●●	P/ LATEX LAVABLE	PINTURAS	
●●●●	PI OLEO MATE	PINTURAS	
●●●●	INODORO NACIONAL LOSA BLANCA	APARATOS	
●●●●	LAVADERO NACIONAL LOSA BLANCA	SANITARIOS	
●●●●	LAVADERO Nº 1 BLANCO CONST. IN SITU	SANITARIOS	
●●●●	SEMOBLE INODORO	VOROS	
●●●●	CERAMICA DE 8 EN PUERTAS	CERAMICA	
●●●●	MONOFASICO	SALIDA DE ELECT.	
●●●●	TRENADO	SALIDA DE ELECT.	
●●●●	PLACAS DE BARRILLAS	SALIDA DE ELECT.	

CUADRO DE VANOS			
TIPO	ANCHO	ALTO	OBSERVACIONES
P-1	2.00	2.40	CARPINTERIA METALICA
P-2	4.00	2.40	CARPINTERIA METALICA

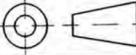
DESIGNO:	RAUL M. CHUQUILLANQUI H.	PLANO Nº 01
DIBUJO:	RAUL M. CHUQUILLANQUI H.	
APROB.:	Ing. E. GUTIERREZ JAYE	DISTRIBUCION DE PLANTA DE SEGREGACION
NORMA:	CEMA	
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA	ESCALA:	1:50
	FECHA:	MAR 2010

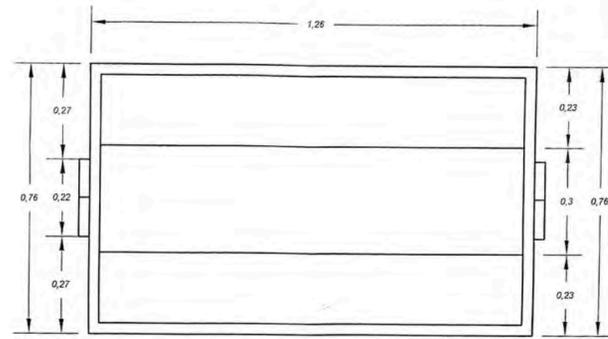


**VISTA LATERAL DE FAJAS
TRANSPORTADORAS F2 y F4
Esc. 1/25**

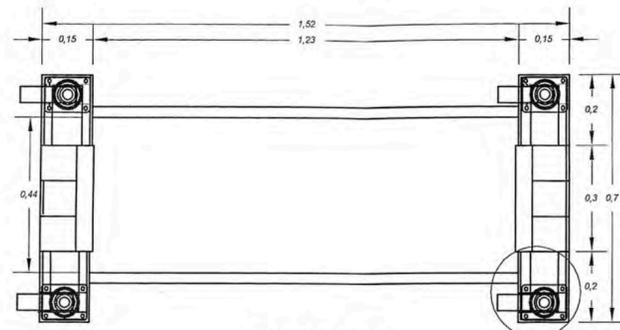


**VISTA LATERAL DE FAJAS
TRANSPORTADORAS F1 y F3
Esc. 1/25**

DISEÑO : RAUL M. CHUQUILLANQUI H.		PLANO Nº 02	
DIBUJO : RAUL M. CHUQUILLANQUI H.		DISEÑO ESQUEMATICO DE LAS FAJAS TRANSPORTADORAS F1, F3 y F2,F4	
APROB. : Ing. E. GUTIERREZ JAVE		ESCALA 1/25 SISTEMA	
NORMA : CEMA		FECHA FEB. 2010	
 UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA			

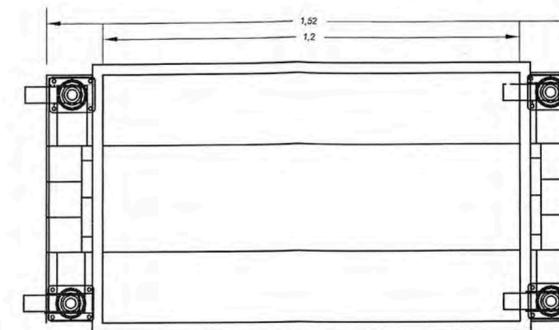


TOLVA PLANTA
ESC: 1/10

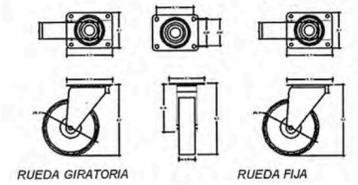


CHASIS EN PLANTA
ESC: 1/10

VER DETALLE (B)

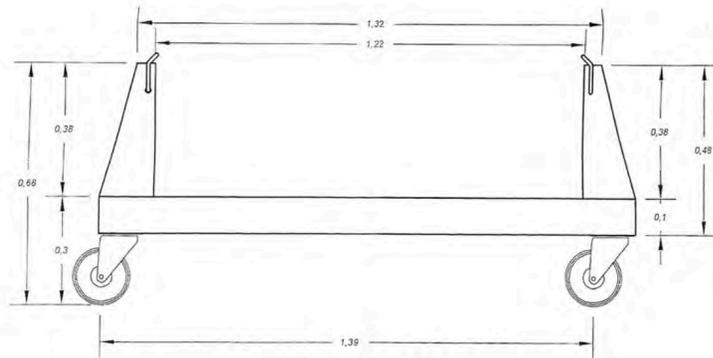


CARRO EN PLANTA
ESC: 1/10

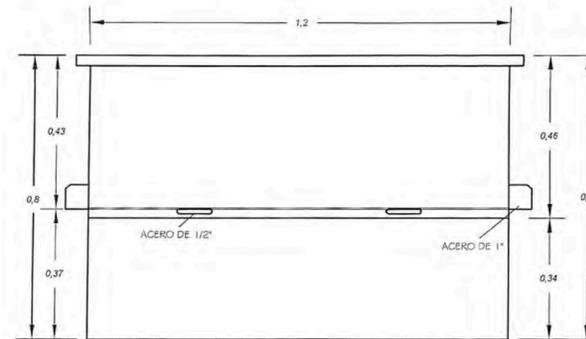


ACERO DE SECCION (U) PARA LA COSTRUCCION DEL CHASIS DEL CARRO DE CARGA

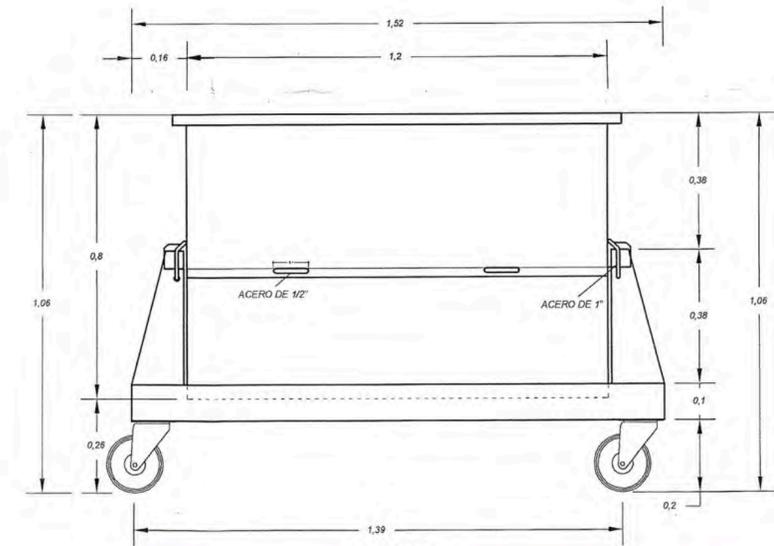
PROPIEDADES MECANICAS
 LIMITE DE FLUENCIA, MINIMO = 25430 KG/CM2
 RESISTENCIA A LA TRACCION = 40800 KG/CM2
 ALARGAMIENTO EN 200MM, MINIMO = 20 %
 SOLDABILIDAD = BUENA



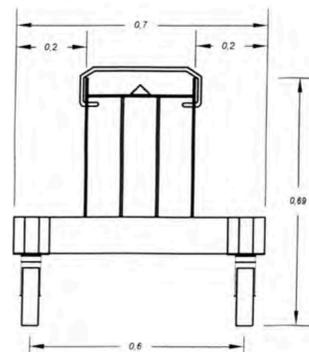
ELEV. CHASIS
ESC: 1/10



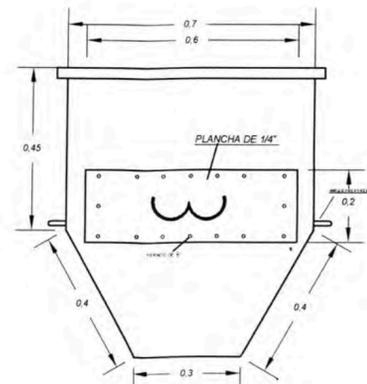
ELEV. TOLVA
ESC: 1/10



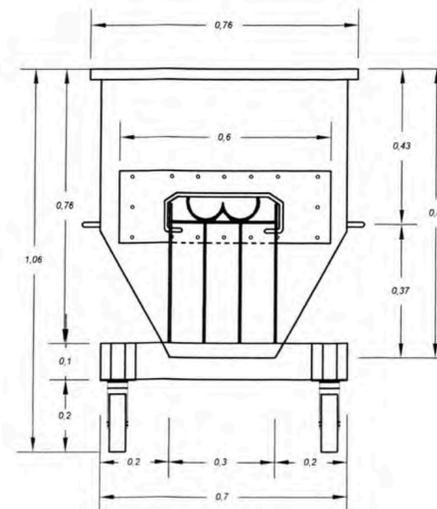
ELV. LATERAL
ESC: 1/10



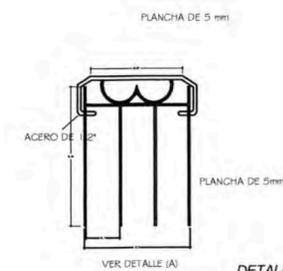
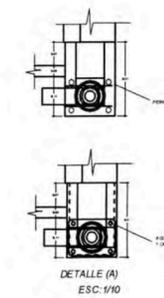
ELE. CHASIS
ESC: 1/10



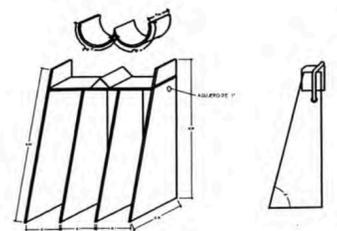
ELEV. TOLVA
ESC: 1/10



ELEV. FRONTAL
ESC: 1/10



DETALLE B
ESC: 1/10



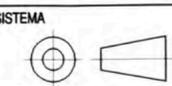
DISEÑO : RAUL M. CHUQUILLANQUI H.
 DIBUJO : RAUL M. CHUQUILLANQUI H.
 APROB. : Ing. E. GUTIERREZ JAVE
 NORMA : CEMA

PLANO Nº 03

CARRETA DE CARGA
 CON VUELCO

UNIVERSIDAD NACIONAL
 DE INGENIERIA
 FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA

ESCALA 1/25
 FECHA FEB. 2010



APENDICES

A: CALCULOS DE FAJAS F1 Y F2.

B: PLANILLA DE METRADOS

C: INFORMES TECNICOS VARIOS.

D: TABLAS UTILIZADAS EN CALCULOS.

CÁLCULO DE FAJAS TRANSPORTADORAS F1 Y F3

DISEÑO, SELECCIÓN E INSTALACION DE MAQUINARIAS Y EQUIPOS.

CÁLCULO Y DISEÑO DE FAJAS TRANSPORTADORAS:

Disposición de Fajas Transportadoras

ITEM	DENOMINACION	LONGITUD (Pies) (mts)	ANGULO INCLINACION
F1	Faja de Alimentación	25 (7.62)	Horizontal
F2	Faja de Clasificación 1	43 (13.10)	Elevación = 1.77°
F3	Faja de Clasificación 2	25 (7.62)	Elevación = 2.72°
F4	Faja de Clasificación 3	43 (13.10)	Elevación = 1.77°

FUENTE: Dimensionamiento de Planta de Segregación por el autor.

Condiciones de Trabajo de las Fajas Transportadoras.

DESCRIPCION	CARACTERISTICAS	OBSERVACIONES
Material a trasladar	Residuos Sólidos Urbanos	Aprovechables y Descarte
Jornada de trabajo	8 Horas/día	
Peso Especifico de Material	Calculado = 288.72 Kg/m ³ = 18.00 Lb/pie ³	Calculo en caracterización
Angulo de reposo del material	Angulo de talud = 30° a 45°	Tabla 1, Apéndice C
Angulo máximo de inclinación	δ = 0° a 3°	Tabla 1, Apéndice C
Angulos inclinación de Fajas	δ ₁ = 0°, δ ₂ = 1.77°, δ ₃ = 2.72°, δ ₄ = 1.77°	De dimensionamiento Planta

FUENTE: Cálculos realizados por el autor.

Cálculo de Toneladas Equivalentes:

$$\text{Ton. Equiv.} = \text{TCPH} \times A \times B \quad \dots\dots\dots (1)$$

Haciendo un recálculo de velocidad, tenemos:

$$V = 56.90 \text{ pies/min.}$$

Esta velocidad se encuentra dentro del rango recomendado.

Calculo del Factor de Frecuencia (Ff).

Tenemos:
$$Ff = \frac{2 \times L}{V} \text{ (min).}$$
 
$$Ef = 0.88 \text{ min}$$

Calculo de Espesor de Cubierta Superior de la Faja.

TABLA	CARACTERISTICAS	FAJA
Nº 3	Para material abrasivo corresponde	RMA, Grado I
Nº 4	Para material Clase 8, RMA Grado I, Ff = 1.51 y tamaño de material mayores a 5", el espesor de cubierta superior varía de 1/4" a 1/2"	Se considera un espesor de cubierta superior de 3/8"

FUENTE: Belt Conveyor For Bulk Materials, Conveyor Equipment Manufacturers Association - CEMA

Calculo de Espesor de Cubierta Inferior de la Faja.

TABLA	CARACTERISTICAS	FAJA
Nº 3	Para material muy abrasivo, muy cortante corresponde:	Clase 8
Nº 5	Para material Clase 8, Grado Cubierta I, condición de operación BUENA.	Se considera un espesor de cubierta inferior de 1/16"

FUENTE: Belt Conveyor For Bulk Materials, Conveyor Equipment Manufacturers Association - CEMA

Calculo de Número de Pliegues de la Faja.

A. Mínimo Número de pliegues

$$T_{n_{\min}} = T_{n_{faja}} \times b \times N^{\circ} \text{ Pliegues} \Rightarrow T_{n_{\min}} = 3,780 \text{ Lbs.}$$

B. Máximo Número de Pliegues

$$T_{n_{\min}} = T_{n_{faja}} \times b \times N^{\circ} \text{ Pliegues} \Rightarrow T_{n_{\min}} = 6,300 \text{ Lbs}$$

Calculo de los Rodillos de la Faja.

A. Rodillos de Avance.

$$\text{Factor Aplicación} = \text{Factor A} \times \text{Factor B} = 9 \times 32 = 288$$

Descripción : Servicio Liviano

Clasificación : B4

Rodillo tipo : CEMA 4

Diámetro de Rodillos : $\varnothing_{RA} = 4''$

Diámetro del Eje : $\varnothing_{ERA} = 3/4''$

Número total de Rodillos de Avance ($\#_{RA}$)

$$\#_{RA} = \frac{L}{Si} \Rightarrow \#_{RA} = 5 \text{ rodillos}$$

A lo anterior se tiene que sumar un rodillo adicional denominado rodillo de impacto, la que se coloca en el lado de recepción de carga, por lo tanto:

$$\#_{RA} = 5 + 1 = 6 \text{ rodillos}$$

B. Rodillos de Retorno.

$$\text{Factor de Aplicación} = 9 \times 9.2 = 82.80 \text{ Lbs/Pie}$$

De la Tabla N° 10 (Apéndice D), tenemos:

Servicio Liviano : Liviano

Rodillo Tipo : II

Diámetro de Rodillo : 4"

Diámetro del Eje : 3/4"

Número total de Rodillos de Retorno (#_{RR})

$$\#_{RR} = \frac{L}{Si} \Rightarrow \#_{RR} = 3 \text{ rodillos}$$

Calculo de las Tensiones de la Faja.

A. Tensión Efectiva o Tensión Equivalente (T_e)

$$T_e = T_x + T_{yc} + T_{yr} + T_{ym} + T_m + T_p + T_{am} + T_{ac} \quad (\text{Lbs}) \dots\dots\dots (6)$$

A.1. Cálculo de T_x:

$$T_x = L \cdot K_t \cdot K_x \dots\dots\dots (7).$$

$$K_x = 0.00068 (W_b + W_m) + \frac{A_i}{Si} \dots\dots\dots (8)$$

Cálculo de W_m:

$$W_m = \frac{\text{Capacidad de Diseño (Qd)}}{\text{Velocidad de Faja (V)}} \Rightarrow W_m = 3.22 \text{ Lbs/pie}$$

$$Kx = 0.00068 (9.20 + 3.22) + \frac{2.3}{5.00} \Rightarrow Kx = 0.4685 \text{ lbs/pie}$$

$$T_x = 25 \times 1.00 \times 0.4685 = 11.71 \text{ Lbs} \Rightarrow T_x = 11.71 \text{ Lbs}$$

A.2 Cálculo de T_{yc} :

$$T_{yc} = L \cdot Ky \cdot Wb \cdot Kt \text{ (Lbs)} \Rightarrow T_{yc} = 8.05 \text{ Lbs}$$

A.3 Cálculo de T_{yr} :

$$T_{yr} = L \times 0.015 \times Wb \times Kt \text{ (Lbs)} \Rightarrow T_{yr} = 3.45 \text{ Lbs}$$

A.4 Cálculo de T_{ym} :

$$T_{ym} = L \cdot Ky \cdot Wm \text{ (Lbs)} \Rightarrow T_{ym} = 2.82 \text{ Lbs}$$

A.5 Cálculo de T_m :

$$T_m = H \cdot Wm \text{ (Lbs)} \Rightarrow T_m = 4.28 \text{ Lbs}$$

A.6 Cálculo de T_p :

$$T_p = N_1 (200) + N_2 (150) + N_3 (100) \text{ (Lbs)} \Rightarrow T_p = 450.00 \text{ Lbs}$$

A.7 Cálculo de T_{am} :

$$T_{am} = 2.875 \times Qd \times (V - V_o) \times 10^{-4} \text{ Lbs} \Rightarrow T_{am} = 0.090 \text{ Lbs}$$

A.8 Cálculo de T_{ac} :

$$T_{ac} = T_{sb} + T_{pl} + T_{tr} + T_{bc} \text{ (Lbs)} \dots\dots\dots(16)$$

$$T_{sb} = Lf \times (Cs \times hs^2 + 6) \text{ Lbs} \Rightarrow T_{sb} = 0.00 \text{ Lbs}$$

$T_{pi} = 0.00$ Lbs. porque no existe desviador en nuestro caso

$T_{tr} = 0.00$ Lbs. porque no existe ningún tripper

$T_{bc} = (N^{\circ} \text{limpiadores}) \times 1.2 \times b$ Lbs. \Rightarrow $T_{bc} = 86.40$ Lbs.

$T_{ac} = 0.00 + 0.00 + 0.00 + 86.4$ Lbs \Rightarrow $T_{ac} = 86.4$ (Lbs)

FINALMENTE, REEMPLAZANDO TODOS LOS VALORES CALCULADOS EN LA EXPRESION (6), TENEMOS

$T_e = 11.71 + 8.05 + 3.45 + 2.82 + 4.28 + 450.0 + 0.09 + 86.4$ (Lbs)

$T_e = 566.80$ Lbs.

B. Cálculo de la Tensión de Catenaria (T_o)

$T_o = 4.20 (W_b + W_m) S_i$ Lbs. \Rightarrow $T_o = 260.82$ Lbs

C. Cálculo de las Tensiones en la Faja: T_1 , T_2 y T_3

CALCULO DE LA T_1

$T_1 = T_e + T_2$ (Lbs)(20)

$T_2 = T_e \times C_w$ (Lbs) \Rightarrow $T_2 = 396.76$ Lbs

$T_2 = T_o + T_b - T_{yr}$ (Lbs)(22)

$T_2 = 260.82 + 12.23 - 3.45 = 267.12$ Lbs \Rightarrow $T_2 = 26960$ Lbs

Tomamos el mayor valor de T_2 que es: \Rightarrow $T_2 = 396.76$ Lbs

$T_1 = 963.56$ Lbs.

CALCULO DE LA T₃

$$T_3 = T_2 - T_b + T_{yr} \quad (\text{Lbs.}) \quad \Rightarrow \quad T_3 = 387.98 \text{ Lbs.}$$

EN RESUMEN SE TIENE:

$T_1 = 963.56 \text{ Lbs.}$	$T_2 = 396.76 \text{ Lbs}$	$T_3 = 387.98 \text{ Lbs.}$
-----------------------------	----------------------------	-----------------------------

VERIFICACION DE LA RELACION DE TENSIONES EN FUNCION DEL PATINAJE.

ARRASTRE EN EL TAMBOR:

$$\frac{T_1}{T_2} \leq e^{\mu\theta} \leq e^{(0.40)(3.3161)} = 3.768$$

Por lo tanto se observa que $2.43 \leq 3.768$

Por tanto el tambor arrastra la faja, transmitiendo movimiento y no patina.

VERIFICACION TENSION NOMINAL MINIMO DE LA FAJA (T_{nminf}).

$$T_{NMINFAJA} = T_{nfaja} \times b \times N^{\circ} \text{ Pliegues} \quad (\text{Lbs}) \quad \dots\dots\dots (25)$$

$T_{nminf} = 35 \times 36 \times 5 = 6300 \text{ (Lbs)}$, comparando con T_1 , tenemos que:

$6300.00 > 963.56$, por lo tanto significa que cálculos son correctos.

CALCULO Y SELECCIÓN DEL MOTOR Y REDUCTOR.

A. Potencia requerida en el eje de la polea motriz (HP_{EJE MOTRIZ})

$$HP_{EJE MOTRIZ} = HP_{FAJA} + HP_{FRICCION} + HP_{PV} \quad \dots\dots\dots (26)$$

A.1. Potencia requerida por la faja (HP_{FAJA})

$$HP_{FAJA} = \frac{T_e \times V}{33000} \quad \Rightarrow \quad HP_{FAJA} = 0.98 \text{ hp}$$

A.2. Potencia para vencer la fricción en polea motriz (HP_{FRICCIÓN})

$$HP_{FRICCIÓN} = \frac{W_{POLEA} \times V}{33000} \text{ (hp)} \Rightarrow HP_{FRICCIÓN} = 0.35 \text{ hp}$$

A.3. Potencia por pérdida de velocidad (HP_{PV})

$$HP_{PV} = 5\% (HP_{FAJA} + HP_{FRICCIÓN}) \Rightarrow HP_{PV} = 0.07 \text{ hp}$$

$$HP_{EJE \text{ MOTRIZ}} = 1.40 \text{ hp}$$

B. POTENCIA NOMINAL DEL MOTOR (HP_{MOTOR}).

$$HP_{MOTOR} = \frac{HP_{EJE \text{ MOTRIZ}} \times FS}{\eta_m \times \eta_r} \Rightarrow HP_{MOTOR} = 1.89 \text{ hp}$$

C. CALCULO Y SELECCIÓN DEL MOTOR Y REDUCTOR.

DENOMINACION	SIMBOLO	CARACTERISTICA
Potencia del Motor	HP _{MOTOR}	2.4
Frecuencia	f	60 Hz.
Velocidad de salida	RPM _{salida}	54
Velocidad de Entrada	RPM _{entrada}	1710
Tipo de Reductor		U25v
Tipo de Motor		90L4
Reducción Velocidad		31.653
Combinación		753/751
Peso Total Juego	Kilogramos	52

D. CALCULO DEL RPM DE LA POLEA MOTRIZ.

$$RPM_{PM} = \frac{V \times 12}{\pi \times \phi_{PM}} \Rightarrow RPM_{PM} = 15.52 \text{ rpm}$$

CÁLCULO Y SELECCIÓN DE DIAMETROS.

$$PIW = \frac{T}{b} \text{ (Lbs/pulg)} \dots\dots\dots(32)$$

A. Diámetro de la Polea de Mando (\varnothing_{PM})

$$PIW = \frac{963.56}{36} = 26.77 \text{ Lbs/pulg}$$

B. Diámetro de la Polea de Cola (\varnothing_{PC})

Entonces: $\varnothing_{PC} = 0.90 \times 14 = 12.6 \approx 13$ pulg.

$$PIW = \frac{387.98}{36} = 10.78 \text{ Lbs/pulg}$$

C. Diámetro de la Polea Deflectora (\varnothing_{pd})

$$PIW = \frac{396.76}{36} = 11.02 \text{ Lbs/pulg}$$

CÁLCULO Y SELECCIÓN DE DIAMETRO DE EJES DE LAS POLEAS.**A. Diámetro del Eje de la Polea Motriz**

$$Fr_{PM} = [(T_1 + T_2 \cos.\alpha)^2 + (T_2 \text{ Sen}.\alpha)^2]^{1/2} \Rightarrow Fr_{PM} = 1,354.07 \text{ Lbs}$$

Luego según la tabla N° 24 (Ap. D), con un ancho de polea de 38", una longitud L = 5", una carga radial resultante de $Fr_{PM} = 1354.07$ Lbs, interpolando corresponde a un $\varnothing_{EJE} = 2-3/16"$.

B. Diámetro del Eje de la Polea de Cola

$$Fr_{PC} = T \times Cr \text{ (Lbs)} \Rightarrow Fr_{PC} = 775.96 \text{ Lbs.}$$

Según tabla N° 24 D, ancho le corresponde un $\varnothing = 1-15/16"$

C. Diámetro del Eje de la Polea Deflectora.

$$Fr_{PD} = T_2 \times Cr \text{ (Lbs)} \Rightarrow Fr_{PD} = 69.16 \text{ Lbs.}$$

Por tabla N° 24 D, ancho polea 38", L = 5", Fr = 69.16 Lbs, corresponde $\varnothing = 1-7/16"$

CÁLCULO Y SELECCIÓN DE COJINETES DE EJES DE LAS POLEAS.

A. Cálculo de Cojinete del Eje de la Polea Motriz.

$$L_d = \frac{60 \times \text{RPM}_{PM} \times L_h}{10^6} = 27.94 \text{ millones de revoluciones}$$

$$\frac{C}{P} = L_d^{1/P} = (27.94)^{1/3} = 3.03$$

$$F_a = 15\% (F_r) = 0.15 (3.02) = 0.453$$

$$F_r + Y_1 F_a \leq P \leq F_r + Y_2 F_a$$

$$3.02 + 0.97 \times 0.453 \leq P \leq 3.02 + 3.9 \times 0.453$$



$$3.46 \leq P \leq 4.79$$

$$3.03 \times 3.46 \leq C \leq 3.03 \times 4.79$$

$$10.48 \leq C \leq 14.51$$

SKF N° 1211, Manguito H211, C = 20.40 KN, e = 0.19, d = 55 mm, D = 100 mm, B = 21 mm.

B. Cálculo de Cojinete del Eje de la Polea de Cola.

$$\text{RPM}_{POLEA COLA} = \frac{V \times 12}{\pi \times \varnothing_{polea cola}} = \frac{56.90 \times 12}{3.1416 \times 13} = 15.40 \text{ rpm}$$

$$L_d = \frac{60 \times \text{RPM}_{POLEA COLA} \times L_h}{10^6} = 27.72 \text{ millones de revoluciones.}$$

$$\frac{C}{P} = L_d^{1/P} = (27.72)^{1/3} = 3.026 \approx 3.03$$

$$F_a = 15\% (1.73) = 0.15 (1.73) = 0.26$$

Cálculo de la relación entre la carga axial y radial (F_a/F_r), tenemos:

$$\frac{F_a}{F_r} = \frac{0.26}{1.73} = 0.15, \text{ considerando } \frac{F_a}{F_r} \leq e$$

$$1.73 + 0.97 \times 0.26 \leq P \leq 1.73 + 3.9 \times 0.26$$

$$1.98 \leq P \leq 2.74$$

$$3.03 \times 1.98 \leq C \leq 3.03 \times 2.74$$



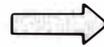
$$6.00 \leq C \leq 8.30$$

SKF N° 1210, Manguito H210, C = 17.30 KN, e = 0.20, d = 50 mm, D = 90 mm, B = 20 mm.

C. Cálculo de Cojinete del Eje de la Polea Deflectora.

$$RPM_{PD} = \frac{V \times 12}{\pi \times \emptyset_{PD}} = \frac{56.90 \times 12}{3.1416 \times 12} = 18.11 \text{ rpm}$$

$$0.154 + 0.97 \times 0.023 \leq P \leq 0.154 + 3.9 \times 0.023$$



$$0.176 \leq P \leq 0.244$$

Entonces la capacidad de carga dinámica requerida es:

$$3.20 \times 0.176 \leq C \leq 3.20 \times 0.244$$



$$0.53 \leq C \leq 0.781$$

Selección de rodamientos:

SKF N° 1208, Manguito H208, C = 14.60 KN, e = 0.22, d = 40 mm, D = 80 mm, B = 18 mm.

CÁLCULO Y DISEÑO DE LA TRANSMISIÓN PARA LA FAJA TRANSPORTADORA.

Cálculo de transmisión por cadena de rodillos:

● Relación de transmisión en la cadena (m_g):

$$m_g = \frac{RPM_{PIÑON}}{RPM_{CATALINA}} = \frac{54}{15.52} = 3.479$$

● Número de dientes de las ruedas:

Asumiendo el # de dientes del piñón:
Se sabe también:

$$Z_{PIÑON} = 19 \text{ dientes}$$

$$m_g = \frac{Z_{CATALINA}}{Z_{PIÑON}} = \frac{Z_{CATALINA}}{19} = 3.479 \Rightarrow Z_{CATALINA} = 66.10 \text{ dientes}$$

○ **Potencia Nominal Equivalente (HP_e)**

$$HP_e = P \times F_s \times F_m \Rightarrow HP_e = 1.44 \text{ hp}$$

○ **Selección de la Cadena:**

Cadena ANSI 80-I, Paso de cadena $p = 1$, tipo lubricación manual.

○ **Diámetro de paso de las ruedas dentadas.**

$$d_p = \frac{p}{\text{Sen}\left(\frac{180}{Z_{\text{PIÑON}}}\right)} \Rightarrow d_p = 6.06 \text{ pulg.}$$

$$D_c = \frac{p}{\text{Sen}\left(\frac{180}{Z_{\text{CATALINA}}}\right)} \Rightarrow D_c = 21 \text{ pulg.}$$

○ **Velocidad Tangencial de la Cadena (V_c).**

$$V_c = \frac{\pi \times d_p \times \text{RPM}_{\text{PIÑON}}}{12} \Rightarrow V_c = 85.67 \text{ pies/min}$$

○ **Longitud de Cadena:**

$$L_p = 2 C_p + 0.53 (Z_{\text{PIÑON}} + Z_{\text{CATALINA}}) \Rightarrow L_p = 105 \text{ pasos}$$

La distancia entre centros correcta C_p es:

$$2C_p^2 - 62.5C_p + 55.95 = 0 \Rightarrow C_p = 30.33$$

$$C = C_p \times p \Rightarrow C = 30.33 \text{ pulg}$$

CONCLUSION:

USAR CADENA ANSI 80-I DE 100 PASOS, CON RUEDAS DENTADAS DE PIÑON = 19 DIENTES Y CATALINA = 66 DIENTES.

APENDICE B

PLANILLA DE METRADOS

PLANILLA DE METRADO
FAJAS TRANSPORTADORAS F1 Y F3

ITEM:	PARTIDA	IND.	CANT.	LARGO	ANCHO	ALTO	PARCIAL	TOTAL
01.00.00	ESTRUCTURA LONGITUDINAL							
01.00.01	LARGUEROS INFERIORES: U 2" x 4" x 1/4"	ML	2	10	-	-	20	20,00
01.00.02	LARGUEROS SUPERIORES: U 2" x 4" x 1/4"	ML	2	10	-	-	20	20,00
01.00.03	PARANTE (Tramado): U 2" x 4" x 1/4"	ML	10	1	-	-	10	10,00
01.00.04	SOLDADURA CELLOCORD	ML	5,8	1			5,8	5,80
02.00.00	TUBO NEGRO							
02.00.01	PARA AMARRE HORIZONTALES Ø 1 1/2"	ML	10	1	-	-	10	10,00
02.00.02	PARA AMAR. DE BANQA ESTRUCT.Ø 1 1/2"	ML	8	0,5	-	-	4	4,00
02.00.03	SOLDADURA CELLOCORD	ML	5,8	1			5,8	5,80
03.00.00	PLANCHAS							
03.00.01	DE 6 mm PARA AMAR. DE BANQA A ESTRUCT	M2	4	0,6	0,1	-	2,4	2,40
03.00.02	DE 5 mm PARA BANQUETA	M2	4	0,3	0,3	-	1,2	1,20
03.00.03	PLATINA DE 12" x 3" PARA BANQUETA	M2	4	0,6	0,2	-	2,4	2,40
04.00.00	RODILLOS TIPO KAUMAN							
04.00.01	RODILLOS AVANCE	UNID	8	1	-	-	8	8,00
04.00.02	RODILLOS RETORNO	UNID	5	1	-	-	5	5,00
04.00.03	SOPORTE DE RODILLO DE AVANCE	Pza	16	1	-	-	16	16,00
04.00.04	SOPORTE RODILLO DE RETORNO	Pza	8	1			8	8,00
05.00.00	PERNOS							
05.00.01	DE 1/2" X 1-1/2" FIJAR RODILLOS AVANCE	UNID	24	1			24	24,00
05.00.02	DE 1/2" X 1-1/2" FIJAR RODILLOS RETORNO	UNID	16	1	-	-	16	16,00
05.00.03	DE 1/2" X 1" REGULAR BANQUETA	UNID	16	1	-	-	16	16,00
05.00.04	DE 1/2" x 1" PARA PLANCHA CON PESTAÑA	UNID	16	1	-	-	16	16,00
05.00.05	DE 1/4" x 1/2" PARA BANQUETA	UNID	12	1	-	-	12	12,00
06.00.00	POLEAS							
06.00.01	POLEA MOTRIZ DE 14"Ø	UNID	1	1			1	1,00
06.00.02	POLEA DE COLA DE 13"	UNID	1	1			1	1,00
06.00.03	POLEA DEFLECTORA DE 12"Ø	UNID	1	1			1	1,00
07.00.00	COJINETES POLEAS Y SOPORTES							
07.00.01	COJINETE POLEA MOTRIZ	UNID	2	1	-	-	2	2,00
07.00.02	COJINETE POLEA DE COLA	UNID	2	1			2	2,00
07.00.03	COJINETE POLEA DEFLECTORA	UNID	2	1			2	2,00
07.00.04	SOPORTE POLEA MOTRIZ	ML	1	1	-	-	1	1,00
07.00.05	SOPORTE POLEA DE COLA	ML	2	0,6			1,2	1,20
07.00.06	SOPORTE POLEA DEFLECTORA	UNID	1,00	1,00			1	1,00
08.00.00	MOTOREDUCTOR							
08.00.01	MOTOREDUCTOR	JGO	1	1	-	-	1	1,00
08.00.02	PERNOS DE SUJECION DE 1/2"Ø x 2" ANT	JGO	4	1			4	4,00
08.00.03	SOPORTE DE MOTOREDUCTOR	ML	1	1	-	-	1	1,00
09.00.00	CINTA TRANSPORTADORA							
09.00.01	FAJA PLANA RMA 35 3 PLEGUES 36"	ML	17,10	1,00			17,1	17,10
09.00.02	GRAMPA DE EMPALME	JGO	1,00	1,00			1	1,00
10.00.00	SISTEMA DE TRANSMISION							
10.00.01	Catalina Mayor de 21"	UNID	1,00	1,00			1	1,00
10.00.02	Catalina Menor de 6.5"	UNID	1,00	1,00			1	1,00
10.00.03	Cadena ANSI de 100 pasos	UNID	1,00	1,00			1	1,00
10.00.04	Protector sistema transmisión	UNID	1,00	1,00			1	1,00
11.00.00	PROTECTOR FAJA							
11.00.01	PLANCHA ACERO INOXIDABLE 1/16"	M2	2	7,2		0,5	7,2	7,20
11.00.02	PERNOS DE 1/2" x 1" PARA SUJECIÓN	JGO	16	1			16	16,00
12.00.00	PINTURA							
12.00.01	PINTURA BASE ANTICORROSIVA	ML	1,00	105,00			105	105,00
12.00.02	PINTURA ESMALTE DE ACABADO	ML	1,00	105,00			105	105,00

PLANILLA DE METRADO
FAJAS TRANSPORTADORA F2 Y F4

ITEM:	PARTIDA	IND.	CANT.	LARGO	ANCHO	ALTURA	PARCIAL	TOTAL
01.00.00	ESTRUCTURA LONGITUDINAL							
01.00.01	LARGUEROS INFERIORES: U 2" x 4" x 1/4"	ML	2	13	-	-	26	26,00
01.00.02	LARGUEROS SUPERIORES: U 2" x 4" x 1/4"	ML	2	13	-	-	26	26,00
01.00.03	PARANTE (Promedio): U 2" x 4" x 1/4"	ML	10	1,2	-	-	12	12,00
01.00.04	SOLDADURA CELLOCORD	ML	1	10,8			10,8	10,80
02.00.00	TUBO NEGRO							
02.00.01	PARA AMARRE HORIZONTALES Ø 1 1/2"	ML	10	1,2	-	-	12	12,00
02.00.02	PARA AMAR. DE BANQUA A ESTRUCT. Ø 1 1/2"	ML	16	0,5	-	-	8	8,00
02.00.03	SOLDADURA CELLOCORD	ML	1	10,8			10,8	10,80
03.00.00	PLANCHAS							
03.00.01	DE 6 mm PARA AMAR. DE BANQUA A ESTRUCT.	M2	16	1,25	0,125	-	2,5	2,50
03.00.02	DE 5 mm PARA BANQUETA	M2	6	0,3	0,3	-	1,8	1,80
03.00.03	PLATINA DE 12" x 3" PARA BANQUETA	M2	4	0,6	0,2	-	2,4	2,40
04.00.00	RODILLOS TIPO KAUMAN							
04.00.01	RODILLOS AVANCE	UNID	10	1	-	-	10	10,00
04.00.02	RODILLOS RETORNO	UNID	5	1	-	-	5	5,00
04.00.03	SOPORTE DE RODILLO DE AVANCE	Pza.	20	1	-	-	20	20,00
04.00.04	SOPORTE RODILLO DE RETORNO	Pza.	10	1			10	10,00
05.00.00	PERNOS							
05.00.01	DE 1/2" X 1-1/2" FIJAR RODILLOS AVANCE	UNID	40	1			40	40,00
05.00.02	DE 1/2" X 1-1/2" FIJAR RODILLOS RETORNO	UNID	20	1			20	20,00
05.00.03	DE 1/2" X 1" REGULAR BANQUETA	UNID	8	1			8	8,00
05.00.04	DE 1/2" PARA PLANCHA CON PESTAÑA	UNID	8	1			8	8,00
05.00.05	DE 1/4" PARA BANQUETA	UNID	10	1			10	10,00
06.00.00	POLEAS							
06.00.01	POLEA MOTRIZ DE 14"Ø	UNID	1	1			1	1,00
06.00.02	POLEA DE COLA DE 13"	UNID	1	1			1	1,00
06.00.03	POLEA DEFLECTORA DE 12"Ø	UNID	1	1			1	1,00
07.00.00	COJINETES POLEAS Y SOPORTES							
07.00.01	COJINETE POLEA MOTRIZ	UNID	2	1			2	2,00
07.00.02	COJINETE POLEA DE COLA	UNID	2	1			2	2,00
07.00.03	COJINETE POLEA DEFLECTORA	UNID	2	1			2	2,00
07.00.04	SOPORTE POLEA MOTRIZ	UNID	1	1			1	1,00
07.00.05	SOPORTE POLEA DE COLA	UNID	1	1,2			1,2	1,20
07.00.06	SOPORTE POLEA DEFLECTORA	UNID	1,00	1,00			1	1,00
08.00.00	MOTOREDUCTOR							
08.00.01	MOTOREDUCTOR	JGO	1	1			1	1,00
08.00.02	PERNOS DE SUJECION DE 1/2"Ø x 2" ANT	JGO	4	1			4	4,00
08.00.03	SOPORTE DE MOTOREDUCTOR	ML	1	1			1	1,00
09.00.00	CINTA TRANSPORTADORA							
09.00.01	FAJA PLANA RMA 35 3 PLIEGUES 36"	ML	1,00	27,35			27,35	27,35
09.00.02	GRAMPA DE EMPALME	JGO	1,00	1,00			1	1,00
10.00.00	SISTEMA DE TRANSMISION							
10.00.01	Catena Mayor de 21"	UNID	1,00	1,00			1	1,00
10.00.02	Catena Menor de 6.5"	UNID	1,00	1,00			1	1,00
10.00.03	Cadena ANSI de 100 pasos	UNID	1,00	1,00			1	1,00
10.00.04	Protector sistema transmision	UNID	1,00	1,00			1	1,00
11.00.00	PROTECTOR FAJA							
11.00.01	PLANCHA ACERO INOXIDABLE 1/16"	M2	2	10		0,5	10	10,00
11.00.02	PERNOS DE 1/2" x 1" PARA SUJECION	JGO	1	20			20	20,00
12.00.00	PINTURA							
12.00.01	PINTURA BASE ANTICORROSIVA	ML	1,00	114,00			114	114,00

PLANILLA DE METRADOS (CARRO DE CARGA CON VUELCO)

PROYECTO: DISEÑO E INSTALACIÓN DE UNA PLANTA DE SEGREGACION MECANIZADA DE RESIDUOS SOLIDOS DE UNA CAPACIDAD DE 40 TM/DIA

RESPONSABLE: BACH. ING. RAUL CHUQUILLANQUI HUAMAN

FECHA: NOVIEMBRE DEL 2009

ITEM	PARTIDA	DESCRIPCION	UNID	CANT.	LARGO	ANCHO	ALTURA	PARCIAL	TOTAL
01.00.00	<u>CARRO DE CARGA</u>		UN						
		<u>INSUMOS PARA COSTOS</u>							5,82
01.00.01	CHASIS	LARGUEROS LONGITUDINALES	ML	2	1,23	-	-	2,46	
01.00.02		LARGUEROS TRANSVERSALES	ML	4	0,7	-	-	2,8	
01.00.03		AMARRES DE LAR.TRANSVER	ML	4	0,14	-	-	0,56	
01.00.04	DESCANSO.DE TOLVA	PLANCHA DE ACERO DE 5mm	M2	2	-	-	-	0,03	0,03
01.00.05	TOLVA	PLANCHA DE ACERO INOX E= 3mm	M2	1	-	-	-	3,38	3,38
01.00.06		DE REFUERZO DE TOLVA DE 3mm	M2	2	0,6	0,2	-	0,24	0,24
01.00.07		ANGULO DE 1"X1"X1/8"	ML	2	1,20	-	-	2,40	2,40
01.00.08		PARA SIS.DE VOL.DE TOLVA DE 5mm	M2	2	0,32	0,06	-	0,04	0,04
01.00.09	MANIJAS	VRL DE 15 mm	ML	4	0,2	-	-	0,8	0,8
01.00.10	SEGURO ANTIVOLTEO	VRL DE 18 mm	ML	2	0,6	-	-	1,2	1,2
01.00.11	GARRUCHAS	GIRATORIAS	UN	2	-	-	-	2	2
01.00.12		FIJAS	UN	2	-	-	-	2	2
01.00.13	PERNOS	PARA FIJAR GARRUCHAS DE Ø 1/2"	UN	16	-	-	-	16	16

APENDICE C

INFORMES TÉCNICOS VARIOS

SELECCIÓN DE RODILLOS PARA FAJA TRANSPORTADORA

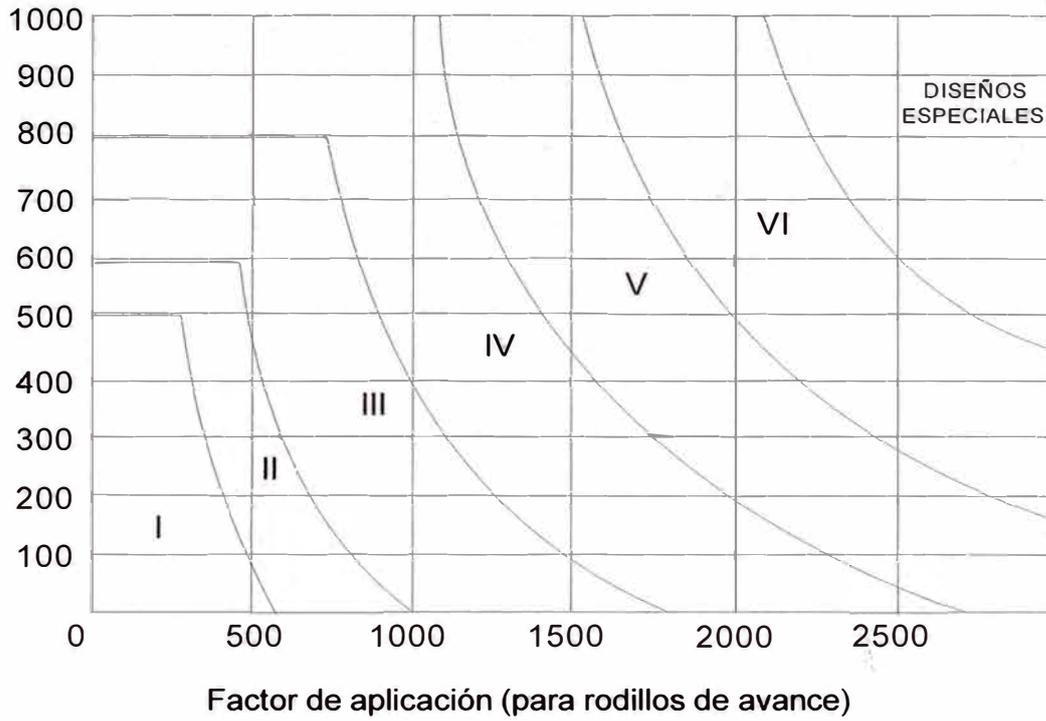


Figura 1

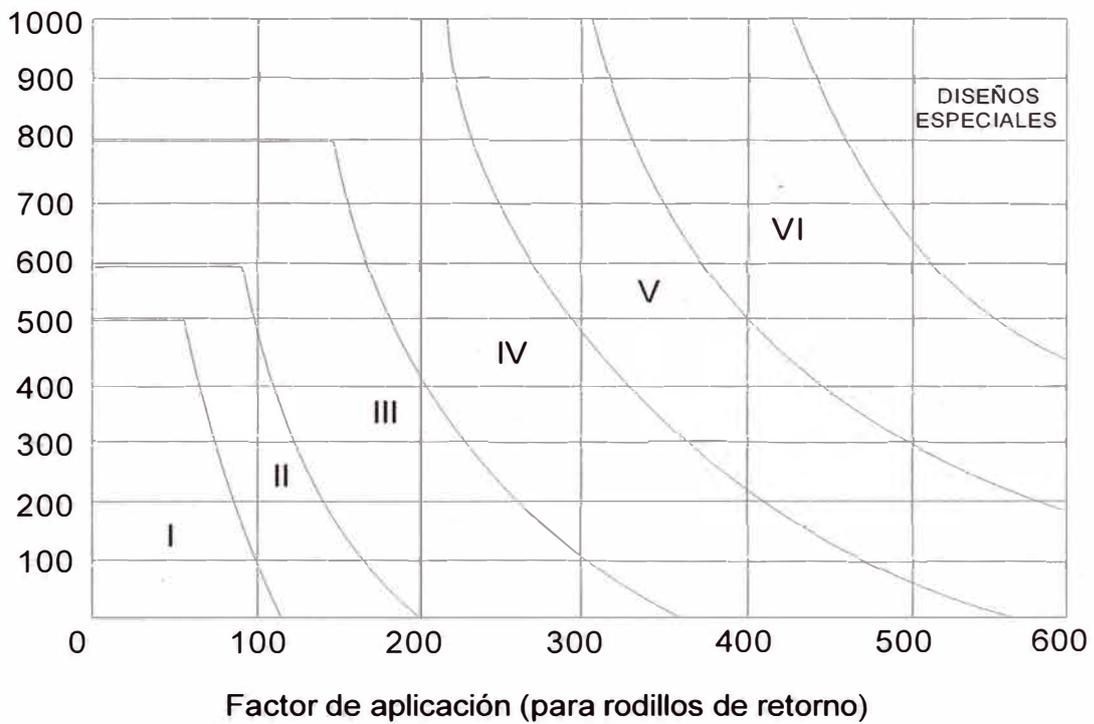
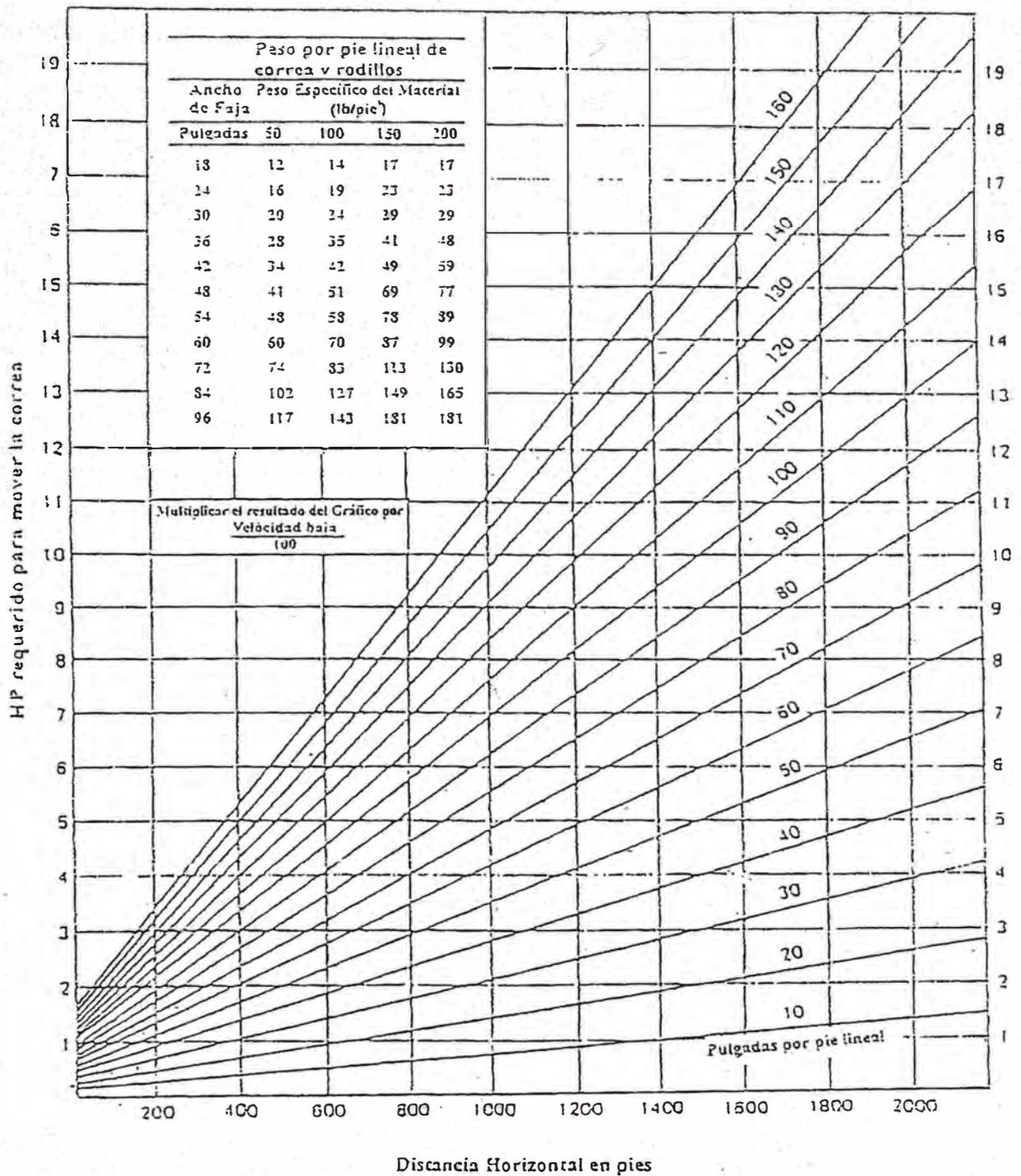


Figura 2



Factor de Potencia para mover la faja horizontalmente
Figura 3

**RESOLUCIÓN MINISTERIAL
N° 296-2009-VIVIENDA**

Lima, 29 de octubre del 2009.

CONSIDERANDO:

Que, el segundo párrafo del artículo 11° del Texto Único Ordenado de la Ley de Tributación Municipal, aprobado por Decreto Supremo N° 156-2004-EF, establece que "(...) a efectos de determinar el valor total de los predios, se aplicará los valores arancelarios de terrenos y valores unitarios oficiales de edificación vigentes al 31 de octubre del año anterior y las tablas de depreciación por antigüedad y estado de conservación, que formula el Consejo Nacional de Tasaciones - CONATA y aprueba anualmente el Ministro de Vivienda, Construcción y Saneamiento mediante Resolución Ministerial (...)";

Que, por Decreto Supremo N° 025-2006-VIVIENDA se aprobó la fusión por absorción del Consejo Nacional de Tasaciones - CONATA con el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, correspondiéndole al citado Ministerio la calidad de entidad incorporante;

Que, el numeral 3.1 del artículo 3° de la Resolución Ministerial N° 291-2006-VIVIENDA dispone la absorción por parte de la Dirección Nacional de Urbanismo del Viceministerio de Vivienda y Urbanismo, de los órganos y dependencias a cargo de la función normativa de competencia del CONATA;

Que, conforme a lo señalado por el segundo párrafo del artículo 3° de la Resolución Ministerial N° 010-2007-VIVIENDA, la Dirección Nacional de Urbanismo tendrá a su cargo la función normativa a que hace referencia

la Resolución Ministerial N° 291-2006-VIVIENDA antes citada;

Que, la Dirección Nacional de Urbanismo ha formulado los valores unitarios oficiales de edificación para las localidades de la Costa, Sierra y Selva, así como la Metodología para la Determinación de la Base Imponible de las Instalaciones Fijas y Permanentes para el cálculo del Impuesto Predial, vigentes para el Ejercicio Fiscal 2010;

De conformidad con lo dispuesto en el numeral 8 del artículo 25° de la Ley N° 29158, Ley Orgánica del Poder Ejecutivo, la Ley N° 27792, Ley de Organización y Funciones del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, y su Reglamento aprobado por Decreto Supremo N° 002-2002-VIVIENDA modificado por el Decreto Supremo N° 045-2006-VIVIENDA;

SE RESUELVE:

Artículo 1°.- Aprobar los Valores Unitarios Oficiales de Edificación para las localidades de la Costa, Sierra y Selva, vigentes para el Ejercicio Fiscal 2010, los que en Anexo 01 integran la presente Resolución.

Artículo 2°.- Aprobar la Metodología para la Determinación de la Base Imponible de las Instalaciones Fijas y Permanentes para el cálculo del Impuesto Predial, vigente para el Ejercicio Fiscal 2010, la que en Anexo 02 integra la presente Resolución.

Regístrese, comuníquese y publíquese.

JUAN SARMIENTO SOTO
Ministro de Vivienda, Construcción y Saneamiento

ANEXO 01

**CUADRO DE VALORES UNITARIOS OFICIALES DE EDIFICACIÓN
COSTA, SIERRA y SELVA
EJERCICIO FISCAL 2010**

**ANEXO 01
CUADRO DE VALORES UNITARIOS OFICIALES DE EDIFICACIONES
PARA LA COSTA AL 31 DE OCTUBRE DE 2009**

R.M. N° 296-2009-VIVIENDA

FECHA : 30 de octubre de 2009

VALORES POR PARTIDAS EN NUEVOS SOLES POR METRO CUADRADO DE AREA TECHADA							
ESTRUCTURAS		ACABADOS				INSTALACIONES ELECTRICAS Y SANITARIAS (7)	
MUROS Y COLUMNAS (1)	TECHOS (2)	PISCOS (3)	PUERTAS Y VENTANAS (4)	REVESTI- MIENTOS (5)	BAÑOS (6)		
A	ESTRUCTURAS LAMINA- RES CURVADAS DE CONCRETO ARMADO QUE INCLUYEN EN UNA SOLA ARMADURA LA CIMENTACION Y EL TECHO, PARA ESTE CASO NO SE CONSIDERA LOS VALORES DE LA COLUMNA N°2	LOSA O ALIGERADO DE CONCRETO ARMADO CON LUCES MAYORES DE 6 M. CON SOBRE- CARGA MAYOR A 300 KG/M2	MARMOL IMPORTADO, PORCELANATO	ALUMINIO PESADO CON PERFILES ESPECIALES, MADERA FINA ORNA- MENTAL (CAOBA, CEDRO O PINO SELECTO), CRISTALES.	MARMOL IMPORTADO, MADERA FINA (CAOBA O SIMILAR) BALDOSA, ACUSTICO EN TECHO, O SIMILAR	BAÑOS COMPLETOS DE LUJO IMPORTADO CON ENCHAPE FINO (MARMOL O SIMILAR)	AIRE ACONDICIONADO, ILUMINACION ESPECIAL, SIST. HIDRONEUMATICO, AGUA CALIENTE Y FRIA, INTERCOMUNICADOR, ALARMAS, ASCENSOR, DESAGUE POR BOMBEO, TELEFONO.
	360.06	216.69	193.13	195.41	210.62	71.07	205.10
B	COLUMNAS, VIGAS Y/O PLACAS DE CONCRETO ARMADO Y/O METALICAS.	ALIGERADOS O LOSAS DE CONCRETO ARMADO INCLINADAS	MARMOL NACIONAL O RECONSTITUIDO, PARQUET FINO (OLIVO, CHONTA O SIMILAR), CERAMICA IMPORTADA MADERA FINA.	ALUMINIO O MADERA FINA (CAOBA O SIMILAR) DE DISEÑO ESPECIAL, VIDRIO POLARIZADO CURVADO.	MARMOL NACIONAL, MADERA FINA (CAOBA O SIMILAR) ENCHAPES EN TECHOS.	BAÑOS COMPLETOS IMPORTADOS CON MAYOLICA O CERAMICO DECORATIVO IMPORTADO.	SISTEMA DE BOMBEO DE AGUA POTABLE, ASCENSOR TELEFONO, AGUA CALIENTE Y FRIA.
	232.14	142.66	115.75	103.90	160.97	54.51	148.73
	PLACAS DE CONCRETO, (e = 10 A 15 cm.)	ALIGERADO O LOSAS DE CONCRETO	MADERA FINA MACHIHEMBADA	ALUMINIO O MADERA FINA (CAOBA O SIMILAR)	SUPERFICIE CARAVISTA OBTENIDA MEDIANTE	BAÑOS COMPLETOS NACIONALES CON	IGUAL AL PUNTO "B", SIN ASCENSOR.

VALORES POR PARTIDAS EN NUEVOS SOLES POR METRO CUADRADO DE AREA TECHADA						
ESTRUCTURAS			ACABADOS			INSTALACIONES ELECTRICAS Y SANITARIAS (7)
MUROS Y COLUMNAS (1)	TECHOS. (2)	PISOS (3)	PUERTAS Y VENTANAS (4)	REVESTI- MIENTOS (5)	BAÑOS (6)	
C ALBAÑILERIA ARMADA, LADRILLO O SIMILAR CON COLUMNAS Y VIGAS DE AMARRE.	ARMADO HORIZONTALES.	TERRAZO.	VIDRIO POLARIZADO.	ENCOFRADO ESPECIAL, ENCHAPE EN TECHOS.	MAYOLICA O CERAMICO NACIONAL DE COLOR.	
162.66	119.99	77.55	67.76	120.50	38.16	94.21
D LADRILLO O SIMILAR	CALAMINA METALICA FIBROCEMENTO SOBRE VIGUERIA METALICA.	PARQUET DE 1era. LAJAS, CERAMICA NACIONAL, LOSETA VENECIANA 40x40	VENTANAS DE ALUMINIO PUERTAS DE MADERA SELECTA, VIDRIO TRANSPARENTE.	ENCHAPE DE MADERA O LAMINADOS, PIEDRA O MATERIAL VITRIFICADO.	BAÑOS COMPLETOS NACIONALES BLANCOS CON MAYOLICA BLANCA.	AGUA FRIA, AGUA CALIENTE, CORRIENTE TRIFASICA, TELEFONO.
157.30	76.16	68.41	59.36	92.45	20.36	59.63
E ADOBE, TAPIAL O QUINCHA	MADERA CON MATERIAL IMPERMEABILIZANTE.	PARQUET DE 2da. LOSETA VENECIANA 30x30 LAJAS DE CEMENTO CON CANTO RODADO.	VENTANAS DE FIERRO PUERTAS DE MADERA SELECTA (CAOBA O SIMILAR) VIDRIO TRANSPARENTE.	SUPERFICIE DE LADRILLO CARAVISTA.	BAÑOS CON MAYOLICA BLANCA PARCIAL.	AGUA FRIA, AGUA CALIENTE, CORRIENTE MONOFASICA, TELEFONO.
111.73	28.39	45.83	50.79	63.61	11.97	43.35
F MADERA	CALAMINA METALICA FIBROCEMENTO O TEJA SOBRE VIGUERIA DE MADERA CORRIENTE.	LOSETA CORRIENTE, CANTO RODADO.	VENTANAS DE FIERRO O ALUMINIO INDUSTRIAL, PUERTAS CONTRAPLA- CADAS DE MADERA (CEDRO O SIMILAR). VIDRIO TRANSPARENTE SEMIDOBLE O SIMPLE.	TARRAJEO FROTACHADO Y/O YESO MOLDURADO, PINTURA LAVABLE.	BAÑOS BLANCOS SIN MAYOLICA.	AGUA FRIA, CORRIENTE MONOFASICA.
83.40	15.62	31.30	38.13	44.84	8.92	23.84
G PIRCADO CON MEZCLA DE BARRO.	MADERA RUSTICA O CAÑACON TORTA DE BARRO.	LOSETA VINILICA, CEMENTO BRUÑADO COLOREADO.	MADERA CORRIENTE CON MARCOS EN PUERTAS Y VENTANAS DE PVC O MADERA CORRIENTE	ESTUCADO DE YESO Y/O BARRO, PINTURA AL TEMPLE O AGUA.	SANITARIOS BASICOS DE LOSA DE 2da. FIERRO FUNDIDO O GRANITO.	AGUA FRIA, CORRIENTE MONOFASICA SIN EMPOTRAR.
49.29	10.77	27.71	20.66	36.88	6.15	12.92
H	SIN TECHO	CEMENTO PULIDO, LADRILLO CORRIENTE, ENTABLADO CORRIENTE.	MADERA RUSTICA.	PINTADO EN LADRILLO RUSTICO, PLACA DE CONCRETO O SIMILAR.	SIN APARATOS SANITARIOS.	SIN INSTALACION ELECTRICA NI SANITARIA.
	0.00	17.34	10.33	14.75	0.00	0.00
I		TIERRA COMPACTADA	SIN PUERTAS NI VENTANAS.	SIN REVESTIMIENTOS EN LADRILLO, ADOBE O SIMILAR.		
		3.47	0.00	0.00		

EN EDIFICIOS AUMENTAR EL VALOR POR M2 EN 5% A PARTIR DEL 5 PISO.

EL VALOR UNITARIO POR M2 PARA UNA EDIFICACION DETERMINADA, SE OBTIENE SUMANDO LOS VALORES SELECCIONADOS DE CADA UNA DE LAS 7 COLUMNAS DEL CUADRO, DEACUERDO A SUS CARACTERISTICAS PREDOMINANTES.
LA DEMARCAACION TERRITORIAL CONSIGNADA ES DE USO EXCLUSIVO PARA LA APLICACION DEL PRESENTE CUADRO.
ABARCA LAS LOCALIDADES UBICADAS EN EL TERRITORIO SOBRE LA VERTIENTE OCCIDENTAL DE LA CORDILLERA DE LOSANDES Y LIMITANDO: AL NORTE POR LA FRONTERA CON EL ECUADOR; AL SUR, POR LA FRONTERA CON CHILE; AL OESTE, POR LA LINEA DE BAJA MAREA DEL LITORAL; Y AL ESTE POR UNA LINEA QUE SIGUE APROXIMADAMENTE, LA CURVA DEL NIVEL DE 2000 m.s.n.m.

**ANEXO 01
CUADRO DE VALORES UNITARIOS OFICIALES DE EDIFICACIONES
PARA LA SIERRA AL 31 DE OCTUBRE DE 2009**

R.M. N° 296 -2009-VIVIENDA

FECHA : 30 de octubre de 2009

VALORES POR PARTIDAS EN NUEVOS SOLES POR METRO CUADRADO DE AREA TECHADA						
ESTRUCTURAS			ACABADOS			INSTALACIONES ELECTRICAS Y SANITARIAS (7)
MUROS Y COLUMNAS (1)	TECHOS (2)	PISOS (3)	PUERTAS Y VENTANAS (4)	REVESTIMIENTOS (5)	BAÑOS (6)	
A ESTRUCTURAS LAMINA- RES CURVADAS DE CONCRETO ARMADO QUE INCLUYEN EN UNA SOLA ARMADURA LA CIMENTACION Y EL TECHO, PARA ESTE CASO NO SE CONSIDERA LOS VALORES DE LA COLUMNAS*2	LOSA O ALIGERADO DE CONCRETO ARMADO CON LUCES MAYORES DE 6 M. CON SOBRE- CARGA MAYOR A 300 KG/M2	MARMOL IMPORTADO, PORCELANATO	ALUMINIO PESADO CON PERFILES ESPECIALES MADERA FINA ORNA- MENTAL (CAOBA, CEDRO O PINO SELECTO) CRISTALES.	MARMOL IMPORTADO, MADERA FINA (CAOBA O SIMILAR) BALDOSA ACUSTICO EN TECHO O SIMILAR.	BAÑOS COMPLETOS DE LUJO IMPORTADO CON ENCHAPE FINO (MARMOL O SIMILAR)	AIRE ACONDICIONADO, ILUMINACION ESPECIAL, SIST. HIDRONEUMATICO, AGUA CALIENTE Y FRIA; INTERCOMUNICADOR, ALARMA, ASCENSOR, DESAGUE POR BOMBEO, TELEFONO.
404.01	208.56	147.98	158.30	199.76	70.85	252.46

VALORES POR PARTIDAS EN NUEVOS SOLES POR METRO CUADRADO DE AREA TECHADA							
ESTRUCTURAS	ACABADOS						
	MUROS Y COLUMNAS (1)	TECHOS (2)	PISOS (3)	PUERTAS Y VENTANAS (4)	REVESTIMIENTOS (5)	BAÑOS (6)	INSTALACIONES ELECTRICAS Y SANITARIAS (7)
B	COLUMNAS, VIGAS Y/O PLACAS DE CONCRETO ARMADO Y/O METALICAS.	ALIGERADOS O LOSAS DE CONCRETO ARMADO INCLINADAS	MARMOL NACIONAL O RECONSTITUIDO, PARQUET FINO (OLIVO, CHONTA O SIMILAR), CERAMICA IMPORTADA MADERA FINA.	ALUMINIO O MADERA FINA (CAOBA O SIMILAR) DE DISEÑO ESPECIAL, VIDRIO POLARIZADO CURVADO.	MARMOL NACIONAL, MADERA FINA (CAOBA O SIMILAR) ENCHAPES EN TECHOS.	BAÑOS COMPLETOS IMPORTADOS CON MAYOLICA O CERAMICO DECORATIVO IMPORTADO.	SISTEMA DE BOMBEO DE AGUA POTABLE, ASCENSOR, TELEFONO, AGUA CALIENTE Y FRIA.
	238.62	143.38	123.39	141.27	160.89	51.04	148.49
C	PLACAS DE CONCRETO, (e = 10 A 15 cm.) ALBAÑILERIA ARMADA, LADRILLO O SIMILAR CON COLUMNAS Y VIGAS DE AMARRE.	ALIGERADO O LOSAS DE CONCRETO ARMADO HORIZONTALES.	MADERA FINA MACHIHEMBADA TERRAZO.	ALUMINIO O MADERA FINA (CAOBA O SIMILAR) VIDRIO POLARIZADO.	SUPERFICIE CARAVISTA OBTENIDA MEDIANTE ENCOFRADO ESPECIAL, ENCHAPE EN TECHOS.	BAÑOS COMPLETOS NACIONALES CON MAYOLICA O CERAMICO NACIONAL DE COLOR.	IGUALAL PUNTO "B" SIN ASCENSOR.
	176.23	101.66	81.28	104.04	134.41	33.63	112.47
D	LADRILLO, SILLAR O SIMILAR.	CALAMINA METALICA FIBROCEMENTO SOBRE VIGUERIA METALICA.	PARQUET DE 1era., LAJAS, CERAMICA NACIONAL, LOSETA VENECIANA 40x40	VENTANAS DE ALUMINIO PUERTAS DE MADERA SELECTA, VIDRIO TRANSPARENTE	ENCHAPE DE MADERA O LAMINADOS, PIEDRA O MATERIAL VITRIFICADO.	BAÑOS COMPLETOS NACIONALES BLANCOS CON MAYOLICA BLANCA.	AGUA FRIA, AGUA CALIENTE, CORRIENTE TRIFASICA, TELEFONO.
	162.77	69.14	66.64	61.02	102.81	20.58	63.73
E	ADOBE, TAPIAL O QUINCHA.	MADERA CON MATERIAL IMPERMEABILIZANTE.	PARQUET DE 2da. LOSETA VENECIANA 30x30 LAJAS DE CEMENTO CON CANTO RODADO.	VENTANAS DE FIERRO PUERTAS DE MADERA SELECTA (CAOBA O SIMILAR) VIDRIO TRANSPARENTE.	SUPERFICIE DE LADRILLO CARAVISTA.	BAÑOS CON MAYOLICA BLANCA PARCIAL.	AGUA FRIA, AGUA CALIENTE, CORRIENTE, MONOFASICA, TELEFONO.
	128.93	31.74	55.12	46.61	85.53	10.00	35.47
F	MADERA	CALAMINA METALICA FIBROCEMENTO O TEJAS SOBRE VIGUERIA DE MADERA CORRIENTE.	LOSETA CORRIENTE, CANTO RODADO.	VENTANAS DE FIERRO O ALUMINIO INDUSTRIAL, PUERTAS CONTRAPLACADAS DE MADERA (CEDRO O SIMILAR) VIDRIO TRANSPARENTE SEMIDOBLE O SIMPLE.	TARRAJEO FROTACHADO Y/O YESO MOLDEADO, PINTURA LAVABLE.	BAÑOS BLANCOS SIN MAYOLICA.	AGUA FRIA, CORRIENTE MONOFASICA.
	79.68	25.39	45.01	36.05	51.00	8.57	23.05
G	PIRCADO CON MEZCLA DE BARRO.	SIN TECHO	LOSETA VINILICA, CEMENTO BRUÑADO COLOREADO.	MADERA CORRIENTE CON MARCOS EN PUERTAS Y VENTANAS DE PVC O MADERA CORRIENTE	ESTUCADO DE YESO Y/O BARRO, PINTURA AL TEMPLE O AGUA.	SANITARIOS BASICOS DE LOSA DE 2da, FIERRO FUNDIDO O GRANITO.	AGUA FRIA, CORRIENTE MONOFASICA SIN EMPOTRAR.
	47.10	0.00	33.78	21.30	38.01	5.91	13.62
H			CEMENTO PULIDO, LADRILLO CORRIENTE, ENTABLADO CORRIENTE.	MADERA RUSTICA.	PINTADO EN LADRILLO RUSTICO, PLACA DE CONCRETO O SIMILAR.	SIN APARATOS SANITARIOS.	SIN INSTALACION ELECTRICA NI SANITARIA.
			18.25	10.65	15.20	0.00	0.00
I			TIERRA COMPACTADA	SIN PUERTAS NI VENTANAS.	SIN REVESTIMIENTOS EN LADRILLO, ADOBE O SIMILAR.		
			4.01	0.00	0.00		

EN EDIFICIOS AUMENTAR EL VALOR POR M2 EN 5 % A PARTIR DEL 5 PISO

EL VALOR UNITARIO POR M2 PARA UNA EDIFICACION DETERMINADA, SE OBTIENE SUMANDO LOS VALORES SELECCIONADOS DE UNA DE LAS 7 COLUMNAS DEL CUADRO, DE ACUERDO A SUS CARACTERISTICAS PREDOMINANTES.

LA DEMARCACION TERRITORIAL CONSIGNADA ES DE USO EXCLUSIVO PARA LA APLICACION DEL PRESENTE CUADRO. ABARCA LAS LOCALIDADES UBICADAS EN LA FAJA LONGITUDINAL DEL TERRITORIO LIMITADA, AL NORTE POR LA FRONTERA CON ECUADOR, AL SUR POR LA FRONTERA CON CHILE Y BOLIVIA, AL OESTE POR LA CURVA DE NIVEL DE 2000 m.s.n.m. QUE LA SEPARA DE LA COSTA ESTE, POR UNA CURVA DE NIVEL QUE LA SEPARA DE LA SELVA, QUE PARTIENDO DE LA FRONTERA CON EL ECUADOR, CONTINUA HASTA SU CONFLUENCIA CON EL RIO NOVA, AFLUENTE DEL SAN ALEJANDRO, EN DONDE ASCIENDE HASTA LA COTA 2000 Y CONTINUA POR ESTAHACIA EL SUR HASTA SU CONFLUENCIA CON EL RIO SANABENI, AFLUENTE DEL ENE, DE ESTE PUNTO BAJA HASTA LA COTA 1500 Y CONTINUA HASTA LA FRONTERA CON BOLIVIA.

ANEXO 01
CUADRO DE VALORES UNITARIOS OFICIALES DE EDIFICACIONES
PARA LA SELVA AL 31 DE OCTUBRE DE 2009

R.M. N° 296 -2009-VIVIENDA

FECHA : 30 de octubre de 2009

VALORES POR PARTIDAS EN NUEVOS SOLES POR METRO CUADRADO DE AREA TECHADA						
ESTRUCTURAS	ACABADOS					
	MUROS Y COLUMNAS (1)	TECHOS (2)	PISOS (3)	PUERTAS Y VENTANAS (4)	REVESTIMIENTOS (5)	BAÑOS (6)
ESTRUCTURAS LAMINARES CURVADAS DE	LOSA O ALIGERADO DE CONCRETO ARMADO	MARMOL IMPORTADO, PORCELANATO	ALUMINIO PESADO CON PERFILES ESPECIALES	MARMOL IMPORTADO, MADERA FINA (CAOBA	BAÑOS COMPLETOS DE LUJO	AIRE ACONDICIONADO, ILUMINACION ESPECIAL,

VALORES POR PARTIDAS EN NUEVOS SOLES POR METRO CUADRADO DE AREA TECHADA							
ESTRUCTURAS	ACABADOS					INSTALACIONES ELECTRICAS Y SANITARIAS (7)	
	MUROS Y COLUMNAS (1)	TECHOS (2)	PISOS (3)	PUERTAS Y VENTANAS (4)	REVESTIMIENTOS (5)		BAÑOS (6)
A	CONCRETO ARMADO QUE INCLUYEN EN UNA SOLA ARMADURA LA CIMENTACION Y EL TECHO, PARA ESTE CASO NO SE CONSIDERA LOS VALORES DE LA COLUMNA N°2	CON LUCES MAYORES DE 6 M. CON SOBRECARGA MAYOR A 300 KG/M2		MADERA FINA ORNAMENTAL (CAOBA, CEDRO O PINO SELECTO) CRISTALES.	O SIMILAR) BALDOSA ACUSTICO EN TECHO O SIMILAR.	IMPORTADO CON ENCHAPE FINO (MARMOL O SIMILAR)	SIST. HIDRONEUMATICO, AGUA CALIENTE Y FRIA, INTERCOMUNICADOR, ALARMAS, ASCENSOR, DESAGUE POR BOMBEO, TELEFONO.
	426.28	216.72	264.17	179.27	212.57	77.56	262.18
B	COLUMNAS, VIGAS Y/O PLACAS DE CONCRETO ARMADO Y/O METALICAS.	ALIGERADOS O LOSAS DE CONCRETO ARMADO INCLINADAS	MARMOL NACIONAL O RECONSTITUIDO, PARQUET FINO (OLIVO, CHONTA O SIMILAR), CERAMICA IMPORTADA MADERA FINA.	ALUMINIO O MADERA FINA (CAOBA O SIMILAR) DE DISEÑO ESPECIAL, VIDRIO POLARIZADO CURVADO.	MARMOL NACIONAL, MADERA FINA (CAOBA O SIMILAR) ENCHAPES EN TECHOS.	BAÑOS COMPLETOS IMPORTADOS CON MAYOLICA O CERAMICO DECORATIVO IMPORTADO.	SISTEMA DE BOMBEO DE AGUA POTABLE, ASCENSOR TELEFONO, AGUA CALIENTE Y FRIA.
	290.84	154.21	127.53	143.45	147.80	55.60	158.21
C	PLACAS DE CONCRETO, ALBAÑILERIA ARMADA, LADRILLO O SIMILAR CON COLUMNAS Y VIGAS DE AMARRE.	ALIGERADO O LOSAS DE CONCRETO ARMADO HORIZONTALES.	MADERA FINA MACHIHEMBADA TERRAZO.	ALUMINIO O MADERA FINA (CAOBA O SIMILAR) VIDRIO POLARIZADO.	SUPERFICIE CARAVISTA OBTENIDA MEDIANTE ENCOFRADO ESPECIAL, ENCHAPE EN TECHOS.	BAÑOS COMPLETOS NACIONALES CON MAYOLICA O CERAMICO NACIONAL DE COLOR.	IGUAL AL PUNTO 'B' SIN ASCENSOR.
	215.81	116.88	84.07	109.63	126.47	39.35	115.87
D	LADRILLO O SIMILAR	CALAMINA METALICA FIBROCEMENTO SOBRE VIGUERIA METALICA.	PARQUET DE 1era. LAJAS, CERAMICA NACIONAL, LOSETA VENECIANA 40x40	VENTANAS DE ALUMINIO PUERTAS DE MADERA SELECTA, VIDRIO TRANSPARENTE.	ENCHAPE DE MADERA O LAMINADOS, PIEDRA O MATERIAL VITRIFICADO.	BAÑOS COMPLETOS NACIONALES CON MAYOLICA	AGUA FRIA, CORRIENTE TRIFASICA, TELEFONO.
	166.86	101.90	71.27	73.48	91.39	26.68	64.44
E	MADERA SELECTA TRATADA SOBRE PILOTAJE DE MADERA CON BASE DE CONCRETO CON MUROS DE MADERA CONTRAPLACADA O SIMILAR	MADERA SELECTA TRATADA CON MATERIAL IMPERMEABILIZANTE.	PARQUET DE 2da. LOSETA VENECIANA 30x30 LAJAS DE CEMENTO CON CANTO RODADO.	VENTANAS DE FIERRO PUERTAS DE MADERA SELECTA (CAOBA O SIMILAR) VIDRIO TRANSPARENTE.	SUPERFICIE DE LADRILLO CARAVISTA.	BAÑOS CON MAYOLICA BLANCA PARCIAL.	AGUA FRIA, CORRIENTE MONOFASICA TELEFONO
	133.49	74.19	57.51	47.71	69.95	13.24	43.56
F	ADOBE O SIMILAR	CALAMINA METALICA FIBROCEMENTO O TEJAS SOBRE TNERALES DE MADERA	LOSETA CORRIENTE, CANTO RODADO.	VENTANAS DE FIERRO O ALUMINIO INDUSTRIAL, PUERTAS CONTRAPLACADAS DE MADERA (CEDRO O SIMILAR) VIDRIO TRANSPARENTE, SEMIDOBLE O SIMPLE.	TARRAJEO FROTACHADO Y/O YESO MOLDURADO, PINTURA LAVABLE O BARNIZADO SOBRE MADERA	BAÑOS BLANCOS SIN MAYOLICA.	AGUA FRIA, CORRIENTE MONOFASICA.
	104.48	34.11	46.83	38.92	53.57	11.26	24.06
G	MADERA TRATADA SELECTA CON BASE DE CONCRETO CON MUROS DE MADERA TIPO CONTRAPLACADA O SIMILAR	TECHOS DE PALMAS (CRISNEJAS)	LOSETA VINILICA, CEMENTO BRUÑADO COLOREADO.	MADERA CORRIENTE CON MARCOS EN PUERTAS Y VENTANAS DE PVC O MADERA CORRIENTE	ESTUCADO DE YESO Y/O BARRO, PINTURAAL, TEMPLE O AGUA.	SANITARIOS BASICOS DE LOSA DE 2da, FIERRO FUNDIDO O GRANITO.	AGUA FRIA, CORRIENTE MONOFASICA SIN EMPOTRAR.
	90.65	26.88	38.78	23.00	44.85	7.76	14.22
H	MADERA CORRIENTE	SIN TECHO	CEMENTO PULIDO, LADRILLO CORRIENTE, ENTABLADO CORRIENTE.	MADERA RUSTICA.	PINTADO EN LADRILLO RUSTICO, PLACA DE CONCRETO O SIMILAR.	SIN APARATOS SANITARIOS.	SIN INSTALACION ELECTRICA NI SANITARIA.
	45.32	0.00	14.92	11.50	17.94	0.00	0.00
I	MADERA RUSTICA		TIERRA COMPACTADA	SIN PUERTAS NI VENTANAS.	SIN REVESTIMIENTOS EN LADRILLO, ADOBE O SIMILAR.		
	18.13		3.28	0.00	0.00		
J	CAÑA GUAYAQUIL PONA O PINTOC						
	7.25		0.00				

EN EDIFICIOS AUMENTAR EL VALOR POR M2 EN 5 % A PARTIR DEL 5 PISO

EL VALOR UNITARIO POR M2 PARA UNA EDIFICACION DETERMINADA, SE OBTIENE SUMANDO LOS VALORES SELECCIONADOS DE UNA DE LAS 7 COLUMNAS DEL CUADRO, DE ACUERDO A SUS CARACTERISTICAS PREDOMINANTES.

LA DEMARCAACION TERRITORIAL CONSIGNADA ES DE USO EXCLUSIVO PARA LA APLICACION DEL PRESENTE CUADRO.

ABARCA LAS LOCALIDADES UBICADAS EN EL TERRITORIO COMPRENDIDO ENTRE LOS LIMITES CON EL ECUADOR, COLOMBIA, BRASIL, BOLIVIA Y LA CURVA DE NIVEL DE 1500 m.s.n.m. DE LA VERTIENTE ORIENTAL DE LOS ANDES QUE PARTIENDO DE LA FRONTERA CON EL ECUADOR CONTINUA HASTA SU CONFLUENCIA CON EL RIO NOVA, AFLUENTE DEL SAN ALEJANDRO, EN DONDE ASCIENDE HASTA LA COTA 2000 CONTINUA POR ESTA HACIA EL SUR HASTA SU CONFLUENCIA CON EL SANABENI AFLUENTE DEL ENE, DE ESTE PUNTO BAJA HASTA LA COTA 1500 POR LA QUE CONTINUA HASTA LA FRONTERA CON BOLIVIA.

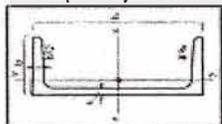
Inicio » Perfiles

Perfil UPN

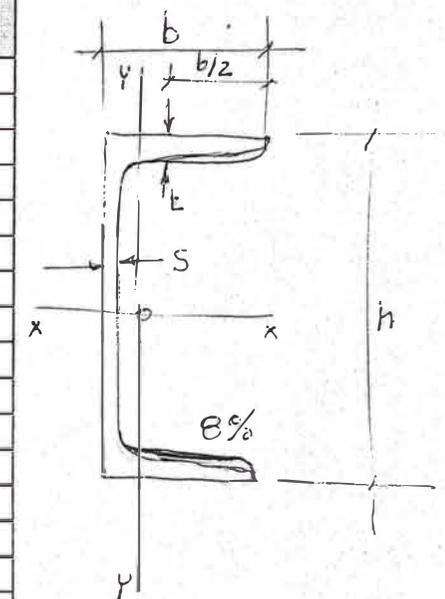
Enviado por Webmaster el Vie, 07/20/2007 - 12:00.

Perfiles

Tabla pesos y medidas de perfiles metálicos: Perfil UPN.

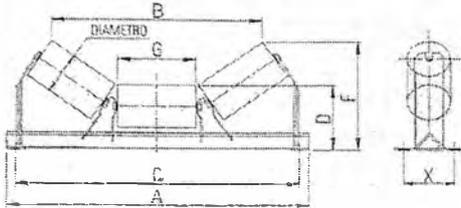


Denom. U.P.N.	Dimensiones				Sección F cm ²	Peso G kg/m	Lomg. L m	Valores estáticos					
	h mm	b mm	s mm	t mm				Jx cm ⁴	Jy cm ⁴	Wx cm ³	Wy cm ³	Ix cm	Iy cm
80	80	45	8.0	8.0	11.0	8.6	12	106	19.4	26.5	6.3	3.10	1.33
100	100	50	8.5	8.5	13.5	10.6	12	206	29.3	41.2	8.5	3.91	1.47
120	120	55	9.0	9.0	17.0	13.4	12	364	43.2	60.7	11.1	4.62	1.59
140	140	60	10.0	10.0	20.4	16.0	12	605	62.7	86.4	14.8	5.45	1.75
160	160	65	10.5	10.5	24.0	18.8	12	925	85.3	116.0	18.3	6.21	1.89
180	180	70	11.0	11.0	28.0	22.0	12	1350	114.0	150.0	22.4	6.95	2.02
200	200	75	11.5	11.5	32.2	25.3	12	1910	148.0	191.0	27.0	7.70	2.14
220	220	80	12.5	12.5	37.4	29.4	12	2690	197.0	245.0	33.6	8.48	2.30
240	240	85	13.0	13.0	42.3	33.2	12	3600	248.0	300.0	39.6	9.22	2.42
260	260	90	14.0	14.0	48.3	37.9	12	4820	317.0	371.0	47.7	9.99	2.56
280	280	95	15.0	15.0	53.3	41.8	12	6280	399.0	448.0	57.2	10.90	2.74
300	300	100	16.0	16.0	58.8	46.2	12	8030	495.0	535.0	67.8	11.70	2.90
320	320	100	17.5	17.5	75.8	59.5	12	10870	597.0	679.0	80.6	12.10	2.81
350	350	100	16.0	16.0	77.3	60.6	12	12840	570.0	734.0	75.0	12.90	2.72
380	380	102	16.0	16.0	80.4	63.1	12	15760	615.0	829.0	78.7	14.00	2.77
400	400	110	18.0	18.0	91.5	71.8	12	20350	846.0	1020.0	102.0	14.90	3.04

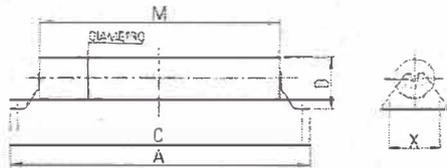


JUEGOS DE CARGA TROUGHING

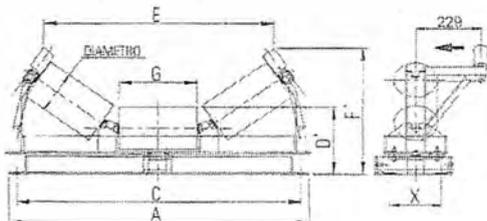
CNT Carga Normal Triple



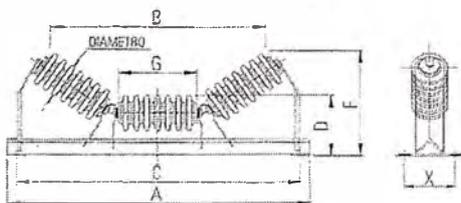
CNS Carga Normal Simple



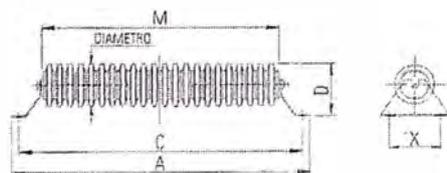
CAT Carga Autoalineante Triple



CIT Carga Impacto Triple



CIS Carga Impacto Simple

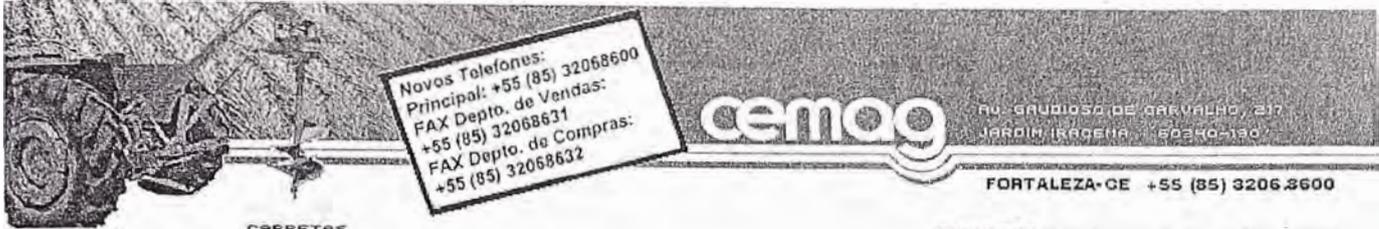


Ancho de faja	Diámetro	A	B		C	D	D'
			20°	35°			
18"	4"	750	540	480	686	180	195
	5"	750	535	460	686	210	225
20"	4"	800	580	520	737	180	195
	5"	800	595	520	737	210	225
	6"	800	585	510	737	220	235
24"	4"	900	680	610	838	180	195
	5"	900	695	610	838	210	225
	6"	900	685	595	838	220	235
30"	4"	1055	830	745	991	180	195
	5"	1055	835	745	991	220	235
	6"	1055	825	730	991	230	245
36"	4"	1205	975	880	1143	180	195
	5"	1205	990	885	1143	220	235
	6"	1205	980	870	1143	230	245
42"	5"	1360	1155	1035	1295	230	245
	6"	1360	1145	1020	1295	240	255
	7"	1360	1180	1065	1295	280	295
48"	5"	1510	1305	1170	1448	230	245
	6"	1510	1295	1155	1448	240	255
	7"	1510	1325	1200	1448	280	295
54"	6"	1665	1485	1350	1600	270	285
	7"	1665	1475	1335	1600	280	295
60"	6"	1815	1625	1520	1752	270	285
	7"	1815	1615	1505	1752	280	295
72"	6"	2120	1915	1745	2057	290	305
	7"	2120	1910	1730	2057	300	315

PLACAS DE APOYO

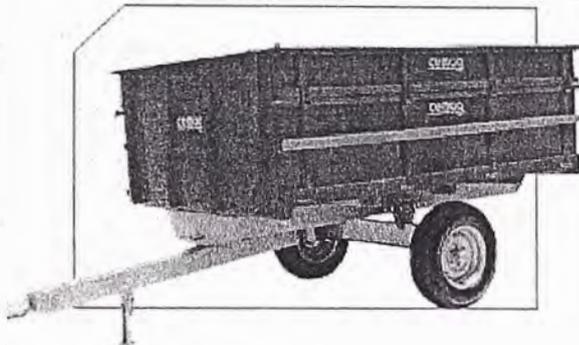
Fajas de 18" a 42", "X" = 180mm, Pernos 5/8"

Fajas de 48" a 72", "X" = 230mm, Pernos 3/4"



CARRETAS

Modelo Pelicano FB Fija - Basculante sin resortes



CARRETAS



Modelo Sabiá Eje Tandem



Modelo Eje Tandem



Modelo Agua - Fija com y sin resortes



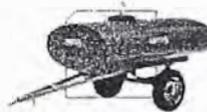
Modelo Uirapurú - 2 ejes com y sin resortes



Modelo Cacique 2.0t



Modelo Pelicano FB Fija Basculante sin resortes



Modelo Tanque y mono bloque



Modelo Tanque com Chasis



Modelo CBH y CBM Carreta Basculante Hidráulica o Manuale



Modelo CBME Carreta Ensiladora Basculante Manuel



Modelo CBHM 4500 para Café



Modelo CBHM 8000 RD Para Forraje



Modelo CBHM 10000 Vagón para Forraje

- EMPRESA
- PRODUCTOS
- EVENTOS
- PRELUNDO
- REUNIONES
- EXHIBIT
- VERSÃO PORTUGUÊS

Especificaciones Técnicas	FA 2,0	FA 3,0	FA 4,0	FA 4,0
Capacidad de carga	BA RS 2,0 ton	FB RS 3,0 ton	FB RS 4,0 ton	FB RD 4,0 ton
Chasis	2,50 x 0,70 x 0,14m	2,80 x 0,70 x 0,16m	3,20 x 0,70 x 0,16m	3,20 x 0,70 x 0,16m
Carrocería	2,50 x 1,65 x 0,45m	2,80 x 1,90 x 0,45m	3,20 x 1,90 x 0,45m	4,00 x 1,90 x 0,45m
Altura de la plataforma al suelo	1,03m	0,93m	0,92m	0,92m
Largo Total	3,20m	4,00m	4,35m	4,35m
Ancho Externo	1,60m	1,83m	1,83m	1,90m
Ruedas	6F 5.50F x 16' RS	6F 5.50F x 16' RS	6F 5.50F x 16' RS	6F 5.50F x 16' RD
Neumáticos	(2) 6.50 x 16' 8L	(2) 7.50 x 16' 10L	(2) 7.50 x 16' 10L	(4) 6.50 x 16' 8L
Peso sin resortes	389Kg	478Kg	562Kg	595Kg
Peso con resortes	431Kg	522Kg	600Kg	704Kg
Opcionales	Resortes y Frenos			
Notas	RD = Montaje Doble / RS = Montaje Simple / 6f = 6 Perforaciones.			

APENDICE D

TABLAS UTILIZADAS EN CÁLCULOS

TABLA 01 D
MAXIMO ANGULO DE INCLINACION

MATERIAL ACARREADO	MAXIMO ANGULO DE INCLINACION	MATERIAL ACARREADO	MAXIMO ANGULO DE INCLINACION.
Aluminio, dry, free flowing	18	Gravel, unsized	18
Beans, whole	8	Grain	15
Coal, Anthracite	16	Ore	15 a 20
Coal, Bituminous, sized, lumps over 4"	15	Packages	15 a 25
Coal, Bituminous, unsized	18	Pellets	5 a 15
Coal. Bituminous, fines, free flowing*	20	Roc	15 a 20
Coal. Bituminous, fines, sluggish**	22	Sand, very free flowing ***	15
Coke, sized	17	Sand, sluggish (moist) **	20
Coke, unsized	14	Stone, sized, lump over 4"	15
Coke, fines and breeze	20	Stone, sized, lump 4"	16
Earth, fre flowing *	20	Stone, unsized, lump over 4"	16
Earth, sluggish **	22	Stone, unsized	18
Gravel, sized, washed	12	stone, fines 1/8"	20
Gravel, sized, unwashed	15	Wood chips	27
* = Angulo de reposo de 30° a 45°			
** = Angulo de reposo sobre 45°			
*** = Angulo de reposo menor que 3°.			
Fuente: Link Belt Company Hand Book			

TABLA N° 02 D
CAPACIDAD DE FAJAS PLANAS

ANCHO DE LA FAJA = b, A = Area (pie²), C = Capacidad (Ton/Hr)

ANCHO DE FAJA (Pulg)	ANGULO DE SOBRECARGA					
	0°		10°		15°	
	A	C	A	C	A	C
14	0.0005	2.85	0.0223	6.69	0.0348	10.44
16	0.0129	3.87	0.0306	9.18	0.0473	14.19
18	0.0169	5.07	0.0396	11.88	0.0619	18.57
20	0.0213	6.39	0.0502	15.06	0.0788	23.64
24	0.0319	9.57	0.0749	22.47	0.1171	35.13
30	0.0517	13.51	0.1215	36.45	0.1897	36.91
36	0.0762	22.86	0.1791	53.73	0.2798	83.94
42	0.1055	31.65	0.2479	74.37	0.3875	116.3
48	0.1328	39.84	0.3005	90.15	0.4876	146.3

FUENTE: Separatas y Tables de Selección de elementos para transportadores de faja por el Ing° Manuel Reyes Campana.

TABLA N° 03 D
SELECCION SEGÚN SERVICIO DE LA CALIDAD DE LA CUBIERTA DE LA FAJA TRANSPORTADORA

GRADO DE CUBIERTA DE LAS FAJAS	CUALIDADES			APLICACIONES GENERALES
	Resistencia al Corte y Aplastamiento	Resistencia a la Abrasión	Resistencia al Aceite	
SERVICIO GENERAL				
GRADO 1	Excelente	Excelente	No recomendable	Material tamaño grande, filo cortante, servicio extremo pesado
GRADO 2	Bueno	Excelente	No Recomendable	Material clasificado de acción cortante limitada, Abrasión primario de servicio pesado
GRADO 3	Bajo	Bueno	Limitado	Material pequeño, clasificado, servicio general liviano
SERVICIO QUIMICO Y PETROLEO				
NEOPRENE Resistente al aceite.	Bueno	Muy Bueno	Favorable aceite vegetal y mineral	Carbón rociado con aceite pesado
Buena Resistencial al Aceite	Bueno	Bueno	Bueno para aceites	
FUENTE: Belt Conveyor For Bulk Materials, Conveyor Equipment Manufacturers Association - CEMA				

TABLA N° 05 D
ESPESOR DE CUBIERTA INFERIOR DE FAJAS TRANSPORTADORAS (Eci)
REQUERIMIENTOS MINIMOS PARA LA SELECCIÓN DE LA CUBIERTA DEL FONDO, ESPESOR DE CUBIERTA (pulg)

GRADO DE CALIDAD DE LA CUBIERTA	MATERIAL NO ABRASIVO		MATERIALES ABRASIVOS		MATERIAL MUY ABRASIVO		MATERIAL MUY ABRASIVO Y MUY CORTANTE	
	CLASE 5		CLASE 6		CLASE 7		CLASE 8	
	CONDICIONES DE OPERACIÓN							
	NORMAL	BUENA	NORMAL	BUENA	NORMAL	BUENA	NORMAL	BUENA
3	1/32"	1/32"	1/16"	1/16"				
2	1/32"	1/32"	1/16"	1/16"	3/32"	1/16"	1/8"	1/16"
1	1/32"	1/32"	1/16"	1/16"	1/16"	1/16"	3/32"	1/16"
FUENTE: Belt Conveyor For Bulk Materials, Conveyor Equipment Manufacturers Association - CEMA								

TABLA N° 04 D
ESPESOR DE LA CUBIERTA SUPERIOR DE LAS FAJAS TRANSPORTADORAS

FRECUENCIA (min.)	GRADO DE RECUBRIMIENTO	NO ABRASIVO			ABRASIVO			MUY ABRASIVO			MATERIAL MUY CORTANTE Y MUY ABRASIVO		
		Materiales como cal, madera en trozos. Material Clase 5			Material como sal, carbón, antracita, roca fosfatada, cal, tierra. Material clase 6			Material como escoria, mineral de cobre, coque, arena, polvo. Material Clase 7			Material como cuarzo, algunos minerales, fundición, basura, vidrio molido. Material Clase 8		
		TAMAÑO DEL MATERIAL											
		Hasta 1"	de 1" a 5"	Más de 5"	Hasta 1"	de 1" a 5"	Más de 5"	Hasta 1"	de 1" a 5"	Más de 5"	Hasta 1"	de 1" a 5"	Más de 5"
Hasta 0.5	S	1/16 - 5/32	3/32 - 3/16	1/8 - 1/4	3/32 - 7/32	1/8 - 9/32	3/16 - 9/32	1/8 - 9/32	1/8 - 11/32	1/4 - 1/2	1/8 - 11/32	3/16 - 7/16	5/16 - 5/8
	B	3/32 - 7/32	1/8 - 1/4	3/16 - 5/16	1/9 - 9/32	1/8" - 9/32	1/4 - 7/16	1/8 - 3/8	NR	NR	3/16 - 7/16	NR	NR
0.5 a 1.0	S	1/16 - 1/8	3/32 - 5/32	1/8 - 7/32	1/16 - 5/32	3/32 - 3/16	1/8 - 5/16	3/32 - 1/4	1/8 - 9/32	3/16 - 13/32	1/8 - 5/16	1/8 - 3/8	1/4 - 1/2
	B	1/16 - 5/32	3/32 - 3/16	1/8 - 1/4	3/32 - 7/32	1/8 - 1/4	3/16 - 9/32	1/8 - 5/16	3/16 - 3/8	1/4 - 1/2	3/16 - 3/8	1/4 - 1/2	NR
Más de 1.0	S	1/32 - 3/32	1/16 - 1/8	3/32 - 3/16	1/16 - 1/8	3/32 - 5/32	1/8 - 1/4	3/32 - 5/16	1/8 - 7/32	3/16 - 5/16	1/8 - 1/4	1/8 - 9/32	3/16 - 3/8
	B	1/32 - 3/32	1/16 - 5/32	1/8 - 7/32	1/16 - 5/32	1/8 - 7/32	3/16 - 5/16	1/8 - 7/32	1/8 - 9/32	1/4 - 3/8	1/8 - 5/16	3/16 - 3/8	1/4 - 1/2
NR	No Recomendable												
S	Stracker (RMA Grado 1)												
B	Est. Bttm (RMA Grado 2)												
FUENTE: Belt Conveyor For Bulk Materials, Conveyor Equipment Manufacturers Association - CEMA													

TABLA N° 6 D
MINIMO NUMERO DE PLIEGUES DE FAJA PLANA

ANCHO DE FAJA (Pulg)	CARGA LIVIANA 25 - 49 Lb/pe ³				
	Tejido RMA				
	TENSION DE REGIMEN				
	35	43	50	60	70
36	3	3	3	2	2
42	4	4	3	3	3

FUENTE: Manual de Transportadores continuos: STEPHENS - ADAMSON 1978

TABLA N° 07 D
MAXIMO NUMERO DE PLIEGUES DE LA FAJA PLANA

ANCHO DE FAJA (Pulg)	IDENTIFICACION DE FABRICA				
	RMA				
	35	43	50	60	70
36	5	5	5	4	4
42	7	7	6	6	6

FUENTE: Manual de Transportadores continuos: STEPHENS - ADAMSON 1978

TABLA N° 08 D
FACTOR S DE SERVICIO "A" PARA RODILLOS DE AVANCE

TIPO DE SERVICIO	FACTOR "A"
OPERACIÓN INTERMITENTE	
Menos de 6 horas al día	6
Instalaciones intermitentes o portátiles	6
Operaciones de almacenamiento a la intemperie	12
Transporte de materiales sobre 120 Lb/pe ³	15
OPERACIONES DE UN TURNO	
de 6 a 9 horas por día	9
Material clasificado hasta incluso 80 Lbs/pe	9
Material clasificado hasta incluso 120 Lbs/pe	12
Material clasificado sobre 120 Lbs/pe	15
Material clasificado limitado en tamaño solo por ancho de faja.	15
OPERACIONES DE 2 TURNOS	
Operaciones de 10 a 16 horas por día	12
Material sin clasificar hasta incluso 100 lbs/pe	12
Material clasificado sobre 100 Lbs/pe.	15
Material sin clasificar limitado en tamaños solo por el ancho de la faja	15
OPERACIÓN CONTINUA	
Sobre 16 Horas/día, todos los materiales.	15

FUENTE: Manual de Cálculo de Fajas Transportadoras, Industria Andina del Caucho 1987

TABLA N° 09 D
FACTOR "B" PARA RODILLOS DE AVANCE

TAMAÑO MAXIMO (Pulg)	FACTOR "B" (Peso Especifico de material Lbs/Pie ³)						
	50	75	100	125	150	175	200
4	24	36	48	60	72	84	96
6	32	48	64	80	95	112	128
8	40	60	80	100	120	140	160
10	48	72	96	120	144	168	192
12	56	84	112	140	168	196	224
14	64	96	128	160	192	224	256
16	72	108	144	180	216	252	288
18	80	120	160	200	240	280	320

FUENTE: Separatas y Tablas de Selección de Elementos para Transportadores de Fajas por el Ing° M Reyes C.

TABLA N° 10 D
CLASIFICACION DE RODILLOS DE AVANCE Y RETORNO

CLASIFICACION ANUAL	N° SERIES ANTES	DIAMETRO DEL RODILLO (Pulg.)	DIAMETRO DEL EJE		DESCRIPCION
			PULG.	mm	
A4	I	4	5/8"	17	Servicio Liviano
A5	I	5	5/8"	17	Servicio Liviano
B4	II	4	3/4"	20	Servicio Liviano
B5	II	5	3/4"	20	Servicio Liviano
C4	III	4	3/4"	20	Servicio Mediano
C5	III	5	3/4"	20	Servicio Mediano
C6	IV	6	3/4"	20	Servicio Mediano
D5	NA	5	3/4"	20	Servicio Mediano
D6	NA	6	1-1/4"	30	Servicio Mediano
E6	V	6	1-1/4"	30	Servicio Pesado
E7	VI	7	1-1/4"	30	Servicio Pesado

FUENTE: Belt Conveyor For Bulk Materials, Conveyor Equipment Manufacturers Association - CEMA

TABLA N° 11 D
SEPARACION NORMALMENTE EMPLEADA ENTRE RODILLOS TRANSPORTADORES "Si"(Pies).

ANCHO DE FAJA (Pulg)	RODILLOS DE AVANCE						RODILLOS DE RETORNO (Pies)
	PESO ESPECIFICO DE MATERIAL TRANSPORTADO (Lbs/pie ³)						
	30	50	75	100	150	200	
14	5.5	5	5	5	4.5	4.5	10
16	5.5	5	5	5	4.5	4.5	10
18	5.5	5	5	5	4.5	4.5	10
20	5.5	5	4.5	4.5	4	4	10
24	5	4.5	4.5	4	4	4	10
30	5	4.5	4.5	4	4	4	10
36	5	4.5	4	4	3.5	3.5	10
42	4.5	4.5	4	3.5	3	3	10
48	4.5	4	4	3.5	3	3	10

FUENTE: Belt Conveyor For Bulk Materials, Conveyor Equipment Manufacturers Association - CEMA 1988

TABLA N° 12 D

PESO ESTIMADO DE FAJAS "Wb" (Lbs/pie de longitud)

ANCHO DE FAJA (Pulg)	PESO DE MATERIAL TRANSPORTADO (Lbs/pie ³)		
	30 a 74 (liviano)	75 a 129 (Media)	130 a 200 (Pesado)
14	2.5	3	3.1
16	2.8	3.5	3.6
18	3.1	4	4.1
20	3.5	4.5	4.8
24	4.2	5.7	6.2
30	5.3	7.2	8
36	9.2	9.6	11.5
42	10.7	11.5	13.8
48	13.6	14.2	16.6

FUENTE: Separatas y Tablas de Elementos para Fajas Transportadores: Ing° M Reyes C.

TABLA N° 13 D

FACTOR POR DIAMETRO DE RODILLO (Ai) EN Lbs/rodillo	RODILLO CEMA
Ai = 1.5 para rodillos de 6" de diámetro	CEMA: C6, D6
Ai = 1.8 para rodillos de 5" de diámetro	CEMA: A5, B5, C5, D5
Ai = 2.3 para rodillos de 4" de diámetro	CEMA: A4, B4, C4
Ai = 2.4 para rodillos de 7" de diámetro	CEMA: E7
Ai = 2.8 para rodillos de 6" de diámetro	CEMA: E6
Ai = 0.0 para transporte inclinado regenerativo en descanso	

FUENTE: Belt Conveyor For Bulk Materials, Conveyor Equipment Manufacturers Association - CEMA 1988

TABLA N° 14 D

FACTOR DE CORRECCION DE TEMPERATURA (Kt)

TEMPERATURA	Factor Kt	TEMPERATURA	Factor Kt.
40 °F	3.00	0 °F	1.28
30 °F	2.50	10 °F	1.14
20 °F	2.00	20 °F	1.07
10 °F	1.57	30 °F o más	1.00

FUENTE: Belt Conveyor For Bulk Materials, Conveyor Equipment Manufacturers Association - CEMA 1988

TABLA Nº 15 D
FACTOR POR FLEXION DE LA FAJA "Ky"

LONGITUD DE FAJA TRANSPORTADORA (Pies)	Wb + Wm (Lbs/pie)	PENDIENTE (%)						
		0	3	6	9	12	24	33
		PENDIENTE EN GRADOS						
		0	2	3.5	5	7	14	18
	20	0.035	0.035	0.034	0.031	0.031	0.034	0.035
	50	0.035	0.034	0.033	0.032	0.031	0.028	0.027
	75	0.035	0.034	0.033	0.032	0.030	0.027	0.025
	100	0.035	0.033	0.032	0.031	0.030	0.026	0.023
	150	0.035	0.035	0.034	0.033	0.031	0.025	0.021
	200	0.035	0.035	0.035	0.035	0.032	0.024	0.018
	250	0.035	0.035	0.035	0.035	0.033	0.021	0.018
	300	0.035	0.035	0.035	0.035	0.032	0.019	0.018

FUENTE: Separatas y Tablas de Selección de Elementos para Fajas Transportadores: Ing° M Reyes C.

TABLA Nº 16 D
TENSION POR RESISTENCIA DE LAS POLEAS

LOCALIZACION DE LA POLEA	GRADO DE ENVOLVENTE DE LA CORREA	TENSION EN LINEA DE FAJA O LIBRAS DE FRICCION
LADO TENSO	150° A 240°	200 Lbs x polea
LADO FLOJO	150° A 240°	150 Lbs x polea
TODAS LAS OTRAS POLEAS	Menor que 150°	100 Lbs x polea

FUENTE: Belt Conveyor For Bulk Materials, Conveyor Equipment Manufacturers Association - CEMA 1988

TABLA Nº 17 D
COEFICIENTE DE FRICCION "Cs" PARA EL FALDON

MATERIAL	FACTOR Cs.	MATERIAL	FACTOR Cs.
Aluminio pulverizado seco	0.1210	Harina de Trigo	0.0265
Ceniza, carbón seco	0.0571	Trigo en granos	0.0433
Bauxita triturada	0.1881	Grava	0.1145
Frijol Blanco ordinario seco	0.0798	Yeso 1/2" diámetro	0.0090
Borax	0.0734	Mineral de hierro 200 Lbs/pie ³	0.2760
Afrecho granular	0.0238	Caql 1/8"	0.1166
Cemento Portland Seco	0.2120	Cal hidratada	0.0490
Cemento clinker	0.1228	Caliza Pulverizada	0.1280
Arcilla seca	0.0924	Arena	0.0219
Carbón de antracita	0.0538	Roca fosfatada	0.1086
Carbón bituminosos	0.0754	Sal común seca	0.0814
Coque en terrones	0.0452	Aserín seco	0.0086
Coque triturado	0.0186	Almidón	0.0623
Almendra de coco	0.0203	Azúcar granular	0.0349
Vidrio deshecho	0.0836	Viruta de Madera	0.0095

FUENTE: Link Belt Company Hand Book.

TABLA N° 18 D
FACTOR POR TENSION "Cw"

TIPO DE POLEAS DE MANDO	FACTOR ANGULO DE CONTACTO	TEMPLADOR DE GRAVEDAD		TEMPLADOR MANUAL	
		POLEA SIN CUBIERTA	POLEA CON CUBIERTA	POLEA SIN CUBIERTA	POLEA CON CUBIERTA
Simple sin deflector	180°	0.84	0.50	1.20	0.80
Simple con deflector	200°	0.72	0.42	1.00	0.70
	210°	0.66	0.38	1.00	0.70
	220°	0.62	0.35	0.90	0.60
	240°	0.54	0.30	0.80	0.60
Doble o Tandem	380°	0.23	0.11	0.50	0.30
	420°	0.18	0.08		

FUENTE: Belt Conveyor For Bulk Materials, Conveyor Equipment Manufacturers Association - CEMA 1988

TABLA N° 19 D
FACTOR DE SERVICIO PARA MOTORES ELECTRICOS (FS)

HORAS DE SERVICIO	FACTOR DE SERVICIO (FS) DE ACUERDO AL TIPO DE TRABAJO		
	I	II	III
Hasta 4 horas	0.70	0.85	1.00
Hasta 12 horas	0.85	1.00	1.25
Hasta 24 horas	1.00	1.25	1.50

MAQUINAS ACCIONADAS:

I	Generadores, ventiladores, bombas rotativas, fajas transportadoras ligeras, elevadores de máquinas textiles, embotelladoras, hiladoras, mandos auxiliares de máquinas herramientas.
II	Agitadoras, Mezcladoras, Amazadoras, Gusanos transportadores, transportadores vibrantes, hornos giratorios, tambores de secado, máquinas para fabricar papel, grúas, máquinas para industria textil.
III	Prensas laminadoras, molinos de piedras, dragas, máquinas para elaboración de arcilla, limadoras, fresaforas, elevador de cangilones, etc.

FUENTE: Manual de Cálculo de fajas transportadoras, Industria Andina del Caucho 1987.

TABLA N° 20 D
EFICIENCIA DE TRANSMISION DEL REDUCTOR " η_r "

TRANSMISION (Tipo de mecanismo de reductor de velocidad)	EFICIENCIA MECANICA
Fajas en V	0.94
Tren de ruedas dentadas sin caja de aceite	0.93
Tren de ruedas dentadas con caja de aceite	0.95
Reducciones simples en reductores de engranajes helicoidales	0.95
Reducciones dobles en reductores de engranajes helicoidales	0.94
Reducciones triples en reductores de engranajes helicoidales	0.93
Reducciones doble en reductores de eje montado	0.94
Reductores de Tornillo sin fin hasta 20:1	0.90
Reductores de Tornillo sin fin hasta 20:1 a 60:1	0.70
Reductores de Tornillo sin fin hasta 60:1 a 100:1	0.50

FUENTE: Manual de Cálculo de fajas transportadoras, Industria Andina del Caucho 1987.

TABLA N° 21 D
CARACTERISTICAS MOTOREDUCTORES NORMALES

HP	RPM	TIPO REDUCTOR	TIPO MOTOR	REDUCCION	COMBINACIÓN	PESO (Kgs.)
1.2	55	U14	80b4	30.992	773/771	35
	75	U14	80b4	22.747	776/771	35
	96	U14	80b4	17.778	779/771	35
1.8	54	U25v	90La4	31.653	753/751	50
	75	U14	90La4	22.747	776/771	40
	96	U14	90La4	17.778	778/771	40
2.4	54	U25v	90L4	31.653	753/751	52
	77	U25v	90L4	22.451	756/751	52
	97	U14	90L4	17.778	758/771	42
3.6	55	U25v	100La4	31.653	753/751	58
	77	U25v	100La4	22.451	756/751	52
	96	U25v	100La4	17.778	758/751	56

FUENTE: Catálogo de Motoreductores DELCROSA.

TABLA N° 22 D
MAXIMA TENSION DE POLEAS EN Lbs/pulg.

ARCO DE CONTACTO (°)	DIAMETRO DE POLEAS (Pulg.)													
	8	10	12	14	16	18	20	24	30	36	42	48	54	60
10	65	80	95	120	145	175	205	260	345	430	520	605	690	775
20	50	60	75	95	115	135	160	200	265	335	400	465	535	600
30	45	55	65	80	100	115	140	175	230	290	345	405	460	520
40	35	45	55	70	85	100	120	150	200	245	295	345	395	445
50	30	40	45	60	70	85	100	130	170	215	255	300	340	385
60	30	40	45	60	70	85	100	125	165	105	250	290	330	375
70	30	40	50	60	75	85	105	130	175	220	260	305	350	395
80	35	45	50	65	80	95	115	140	190	235	285	330	375	425
90	35	45	55	70	85	100	120	150	200	255	305	355	405	455
100	40	50	60	75	90	110	130	160	215	270	325	380	430	485
110	42	55	65	80	100	115	140	175	230	290	345	405	460	520
120	42	55	65	85	105	120	145	185	245	305	365	425	490	550
130	50	60	75	95	115	135	160	200	265	335	400	465	535	600
140	55	70	80	105	125	150	180	225	300	375	450	525	600	675
150	60	75	90	115	140	170	200	250	335	425	505	590	670	755
160	70	85	100	130	160	185	225	280	375	465	560	650	745	840
170	75	95	115	145	175	205	250	310	415	520	620	725	830	930
180	85	105	125	160	195	230	275	346	460	575	690	805	920	1035
190	75	95	115	145	175	205	250	310	415	520	620	725	830	930
200	70	85	100	130	160	185	225	280	375	465	550	650	745	840
210	60	75	90	115	140	170	200	250	335	420	505	590	670	755
220	55	70	80	105	125	150	180	225	300	375	450	525	600	675

FUENTE: Belt Conveyor For Bulk Materials, Conveyor Equipment Manufacturers Association - CEMA 1988

TABLA N° 23 D
RECOMENDACIONES PARA ANCHO DE POLEA FORRADA CON ESPACIO LIBRE DE LA FAJA

ANCHO DE LA FAJA DE TRANSPORTE (Pulg.)	ANCHO DE LA POLEA FORRADA Pf (Pulg.)	Distancia entre el Shute de descarga y la plancha del faldón (pulg.)	Minimo espacio libre de cada lado de la faja de retorno (pulg.)
42 y menos	A + 2	Pf + 3	2-1/2"
Más de 42	A + 3	Pf + 4	3"

FUENTE: Belt Conveyor For Bulk Materials, Conveyor Equipment Manufacturers Association - CEMA 1988

TABLA Nº 25 D
FACTOR POR CARGA RADIAL "Cr"

ARCO DE CONTACTO	FACTOR	ARCO DE CONTACTO	FACTOR	ARCO DE CONTACTO	FACTOR
5	0.0872	95	1.474	185	1.998
10	0.1743	100	1.532	190	1.992
15	0.2611	105	1.586	195	1.982
20	0.3473	110	1.638	200	1.969
25	0.4329	115	1.686	205	1.952
30	0.5178	120	1.732	210	1.931
35	0.6014	125	1.774	215	1.907
40	0.684	130	1.812	220	1.987
45	0.765	135	1.847	225	1.847
50	0.845	140	1.879	230	1.812
55	0.923	145	1.907	235	1.774
60	1	150	1.931	240	1.732
65	1.07	155	1.952	245	1.688
70	1.147	160	1.969	250	1.638
75	1.017	165	1.982	255	1.586
80	1.285	170	1.992	260	1.532
85	1.3511	175	1.998	265	1.47
90	1.414	180	2	270	1.414

FUENTE: Belt Conveyor For Bulk Materials, Conveyor Equipment Manufacturers Association - CEMA 1988

TABLA Nº 26 D
DIAMETRO MAXIMO DE EJE SEGÚN DIAMETRO DE LA POLEA.

DIAMETRO POLEAS (Pulg)	MAXIMO DIAMETRO DEL EJE RECOMENDABLE (Pulg)	DIAMETRO POLEAS (Pulg)	MAXIMO DIAMETRO DEL EJE RECOMENDABLE (Pulg)
8	2-7/16"	24	6
10	2-15/16	30	8
12	3-7/16"	36	10
14	3-15/16"	42	10
16	4-7/16"	48	10
18	4-15/16"	54	10
20	4-15/16"	60	10

FUENTE: Belt Conveyor For Bulk Materials, Conveyor Equipment Manufacturers Association - CEMA 1988

TABLA N° 27 D
DURACION EN HORAS DE SERVICIO PARA DIFERENTES TIPOS
DE MAQUINAS

N°	CLASE DE MAQUINAS	HORAS
1	Electrodomésticos, máquinas agrícolas, instrumentos aparatos técnicos para uso médico.	300 a 3000
2	Máquinas de uso intermitente o por periodos cortos: Máquinas herramientas portátiles, aparatos elevadores en talleres, máquinas para construcción.	3000 a 8000
3	Máquinas para trabajar con alta confiabilidad de funcionamiento durante periodos cortos o intermitentes: ascensores grúas para mercancías embaladas.	8000 a 12000
4	Máquinas para 8 horas de trabajo, o utilizados totalmente: transmisiones para engranajes para uso general, motores eléctricos para uso industrial, chancadores giratorios.	10000 a 25000
5	Máquinas para 8 horas de trabajo diario totalmente utilizados: Máquinas herramientas, máquinas para trabajar madera, máquina para la industria mecánica general, grúas para materiales a granel, ventiladores, transportadores de faja, equipos de impresión, centrifugas y separadoras.	20000 a 30000
6	Maquinarias para trabajo continuo, 24 horas al día: Caja de engranajes para laminadoras, maquinaria eléctrica de tamaño medio, compresoras, winche de extracción para minas, Bombas, maquinaria textil.	40000 a 50000
7	Maquinaria para abastecimiento de agua, hornos giratorios, máquinas cableadoras, máquinas propulsoras para trasatlánticos.	60000 a 100000
8	Maquinarias para fabricación de papel y pasta de papel, máquinas eléctricas de gran tamaño, centrales eléctricas, bombas y ventiladoras para minas, rodamientos para la línea de ejes de trasatlánticos.	~ 100000
FUENTE: Diseño de Elementos de Máquinas, Tomo II, Ing° Alva Dávila.		

TABLA N° 28 D
COEFICIENTES: X, Y, Xo, Yo

SERIE	e	Fa/Fr ≤ e		Fa/Fr > e		Xo	Yo
		X	Y	X	Y		

RODAMIENTO DE BOLAS A ROTULA

	0.16	1.00	3.90	0.65	6.10	1.00	4.00
	0.17	1.00	3.70	0.65	5.70	1.00	4.00
	0.18	1.00	3.50	0.65	5.40	1.00	3.60
	0.19	1.00	3.30	0.65	5.10	1.00	3.60
	0.20	1.00	3.20	0.65	4.90	1.00	3.20
	0.21	1.00	3.00	0.65	4.60	1.00	3.20
	0.22	1.00	2.90	0.65	4.50	1.00	2.80
	0.23	1.00	2.70	0.65	4.20	1.00	2.80
	0.24	1.00	2.60	0.65	4.10	1.00	2.80
	0.25	1.00	2.50	0.65	3.90	1.00	2.50
	0.26	1.00	2.40	0.65	3.70	1.00	2.50
	0.27	1.00	2.30	0.65	3.60	1.00	2.50
	0.28	1.00	2.20	0.65	3.50	1.00	2.50
	0.30	1.00	2.10	0.65	3.30	1.00	2.20
	0.31	1.00	2.00	0.65	3.10	1.00	2.20
	0.33	1.00	1.90	0.65	3.00	1.00	2.00
	0.35	1.00	1.80	0.65	2.80	1.00	1.80
	0.37	1.00	1.70	0.65	2.60	1.00	1.80
	0.40	1.00	1.60	0.65	2.40	1.00	1.60
	0.43	1.00	1.50	0.65	2.30	1.00	1.60
	0.44	1.00	1.40	0.65	2.20	1.00	1.40
	0.46	1.00	1.35	0.65	2.10	1.00	1.40
	0.48	1.00	1.30	0.65	2.00	1.00	1.40
	0.50	1.00	1.25	0.65	2.00	1.00	1.30
	0.52	1.00	1.20	0.65	1.90	1.00	1.30
	0.57	1.00	1.10	0.65	1.70	1.00	1.10
	0.60	1.00	1.05	0.65	1.60	1.00	1.10
	0.65	1.00	0.97	0.65	1.50	1.00	1.00

FUENTE: Diseño de Elementos de Máquinas, Tomo TT, Ing° Alva Dávila.

TABLA Nº 29 D
RODAMIENTOS DE BOLAS A ROTULA

RODAMIENTO Nº	d (mm)	D (mm)	B (mm)	d2	D1	r (mm)	CAPACIDAD KN		RPM Máx.		e	Manguito
							C	Co	Grasa	Aceite		
135	5	19	6	10.20	15.3	0.50	1.93	0.540	30000	36000	0.35	
126	6	19	6	10.20	15.3	0.50	1.93	0.540	32000	38000	0.35	
127	7	22	7	12.70	18	0.50	2.04	0.655	30000	36000	0.33	
108	8	22	7	12.70	18	0.50	2.04	0.655	30000	36000	0.33	
129	9	26	8	14.80	20	1.00	2.90	0.930	26000	32000	0.35	
SERIES 12, 12K												
1200	10	30	9	16.70	24.40	1.00	4.15	1.370	24000	30000	0.33	
1201	12	32	10	18.50	26.20	1.00	4.75	1.500	22000	28000	0.33	
1202	15	35	11	20.90	29.90	1.00	5.70	2.040	19000	24000	0.33	
1203	17	40	12	24.20	33.70	1.00	6.00	2.400	18000	22000	0.31	
1204	20	47	14	28.90	39.10	1.50	7.65	3.150	15000	18000	0.27	
1205	25	52	15	33.10	44.9	1.50	9.30	4.000	13000	16000	0.27	H205
1206	30	62	16	40.10	53.20	1.50	12.00	5.600	10000	13000	0.25	H206
1207	35	72	17	47.50	60.70	2.00	12.00	6.300	9000	11000	0.23	H207
1208	40	80	18	53.60	68.80	2.00	14.60	8.000	8500	10000	0.22	H208
1209	45	85	19	57.30	73.70	2.00	16.60	9.000	7500	9000	0.21	H209
1210	50	90	20	62.30	78.70	2.00	17.30	10.000	7000	8500	0.20	H210
1211	55	100	21	70.10	88.40	2.50	20.40	12.500	6300	7500	0.19	H211
1212	60	110	22	77.80	97.50	2.50	23.20	14.300	5600	6700	0.18	H212
1213	65	120	23	85.30	105.00	2.50	23.60	15.600	5300	6300	0.17	H213
1214	70	125	24	87.40	109.00	2.50	26.50	17.300	5000	6000	0.18	
1215	75	130	25	93.00	116.00	2.50	29.00	19.600	4800	5600	0.17	H215
1216	80	140	26	101.00	125.00	3.00	30.50	21.600	4500	5300	0.16	H216
1217	85	150	28	107.00	134.00	3.00	37.50	26.000	4000	4800	0.17	H217
1218	90	160	30	112.00	142.00	3.00	43.00	29.000	3800	4500	0.17	H218
1219	95	170	32	120.00	151.00	3.50	49.00	34.000	3600	4300	0.17	H219
1220	100	180	34	127.00	159.00	3.50	53.00	35.500	3400	4000	0.17	H220
1222	110	200	38	140.00	176.00	3.50	67.00	49.000	3000	3600	0.17	H222

FUENTE: Diseño de Elementos de Máquinas, Tomo TT, Ingº Alva Dávila.

TABLA N° 30 D
FACTORES DE SERVICIOS PARA TRANSMISIONES POR CADENAS DE RODILLOS

CLASE A	MOTORES DE COMBUSTION INTERNA CON ACOPLAMIENTO HIDRAULICO		
	CLASES		
CLASE B	MOTORES ELECTRICOS Y TURBINAS		
CLASE C	MOTORES DE COMBUSTION INTERNA CON ACOPLAMIENTO MECANICO		
MÁQUINAS MÓVIDAS	A	B	C
Agitadores de líquidos y semilíquidos	1.00	1.00	1.20
Alimentadores:			
De mesa giratoria	1.00	1.00	1.20
De mandil de fajas, de tomillos, de paletas rotarias.	1.20	1.30	1.40
Reciprocantes	1.40	1.50	1.70
Batidoras:	1.20	1.30	1.40
Bombas Centrifugas	1.00	1.00	1.20
Bombas Reciprocantes de 7 o más cilindros	1.20	1.30	1.40
Compresores Centrifugos	1.20	1.30	1.40
Compresores Reciprocantes			
de 3 o más cilindros	1.20	1.30	1.40
de 1 a 2 cilindros	1.40	1.50	1.70
Chancadoras	1.40	1.50	1.70
Elevadores de Cangilones			
Alimentados o cargados uniformemente	1.00	1.00	1.20
No alimentados o cargados uniformemente	1.20	1.30	1.40
Generadores	1.00	1.00	1.20
Hornos y secadores Rotarios.	1.20	1.30	1.40
Lineas de Ejes (contraejes)			
Para servicio liviano y normal	1.00	1.00	1.20
Para servicio pesado	1.20	1.30	1.40
Maquinarias			
Para aserraderos	1.20	1.30	1.40
De imprentas	1.20	1.30	1.40
De lavanderías	1.20	1.30	1.40
De panaderías	1.20	1.30	1.40
Máquinas			
Noreversible con carga uniforme	1.00	1.00	1.20
No reversible con carga pulsante moderada	1.20	1.30	1.40
Reversible con carga variable o con impactos severos.	1.40	1.50	1.70
Moedores	1.20	1.30	1.40
Molinos			
De bolas, de tubos	1.20	1.30	1.40
De martillo, de rodillos	1.40	1.50	1.70
Prensas	1.40	1.50	1.70
Propulsores de Barcos	1.40	1.50	1.70
Sopladores Centrifugos	1.00	1.00	1.20
Tecles	1.20	1.30	1.40
Transportadores			
Alimentados o cargados uniformemente	1.00	1.00	1.20
No Alimentados o cargados uniformemente	1.20	1.30	1.40
Ventiladores Centrifugos	1.00	1.00	1.20
Winches	1.20	1.30	1.40
Zarandas rotatorias cargados uniformemente	1.20	1.30	1.40
Factores de servicios Básicos:			
Carga Uniforme	1.00	1.00	1.20
Carga con choques moderados	1.20	1.30	1.40
Carga con choques fuertes	1.40	1.50	1.70

FUENTE: Diseño de Elementos de Máquinas, Tomo I, Ing° Alva Dávila.

TABLA N° 31 D
FACTOR MODIFICATORIO DE LA POTENCIA A TRANSMITIR

N° DE DIENTES	FACTOR	N° DE DIENTES	FACTOR	N° DE DIENTES	FACTOR
11	1.73	19	1.00	27	0.68
12	1.64	20	0.95	28	0.66
13	1.51	21	0.90	29	0.63
14	1.39	22	0.85	30	0.61
15	1.29	23	0.81	31	0.59
16	1.2	24	0.78	32	0.57
17	1.13	25	0.74	33	0.55
18	1.06	26	0.71	34	0.53

FUENTE: Diseño de Elementos de Máquinas, Tomo I, Ing° Alva Dávila.

TABLA N° 32 D
ESPECIFICACIONES PARA CADENAS DE RODILLOS ANSI

ANSI N°	PASO (Pulg)	CARGA DE ROTURA (Lbs)	PESO PROMEDIO (Lbs/pie)	VELOCIDAD MAXIMA (pies/min)		
				TIPO DE LUBRICACION		
				Manual	Goteo	Salpicadura
25	1/4"	875	0.09	500	2500	3500
35	3/8"	2100	0.21	370	1700	2800
40	1/2"	3700	0.42	300	1300	2300
50	5/8"	6100	0.68	250	1000	2000
60	3/4"	8500	1	220	850	1800
80	1"	14500	1.73	170	650	1500
100	1-1/4"	24000	2.5	150	520	1300
120	1-1/2"	34000	3.69	130	430	1200
140	1-3/4"	46000	5	115	370	1100
160	2"	58000	6.5	100	330	1000
180	2-1/4"	76000	9.06	95	300	950
200	2-1/2"	95000	10.65	85	260	900

FUENTE: Diseño de Elementos de Máquinas, Tomo I, Ing° Alva Dávila.

TABLA N° 33 D
CAPACIDADES DE MOTORES ASINCRONOS "DELCROSA"

TIPO	DIAM. EJE (mm)	2 POLOS		4 POLOS		6 POLOS		8 POLOS	
		CV	RPM	CV	RPM	CV	RPM	CV	RPM
NV56a	9	1/7.	3250	0.1	1630				
NV56b	9	1/5.	3250	1/7.	1640				
NV63a	11	0.3	3280	1/5.	1650				
NV63b	11	0.4	3300	0.3	1660				
NV71a	14	0.6	3380	0.4	1660				
NV71b	14	0.9	3400	0.6	1670				
NV80a	19	1.2	3440	0.9	1690	0.6	1130		
NV80b	19	1.8	3440	1.2	1700	0.9	1130		
NV90S	24	2.4	3450	1.8	1710	1.2	1140		
NV90La	24	2.4	3450	1.8	1710	1.2	1140		
NV90L	24	3.6	3480	2.4	1720	1.8	1145		
NV100La	28			3.6	1730			1.2	840
NV100L	28	4.8	3480	4.8	1740	2.4	1145	1.8	840
NV112M	28	6.6	3430	6.6	1740	3.6	1145	2.4	850
NV132Sa	38	9	3450						
NV132S	38	12	3460	9	1740	4.8	1150	3.6	860
132Ma	38					6.6	1150		
NV132M	38	15	3470	12	1745	9	1155	4.8	865
NV160Ma	42	18	3480					6.6	865
NV160M	42	24	3490	18	1745	12	1155	9	865
NV160L	42	30	3520	24	1745	18	1160	12	865
NV180M	48	36	3530	30	1745			12	
NV180L	48			36	1750	24	1165	18	865
NV200La	55	48	3540			30	1165		
NV200L	55	60	3540	48	1760	36	1165	24	865
NV255cS	60			60	1760			30	870
NV255eM	60			70	1760	48	1163	36	870
NV255M	55	70	3540				1165		
NV250cM	60	90	3540						
NV250M	65			90	1765	60	1165	48	875
NV280S	65	125	3540						
NV280S	75			125	1765	70	1165	60	875
NV280M	65	150	3540						
NV280M	75			150	1765	90	1165	70	875
NV315S	65	180	3540						
NV315Sr	80			180	1765	125	1165	90	875
NV315M	65	220	3540						
NV315Mr	80			220	1765	150	1165	125	875
NV315Lr	70	260	3550						
NV315Lr	90			260	1775	180	1180	150	880
NV315Lr	70	310	3550						
NV315Lr	90			310	1775	220	1180	180	880

FUENTE: Diseño de Elementos de Máquinas, Tomo I, Ing° Alva Dávila.