

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

**Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la
Producción**

**“Diseño y Selección de Equipos de Transporte - Mezcla y
Desempolvado Para Planta de Elaboración de Mortero Seco
en el Ecuador”**

TESIS DE GRADO

Previo a la obtención del Título de:

INGENIERO MECÁNICO

Presentada por:

Geovanny Iván Vásquez Morillo

GUAYAQUIL – ECUADOR

Año: 2008

AGRADECIMIENTO

A mi Dios, a mis Padres y hermanos, quienes con sus sabios conocimientos supieron guiarme en todo momento, a mis compañeros y jefes de trabajo por su colaboración y tiempo. De igual manera para el Ing. Julián Peña, Director de esta Tesis, por la información y confianza deposita en mí para la culminación de la misma.

DEDICATORIA

A MIS PADRES

A MIS HERMANOS

A MIS SOBRINOS

A MI FAMILIA

A MIS AMIGOS

TRIBUNAL DE GRADUACIÓN



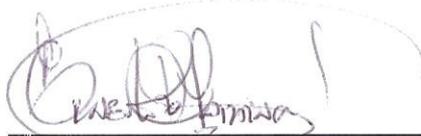
Ing. Omar Serrano V.
DELEGADO POR EL DECANO
DE LA FIMCP
PRESIDENTE



Ing. Julián Peña E.
DIRECTOR DE TESIS



CIB -ESPOL

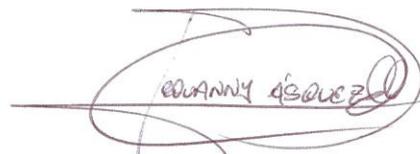


Ing. Ernesto Martínez L.
VOCAL

DECLARACIÓN EXPRESA

“La responsabilidad del contenido de esta Tesis de Grado, me corresponden exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL”

(Reglamento de Graduación de la ESPOL).

A handwritten signature in black ink, enclosed within a hand-drawn oval. The signature is written in a cursive style and appears to read "Geovanny Iván Vásquez Morillo".

Geovanny Iván Vásquez Morillo

RESUMEN

En este proyecto se desarrollará el diseño de los equipos de transporte y desempolvado para una planta de elaboración de Mortero Seco en el Ecuador. También forma parte de este proyecto la selección de los equipos de mezcla del mortero seco para obtener una producción de 50 Ton/h.

Para obtener el mortero seco primeramente se debe desarrollar el sistema de alimentación y almacenamiento en silos de arena, filler, cal, cemento blanco, cemento gris y aditivos. Esto se lo hará mediante conexiones mecánicas con la Planta de Arena existente y a través de tuberías llenadas por carros repartidores. En el caso de la conexión con la planta de Arena se utilizaran equipos tales como transportadores de tornillo, válvulas neumáticas y elevadores de cangilones, en el caso de la conexión de Filler se utilizará un aerodeslizador para alimentar a un elevador de cangilones.

Entre los principales objetivos para la implementación de esta nueva planta tenemos la logística de transporte puesto que actualmente entre la planta de Arena y la de Mortero tenemos una distancia de aproximadamente 32 Km., esto hace que la empresa incurra en altos gastos de transporte.

Dentro de las reglamentaciones gubernamentales incluye un óptimo sistema de aspiración de polvo para obtener una planta limpia.

En el capítulo 1 se dará una introducción de las mezclas necesarias para el obtener el mortero seco, sus propiedades y aplicaciones, se tratará la importancia de la implementación de una nueva planta y la importancia del mortero seco como parte del sector de la construcción en Ecuador. También presentaremos el esquema básico de obtención del mortero seco.

En el capítulo 2 se verán los requerimientos del sistema, presentándose todas las necesidades previas y necesarias para la implementación de la planta como son el espacio físico, la parte estructural, neumática, eléctrica y electrónica, el impacto ambiental, los parámetros de seguridad y finalmente se incluirán todos los datos de entrada para la ejecución de los cálculos.

En el capítulo 3 se procederá a la parte medular de la tesis, concentrándonos en el diseño y la selección de los sistemas de transporte, mezcla y desempolvado. En este capítulo se hará un análisis minucioso de los elementos mecánicos que contribuyan en base a los requerimientos a obtener nuestro objetivo.

En el capítulo 4 se hará un análisis de factibilidad de obra, uniendo la parte mecánica con el diseño básico y de detalle como son la parte civil, la parte neumática y la parte eléctrica, usando diagramas de Gantt para planificar la ejecución de obra. En este capítulo también se dará a conocer la tasa de retorno del proyecto.

En el capítulo 5 se procederá a dar las conclusiones de los análisis y las respectivas recomendaciones que podrán servir en el transcurso de la ejecución del diseño y de la obra propiamente dicha.

ÍNDICE GENERAL

Pág.

RESUMEN	II
ÍNDICE GENERAL.....	V
ABREVIATURAS	VII
SIMBOLOGÍA	IX
ÍNDICE DE FIGURAS	X
ÍNDICE DE TABLAS	XII
ÍNDICE DE PLANOS	XV
INTRODUCCIÓN	1
CAPITULO 1	3
1. MORTERO SECO EN EL ECUADOR	3
1.1.Introducción	6
1.1.1.Desarrollo Sostenible Como Modelo de Crecimiento	8
1.1.2.Definición de Mortero Seco.....	9
1.1.3.Propiedades y Agregados Empleados en la fabricación de Mortero Seco	9
1.2.Ventajas De La Implementación De Una Nueva Planta De Mortero Seco En El Ecuador	14
1.3.Importancia Del Mortero Seco Como Parte Del Sector De La Construcción En La Economía Del País	21
1.4.Proceso De Fabricación Del Mortero Seco.....	25
1.5.Resumen De Capitulo.....	28
CAPITULO 2.....	30
2. REQUERIMIENTOS DEL SISTEMA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UNA NUEVA PLANTA DE MORTERO SECO EN EL ECUADOR	30
2.1.Espacio Físico Y Logística De Transporte.....	30
2.2.Planta De Arena	32
2.3.Obra Civil.....	37
2.4.Estructura Metálicas De Edificio	39
2.5.Obtención Y Almacenamiento De Materias Primas	42
2.6.Instalaciones Neumáticas	49
2.7.Instalaciones Eléctricas	52
2.8.Impacto Ambiental Del Proceso.....	59
2.9.Parámetros De Seguridad	60
2.10.Resumen De Capítulo Y Datos De Entrada	62
CAPITULO 3	64
3. DISEÑO Y SELECCIÓN DE EQUIPOS DE TRANSPORTE-MEZCLA Y DESEMPOLVADO	64

3.1. Diagrama De Flujo De Proceso	64
3.2. Diseño De Conexión Con Planta De Arena	67
3.3. Diseño De Elevadores	85
3.4. Diseño De Transportadores De Tornillo	91
3.5. Selección De Zarandas	100
3.6. Selección De Mezclador Y Dosificador De Fibras	103
3.7. Diseño De Tolvas Almacenamiento Para Despacho	109
3.8. Selección De Paletizadora Y Ensacadora	112
3.9. Diseño De Elevador De Recirculación.....	117
3.10. Diseño De Transporte A Edificio Despacho Al Granel	119
3.11. Diseño De Transporte Hacia Manga De Despacho Al Granel	121
3.12. Diseño De Desempolvado De Planta.....	122
3.13. Resumen De Capítulo Y Producto Terminado	141
CAPITULO 4	143
4. ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD DE LA EJECUCIÓN DE LA OBRA.....	143
4.1. Presupuesto Referencial Para La Implementación De La Obra.....	143
4.1.1 Obra Civil	144
4.1.2 Obra Mecánica	144
4.1.3 Estructural.....	146
4.1.4 Eléctrico y Electrónico	147
4.1.5 Neumático.....	147
4.1.6 Sistemas de Control	148
4.2. Factibilidad Técnica	150
4.3. Tasa De Retorno	157
4.4. Programación De La Obra	161
4.5. Análisis Seguro De Trabajo	165
CAPITULO 5	170
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	170
APÉNDICES	175
BIBLIOGRAFÍA	196

ABREVIATURAS

A.....	Área
A.S.M.E.....	American society of mechanical engineers
AFAM.....	Asociación Nacional de Fabricantes de Mortero
ANEFA.....	Asociación Española de Fabricantes de Árido
ANEFHOP.....	Asociación Española de Fabricantes de Hormigón Preparado
ANSI.....	American national standards institute
AST.....	Análisis Seguro de Trabajo
ASTM.....	American society for testing materials
Bar.....	Bar
BCE.....	Banco Central del Ecuador
CAD.....	Diseño Asistido por Computadora
Ced.....	Cedula
CFH.....	Pie cúbico por hora
CFM.....	Pie Cúbico por metro
CO ₂	Dióxido de carbono
D.....	Diámetro
dB.....	Decibeles
FAD.....	Sistema Flexible de Dosificación de Aditivos
FPM.....	Pies por minuto
ft.....	pie
g.....	constante de gravedad en m/s ²
GAL.....	galón
H.....	altura de elevador en metros
H ₀	Constante de altura
HP.....	caballo de fuerza
Hz.....	Hertzio
k.....	constante de contrapeso en elevadores
Kg.....	kilogramos
Kg./m ³	kilogramo por metro cúbico
Kw.....	kilovatio
l/s.....	litro por segundo
m.....	masa de balde
M ^a	Muy Ilustre
M ^a	metro lineal
m ²	metro cuadrado
m ³	metro cúbico
m ³ /h.....	metro cúbico por hora
mg/Nm ³	miligramo por metro cúbico neto
mm.....	milímetro
n.....	número de columnas frente a cada banda
N.A.....	no aplica

nv.....	eficiencia de alabe de ventilador
°c.....	grado centígrado
OCDE.....	Organización para el desarrollo y cooperación económica
OFICEMEN.....	Asociación Nacional de Fabricantes de Cemento de España
OSHA.....	Occupational safety and health administration
Pe.....	presión estática
Psi.....	libra por pulgada cuadrada
Psig.....	libra por pulgada cuadrada manométrica
Q.....	caudal
RPM.....	revoluciones por minuto
s.....	espacio entre baldes de centro a centro en mm
Te.....	Tensión efectiva
Tm.....	Tensión máxima
Ton/h.....	Toneladas por hora
USD.....	Dólares americanos
v.....	velocidad
Vol.....	Volumen
w.....	Voltios

SIMBOLOGÍA

	Válvula
\varnothing	Diámetro
R	Radio
	Acabado
	Válvula Solenoide
	Bomba
	Medidor de Flujo
	Auto-tanque

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1.1: MEZCLADOR DE MORTERO SECO ⁽⁹⁾	4
FIGURA 1.2: PROCESO DE FABRICACIÓN DE MORTERO SECO ⁽¹⁰⁾	6
FIGURA 1.3: FABRICA DE MORTERO SECO ⁽¹¹⁾	16
FIGURA 1.4: UBICACIÓN SISTEMAS DE CONTROL AUTOMATIZADOS .	17
FIGURA 1.5: DOSIFICACION MANUAL. ⁽¹¹⁾	18
FIGURA 1.6: MANIPULACIÓN MANUAL DE MATERIAS PRIMAS. ⁽¹¹⁾	19
FIGURA 1.7: MANEJO DE CARGAS Y DOSIFICACIÓN IMPRECISA. ⁽¹¹⁾ ..	20
FIGURA 1.8: CONSTRUCCIÓN: UN SECTOR CLAVE PARA MOVER LA ECONOMIA. ⁽¹²⁾	24
FIGURA 2.1: AREA PARA PLANTA DE MORTERO SECO ⁽¹³⁾	31
FIGURA 2.2: DIAGRAMA DE FLUJO PLANTA DE ARENA ⁽¹³⁾	35
FIGURA 2.3: PLANTA DE ARENA 3D ⁽¹³⁾	36
FIGURA 2.4: CIMENTACIONES PLANTA DE MORTERO SECO	37
FIGURA 2.5: DISEÑO ESTRUCTURAL DE EDIFICIO ⁽¹³⁾	40
FIGURA 2.6: SILOS DE ALMACENAMIENTO ⁽⁹⁾	48
FIGURA 2.7: DISEÑO NEUMÁTICO ⁽⁹⁾	50
FIGURA 2.8: ESQUEMA DE SISTEMA ELÉCTRICO ⁽¹³⁾	58
FIGURA 2.9: POLITICA SSO ⁽²⁰⁾	61
FIGURA 3.1: DIAGRAMA DE FLUJO PLANTA DE MORTERO	65

FIGURA 3.2: DIAGRAMA DE BLOQUE PLANTA DE MORTERO Y PLANTA DE ARENA.....	66
FIGURA 3.3: COMPONENTES DE BANDA TRANSPORTADORA.	75
FIGURA 3.4: COMPONENTES DE CABEZAL DE RETORNO	75
FIGURA 3.5: CHUTE DESCARGA	76
FIGURA 3.6: PUERTAS DE INSPECCIÓN	76
FIGURA 3.7 DUCTO Y CHUTE	77
FIGURA 3.8: COMPONENTES DE AERODESLIZADORES.....	78
FIGURA 3.9: COMPONENTES DE TRANSPORTADOR	91
FIGURA 3.10: GRANULOMETRÍA Y MALLAS EN CRIBAS.....	100
FIGURA 3.11: TOLVAS E INFLUENCIA EN FORMA DE FLUJO ⁽⁵⁾	109
FIGURA 3.12: DIAGRAMA DE ESFUERZOS EN PLACAS ⁽¹⁴⁾	111
FIGURA 3.13: DIMENSIONES DE SACOS.....	113
FIGURA 3.14: ALTURA DE PALET	115
FIGURA 3.15: DIMENSIONES DE PALET	116
FIGURA 3.16: FILTRO DE MANGAS	126
FIGURA 3.17: TOLVA DE FILTRO	131
FIGURA 3.18: MEDIDOR DE PRESIÓN.....	132
FIGURA 3.19: SECUENCIA DE LIMPIEZA DE MANGAS	133
FIGURA 3.20: CAMPANAS O BOCAS DE CAPTACIÓN	138
FIGURA 4.1: CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN DE OBRA	164

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1 PRINCIPALES VENTAJAS.	21
TABLA 2 PIB EN TASAS DE CRECIMIENTO REAL ⁽¹²⁾	25
TABLA 3 ELEMENTOS DE UN SISTEMA DE FABRICACIÓN DE ARENA .	34
TABLA 4 TIPOS DE PERFILES DE SUELO.....	38
TABLA 5 NIVELES DE EDIFICIO.....	41
TABLA 6 MATERIAS PRIMAS.....	46
TABLA 7 MATERIALES DE EQUIPOS NEUMÁTICOS.....	51
TABLA 8 DATOS DE LA INSTALACIÓN	52
TABLA 9 INSTALACIONES ELÉCTRICAS.....	53
TABLA 10 PROPIEDADES DE MATERIALES	68
TABLA 11 CALCULO CAPACIDAD DE BANDA TRANSPORTADORA.....	69
TABLA 12 CALCULO POTENCIA DE BANDA TRANSPORTADORA	70
TABLA 13 POTENCIA PARA DESCARGADOR MOVIL ⁽⁵⁾	73
TABLA 14 RELACION DE TRANSMISION DE POLEAS ⁽⁵⁾	74
TABLA 15 ESPESOR ADECUADO DE BANDA ⁽⁵⁾	74
TABLA 16 CHUTE DE DESCARGA	77
TABLA 17 CAPACIDADES DE AERODESLIZADORES	79
TABLA 18 DIMENSIONES DE AERODESLIZADOR.....	80
TABLA 19 DIMENSIONES DE VENTILADOR RADIAL	81
TABLA 20 DIMENSIONES CHUTE DESCARGA DE AERODESLIZADOR .	82

TABLA 21 DIMENSIONES DE BRIDAS	83
TABLA 22 RESUMEN AERODESLIZADOS	84
TABLA 23 DIMENSIONES Y VOLUMEN DE ELEVADORES ⁽⁴⁾	86
TABLA 24 CONSTANTE DE CONTRAPESO	88
TABLA 25 CÁLCULO DE POTENCIA DE ELEVADOR DE ARENA.....	89
TABLA 26 CÁLCULO DE POTENCIA DE ELEVADOR DE FILLER	89
TABLA 27 POTENCIA ELEVADOR DE ARENA.....	90
TABLA 28 FACTOR DE MATERIAL	93
TABLA 29 CAPACIDADES DE TRANSPORTADORES	94
TABLA 30 TRANSPORTADOR HELICOIDAL SECCIONAL	95
TABLA 31 DIMENSIONES DE TRANSPOTADOR DE TORNILLO	96
TABLA 32 DIAMETROS DE TORNILLOS TRANSPORTADORES	97
TABLA 33 DATOS DE TORNILLOS TRANSPORTADORES	98
TABLA 34 POTENCIAS DE TORNILLO TRANSPORTADORES	99
TABLA 35 ACCESORIOS ADICIONALES.....	99
TABLA 36 SELECCIÓN DE MALLAS PARA CRIBAS	101
TABLA 37 SELECCIÓN DE POTENCIA PARA CRIBAS.....	102
TABLA 38 DATOS DE SELECCIÓN DE MEZCLADOR	106
TABLA 39 DIMENSIONES DE TOLVA DE ALMACENAMIENTO	112
TABLA 40 POTENCIA DE PALETIZADORA	115
TABLA 41 DATOS DE SELECCIÓN DE ENSACADORA.....	116
TABLA 42 DATOS DE ELEVADOR B43-139 DE RECIRCULACIÓN ⁽⁴⁾	117

TABLA 43 POTENCIA DE ELEVADOR DE RECIRCULACIÓN	118
TABLA 44 CALCULOS BANDA DESPACHO AL GRANEL	120
TABLA 45 FLUJO CARACTERÍSTICOS DE EQUIPOS ⁽¹⁾	122
TABLA 46 CALCULO DE FILTRO NIVEL SUPERIOR EDIFICIO.....	128
TABLA 47 CALCULO DE FILTRO NIVEL INFERIOR EDIFICIO	129
TABLA 48 TIPOS DE MANGAS	134
TABLA 49 COSTOS OBRA CIVIL	144
TABLA 50 COSTOS OBRA MECÁNICA.....	145
TABLA 51 COSTOS OBRA ESTRUCTURAL	146
TABLA 52 COSTOS ELÉCTRICOS Y ELECTRÓNICOS	147
TABLA 53 COSTOS NEUMÁTICOS.....	147
TABLA 54 COSTOS CUARTO DE CONTROL	148
TABLA 55 PRESUPUESTO REFERENCIAL PARA LA FABRICACIÓN Y MONTAJE DE NUEVA PLANTA DE MORTERO SECO.	148
TABLA 56 AMORTIZACIÓN DEL PROYECTO	158
TABLA 57 RESUMEN ANUAL DE AMORTIZACIÓN.....	159
TABLA 58 FLUJO DE CAJA	160
TABLA 59 TASA INTERNA DE RETORNO	160
TABLA 60 AST DE CORTE	166
TABLA 61 AST DE ARMADO	167
TABLA 62 AST DE SOLDADURA	168

ÍNDICE DE PLANOS

- PLANO 1: Planta De Mortero Seco Vistas
- PLANO 2: Transportadores De Tornillo General
- PLANO 3: Tolva Ensacadoras
- PLANO 4: Transportadores De Tornillo
- PLANO 5: Conexión Con Planta De Arena
- PLANO 6: Ductos Desempolvado
- PLANO 7: Filtro De Mangas

INTRODUCCIÓN

El mortero seco es por definición la mezcla de arena, aglomerantes a base de cemento o cal y aditivos, realizados en fábrica bajo controles de calidad y transportados en seco a la obra donde se aplica tras agregarle agua. Los morteros se dividen principalmente en mezclas utilizadas para pegar bloques; mezclas de acabado de superficies y morteros de nivelación de pisos. En esta tesis se diseñará y seleccionará los equipos de transporte - mezcla y desempolvado para una planta de elaboración de Mortero Seco en el Ecuador

Como primer paso se adoptará la política de Desarrollo Sostenible (Tratado de la Unión Europea de 1993) como modelo de crecimiento económico con responsabilidad social y con el menor impacto al medio ambiente. Luego se analizarán las ventajas de la creación de una Nueva Planta de Mortero Seco en el Ecuador y su importancia en la Economía como parte del sector de la construcción.

Como segundo paso se describirá los factores que restringen el diseño tales como la obtención y almacenamiento de materias primas, obra civil, estructura metálica del edificio, normativa a seguir, las instalaciones neumáticas – eléctricas y electrónicas, Sistemas de Control, niveles de

contaminación, condiciones de seguridad industrial, factibilidad económica, entre otros.

Este estudio se enfoca principalmente en diseñar los sistemas de recepción, almacenado, mezcla, despacho y desempolvado, tomando en cuenta la totalidad de las variables descritas en el paso anterior, la normativa que rige cada proceso tanto local como internacional y el estudio de los requerimientos del cliente.

Cabe mencionar que también se plantea un presupuesto estimado de la obra, tomando en cuenta los parámetros de diseño, selección, fabricación y montaje de la planta, la factibilidad Técnica-Económica, la tasa de retorno de la inversión así como la programación para la ejecución de los trabajos.

CAPITULO 1

1. MORTERO SECO EN EL ECUADOR

La tecnología que implica la fabricación del Mortero Seco en el Ecuador no es muy conocida en la actualidad. Ha tenido su auge a partir de la implementación de nuevas plantas a nivel mundial especialmente en las grandes cementeras. Es por esta razón que la presente tesis da a conocer un nuevo sistema de mezclas que brinda a los usuarios mayor facilidad para la construcción, menos costes al momento de producir, aumenta el ahorro de transporte y da mayor seguridad a la mano de obra empleada en los proyectos.

Como preámbulo podemos mencionar que en el país existe una planta actualmente funcionando pero que invierte mucho dinero en gastos de movilización. El antiguo proceso utilizaba agregados obtenidos

principalmente de arena lavada, con las limitaciones de granulometría y el alto consumo de energía en el proceso de secado.

La industria del Mortero seco toma como ejemplos a las principales compañías cementaras como Holcim, Lafarge, Italcementi, Campollanos, Cemex y existen compañías altamente tecnificadas en el campo de la mezcla como Quangong Machine, M-Tec, Maxit Lathi Precision, etc.

Se apuntarán todas las lecciones aprendidas para la implementación de una planta de Morteros en otros países y las limitantes actualmente existentes en nuestro país para proceder con el diseño de la nueva planta. La figura 1.1 muestra una moderna máquina de mezcla de productos secos.

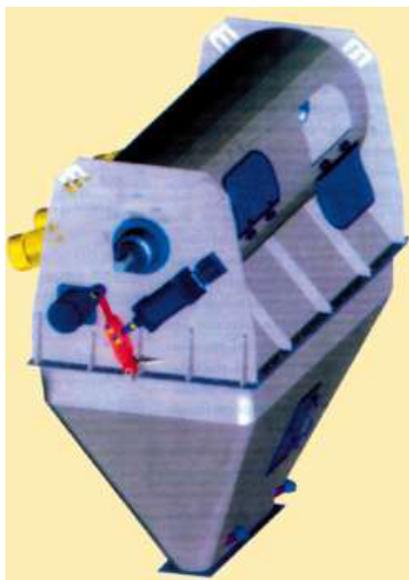


FIGURA 1.1: MEZCLADOR DE MORTERO SECO ⁽⁹⁾

La versión ME de M-Tec dispone de una sola compuerta de grandes dimensiones, que asegura una descarga total del producto mezclado en aproximadamente 10 segundos gracias a la rápida velocidad de apertura, y a su sencilla ejecución. Tiene un ahorro de energía neumática e hidráulica del 70% y unos costes mínimos de mantenimiento

Tiene cierre mecánico de compuertas que garantiza al 100% el cierre de las compuertas a pesar de la falta de presión

Entre los costes mínimos de mantenimiento, incluye la característica de que es reemplazable por segmentos. Su mantenimiento óptimo se consigue a través de unas amplias compuertas de mantenimiento en el tambor de mezcla, y una gran brida para el agitador. Esto permite la posibilidad de montaje sin necesidad de desmontar las herramientas.

En la figura 1.2 se muestra el sistema global de recepción, almacenamiento, mezcla, transporte y despacho de una planta de producción de mortero seco que puede servir como base para el cálculo y selección de equipos para la planta objeto de estudio en la presente tesis. Esta figura también muestra algunos parámetros de seguridad como son las plataformas y accesos que hacen que los trabajadores que dan mantenimiento no corran ningún riesgo al transitar por ella.

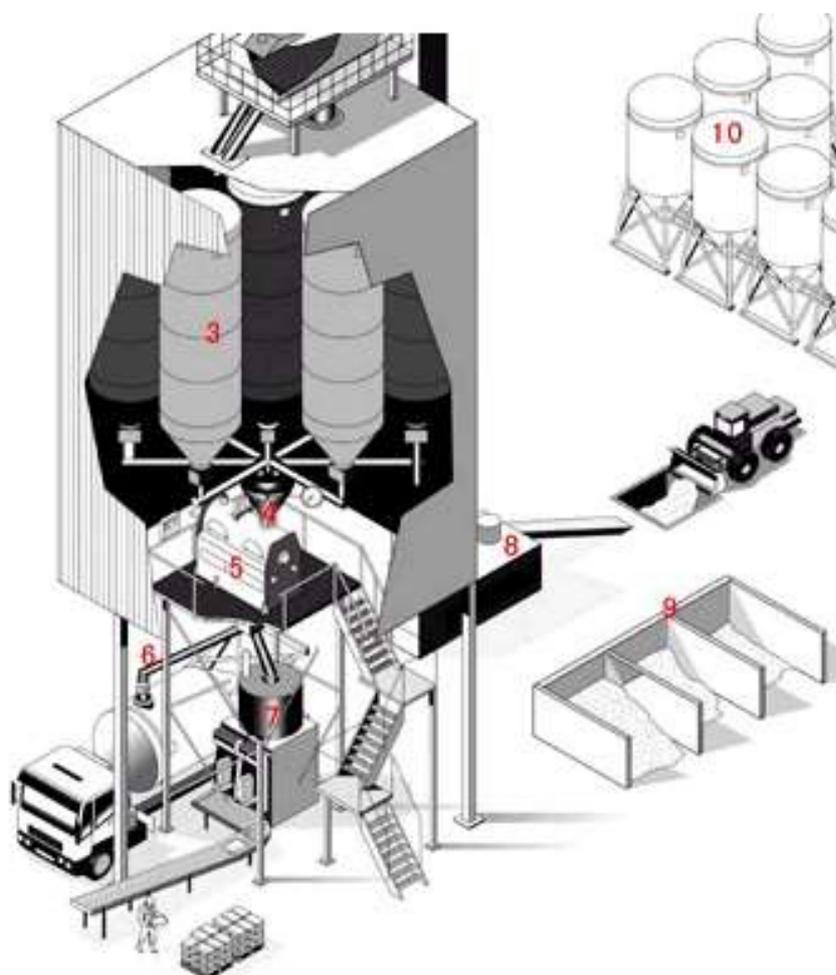


FIGURA 1.2: PROCESO DE FABRICACIÓN DE MORTERO SECO ⁽¹⁰⁾

1.1. Introducción

Tecnología de mortero seco: para diversas variantes de mortero

Desarrollos innovadores en mezcladores de cargas, mezcladores continuos, esclusas de rueda celular, cintas transportadoras de

lecho fluido, básculas y un sistema flexible de dosificación de aditivos FAD, marcan pautas en la tecnología de procesamiento, estando siempre por delante en materia de innovación tecnológica

El núcleo, que se compone de dosificación, pesaje, mezcla y mando, está actualmente funcionando con éxito en todo el mundo en el procesamiento industrial de materiales a granel, como son la industria de materiales de construcción, industria química e industria de piensos. En estrecha colaboración con sus clientes, fueron desarrollados y optimizados los procesos de mezcla, los métodos de dosificación y sistemas de pesaje de alta precisión para componentes mayoritarios y aditivos. Las instalaciones son diseñadas y planificadas mediante los modernos sistemas CAD de acuerdo con las exigencias específicas de sus clientes

Variantes de mortero seco: mortero de mampostería, revocos para interior y exterior, blanco o de color, cemento cola o pasta para emplastecer, para sistemas de aislamiento, revocos decorativos, solera autonivelante a base de anhidrita o de cemento, mortero de refuerzo, productos pastosos, etc.

La tecnología de proceso de M-Tec se adapta a cada producto individualmente. En modernos laboratorios y en colaboración con el cliente se tienen en cuenta en las fórmulas las influencias específicas del mercado o del país así como la técnica de aplicación. Los especialistas de M-Tec transmiten en centros de formación el know-how necesario para la tecnología del mortero seco.

1.1.1. Desarrollo Sostenible como Modelo de Crecimiento

La Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente de las Naciones Unidas, publicó en 1987, *Our Common Future*, conocido como Informe Brudland. Surge entonces el concepto de desarrollo sostenible como una nueva filosofía que implica un crecimiento ordenado en lo económico, respetuoso con el medio ambiente y con los recursos naturales y que se interese por el desarrollo integral de la persona educación, salud, seguridad y su participación en la sociedad.

La preocupación por el agotamiento de los recursos naturales de la tierra motivó la Cumbre de la Tierra de las Naciones Unidas de 1992, más conocida como Cumbre de Río. Como resultado de todo ello, la Comisión de Desarrollo Sostenible de las Naciones

Unidas aprobó, en 1995, un Programa de Trabajo sobre Indicadores de Desarrollo Sostenible.

En el caso de la Comunidad Europea, el concepto de desarrollo sostenible se introdujo en el Tratado de la Unión Europea (TUE) de Maastricht de 1993 y que el de Ámsterdam (de 1999) lo considera como una acción comunitaria.

Con el TUE el desarrollo sostenible pasa a ser considerado como uno de los objetivos del modelo económico comunitario y por el cual la prosperidad económica se hace incompatible con la contaminación del medio ambiente. Las tecnologías que se usen en adelante se procurarán que sean limpias, lo que puede generar importantes beneficios derivados de la utilización más racional de los recursos.

La Unión Europea formula su primera estrategia de desarrollo sostenible en la cumbre del Consejo Europeo de Göteborg (Suecia) de junio de 2001. Dicha estrategia, siguiendo las orientaciones de las Naciones Unidas, se basa en que en la toma de decisiones sobre políticas comunitarias deben ser tenidos en cuenta los cuatro principios o dimensiones que fundamentan el desarrollo sostenible: ambientales, económicos, institucionales y sociales.

Las pautas establecidas por la política ambiental de la Unión Europea marcan claramente el deber de contribuir a la conservación, protección y mejora de la calidad del medio ambiente, a la protección de la salud de las personas y a la utilización prudente y racional de los recursos naturales. Los requisitos de protección medioambiental deben integrarse en las actividades con vistas a fomentar el desarrollo sostenible.

Cuando se establecen compromisos de prevención de la contaminación y de los riesgos laborales generados por una actividad, normalmente se plantean acciones correctivas, pero no siempre se tienen en cuenta acciones encaminadas a la prevención de la generación de impactos medioambientales y de los riesgos laborales, tanto en el inicio de la actividad como durante el proceso o la conclusión de la actividad.

Esta prevención puede comportar la sustitución de las materias primas o la optimización de su gestión, modificación de procesos, sustitución de equipos de trabajo, mejoras del mantenimiento, control de todas las fases del proceso.

En la línea de este segundo enfoque, la evolución y tecnificación de los morteros durante el siglo XX ha desplazado a los morteros hechos in situ a favor de los morteros industriales y en los últimos

años hacia el desarrollo del mortero seco; desarrollo que contribuye a implantar soluciones más sostenibles y eficaces dentro del sector de la construcción basado en:

- 1) Optimización del uso de recursos evitando el derroche y la mala utilización de materiales, agua y energía para colaborar en un necesario cambio de las actuales pautas de consumo insostenible.
- 2) Minimización de los efectos ocasionados por residuos, reduciendo la generación de residuos en cantidad y propiciando la gestión ambientalmente más correcta de los producidos.
- 3) Contribución a la mejora de las condiciones de trabajo eliminando la exposición a riesgos potencialmente peligrosos.

Las ventajas en el uso de los morteros desde el punto de vista medioambiental y de la seguridad y salud de los trabajadores se manifiesta en todas las fases:

- Fabricación del Producto.
- Puesta en Obra.
- Fin de Obra.

1.1.2. Definición de Mortero Seco

El mortero seco es por definición la mezcla de arena, aglomerantes a base de cemento o cal y aditivos, realizados en fábrica bajo controles de calidad y transportados en seco a la obra donde se aplica tras agregarle agua. Los morteros se dividen principalmente en mezclas de levantado utilizadas para pegar bloques; mezclas de acabado de superficies, tales como repellos y cernidos decorativos, y morteros de nivelación de pisos.

1.1.3. Propiedades y Agregados Empleados para la Elaboración del Mortero Seco

Los componentes básicos del mortero seco son conglomerantes (cemento y cal), árido, y aditivos:

Conglomerantes

El conglomerante más empleado en la fabricación de morteros secos industriales es el cemento, aunque también es habitual emplear una combinación entre cal y cemento en cuyo caso el producto resultante se denomina comúnmente mortero bastardo. La cal se emplea principalmente para mejorar la plasticidad del mortero y aclarar su color.

Áridos

Los áridos que forman parte de los morteros son materiales granulares inorgánicos de granulometría fina (arenas, con tamaños inferiores a 4 mm). El tamaño y granulometría de las partículas de árido dependerá de la aplicación para la que se vaya a emplear el mortero. En cualquier caso, es fundamental que el árido no contenga humedad para evitar reacciones de fraguado indeseadas.

Aditivos

Los aditivos son sustancias añadidas a la mezcla, cuya función es modificar determinadas propiedades del mortero tanto fresco como endurecido. Los aditivos deben ser aptos para mezclas en seco. Los más comunes son:

- Aireantes: mejora la trabajabilidad, interrumpe la capilaridad, disminuye la densidad
- Plastificantes: mejora la trabajabilidad y reduce la relación agua/cemento
- Retardantes: retrasa el momento del fraguado y/o endurecimiento

- Hidrofugantes: disminuye la capacidad de absorción de agua del mortero
- Retenedores de agua: impiden que el mortero pierda agua con demasiada rapidez
- Resinas: aumentan la capacidad adherente, la elasticidad y la impermeabilidad del mortero.

1.2. Ventajas De La Implementación De Una Nueva Planta De Mortero Seco En El Ecuador

Algunos de los beneficios que esta nueva tecnología ofrece a sus usuarios son:

- Productos listos para utilizar, que suprimen la preparación de materiales en obra, aumentando la productividad de las actividades de construcción
- Calidad constante y controlada de fábrica
- Con características mejoradas como: control de agrietamientos, trabajabilidad, resistencia, durabilidad entre otras
- Facilidad de estimación de cantidades necesarias y de rendimientos
- Facilidad de manejo, almacenamiento y control de inventario

- Disminución de desperdicios de materiales en el transporte y en el sitio de obra.

Contribución En La Fabricación Del Producto

La fabricación industrial del mortero seco presenta una serie de ventajas frente a la fabricación tradicional en obra. El confinamiento en un medio fabril permite la optimización del proceso de producción de los morteros, aportando importantes mejoras desde el punto de vista de los impactos medioambientales y de las condiciones de seguridad.

El mortero elaborado en fábrica, dentro de un proceso cerrado presenta las ventajas de un proceso industrializado:

- El almacenamiento en silos de las materias primas y los productos terminados y el flujo de material en proceso cerrado permite un aprovechamiento máximo, disminuyendo las pérdidas de material, minimizando la generación de residuos, permitiendo el control de emisiones y evitando los posibles vertidos
- Las fábricas disponen además de mecanismos de control de emisiones de polvo, normalmente a través de filtros.

- En la Figura 1.3 se presenta una Fábrica de Mortero Seco que cumple con los más altos estándares internacionales de seguridad y de menor impacto al medio ambiente.



FIGURA 1.3: FABRICA DE MORTERO SECO ⁽¹¹⁾

- La automatización del proceso (como se muestra en la figura 1.4) y su gestión por personal calificado permite el control de todos los parámetros de la planta y la optimización del proceso. Esto repercute en la eliminación

de impactos por una mejor gestión de los recursos (energía, agua,...)

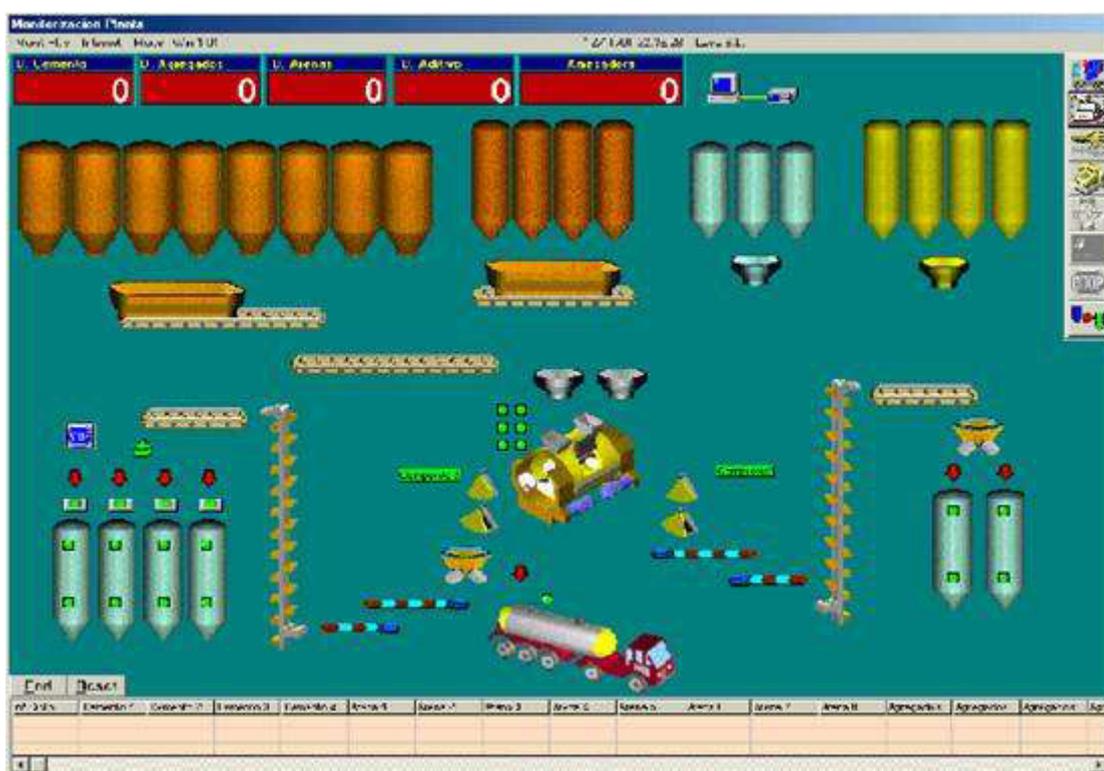


FIGURA 1.4: UBICACIÓN SISTEMAS DE CONTROL AUTOMATIZADOS

- La mecanización y la automatización del proceso elimina la exposición de los trabajadores a importantes riesgos potenciales: se elimina la manipulación de cargas, la exposición a polvo, la utilización de equipos de trabajo potencialmente peligrosos y se evita el contacto de los trabajadores con las materias primas y los productos terminados. (Ver figura 1.5)

- La industrialización de la fabricación facilita el establecimiento de prácticas seguras y procedimiento por escrito que repercuten directamente en una mejor gestión de la seguridad y el medioambiente
- Se reduce el consumo de materias primas: cemento y áridos

El cemento es uno de los productos más utilizados en la construcción. Sus materias primas (piedra calcárea y materiales arcillosos) proceden de recursos no renovables y su extracción tiene un notable impacto ambiental, como suele suceder con todas las extracciones de minerales.



FIGURA 1.5: DOSIFICACION MANUAL. ⁽¹¹⁾

En lo referente al proceso industrial, la obtención del clinker implica un elevado consumo de energía y, posteriormente, emisiones importantes de gases y polvo en la molienda.

Tanto las arenas como las gravas se obtienen de recursos naturales no renovables mediante actividades de extracción que tienen un impacto irreversible en la naturaleza.



FIGURA 1.6: MANIPULACIÓN MANUAL DE MATERIAS PRIMAS

Así mismo, cabe añadir el consumo de energía que suponen dichas actividades y el transporte del material.

La reducción del consumo de estos recursos tiene una incidencia muy relevante. El mortero seco fabricado en procesos industrializados permite optimizar el consumo de estos recursos por dos factores importantes:

- La dosificación exacta reduce el consumo de arena y cemento. (Ver figuras 1.6 y 1.7)
- Elimina la pérdida de material en los acopios.



FIGURA 1.7: MANEJO DE CARGAS Y DOSIFICACIÓN IMPRECISA. ⁽¹¹⁾

- La fabricación de los morteros secos se realiza por mezclado de productos sin consumo de agua. El agua es añadida posteriormente en la puesta en obra, en dosificación exacta para la cantidad de mortero a utilizar.

TABLA 1
PRINCIPALES VENTAJAS.

No hay fisuración	Gran docilidad (fácil relleno)	Uniformidad de superficies
Muy trabajable	Muy ligero	Reduce el gasto económico
Magníficos acabados	Altamente adherente	Reduce la mano de obra
Sencillez de uso	Solo precisa añadirle agua	Mejora la productividad
Mayor nivel de impermeabilidad	Componentes de primera calidad	No precisa transporte interior en obra

1.3. Importancia Del Mortero Seco Como Parte Del Sector De La Construcción En La Economía Del País

La dolarización fue positiva para la construcción, este esquema monetario permitió a los ecuatorianos manejar mejor sus presupuestos a la hora de comprar una vivienda sin riesgo de la devaluación.

El sector de la construcción aporta cada vez más al Producto Interno Bruto (PIB) ecuatoriano. Para el año 2004, este segmento habría generado 2.319 millones de dólares del PIB, según las estadísticas del Banco Central del Ecuador (BCE). Un crecimiento promedio anual del 14%, durante los últimos diez años.

Pero, la expansión de este segmento se demuestra también en las nuevas compañías dedicadas a este negocio que cada año ingresan al mercado. De acuerdo con la Superintendencia de Compañías, desde 1978 a la fecha las sociedades de este sector se incrementaron en más del 324%. Hace 27 años existían apenas 358 compañías y este año pasan las 1.500, según el ente rector de las empresas. En tres gobiernos, desde que Ecuador entró a la democracia, fue donde se incentivó con mayor énfasis al sector de la construcción.

Y aquello también generó un crecimiento significativo en el número de empresas constructoras que se crearon. En 1984 existían 586 dedicadas a ese negocio, mientras que, cuatro años más tarde el número ascendió a 921, de acuerdo a los datos del ente rector de las compañías. El gobierno de Sixto Durán Ballén también fue dinamizante para el desarrollo del

sector. Fue durante esta gestión en que se creó la Unidad de Valor Constante (UVC). De esta manera se prevenía la pérdida del sucre por la devaluación como garantía para las personas que contraían una deuda en dólares.

Asimismo, se programó en ese Gobierno la construcción de uno de los oleoductos con capitales extranjeros; también se mentalizó la construcción de la central hidroeléctrica adjunta a la presa Daule-Peripa.

Como en todos los sectores de la economía, en 1999 también se estancó la construcción. En tanto para el 2005, el crecimiento de este sector significó poco más del 3%, representando casi el 8% del Producto Interno Bruto.

1.680 es el número de compañías constructoras que existen en el país. Se requieren unas 58.000 viviendas nuevas cada año.

Las obras efectuadas por el gobierno central o los seccionales, a más de beneficiar a la comunidad urbana o rural por la infraestructura, son generadoras de empleo para la clase obrera. El año 2004, la construcción representó, según estimaciones del Banco Central del Ecuador, 2.319 millones de dólares, cerca del 8% del Producto Interno Bruto del país.



FIGURA 1.8: CONSTRUCCIÓN: UN SECTOR CLAVE PARA MOVER LA ECONOMIA. ⁽¹²⁾

En el año 2005, en medio de un ambiente de inestabilidad política, Ecuador mantuvo sus expectativas de crecimiento económico. Según el Banco Central del Ecuador, la economía ecuatoriana registraría un crecimiento de 3.3%. Esta tasa es inferior al crecimiento esperado para América Latina que se estima en 4.3% y menor al crecimiento registrado por el Ecuador durante el año 2004 que alcanzó aproximadamente el 7%.

Los indicadores claves disponibles a la fecha revelan que el crecimiento de la economía estará sustentado principalmente por la economía no petrolera, cuyo crecimiento se estima en 3.5%, apalancado en el desempeño favorable de las siguientes ramas de actividad: hoteles y restaurantes (4.6%); pesca (3.6%); transporte, almacenamiento y comunicaciones (3.5%); y la actividad de la construcción (3.3%).

En la tabla 2 adjunta se muestran los índices del Producto Interno Bruto en tasa de crecimiento

TABLA 2
PIB EN TASAS DE CRECIMIENTO REAL ⁽¹²⁾

PIB por rama de actividad 2004-2005 En tasas de crecimiento real		
	2004	2005
PIB	6,9	3,3
Agric, Ganad. Caza, Silvic.	0,1	1,8
Pesca	4,2	3,6
Explotación de petróleo	23,6	4,8
Industria Manufac. (incluye petróleo)	2,6	3,2
Construcción	2,6	3,3
Comercio al por mayor y menor	4,3	3
Hoteles y restaurantes	1,7	4,6
Trans., Almacen., Comunic.	3,5	3,5
PIB petrolero	33,5	3,1
PIB no petrolero	3,1	3,5

1.4. Proceso De Fabricación Del Mortero Seco

Extracción de material y secado de materia prima

- El punto de partida para la obtención del mortero seco es una adecuada fuente de materia prima. El componente más importante es la arena, que puede extraerse de las piedras calizas, moliendo grava o de los lechos naturales de los ríos.
- Todos los productos son mezclas secas. Cementos Progreso extrae la piedra caliza utilizada como materia prima para la

fabricación de arena y pedrín, y la seca en un horno, eliminando la humedad de los agregados hasta un máximo de 0.5%.

- Este control de la humedad de las materias primas permite la posterior mezcla de cementos, cal y aditivos.

Trituración y Tamizado

- La piedra caliza es triturada obteniendo distintos tamaños de arena y pedrín. Este material es elevado a un sistema de zarandas en el cual se separan los diferentes tamaños o secciones obtenidas tanto de agregados finos como gruesos.

- Las materias primas tales como cemento, cal, y las secciones granulométricas resultantes de la trituración de la piedra caliza, son colocadas en un total de 18 silos. Existe también un grupo aparte de silos más pequeños para el manejo de aditivos.

- El control exhaustivo de la granulometría permite a Cementos Progreso la creación de variados productos de acuerdo al uso y necesidades de nuestros clientes. También permite una mayor eficiencia en el diseño de la mezcla, y la obtención de características deseables en las mismas tales como trabajabilidad, adherencia, y mayor rendimiento, entre otras.

Dosificación y Mezclado de Materias Primas

- De acuerdo a la formulación del producto, y por medio de un sistema totalmente controlado por computadora, las arenas y los aglomerantes a base de cemento y cal, se colocan por separado en balanzas de gran volumen, mientras los aditivos esperan en otras balanzas de precisión para pequeñas cantidades. Los tres elementos pasan a la mezcladora.
- Todos los productos son premezclados secos. Esto se logra a través de una mezcladora que permite homogenizar al 100% el producto. La mezcladora es una máquina de rotor único que funciona bajo el principio de mezclado central. En muy poco tiempo se obtiene un producto con una mezcla homogénea en condiciones de ser volcado en un vibrador. Por sus características garantiza la máxima homogeneidad en un tiempo de mezclado mínimo.
- El control de la dosificación y el mezclado, permite garantizar la regularidad y calidad de la composición de los productos.
- La dosificación de aditivos permite añadir características mejoradas a los productos, como por ejemplo impermeabilidad, reducción de fisuras, trabajabilidad, color, textura entre otros

Envasado y Paletizado

- De igual manera estos procesos de envasado y paletizado son totalmente automatizados, lo que permite alta capacidad de despacho. Como también la capacidad de despacho a granel.

1.5. Resumen De Capitulo

El mortero seco es un producto fabricado industrialmente que se compone de cemento, arena y aditivos dosificados que sólo requiere en el lugar de su aplicación la adición del agua necesaria para su correcto amasado y el desarrollo de todas sus propiedades.

Las materias primas son, tras ser sometidas al correspondiente control de calidad, depositadas en las tolvas y silos, quedando a la espera de su empleo posterior en el proceso de fabricación.

Cuando se recibe un pedido, dependiendo del producto a suministrar, el autómata transmite una orden con las cantidades a dosificar de cada uno de los componentes que lo integran.

Las distintas materias primas, pesadas en las diferentes básculas de forma secuencial, son introducidas en una mezcladora donde durante un intervalo de tiempo determinado, específico para cada

tipo de mortero, se homogeneizan hasta obtener el producto terminado: el mortero seco.

Desde la salida de la mezcladora el mortero seco puede sufrir dos procesos, dependiendo de cuál vaya a ser su forma de presentación final:

Granel. Ser almacenado en silos de producto terminado o vertido directamente en las cisternas para su distribución a las obras.

Ensacado. Ser almacenado en silos para proceder a su posterior ensacado mediante ensacadoras automatizadas.

Con este sistema de fabricación y combinando las distintas materias primas existentes es factible fabricar cualquier tipo de mortero que el mercado demande. Todo ello sin perder la perspectiva de garantizar una adecuada regularidad y calidad de los productos suministrados.

CAPITULO 2

2. REQUERIMIENTOS DEL SISTEMA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UNA NUEVA PLANTA DE MORTERO SECO EN EL ECUADOR

Ente capítulo se dará énfasis en determinar y conocer cuales son los requisitos que están implícitos en el proyecto pero que no forman parte de la presente tesis, es importante conocer todas las áreas involucradas para identificar y evaluar los posibles riesgos en el desarrollo del proyecto.

2.1. Espacio Físico Y Logística De Transporte

La Planta de Mortero Seco, requiere de un área aproximada de 125 m² para la estructura del edificio y debe estar localizada adyacente a la planta de Arena y Filler para evitar los costos de transporte, con libre acceso para el ingreso de los auto-tanques para despacho al granel y para los que le provean los conglomerantes, tiene que estar junto al edificio de despacho al granel y del galpón donde alojará la paletizadora. (Ver figura 2.1)

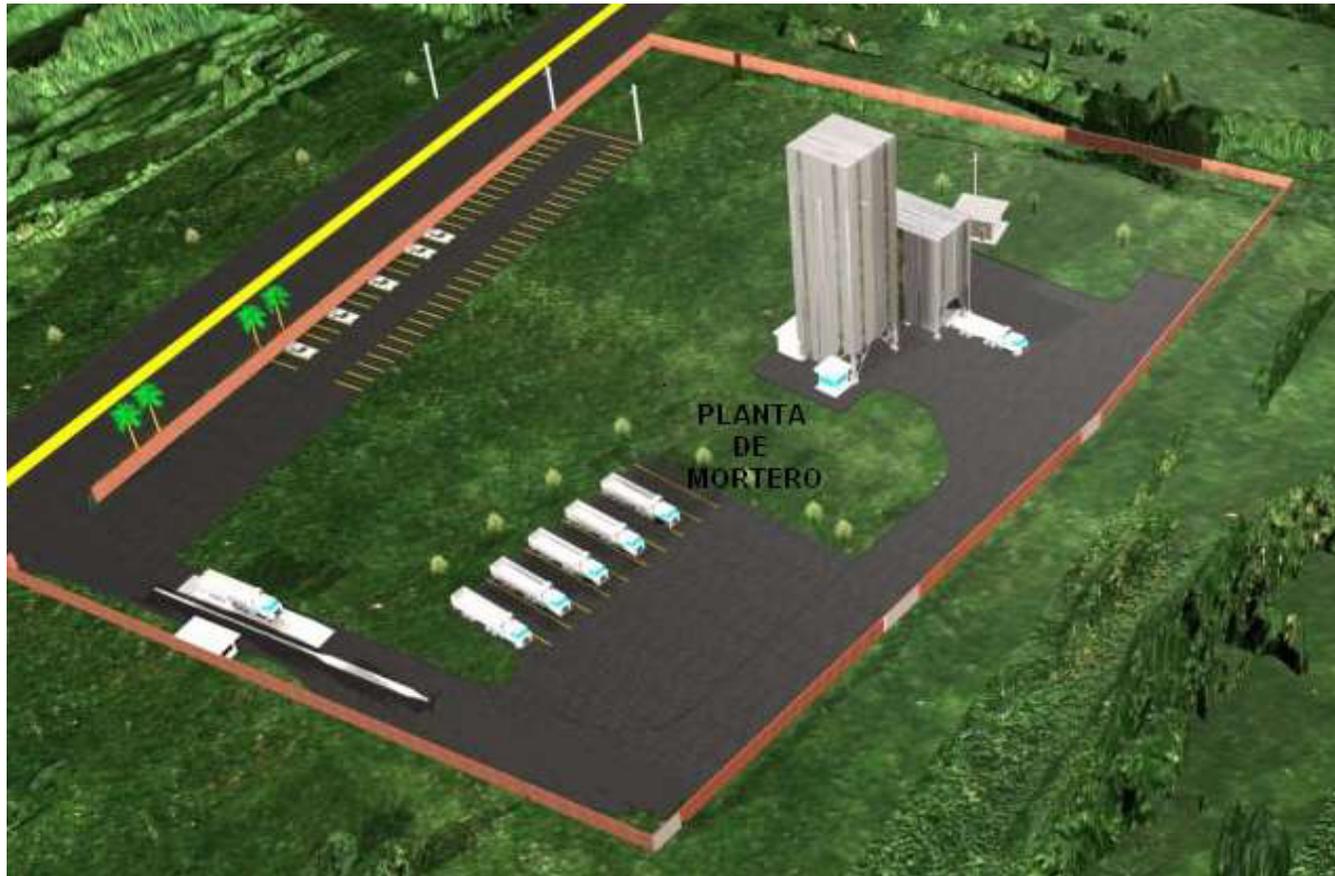


FIGURA 2.1: AREA PARA PLANTA DE MORTERO SECO (13)

Dado que la fase 1 del proyecto fue la construcción de la planta de Arena ahora se tiene previsto disminuir los costos de transporte que antes eran necesarios realizarlos.

En la actualidad la distancia entre la planta de Arena y de Mortero es de aproximadamente 32 km. por lo que los costos de transporte son altos.

2.2. Planta De Arena

La Fase I del proyecto fue el diseño, fabricación, montaje y puesta en marcha de la nueva planta de Arena. Esta vez la arena sería obtenida de una manera más económica y con menor impacto al ambiente.

Después de varios estudios realizados en el medio y en otros países se determinó que la arena obtenida de piedra calcárea es más económica debido a lo siguiente:

- Tiene mayor beneficio en cuanto a la mezcla por la cubicidad de la misma.
- Los costos de secado de la piedra de río son muy altos y causan mayor contaminación al ambiente.

- No se tiene un estricto control de calidad de la piedra del río y los costos de transporte son altos.

En la tabla 3 se describe todo el proceso que implica la fabricación de Arena, desde la recepción de piedra, almacenamiento hasta el producto terminado listo para su despacho.

En la figura 2.2 se muestra el diagrama de flujo de la planta de Arena, se incorporan todos los elementos necesarios para el transporte y almacenamiento previo a la conexión con la planta de Mortero objeto de estudio en la presente tesis. Aquí es importante mencionar que se deben hacer algunas mejoras a esta planta debido a que se va a incrementar la producción con la construcción de la Nueva Planta.

Nota: Estos cambios no serán objeto de estudio en el presente documento

En la figura 2.3 se muestra una vista en el programa SAP 2000 de la Planta de Arena que nos servirá para determinar el área de construcción de la Nueva Planta así como la descarga de los auto-tanques que distribuyen los aglomerantes necesarios para su respectivo almacenamiento

TABLA 3
ELEMENTOS DE UN SISTEMA DE FABRICACIÓN DE ARENA

Paso	Elemento		Tarea/Propósito	
Trituración				
1	Área de Recepción		Asegura una descarga de las volquetas	
2	Tolva de Recepción		Recibe piedra de las volquetas	
3	Válvula de Guillotina		Cierra y abre según sea la necesidad	
4	Alimentador Vibratorio		Pasa material	
5	Elevador de Cangilones		Eleva la piedra hasta la	
6	Trituradora		Tritura la piedra calcárea	
7	Banda		Transporta la piedra triturada hasta el elevador de cangilones	
8	Elevador de Cangilones		Eleva la piedra triturada hasta el	
9	Zaranda		Seleccionada arena de	
	6	Trituradora	Retorna arena > 2 mm a la	
	10	Banda	Transporta arena < 2 mm de	
Arena				
11	Elevador de Cangilones		Eleva arena <2 mm hasta el transportador de tornillo	
13	Transportador de Tornillo		Transporta arena >2 mm hasta el separador	
12	Separador		Separa Arena Fina y gruesa	
	Filler	13	Válvula rotatoria	Paso y cierre
		14	Silo	Almacenamiento
		15	Manga despacho	Despacha material a volquetas
	Arena	16	Trans. de tornillo	Transporta filler desde separador hasta silo
		17	Silo	Almacenamiento
		15	Manga despacho	Despacha material a volquetas

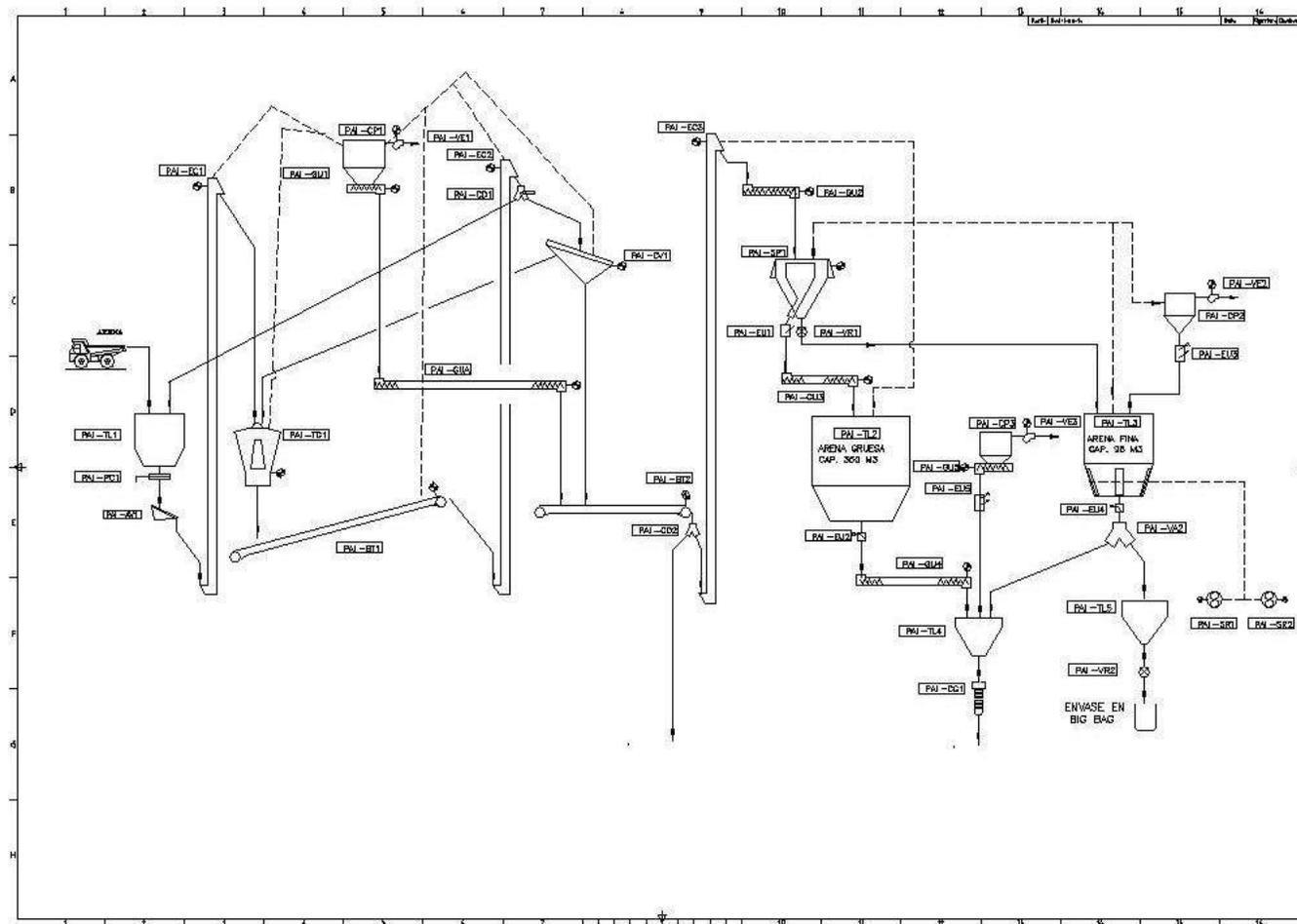


FIGURA 2.2: DIAGRAMA DE FLUJO PLANTA DE ARENA (13)



FIGURA 2.3: PLANTA DE ARENA 3D ⁽¹³⁾

2.3. Obra Civil

En lo relativo a las disposiciones, esta construcción acatará todos los códigos, leyes, normas y reglamentos de los colegios de Profesionales Civiles, Hidráulicos, Mecánicos y Eléctricos.

En la figura 2.4 se muestran las cimentaciones de la Nueva Planta de Mortero



FIGURA 2.4: CIMENTACIONES PLANTA DE MORTERO SECO

Las vibraciones del terreno causadas por un sismo tienden a ser mayores en suelos suaves que en suelos firmes o roca. Como las vibraciones se propagan a través del material presente debajo de

la estructura éstas pueden ser amplificadas o atenuadas dependiendo del periodo fundamental del material. De este modo se identifican seis tipos diferentes de perfil de suelos (Tabla 4);

TABLA 4
TIPOS DE PERFILES DE SUELO

Tipo de perfil de suelos	Descripción	Propiedades del suelo promedio para los 30 m. (100 ft.) superiores del perfil del suelo		
		Velocidad de onda de corte, \bar{v}_s , ft/s (m/s)	Ensayo estándar de penetración, N (golpes/ft)	Resistencia a corte no drenado, S_u psf (kPa)
S_A	Roca dura	>5000 (1500)	—	—
S_B	Roca	2500 a 5000 (760 a 1500)	—	—
S_C	Suelo muy denso y roca blanda	1200 a 2500 (360 a 760)	>50	>2000 (100)
S_D	Perfil de suelo rígido	600 a 1200 (180 a 360)	15 a 50	1000 a 2000 (50 a 100)
S_E^1	Perfil de suelo sólido	<600 (180)	<15	<1000 (50)
S_F	Suelo que requiere evaluación específica del lugar. véase UBC 1629.3.1			

¹ El suelo del perfil Tipo S_E también incluye cualquier perfil de suelo con más de 3048 m (10 ft) de arcilla blanda definida como un suelo con un índice de plasticidad, $PI > 20$, $w_{me} \geq 40\%$ y $s_u < 24$ kPa (500psf). El índice de plasticidad, PI , y el contenido de humedad, w_{me} , deben determinarse de acuerdo a la norma ASTM

La clasificación se la realiza determinando en el sitio la velocidad promedio de las ondas de corte a 100 [ft] de profundidad; alternativamente, para los tipos de perfil de suelo C, D y E esta clasificación se realiza midiendo la resistencia al corte no

drenada en el material o mediante el ensayo de penetración estándar.

El tipo de perfil de suelo SF requiere una evaluación específica del lugar, la cual es realizada según la división V, sección 1636 del código UBC. Cuando se desconocen las propiedades del suelo necesarias para determinar el tipo de perfil de suelo se debe emplear el tipo SD.

2.4. Estructura Metálica De Edificio

El edificio consta según el proyecto mecánico con catorce silos de una capacidad igual a 80m^3 c/u, lo cual describe un peso de 120 Ton por silo lleno, los cuales se asientan sobre vigas rectangulares en el nivel +21.100, recibirán arena cribada de tres zarandas ubicadas en el nivel +35.720 y depositarán arena en diferentes combinaciones en dos tolvas de distribución de 15 Ton c/u, ubicadas en el nivel +4.900. El proyecto además cuenta con un filtro desempolvado ubicado en el nivel +35.720 que desempolva a un elevador exterior al edificio, con lo cual libera del polvo a las zarandas. El método de diseño empleado, es el de diseño elástico para la estructura metálica.

Para efectos de diseño se establecieron para las cargas verticales los máximos momentos positivos y negativos mediante los estados de carga.

Esta envolvente de momentos flectores y cortantes en cada tramo, se combinaron con los resultados del diagrama de sismo actuando en las dos direcciones.

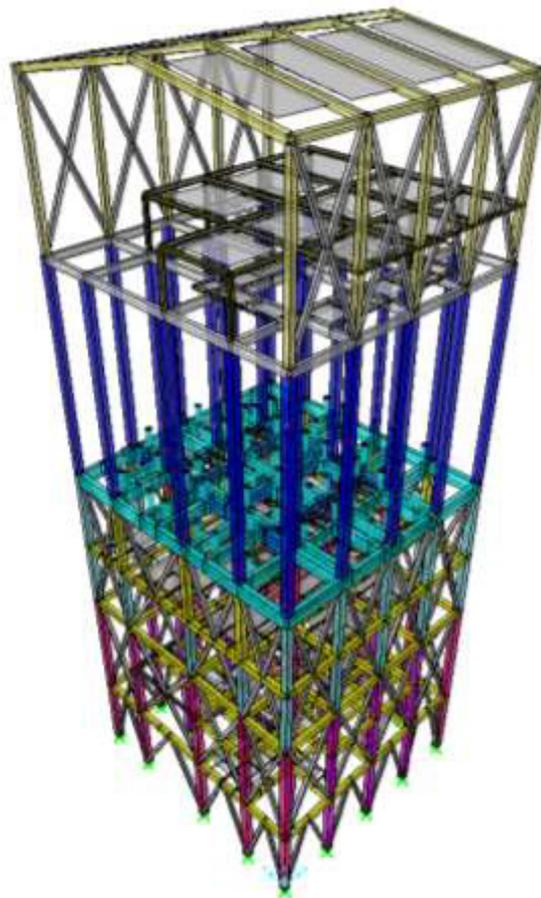


FIGURA 2.5: DISEÑO ESTRUCTURAL DE EDIFICIO ⁽¹³⁾

En total el edificio tiene 7 pisos accesibles y uno inaccesible o cubierta, sobre estos pisos o niveles se encuentran ubicadas las vigas rectangulares, los niveles de los mismos se representan en la tabla 5:

TABLA 5
NIVELES DE EDIFICIO

PISO	NIVEL
PRIMERO	4.900
SEGUNDO	8.500
TERCERO	12.100
CUARTO	16.100
QUINTO	21.100
SEXTO	32.350
SÉPTIMO	35.720
CUBIERTA	42.000

El Proyecto Estructural también brinda comportamiento sismo-resistente para el espectro de la zona sísmica 4, que es donde se encuentra ubicada la ciudad de Guayaquil, considerando los factores de respuesta del suelo del sitio. Además, la estructura de el edificio brindará resistencia ante cargas laterales de viento moderado como es característico en la zona, recibiendo fuerzas

equivalentes al empuje de la velocidad de el viento de 0.4 Ton en junta o nudo de el mismo.

En respuesta al movimiento lateral de el edificio y como comportamiento armónico de flexibilidad para evitar colapsos, la estructura tendrá pequeñas deformaciones laterales menores al $3/1000$ (tres por mil), en deriva de entrepiso, deformaciones permisibles incluso hasta en viviendas, con lo cual brinda satisfacción en su comportamiento elástico.

De igual manera ante los períodos oscilatorios laterales del mismo y como ya se ha mencionado, la estructura brindará un período de oscilación no mayor a los 0.6 segundos por ciclo en el modo de deformación más crítico (modo 1), lo cual es de baja sensibilidad hasta para el ser humano y sin brindar molestias.

2.5. Obtención Y Almacenamiento De Materias Primas

Los silos sirven para el almacenamiento de materiales a granel con un peso máximo de 18 kN/m^3 . Los depósitos de aditivos sirven para el almacenamiento de materiales a granel con un peso máximo de 10 kN/m^3 .

Los silos están alojados en una construcción de soportes de acero y soldado en el cono herméticamente con la chapa del techo. Tipos de silos y aditivos:

- 14 Silo 80 m³

Adecuado para el alojamiento de una construcción superpuesta a los silos

Diámetro	:	3200	mm
Altura cilindro	:	10000	mm
Altura Cono	:	2500	mm
Diámetro salida	:	400	mm
Peso	:	aprox. 8 Ton/unidad	

Ejecución	:	Silo soldado en una pieza		
Accesorios básicos	:	1 Compuerta de mantenimiento con parrilla		
	:	2 Manguitos de nivel de llenado		
	:	1 Brida para filtro		
	:	1 Trampilla de explosiones		

- 2 Silo 40 m³

adecuado para el alojamiento de una construcción superpuesta a los silos

Diámetro	:	2200	mm
Altura cilindro	:	10000	mm
Altura Cono	:	2500	mm

Diámetro salida : 400 mm

Peso : aprox. 5,4 Ton. /unidad

Ejecución : Silo soldado en una pieza

Accesorios básicos : 1 Compuerta de mantenimiento con parrilla

: 2 Manguitos de nivel de llenado

: 1 Brida para filtro

: 1 Trampilla de explosiones

- 16 Silo 4 m³

adecuado para el alojamiento de una construcción superpuesta a los silos

Diámetro : 600 mm

Altura total : 14970 mm

Diámetro salida : 400 mm

Peso : aprox. 0,6 Ton/unidad

Ejecución : Silo soldado en una pieza

Accesorios básicos : 1 Compuerta de mantenimiento con parrilla

: 1 Manguito para nivel de llenado

Accesorios silos

- ✓ 16 Sistema de insuflación DN 100 para el llenado neumático de los silos de componentes mayores

- ✓ 20 Desvío DN 100; 90° en ejecución antidesgaste para la instalación en la tubería de llenado del sistema de insuflación.
- ✓ 10 Válvula estranguladora: Cerradura de la tubería de carga, protección de sobrecargar el silo
- ✓ 16 Cono de impacto para la instalación en los silos de componentes mayores
- ✓ 10 Desaglomerador neumático con 3 Toberas, Tubería circular, Válvula magnética y reductor de presión
- ✓ 10 Válvula de equilibrar presión encima del silo para equilibrar sobre presión o depresión
- ✓ 10 Presostato encima del silo, para limitar el caudal final de vaciar la cisterna en conjunto con la válvula estranguladora
- ✓ 10 Filtro sobrepuesto sin ventilador en ejecución de fácil mantenimiento; Limpieza por mando electrónico con aire comprimido.
- ✓ Superficie del filtro : 21 m²
- ✓ Contenido del polvo residual: Inferior a 20 mg/ m³ aire
- ✓ 10 Sonda de nivel máximo de llenado
Sonda de cuerda de vibración para medir el nivel máximo de llenado

- ✓ Longitud de sonda : 1 m
- ✓ 10 Sonda de nivel mínimo de llenado
- ✓ Sonda de cuerda de vibración para medir el nivel mínimo de llenado
de llenado
Longitud de sonda : aprox. 10 m
- ✓ 8 Sonda de aletas giratorias para silo de aditivo para medir el nivel mínimo de llenado de los silos de aditivos

TABLA 6
MATERIAS PRIMAS

Conglomerantes			
Paso	Elemento	Proveniencia	Almacenamiento
1	Cemento Gris	Auto tanques	Silo 80 m3
2	Cemento blanco	Auto tanques	Silo 80 m3
3	Cal hidratada	Auto tanques	Silo 80 m3
Áridos			
Paso	Elemento	Proveniencia	Almacenamiento
4	Arena Fina (Filler)	Planta de Arena	Silo 80 m3
5	Arena <0,3 mm	Planta de Arena	Silo 80 m3
6	Arena 0,3-0,6 mm	Planta de Arena	Silo 80 m3
7	Arena 0,6-1,2 mm	Planta de Arena	Silo 80 m3
8	Arena 1,2-2,4 mm	Planta de Arena	Silo 80 m3
Aditivos			
Paso	Elemento	Proveniencia	Almacenamiento
9	Aireantes	Big bag	Silo 2,81 m3
10	Plastificantes	Big bag	Silo 2,81 m3
11	Retardantes	Big bag	Silo 2,81 m3
12	Hidrofugantes	Big bag	Silo 2,81 m3
13	Retenedores de Agua	Big bag	Silo 2,81 m3
14	Resinas	Big bag	Silo 2,81 m3

Las materias primas serán almacenadas en la Planta dependiendo de su origen, es así como tenemos los conglomerantes, los áridos y los aditivos divididos como muestra la tabla 6:

El sistema de transporte hasta los silos de almacenaje se da mediante elementos mecánicos que será objeto de cálculo en el Capítulo 3.4

A continuación presentamos la figura 2.6 con los esquemas para construcción de los silos de almacenamiento de producto:

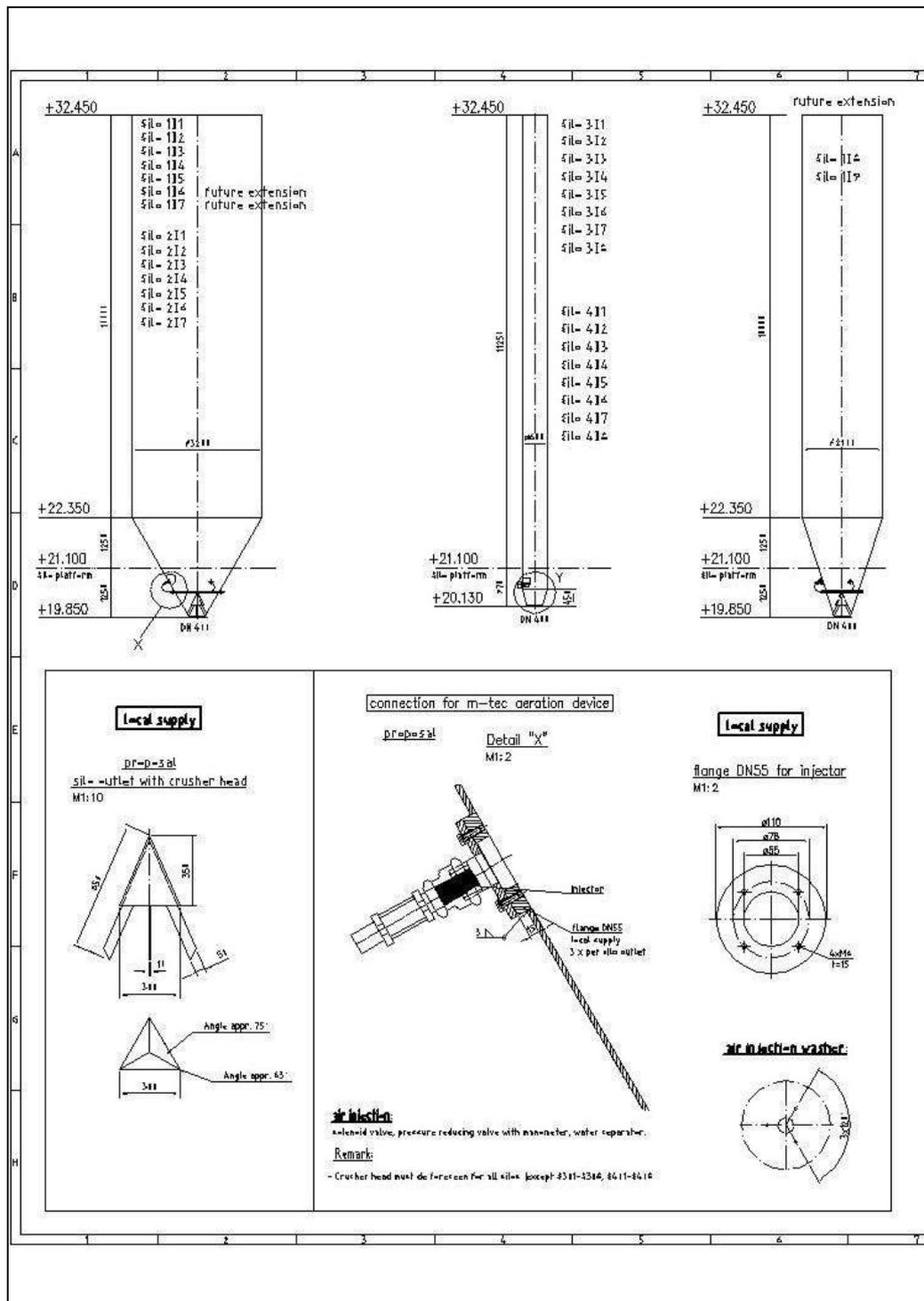


FIGURA 2.6: SILOS DE ALMACENAMIENTO (9)

2.6. Instalaciones Neumáticas

Para la implementación de la nueva planta se requiere de la creación de un cuarto de compresores que aloje todos los equipos neumáticos entre los cuales citaremos los siguientes:

- Compresor Ingersoll Rand de 50 Hp.
- Compresor Ingersoll Rand de 40 Hp.
- Manifold incluye drenador automático
- Manómetros de escala amplia con glicerina
- Válvulas de seguridad y check
- Tanques pulmón
- Secador
- Filtro coalescente para 700 CFM con drenador automático
- Prefiltro separador de partículas para 700 CFM de humedad con drenador automático incorporado marca Drecaf

La presión de trabajo de la planta es máximo 150 psi. Este valor lo extraemos de las plantas de mortero similares y de la presión de trabajo de la planta anterior. A continuación en la figura 2.7 y la tabla 7 se presentarán el diseño de tuberías y los materiales necesarios respectivamente.

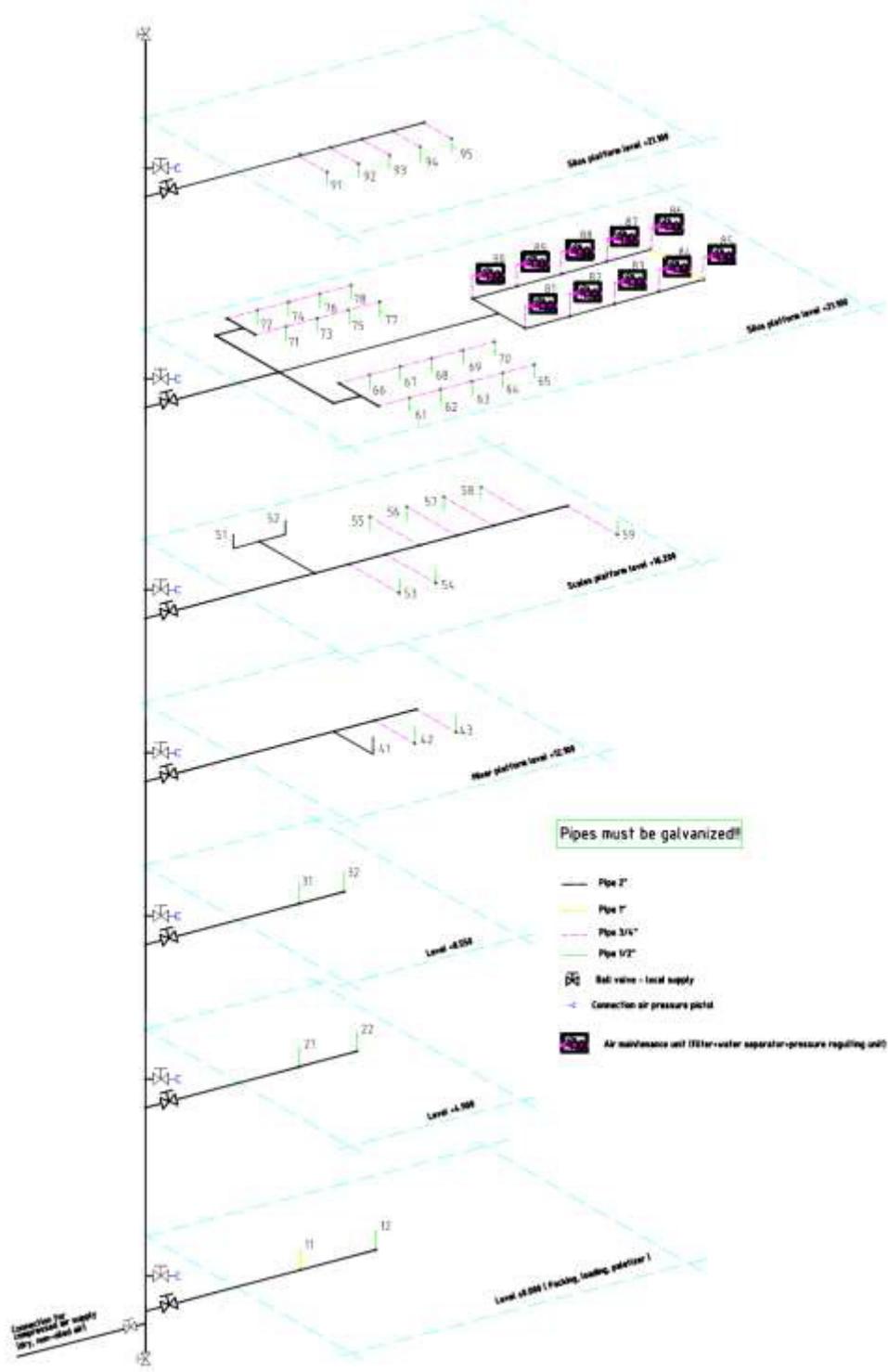


FIGURA 2.7: DISEÑO NEUMÁTICO (9)

TABLA 7
MATERIALES DE EQUIPOS NEUMÁTICOS

Materiales de equipos Neumáticos

CANTIDAD	EQUIPO	POSICIÓN
1	Connection packing machine	11
1	Filter packing plant	12
1	Filter loading equipment	21
1	Filter belt conveyor	22
1	Cellular wheel sluice	31
1	Turnhead distributor	32
1	Mixer	41
1	Sampling device	42
1	Butterfly flap manual charging bin	43
1	Connection scale 1	51
1	Connection scale 2	52
1	Connection fiberdos	53
1	Dosing slide unit fiberdos	54
1	Butterfly flap scale 1	55
1	Butterfly flap scale 1	56
1	Butterfly flap scale 2	57
1	Butterfly flap scale 2	58
1	Connection scale 3	59
1	Butterfly flap screw conveyor S101	61
1	Butterfly flap screw conveyor S102	62
1	Butterfly flap screw conveyor S103	63
1	Butterfly flap screw conveyor S104	64
1	Butterfly flap screw conveyor S105	65
1	Dosing slide unit S201	66
1	Dosing slide unit S202	67
1	Butterfly flap screw conveyor S203	68
1	Butterfly flap screw conveyor S204	69
1	Butterfly flap screw conveyor S205	70
1	Butterfly flap screw conveyor S301	71
1	Butterfly flap screw conveyor S302	72
1	Butterfly flap screw conveyor S303	73
1	Butterfly flap screw conveyor S304	74
i	Butterfly flap screw conveyor S305	75
1	Butterfly flap screw conveyor S306	76
1	Butterfly flap screw conveyor S307	77
1	Butterfly flap screw conveyor S308	78
1	Aeration silo S101	81
1	Aeration silo S102	82
1	Aeration silo S103	83

1	Aeration silo S104	84
1	Aeration silo S105	85
1	Aeration silo S201	86
1	Aeration silo S202	87
1	Aeration silo S203	88
1	Aeration silo S204	89
1	Aeration silo S205	90
1	Silo top filter silo S103	91
1	Silo top filter silo S104	92
1	Silo top filter silo S105	93
1	Silo top filter silo S205	94
1	Connection central dedusting	95

2.7. Instalaciones Eléctricas

El alcance de las instalaciones eléctricas cubre desde la puesta a tierra, pararrayos, tomacorrientes, breaker, cableado de fuerza y potencia, canastillas, iluminarías, puesta en marcha de equipos.

La tabla 8 muestra los datos de entrada para la instalación:

TABLA 8

DATOS DE LA INSTALACIÓN

Datos de Instalación

Potencia total de la instalación de mezcla	aprox. 360 Kw.
Factor de simultaneidad	0,6
Tensión de mando para las válvulas magnéticas e interruptores finales	24 V/DC

A continuación en la tabla 9 se describen los materiales necesarios para las instalaciones eléctricas:

TABLA 9
INSTALACIONES ELÉCTRICAS

Suministro e instalación eléctrica	
EQUIPOS	CANT
ACOMETIDA 13,8 KV	
Pararrayo KV, USA	3
Seccionados Fusible 13,8 KV/ 120 A, Trifásico, USA	3
Varilla copperweld 5/8", c/c, USA	1
Alambre Cu TW # 6 AWG	15
Cable Al ACSR # 2 AWG	300
Estructura tipo RC3	2
6 Aisladores suspensión 52-1	
CUCHILLA 13.8/120 A -3F	1
2 crucetas de perfil 2x2x1/4" x 2,40 m	
4 Pletina pie de amigo 28"	
4 Pernos hierro galvanizado 1/2" x 1 1/2"	
2 Abrazadera doble	
1 Perno rosca corrida galvanizada 5/8" x 12"	
3 Grapa de retención para conductor # 3/0	
3 Tuercas de ojo rosca corrida 5/8" x 12"	
1 Abrazadera sencilla	
1 Bastidor para aislar tipo rollo	
1 Aislador tipo rollo 53-2	
Estructura tipo TTA:	2
2 Grapas 3 pernos para cable acerado 3/8"	
12 m cable acerado de alta resistencia	
1 varilla de anclaje con tuerca y arandela	
1 Bloque de anclaje grande	
Tensor TF	1
2 Grapas 3 pernos para cable acerado 3/8"	
12 m cable acerado 3/8"	
1 varilla de anclaje con tuerca y arandela	
1 bloque de anclaje	
1 brazo con accesorios	
Poste hormigón 11 m x 500 Kg.	2
Cable Cu 15 KV # 2 AWG	39

Tubo rígido de 4"	2
Codo rígido 4"	2
Reversible 4"	1
Material pequeño	1
TRANSFORMADOR 1500 KVAR 13,8 KV - 460 Protección Temperatura, presión, Transporte	1
CELDA DE 13,8 KV - 100 A	
Interruptor 13,8 /100 A	1
Medidor Energía eléctrica	1
Reles de protección 50/51 51G	1
PT 13,8 KV/ 120 V	2
CT 150 A / 5 A	3
CENTRO DE CARGA 600 V / 2500 A	
Mueble con barras de Cu Puertas con chapa tipo manija Cauchos en puertas para evitar inmersión de polvo 600 V / 2500 A	2
Breaker 600 V / 2500 A	1
Breaker 600 V / 600 A	3
MCC's SUB ESTACIÓN ELÉCTRICA	
Mueble para MCC Barras de Cu / 600 V Puertas con chapa tipo manija Cauchos en puertas para evitar inmersión de polvo 3 arrancadores 5HP 1 arrancador directo 75 HP	1
Mueble para MCC Barras de Cu / 600 V Puertas con chapa tipo manija Cauchos en puertas para evitar inmersión de polvo 2 arrancadores 5HP 1 arrancador directo 75 HP	1
Mueble para MCC Barras de Cu / 600 V Puertas con chapa tipo manija Cauchos en puertas para evitar inmersión de polvo 1 arrancadores 10HP 2 arrancador directo 50 HP	1
Mueble para MCC Barras de Cu / 600 V Puertas con chapa tipo manija Cauchos en puertas para evitar inmersión de polvo 1 arrancadores 100HP 1 arrancador directo 75 HP (reserva) 1 arrancador directo de 10 HP (reserva)	1

Arrancador directo 600 V / 5HP Incluye: Guarda motor Contactor Transformador 100VA Breaker 1A-1P Portafusibles / Fusibles	7
Arrancador directo 600 V / 10HP Incluye: Guarda motor Contactor Transformador 100VA Breaker 1A-1P Portafusibles / Fusibles	2
Arrancador directo 600 V / 50HP Incluye: Breaker Contactor Térmico Transformador 100VA Breaker 1A-1P Portafusibles / Fusibles	2
Arrancador directo 600 V / 75HP Incluye: Breaker Contactor Térmico Transformador 100VA Breaker 1A-1P Portafusibles / Fusibles	2
Arrancador directo 600 V / 100HP Incluye: Breaker Contactor Térmico Transformador 100VA Breaker 1A-1P Portafusibles / Fusibles	1
SISTEMA PARA CORRECCIÓN DE FACTOR DE POTENCIA	
Panel para corrección de factor de potencia 500 A /8 PASOS 50KVAR Control electrónico Krato	1
Banco de capacitores de 400 KVAR Bases de capacitores	1
CABLES ELECTRICOS	
Cable Cu TTU 500 MCM - unifilar	3000
Cable Cu TW 4 X 12 AWG	1000
Cable Cu TTU 4 X 2 AWG	600
Cable Cu TW trenzado 25 X 16 AWG	1600
Cable Cu TW 3 X 16 AWG	4000
Cable Cu TW 16 AWG unifilar	5000
Cable Cu TW 4X2 AWG (32 hilos tipo flexible)	300
Cable Cu THW 4 X 6 AWG	1600

Cable Cu TW 14 AWG unifilar	2000
CANASTILLAS ELECTRICAS	
Canastillas de 24" X 6" Hierro negro galvanizado con tapas	300
Canastillas de 12" X 6" Hierro negro galvanizado con tapas	400
Canastillas de 6" X 6" Hierro negro galvanizado con tapas	300
TUBERIAS ELECTRICAS Y ACCESORIOS	
Tubería rígida 4"	100
Tubería rígida 2"	200
Tubería rígida 1 1/2"	350
Tubería rígida 3/4"	400
Tubería EMT 3/4"	450
Uniones	500
Conduit 3/4"	200
Conduit 1 1/2"	200
Conduit 2"	50
Conduit 4"	30
Tubería flexible 4"	20
Tubería flexible 2"	40
Tubería flexible 3/4"	100
SISTEMA DE PUESTA A TIERRA	
Cable desnudo CU 2 AWG	300
Varilla copperweld 5/8", c/c, USA	12
Elementos pequeños	1
ELEMENTOS DE CAMPO	
Cajas de paso 30 X 35 X 17	10
Borneras G.E y topes para borneras	2800
Marquillas de cables	1
Placas con indicación de código para equipos	1
Panel de distribución elementos de campo	3
Cajas de botoneras 2 huecos	28
Cajas de botoneras 1 hueco	5
Botoneras con recubrimiento de caucho rojas, negras	56
Selectores de 2 y 3 posiciones	6
ALUMBRADO Y TOMAS CORRIENTES	
Transformador 3 F 100 KVA/ 480-220/110V	1
Transformador 75 KVA Tipo seco/ 480 -120-240 1F	1
Transformador 50 KVA Tipo seco/ 480 -120-240 1F	1
Transformador tipo seco 37.5 KVA	1

Panel de alumbrado 16 X 32	1
Panel de distribución de alumbrado	1
Panel de distribución 460V/240 V	1
Panel de distribución talleres	1
Panel de distribución de talleres	1
Panel principal de tomas y alumbrado	1
Cajas de tomas de soldadoras 110 /220/460	15
Lámparas Metal Halide 1000 W /240V	65
ALUMBRADO PERIFERICO	
Postes de alumbrado con lámparas de 75 W tipo brazo	30
INSTALACION DE OFICINAS	
Transformador tipo seco 480 V/220-110 V 100 KVA	1
UPS 15 KVA-110V	1
Panel de distribución	1
Puntos de luz 110 V (material y mano de obra)	36
Puntos de tomas 110 V (material y mano de obra)	26
Puntos de tomas 220 V (material y mano de obra)	8
Puntos telefónicos (material y mano de obra)	20

Una vez descritos los materiales necesarios para la parte eléctrica a continuación en la figura 2.8 mostraremos un esquema general de las instalaciones eléctricas en la nueva Planta de Mortero:

2.8. Impacto Ambiental Del Proceso

La planta debe contar con un sistema de control para causar el menor impacto medioambiental posible y esto se lo logrará mediante el seguimiento de las políticas de seguridad y salud ocupacional que se describirán a continuación

Emisión del ruido

El trabajador se puede exponer al nivel máximo de ruido que es menos de 85 dB(A) a un metro de la máquina.

El nivel máximo en el punto más cercano fuera de la planta es 40 dB(A) por la noche y 55 dB(A) al día (06:00 - 22:00).

Los niveles de emisión de ruido estarán de acuerdo con las normas ISO normas 3744, 3746, 4871, 11201.

Control de Partículas

Colectores de Polvo

Desempolva las áreas o los equipos donde se requiera para que la planta sea visiblemente libre de polvo durante el funcionamiento.

Se diseñarán los filtros y equipos a menos de 30 mg/Nm³ de concentración de partículas en el aire seco según sean los permisos de cada legislación. Este valor no puede ser mayor a 60 mg/Nm³. La salida de los conductos siempre debe ser al exterior de los edificios y en contracorriente.

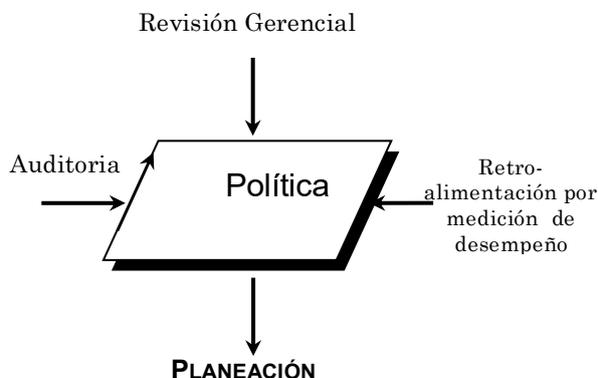
2.9. Parámetros De Seguridad

Se describirán algunas de las políticas de seguridad bajo las normas OHSAS 18001 para la implementación de una nueva planta y mejoras a existentes

Tienen que ser instaladas Guardas de seguridad en los puntos donde sea posible el contacto físico con la maquinaria en marcha

Cada planta se equipará con sistemas de alertas de salida visibles y dispositivos manuales o automáticos de parada de emergencia para prevenir el peligro de las personas o daño y perjuicios al equipo.

A continuación en la figura 2.9 se incluirá la política de Seguridad y Salud Ocupacional:



Política SSO

FIGURA 2.9: POLITICA SSO ⁽²⁰⁾

Se debe establecer una política de Seguridad y Salud Ocupacionales autorizada por la alta dirección que declare claramente, los objetivos globales de seguridad y salud así como el compromiso para mejorar el desempeño de SSO.

La política debe: ser apropiada a la naturaleza y escala de los riesgos SSO de la organización; incluir el compromiso de mejora continua; incluir el compromiso de por lo menos cumplir con la legislación SSO aplicable y los otros requerimientos a los que se suscribe la organización; estar documentada, implementada y mantenida; estar comunicada a todos los empleados con la intención que los empleados estén conscientes de sus

obligaciones individuales de SSO. Estar disponible a las partes interesadas y ser revisada periódicamente a fin de asegurar su relevancia y que sea apropiada a la organización.

2.10. Resumen De Capítulo Y Datos De Entrada

En este capítulo se ha revisado los diferentes procesos que involucra la creación de una Nueva Planta teniendo como finalidad extraer los datos de entrada para la formulación y los cálculos.

A continuación tenemos los siguientes datos de entrada:

- a) La Planta de Mortero, requiere de un área aproximada de 150 m² y debe estar localizada adyacente a la planta de Arena con fácil acceso para los auto-tanques que depositan las materias primas y para los carros que llevan el producto al granel
- b) La Planta de Mortero requiere de un fácil acceso vial para la planta de despacho al granel tanto para el estacionamiento de las volquetas como para el transporte del producto de una planta a otra.

- c) Se necesita de un área libre entre la existe planta de Arena y la Nueva de Mortero para el conexionado mecánico de las dos plantas.
- d) La Planta requiere una producción de 50 Tn./Hr. de mortero seco
- e) La planta recibe arena a 50 Tn/hr y filler a 25 Tn. /Hr.
- f) La emisión de polvo tiene que ser inferior a 30 mg./Nm³
- g) Velocidad de aire en tuberías de desempolvado 18-22 m/s
- h) Debe proveer de 1150 a 1250 sacos por hora de 25 kg.
- i) Presión de aire 150 psi.

CAPITULO 3

3. DISEÑO Y SELECCIÓN DE EQUIPOS DE TRANSPORTE-MEZCLA Y DESEMPOLVADO

Es este capítulo se seleccionará y diseñará todo lo que es de suministro local para la creación de la planta. Se describirá el proceso completo de producción de mortero seco desde la recepción de piedra hasta el despacho del producto terminado, primero mostraremos el diagrama de flujo y luego los pasos de estudio y análisis de la presente tesis.

Como ya se había mencionado, esta obra es la segunda de dos etapas en las que fue dividido el proyecto, primero el edificio de trituración y Arena para luego realizar la planta de Mortero; por eso es necesario dar a conocer los dos diagramas de flujo

3.1. Diagrama De Flujo De Proceso

Diagrama de flujo global del proyecto:

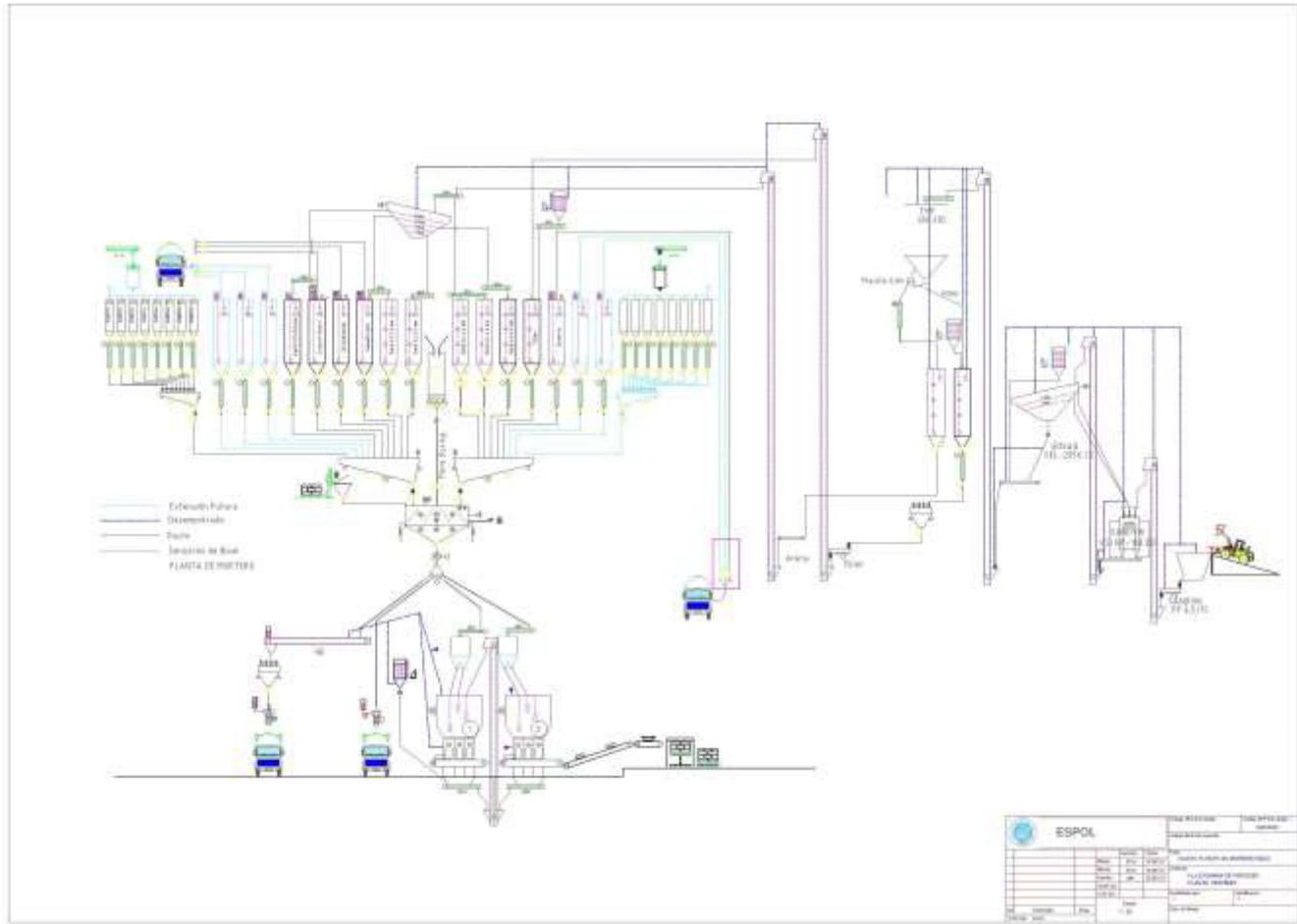


FIGURA 3.1: DIAGRAMA DE FLUJO PLANTA DE MORTERO

Diagrama de bloque de Nueva PLANTA DE MORTERO

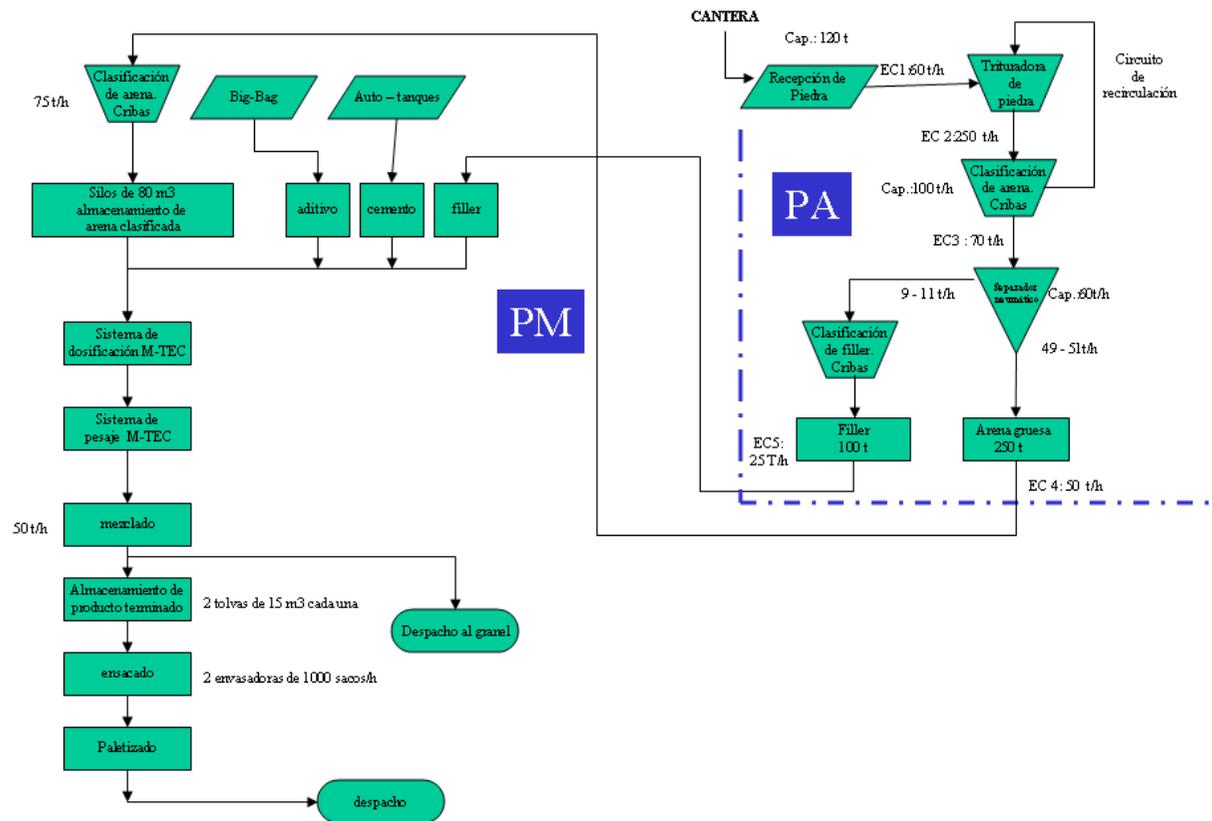


FIGURA 3.2: DIAGRAMA DE BLOQUE PLANTA DE MORTERO Y PLANTA DE ARENA

3.2. Diseño De Conexión Con Planta De Arena

Tenemos dos tipos de arenas que extraer de la Planta de Arena que son el Filler (Arena Fina) y la Arena Gruesa.

Para extraer **ARENA** tenemos que realizar los siguientes pasos:

- Silo de Arena.- Diámetro de salida 300 mm
- Válvula de guillotina Neumática: Esta evitará que se tenga que vaciar el silo en caso de mantenimiento. Ø 300mm.
- Válvula de mariposa: esta válvula es para controlar el flujo de material Ø 300mm.
- Banda Transportadora
- Ducto
- Elevador de Cangilones: El cálculo se muestra en el capítulo 3.3

Como primer paso se determinará el tipo de material a transportar de acuerdo a propiedades de tabla 10 adjunta.

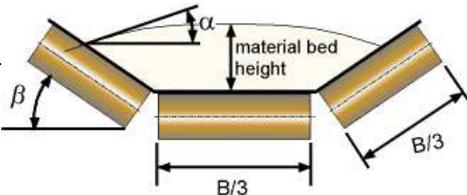
TABLA 10
PROPIEDADES DE MATERIALES

Material	Specific weights						Angle of repose		Angle of surcharge (For conveyor size design)	Friction angle (discharge angle)
	A		B		C		For size of silos & stockpiles	For civil design		
	For conveyor size design		For conveyor H.P. and size of silos & stockpiles		For material loads on building structures					
	[kg/m ³]	[lbs/ft ³]	[kg/m ³]	[lbs/ft ³]	[kg/m ³]	[lbs/ft ³]	[°]	[°]	[°]	[°]
Cement (40% Puzzolan)	950	59	1300	81	1600	100	10	-	0 - 5	-
Cement (40% Slag)	950	59	1300	81	1600	100	10	-	0 - 5	-
Cement (Portland)	1000	62	1400	87	1600	100	10	20	0 - 5	20
Clay: Fine (dry)	1000	62	1200	75	1600	100	25	30	5 - 10	-
Clay: Loose (dry)	1600	100	1800	112	2000	125	40	-	25 - 30	-
Clay: Loose (wet)	1800	112	2000	125	2000	125	50	15	25 - 30	-
Clinker	1200	75	1400	87	1600	100	35	30	20 - 25	30
Coal: Anthracite (as received)	800	50	900	56	1000	62	40	30	25 - 30	30
Coal: Bituminous	700	44	800	50	900	56	40	35	25 - 30	35
Coal: Pulverized/Meal	600	37	700	44	800	50	15	15	0 - 5	15
Gypsum (raw)	1280	80	1440	90	1600	100	40	35	25 - 30	-
Iron ore	2000	125	2400	150	2800	175	40	-	25 - 30	-
Kiln dust	600	37	800	50	1000	62	10	10	0 - 5	-
Limestone (crushed)	1400	87	1500	94	1700	106	40	35	25 - 30	35
Petcock (as received)	600	37	700	44	800	50	40	20	25 - 30	-
Petcock (meal)	400	25	550	34	750	47	-	-	-	-
Puzzolan: course (wet)	1200	75	1360	85	1520	95	30	-	15 - 20	-
Puzzolan: ground (dry)	950	59	1200	75	1360	85	20	-	5 - 10	-
Pyrite (pellets)	2100	131	-	-	-	-	35	-	20 - 25	-
Raw meal	900	56	1200	75	1500	94	15	15	0 - 5	15
Raw meal: blend. silo	900	56	1200	75	1500	94	15	15	0 - 5	15
Raw meal: cont. blend	900	56	1200	75	1500	94	15	15	0 - 5	15
Sand: dry (as received)	1400	87	1600	100	1680	105	40	35	25 - 30	35
Shale (crushed)	1300	81	1500	94	1680	105	40	35	25 - 30	35
Slag: blast furnace granular, (wet)	1100	69	1200	75	1300	81	30	-	15 - 20	-
Slag: blast furnace, ground, (dry)	900	56	1000	62	1200	75	20	-	5 - 10	-
Slag (pulverized 5600 Bl)	750	47	-	-	-	-	15	-	0 - 5	-

El primer cálculo que se realizará es el de la banda a la salida del silo de arena con un diámetro de 300 mm. (Tabla 11) El tipo de material arena con granulometría desde 0.09 mm hasta 2.4 mm y se desea alimentar al elevador de cangilones a razón de 50 Ton/H.

TABLA 11

CALCULO CAPACIDAD DE BANDA TRANSPORTADORA

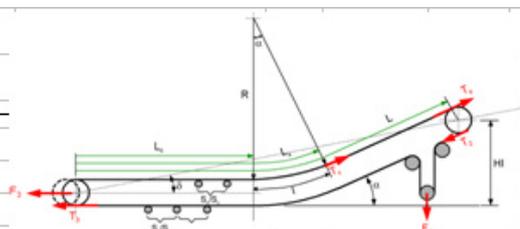
Belt Conveyor				
Transport rate calculation				
				
Standard troughing belt design				
			design	Calc.
Belt width	B	[mm]	600	
Useful belt width	b	[mm]	490	
Trough width	s	[mm]		
Troughing angle	β	[deg]	30	
Surcharge angle	α	[deg]	10	
Belt inclination		[deg]	0	
Belt speed	v	[m/s]	1,2	
Bulk density	ρ	[t/m ³]	1,4	
Volume flow rate th.		[m ³ /h]		127
Mass flow rate theo.		[t/h]		178
Factor uneven loading			0,8	
Volume flow rate				102
Mass flow rate		[t/h]		142
Material bed height		[mm]		92

En la tabla 12 se muestran las variables y resultados de los cálculos para la potencia de banda con una capacidad de 140 Ton/h

TABLA 12

CALCULO POTENCIA DE BANDA TRANSPORTADORA ⁽¹⁾

Belt conveyor							
Belt tension calculation							
Company:	ESPOL						
Plant:	Mortar Plant						
HAC Code.:							
Type of belt		EP 630/5		Roller diameter	D	127 mm / 5 in	
Capacity	Q	142	[t/h]	Carrier idler spacing	So	1,00	[m]
Width	B	610	[mm]	Return idler spacing	Su	2,00	[m]
Length	L	6	[m]	Roller weight carrier idler		18,5	[kg/m]
Lift height	HI	0	[m]	Roller weight return idler		4,4	[kg/3m]
Transport line inclination	δ	0,00	[deg]	Spec. roller weight overs	Wro	18,5	[kg/m]
Belt speed	v	1,15	[m/s]	Spec. roller weight under	Wru	6,6	[kg/m]
Specific weight of belt	Wbs	12,5	[kg/m ²]	Horizontal distance	Lc	6	[m]
Weight of belt	Wb	15,3	[kg/m]	Wrap friction at drive pull	θ	180	[deg]
Weight of moving parts	Wr	25,1	[kg/m]	Wrap factor	Cw	0,30	
Weight of material	Wm	34,3	[kg/m]	Driving pulley type		lagging	
Eff. material weight	Wm	34,3		Working condition		enclosed	
Belt status		loaded		Take up		fix take up	
Ambiance temperature	T	30	[°C]	Operating status		operation	
Temperature factor	Kt	1,00		Drive factor	f	0,64	
Res. factor calculated	Kyc	#, NOMBRE?		Startup factor	k	2,20	
Res. factor selected	Ky	2,100		Belt sag between idlers	y	1,0	[%]
Effective belt tension	Te	6,18	[kN]	Power at drive shaft	P	7,2	[kW]
T1=Te+T2					P	9,7	[hp]
Tight-side belt tension	T1	10,13	[kN]	Infobox Min.req.belt strength T_b 36,5 [kN/m] Max.allow.strength EP 630/5 63,0 [kN/m] max.allow.belt strength is according to load Safety factor f_s 17,2:1 Calc.carrier idler spacing S_c 1,07 [m] Calc.return idler spacing S_r 2,06 [m] Calc. curve length l 0,0 [m]			
Slack-side belt tension	T2	3,95	[kN]				
Tail end tension	T3	5,86	[kN]				
Tensioning after drive p.	F2	8,14	[kN]				
Tensioning at tail pulley	F3	12,08	[kN]				
Minimum radius startup	Rs		[m]				
Minimum radius operat.	Ro	37	[m]				



La potencia del motor con una eficiencia de 85% es de **10 HP**

La potencia consumida por las bandas transportadoras está compuesta por la potencia necesaria para mover la banda vacía, la potencia necesaria para mover la carga, la potencia para vencer la fricción de los rodillos, la potencia para accionar los posibles descargadores y la potencia para elevar el material si el sistema es inclinado. Cada una de estas potencias se puede calcular independientemente, y según sea el caso, se adicionan. Las fórmulas que se han sugerido son:

Para el transportador vacío:

$$HP = \frac{F(L + L_0)(0.06Wv)}{270}$$

Para el transporte de materiales en horizontal:

$$HP = \frac{F(L + L_0)T}{270}$$

Para elevación de materiales a cierta altura:

$$HP = \frac{TH}{270}$$

Potencia para el volteador:

$$HP = Y_V + HT$$

En las ecuaciones anteriores HP es la potencia consumida en caballos de fuerza, F es el coeficiente de frotamiento (0.05 cojinetes ordinarios, 0.03 cojinetes de rodillo), L es la longitud del transportador en metros, Lo es una constante (30.5 cojinetes ordinarios, 45.7 cojinetes de rodillo), v es la velocidad en m/min., H es la altura de subida del material en metros, W es el peso en kilogramos de las piezas móviles por metro de distancia de centro a centro de las poleas terminales. La potencia necesaria para los descargadores móviles también se puede encontrar en forma tabulada.

La tabla 13 obtenida del catálogo de Transporte de Sólidos Granulados proporciona algunos valores típicos para descargador móvil donde se muestra el ancho de banda, y la potencia para cojinetes ordinarios y cojinetes de rodillo

TABLA 13
POTENCIA PARA DESCARGADOR MOVIL ⁽⁵⁾

Ancho de la banda (cm)	Potencia para descargador móvil (HP)	
	Cojinetes ordinarios	Cojinetes de rodillos
30.5	0.75	0.50
35.6	1.00	0.75
40.6	1.00	0.75
45.7	1.50	1.25
50.8	1.50	1.25
61.0	1.75	1.25
76.2	2.50	1.75
91.4	3.00	2.50
106.7	4.00	3.00
122.0	5.00	3.25
137.0	6.00	5.00
152.4	7.00	6.00

Un cociente de transmisión de tensiones puede definirse como la relación entre la tensión total y la tensión neta.

Dicho cociente se conoce también como la relación de transmisión. Puede encontrarse la tensión total sobre la banda, conocida la tensión neta y esta relación. De la tensión total y del ancho de la banda se conocerá la tensión por metro de ancho de la banda. De esta tensión y de la tensión de seguridad de trabajo por metro y por capa se deduce el número de capas necesarias para que la banda soporte la tensión.

Las tablas 14 y 15 presentan un resumen de estos criterios

TABLA 14
RELACION DE TRANSMISION DE POLEAS ⁽⁵⁾

Tipo de Arrastre	Relación de Transmisión
Polea única desnuda	1.875
Polea única recubierta	1.500
Tándem de poleas desnudas	1.250
Tándem de poleas recubiertas	1.125

TABLA 15
ESPESOR ADECUADO DE BANDA ⁽⁵⁾

Ancho de la Banda (cm)	Número de Capas
30.5	3-4
45.7	3-5
61.0	4-7
76.2	5-8
91.4	6-9
106.7	6-10
122.0	7-12

A continuación en las figuras 3.3 y 3.4 se mencionan los accesorios adicionales de banda:

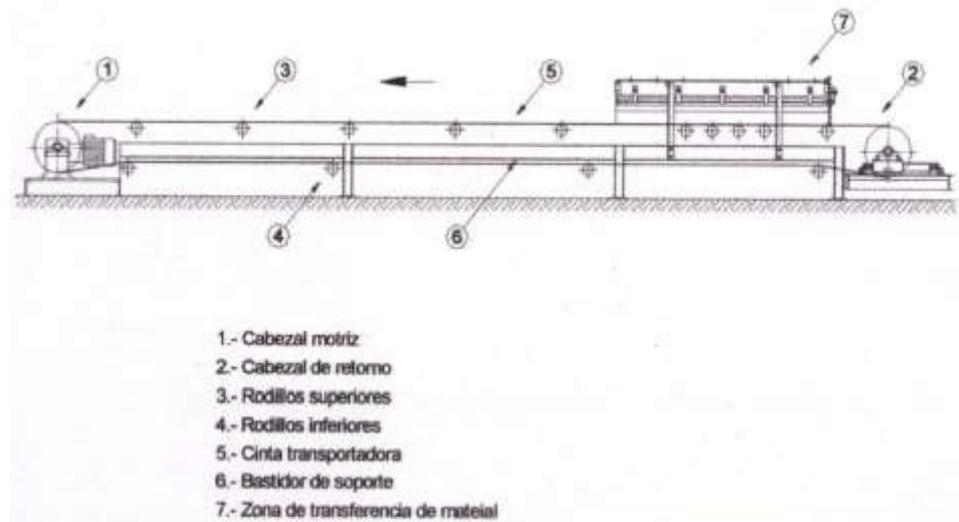


FIGURA 3.3: COMPONENTES DE BANDA TRANSPORTADORA.

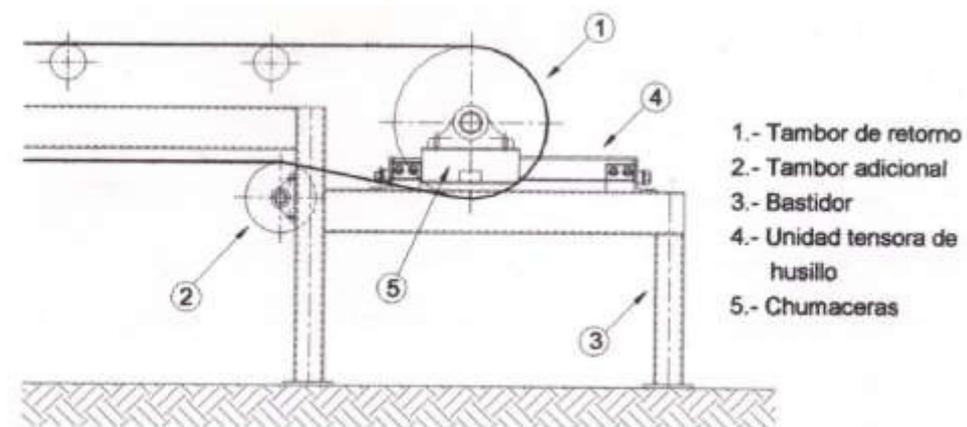


FIGURA 3.4: COMPONENTES DE CABEZAL DE RETORNO

Toda el largo de la banda estará cubierta con skirt board que evitarán que el material se desvíe y que no exista emisiones de polvo. A la descarga se tiene un chute fabricado de plancha

ASTM A36 con espesor no menor a 8 mm que enviará el material a un ducto que alimente al elevador de cangilones.

Los datos del chute se muestran en el siguiente esquema:

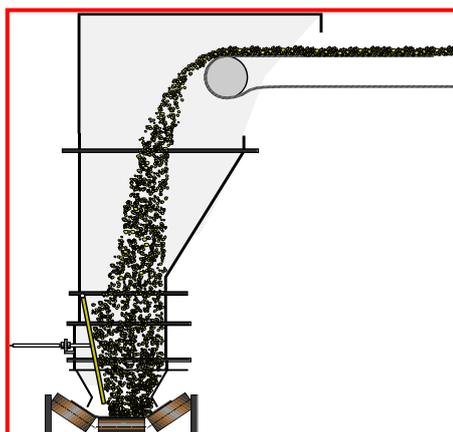


FIGURA 3.5: CHUTE DESCARGA

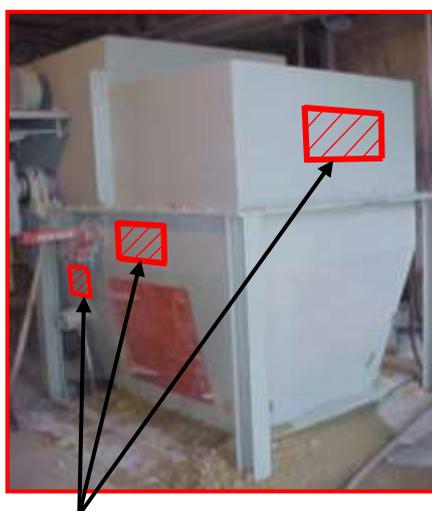


FIGURA 3.6: PUERTAS DE INSPECCIÓN

El chute de descarga tiene en sus costados puertas de inspección como se demuestra en figura 3.6. A la salida del chute

de descarga se tiene un ducto cuadrado también considerado chute que tiene forma cuadrada con gradas para formar una cama de material y así evitar el desgaste del mismo como se demuestra en gráfico adjunto:

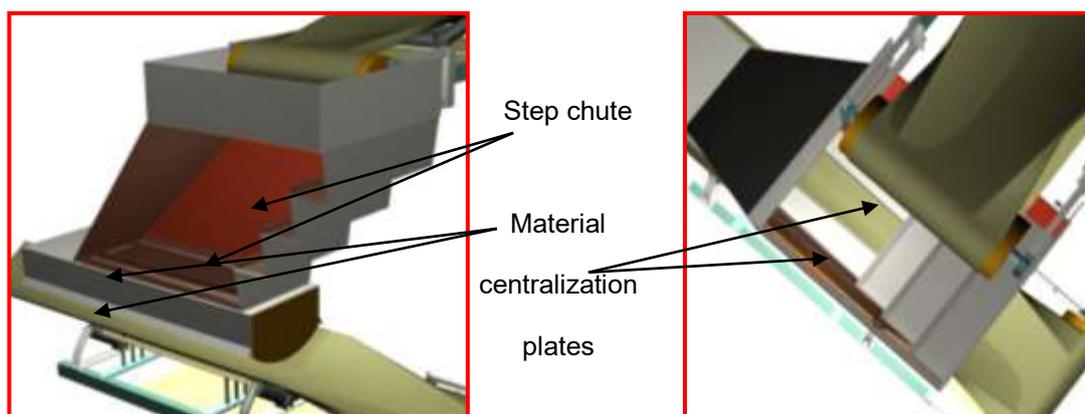


FIGURA 3.7 DUCTO Y CHUTE

Las dimensiones del chute y ducto finales se dan a conocer a continuación en la tabla 16:

TABLA 16

CHUTE DE DESCARGA

TIPO	MATERIAL	LARGO mm.	ANCHO mm.	ALTURA mm.	ESP. mm.	ANGULO DESCARGA	PUERTAS DE INSP.
Banda	ASTM A36	1792	1000	1621	8	50	3
Elevador	ASTM A36	5181	400	400	8	60	2

Para extraer **FILLER** tenemos que realizar los siguientes pasos:

- Tolva de Filler
- Aerodeslizador
- Elevador de Cangilones

Como primer paso se determinará el tipo de material a transportar en este caso será filler con una granulometría menor a 0.09 mm por lo que se tiene que utilizar aerodeslizadores.

A continuación en la figura 3.8 se presenta las partes de un aerodeslizador:

Aeroslides

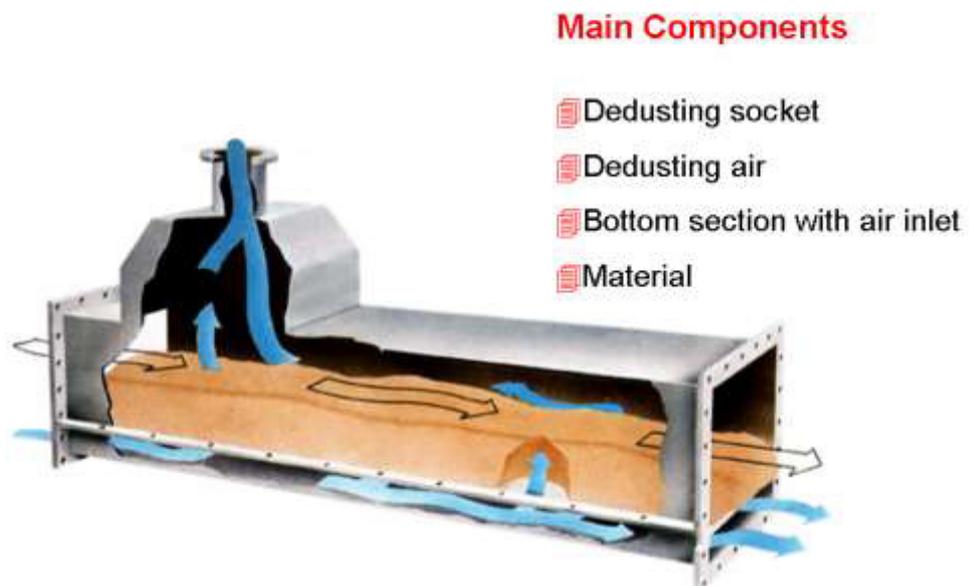


FIGURA 3.8: COMPONENTES DE AERODESLIZADORES.

El primer cálculo que se realizará es el tipo de aerodeslizador a la salida de la tolva de filler con un diámetro de 300 mm. y se desea alimentar al elevador de cangilones a razón de 25 Ton/H.

La capacidad de los aerodeslizadores esta dada por la tabla 17

Las dimensiones del aerodeslizador, el ventilador, del chute y las bridas se muestran en las tablas 18, 19, 20 y 21.

TABLA 17
CAPACIDADES DE AERODESLIZADORES

Bed velocity [m/s]	Bed height [mm]		TYPE Size	Material Capacity t/h		Filler				
				Recommended size		25,00				
				200		200				
				Mass flow [t/h]						
				Volume flow [m ³ /h]		Cement $\gamma_1=850 \text{ Kg./m}^3$		Raw meal $\gamma_1=700 \text{ Kg./m}^3$		
		MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX	
1,5		90	1 - 100	13	48	11	40	9	33	
		130	1 - 150	20	150	17	90	14	73	
2,0			1 - 200	36	260	30	220	25	180	
2,2	25	180	1 - 250	50	360	43	305	35	250	
2,5			1 - 300	68	480	58	410	48	335	
			1 - 350	80	560	68	475	56	390	
			1 - 400	90	650	77	550	63	450	
			1 - 500	112	810	95	690	78	565	
			250	1 - 630	140	1400	120	1200	98	980
			350	1 - 800	180	2500	150	2100	125	1750
	450	1 - 1000	225	4050	190	3450	160	2835		

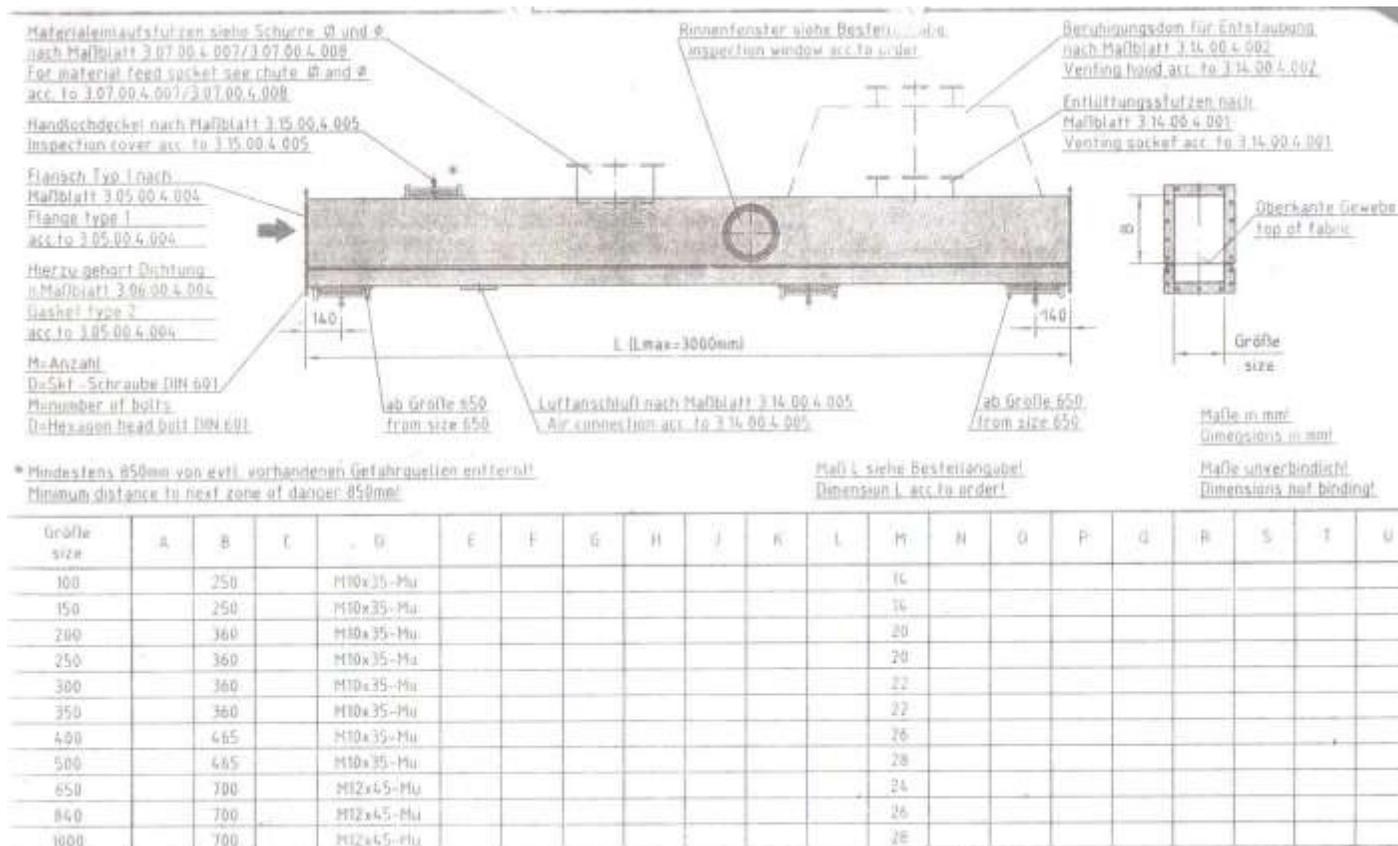
El flujo de aire se establece con una pendiente de 6° a 8°

El mínimo ángulo de inclinación para un aerodeslizador con materia prima es 5°, con una reducción del 20% de su capacidad.

Un volumen de aire de 2.5 m³/min.-m² es recomendado de fábrica, pero para materiales muy finos como polvo del horno.

Angulo de inclinación recomendado para un aerodeslizador:

TABLA 18
DIMENSIONES DE AERODESLIZADOR



* Mindestens 850mm von evtl. vorhandenen Gefährquellen entfernt!
Minimum distance to next zone of danger: 850mm!

Maß L siehe Bestellangabe!
Dimension L, acc.to order!

Maße in mm!
Dimensions in mm!
Maße unverbündelt!
Dimensions not binding!

Größe size	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U
100		250		M10x35-Mu								16								
150		250		M10x35-Mu								16								
200		360		M10x35-Mu								20								
250		360		M10x35-Mu								20								
300		360		M10x35-Mu								22								
350		360		M10x35-Mu								22								
400		465		M10x35-Mu								26								
500		465		M10x35-Mu								28								
650		700		M12x45-Mu								24								
840		700		M12x45-Mu								26								
1000		700		M12x45-Mu								28								

TABLA 19
DIMENSIONES DE VENTILADOR RADIAL

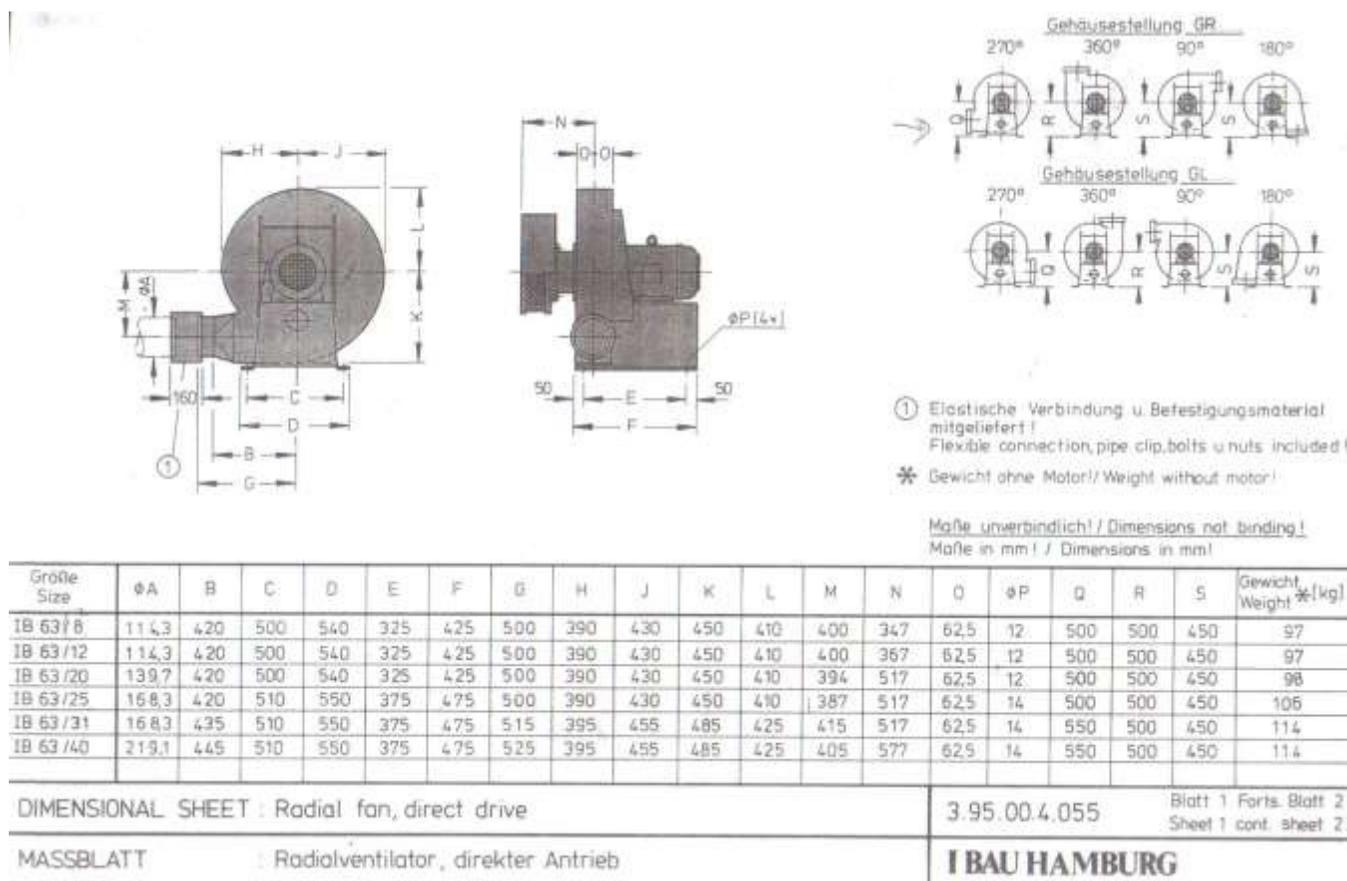


TABLA 20
DIMENSIONES CHUTE DESCARGA DE AERODESLIZADOR

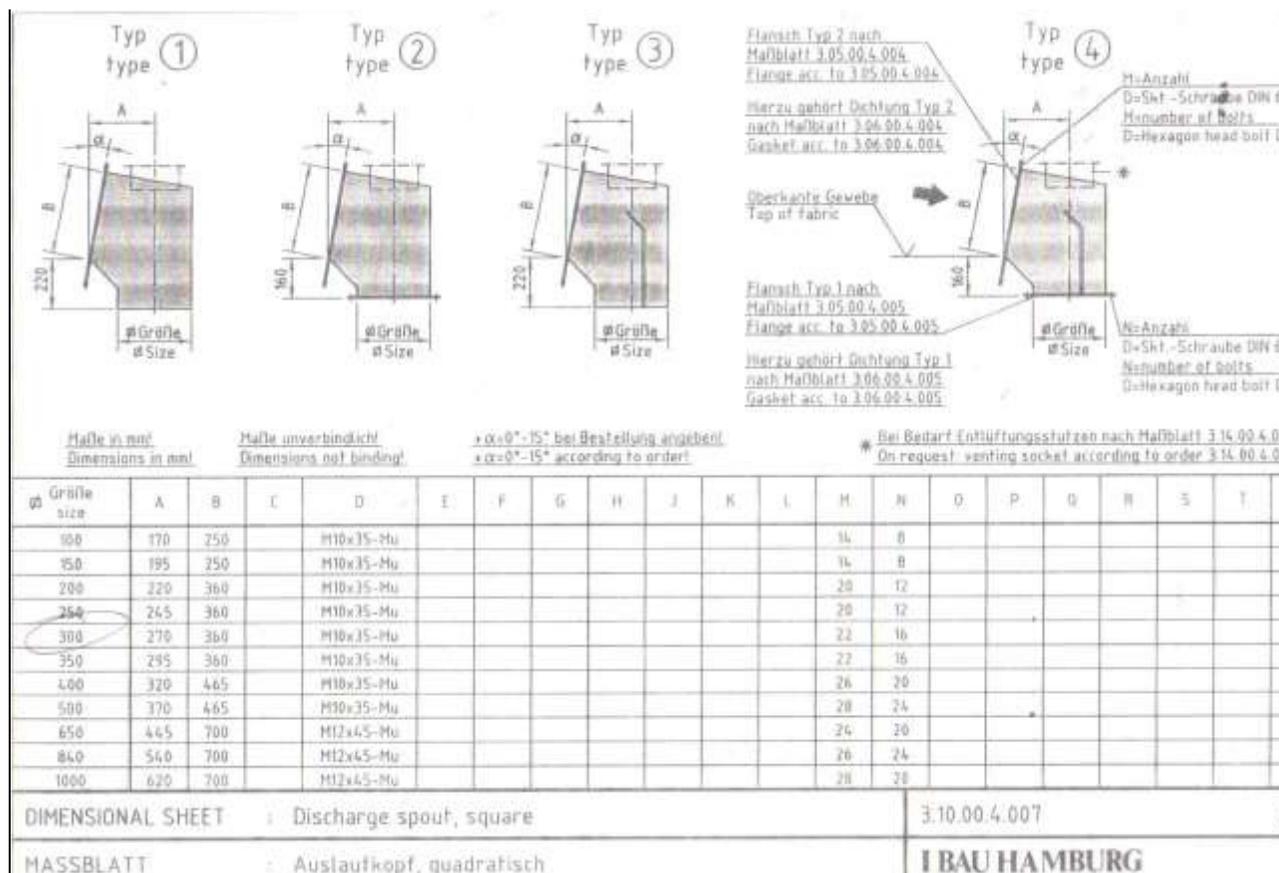


TABLA 21
DIMENSIONES DE BRIDAS

Maße unverbindlich! dimensions not binding! Hierzu gehört Rinnendichtung nach Maßblatt 3 06 00 4 004 gasket for fluidslide according to 3 06 00 4 004 Maße in mm! dimensions in mm!

Größe size	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U
150	405	230	288	13	1	85	2	85	290	200			16					8		
200	515	280	398	13	2	85	4	70	400	250			20					8		
250	515	330	398	13	2	85	4	70	400	300			20					8		
300	515	380	398	13	3	85	4	70	400	350			22					8		
350	515	430	398	13	3	85	4	70	400	400			22					8		
400	620	480	503	13	4	85	5	85	505	450			26					8		
500	620	580	503	13	5	85	5	85	505	550			28					8		
650	855	730	738	14	4	150	4	150	740	700			24					12		
840	855	920	738	14	5	150	4	150	740	890			26					12		
1000	855	1080	738	14	6	150	4	150	740	1050			30					12		

DIMENSIONAL SHEET : flanges for fluidslide 3.05.00.4.004
CSBLATT : Rinnenflansche IBAU HAMBURG

Para calcular la potencia del motor del ventilador del aerodeslizador se tiene la siguiente formula:

$$Pot = \frac{Q \times P_e}{4500 \times \eta_v}$$

Donde:

Pot= Potencia, en Hp.

Pe = Presión estática, en mm de columna de agua

η_v = Eficiencia de ventiladores

Q = Caudal, en metros cúbicos por minuto

En resumen tenemos la tabla 22 con los resultados siguientes:

TABLA 22

RESUMEN AERODESLIZADOR

TIPO	LARGO mm.	ANCHO mm.	ALTURA mm.	ESP. mm.	ANGULO DESCARGA	PUERTAS INSPEC- CIÓN
Aero- deslizador	12000	200	360	5	9	2 Cada Tramo
Chute descarga	580	200	360	5	9	N.A.
Brida	515	280	398	8	NA	NA

TIPO	\emptyset Ingreso	ANCHO	ALTURA	CAUDAL	PESO	POT (HP)
Ventilador Radial	114,3	820	960	8	97	0,5

3.3. Diseño De Elevadores

Para el diseño de los elevadores tenemos los siguientes datos que son importantes para el cálculo de las potencias.

- Capacidad
- Material
- Altura a recorrer
- Tipo de Elevador (banda, cadena, doble cadena)
- Velocidad
- Tipo de balde
- Separación entre baldes

Existen varias formas de obtener la potencia de los elevadores por lo que en la presente tesis se analizara mediante fórmulas hoja de cálculo y mediante tablas.

Primero se va a seleccionar el tipo de elevador, en este caso al tratarse de arena cuya granulometría oscila entre 0.09 y 2.4 mm se seleccionará elevador de banda, con las dimensiones de balde de la tabla 23 adjunta:

TABLA 23
DIMENSIONES Y VOLUMEN DE ELEVADORES (4)

Type	Spaced buckets				Type	Continuous buckets				
	Length and projection (mm)	Depth along belt (mm)	Aver mass (kg)	Theoretical or struck volume (litres)		Length and projection (mm)	Depth along belt (mm)	Aver mass (kg)	Theoretical or struck volume (litres)	
Malleable	150 x 100	110	1,1	0,9	Malleable	200 x 125	200	4,1	2,5	
	200 x 125	140	2	1,9		300 x 125	200	5,4	3,7	
	250 x 150	160	2,9	3,3		300 x 175	300	9,1	7,9	
	300 x 150	160	3,4	4		350 x 175	300	10	9,2	
	300 x 175	185	4,5	5,4		400 x 175	300	11	10,6	
	400 x 175	185	6,1	7,7		450 x 200	300	14	13,9	
	350 x 200	190	6,8	8,3		500 x 250	300	18	18,4	
	450 x 200	190	9,1	10,9		Steel	250 x 150	220	2,3	3,6
	600 x 200	190	13,6	14,5			300 x 200	300	5,4	9
	450 x 250	270	13,6	17,3			400 x 200	300	6,3	12
Steel	150 x 100	100	0,5	0,8	500 x 200		300	13	15,1	
	200 x 125	125	1,2	1,6	600 x 200		300	15	18	
	250 x 150	150	1,7	3,1	400 x 250		400	16	18,8	
	300 x 150	150	2	3,7	500 x 250		400	18	23,6	
	400 x 150	150	2,4	4,9	600 x 250		400	24	28,4	
	500 x 150	150	2,9	6,1	750 x 250		400	29	35,4	
	300 x 175	175	2,4	5,1	400 x 300		450	19	27,2	
	400 x 175	175	2,9	6,8	500 x 300	450	23	33,9		
	500 x 175	175	3,5	8,5	600 x 300	450	32	41		
	400 x 200	190	4,9	7,9	750 x 300	450	36	51		
500 x 200	190	5,8	10	900 x 300	450	41	61			
600 x 200	190	6,6	12	900 x 400	600	86	108			

* Use these values where actual data is unobtainable. Belt widths usually are 25 to 50 mm greater than bucket lengths for a single row of buckets. Nonmetallic buckets will have mass ranging from one-third to two-thirds of the values in Table 17-B.

Con este preámbulo vamos a obtener los cálculos de la ecuación de tensión efectiva que se presenta a continuación:

$$T_e = \frac{1000mN(H + H_0)g}{s}$$

Donde:

$T_e =$ Tensión efectiva, en N.

$m =$ Masa de material de cada balde, en kilogramos

$N =$ Número de columnas frente a cada banda
Usualmente uno

$H =$ Altura vertical de elevador en metros

$H_0 =$ Constante de altura (10 m.)

$g =$ Constante de gravedad, en m/s^2

$s =$ Espacio entre baldes de cetro a centro en mm

El espacio entre baldes está dado en por fórmula que es de 2 a tres veces la proyección del balde o por tabla.

La formula para calcular la tensión máxima del elevador es:

$$T_m = k \times T_e$$

Donde:

$k =$ Constante de contrapeso

$T_m =$ Tensión máxima, en N.

TABLA 24
CONSTANTE DE CONTRAPESO

Conductor	Contrapeso	k
Desnudo	Tornillo	0,97
Cubierto	Tornillo	0,8
Desnudo	Automático	0,64
Cubierto	Automático	0,5

La formula para calcular la potencia del elevador es:

$$Pot = \frac{T_m \times S}{1000}$$

Luego se calcula la potencia con la eficiencia dependiendo del tipo de motor.

$$Pot.Real = \frac{Pot.teórica}{effic}$$

Con estas formulas obtenemos los siguientes valores de potencia en la tabla 25 para el elevador de Arena y en la tabla 26 para el de Filler

TABLA 25

CÁLCULO DE POTENCIA DE ELEVADOR DE ARENA

Símbolo	VALOR	UNIDADES
m	8,18	Kg.
N	1	
H	42	m
H0	10	m
g	9,8	m/s ²
s	457	mm
Te	9121,51	N
k	0,98	
Tm	18060,58	N
S	1,52	m/s
Pot. Teo	27,45	KW
effic	0,85	
Pot. Real	32,30	KW
Pot. Requerida	43,29	Hp

TABLA 26

CÁLCULO DE POTENCIA DE ELEVADOR DE FILLER

Símbolo	VALOR	UNIDADES
m	8,18	Kg.
N	1	
H	32	m
H0	10	m
g	9,8	m/s ²
s	457	mm
Te	7367,37	N
k	0,98	
Tm	14587,39	N
S	1,52	m/s
Pot. Teo	22,17	KW
effic	0,85	
Pot. Real	26,09	KW
Pot. Requerida	34,97	Hp

3.4. Diseño De Transportadores De Tornillo

La arena que se descarga del elevador va hacia un ducto que se deposita sobre un transportador de tornillo el cual va ser objeto de cálculo en esta sección. Las condiciones o datos obtenidos para el elevador son los mismos por lo que se procederá a pasar directamente con los cálculos.

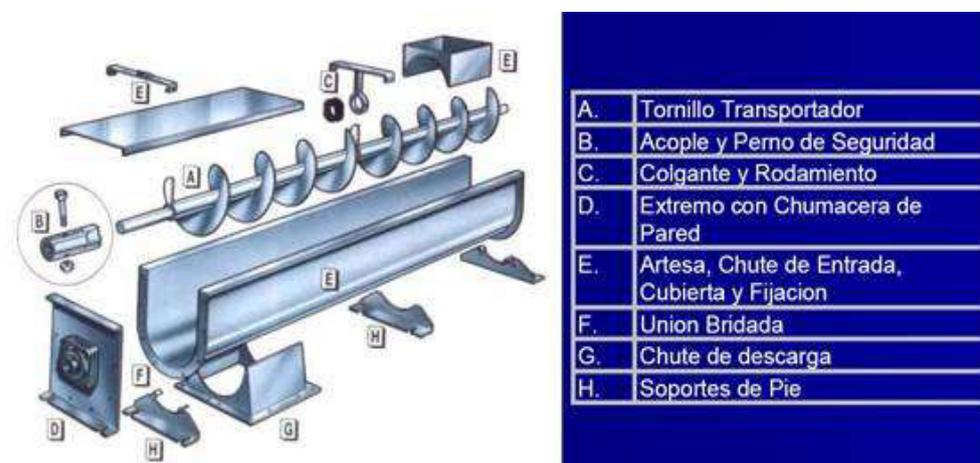


FIGURA 3.9: COMPONENTES DE TRANSPORTADOR

Componentes de Transportador

- Hélice de metal o plástico
- Eje
- Artesa o recipiente en forma de U
- Soportes del eje

- Elemento motriz y aditamentos

La fórmula de cálculo para la potencia de los tornillos transportadores se la pueden obtener por la siguiente relación:

$$Pot = \frac{C \times L \times \rho_b \times F}{4500}$$

Donde:

Pot.= Potencia, en Hp.

C = Capacidad, en m/min.

L = Longitud de transportador; en metros

ρ_b = Densidad aparente del material, en Kg. /m³

F = Factor de material (Tabla 28)

Al aplicar la ecuación de arriba, si la solución es de 2 caballos o menos se multiplica por 2, y si está comprendida entre 2 y 4 se multiplica por 1.5. La tabla 28 muestra valores del factor F para diversos materiales:

La tabla 29 muestra las capacidades de los transportadores de tornillo.

TABLA 28
FACTOR DE MATERIAL

<u>Clase a (F=1.2)</u> Ligeros, finos, no abrasivos, que fluyen libremente ρ_b : 480 a 640 kg/m ³	<u>Clase b (F=1.4– 1.8)</u> No abrasivos, de peso medio, granulares o pequeños terrones mezclados con finos ρ_b : hasta 830 kg/m ³	<u>Clase c (F=2.0– 2.5)</u> No abrasivos o semiabrasivos, granulares o pequeño terrones mezclados con finos ρ_b : 640 a 1200 kg/m ³	<u>Clase d (F=3.0– 4.0)</u> Abrasivos o semiabrasivos, finos, granulares o pequeños terrones mezclados con finos ρ_b : 830 a 1600 kg/m ³
Cebada Malta seca en grano Carbón pulverizado Harina de maíz Harina de semilla de algodón Semillas de lino Harina de trigo Cal pulverizada Malta Arroz Trigo	Alumbre fino Soya Carbón, finos y suelos Semillas de cacao Semillas de café Maíz desgranado Sémola de maíz Gránulos de gelatina Grafito en escamas Cal hidratada	Alumbre aterronado Bórax Malta mojada en grano Carbón de madera Carbón de hulla clasificado Carbón de lignito Cacao Corcho en trozos Cenizas Cal apagada Leche seca Pulpa de papel Papel en bloque Sal, gruesa o fina Fangos, aguas fecales Jabón pulverizado Cenizas de sosa Almidón Azúcar refinada	Bauxita Harina de huesos Negro de humo Cemento Creta Arcilla Espato flúor Yeso machacado Óxidos de plomo Guijarros de cal Polvo de piedra caliza Fosfato ácido de calcio (7% húmedo) Arena seca Pizarra machacada Esquistos machacados Azúcar cruda Azufre Óxido de zinc

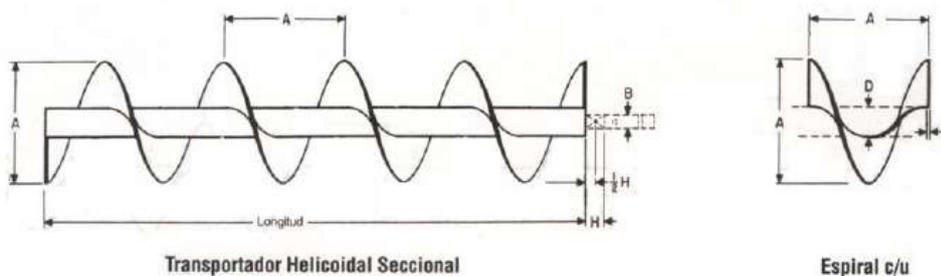
TABLA 29
CAPACIDADES DE TRANSPORTADORES

TROUGH LOADING		SCREW DIA. INCH	CAPACITY CUBIC FEET PER HOUR (Full Pitch)		MAX. RPM
			AT ONE RPM	AT MAX RPM	
45%		4	0.62	114	184
		6	2.23	368	165
		9	8.2	1270	155
		10	11.4	1710	150
		12	19.4	2920	145
		14	31.2	4370	140
		16	46.7	6060	130
		18	67.6	8120	120
		20	93.7	10300	110
		24	164.0	16400	100
	30	323.0	29070	90	
30% A		4	0.41	53	130
		6	1.49	180	120
		9	5.45	545	100
		10	7.57	720	95
		12	12.9	1160	90
		14	20.8	1770	85
		16	31.2	2500	80
		18	45.0	3380	75
		20	62.5	4370	70
		24	109.0	7100	65
	30	216.0	12960	60	
30% B		4	0.41	29	72
		6	1.49	90	60
		9	5.45	300	55
		10	7.6	418	55
		12	12.9	645	50
		14	20.8	1040	50
		16	31.2	1400	45
		18	45.0	2025	45
		20	62.8	2500	40
		24	109.0	4360	40
	30	216.0	7560	35	
15%		4	0.21	15	72
		6	0.75	45	60
		9	2.72	150	55
		10	3.8	210	55
		12	6.46	325	50
		14	10.4	520	50
		16	15.6	700	45
		18	22.5	1010	45
		20	31.2	1250	40
		24	54.6	2180	40
	30	108.0	3780	35	

En la tabla 30 se muestran los datos de los Helicoidales para los diferentes tipos de transportador.

En las tablas 31 y 32 se muestran dimensiones para la selección de los transportadores.

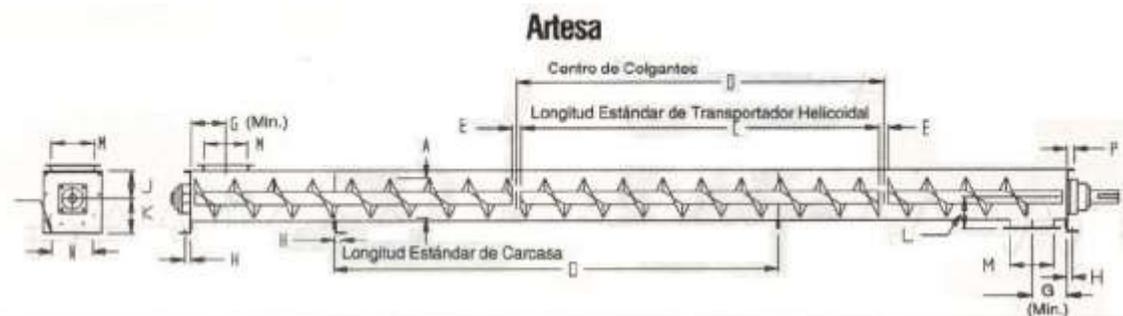
TABLA 30
TRANSPORTADOR HELICOIDAL SECCIONAL



A	B	Tamaño No. Parte Transp. Montaje	Tamaño No. Parte Sólo Espiral	Tamaño de Tubo		F	H	Long. Estándar Pies-Pulg.	Peso Promedio Lbs.			Aprox. Espirales Por Pies
				Int.	Ext.				Long. Estándar	Por Pies	Espiral c/u	
6	1 1/2	6S312-*	6SF312-*	2	2 1/2	3/8	2	9-10	75	7.5	1.7	2.0
	1 1/2	6S316-*	6SF316-*	2	2 1/2	3/8	2	9-10	90	8.0	2.2	2.0
9	1 1/2	9S312-*	9SF312-*	2	2 1/2	3/8	2	9-10	95	9.5	4.3	1.33
	1 1/2	9S316-*	9SF316-*	2	2 1/2	3/8	2	9-10	130	13.0	5.5	1.33
	1 1/2	9S324-*	9SF324-*	2	2 1/2	3/8	2	9-10	160	16.0	7.9	1.33
	2	9S412-*	9SF412-*	2 1/2	2 1/2	3/8	2	9-10	115	11.5	4.3	1.33
	2	9S416-*	9SF416-*	2 1/2	2 1/2	3/8	2	9-10	130	13.0	5.5	1.33
	2	9S424-*	9SF424-*	2 1/2	2 1/2	3/8	2	9-10	160	16.0	7.9	1.33
10	1 1/2	10S312-*	10SF312-*	2	2 1/2	3/8	2	9-10	120	12.0	5.0	1.2
	1 1/2	10S316-*	10SF316-*	2	2 1/2	3/8	2	9-10	135	13.5	6.7	1.2
	1 1/2	10S324-*	10SF324-*	2	2 1/2	3/8	2	9-10	165	16.5	8.7	1.2
	2	10S412-*	10SF412-*	2 1/2	2 1/2	3/8	2	9-10	120	12.0	5.0	1.2
	2	10S416-*	10SF416-*	2 1/2	2 1/2	3/8	2	9-10	135	13.5	6.7	1.2
	2	10S424-*	10SF424-*	2 1/2	2 1/2	3/8	2	9-10	165	16.5	8.7	1.2
12	2	12S412-*	12SF412-*	2 1/2	2 1/2	3/8	2	11-10	156	13.0	7.2	1.0
	2	12S416-*	12SF416-*	2 1/2	2 1/2	3/8	2	11-10	204	17.0	9.7	1.0
	2	12S424-*	12SF424-*	2 1/2	2 1/2	3/8	2	11-10	268	22.3	12.7	1.0
	2 1/4	12S509-*	12SF509-*	3	3 1/2	10 Ga.	3	11-9	160	14.0	5.7	1.0
	2 1/4	12S512-*	12SF512-*	3	3 1/2	3/8	3	11-9	178	14.8	7.2	1.0
	2 1/4	12S516-*	12SF516-*	3	3 1/2	3/8	3	11-9	210	17.5	9.7	1.0
	2 1/4	12S524-*	12SF524-*	3	3 1/2	3/8	3	11-9	274	22.5	12.7	1.0
	3	12S612-*	12SF612-*	3 1/2	4	3/8	3	11-9	198	16.5	7.2	1.0
	3	12S616-*	12SF616-*	3 1/2	4	3/8	3	11-9	216	18.0	9.7	1.0
	3	12S624-*	12SF624-*	3 1/2	4	3/8	3	11-9	280	24.0	12.7	1.0

* R Mano Derecha
* L Mano Izquierda

TABLA 31
DIMENSIONES DE TRANSPORTADOR DE TORNILLO



A Díam. de Helicoidal	B Díam. de Eje	C Longitud	D Longitud	E	F	G (Min.)	H	J	K	L	M	N	P	R
4	1	9-10½	10	1½	¾	4½	¾	3¾	4¾	3¾	5	5¾	1½	1
6	1½	9-10	10	2	¾	6	¾	4¾	5¾	5	7	8¾	1½	1
9	1½ 2	9-10	10	2	¾	8	1¾	6¾	7¾	7¾	10	9¾	1¾	1½
10	1½ 2	9-10	10	2	¾	9	1¾	6¾	8¾	7¾	11	9¾	1¾	1¾
12	2 2½ 3	11-10 11-9 11-9	12	2 3 3	¾	10½	1¾	7¾	9¾	8¾	13	12¾	2	1¾
14	2½ 3	11-9	12	3	¾	11½	1¾	9¾	10¾	10¾	15	13¾	2	1¾
16	3	11-9	12	3	¾	13½	1¾	10¾	12	11¾	17	14¾	2½	2
18	3 3½	11-9 11-8	12	3 4	¾	14½	1¾	12¾	13¾	12¾	19	18	2½	2
20	3 3½	11-9 11-8	12	3 4	¾	15½	2	13¾	15	13¾	21	19¾	2½	2½
24	3½	11-8	12	4	¾	17½	2½	16¾	18¾	15¾	25	20	2½	2½

Es espacio libre a la tapa de la artesa es un medio de la dimensión E

TABLA 32
DIAMETROS DE TORNILLOS TRANSPORTADORES

MAXIMUM LUMP SIZE TABLE					
SCREW DIAMETER INCHES	PIPE *O.D. INCHES	RADIAL CLEARANCE INCHES Δ	CLASS I 10% LUMPS MAX. LUMP, INCH	CLASS II 25% LUMPS MAX. LUMP, INCH	CLASS III 95% LUMPS MAX. LUMP, INCH
6	2 ³ / ₈	2 ⁵ / ₁₆	1 ¹ / ₄	3 ³ / ₄	1 ¹ / ₂
9	2 ³ / ₈	3 ³ / ₁₆	2 ¹ / ₄	1 ¹ / ₂	3 ³ / ₄
9	2 ⁷ / ₈	3 ⁹ / ₁₆	2 ³ / ₄	1 ¹ / ₂	3 ³ / ₄
12	2 ⁷ / ₈	5 ¹ / ₁₆	2 ³ / ₄	2	1
12	3 ¹ / ₂	4 ³ / ₄	2 ³ / ₄	2	1
12	4	4 ¹ / ₂	2 ³ / ₄	2	1
14	3 ¹ / ₂	5 ³ / ₄	3 ¹ / ₄	2 ¹ / ₂	1 ¹ / ₄
14	4	5 ¹ / ₂	2 ¹ / ₂	1 ¹ / ₄	1 ¹ / ₄
16	4	6 ¹ / ₂	3 ³ / ₄	2 ³ / ₄	1 ¹ / ₂
16	4 ¹ / ₂	6 ¹ / ₄	3 ³ / ₄	2 ³ / ₄	1 ¹ / ₂
18	4	7 ¹ / ₂	4 ¹ / ₄	3	1 ³ / ₄
18	4 ¹ / ₂	7 ¹ / ₄	4 ¹ / ₄	3	1 ³ / ₄
20	4	8 ¹ / ₂	4 ³ / ₄	3 ¹ / ₂	2
20	4 ¹ / ₂	8 ¹ / ₄	4 ³ / ₄	3 ¹ / ₂	2
24	4 ¹ / ₂	10 ¹ / ₄	6	3 ³ / ₄	2 ¹ / ₂
30	4 ¹ / ₂	13 ¹ / ₄	8	5	3

* FOR SPECIAL PIPE SIZES, CONSULT FACTORY.

Δ RADIAL CLEARANCE IS THE DISTANCE BETWEEN THE BOTTOM OF THE TROUGH AND THE BOTTOM OF THE CONVEYOR PIPE.

Los datos para la obtención de las potencias y de más accesorios para los Tornillos transportadores se muestran en la tabla 33:

TABLA 33
DATOS DE TORNILLOS TRANSPORTADORES

GUSANO	LONG.(mm)	Q (m ³ /h)	USO	DENSID. (Kg./lt)
GU1	4200	45	ARENA G<3 mm	1,4
GU2	4500	45	ARENA G<3 mm	1,4
GU3	8100	20	ARENA < 0.4 mm	0,9
GU4	7700	15	ARENA < 0.75 mm	1,12
GU5	3200	20	ARENA < 1 mm	1,2
GU6	4100	20	ARENA < 2 mm	1,25
GU7	3600	55	MORTERO SECO	1,35
GU8	6200	55	MORTERO SECO	1,35
GU9	3400	8	POLVO FINO	0,9
GU10	1850	1	RECIRC. E	1,35
GU11	2650	1	RECIRC. E	1,35

Los valores que se obtienen de las formulas son potencias requeridas y varían de acuerdo al fabricante de motores, éstos recomiendan multiplicar por un factor dependiendo de las horas de uso y de las cargas hasta por un valor de 1.8 la potencia requerida para obtener la potencia real del motor.

Con los datos de la tabla 33, la fórmula para el cálculo de potencia y las tablas 28, 29, 30, 31 y 32 dan como resultados los valores indicados en las Tablas 34 y 35.

TABLA 34
POTENCIAS DE TORNILLO TRANSPORTADORES

#	DIAM. (plg)	LONG. (mm)	Q (m3/h)	VEL. (RPM)	DENSID. (Kg./lt)	Ø EJE		Ø TUBO CED40		POT.(HP)
GU1	16"	4200	45	35	1,4	3"	1400	3 1/2"	4272	10
GU2	14"	4500	45	52	1,4	3"	1400	3 1/2"	4500	10
GU3	10"	8100	20	58	0,9	2"	2000	2 1/2"	8100	10
GU4	10"	7700	15	35	1,12	2"	2000	2 1/2"	7700	7,5
GU5	10"	3200	20	80	1,2	2"	1500	2 1/2"	3200	4
GU6	10"	4100	20	80	1,25	2"	1500	2 1/2"	4100	5
GU7	14"	3600	55	65	1,35	3"	1400	3 1/2"	3600	15
GU8	14"	6200	55	65	1,35	3"	1400	3 1/2"	6200	30
GU9	10"	3400	8	32	0,9	2"	1500	2 1/2"	3400	3
GU10	6"	1850	1	20	1,35	2"	1000	2 1/2"	1850	2
GU11	6"	2650	1	20	1,35	2"	1000	2 1/2"	2650	2

TABLA 35
ACCESORIOS ADICIONALES

#	ACOPLE FALK	HANGER		HANGER BEARING		CHUMACERA
GU1	1080 T10	16CH2166 MARTIN	# 1	CHB2166H MARTIN	# 1	2
GU2	1080 T10	14CH2166 MARTIN	# 1	CHB2166H MARTIN	# 1	2
GU3	1080 T10	10CH2164 MARTIN	# 2	CHB2164 MARTIN	# 2	2
GU4	1080 T10	10CH2164 MARTIN	# 2	CHB2164 MARTIN	# 2	2
GU5	1060 T10					2
GU6	1060 T10	10CH2164 MARTIN	# 1	CHB2164 MARTIN	# 1	2
GU7	1080 T10	14CH2166 MARTIN	# 1	CHB2166H MARTIN	# 1	2
GU8	1090 T10	14CH2166 MARTIN	# 1	CHB2166H MARTIN	# 1	2
GU9	1060 T10	10CH2164 MARTIN	# 1	CHB2164 MARTIN	# 1	2
GU10	1060 T10					2
GU11	1060 T10					2

Para los tornillos 5, 10 y 11 no es necesario la utilización de los Hanger o soportes debido a su corta distancia

3.5. Selección De Zarandas

Para la selección de las zarandas se consideran los parámetros de granulometría que se necesita cribar por lo que se los divide en 0.09, 0.3, 0.6, 0.9, 1.2, 2.4 y 3 mm.

La clasificación de la arena dentro de las Cribas se muestra en la figura 3.10 adjunta:

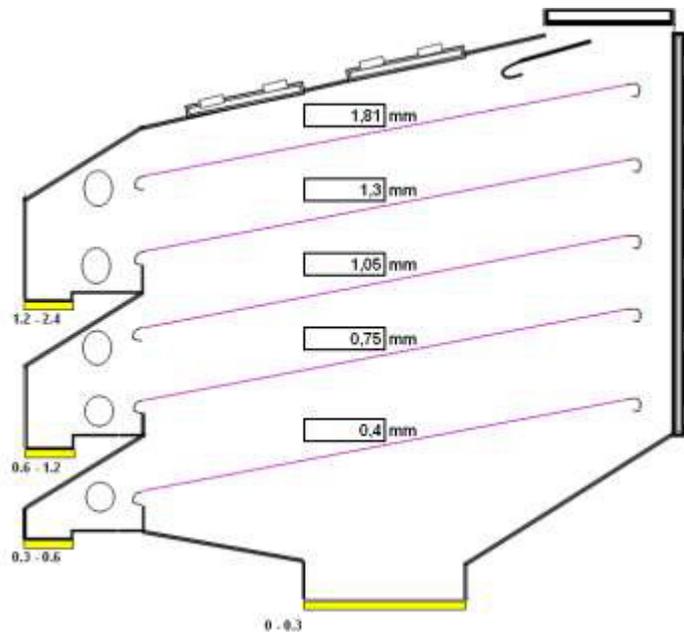


FIGURA 3.10: GRANULOMETRÍA Y MALLAS EN CRIBAS.

Otro de los parámetros requeridos para la selección de las zarandas o Cribas es la capacidad a separar, en este caso a la descarga del elevador de arena tenemos 50 Tn/hr y a la descarga del elevador de filler 25 Tn/hr dándonos un total de 75 Tn/hr a cribar para lo cual

seleccionaremos tres cribas cada una con una capacidad máxima de 25 Tn/hr.

Para la distribución de los diferentes espesores se necesitan dividir las mallas de acuerdo a la tabla 36 adjunta:

TABLA 36
SELECCIÓN DE MALLAS PARA CRIBAS

Granulometría	Tamiz ASTM	Tamaño { mm }
0.075 - 0.0	Fondo	
0.09 - 0.075	# 200	0,075
0.3 - 0.09	# 170	0,150
0.6 - 0.3	# 50	0,300
1.2 - 0.6	# 30	0,600
2.4 - 1.2	# 16	1,180
2,4	# 8	2,360

Una criba cuenta con dos moto vibradores que son los que le transmiten la potencia para poder separar los granos. El siguiente paso es seleccionar el tipo de moto vibrador que llevará cada criba para lo cual nos guiaremos de la tabla 37 adjunta:

TABLA 37
SELECCIÓN DE POTENCIA PARA CRIBAS

TIPO VIBRADOR	POTENCIA WATIOS	230 V- 60 Hz		380 V- 60 Hz		460 V- 60 Hz		480 V- 60 Hz		575 V- 60 Hz	
		I.N.	I.A.								
2 POLOS - 3456 R.P.M.											
BL 03	60	0,28	2,7	0,24	1,6	0,17	1,4	0,18	1,4	0,14	1,1
BL 05	120	0,53	5,2	0,43	3,1	0,31	2,6	0,32	2,5	0,27	2,1
BL 15	250	0,93	5,2	0,64	3,1	0,50	2,6	0,49	2,5	0,41	2,1
BL 20	340	1,26	9,8	0,90	5,9	0,69	4,9	0,69	4,7	0,57	3,9
BL 24/25 TODOS	500	1,88	17,8	1,39	10,8	1,05	8,9	1,05	8,5	0,87	7,1
BL 30 TODOS	1100	3,6	40	2,2	24	1,8	20	1,7	19	1,5	16
BL 40 TODOS	1500	4,9	61	3,2	37	2,5	30	2,4	29	2,0	24
BL 50	4000	11,4	129	7,3	78	5,9	64	5,7	62	4,7	51
4 POLOS - 1728 R.P.M.											
BL 03	35	0,28	1,4	0,26	0,9	0,18	0,7	0,19	0,7	0,16	0,6
BL 05	110	0,62	2,9	0,51	1,7	0,37	1,4	0,38	1,4	0,32	1,1
BL 15	175	1,10	4	0,88	2,4	0,64	2	0,66	1,9	0,54	1,6
BL 20	250	1,46	6,3	1,22	3,8	0,88	3,1	0,9	3	0,73	2,5
BL 24/25 TODOS	500	2,08	15,1	1,67	9,2	1,22	7,6	1,24	7,3	1,03	6,1
BL 30 TODOS	1150	3,9	42	3,0	25	2,2	21	2,3	20	1,9	17
BL 40	1800	6,0	56	4,4	34	3,3	28	3,3	27	2,7	22
BL 45	2685	8,5	99	6,4	60	4,8	50	4,8	47	4,0	40
BL 50 - 55	3350	10,3	129	7,3	78	5,7	64	5,6	62	4,7	51
BL 50 - 65/75	4800	14,2	153	9,7	93	7,6	76	7,5	73	6,3	61
BL 60 TODOS	7750	21,8	330	14,0	200	11,3	165	11,0	158	9,1	132
BL 75	10250	28,3	388	18,3	235	14,6	194	14,2	186	11,8	155
6 POLOS - 1152 R.P.M.											
BL 24/25 TODOS	510	2,43	12,2	2,03	7,4	1,46	6,1	1,5	5,8	1,21	4,9
BL 30 TODOS	900	4,3	26	3,8	16	2,7	13	2,8	12	2,4	10
BL 40 TODOS	1800	7,5	43	6,5	26	4,6	22	4,7	21	3,9	17
BL 45 TODOS	2310	9,3	76	8,1	46	5,8	38	6,0	37	5,0	31
BL 50 TODOS	4000	13,6	106	10,5	64	7,9	53	8,0	51	6,7	42
BL 60 TODOS	6200	18,2	188	13,2	114	10,0	94	9,9	90	8,5	75
BL 75 TODOS	10000	29,4	400	19,8	242	16,0	200	15,8	192	13,2	160
8 POLOS - 864 R.P.M.											
BL 30 TODOS	500	3,3	18	3,0	11	2,2	9	2,3	8,6	1,9	7
BL 40	1100	5,3	23	4,7	14	3,3	12	3,4	11	2,8	9
BL 45	2000	8,9	40	7,7	24	5,6	20	5,8	19	4,9	16
BL 50 TODOS	3300	12,8	96	12,0	58	7,8	48	8,1	46	6,9	38
BL 60 TODOS	4900	19,3	170	17,0	103	12,1	84	12,6	81	10,8	67
BL 75 TODOS	7750	31,0	216	24,7	130	18,1	108	18,4	103	15,8	86

Para el ingreso de material a las tres cribas seleccionadas tenemos un alimentador vibratorio el cual usará el mismo criterio que las cribas para separar y enviar el producto hacia las entradas de las zarandas.

3.6. Selección De Mezclador Y Dosificador De Fibras

Mezclador

El mezclador consiste en los siguientes componentes:

- • Carcasa de mezcla con compuerta(s) de mantenimiento
- • Mecanismo de mezcla con alojamiento y hermetización
- • Agitador(es) para la disgregación de aglomerantes pigmentos de color o fibras (a petición)
- • Tubo de aire para la conexión a una instalación de ventilación
- • Tomador de muestras para la toma de muestras con el mezclador en marcha (a petición)
- • Tubo de llenado para la conexión a la instalación existente
- • Compuertas con accionamiento neumático o hidráulico con protección para el vaciado exento de residuos.
- • Inyección de aire para la limpieza de las herramientas de mezcla (a petición) Accionamiento montado en una consola consiste en:
 - Motor eléctrico

- Acoplamiento de flujo para facilitar el arranque (en parte)
- Reductor
- Acoplamiento elástico para conectar al eje de mezcla Depósito inferior con:
 - Puerta de mantenimiento
 - Vibrador (es) para mejor vaciado y limpieza
 - Sonda de llenado

Modo de empleo

El mezclador continuo tipo MR consiste esencialmente de ocho grupos constructivos. El mecanismo de mezcla que trabaja con el principio de mezcla centrífuga (movimiento tridimensional de partículas) proporcionando una distribución uniforme de los distintos materiales a granel. Después del proceso de mezcla, el material mezclado es vaciado en el depósito inferior a través de las compuertas dejando mediante el sistema exento de residuos.

Selección

Entre los diferentes tipos de fabricantes de mezclador y dosificador tenemos la reconocida marca como es M-Tec. Como premisa tenemos los siguientes materiales para la mezcla:

- Arena

- Cemento
- Cal Hidratada
- Aditivos

Una vez que se tiene los materiales necesarios para la mezcla se necesita que la razón de mezclado para el producto terminado sea de 50 Ton/hr. Con estos datos se ingresa a las páginas de Internet de los fabricantes de mezcladoras y se ingresan estos datos para lo cual se obtienen similares respuestas dependiendo del fabricante.

A continuación en la tabla 38 mostraremos los resultados de la marca M-Tec para mezcladora.

TABLA 38
DATOS DE SELECCIÓN DE MEZCLADOR

Unidad	Denominación	Datos técnicos
Accionamiento	Motor	Fabricante : ABB
		Potencia : 37 kW
		Revoluciones : 1800min ¹
		Tensión : 440V/60Hz
		Tipo de protección : IP 55
		Modelo : B 3
	Reductor	Fabricante : FLENDER Tipo : FZG H2SH4 Transmisión : 13,865 Cantidad de aceite : ~10,0 l Tipo de aceite : VG 320
	Acoplamiento compensador de eje Reductor Motor	Fabricante : FLENDER Tipo : N-Eupex Tamaño : A-315
	Acoplamiento compensador de eje Reductor Mezclador	Fabricante : FLENDER Tipo : N-Eupex Tamaño : A-160
	Controlador del número de revoluciones	Fabricante : Telemecanique Tipo : XSA-V-12801 Tensión : 20-264 V AC/DC
Herramienta de mezcla	Hermetización	„GS“
	Herramienta de mezcla	Paletas de lanzamiento especial Tipo : W7 Distancia marginal: ~10 mm
Vaciado	Cilindro compuerta	Fabricante: Norgren Martonair Tipo : PRA/182125/M/250

Unidad	Denominación	Datos técnicos
Vaciado	Interruptor de aproximación	Fabricante : Pepperl&Fuchs Tipo : NJ4-12GM50-WS-V13 Tensión : 20-253 V AC
Junta		Vulkocell 20x20 mm
Compuerta de mantenimiento Cantidad:	Interruptor final Bloqueo magnético	Fabricante : Schmersal Tipo : AZ16zvrk
Mezclador: 1 Depósito inferior: 1		Fabricante : Schmersal Tipo: : AZM161CC-24rk-1 10 Tensión : 24 V DC
Agitador Cantidad: 3	Motor	Fabricante : ABB Potencia : 7,5 kW Revoluciones : 3600 Upm Tensión : 440V/60Hz Tipo de protección : IP 55 Modelo : B5
	Acoplamiento	Fabricante : Tschan Tipo : St Tamaño : S 85
	Hermetización	Ejecución : GLRD
	Herramienta agitador-	Ejecución : TX-V
Depósito inferior del mezclador	Salida	Ejecución : DN 400
	Sonda de nivel de llenado Cantidad: 1	Fabricante : Endress & Hauser Tipo : FTM51 Tensión : 19-60VDC
	Motor vibrador Cantidad: 3	Fabricante : ABM Tipo : RD 56 B-2-02,6 Tensión : 440V/60Hz Tipo de protección: IP 65

Unidad	Denominación	Datos técnicos
Tomador de muestras DN40	Cilindro de accionamiento	Fabricante : Norgren Martonair Tipo : PRA/182063/M/160
contenedor de añadido manual	Interruptor final	Fabricante : Schmersal Tipo : AZ16zvrk
	mariposa giratoria	Fabricante : Ebro Tipo : Z011-A
Neumática Presión admitida P = 6,0 bar	Unidad de mantenimiento	Fabricante : Festo Tipo : LFR-1-D-Maxi
	Válvula magnética	Fabricante : Festo Tipo : JMFH-5/2-D-3-C Tensión : 24 V DC
Nivel de ruido	85 dB (A)*	
Consumo de aire		Vaciado : 0,3 Nm ^d Junta agitador : - -
Presión de alimentación	6 bar	
Volumen Mezclador		Volumen neto : 1500 l Volumen bruto : 2000 l
Volumen Deposito interior		
		Volumen útil : 1 790 l

Una vez que el producto esta mezclado tenemos varias salidas las mismas que se describen a continuación:

- Tolvas de almacenamiento para ensacadoras
- Despacho al granel en nuevo edificio aldaño
- Mangas de despacho al granel

3.7. Diseño De Tolvas Almacenamiento Para Despacho

Una vez recibido el producto terminado del mezclador, este es enviado hacia unas tolvas de almacenamiento para posteriormente ensacarlo. Para el diseño de las tolvas necesitaremos de los siguientes datos de entrada:

- Salida de mezclador 50 tn/hr
- Material a almacenar: Mortero seco
- Capacidad a almacenar: 30 Tn

El primer paso para el cálculo de la o las tolvas es el diseño de forma por lo que tenemos los siguientes tipos de tolva a considerar en la figura 3.11 adjunta:

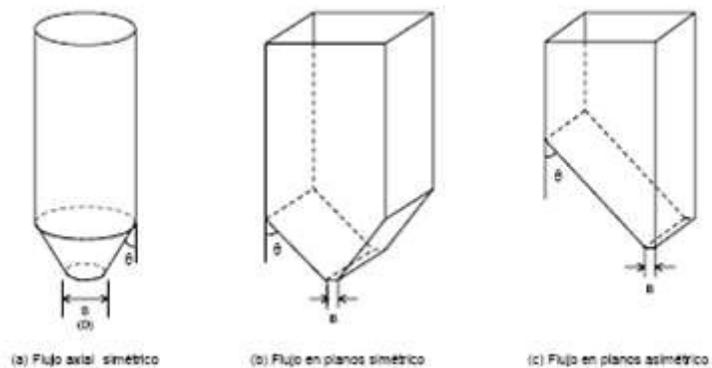


FIGURA 3.11: TOLVAS E INFLUENCIA EN FORMA DE FLUJO ⁽⁵⁾.

Por espacio físico se va a considerar para el diseño dos tolvas de flujo en planos simétricos como se muestra en la parte b de la figura 35. Luego como se necesita almacenar 15 toneladas en cada tolva se va a considerar las dimensiones necesarias para la ubicación de estas tolvas dentro del edificio. La altura que existe a la salida del mezclador hasta llegar a las ensacadoras es de 1.8 metros por lo que las paredes tendrán que ser de 2.5 metros para darnos los 11 m³ que son necesarios para almacenar.

El siguiente paso del cálculo es determinar el espesor de pared por lo que nos remitiremos a las siguientes fórmulas para el cálculo de presión

$$w = h_{pc} \rho$$

Donde:

$$h_{pc} = 180.0 \quad \text{cm.}$$

$$\rho = 1.4 \times 10^{-3} \quad \text{Kg. / cm}^3$$

La carga total W también puede ser expresada como $W = w.b.a$. El desarrollo de la teoría de Batch da la ecuación:

$$s = \frac{a^2}{b^2 + a^2} \frac{w b^2}{t^2}$$

Donde:

s = Esfuerzo Unitario flexionante promedio que actúa sobre la placa a través de la diagonal AC (ver figura 3.12)

a = Luz larga entre rigidizadores

b = Luz corta entre rigidizadores

w = carga por unidad de área

t = Espesor de placa

Los esfuerzos en las paredes se demuestran en la tabla 3.11 adjunta:

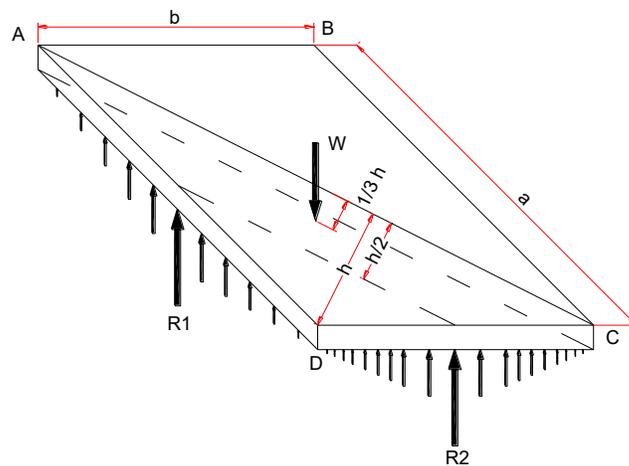


FIGURA 3.12: DIAGRAMA DE ESFUERZOS EN PLACAS ⁽¹⁴⁾.

w = 0.252 Kg. / cm²

$$a = 120.0 \text{ cm.}$$

$$b = 120.0 \text{ cm.}$$

$$S = 0.9 \times 2500 \text{ Kg. / cm}^2$$

$$l/c = t^2 / 6$$

$$F S = 4$$

Y con todos los datos se procede a obtener el espesor crítico

$$t_1 = 3.56 \text{ mm.}$$

Las dimensiones de tolva para almacenamiento de producto terminado se anexa en la tabla 39 adjunta

TABLA 39

DIMENSIONES DE TOLVA DE ALMACENAMIENTO

Altura	1800 mm
Ancho	2400 mm
Largo	2400 mm
Espesor	4 mm
Distancia rigidizadores	1200 mm
Capacidad	11 m ³
Material	ASTM A36
Cantidad	2

3.8. Selección De Paletizadora Y Ensacadora

Para seleccionar la ensacadora y la paletizadora es necesario determinar la cantidad de flujo que pasará por el sistema. Esto se lo obtiene con un pequeño cálculo que nos permitirá la selección de los dos equipos.

$$\#SACOS = \frac{Vol.Tolva}{Pesosaco} \text{ Para dimensiones ver figura 3.13}$$

Con esto obtenemos 1200 sacos para 25 Kg. y 750 para 40 kg.

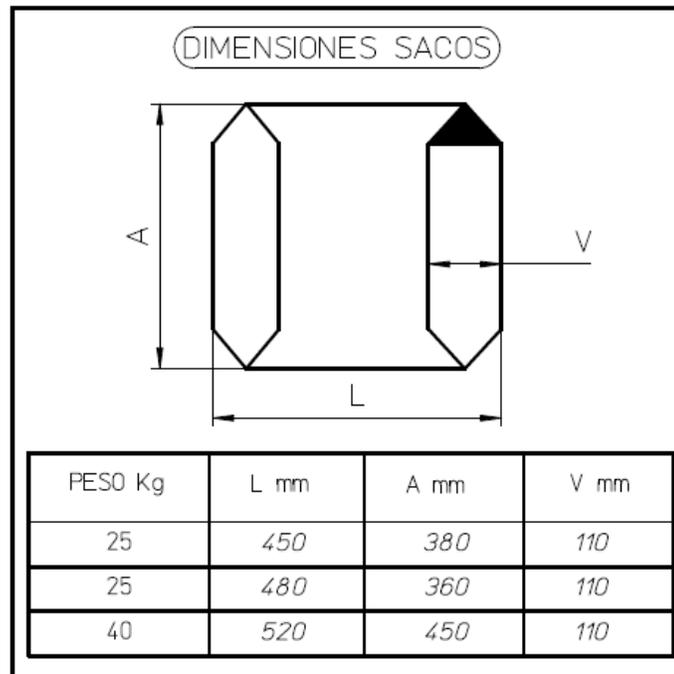


FIGURA 3.13: DIMENSIONES DE SACOS.

A continuación se muestran los cálculos para la potencia de los motores de las ensacadoras y paletizadora según sea el fabricante que puede ser Haver and Beacker o Payper.

$$M_T = \frac{M \times I}{V}$$

$$I = \frac{\pi \times D^4}{64}$$

$$V = A \times h$$

$$A = \frac{\pi \times D^2}{4}$$

$$HP = \frac{M_T \times S}{63000}$$

Donde:

$M_T =$ Momento Torsor, $lb_f \cdot plg$

$M =$ Masa, lb_f

$I =$ Inercia, plg^4

$D =$ Diámetro de partícula, plg

$A =$ Área, plg^2

$S =$ Velocidad, ft/min .

HP= Potencia, Hp

Con estas fórmulas obtenemos la potencia de la Paletizadora como se muestra en la tabla 40 adjunta.

TABLA 40
POTENCIA DE PALETIZADORA

PALETIZADORA

DATO	CANTIDAD	UNIDAD
MT	6897,04	lbf*plg
M	1272,72	lbf
I	823551,59	plg4
D	64,00	plg
h	47,24	plg
A	3217,00	plg2
V	151971,00	plg3
S	177,00	Ft/min.
HP	20	

En las figura 3.14 y 3.15 se muestra las dimensiones de palet para almacenar sacos de 25 y 40 Kg. respectivamente

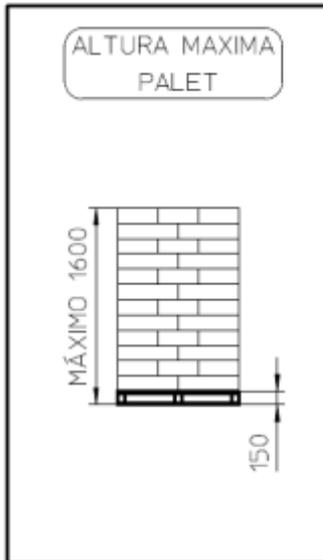


FIGURA 3.14: ALTURA DE PALET.

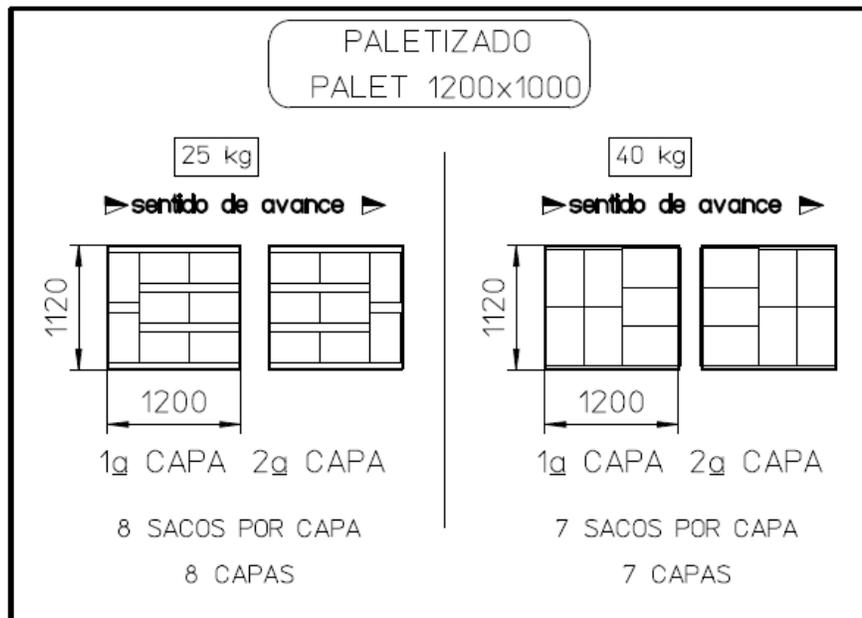


FIGURA 3.15: DIMENSIONES DE PALET.

En la tabla 41 se muestran los resultados de la selección de la ensacadora.

TABLA 41
DATOS DE SELECCIÓN DE ENSACADORA

ENSACADORA

DATO	CANTIDAD	UNIDAD
Tensión	460,00	V
Potencia	20,00	Hp
Presión	6,00	Kp/cm ²
Consumo	19,00	Nm ³ /h
Caudal instantáneo	60,00	Nm ³ /h
Caudal aspiración	7200,00	m ³ /h
Potencia Pesaje	0,30	Kw.

3.9. Diseño De Elevador De Recirculación

Este elevador es necesario para que el material que no ingresa a la funda a la salida de la ensacadora sea devuelto a las tolvas de producto terminado. Tenemos los siguientes parámetros para el cálculo de la potencia del mismo:

- Material: Mortero seco
- Capacidad aproximada a transportar: 1 Ton/hr
- Tipo de elevador: Banda
- Altura: 8 metros

Con estos datos de entrada nos remitimos al folleto de Martin ⁽⁴⁾ y seleccionamos la capacidad más próxima de elevador de banda, en este caso 4.5 Tn. /h. como se indica en la tabla 42 adjunta

TABLA 42

DATOS DE ELEVADOR B43-139 DE RECIRCULACIÓN ⁽⁴⁾

RUBRO	CANTIDAD	UNIDAD
Capacidad	107	CFH
Balde	4x3	plg
Espacio entre baldes	8	plg
Ancho de banda	5	plg
Velocidad	159	FPM
Dimensiones de cuerpo	8x18	plg
Diámetro Tambor motriz	8	plg
Velocidad de eje motriz	76	RPM
Diámetro de Tambor cola	8	plg
Diámetro de eje cola	1-7/16	plg
Peso cabezales	785	lbs
Peso Cuerpo, banda, baldes	42	lbs/ft

Como se hizo en la sección 3.3 vamos a calcular la potencia con la hoja de cálculo descrita en la tabla 43.

3.10. Diseño De Transporte A Edificio Despacho Al Granel

Otra de las salidas del mezclador es para despachar material al granel para lo cual se necesita diseñar un mecanismo que transporte el mismo desde el edificio de Mortero en la salida del mezclador hasta un nuevo edificio.

Por la distancia y la cantidad de material se diseñará una banda transportadora para lo cual tenemos los siguientes datos de entrada:

- Material: Mortero Seco
- Distancia: 8 metros
- Altura: 0 metros
- Banda de 24" de ancho
- Velocidad 1.2 mt
- Capacidad máxima a transportar: 50 Tn/hr

Los cálculos y resultados para la potencia de motor de la banda a utilizar los obtenemos de la tabla 40 adjunta.

La tabla 44 también contiene información adicional sobre los accesorios como son los el tambor motriz, de cola, rodillos, espacio entre rodillos de carga y retorno

TABLA 44
CALCULOS BANDA DESPACHO AL GRANEL

Belt conveyor							
Belt tension calculation							
Company:	ESPOL						
Plant:	Mortar Plant						
HAC Code.:							
Type of belt		EP 630/5		Roller diameter	D	127 mm / 5 in	
Capacity	Q	50	[t/h]	Carrier idler spacing	So	0,50	[m]
Width	B	610	[mm]	Return idler spacing	Su	1,50	[m]
Length	L	8	[m]	Roller weight carrier idler		18,5	[kg/m]
Lift height	HI	0	[m]	Roller weight return idler		4,4	[kg/m]
Transport line inclination	δ	0,00	[deg]	Spec. roller weight overs.	Wro	37,0	[kg/m]
Belt speed	v	1,20	[m/s]	Spec. roller weight under.	Wru	8,8	[kg/m]
Specific weight of belt	Wbs	12,5	[kg/m ²]	Horizontal distance	Lc	8	[m]
Weight of belt	Wb	15,3	[kg/m]	Wrap friction at drive pulley	θ	180	[deg]
Weight of moving parts	Wr	45,8	[kg/m]	Wrap factor	Cw	0,30	
Weight of material	Wm	11,6	[kg/m]	Driving pulley type		lagging	
Eff. material weight	Wm	11,6		Working condition		enclosed	
Belt status		loaded		Take up		fix take up	
Ambiance temperature	T	30	[°C]	Operating status		operation	
Temperature factor	Kt	1,00		Drive factor	f	0,64	
Res. factor calculated	Kyc	#¿NOMBRE?		Startup factor	k	2,20	
Res. factor selected	Ky	2,000		Belt sag between idlers	y	1,0	[%]
Effective belt tension	Te	4,31	[kN]	Power at drive shaft	P	5,2	[kW]
T1=Te+T2					P	7,0	[hp]
Tight-side belt tension	T1	7,07	[kN]	Infobox Min.req.belt strength Tb 25,5 [kN/m] Max.allow.strength EP 630/5 63,0 [kN/m] max.allow.belt strength is according to load			
Slack-side belt tension	T2	2,76	[kN]	Safety factor	fs	24,7:1	
Tail end tension	T3	5,19	[kN]	Calc.carrier idler spacing	Sc	1,48	[m]
Tensioning after drive p.	F2	5,69	[kN]	Calc.return idler spacing	Sr	1,72	[m]
Tensioning at tail pulley	F3	10,70	[kN]	Calc. curve length	l	0,0	[m]
Minimum radius startup	Rs		[m]				
Minimum radius operat.	Ro	56	[m]				

Con esta hoja de cálculo obtenemos que la potencia del motor para la banda será **7.5 HP** con una eficiencia del 85% y una relación de transmisión de 0.64

3.11. Diseño De Transporte Hacia Manga De Despacho Al Granel

Para la cuarta y última salida del mezclador es necesario diseñar un ducto que alimente a una manga de despacho situada en el nivel 0 del nuevo edificio de Mortero. Este ducto servirá para el despacho a carros cuando se desea liberar producto en el cambio de material del mezclador o a su vez despacho directo a obra.

Para el diseño es necesario conocer los siguientes parámetros:

- Distancia 8 metros
- Diámetro de Salida de tolva 300 mm
- Material: Mortero Seco (grado 6 abrasión moderada)

Los criterios de diseño del ducto dados por el Design Criteria son los siguientes:

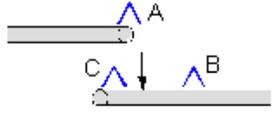
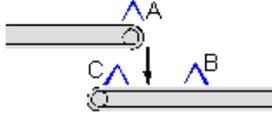
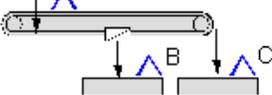
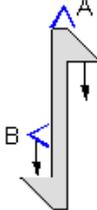
- Espesor de pared mínima de 6 mm
- Angulo de inclinación mínimo de 55°
- Espesor de bridas de 8 mm
- Material de la plancha con resistencia superior a los 2500 Kg./cm²
- Soldadura Continua Con Resistencia De 70 Kpsi

3.12. Diseño De Desempolvado De Planta

Para realizar un óptimo sistema de desempolvado de la planta a continuación se va a incluir algunos parámetros para el diseño y selección de los mismos.

En la tabla 45 adjunta se muestran los flujos característicos de los equipos a desempolvar

TABLA 45
FLUJO CARACTERÍSTICOS DE EQUIPOS ⁽¹⁾

MACHINE UNIT	SIZE (mm)	m ³ /h	DETAILS / REMARKS				
			A	B	C		
BELT CONVEYORS 	650	4250	1500	1750	1000	m ³ /h	
	850	5250	2000	2250	1000		
	1000	6500	2500	2750	1250		
	1200	7750	3000	3250	1500		
	1400	8750	3500	3750	1500		
	1600	10'000	4000	4250	1750		
APRON CONVEYORS 	800	6500	3500	2000	1000	m ³ /h	
	1000	7500	4000	2500	1000		
	1200	8750	4500	3000	1250		
	1400	9750	5000	3500	1500		
	1600	10'000	5500	4000	1500		
PIVOTING PAN APRON CONV 	800		2500	9000	9000	m ³ /h	
	1000		3000	10'000	10'000		
	1200		3500	11'000	11'000		
	1400		4000	12'000	12'000		
BUCKET ELEVATORS 			CHAIN m ³ /h		BELT m ³ /h		m ³ /h
			A	B	A	B	
	400		1250	1000	2000	1000	
	500		1500	1000	2250	1000	
	630		2000	1250	2500	1250	
	800		2500	1250	3000	1250	
	1000		3000	1500	3500	1500	
	1250		3500	1500	4500	1500	
1600		4000	1500	6000	1500		

Los equipos a desempolvar son:

Elevador De Cangilones Capacidad 50 Ton/H

El caudal previsto es de 33 m³/min. (2.000 m³/h) considerando dimensiones de la caja del elevador y según el típico para elevadores con una campana o boca de la sección adecuada al caudal y velocidad de captura ubicada directamente en el punto mencionado.

Elevador De Cangilones Capacidad 25 Ton/H

El caudal previsto es de 33 m³/min. (2.000 m³/h) considerando dimensiones de la caja del elevador y según el típico para elevadores con una campana o boca de la sección adecuada al caudal y velocidad de captura ubicada directamente en el punto mencionado.

Aspiración 3 Zarandas

El caudal previsto será de 3.000 m³/h en cada una totalizando 9.000 m³/h para las tres. La aspiración será sobre la primera malla

Aspiración De Máquinas Ensacadoras

El caudal de aspiración por ensacadora es de 44 m³/min. (2,600 m³/h) totalizando 10.400 m³/h. Las ensacadoras cuentan con sus propias tomas de aspiración.

Aspiración De 2 Tolvas De Las Ensacadoras

El caudal de aspiración por tolva será de 17 m³/min. (1000 m³/h) totalizando 34 m³/min.

Aspiración Banda Despacho Al Granel

El caudal previsto es de 42 m³/min. (2.500 m³/h) considerando una toma localizada a un metro de distancia de la alimentación

Elevador De Cangilones De Recirculación

El caudal previsto es de 20 m³/min. (1.200 m³/h) considerando dimensiones de la caja del elevador y según nuestro típico para elevadores preferentemente en la pierna de “retorno” con una campana/ boca de la sección adecuada al caudal y velocidad de captura ubicada directamente en el punto mencionado.

Condiciones Ambientales Y De Operación

- Tipo de instalación: Interior y exterior.
- Altura sobre el nivel del mar: 0 m s.n.m.
- Temperaturas de operación: min.: 10C/ Max. 40C
- Operación: 24 hs., 7 días por semana, 365 días al año.

- La emisión máxima de contaminante (material particulado total) de los filtros de mangas medido en el conducto de expulsión de aire del ventilador deberá ser inferior a 60 mg/Nm³ (Nm³=273K,=0C y 1 atm).
- Se definen los siguientes valores de velocidad de transporte/ captura
 - Conductos entre 18 a 22 m/seg.
 - Campanas y bocas de captación según indicado en memoria de cálculo.

Descripción Y Especificaciones Técnicas Particulares-Sistema De Aspiración

El sistema está compuesto por:

- Filtro de mangas de alta presión, autolimpiante con sistema pulse jet con su respectiva rosca y válvula rotativa
- Ventilador centrífugo de extracción
- Bocas de captación, conductos de interconexión y accesorios.

Filtro De Mangas

Los filtros de mangas (ver figura 3.16) son los encargados de filtrar el polvo proveniente de las distintas captaciones localizadas permitiendo la descarga de aire limpio a la atmósfera. El proceso de filtrado es a

través de mangas de material textil adecuado operando bajo presión negativa en forma ON-LINE es decir los elementos filtrantes se regeneran en forma frecuente y continua a través de un pulso en contracorriente sin afectar la aspiración.

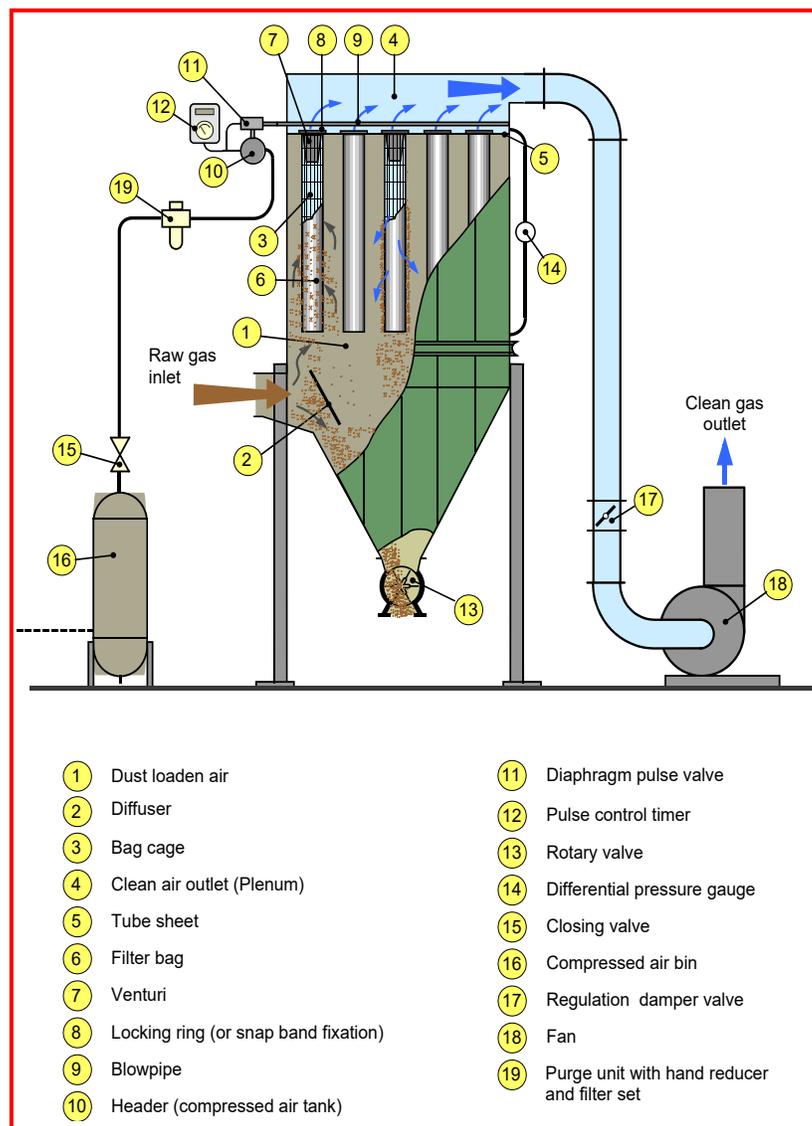


FIGURA 3.16: FILTRO DE MANGAS

La eficiencia de separación del filtro de mangas será la adecuada para el tipo de material, proceso y concentración de polvo considerando la aplicación en particular.

Las partes son:

- • Cámara de aire limpio, cámara de aire sucio, y tolva colectora, todas en acero A36 de 3 mm de espesor
- • El sistema de limpieza será de alta presión mediante aire comprimido soplando en contracorriente.

El sistema de pulsado o barrido en contracorriente de las mangas deberá ser controlado por un PLC, temporizador de estado sólido o electroválvulas accionadas por medios neumáticos.

- • Deberán incluirse puertas de inspección en tolva inferior.
- • Se incluirán mangas del material acorde a la aplicación
- • Deberá incluir válvula rotatoria o doble pendular de acuerdo al diseño de cada fabricante.
- • Deberá incluir plataformas de mantenimiento y escaleras de acceso con guardapiés y resguardo respectivamente.
-

A continuación en la tabla 46 se presenta los resultados de los cálculos para el filtro de las zarandas, elevadores y gusano ubicado en la parte superior del edificio de Mortero:

TABLA 46
CALCULO DE FILTRO NIVEL SUPERIOR EDIFICIO

SISTEMA CONSIDERADO						
	Entre niveles		+	=	42,00	mtrs.
			+	=	35,72	mtrs.
Conductos						
	Vel. de transporte	vt		=	20	m/seg
Item.	Consumidores			=	Caudal	
					Conductos	
					Sección	Diámetro
					mtrs ² .	mtrs.
1	Elevador	50 Tn/hr.		=	2000	m ³ /hr.
2	Elevador	25 Tn/hr.		=	2000	m ³ /hr.
3	Transportador	GU1		=	3000	m ³ /hr.
4	Zaranda			=	3000	m ³ /hr.
5	Zaranda			=	3000	m ³ /hr.
6	Zaranda			=	3000	m ³ /hr.
Conductos troncales de gases sucios.						
7	Acometida a Filtro	144 Mangas		=	16000	m ³ /hr.
8	Zarandas	Item.6+5		=	6000	m ³ /hr.
9	Zarandas	Item.6+5+4		=	9000	m ³ /hr.
10	Zarandas+GU1			=	12000	m ³ /hr.
Conducto de gases limpios.						
11	De filtro a Ventilador	144 Mangas		=	16000	M ³ /Hr.

En la tabla 47 se muestran los resultados de los cálculos para el filtro de las ensacadoras, tolvas y banda ubicado en la parte inferior del edificio de Mortero

TABLA 47
CALCULO DE FILTRO NIVEL INFERIOR EDIFICIO

SISTEMA CONSIDERADO								
	Entre niveles	+	=	8,50	mtrs.			
		--	=	3,20	mtrs.			
Conductos								
	Vel. de transporte	vt	=	20	m/seg			
Item.	Consumidores			Caudal		Conductos		
						Sección mtrs ² .	Diámetro mtrs.	
1	Ensacadora	Bocas 1+ 2	=	2600	m ³ /hr.	0,036	0,214	
2	Ensacadora	Bocas 1+ 2	=	2600		0,036	0,214	
3	Ensacadora	Bocas 1+ 2	=	2600		0,036	0,214	
4	Ensacadora	Bocas 1+ 2	=	2600		0,036	0,214	
5	Tolva de carga		=	1000		0,014	0,133	
6	Tolva de carga		=	1000		0,014	0,133	
7	Banda transportadora		=	2500		0,035	0,210	
8	Elevador derrames		=	1200	m ³ /hr.	0,017	0,146	
9	Pié de elevador 1	50 Tn/hr.	=	1500	m ³ /hr.	0,021	0,163	
10	Pié de elevador 2	25 Tn/hr.	=	1500	m ³ /hr.	0,021	0,163	
Conductos troncales de gases sucios.								
11	Acometida a Filtro	156 Mangas	=	19100	m ³ /hr.	0,265	0,581	
12	Elevadores	Item.9+10	=	3000	m ³ /hr.	0,042	0,230	
13	Elev.derr.+dos tolvas	Item.8+6+5	=	3200	m ³ /hr.	0,044	0,238	
14	Ensacadoras+Banda	Item.1+2+3+4+7	=	12900	m ³ /hr.	0,179	0,478	
15	Troncal	Item.13 + 14	=	16100	m ³ /hr.	0,224	0,534	
Conducto de gases limpios.								
15	De filtro a Ventilador	156 Mangas	=	19100	M ³ /Hr.	0,265	0,581	

Características constructivas:

Los filtros de mangas están compuestos básicamente por los siguientes elementos

Cuerpo Principal

Constituido por elementos soldados o paneles para armar en obra de acero al carbono ASTM A36, espesor mínimo de 3,2 mm, con refuerzos exteriores de platina. Este cuerpo aloja los elementos filtrantes y el espejo portamangas.

Incluye a su vez los venteos de alivio en caso de explosión cuando correspondiere. El conjunto se diseñará para una depresión mínima de – 500 mm c.a. Incluirá boca de inspección.

Incluirá toma manométrica para medición de presión diferencial (diámetro ½ “) contemplando algún sistema para evitar el ensuciamiento de la toma mencionada.

Tolva inferior

Es la encargada de soportar el cuerpo principal y permite la acumulación momentánea del polvo filtrado.

También será construida por elementos soldados o paneles para armar en obra en acero ASTM A36, espesor mínimo de 3,2 mm, con refuerzos exteriores de platina o ángulo.

El proveedor deberá garantizar la estanqueidad del conjunto.

El proveedor especificará el tipo de junta que utilice entre bridas o paneles.

En la figura 3.17 se muestra la tolva del filtro y las platinas deflectoras

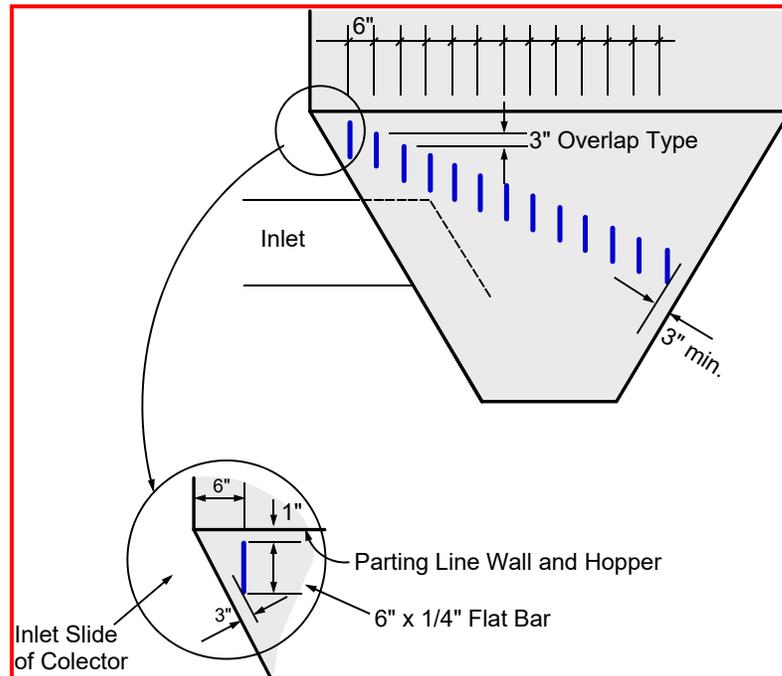


FIGURA 3.17: TOLVA DE FILTRO

Cabezal superior o pleno de aire limpio:

Está ubicado sobre el cuerpo principal acoplado mediante brida al mismo o directamente soldado. De acuerdo al diseño deberá permitir un cómodo recambio de los elementos filtrantes (mangas).

También será construido por paneles soldados o para armar en obra de acero ASTM A36, espesor mínimo de 3,2 mm, con refuerzos exteriores de platina.

Incluirá toma manométrica para medición de presión diferencial (diámetro ½") contemplando algún sistema para evitar que la toma mencionada se ensucie como se muestra en figura 3.18 adjunta:

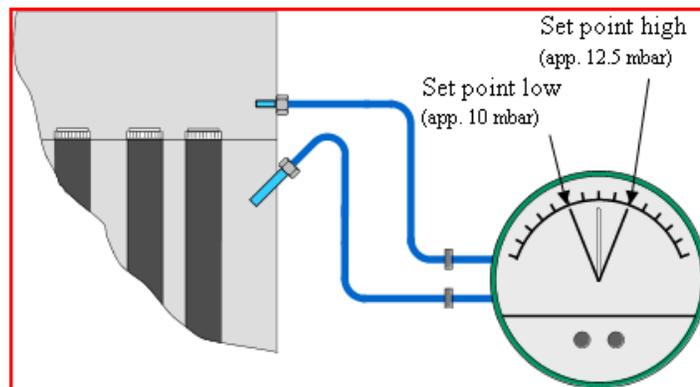


FIGURA 3.18: MEDIDOR DE PRESIÓN

Sistema de limpieza de mangas:

El sistema de limpieza será de alta presión mediante aire comprimido en idéntica forma (PULSE JET)

En la figura 3.19 se muestra la secuencia de limpieza de las mangas

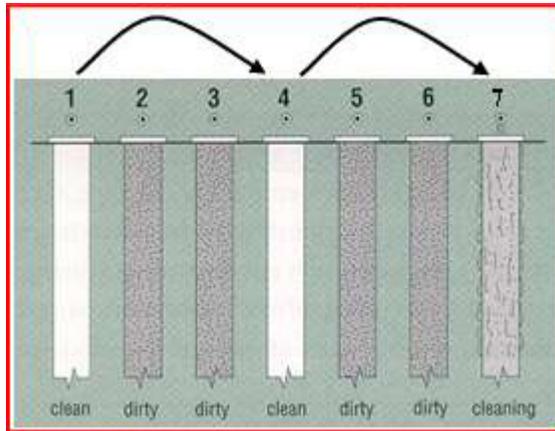


FIGURA 3.19: SECUENCIA DE LIMPIEZA DE MANGAS

Mangas

Existen diferentes tipos de mangas filtrantes de acuerdo a su uso, entre las más comunes tenemos las construidas a base de fibras naturales y sintéticas.

Los parámetros de selección de mangas se presentan a continuación en la tabla 48 y dependen básicamente del nivel de abrasión del material y la temperatura de trabajo a la que ésta va a estar sometida. Otro factor preponderante a la hora de decidir el tipo de mangas a utilizar es el costo puesto que existen algunas mangas que son óptimas para desempolvar mortero seco pero sus costos son muy altos.

Las mangas van dentro de una canastilla generalmente de acero galvanizado en caliente de 6" de diámetro y 100" de largo.

TABLA 48
TIPOS DE MANGAS

	Fabric, Trademark	Chemical Classification	DIN 60 001	Tensile strength N/mm ²	max. Operating Temperature [°C]		Acide Resist.	Alkali Resist.	Abrasion Resist.	Moist Heat Resist.	Price Rating	Density [g/m ³]
					long time	short time						
Natural Fibers	Cotton	Cellulose	(CO)	410-670	70-90	120	5	3	2	3-4	\$	150-400
	Wool	Keratin (protein)	(WO)	120-230	90	120	3-4	4	3-4	3-4	\$\$	400-600
Synthetic Organic Fibers	Acrilan, AC/AC	Polyacrylonitrile - copolymer	(PAN)	200-530	100-110	100-120	3	3-4	3-4	1	\$\$	500-600
	Dralon, Orlon, Zefran, Dolanit	Polyacrylonitrile - homopolymer	(PAN)	200-530	110-120	120-140	2-3	3-4	3-4	1	\$\$	500-600
	Polypropylene, Meraklon	Polypropylene	(PP)	260-640	90-100	100-120	1-2	1-2	1-2	1-2	\$	550
	Trevira, Dacron, Terylene, Tergal, Vestan, Kodel	Polyester	(PES)	560-820	130-150	150-160 (dry)	3-4	3-4	2	5	\$	400-600
	Nylon, Perlon	Polyamide (aliphatic)		370-850	90-110	100-120	4	2	1-2	3-4	\$	300
	Nomex, Conex, Trol	Polyamide (aromatic) (Aramide)	PA (AR)	570-690	180-210	200-240	good in weak acids	Excellent at lowtemp.	1-2	3-4	\$\$\$\$	500-600
	Teflon	Polytetra-Fluorethylene	(PTFE)	380	260	280	1-2	1-2	3-4	1	\$\$\$\$\$\$	750-940
	Ryton, PPS, Rastex, Procon	Polyphenylene-Sulfid (PPS)		1000-1200	180 max. 5%O ₂	200 max. 15% O ₂	1	1	2-3		\$\$\$\$\$	500-800

Estructura metálica de apoyo:

Ejecutada con perfiles laminados, con las escaleras marineras necesarias, pisos de metal desplegado, y barandas con guardapiés. Permitirá el mantenimiento de cada uno de los componentes del filtro y anexos.

Ventiladores Centrífugos

Los componentes de los ventiladores son:

- Accesorios para el tipo de ventilador
- Junta flexible en la succión y en la descarga.
- Motor eléctrico.
- Sistema de acople.
- Esquema de pintura.
- Protecciones de seguridad.
- Embalaje.

Los ventiladores deberán ser capaces de entregar los caudales especificados a la presión, temperatura y elevación indicadas en las hojas de datos adjunta.

Características generales:

- • Deberán ser diseñados para servicio pesado de acuerdo a AMCA y deberán ser de simple aspiración y acople de acuerdo a hojas de datos.
- • La succión y descarga contarán con junta flexible y/o brida para acople a conducto.
- • Temperatura de operación: ambiente
- • Operación: los ventiladores operarán en forma continuada 24 hs durante 360 días al año.
- • La velocidad máxima de giro del rotor será de 2000 RPM, considerando acople mediante correas y poleas al motor. El proveedor deberá justificar en caso de seleccionar una velocidad superior y otro tipo de transmisión.

Características constructivas

Los ventiladores centrífugos estarán compuestos básicamente por los siguientes elementos:

- Estructura – Carcaza
- Rotor.
- Motor eléctrico.

- Acoplamiento

La potencia de los ventiladores se muestra en la tabla y es obtenida a través de la siguiente fórmula:

$$HP = \frac{Q(m^3 / \text{min}) \times P_e(mmca)}{4500 \times \eta_v}$$

Donde:

Q: Caudal en m³/min.

P_e: Presión estática en mm de columna de agua (para filtro 120 mm ca)

η_v: Alabes de Ventilador (0.75 curvados y 0.60 radiales)

Q1= 15 HP

Q2= 15 HP

Bocas De Captación

Las bocas de captación localizada se dimensionarán y construirán siguiendo lineamientos del design criteria como se muestra en la figura 3.20.

Campanas: La función de las mismas es la de encausar el flujo de aire y polvo evitando fugas al exterior con la mínima pérdida de carga. Se instalarán en los puntos convenientemente marcados en los planos adjuntos. Deberán disponer de sistema de regulación del caudal aspirado.

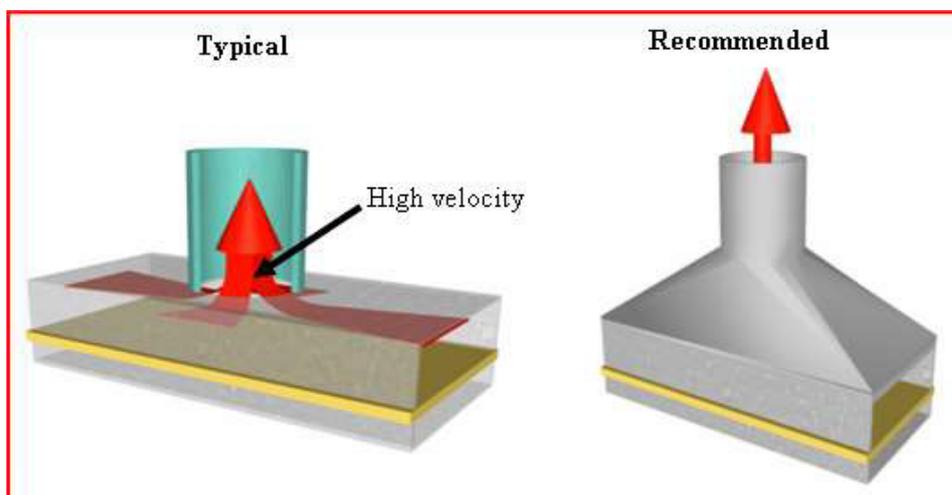


FIGURA 3.20: CAMPANAS O BOCAS DE CAPTACIÓN

Conductos Circulares:

Construidos de acero al carbono con uniones longitudinales soldadas y las transversales con resalte. Se deberán minimizar las soldaduras. El espesor mínimo de 3 mm.

NOTA: en lugares estratégicos los conductos dispondrán de bocas de acceso para limpieza y mantenimiento así como tomas

de medición de caudales y presiones de diámetro 1" con tapón. Estos puntos de medición se colocarán previendo la difusión completa de la vena del fluido en el área transversal del conducto y evitando obstrucciones o focos de turbulencia.

• **Bifurcaciones Y Derivaciones**

Serán realizadas directamente sobre la pieza de transición, con una inclinación sobre el eje del conducto de 30°.

• **Bridas**

Las bridas de unión entre piezas a tramos serán construidas en planchuela de hierro con agujeros, plantillados de acuerdo a lo siguiente:

Las bridas de bocas, campanas y transformaciones serán de PN ángulo 1"x 1/8"

• **Curvas**

Las curvas se realizaran a gajos. Tendrán un total de 5 gajos enteros de 15° y 2 medios gajos, deberá tener un radio de curvatura de 1,5 veces el diámetro del conducto al centro del mismo (mínimo).

• Conexiones Flexibles

Para evitar la transmisión de vibraciones, absorber imperfecciones y permitir flexibilidad al sistema, serán como se indica:

Juntas de lona o goma con anillos de fijación.

• Soportes

Los conductos y accesorios serán soportados adecuadamente mediante abrazaderas de plancha y ménsulas de PN ángulo. En caso de requerir su fijación a paredes, losas o pisos se utilizarán brocas.

Los pernos, tuercas y anillos serán acerados.

Amortiguación De Ruidos Y Vibraciones

Todos los equipos capaces de producir vibraciones deberán ser aislados elásticamente de la estructura, conductos, soportes, etc., y a tal efecto se utilizarán elementos adecuados.

Los ventiladores y motores se apoyarán sobre bases de caucho antivibratorios El nivel de ruido de las instalaciones no deberá superar los 75 dB(A) @ 1m en las condiciones a designar.

Especificación Técnica De Pintura

Preparación de la superficie: Limpieza abrasiva (arenado) hasta obtener una superficie con grado de limpieza a metal casi blanco-Grado SA 2 ½.

Revestimiento de base: Inmediatamente de realizada la limpieza abrasiva se aplicará un fondo epóxico de alto contenido de sólidos, con un espesor de película seca entre 50 y 100 micrones.

Revestimiento de terminación: Poliuretano de alto contenido de sólidos con un espesor de película seca de aproximadamente 50 micrones.

3.13. Resumen De Capítulo Y Producto Terminado

En este capítulo se realizaron todos los cálculos de los equipos de transporte de material que son de suministro local para la implementación de la Nueva Planta de Mortero, se hizo el análisis uno a uno para determinar capacidades de motores y dimensiones adicionales de equipos.

También se hizo la selección de los equipos que son de importación en base a los requerimientos proporcionados por el cliente.

Finalmente obtenemos diferentes tipos de mezclas de mortero seco entre las que citamos:

- Mortero para pegar cerámica
- Mortero para enlucido
- Mortero de nivelación
- Mortero para pegar porcelanato

Estos diferentes tipos de mortero se los puede obtener una vez que el mezclador es vaciado completamente, luego se limpia antes de comenzar con la siguiente producción.

CAPITULO 4

4. ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD DE LA EJECUCIÓN DE LA OBRA

En este capitulo se analizará la factibilidad técnico económica del proyecto, si va de acuerdo a la realidad del país para la construcción de la misma. También se hará un cronograma detallado para la fabricación y montaje de los planos locales como de los equipos que son de importación. Finalmente se dará a conocer los parámetros de seguridad necesarios para la creación del proyecto.

4.1. Presupuesto Referencial Para La Implementación De La Obra

Para la elaboración del presupuesto referencial unimos todos los factores que son necesarios para que la planta quede instalada y operativa

A continuación se detallan los costos involucrados en el proyecto

4.1.1. Obra Civil

La Obra civil incluye los trabajos de:

TABLA 49
COSTOS OBRA CIVIL

CIVIL

Cimentación	304.931
Cimentación Edificio Planta de Morteros	298.631
Fiscalización	6.300
Foso de Ensacadora	4.495
Cisterna hormigón armado	9.030
Vía de ingreso y patio de maniobras	396.030
Sub-base en exterior F y D, hormigón D, E y F (Fase 2)	105.119
Exteriores D+E+F (Fase 2)	56.940
Vía y patio (Fase 3)	233.971
Parqueo de vehículos	82.465
Parqueo	82.465
Baño de choferes y bodega	24.050
Batería de baño	24.050
TOTAL	821.000

4.1.2. Obra Mecánica

La Obra mecánica incluye los trabajos de:

TABLA 50
COSTOS OBRA MECÁNICA

OBRA MECÁNICA

Equipos Importados	1.875.403
Fábrica de Morteros	987.648
Flete / Desaduanización	253.357
Elevador para Arena (h=42.4m)	84.395
Elevador para Filler (h=38m)	76.341
Polipasto	63.862
Elevador de Recirculación	32.500
Zarandas	223.000
Ensacadoras	89.300
Paletizadora	65.000
Equipos Locales	430.411
Fabricación carcaza y montaje elevador 42.4M	42.714
Fabricación carcaza y montaje elevador 38M	40.894
Aerodeslizador 300 mm filler	19.927
Ductos desempolvado	15.904
Gusano alimentación zaranda	10.441
Chutes de interconexión	9.912
Gusano alimentador filler	8.871
Gusanos de recirculación de ensacadoras	8.417
Chute alimentación gruesos	3.877
Transportadores de Tornillo (9)	118.400
Tolva Ensacadoras 15 Tn (2)	12.500
Tolva Recirculación para Ensacadora 1	2.119
Tolva Recirculación para Ensacadora 2	2.119
Filtros con ventiladores	134.315
Ductos Desempolvado	14.200
Válvulas de Guillotina de 200 mm (7)	17.405
Montaje Mecánico	372.801
Equipos MTEC	295.680
Polipasto	26.769
Ensacadoras (2)	14.920
Banda ensacadora	5.332
Banda Despacho	5.332
Manga de despacho	4.217
Elevador de Recirculación	8.250
Paletizadora	12.300
TOTAL	2.678.615

4.1.3. Obra Estructural

La Obra metálica incluye los trabajos de la tabla 50.

TABLA 51
COSTOS OBRA ESTRUCTURAL

OBRA METÁLICA

Estructura de la Torre	1.110.242
Estructura Metálica Edificio	546.272
Equipos	24.686
Mano de Obra	148.586
Consumible	96.524
Transporte y Grúa	20.827
Acero	229.636
Fiscalización 5%	26.013
Escaleras y descansos	32.465
Equipos	1.397
Mano de Obra	6.444
Consumible	2.762
Transporte y Grúa	1.581
Acero	8.196
Peldaños y entramados	12.086
Plataformas	82.828
Equipos	3.913
Mano de Obra	24.242
Consumible	14.560
Transporte y Grúa	2.282
Acero	37.831
Pasamanos	16.352
Equipos	2.194
Mano de Obra	9.362
Consumible	4.174
Transporte y Grúa	622
Steel Panel (Cubierta)	45.300
Canalones y Bajantes	2.072
Varios	2.800
Pernos Anclaje Edificio	7.872
Pernos Anclaje Edificio despacho al granel	1.447
Fabricación silos	352.888
Equipos	43.070

Mano de Obra	103.506
Consumible	76.733
Transporte y Grúa	9.455
Acero	120.125
Tubería alimentación silos	19.947

4.1.4. Eléctrico y Electrónico

La Obra eléctrica y electrónica incluye los trabajos de:

TABLA 52
COSTOS ELÉCTRICOS Y ELECTRÓNICOS

ELÉCTRICO Y ELECTÓNICO

Montaje Electrónico	42.300
Programación	42.300
Montaje Eléctrico	108.543
Equipo local y Despacho arena fina y gruesa	54.753
Equipo MTEC	52.130
Malla tierra	1.660
TOTAL	150.843

4.1.5. Neumático

TABLA 53
COSTOS NEUMÁTICOS

NEUMÁTICO	32.940
Desmontaje del Sistema Neumático	2.038
Desmontaje del Compresor	1.764
Línea aire comprimido, acoples, mangueras y válvulas	25.953
Montaje del Compresor	3.185

4.1.6. Sistemas de Control

Los valores del cuarto de control son:

TABLA 54
COSTOS CUARTO DE CONTROL

SISTEMAS DE CONTROL

Cuarto de control	35.200
Cuarto de Control	35.200

La tabla 55 adjunta muestra en resumen todos los valores involucrados en la creación de la Nueva Planta de Mortero Seco e incluye el rubro de Infraestructura que depende del cliente si lo considera ahora en el presupuesto.

TABLA 55
PRESUPUESTO REFERENCIAL PARA LA FABRICACIÓN Y MONTAJE DE NUEVA PLANTA DE MORTERO SECO.

	Total
TOTAL DEL PROYECTO	5.100.786
1.-TORRE DE MORTERO SECO	4.326.296
a) Equipos Importados	1.875.403
b) Equipos Locales	430.411
c) Montaje Mecánico	372.801
d) Montaje Electrónico	77.500
e) Montaje Eléctrico	108.543

f) Estructura de la Torre	1.110.242
g) Cimentación	304.931
h) Foso de Ensacadora	4.495
i) Cisterna hormigón armado	9.030
j) Aire comprimido	32.940
2.-INFRAESTRUCTURA	774.491
a) Estudios / Permisos / Diseños	100.137
Suelo	4.500
Ambiental	3.808
Permisos	5.700
Diseños	41.389
Planos	39.739
Visitas técnicas	5.000
b) Vía de ingreso y patio de maniobras	396.030
Sub-base en exterior F y D, hormigón D, E y F (Fase 2)	105.119
Exteriores D+E+F (Fase 2)	56.940
Vía y patio (Fase 3)	233.971
c) Montaje de Balanza	33.509
Estructuras	15.054
Cimentación	18.455
d) Líneas Telefónicas (incl instalac.) y enlace de sistemas	9.000
e) Cerramiento y puertas de ingreso	113.301
Cerramiento frontal	66.363
Puerta de ingreso corrediza y abatible	16.261
Controles de ingreso con barrera automática	18.312
Iluminación	6.608
Cerramiento y portones	5.757
f) Parqueo de vehículos	82.465
Parqueo	82.465
g) Baño de choferes y bodega	24.050
Batería de baño	24.050
h) Rótulos de Circulación y Seguridad	4.000
Rótulos	4.000
i) Pólizas de Seguros	12.000

4.2. Factibilidad Técnica

Para analizar la factibilidad técnica para la ejecución de la obra es necesario tener presente las limitantes o posibles rutas críticas en el desarrollo del mismo.

Entre las limitantes se cita la adquisición de los equipos en el extranjero puesto que una vez hecha la orden de compra, estos estarían en el puerto en un tiempo no menor a 6 meses.

Se procederá a analizar la factibilidad del proyecto, dentro de 5 indicadores que servirán para conocer si el proyecto es viable y la subsiguiente toma de decisión, desde los siguientes puntos:

1. Económico
2. Ambiental y Condiciones de Trabajo
3. Legal
4. Espacio físico
5. Tecnología

Análisis Dentro Del Punto De Vista Económico

Una vez realizado el presupuesto referencial para la ejecución de obra en el capítulo 4.1, se determina la tasa de retorno con las

proyecciones de producción para los años subsiguientes a la ejecución de la obra.

La demanda de los morteros secos en los últimos años ha ido en aumento considerablemente puesto que se trata de un elemento fácil de aplicar y económico a la hora de hacer el presupuesto de obra; es por esto que, haciendo producir a la nueva planta durante 8 horas al día, los 5 días de la semana, en el año podemos obtener una producción no menor a 100000 Tn., esto alcanzaría un 30% de la capacidad que recomienda el fabricante de la mezcladora.

Con este análisis seguimos al capítulo 4.3 que es el análisis de la tasa de retorno dando como resultado un aseguramiento de nuestro capital en un tiempo no mayor a 3 años

El estudio económico indica que el proyecto es rentable y luego del plazo estimado para el retorno de la inversión, convertirse en una importante fuente de ingreso para la empresa

Análisis Dentro Del Punto De Vista Ambiental Y Condiciones De Trabajo

En nuestro país se esta creando una conciencia ecológica cada vez mas consolidada, mas aún con los últimos acontecimientos

meteorológicos que afectan al mundo entero. Esto, sumado a la necesidad de deshacerse de los desperdicios de manera segura, garantiza que el proyecto tenga una gran acogida en el aspecto técnico-ambiental.

La evolución y tecnificación de los morteros durante el siglo XX ha desplazado a los morteros hechos in situ a favor de los morteros industriales y en los últimos años hacia el desarrollo del mortero seco; desarrollo que contribuye a implantar soluciones más sostenibles y eficaces dentro del sector de la construcción basado en:

- 1) Optimización del uso de recursos evitando el derroche y la mala utilización de materiales, agua y energía para colaborar en un necesario cambio de las actuales pautas de consumo insostenible.
- 2) Minimización de los efectos ocasionados por residuos, reduciendo la generación de residuos en cantidad y propiciando la gestión ambientalmente más correcta de los producidos.
- 3) Contribución a la mejora de las condiciones de trabajo eliminando la exposición a riesgos potencialmente peligrosos.

Las ventajas en el uso de los morteros desde el punto de vista medioambiental, de la seguridad y salud de los trabajadores se manifiesta en todas las fases:

- Fabricación del Producto.

- Puesta en Obra.

- Fin de Obra.

El impacto de las emisiones producidas por el hecho de mezclar mortero esta enmarcado dentro de los límites permisibles, la emisión de polvo puede ser controlada con un buen sistema de desempolvado en los puntos donde se forma la mayor cantidad de partículas, no existen sustancias nocivas para el organismo como producto de estas mezclas, por lo que garantiza un entorno completamente amigable con el ambiente.

Análisis Dentro Del Punto De Vista Legal

La constitución del Ecuador garantiza a su población el derecho a vivir en un medio ambiente sano, ecológicamente equilibrado y libre de contaminación.

A continuación se presenta un resumen de algunas de las leyes relacionadas con nuestro trabajo:

- Ley De Higiene y Seguridad en Ecuador
- ACGIH (American Conference of Governmental Industrial Hygienists)
- Normas SMACNA (Sheet Metal Air Conditioning Contractors National Association)
- Normas AMCA (Air Moving Control Association)
- Normas ASME (American Society of Mechanical Engineers)
- Normas ASHRAE (American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers)
- Normas AWS (American Welding Society)

Análisis Dentro Del Punto De Espacio Físico

La Planta de Mortero Seco, requiere de una área aproximada de 125 m² para la estructura del edificio y debe estar localizada adyacente a la planta de Arena y Filler para evitar los costos de transporte, con libre acceso para el ingreso de los auto-tanques para despacho al granel y para los que le provean los conglomerantes, tiene que estar junto al edificio de despacho al granel y de la paletizadora.

Una vez hecho el análisis se puede concluir que el espacio físico para la construcción de la torre de mortero es el adecuado para el proyecto al igual que el estacionamiento de los carros que entregan el producto necesario para la mezcla.

Análisis Dentro Del Punto De Vista De La Tecnología Aplicada Al Proceso

Desarrollos innovadores en mezcladores de cargas, mezcladores continuos, esclusas de rueda celular, bandas transportadoras de lecho fluido, tornillos transportadores, elevadores de cangilones, filtros de mangas, básculas y un sistema flexible de dosificación de aditivos FAD, marcan pautas en la tecnología de procesamiento, estando siempre por delante en materia de innovación tecnológica

El núcleo, que se compone de dosificación, pesaje, mezcla y mando, está actualmente funcionando con éxito en todo el mundo en el procesamiento industrial de materiales a granel, como son la industria de materiales de construcción, industria química e industria de piensos. En estrecha colaboración con los clientes, fueron desarrollados y optimizados los procesos de mezcla, los métodos de dosificación y sistemas de pesaje de alta precisión para componentes mayoritarios y aditivos. Las

instalaciones son diseñadas y planificadas mediante los modernos sistemas CAD de acuerdo con las exigencias específicas de cada cliente

La tecnología de proceso de M-Tec se adapta a cada producto individualmente. En modernos laboratorios y en colaboración con el cliente se tienen en cuenta en las fórmulas las influencias específicas del mercado o del país así como la técnica de aplicación

Los cálculos de potencia realizados para la adquisición de los motores de los transportadores, nos dieron como resultado equipos que se los pueden conseguir en el mercado local como internacional sin ninguna limitante técnica siempre y cuando se tenga un buen criterio en la selección de los mismos

En el país se cuenta con personal técnico capacitado para la fabricación y el montaje de la planta tomando en cuenta las recomendaciones del fabricante y apegado a las normas de construcción, soldadura y pintura.

Finalmente la planta contará con un óptimo sistema de absorción de polvo de manera que cumpla con las reglamentaciones impuestas por los gobiernos locales como internacionales

4.3. Tasa De Retorno

Mide la tasa máxima que se puede pagar en los créditos de inversión. Para realizar este cálculo es necesario estimar los ingresos anuales, los costos operacionales, los gastos administrativos y la producción esperada para los años subsiguientes a la implementación de la nueva planta.

Como primer paso determinaremos la cantidad de dinero que necesitamos para la inversión, este dato lo obtenemos del presupuesto referencial descrito en la sección 4.1

Seguido a esto se hará un sondeo del interés de los bancos que puedan financiar esta inversión y amortizarlo en el tiempo dependiendo del estimado de las ventas por año

En la tablas 50 se muestra la amortización del proyecto con una tasa de interés del 15 % anual (1.25 % mensual) para tres años en el que se tiene estimado que retorne la inversión, la tabla 51 describe el resumen por año de las amortizaciones

TABLA 56
AMORTIZACIÓN DEL PROYECTO

TABLA DE AMORTIZACIÓN				
	CAPITAL		\$5.100.786	
	INTERES ANUAL		15,00%	1,25%
	FORMA DE PAGO		Mensual	
	PLAZO TOTAL		3 Años	
	PERIODO DE GRACIA		0	
	DIVIDENDOS NORMALES		36 Meses	
No. de Dividendo	Intereses Anuales	Amortización de Capital	Valor del Dividendo	Saldo de Capital
0				5.100.786
1	63.759,83	113.061	176.820	4.987.725
2	62.346,57	114.474	176.820	4.873.252
3	60.915,64	115.905	176.820	4.757.347
4	59.466,83	117.354	176.820	4.639.993
5	57.999,91	118.821	176.820	4.521.173
6	56.514,66	120.306	176.820	4.400.867
7	55.010,84	121.810	176.820	4.279.057
8	53.488,22	123.332	176.820	4.155.725
9	51.946,56	124.874	176.820	4.030.851
10	50.385,64	126.435	176.820	3.904.416
11	48.805,21	128.015	176.820	3.776.401
12	47.205,02	129.615	176.820	3.646.786
13	45.584,82	131.236	176.820	3.515.550
14	43.944,38	132.876	176.820	3.382.674
15	42.283,43	134.537	176.820	3.248.137
16	40.601,72	136.219	176.820	3.111.919
17	38.898,98	137.921	176.820	2.973.997
18	37.174,96	139.645	176.820	2.834.352
19	35.429,40	141.391	176.820	2.692.961
20	33.662,01	143.158	176.820	2.549.802
21	31.872,53	144.948	176.820	2.404.854
22	30.060,68	146.760	176.820	2.258.095
23	28.226,18	148.594	176.820	2.109.500
24	26.368,75	150.452	176.820	1.959.049
25	24.488,11	152.332	176.820	1.806.716
26	22.583,95	154.236	176.820	1.652.480
27	20.656,00	156.164	176.820	1.496.315
28	18.703,94	158.116	176.820	1.338.199
29	16.727,49	160.093	176.820	1.178.106
30	14.726,32	162.094	176.820	1.016.012
31	12.700,15	164.120	176.820	851.892
32	10.648,65	166.172	176.820	685.720
33	8.571,50	168.249	176.820	517.471
34	6.468,39	170.352	176.820	347.119
35	4.338,99	172.481	176.820	174.637
36	2.182,97	174.637	176.820	0
	1.264.749,20	5.100.786,00	6.365.535,20	

TABLA 57
RESUMEN ANUAL DE AMORTIZACIÓN

Años	Intereses Anuales	Dividendos Anuales
1	667.845	2.121.845
2	434.108	2.121.845
3	162.796	2.121.845
Total	1.264.749	6.365.535

Como se puede apreciar, la empresa estaría dispuesta a invertir 6365535 USD, considerando que anualmente revertirá en ingresos un valor aproximado de 4000000 USD. Para lograr este objetivo, la empresa tendrá que generar una producción mínima equivalente a 100000 Toneladas/Año

En las tablas 52 y 53 se muestran el flujo de caja y la Tasa Interna de Retorno.

Para obtener estos valores se realiza un estimado de la producción y de los consumos por año, incluyendo los pagos exigidos por la ley para este tipo de compañías

TABLA 58
FLUJO DE CAJA

Flujo de Caja	Año 1	Año 2	Año 3	Total
Ventas	9.600.000	9.600.000	9.600.000	28.800.000
Costos	(5.517.241)	(5.517.241)	(5.517.241)	(16.551.724)
Flujo Operativo	4.082.759	4.082.759	4.082.759	12.248.276
Ingresos No Operativo	5.100.876	-	-	5.100.876
Crédito	5.100.876			5.100.876
Egresos No Operativos	5.328.627	312.481	410.831	6.051.940
Inversiones	5.100.876			5.100.876
Pago de Dividendos	2.121.845	2.121.845	2.121.845	6.365.535
Impuestos	(1.894.094)	(1.809.364)	(1.711.014)	(5.414.472)
Flujo No Operativo	(227.751)	(312.481)	(410.831)	(951.064)
Flujo Neto	3.855.007	3.770.278	3.671.927	11.297.212
Flujo Acumulado	3.855.007	7.625.285	11.297.212	

TABLA 59
TASA INTERNA DE RETORNO

Flujo de Caja	I. Inicial	Año 1	Año 2	Año 3
Flujo Neto	(5.100.876)	3.855.007	3.770.278	3.671.927

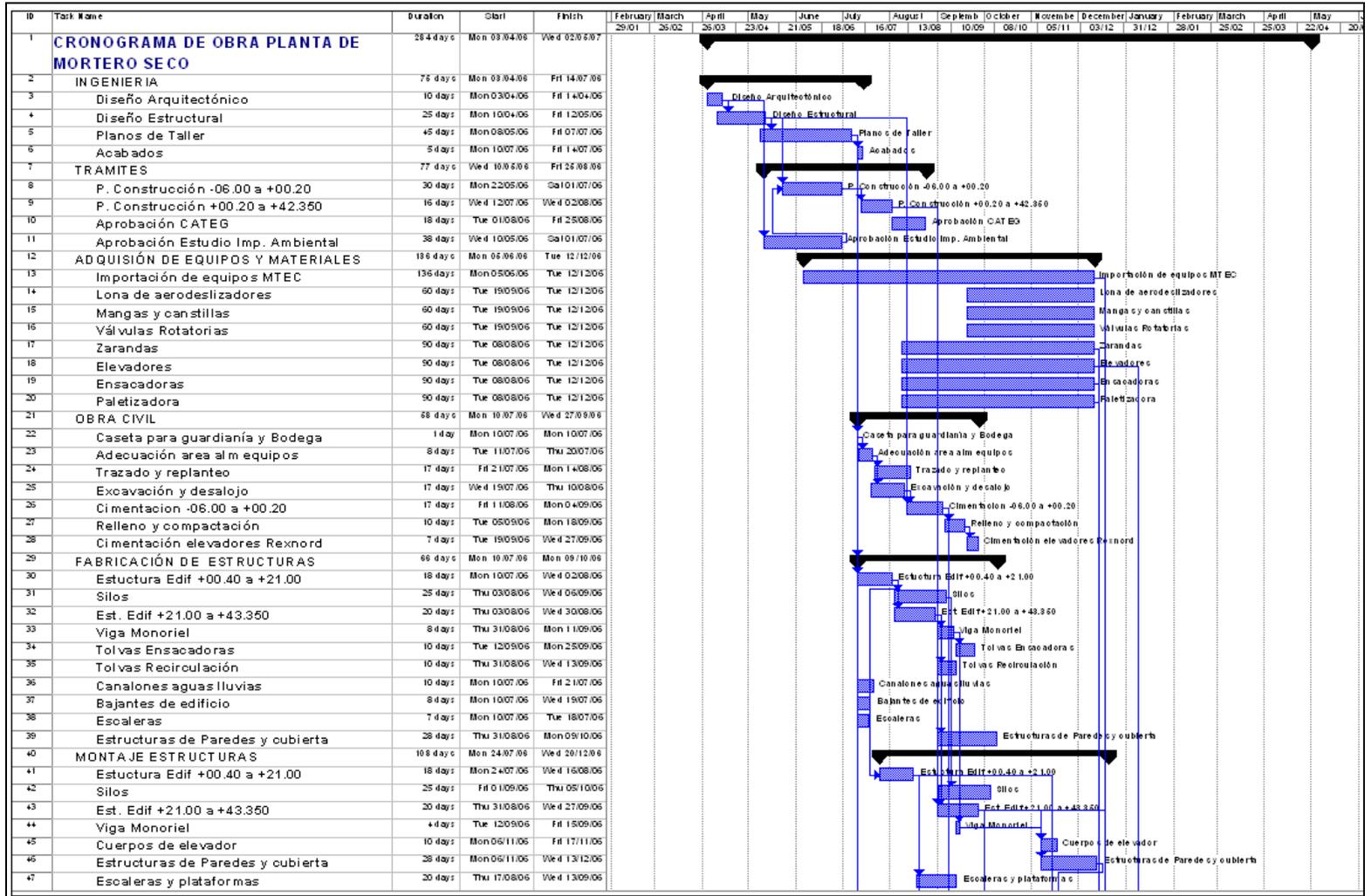
TIR =	53,96%
--------------	---------------

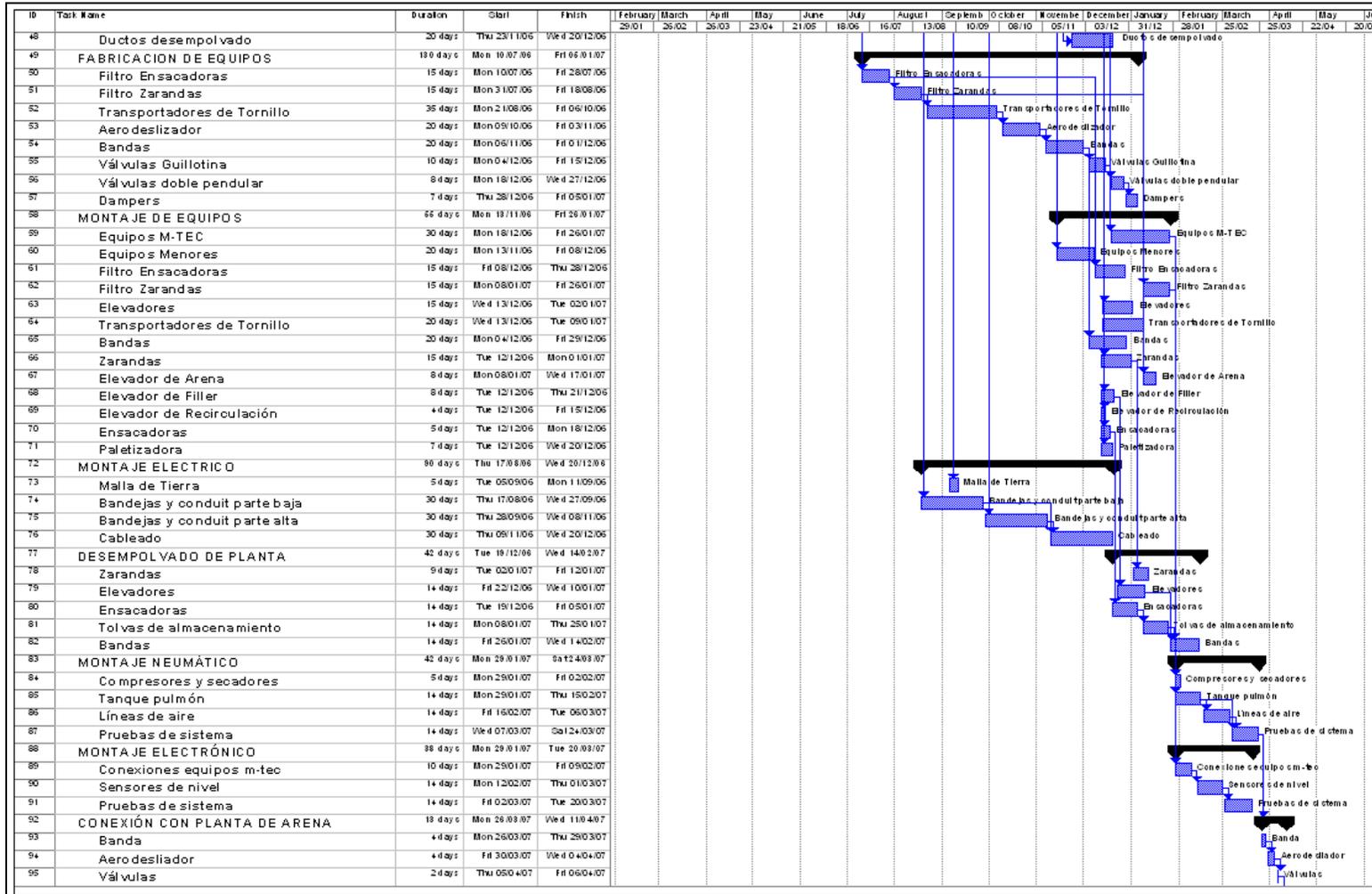
Con estas tablas se demuestra que la tasa interna de retorno es del 53.96% en un plazo no mayor a 3 años.

4.4. Programación De La Obra

La programación de la obra consiste en la estimación de la duración de los trabajos a realizarse, usando un diagrama de Gantt para coordinar las obras y ejecutarlas de la manera más eficiente. Se estiman todos los contratiempos posibles, como retrasos en la importación de los equipos y accesorios de los mismos como las zarandas, cabezales de elevadores, lona para aerodeslizadores, caucho y rodillos de bandas transportadoras, mangas y canastillas de filtros de mangas, hanger y bearing hanger de tornillos transportadores, polipasto, mezclador, ensacadoras, paletizadora, ventiladores, compresores, secadores.

La obra será adjudicada a una empresa especializada en montaje y construcción metal-mecánica. Esta empresa se dedicará a la construcción de los equipos locales como filtros de mangas, tanques pulmones, elevadores, tornillos transportadores, aerodeslizadores, ductos de desempolvado, estructura del edificio, plataformas, escaleras, silos de almacenamiento, ductos, ductos de aire, chutes, canaletas, paneles eléctricos, steel panel de pared y cubierta, canalones de aguas lluvias. A continuación se describe el cronograma de obra





ID	Task Name	Duration	Start	Finish	February	March	April	May	June	July	August	September	October	November	December	January	February	March	April	May	June	July	
					29/01	26/02	26/03	23/04	21/05	18/06	16/07	13/08	10/09	08/10	05/11	03/12	31/12	28/01	25/02	25/03	22/04	20/05	17/06
96	Ductos y chutes	3 d days	Mon 09/04/07	Wed 11/04/07																			
97	PUESTA EN MARCHA	14 d days	Wed 11/04/07	Wed 02/05/07																			
98	Terminación mecánica y eléctrica	0 d days	Wed 11/04/07	Wed 11/04/07																			
99	Pruebas en vacío	5 d days	Thu 12/04/07	Wed 18/04/07																			
100	Pruebas en caliente	8 d days	Thu 19/04/07	Mon 30/04/07																			
101	Operación	0 d days	Wed 02/05/07	Wed 02/05/07																			

FIGURA 4.1: CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN DE OBRA

4.5. Análisis Seguro De Trabajo

El análisis seguro de trabajo o AST se refiere al análisis previo a la fabricación o montaje para determinar los riesgos y evitar posibles accidentes que pueden presentarse en la elaboración de algún trabajo. Se hace análisis para las siguientes tareas: corte, armado, soldado de fabricación y montaje. Esto se hace bajo la atenta mirada de la supervisión de obra o el jefe de seguridad industrial y es fundamental a la hora de obtener los permisos de trabajo seguro que otorgan las empresas que cuentan con su propio catálogo de seguridad o por las normas internacionales de seguridad y salud ocupacional OHSAS.

Se menciona la política de seguridad industrial en la presente tesis porque se necesita crear conciencia de los peligros que involucra la creación de un proyecto. Al cumplir todas las normas y reglamentos de seguridad una empresa puede estar calificada para la ejecución de la obra y puede ser el valor agregado a la hora de elegir la más idónea para cumplir con las tareas a ellas encomendados.

A continuación en las tablas 54, 55, 56 y 57 adjuntas se mostrarán estos análisis.

TABLA 60
AST DE CORTE

ANÁLISIS SEGURO DE TRABAJOS (AST)				
TAREA: Corte			LUGAR DE TRABAJO: Taller	
SUPERVISOR: GVM			TRABAJADORES:	
MAQUINAS Y HERRAMIENTAS: Llaves, Ranas, Sopletes				
DESCRIPCIÓN DE LOS PASOS DEL TRABAJO O TAREA A REALIZAR	RIESGOS ASOCIADOS EN LA TAREA	MEDIDAS DE CONTROL DEL RIESGO		
Movimiento de Planchas	<ul style="list-style-type: none"> - Se pueden producir caída de las planchas a los pies. - Exceso de fuerza. - Corte de las manos 	<ul style="list-style-type: none"> - El movimiento debe realizarse utilizando Tecles, Puentes Gruas, Carritos o la suficiente cantidad de personas y de esta manera evitar los riesgos ya indicados. 		
Ubicación, Movimiento y Almacenamiento de los cilindros.	<ul style="list-style-type: none"> - Caídas, golpes o choques en el cilindro. Puede presentarse succión hacia el interior 	<ul style="list-style-type: none"> - Cada cilindro lleno o vacío, debe tener puesta su tapa protectora, cubriendo la válvula especialmente durante su manipulación y traslado. El cilindro debe considerarse vacío 		
Ubicación de la rana en la riel	<ul style="list-style-type: none"> - Caída de la rana desde la mesa de corte o sitio de trabajo. 	<ul style="list-style-type: none"> - Ubicar las rieles del carro sobre una superficie recta, utilizando los soportes adecuados de tal manera que no se produzca el riesgo de caída. 		
Regulación de Presión en los Manómetros y en las válvulas del soplete o rana.	<ul style="list-style-type: none"> - Riesgo de incendio por el exceso de presión o rotura de la válvula. - El cilindro puede convertirse en un proyectil por el exceso de presión. Si se abre la válvula con demasiada rapidez, aumenta la presión en el regulador lo que produce un aumento de temperatura e inflamación en el cilindro. 	<ul style="list-style-type: none"> - Utilizar las tablas de corte de acuerdo al espesor de plancha. Revisar frecuentemente que las presiones estén dentro del rango permisible. - Para regular el flujo de gas, debe usarse un flujómetro. Nunca debe usarse la válvula del cilindro para este fin. - Las válvulas y reguladores deben ser abiertas con lentitud. - Utilizar Bloqueadores de Retroceso de llama. 		
Manipulación de los flejes y apilamiento	<ul style="list-style-type: none"> Golpes, Caídas y Quemaduras. 	<ul style="list-style-type: none"> - Utilizar los implementos de seguridad necesarios. -Verificar que el fleje no se encuentre caliente. 		
EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL Y ELEMENTOS DE SEGURIDAD				
Casco de Protección	Faja Antilumbago	Respirador contra gases	Guantes de Cuero	Gafas de oxicorte
Orejeras	Extintor de incendios	Mandil de cuero		

TABLA 61
AST DE ARMADO

ANÁLISIS SEGURO DE TRABAJOS (AST)					
TAREA: Armado			LUGAR DE TRABAJO: TALLER Nuevo		
SUPERVISOR: GVM					
MAQUINAS Y HERRAMIENTAS: Soldadoras, Esmeril, Martillo, Elementos de fijacion, soplete, Regla, Cuñas, Tensores, etc.			ELABORADO POR: AVC		
DESCRIPCIÓN DE LOS PASOS DEL TRABAJO O TAREA A REALIZAR	RIESGOS ASOCIADOS EN LA TAREA		MEDIDAS DE CONTROL DEL RIESGO		
Movimiento de los elementos a ser armados	Caidas, Cortes, Quemaduras, Exceso de fuerza		<ul style="list-style-type: none"> - Realizar el movimiento de las partes utilizando teclés, puentes grúas o la suficiente cantidad de personas de tal manera que se evite el exceso de fuerza. - Utilizar los implementos de seguridad necesarios (guantes, faja antilumbago). 		
Corte y Esmerilado	Riesgo en la vista, Corte, Quemaduras		<ul style="list-style-type: none"> - Utilizar los implementos de seguridad (casco, gafas claras o visor, guantes, etc.) - Correcta manipulación de las herramientas. - Buena regulacion de cilindros antes de realizar los cortes con oxiacetileno. 		
Punteo de los elementos	Quemaduras, Problemas en la vista por el arco, Golpes		<ul style="list-style-type: none"> - No mirar el arco producido por el proceso de soldadura. - Utilizar los implementos de seguridad (guantes, careta, gafas, etc.) - Buena comunicación entre las personas que realizan el trabajo. 		
Ubicación de elementos de apoyo y atesadores.	Riesgos en la vista, Quemaduras, Golpes		<ul style="list-style-type: none"> - Correcta manipulación de las herramientas de trabajo. - Utilizar los implementos de seguridad necesarios como guantes, gafas, etc. 		
Manipulación del elemento armado y almacenamiento.	Golpes y Caidas		<ul style="list-style-type: none"> - Realizar el movimiento de las partes utilizando teclés, puentes grúas o la suficiente cantidad de personas de tal manera que se evite el exceso de fuerza. - Utilizar los implementos de seguridad necesarios (Guantes, faja antilumbago, etc). 		
EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL Y ELEMENTOS DE SEGURIDAD					
Casco de Protección	Botas Punta de Acero	Faja Antilumbago	Respirador contra gases	Guantes de Cuero	Gafas de oxicorte
Orejas	Protector Facial	Extintor de incendios	Mandil de cuero	Mangas de cuero	Visor o Gafas claras

TABLA 62
AST DE SOLDADURA

ANÁLISIS SEGURO DE TRABAJOS (AST)					
TAREA: SOLDADURA.			LUGAR DE TRABAJO: Taller		
SUPERVISOR: GVM					
MAQUINAS Y HERRAMIENTAS: Soldadoras, Esmeril, Consumibles			ELABORADO POR: AVC		
PRECAUCIONES DE SEGURIDAD					
- La corriente de soldadura crea campos magnéticos y eléctricos alrededor de los cables y maquinas de soldadura.					
- No colocar el cuerpo entre el electrodo y los cables de trabajo (tierra). Si el cable del electrodo se encuentra en su lado derecho, el cable de trabajo (tierra) debe estar ubicado tambien a su derecha.					
- Conectar el cable de trabajo (tierra) a la pieza de trabajo tan cerca como sea posible al area que esta siendo soldada.					
- No trabaje a lado de la fuente de poder de las maquinas.					
- No tocar los cables con la piel descubierta o ropa humeda. Usar guantes libres de agujeros y secos.					
- Asegurarse que el cable de tierra tiene una buena coneccion electrica con el metal que esta siendo soldado.					
- Nunca introducir el electrodo en agua para enfriarlo.					
- Cuando se trabaje sobre el nivel del piso, utilizar cinturón de seguridad para evitar caidas durante una descarga electrica.					
- Mantener todo el equipo (Portaelectrodo, cabezal, maquina de soldadura, etc) en condiciones seguras de operación. Reemplazar los aislamientos que se encuentren en malas condiciones.					
- Los gases de proteccion utilizados para el arco de soldadura pueden desplazar el aire y causar problemas graves de salud es por esto que se recomienda utilizar la suficiente ventilacion, especialmente en areas confinadas.					
- Utilizar todos los implementos de seguridad indicados en la parte posterior.					
- Utilizar solamente los cilindros que contengan el gas de proteccion apropiado de acuerdo al proceso utilizado y verificar que los reguladores se encuentren operando en buenas condiciones.					
- Los cilindros siempre deben ubicarse en areas donde no esten sujetas a golpes o daños fisicos.					
- Nunca permitir que el electrodo, porta-electrodo o alguna de las partes electricamente "caliente" toquen el cilindro.					
- Siempre mantener los cilindros en posicion vertical sujetados con cadenas a un soporte fijo o "carretilla".					
EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL Y ELEMENTOS DE SEGURIDAD					
Casco de Proteccion	Botas Punta de Acero	Careta y Capucha	Respirador contra gases	Guantes API de Cuero	Gafas oscuras
Tapones	Protector Facial	Extintor de incendios	Mandil de cuero	Mangas de cuero	Vidrios Blancos y Oscuros

Con estos procedimientos queda establecido en la dirección del proyecto que se cumplen con todas las reglamentaciones antes de empezar cada jornada de trabajo pero por sobre todo evitar de sobremanera el daño físico de las personas y el deterioro de algún elemento mecánico o máquina

CAPITULO 5

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

1. Los sistemas de transporte por medio de elevadores de cangilones con banda son los más óptimos para el proyecto por el tipo de material, por la baja capacidad a transportar y por ser más económicos versus los elevadores de cadena.
2. Para los sistemas de alimentación a los silos, por la moderada capacidad y por las cortas distancias fueron diseñados los transportadores de tornillo debido a que facilitan descargar a más de un silo con el sólo cierre de una válvula. Éstos además debido a

su carcaza evitan la salida del polvo y son más económicos que los transportadores de banda.

3. Para el transporte de filler desde la planta de Arena hacia la nueva planta de Mortero se utiliza un aerodeslizador debido a que se trata de un polvo muy fino que puede ocasionar problemas de estanqueidad.
4. La capacidad de mezclado de Mortero Seco de la planta es de 50 Tn/hr. siendo este valor suficiente para abastecer a la demanda del mercado nacional trabajando al 30 % del tiempo que recomienda el fabricante; con esto podemos concluir que si la demanda aumenta en los siguientes años la producción podría incrementarse hasta 3 veces de lo que se tiene planificado inicialmente.
5. El desempolvado de la planta es a través de 2 filtros de mangas de polipropileno por el tipo de material a trabajar, la temperatura y los bajos costos.

6. Para el almacenamiento del producto terminado se utilizan dos tolvas de 15 toneladas de capacidad cada una cuyas dimensiones son 2400 x 2400 x 1800 x 4 mm.

7. Para transportar arena hacia el nuevo edificio de Mortero y para transportar Mortero seco desde el nuevo edificio al edificio de despacho, se utilizan dos bandas de 24 pulgadas de ancho debido a su capacidad de transporte que llega a 142 Ton/h y a que con el uso de cortinas y encausadores evita que se produzcan derrames o emisiones de polvo.

8. Todos los equipos excepto el mezclador han sido diseñados con un incremento del 30 % en la capacidad a transportar para un aumento de producción en el futuro.

RECOMENDACIONES

1. Se debería incorporar en un futuro estudio la alimentación neumática o mecánica a los silos de aditivos puesto que por ahora serán alimentados por medio de sacos.

2. Para la alimentación y descargas de material en los ductos o chutes, es necesario la utilización de planchas antidesgaste Chronit 400 con un espesor no menor a 5 mm. debido a la alta abrasión que produce este tipo de material
3. Sobre la plancha de los helicoidales de los tornillos transportadores se debe soldar material antidesgaste para garantizar el tiempo de vida de los mismos.
4. Para el desempolvado de las ensacadoras se puede utilizar tubería flexible con núcleo de acero debido al estrecho espacio que existe en los focos de absorción y por los bajos diámetros de las tuberías.
5. Cada ducto de aspiración debe de contar con un damper para poder controlar el flujo de aire en la absorción.
6. Se recomienda que la estructura del edificio sea construida con material ASTM A572 en sus niveles inferiores debido a las cargas de los silos y a las vibraciones de los motores de la zarandas

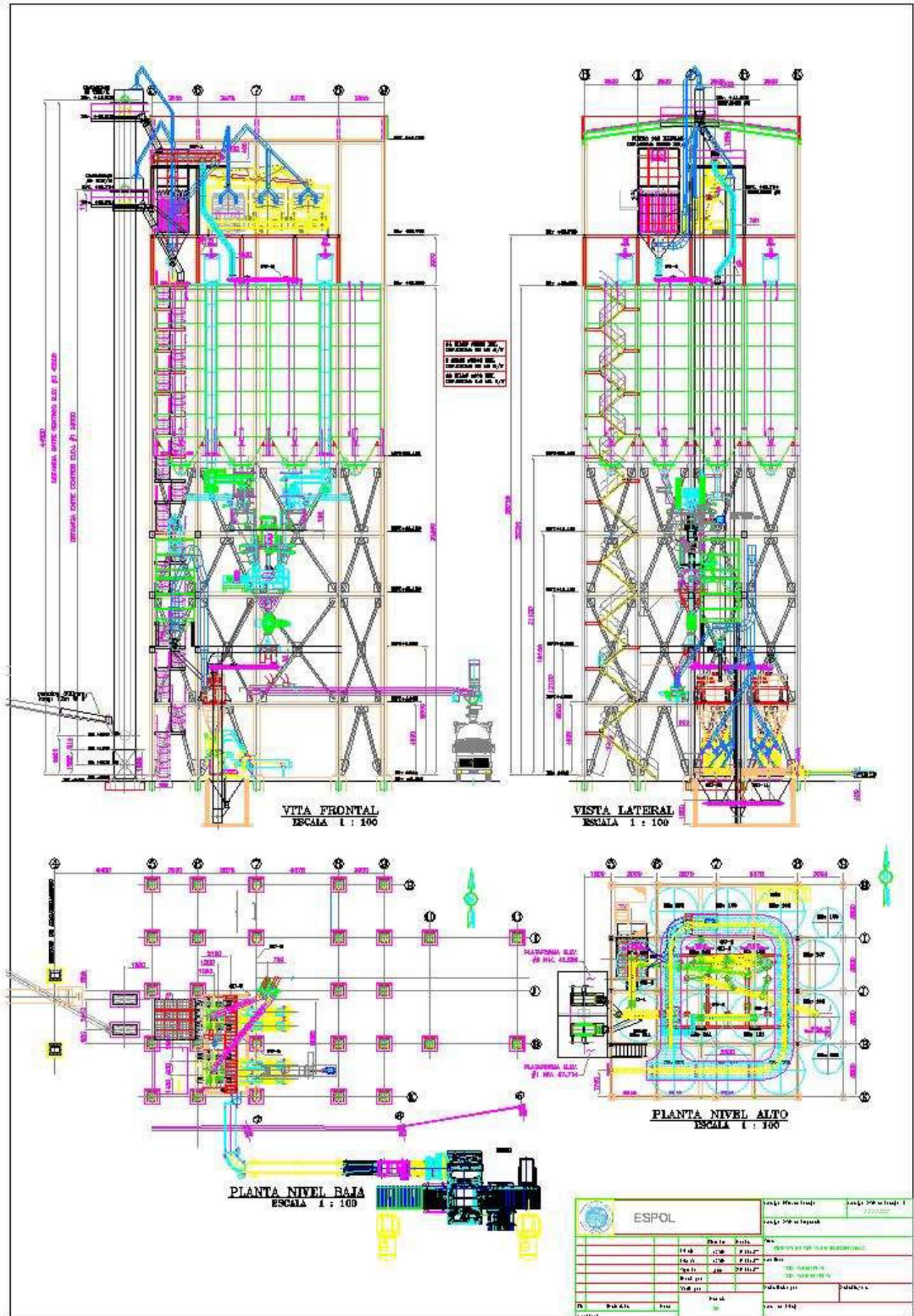
7. Los motores de los ventiladores deben tener su propio sistema de aislamiento para evitar que éste interfiera con la calibración de las balanzas

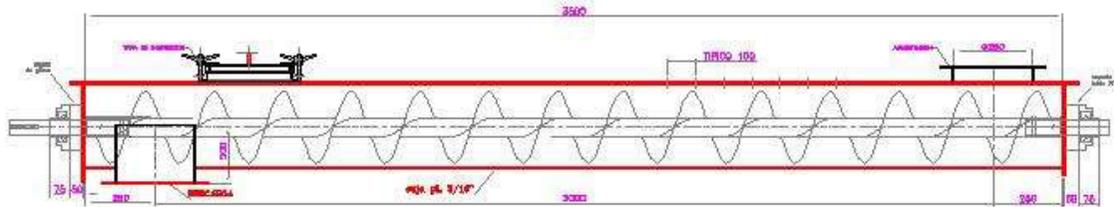
8. Todo el edificio debe tener sistemas de alarmas y paradas de emergencia de los equipos para evitar cualquier accidente si alguno de estos llegara a fallar.

APÉNDICES

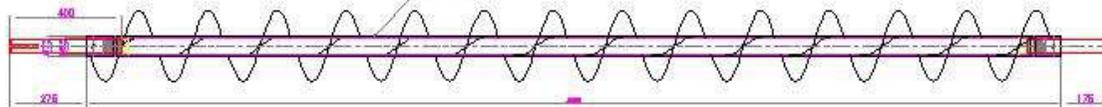
APÉNDICE A

PLANOS

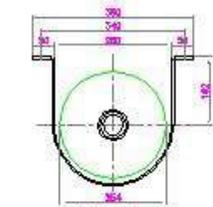




GUSANO Ø10" (254 mm.)
ESCALA 1 : 7.5



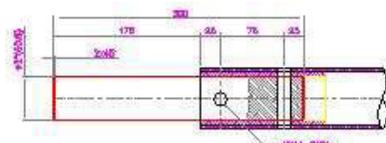
HELICOIDAL Ø10" (254 mm.)
ESCALA 1 : 7.5



CORTE A-A'
ESCALA 1 : 5



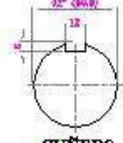
DESARROLLO CAJA
ESCALA 1 : 5



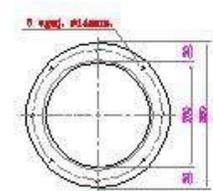
EJE DE COLA
ESCALA 1 : 2.5



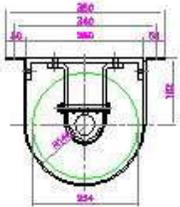
EJE MOTRIZ
ESCALA 1 : 2.5



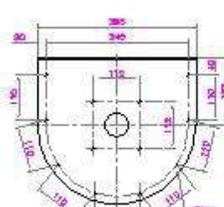
CUÑERO
ESCALA 1 : 1



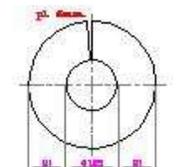
ALIMENTACION
ESCALA 1 : 5



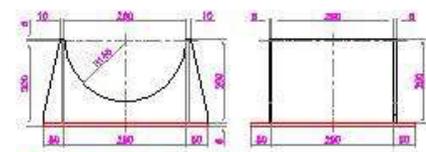
CORTE A-A'
ESCALA 1 : 5



TAPAS
ESCALA 1 : 5



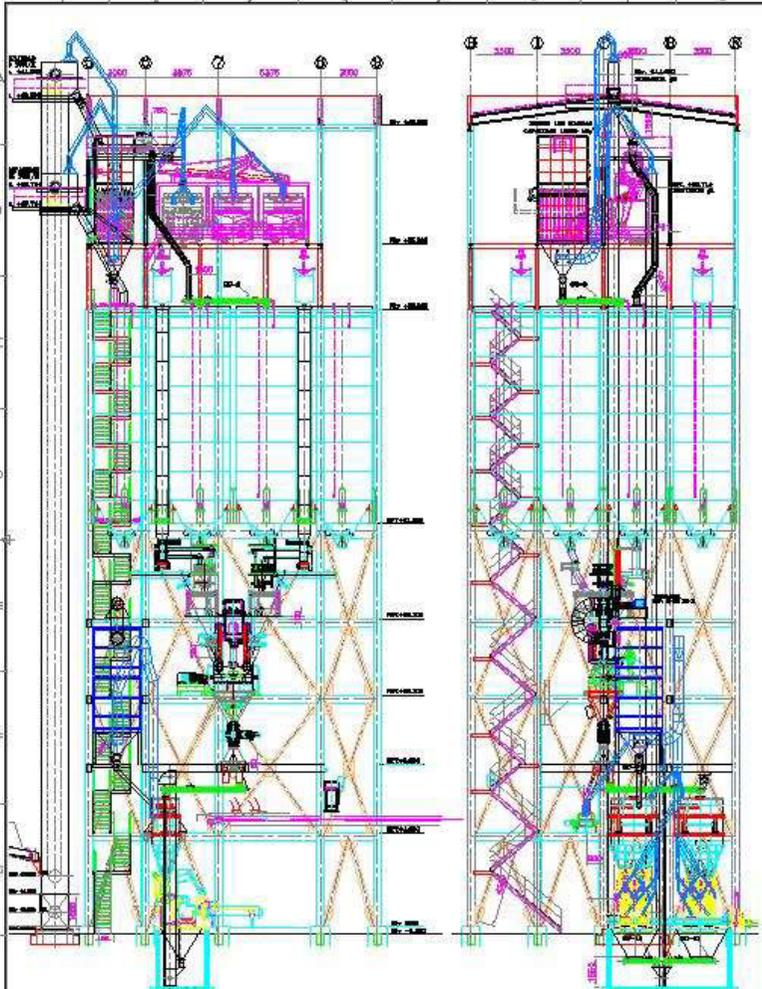
DESARROLLO DE DISCO
ESCALA 1 : 5



DESCARGA
ESCALA 1 : 5

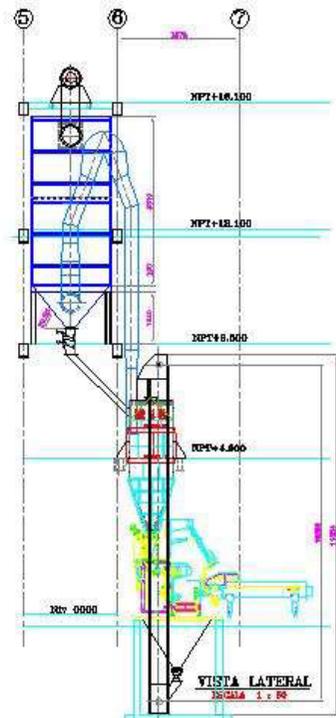
ORLANDO	DIAM.	LARGITUD	CAPACIDAD	VELOCIDAD	LINEA	USO	POT. C.A.	DENSIDAD	ESCALA
PMI-CUB	10"	3500 mm	2.5 GAL/HR	300 RPM	8.4"	FORNID		0.80 E 2.2350	1:10

ESPOL		Código de Proyecto		Código de Proyecto	
Proyecto	1000	Proyecto	1000	Proyecto	1000
Fecha	10/10/2020	Fecha	10/10/2020	Fecha	10/10/2020
<p>ELABORADO POR: [Nombre]</p> <p>REVISADO POR: [Nombre]</p> <p>APROBADO POR: [Nombre]</p>					

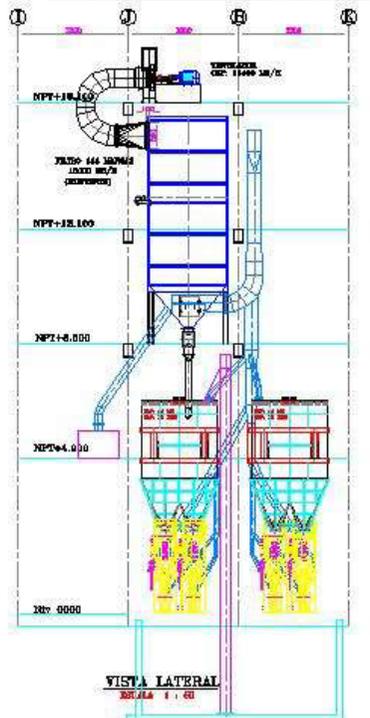


VITA FRONTAL
ESCALA 1 : 100

VISTA LATERAL
ESCALA 1 : 100



VISTA LATERAL
ESCALA 1 : 50



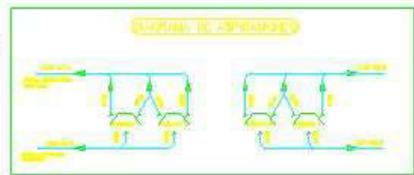
VISTA LATERAL
ESCALA 1 : 50

CONSUMIDORES

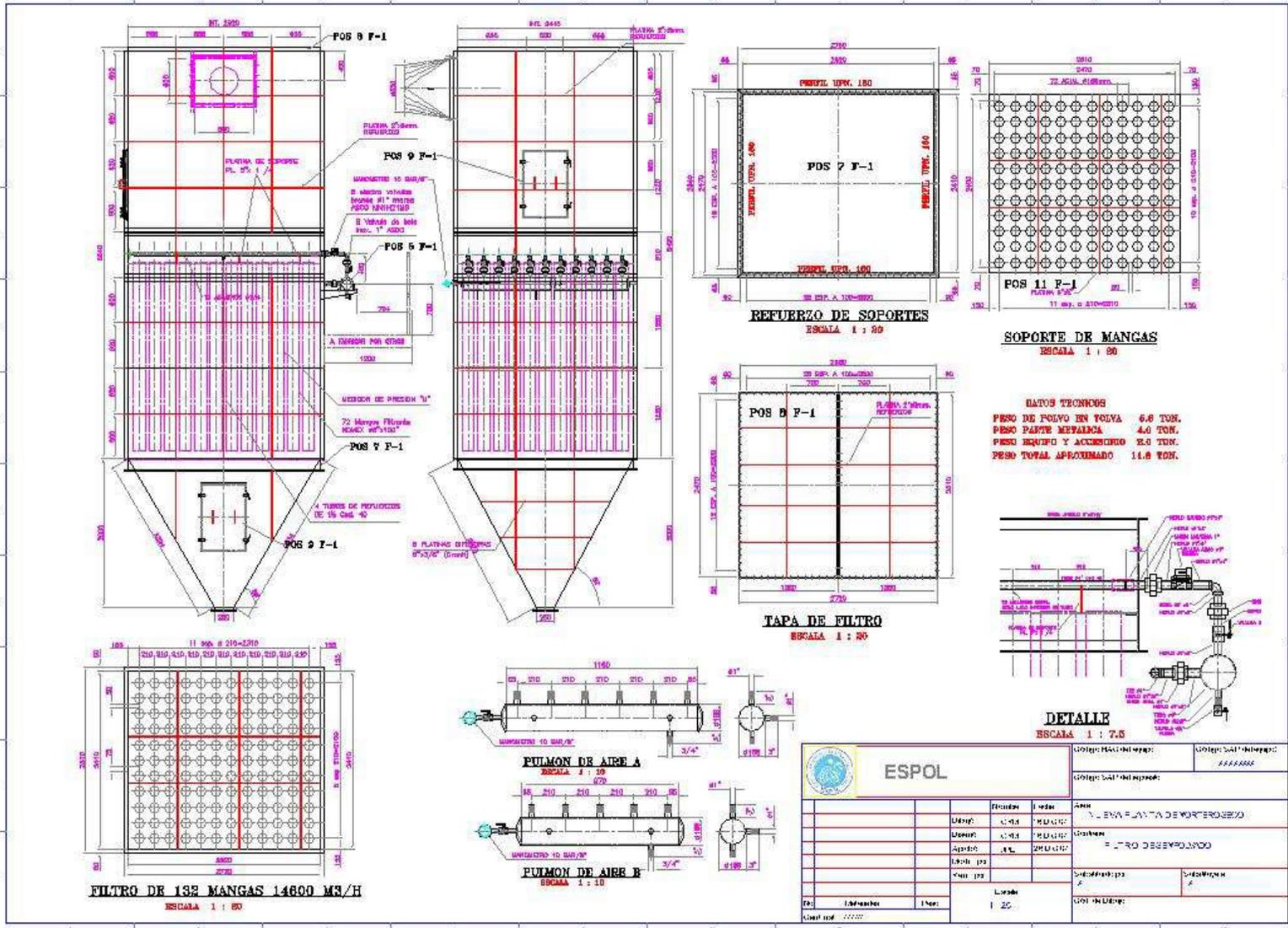
REFRIGERADORA 1600 MB/H DON C/U	0000 MB/H
TUMBA 1000 MB/H POR C/U	3000 MB/H
BAÑOS	8000 MB/H
ELEVADOR DE REFRIGERACION	1900 MB/H
BUTA DE ELEVADOR #1	1300 MB/H
BUTA DE ELEVADOR #2	1250 MB/H
TOTAL	16450 MB/H

EQUIPOS

REFRIG. 248 HORAS	10000 MB/H
VENTILADOR FREDDIA 40%	16400 MB/H



		Proy. Mec. Instal.	Proy. 001 de Instal. 2
		Proy. 001 de Instal.	22/03/2007
Auto.	Proy.	Auto.	Auto.
Revis.	Revis.	Revis.	Revis.
Calif.	Calif.	Calif.	Calif.
Pres. gen.	Pres. gen.	Pres. gen.	Pres. gen.
Pres. par.	Pres. par.	Pres. par.	Pres. par.
Pres. 1:20	Pres. 1:20	Pres. 1:20	Pres. 1:20



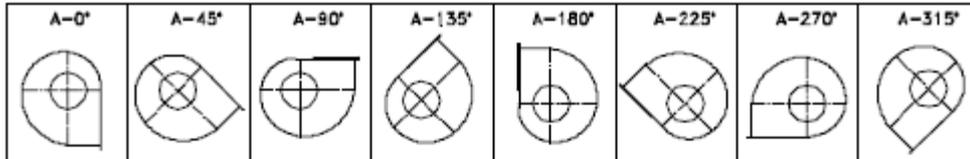
APÉNDICE B

CATÁLOGOS DE LOS EQUIPOS

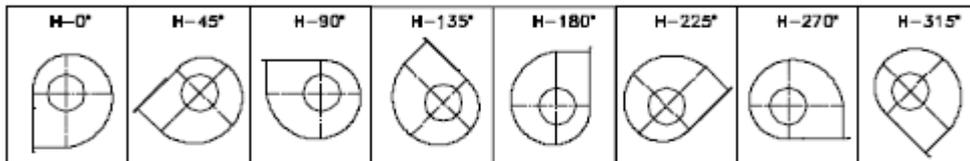
FORMAS CONSTRUCTIVAS PARA VENTILADORES DE ASPIRACION SIMPLE

DESIGNACION DE ROTACION Y DESCARGA

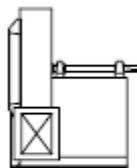
SENTIDO DE ROTACION ANTIHORARIO



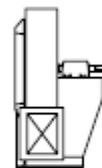
SENTIDO DE ROTACION HORARIO



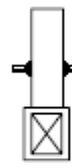
DESIGNACION SEGUN ARREGLOS DE TRANSMISION



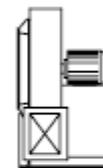
ARR-1



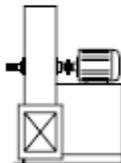
ARR-2



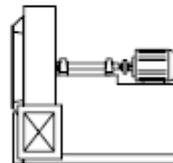
ARR-3



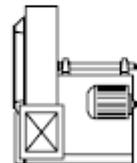
ARR-4



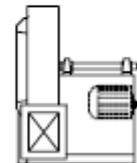
ARR-7



ARR-8



ARR-9



ARR-10

ARR-1: PARA TRANSM. POR BANDAS O DIRECTA, IMPULSOR EN VOLADIZO. DOS CHUMACERAS MONTADAS EN LA BASE.

ARR-2: PARA TRANSM. POR BANDAS O DIRECTA, IMPULSOR EN VOLADIZO. RODAMIENTOS EN SOPORTE MONOBLOQUE.

ARR-3: PARA TRANSMISION POR BANDAS O DIRECTA CHUMACERA A CADA LADO DEL IMPULSOR Y SOPORTADA EN LA VOLUTA.

ARR-4: PARA TRANSM. DIRECTA, IMPULSOR EN VOLADIZO EN EL EJE DEL MOTOR.

ARR-7: PARA TRANSM. POR BANDAS O DIRECTA, IGUAL AL ARREGLO 3, CON ADICION DE UNA BASE PARA EL MOTOR.

ARR-8: PARA TRANSM. POR BANDAS O DIRECTA, IGUAL AL ARREGLO 1, PERO CON BASE EXTENDIDA PARA EL MOTOR.

ARR-9: PARA TRANSM. POR BANDAS, IMPULSOR EN VOLADIZO Y MOTOR MONTADO EN EL EXTERIOR DE LA BASE.

ARR-10: IGUAL QUE EL ARREGLO 8, PERO CON EL MOTOR MONTADO EN EL INTERIOR DE LA BASE.

(MIR0007.DWG)

PIEZA	CANT.	MATERIAL	PESO		OBSERVACIONES		
			NETO	BRUTO (Kg.)			
REVISIONES			CLIENTE				
No	FECHA	DESCRIPCION	APR.				
				DIS/DIB	FECHA	PLANO No.	REV.
				APR.	ESCALA :		

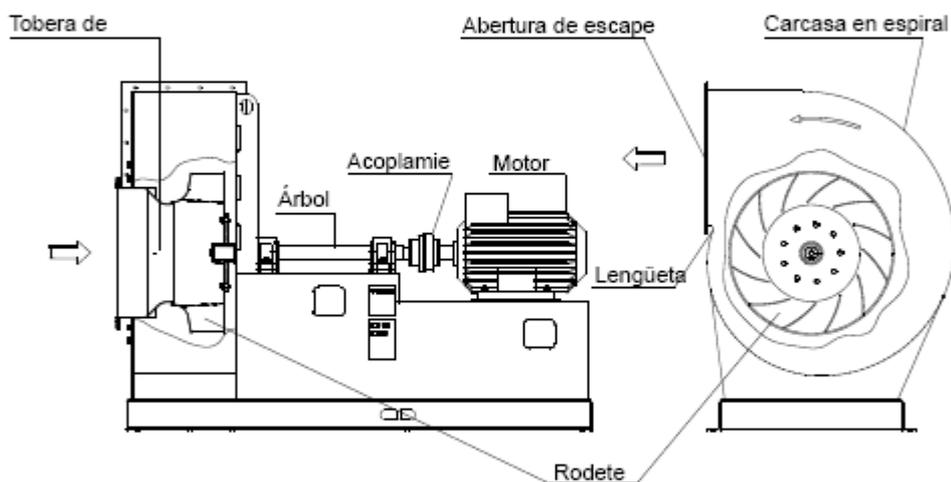
5. Funcionamiento

El ventilador radial está compuesto principalmente por una carcasa en espiral con toberas de admisión y abertura de escape, el rodete y el accionamiento. El medio de transporte ingresa al rodete a través de la tobera de admisión, siendo convertido en una corriente mediante el movimiento de rotación y desviado en dirección radial.

En el rodete tiene lugar la conversión de energía mediante el conjunto de los álabes, es decir, la energía mecánica proporcionada por el motor de accionamiento y llevada al rodete a través del eje y el acoplamiento, se convierte en su mayor parte en energía de flujo.

La carcasa en espiral transforma una parte de esta energía (presión dinámica) mediante el ensanchamiento constante de la sección transversal (presión estática). El punto más estrecho entre la carcasa en espiral y el rodete lo constituye la lengüeta.

Fig. 3



6. Estructura mecánica

Los ventiladores de la forma de construcción vkd son ventiladores radiales de una etapa en versión soldada. El accionamiento se efectúa a través de un acoplamiento del eje de motor al eje motriz sobre el que está montado el rodete.

El electromotor es un motor eléctrico normal de la serie B3, que se atornilla a la consola.

El eje de accionamiento está fijado sobre la consola de cojinetes por medio de dos cojinetes rectos lubricados con grasa, con una instalación de reengrase. El acoplamiento es flexible radial, angular y axialmente así como al giro, en unión positiva o continua, y se puede emplear para ambos sentidos de giro. La transmisión del momento de giro se efectúa a través de bloques de acoplamientos intercambiables y elásticos.

El rodete se desmonta hacia adelante, retirando la pieza de admisión atornillada. La estanqueidad del paso del eje se efectúa de manera estándar con un disco de obturación de metal exento de mantenimiento. Esto no es absolutamente estanco.

Para requerimientos más exigentes se utilizan empaquetaduras con anillo de grafito con o sin medio de bloqueo.

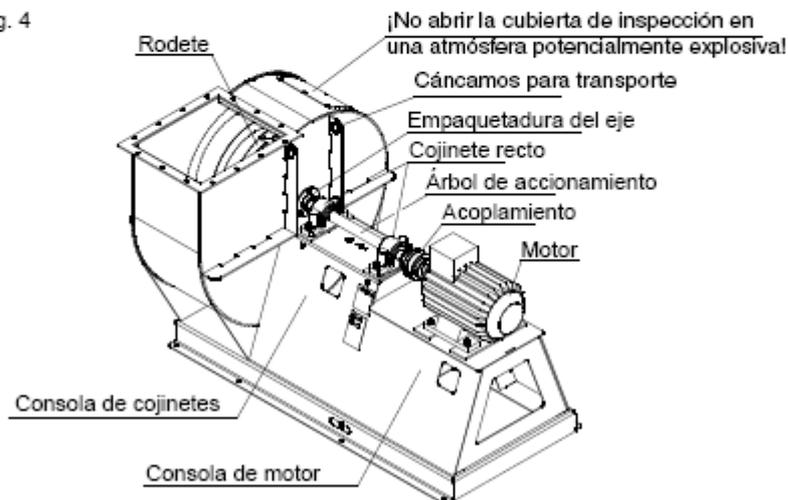
Los ventiladores se fabrican normalmente para una temperatura de transporte de hasta <math><100^{\circ}\text{C}</math>.

También son posibles altas temperaturas de transporte gracias a las instalaciones adicionales de refrigeración entre la carcasa y el cojinete.

Se aplican medidas especiales de protección del desgaste para medios de transporte en los cuales se espera un desgaste de material, para así aumentar la vida útil de éste.

Mediante diferentes accesorios como, por ejemplo, compensadores, válvulas de mariposa, cajas de succión, etc., el ventilador puede adaptarse a las particularidades específicas de la instalación.

Fig. 4



● Uso en zonas potencialmente explosivas:

Se tuvieron en cuenta las siguientes normas y directivas respecto a la protección frente a explosiones:

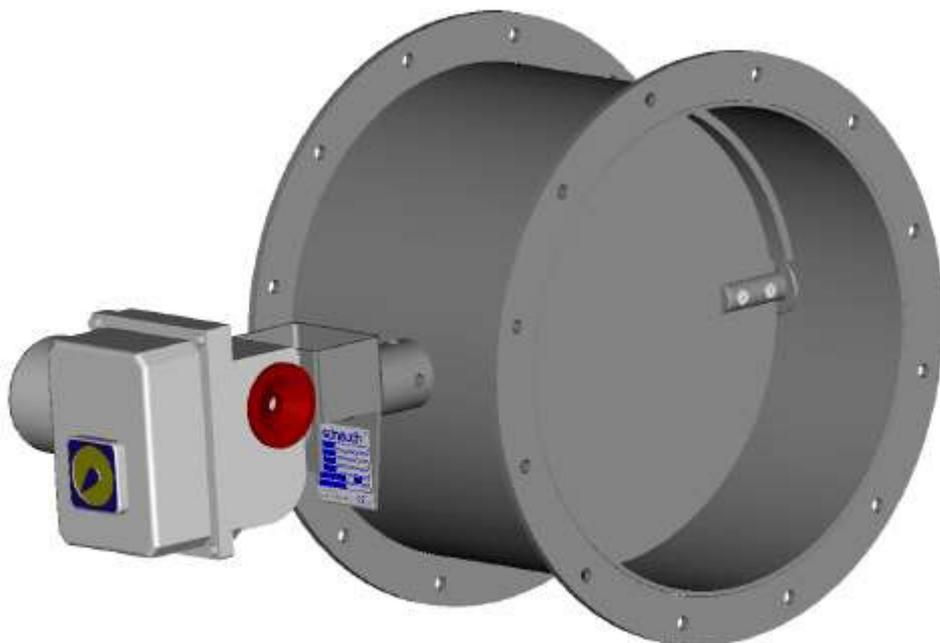


- o EN 1127 Hoja 1 Protección contra explosiones
- o Directiva 94/9/CE – ATEX: Equipos para uso en atmósferas potencialmente explosivas conforme a la normativa
- o Valoración del riesgo de inflamación conforme a la norma a EN 13463-1
- o Tipo de protección "c" mediante seguridad en la construcción conforme a EN 13463-5

MANUAL DE INSTRUCCIONES

SCHEUCH-la Válvula de cierre redonda

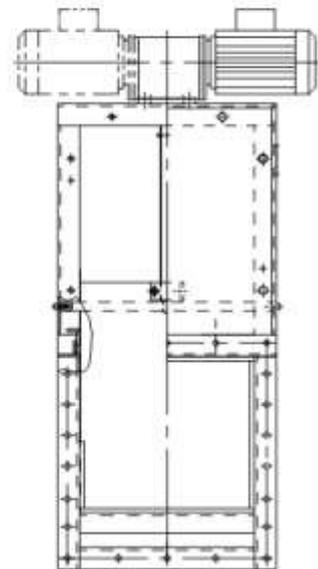
Tipo rs akr-____-hh
rs akr-____-es
rs akr-____-er
rs akr-____-pzs
rs akr-____-pd
rs akr-____-hg



Shut-Off Gate



- ☞ Closed housing for dust free operation
- ☞ No aeration needed
- ☞ Position switches integrated
- ☞ Shaft mounted drives:
 - Hand wheel
 - Motor or pneumatic drive
- ☞ Vertical or horizontal installation



Shut-Off Gate

Aeroslide Shut-Off Gate 1-630



Option : Installation of a second slide plate for dust free shut-off.



PFG-10

MOMENCLATURA

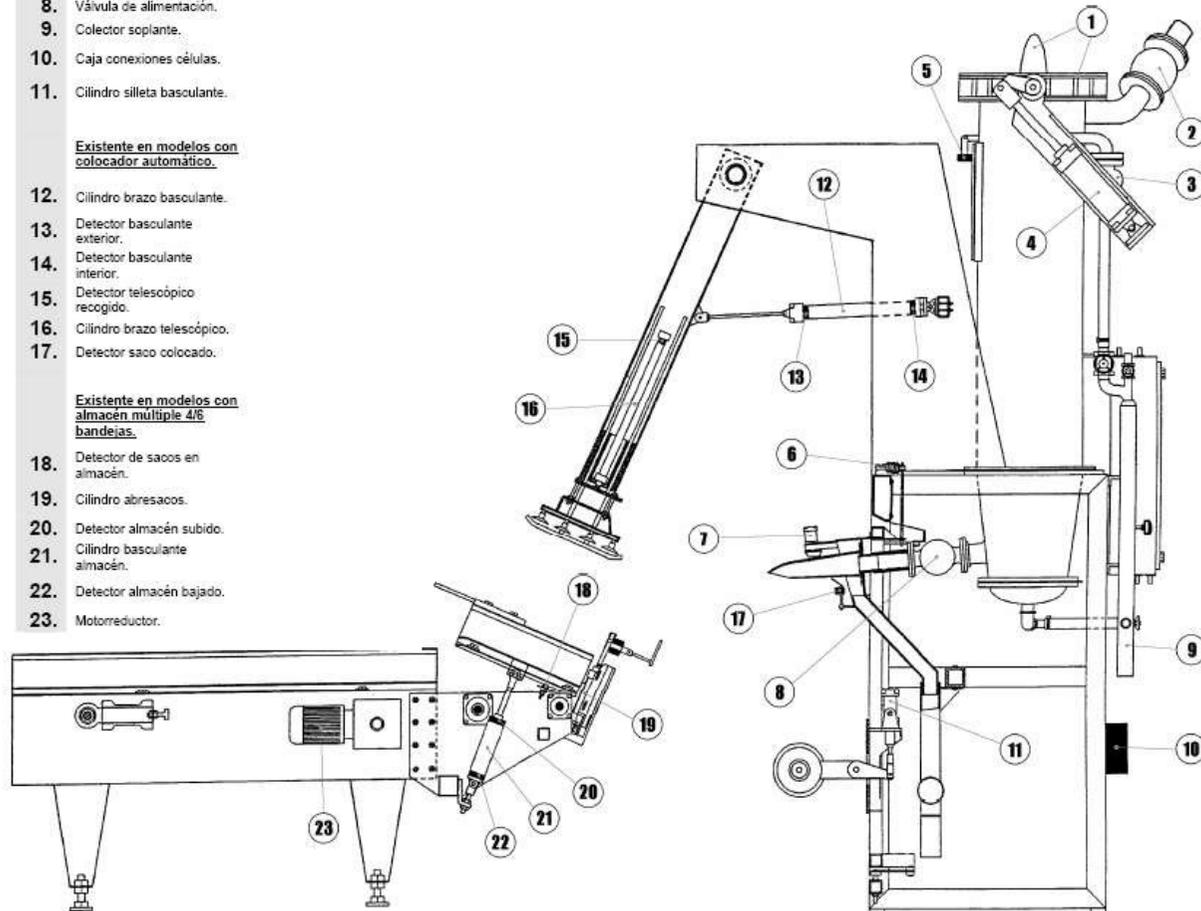
1. Válvula de mariposa.
2. Válvula de descompresión.
3. Válvula de compresión.
4. Cilindro válvula mariposa.
5. Sonda nivel cámara.
6. Célula de pesaje.
7. Cilindro sujeta sacos.
8. Válvula de alimentación.
9. Colector soplante.
10. Caja conexiones células.
11. Cilindro silleta basculante.

Existente en modelos con colocador automático.

12. Cilindro brazo basculante.
13. Detector basculante exterior.
14. Detector basculante interior.
15. Detector telescopico recogido.
16. Cilindro brazo telescopico.
17. Detector saco colocado.

Existente en modelos con almacén múltiple 4/8 bandejas.

18. Detector de sacos en almacén.
19. Cilindro abresacos.
20. Detector almacén subido.
21. Cilindro basculante almacén.
22. Detector almacén bajado.
23. Motorreductor.



APÉNDICE C

FORMULAS Y DATOS DE SELECCIÓN

HORSEPOWER CALCULATION

1. Graphic Method of Calculation

The total horsepower (TSHP) required at the drive shaft to drive the loaded conveyor system may be calculated graphically by use of the nomographs, pages 35 and 36. The friction horsepower (FHP), determined with the first nomograph, added to the Material Horsepower (MHP), determined with the second nomograph, equals the Total Shaft Horsepower (TSHP).

Friction Horsepower — A straight edge placed at the first two known values, conveyor size (related to hanger bearing class as listed in hanger bearing factor table) and length, will intersect a reference point on the centerline. A straight edge placed from this reference point to the third known value, conveyor speed, will intersect the unknown value, Friction Horsepower, on the last line.

Material Horsepower — A straight edge placed at the first two known values, conveyor capacity and Material Horsepower Factor, will intersect a reference point on the centerline. A straight edge from the reference point to the third known value, conveyor length, will intersect the unknown value, Material Horsepower, on the last line.

2. Calculation by Equation

TSHP may also be calculated by equation using the following formulas:

EQUATIONS

1. FRICTION H.P. CALCULATION

$$FHP = \frac{DF \times HBF \times L \times S}{1,000,000}$$

2. MATERIAL H.P. CALCULATION

$$MHP = \frac{CFH \times W \times MF \times L}{1,000,000}$$

OR

$$MPH = \frac{CP \times MF \times L}{1,000,000}$$

NOTE

If calculated Material Horsepower is less than 5 it should be corrected for potential overload. The corrected horsepower value corresponding to the calculated Material Horsepower will be found on the lower scale of the Material Horsepower Overload Correction Chart, page 34.

3. TOTAL SHAFT H.P. CALCULATION

$$TSHP = FHP + MPH^*$$

*Corrected if below 5 HP.

NOTE

The actual motor horsepower required to drive the loaded conveyor system is dependent on the method used to reduce the speed the motor to the required speed of the conveyor. Drive losses must be taken into consideration when selecting the motor and drive equipment.

EQUATION SYMBOLS

TSHP	=	Total Shaft H.P.
FHP	=	Friction H.P. (H.P. required to drive the conveyor empty)
MHP	=	Material H.P. (H.P. required to move the material)
L	=	Conveyor Length
S	=	Conveyor Speed
DF	=	Conveyor Diameter Factor
HBF	=	Hanger Bearing Factor
CFH	=	Conveyor Capacity
W	=	Weight per cu. ft.

EQUATION SYMBOLS (Cont)

CP = Capacity, lbs. per hr.
 MF = Material H.P. Factor
 (From the Materials Table)

DIAMETER FACTORS

Diameter	Factor
4	12
6	18
9	31
10	37
12	55
14	78
16	106
18	135
20	165
24	235

HANGER BEARING FACTORS

Bearing Type	Bearing Factor	Bearing Class
Ball	1.0	I
Rabbit Bronze *Graphite Bronze Plastic, laminated fabric-base Nylon *Bronze, oil-impregnated Wood	1.7	II
*Plastic, graphite- impregnated *Nylon *Teflon	2.0	III
*Hard Iron *Hard-Surfaced	4.4	IV

*Non-Lubricated

CONVEYORS WITH MODIFIED FLIGHTS

The procedure for calculation of horsepower for conveyors with special or modified flights is identical to that used for standard conveyors except that the Material Horsepower must be multiplied by one or more of the following applicable factors.

MODIFIED FLIGHT FACTORS

Flight Type	Conveyor Loading			
	15	30	45	95
Cut Flight	1.1	1.15	1.2	1.3
Cut & Folded Flight	*	1.5	1.7	2.2
Ribbon Flight	1.05	1.14	1.20	-

*Not Recommended

CONVEYORS WITH PADDLES*

Factor	Paddles Per Pitch			
	1	2	3	4
	1.29	1.58	1.87	2.16

* Std. paddles at 45° reverse pitch

Total Shaft Horsepower (TSHP) is calculated by adding Material Horsepower, multiplied by the appropriate modified flight factor or factors, to Friction Horsepower.

NOTE

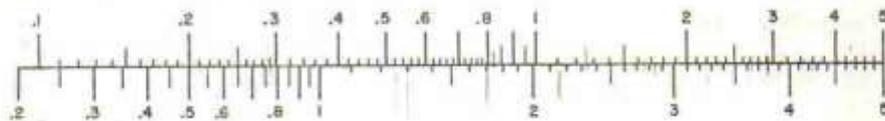
Conveyors which have deviation in pitch only do not require special consideration, and their horsepower calculations are as described for standard conveyors.

EXAMPLE

A 10-inch conveyor 35 feet long with a capacity of 10 tons per hour at 45 RPM has been selected.

From the Materials Table, a Horsepower Factor of 0.8 is found for the material to be conveyed. The table

CALCULATED MATERIAL H.P.



CORRECTED MATERIAL H.P.

EXAMPLE (Cont)

also indicates Series 4 hanger bearings and shafts. Hard iron bearings and hardened coupling shafts have been selected to suit this requirement.

Friction Horsepower, the horsepower required to drive the conveyor empty, is calculated as follows:

- Diameter Factor = 37
- Hanger Bearing Factor = 4.4
- Length = 35
- RPM = 45

$$FHP = \frac{37 \times 4.4 \times 35 \times 45}{1,000,000} = 0.256$$

Material Horsepower, the horsepower required to move the material, is calculated by the following equation:

- Capacity (in lbs. per hr.) = 20,000
- Horsepower Factor = 4.4
- Length = 35
- RPM = 45

$$MHP = \frac{20,000 \times 0.8 \times 35}{1,000,000} = 0.56$$

Since the calculated Material Horsepower is less than 5, it is necessary to find the corrected horsepower value corresponding to 0.56 horsepower on the

$$MHP = \frac{CFH \cdot W \cdot PF \cdot L}{1,000,000}$$

$$MHP = \frac{20,000 \times 45 \times 0.8 \times 35}{1,000,000} = 2.5$$

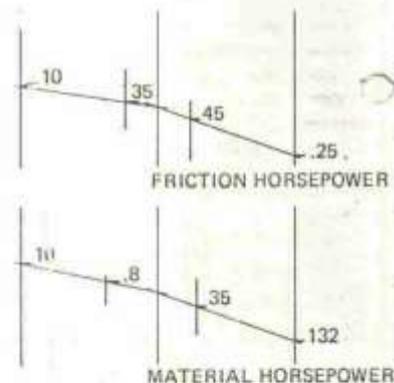
above Overload Correction Chart. This value is found to be 1.320 horsepower.

Total Shaft Horsepower (TSHP) is the sum of Friction horsepower and the corrected Material Horsepower. Thus TSHP is calculated as follows:

$$TSHP = 0.256 + 1.320 = 1.576 \text{ H.P.}$$

Assuming a drive efficiency of 85% resulting in a total drive horsepower of 1.853, a standard 2 horsepower motor would be selected for the drive input.

The horsepower required for the above conveyor may also be determined graphically by the use of the two horsepower nomographs. The first nomograph determines Friction Horsepower. The second determines Material Horsepower. Total Shaft Horsepower is determined by adding the two values.



FORMULAS PARA OBTENER POTENCIA DE BANDA TRANSPORTADORA

Tension:	$T_e = g \cdot L \cdot k_t \cdot [(0.00068 + k_y) \cdot (W_m + W_b) + 0.015 \cdot W_b + 0.022 \cdot W_r] + g \cdot W_m \cdot H$				
Power:	$P = T_e \cdot v$				
Radius startup:	$R_s = \frac{1.11 \cdot T_x \cdot k}{g \cdot W_b l \cdot \cos \alpha}$	Radius operation:	$R_o = \frac{1.11 \cdot T_x \cdot k}{g \cdot (W_b l + W_m) \cdot \cos \alpha}$		
Tension at point x:	$T_x = T_3 + (T_e - T_3) \cdot \frac{Lx}{L}$				

FORMULAS PARA OBTENER FUERZAS DE ELEVADOR DE CANGILONES

$F_H = \frac{l_m \cdot g \cdot H}{v}$	$F_S = \frac{K \cdot A_s \cdot l_m}{v}$
$F_R = f_v \cdot g \cdot H \cdot \left[2 \cdot (m_l + m_v) + \frac{l_m}{v} \right]$	

BIBLIOGRAFÍA

- ⁽¹⁾ Design Criteria. HOLCIM 2003.
- ⁽²⁾ Selection Manual of conveyor and Elevator belt. GOOD YEAR
- ⁽³⁾ Handbook of Conveyor and Elevator Belting. GOOD YEAR
- ⁽⁴⁾ MARTIN SPROCKET AND GEAR, INC, catalog 1090
- ⁽⁵⁾ Transporte de Sólidos Granulados; Universidad Autónoma de Chihuahua
- ⁽⁶⁾ Ventilación Industrial. TOMADONI 2007.
- ⁽⁷⁾ Engineering Section. KWG MANUFACTURY CO
- ⁽⁸⁾ Conveyor, Elevator and Drive Chains. Catálogo Rexnord
- ⁽⁹⁾ www.mtec.com
- ⁽¹⁰⁾ www.qzmachine.com
- ⁽¹¹⁾ Contribución del Mortero Seco a la Seguridad, La Salud y el Medio Ambiente. ALBERTO CARRILLO GARCIA
- ⁽¹²⁾ Informe Anual Económico BANCO CENTRAL DEL ECUADOR
- ⁽¹³⁾ Megaestructuras. Diseño y Construcción
- ⁽¹⁴⁾ Manual de la A I S C (American Institute for Steel Construction) Load and Resistance Factor Design. Loads and Loads Combinations. Capítulo 4,1998
- ⁽¹⁵⁾ Mortero Guía General. Editado por AFAM 2003.

- ⁽¹⁶⁾ Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el trabajo. Informe sobre el sector de la construcción 1999-2002. V Encuesta Nacional de Condiciones de Trabajo.
- ⁽¹⁷⁾ Guía de Buenas Prácticas Medioambientales del Sector de la Construcción. ED. CEP.
- ⁽¹⁸⁾ El portal de la Unión Europea. http://europa.eu.int/index_es.htm
- ⁽¹⁹⁾ Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo -(1998) OIT.
- ⁽²⁰⁾ Norma OHSAS 18001