

**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERIAS FISICAS Y FORMALES**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA**



**“CONTROL DE CALIDAD DE ÁREA 1: SISTEMA DE FAJAS  
TRANSPORTADORAS Y TOLVAS DE ALMACENAMIENTO  
CORRESPONDIENTE AL PROYECTO: INSTALACIONES PARA  
IMPORTACIÓN Y EXPORTACIÓN DE CONCENTRADO DE COBRE – II  
FASE PATIO PUERTO ILO.”**

Tesis presentada por el Bachiller:

**SERGIO RODRIGO PEÑALOZA CACERES**

Para optar el Título Profesional de:

**INGENIERO ELECTRÓNICO**

Asesor:

**Ing. Juan M. Quispe Yauyo**

**AREQUIPA – PERU**

**2017**

### **AGRADECIMIENTO**

A mis padres y hermanos que con su apoyo brindado todos estos años hicieron la persona que soy; y en especial a mi abuela materna, por sus enseñanzas y manera de ver la vida; a los compañeros de trabajo, empresas que influyeron en mi desarrollo profesional y en especial al Ing. Julio Aguilar Quispe en su representada MESERQUA S.A.C.

## RESUMEN

El presente Trabajo – Informe explica las actividades a realizarse para el control de calidad del proceso de Montaje Electromecánico del Área 1: Sistema de Fajas Transportadoras y Tolvas de Almacenamiento – II Fase Patio Puerto ILO al inicio y durante todo el Proceso Constructivo, realizadas por la empresa Ingeniería Mantenimiento Construcción y Servicios S.A.C. (IMCO SERVICIOS S.A.C.) teniendo como empresa para Aseguramiento de Calidad a Mega Service Quality S.A.C. (MESERQUA S.A.C.) durante el periodo 2014-2015.

Las funciones y actividades realizadas por IMCO SERVICIOS S.A.C para verificar, inspeccionar y documentar el cumplimiento de las especificaciones y requisitos pedidos por el Cliente, durante la recepción de equipos electromecánicos / estructuras / materiales y posterior montaje; contando con la supervisión del Cliente (Empresa de Comercio y Servicios en General AMG SAC.) en determinados puntos de espera para el inicio de cada proceso (canalización, pruebas eléctricas, conexiones, etc.).

Así mismo dar a conocer y demostrar como un Plan de Calidad y sus documentos complementarios (Plan de Puntos de Inspección (PPI), Matriz de Control de Calidad (QC Matriz), etc.) son necesarios para el cumplimiento de los requisitos de Calidad en el Proyecto; y de esa manera evitar un mayor tiempo por re-procesos.

En conclusión este trabajo desarrolla y describe la metodología empleada para realizar la inspección en trabajos de control e instrumentación del Proyecto, exhortando el compromiso de la gerencia con el Sistema de Gestión Integrado (SGI) y su aplicación del mismo como medio para obtención de mejores resultados.

### **Palabras Claves**

Control de Calidad, Faja Transportadora y Estándar



## SUMMARY

Hereby work plan – report, explains the activities that took place for the quality control on the electro-mechanical assembly process on the area #1: conveyor belt system and stocking hoppers – Patio Puerto Ilo phase II project, since the beginning and during the assembly process, conducted by IMCO SERVICIOS SAC and having MESERQUA SAC as quality control from 2014 to 2015

Tasks and activities performed by IMCO SERVICIOS SAC were to verify, inspect and document the compliance of specifications and requirements made by the client during electro-mechanical equipment, structures and materials receiving and subsequent assembly; having client's (AMG SAC) supervision on certain key points for each process; e.g. electric conduits, electrical tests, etc.

Likewise, share and show a Quality Plan and all related documents (i.e. PPI, QC matrix, etc.) necessary for compliance with the project's requirements regarding quality; in this sense avoid time wasting due to reprocessing

In conclusion, this paper develops and describes the methods utilized to inspect control and instrumentation works in the project, urging management engagement with the IMS and its implementation as a way to deliver better results.

### **Keys Words**

Quality Control, Belt Conveyor and Standard

## ÍNDICE

Contenido	
AGRADECIMIENTO.....	ii
RESUMEN .....	iii
SUMMARY .....	v
INTRODUCCIÓN.....	x
CAPÍTULO I .....	1
GENERALIDADES.....	1
1.1 ANTECEDENTES .....	1
1.2 JUSTIFICACIÓN .....	2
1.3 OBJETIVOS.....	3
1.3.1 OBJETIVO GENERAL.....	3
1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	3
1.4 ALCANCE Y CONDICIONES DEL PROYECTO .....	4
CAPÍTULO II .....	6
EXPERIENCIA PROFESIONAL .....	6
2.1 DEL TITULAR.....	6
2.1.1 FUNCIONES PRINCIPALES.....	6
2.1.2 EXPERIENCIA PROFESIONAL.....	7
2.2 CURRÍCULUM VITAE (CV) .....	10
CAPÍTULO III .....	11
EXPERIENCIA DE LA EMPRESA.....	11
3.1 DE LA EMPRESA .....	11
3.1.1 UBICACIÓN Y ACCESO.....	11
3.1.2 DESCRIPCIÓN DE LA PLANTA .....	12
3.1.3 MISIÓN Y VISIÓN.....	13
3.1.4 SERVICIOS DE LA EMPRESA .....	13
3.1.5 ORGANIGRAMA DEL PROYECTO.....	16
3.1.6 GALERÍA FOTOGRÁFICA.....	17
CAPÍTULO IV.....	18
MARCO TEÓRICO.....	18
4.1 FAJAS TRANSPORTADORAS .....	18

4.1.1 TIPOS DE FAJAS .....	18
4.1.1.1 FAJAS FIJAS Ó ESTACIONARIAS .....	18
4.1.1.2 FAJAS RIPABLES Ó SEMIMÓVILES .....	19
4.1.1.3 FAJAS MÓVILES.....	19
4.1.2 ELEMENTOS DE UNA FAJA .....	20
4.1.2.1 BASTIDORES .....	22
4.1.2.2 CABEZAS MOTRICES .....	29
4.1.2.3 BANDAS .....	36
4.1.2.4 EQUIPOS ELÉCTRICOS.....	45
4.2 PUNTOS DE TRANSFERENCIA .....	48
4.2.1 CHUTES DE CARGA Y DESCARGA.....	48
4.2.2 TOLVAS DE ALMACENAMIENTO .....	50
4.2.3 MANGAS RETRÁCTILES .....	52
4.2.4 BELT FEEDERS .....	53
4.2.5 TRANSPORTADOR DE TORNILLO Y VÁLVULA ROTATIVA .....	56
4.2.6 CONTROL DE MATERIAL FUGITIVO .....	57
4.3 ÁREAS DEL PROYECTO .....	63
4.3.1 ÁREA 2 .....	63
4.3.2 ÁREA 3 .....	65
4.3.3 ÁREA 4 .....	66
4.3.4 ÁREA 5 .....	67
4.3.5 ÁREA 6 .....	69
4.3.6 ÁREA DE EMBARQUE Y DESEMBARQUE.....	70
4.4 VENDORS INVOLUCRADOS EN ÁREA 1 .....	71
4.4.1 GNEX.....	72
4.4.2 AMERICORP.....	73
4.4.3 SAEG .....	73
4.4.4 CONTROLTEK.....	74
4.4.5 ELYSE.....	75
4.4.6 CRUBHER .....	75
4.4.7 WESTFIRE .....	76
4.4.8 AKROS.....	76

4.4.9	EQUIMAG.....	77
4.4.10	CESEL.....	77
4.5	MSDS DEL CONCENTRADO DE COBRE.....	78
4.6	NORMAS, ESTÁNDARES Y CÓDIGOS.....	78
4.7	ENTREGA DE TERRENO, PRESUPUESTO Y ESPECIFICACIONES.....	79
4.7.1	ACTA DE ENTREGA DE TERRENO.....	79
4.7.2	CARTA Y RESUMEN DEL PRESUPUESTO.....	80
4.7.3	ESPECIFICACIONES SPCC (Anexo “G”).....	80
	CAPÍTULO V.....	82
	CONTROL DE CALIDAD.....	82
5.1	CONDICIONES INICIALES.....	82
5.1.1	ALCANCES DE CALIDAD.....	82
5.1.2	PLANOS SPCC Y VENDOR NAVEC.....	83
5.2	PLAN DE CALIDAD.....	84
5.2.1	PLAN DE PUNTOS DE INSPECCIÓN.....	84
5.2.2	PROCEDIMIENTOS DE CALIDAD.....	85
5.2.3	REGISTROS DE INSPECCIÓN DE CALIDAD.....	87
5.2.4	PLANOS ÁREA 1.....	89
5.2.5	QC MATRIZ ÁREA 1.....	92
5.2.6	OTROS DOCUMENTOS.....	93
5.2.6.1	ENTRADAS / SALIDAS (I/O) EN CONTROLADORES.....	93
5.2.6.2	LISTA DE EQUIPOS Y MATERIALES.....	93
5.2.6.3	LISTA DE CABLES.....	93
5.2.6.4	LISTA DE INSTRUMENTOS Y EQUIPOS DE CONTROL.....	94
5.2.6.5	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO.....	95
5.3	DISEÑO.....	97
5.4	LOGÍSTICA.....	97
5.4.1	RECEPCIÓN DE MATERIALES, EQUIPOS E INSTRUMENTOS EN OBRA.....	97
5.4.2	PRESERVACIÓN, MANIPULACIÓN Y ALMACENAMIENTO.....	99
5.4.3	LISTA DE REPUESTOS (SPARE LIST).....	99
5.4.4	LISTA DE EQUIPOS DE MEDICIÓN CALIBRADOS.....	100

5.5 MONTAJE .....	101
5.5.1 PRUEBAS EN LABORATORIO. ....	101
5.5.2 TRABAJOS PRELIMINARES. ....	105
5.5.3 CANALIZACIONES. ....	106
5.5.4 TENDIDO DE CABLES. ....	112
5.5.5 PRUEBAS ELÉCTRICAS A CABLES.....	114
5.5.6 MONTAJE DE INSTRUMENTOS Y TABLEROS .....	117
5.5.7 PROTOCOLOS DE COMUNICACIÓN .....	148
5.5.8 INSTRUMENTOS SCI .....	153
5.6 NO CONFORMIDADES Y OBSERVACIONES .....	163
5.6.1 IMPACTO ECONÓMICO DE LA NO COMFORMIDAD .....	164
5.6.2 RNC Y OBSERVACIONES ÁREA 1 .....	164
CAPÍTULO VI.....	169
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	169
6.1 CONCLUSIONES.....	169
6.2 RECOMENDACIONES.....	170
BIBLIOGRAFÍA.....	173
BIBLIOGRAFÍA WEB.....	174
ÍNDICES .....	175
ANEXOS.....	182

## INTRODUCCIÓN

Este Trabajo - Informe tiene como objetivo explicar mi experiencia laboral en la empresa de supervisión, inspección y consultoría en calidad Mega Service Quality S.A.C (MESERQUA S.A.C.) perteneciente al grupo Ingeniería, Mantenimiento, Construcción y Servicios S.A.C. (IMCO Servicios S.A.C.) desempeñando el cargo de supervisor de calidad para trabajos electromecánicos en Patio Puerto Ilo.

MESERQUA S.A.C es una empresa dedicada a la supervisión, inspección y consultoría de calidad para fabricación y montaje de estructuras metálicas, equipos e instrumentos; tiene como cliente principal y centro de actividades las instalaciones de la empresa metal mecánica IMCO SERVICIOS S.A.C. perteneciente al Grupo Cabanillas.

Southern Peru Cooper Corporation (SPCC) con su proyecto de importación y exportación de cobre hace necesaria la construcción de nuevos equipos en sus instalaciones portuarias, contratan al Grupo NAVEC para la fabricación de equipos mineros como son las fajas transportadoras y tolvas de almacenamiento, convocando a licitación la cual es favorable para IMCO SERVICIOS S.A.C. que tiene como empresa de aseguramiento de la calidad a MESERQUA S.A.C. El montaje de las fajas transportadoras y tolvas de almacenamiento se realizarán de acuerdo a ingeniería básica y detalle otorgada por NAVEC – SPCC, quedando la realización de ingeniería de detalle complementaria de ser necesaria por IMCO SERVICIOS S.A.C. de acuerdo a

las especificaciones técnicas entregadas por el Cliente o la Asociación de Fabricantes para Transporte de Material (CEMA) 6ta Edición y Código para Soldadura Estructural (AWS D1.1) para la fabricación de estructuras.

Este Trabajo - Informe solo incluye el control de calidad realizado para el montaje Electromecánico correspondiente al Área 1 del Proyecto, hasta las pruebas de Precomisionamiento, Comisionamiento y Puesta en Marcha de dicha Área.



## CAPÍTULO I

### GENERALIDADES

#### 1.1 ANTECEDENTES (Juan Taipe, 2015)

La ciudad de Arequipa se ha convertido en un lugar estratégico en el suministro de insumos y servicios del sector minero de todo el Sur del Perú; IMCO SERVICIOS S.A.C. al estar a la vanguardia y comprometidos con el desarrollo del país, realiza el montaje electromecánico para minería específicamente para el proceso de Manejo de Materiales cumpliendo con los estándares de calidad exigidos.

Como una de las principales contratistas metal mecánicas en el Sur del Perú para empresas mineras como Sociedad Minera Cerro Verde, Southern Peru Copper Corporation, Xtrata Tintaya entre otras; tiene a través de IMCO SERVICIOS S.A.C. implementado un sistema de gestión para calidad que busca la mejora continua en los diferentes proyectos que realiza.

IMCO SERVICIOS S.A.C. al contar con la logística necesaria y respaldada con la experiencia adquirida al realizar el montaje Electromecánico en Sociedad Minera Cerro Verde – PAD 4B, es elegida por SPCC como mejor opción para este proyecto y asume la responsabilidad de realizar el

montaje electromecánico en las instalaciones portuarias perteneciente a SPCC.

## 1.2 JUSTIFICACIÓN

SPCC requiere implementar un sistema de descarga, almacenamiento, embarque y desembarque de concentrado en Patio Puerto Ilo de acuerdo a la legislación gubernamental vigente, cumpliendo las reglas de seguridad y preservar el ambiente. Para el embarque, el concentrado de cobre, proviene de las unidades operativas de Toquepala y Cuajone de Southern Peru Cooper Corporation (SPCC), mientras que el concentrado para el desembarque proviene de otras plantas. De esta manera, SPCC modernizará el actual sistema de manejo de concentrado de cobre dentro de sus operaciones portuarias.

La modernización de SPCC en sus instalaciones portuarias hace necesario la adquisición de equipos para el proceso de descarga, almacenamiento, embarque y desembarque de cobre abriendo concurso para licitaciones de estos equipos, siendo Grupo NAVEC el ganador; posteriormente SPCC elige a IMCO SERVICIOS S.A.C. por tener experiencia al haber realizado montajes electromecánicos similares.

## 1.3 OBJETIVOS

### 1.3.1 OBJETIVO GENERAL

- Explicar el desarrollo de las diferentes actividades a realizar en cada etapa del proceso constructivo durante el proyecto; dirigidos a satisfacer los requisitos y exigencias del cliente referidos a calidad durante el montaje electromecánico correspondiente al Área 1 del Proyecto.

### 1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Entender e identificar el uso de las especificaciones, estándares y códigos para el desarrollo de procedimientos aplicables durante el montaje de equipos electromecánicos correspondientes al Área 1.
- Validar la realización de ensayos, pruebas y buenas prácticas de acuerdo a especificaciones, códigos y estándares exigidos por el cliente.
- Implementar documentos de control necesarios para realizar el adecuado seguimiento del proceso constructivo correspondiente al Área 1.
- Verificar que los instrumentos dispuestos en las Fajas Transportadoras cumplan con lo indicado en el Estándar CEMA.

## 1.4 ALCANCE Y CONDICIONES DEL PROYECTO

Cumplir con los requerimientos y especificaciones del Cliente para obtener un producto con la calidad deseada en sus diferentes Disciplinas (Mecánica – Eléctrica – Instrumentación).

### Ubicación

El Puerto Industrial de SPCC, esta ubicado en el Departamento de Moquegua, provincia de Ilo al sureste del Perú, a la altura del Km. 1,186 de la Carretera de la Panamericana Sur.

### Condiciones Climáticas

#### a. Dirección de Vientos

Dirección predominante del viento es un 70% procedente del este – sureste (ESE) y un 30% del Sur Este (SE), con velocidad media anual que fluctúa de 10 a 18.3 m/sg, registrándose mayores velocidades en las estaciones de primavera y verano, y menores en otoño e invierno.

#### b. Temperatura

El régimen térmico se caracteriza con una máxima media mensual de 21.6°C a 32.2°C y una mínima media mensual de 10°C a 16.9°C en general.

#### c. Precipitación

La humedad relativa media mensual multianual oscila entre 73% en verano y 80% en invierno.

d. Radiación Solar

El número de horas de sol varía durante el año, es mayor en la estación de verano con un promedio de 8 horas de sol/día lo que hace un 65%.



## CAPÍTULO II

### EXPERIENCIA PROFESIONAL

#### 2.1 DEL TITULAR

##### 2.1.1 FUNCIONES PRINCIPALES

- Elaboración, difusión y aplicación de los Procedimientos de Calidad del Proyecto.
- Elaboración de los Registros, PPIs y QC Matriz por cada fase ó área del Proyecto.
- Verificar el cumplimiento del Alcance y Especificaciones Técnicas del Cliente.
- Validar las pruebas realizadas en Obra (Cables, Instrumentos y Equipos).
- Elaboración del Dossier de Calidad del Proyecto.
- Revisar los Datasheet de los Equipos e Instrumentos en Obra.
- Verificar el cumplimiento del Estándar CEMA 6ta Edición.
- Seguimiento y Control a los Certificados de Calidad de los Materiales y Calibración de los Instrumentos de Medición.
- Elaboración del Informe Final.

- Verificar el Levantamiento de Observaciones realizadas en la Caminata de Construcción (Punch List).

## 2.1.2 EXPERIENCIA PROFESIONAL

### 1. Empresa AID Ingenieros S.A.C.

- Supervisor Electricista – Southern Peru

14 de Enero 2017 – 25 de Junio 2017

Proyecto: Repotenciación Grúa Puente de 3 a 5 TN – Casa de Bombas de Agua Recuperada - Zona de Relaves – Concentradora.

Proyecto: Cambio de Colectores de Polvo 4, 4A, 4B y 4C – Área 2222 – Edificio de Chancado Secundario y Terciario.

- Supervisor QC – Southern Peru

18 de Agosto 2016 – 12 de Noviembre 2016

Proyecto: Servicio MMF 2016 Cambio de Componentes Mayores en Planta de Ácido 1 – CAPEX 2016.

### 2. Empresa de Comercio y Servicios en General AMG S.A.C.

- Supervisor Instrumentista – Southern Peru

03 de Julio 2015 – 16 de Diciembre 2015

15 de Febrero 2016 – 15 de Mayo 2016

Proyecto: Instalaciones para Exportación e Importación de  
Concentrado de Cobre – Patio Puerto ILO.

### **3. Empresa SSK Montajes e Instalaciones S.A.C.**

- Inspector QC – Sociedad Minera Cerro Verde

09 de Mayo 2015 – 01 de Julio 2015

Proyecto: Electrical and Instrumentation Crushing & Conveying

### **4. Empresa IMCO Servicios S.A.C.**

- Supervisor QC – Southern Peru

11 de Abril 2014 – 14 de Enero 2015

Proyecto: Instalaciones para Exportación e Importación de  
Concentrado de Cobre – Patio Puerto ILO.

### **5. Empresa Mega Service Quality (MESERQUA) S.A.C.**

- Supervisor QC – Planta IMCO SERVICIOS S.A.C

16 de Agosto 2013 – 31 de Marzo 2014

Proyecto: Construcción de Celdas Columna SMCV.

- Supervisor QC – Sociedad Minera Cerro Verde

26 de Marzo 2013 – 16 de Agosto 2013

Proyecto: Servicio de Construcción Debottlenecking II -  
Concentradora.

- Supervisor Electricista – Sociedad Minera Cerro Verde

01 de Setiembre 2012 – 20 de Diciembre 2012

Proyecto: UP GRADE de 40 Fajas Portables – PAD 4B

- Supervisor QC – Sociedad Minera Cerro Verde

30 de Abril 2012 – 01 de Setiembre 2012

Proyecto: Realineamiento y Reforzamiento de 40 Pórticos del  
Jacking Header O/F.

- Supervisor QC – Sociedad Minera Cerro Verde

25 de Noviembre 2011 – 30 de Abril 2012

Proyecto: Montaje de Tres Nuevas Fajas Portables.

- Supervisor QC – Planta IMCO SERVICIOS S.A.C.

17 de Enero 2011 – 25 de Noviembre 2011

Proyecto: Fabricación de Celdas de Flotación Antapaccay.

## 2.2 CURRICULUM VITAE (CV)

- Se adjunta CV no Documentado aprobado por SPCC para Inicio de Obra como Supervisor de Calidad. Se adjunta respuesta a Transmittal generado por Control Documentario (Anexo “A”).
- Currículum Vitae Documentado Actual (Anexo “A”).



## CAPÍTULO III

### EXPERIENCIA DE LA EMPRESA

#### 3.1 DE LA EMPRESA (Juan Taipe, 2015)

##### 3.1.1 UBICACIÓN Y ACCESO

El Grupo Cabanillas con su empresa IMCO SERVICIOS S.A.C. centro de actividades de MESERQUA S.A.C; se encuentra en la ciudad de Arequipa en la vía de evitamiento km 3, se puede acceder a la empresa de la Sierra Sureña (Cusco, Puno, Bolivia) por la Av. Aviación y de la Costa Sureña (Moquegua, Tacna, Puerto Matarani, Puerto Ilo) por la Variante de Uchumayo; la planta principal al estar ubicada entre vías de transporte interprovincial tiene fácil acceso al tránsito para estructuras de mayor volumen.



**Imagen "1": Ubicación de Planta IMCO Servicios S.A.C.**



*Imagen "2": Acceso a Planta IMCO Servicios S.A.C.*

### 3.1.2 DESCRIPCIÓN DE LA PLANTA

IMCO SERVICIOS S.A.C.; cuenta con una planta de 40,000 m<sup>2</sup> de taller y capacidad de almacenamiento, con una producción por mes de 700 toneladas, la misma que se dedica al rubro Metal mecánico, actualmente brinda el servicio de Mantenimiento preventivo, predictivo, correctivo de equipos y maquinarias mineras e industriales; diseño, fabricación de elementos para maquinarias y equipos industriales y mineros; diseño, fabricación y montaje de estructuras metálicas además la recuperación de piezas por soldadura.

Como empresa de aseguramiento MESERQUA S.A.C. ejecuta sus trabajos de control y aseguramiento de calidad con el máximo rigor, independencia, ética e imparcialidad, considerando que estos factores son determinantes en la valoración competitiva de un producto o servicio.

El soporte de nuestra empresa esta dirigido a todo tipo de industria, sea esta de energía petrolera, energía eléctrica, minera, cementera, química, petroquímica, manufacturera, automotriz, alimentaria, pesquera y naval.

### 3.1.3 MISIÓN Y VISIÓN

#### MISIÓN

Determinar el grado de fiabilidad de proyectos y sistemas de nuestros clientes, por medio de la verificación de su gestión y procesos, registrando la mejora continua de los mismos.

#### VISIÓN

Ser los referentes de empresas certificadoras en mantenimiento predictivo y calidad de la construcción, por medio de la eficiencia y eficacia de procesos de gestión y control añadiendo valor al producto final de nuestros clientes.

### 3.1.4 SERVICIOS DE LA EMPRESA

Observando las diferentes necesidades de los clientes el Grupo Cabanillas decide diversificar su rubro, con el objetivo principal de brindar un servicio completo a nuestros clientes, cumpliendo para ello con los estándares de calidad y compromiso, entre estos rubros nuestros nuevos miembros: MM INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN CIVIL S.A.C. que brinda los servicios de obras civiles, GRÚAS Y

TRANSPORTES SAN LORENZO S.A.C. que brinda el servicio de alquiler de camiones grúas, etc., MESERQUA S.A.C. que brinda servicios de supervisión, inspección y consultoría en calidad, SISPROE S.A.C. que brinda los servicios de ejecución de proyectos Eléctricos e Instrumentación así como de Mantenimiento.

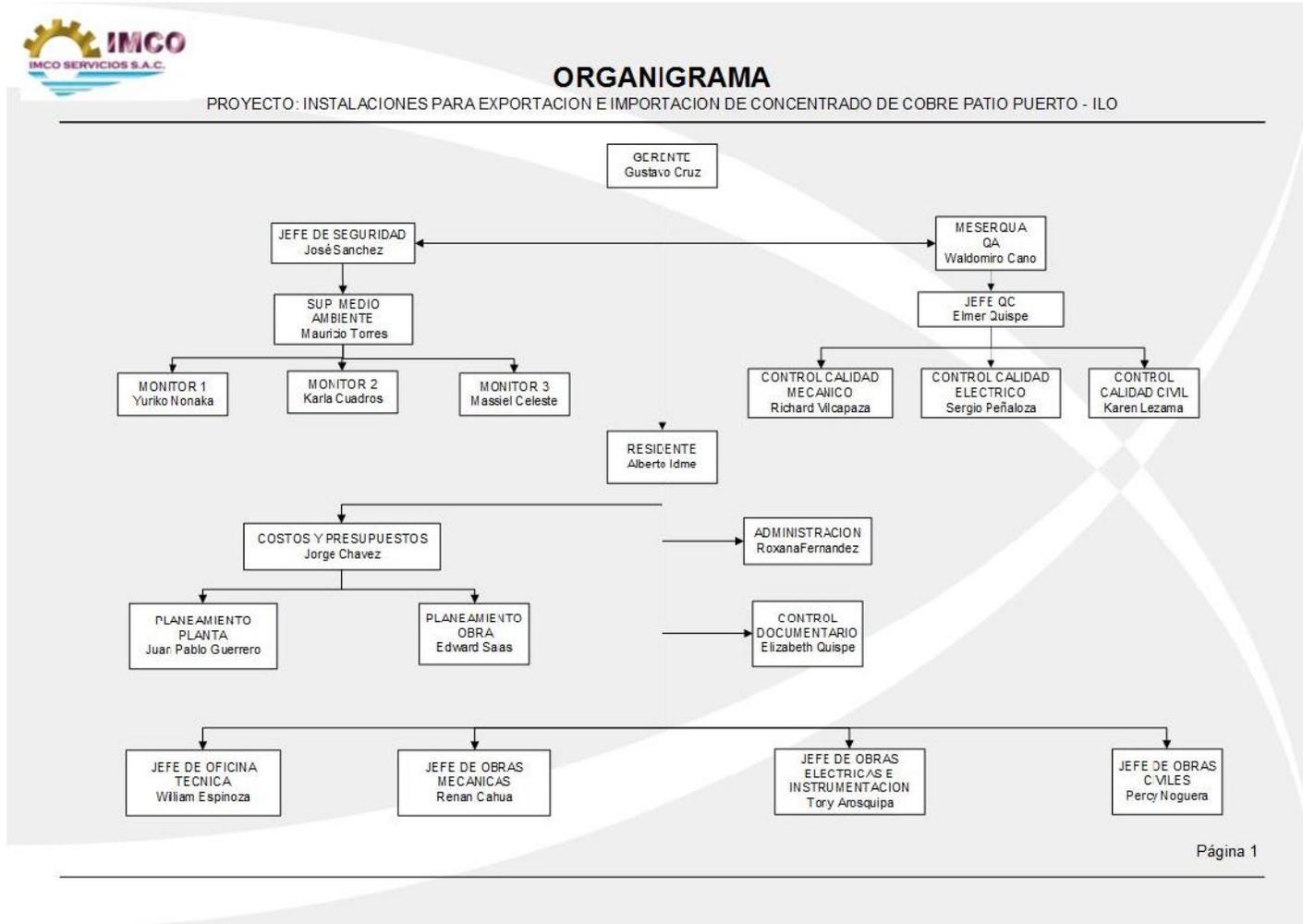
El Grupo Cabanillas tiene planificado ingresar a otros rubros, y próximamente se extenderá al norte del país ofreciendo los servicios y trabajos especializados con los que cuenta la empresa.

Los principales servicios ofrecidos por MESERQUA S.A.C. como empresa de aseguramiento en calidad para IMCO SERVICIOS S.A.C. son:

- CONSULTORIA
- ELABORACIÓN DE PROCEDIMIENTOS DE SOLDADURA (WPS Y PQR) Y CALIFICACIÓN DE SOLDADORES
- SUPERVISIÓN E INSPECCIÓN EN FABRICACIONES Y MONTAJES MECÁNICOS, ELECTRO MECÁNICOS, CIVILES, ELÉCTRICOS E INSTRUMENTACIÓN DE EQUIPOS Y ESTRUCTURAS
- SERVICIOS DE INSPECCIÓN Y CERTIFICACIÓN EQUIPOS & CALIFICACIÓN Y CERTIFICACIÓN DE OPERADORES.
- PRUEBAS NO DESTRUCTIVAS

- INSPECCIÓN, EVALUACIÓN Y HOMOLOGACIÓN DE APLICADORES DE RECUBRIMIENTO INDUSTRIAL.
  
- REALIZAMOS LOS SIGUIENTES ENSAYOS:
  1. Medición de Película Húmeda
  2. Medición de Película Seca.
  3. Medición de Condiciones Ambientales.
  4. Detección de Discontinuidades Alto Voltaje y Bajo Voltaje (Holiday)
  5. Determinación de contaminantes en abrasivos y sustrato
  6. Determinación de adherencia de sistemas de pinturas
  7. Inspección de equipos de granallado y aplicación de pintura.
  8. Determinación de perfil de anclaje.
  9. Comparación de grados de corrosión.
  10. Inspección y evaluación de obras existentes.

### 3.1.5 ORGANIGRAMA DEL PROYECTO



### 3.1.6 GALERÍA FOTOGRÁFICA

#### FABRICACIONES Y MONTAJE



*Imagen "3": Fabricación Estructural (Celda de Flotación).*



*Imagen "4": Montaje Estructural (Grúa Puente).*

## CAPÍTULO IV

### MARCO TEÓRICO

#### 4.1 FAJAS TRANSPORTADORAS

Los conceptos indicados en este ítem, fueron tomados de una página web.

(Bibliografía Web, 1).

##### 4.1.1 TIPOS DE FAJAS

En lo relativo a los tipos de unidades, las fajas se pueden clasificar según la movilidad y según la forma; para efectos prácticos relacionados al proyecto se mencionara según la movilidad del conjunto en tres grandes grupos:

##### 4.1.1.1 FAJAS FIJAS Ó ESTACIONARIAS

Este el grupo más popular y de uso más generalizado dentro de las explotaciones e incluso en las plantas de tratamiento, parques de homogeneización, etc.

Este tipo de faja es la usada en este Proyecto, la cual son denominadas 3211-BC-001 (Horizontal) y 3211-BC-002 (Inclinada 15°), se mencionara sus partes más importantes en el punto 4.1.4.

#### 4.1.1.2 FAJAS RIPABLES Ó SEMIMÓVILES

Son aquellas que permiten desplazamientos frecuentes mediante equipos auxiliares, de forma que desde cada posición se explota un bloque o módulo de estéril o mineral.

Se emplean mucho en minas de lignito pardo y cada vez con mayor frecuencia en explotaciones donde se implanta el sistema de trituración interior y transporte de cintas.

Estas cintas se mencionaran con más detalle en el Área de Embarque y Desembarque del Proyecto; cabe resaltar que la mayoría de los componentes y todos los métodos de cálculo y dimensionamiento son comunes con las cintas convencionales.

#### 4.1.1.3 FAJAS MÓVILES

Estas cintas disponen de una estructura metálica semirígida de módulos con distintas longitudes, generalmente de unos 25 m., que van montadas sobre transportadores de orugas que aportan al sistema una gran movilidad. El accionamiento del mecanismo de traslación se efectúa desde la cabina de control situada en uno de los extremos y la alineación es comúnmente automática con errores menores a 1 cm en 10m.

Estos equipos tienen la ventaja de eliminar los tiempos muertos de los ripados y constituyen un sistema idóneo para el trabajo combinado con unidades con carga continua.

#### 4.1.2 ELEMENTOS DE UNA FAJA

La configuración básica de una cinta transportadora puede representarse esquemáticamente según gráfica “1”.

Los elementos constitutivos principales son:

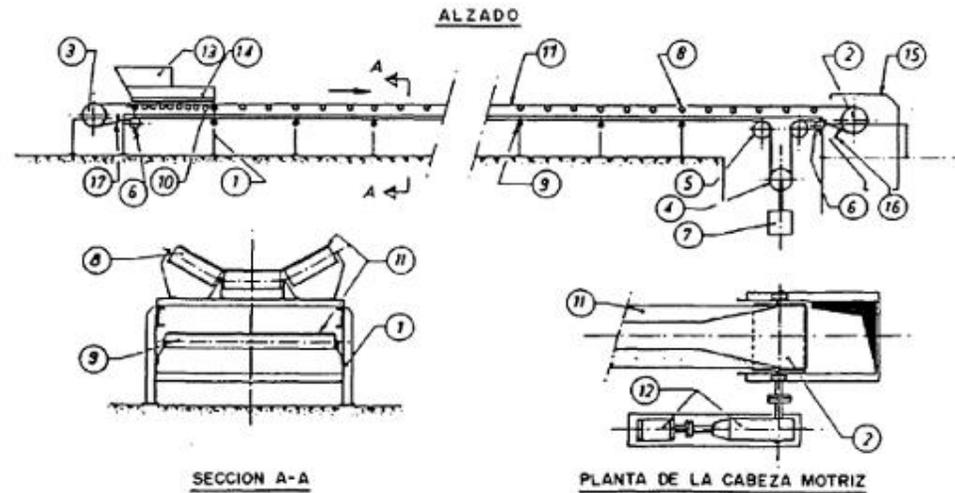
- Bastidores (1): Llevan las estaciones de rodillos superiores e inferiores que soportan la banda. En función del tipo y tamaño de la cinta esta estructura puede ser rígida o flexible.
- Las estaciones de cabeza y cola, que disponen de los tambores motrices (2), tambores de reenvío (3), tambores de tensado (4) y (5) y tambores guía (6).
- El dispositivo de tensado de la banda (7).
- Los rodillos del ramal superior (8), del ramal inferior (9) y amortiguadores o de impacto (10), que se disponen en la zona de carga.
- La banda (11), con forma de artesa en el ramal superior, para el transporte del producto.
- El grupo motriz (12).

El material a transportar se carga a través de tolvas (13) seguidas de unas guiaderas (14) para el centrado de la carga. El producto se descarga por el tambor delantero, en caída libre si se trata de un apilador o disponiendo de un estrelladero (15) si se descarga sobre otra cinta.

Además se utilizan sistemas de limpieza en el tambor de cabeza (16) y en la zona de cola (17).

El número y configuración de los grupos motrices debe estudiarse en cada caso particular.

Las cintas permiten, dentro de ciertos límites, curvas en plano vertical, cóncavas y convexas. Asimismo, aunque por el momento se encuentra en fase de desarrollo es posible que su trazado incluya curvas en plano horizontal.

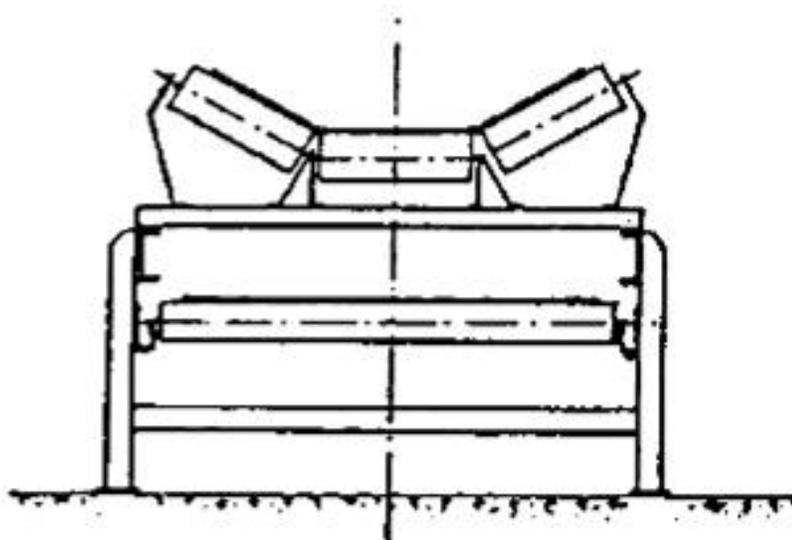


**Gráfica "1": Elementos Constitutivos de una Cinta Transportadora**

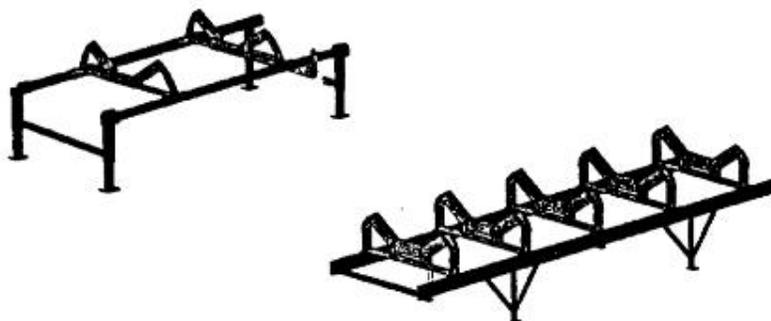
#### 4.1.2.1 BASTIDORES

Los bastidores son estructuras metálicas que constituyen el soporte de la banda transportadora y demás elementos de la instalación entre el punto de alimentación y el de descarga del material. Se componen de los rodillos, ramal superior e inferior, y de la propia estructura soporte. Gráfica "2".

En la gráfica "3" pueden verse diferentes configuraciones de bastidores para cintas transportadoras.



**Gráfica "2": Componentes de un Bastidor.**

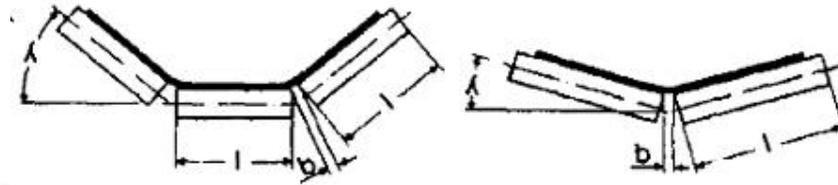


**Gráfica "3": Diferentes Tipos de Bastidores de Cintas Estacionarias.**

#### 4.1.2.1.1 Estaciones Superiores

La estación superior de rodillos tiene por objeto soportar el ramal superior de la banda cargada y en forma de artesa, asegurando su desplazamiento en una trayectoria prefijada.

Los tipos de artesa, gráfica “4”, y sus campos de aplicación pueden verse en la Tabla No. 1.



**Gráfica “4”: Tipos Diferentes de Artesa.**

TABLA No. “1”

**TIPOS DE ARTESA Y CAMPOS DE APLICACIÓN**

TIPO DE ARTESA	APLICACIONES
En “V”	Cintas de hasta 800 mm. Ángulos de 30°
En 3 Secciones	Sistema más utilizado Los ángulos estándar son: 20° - 30° - 40° - 45°
En 5 Secciones	Se emplea con suspensión de guirnalda en la zona de carga. El ángulo depende de la distribución de carga, rigidez y tensión de la banda: 25° - 55° ó 30° - 60°

**4.1.2.1.2 Estaciones Inferiores**

Las estaciones inferiores de rodillos tienen como misión soportar el retorno de la banda en vacío, asegurando el desplazamiento según la trayectoria del trazado. Estas estaciones están formadas por uno o dos rodillos.

El espaciamiento de las estaciones de retorno es de 2.7 a 3 m.

Cuando se manipulan materiales arcillosos se utilizan rodillos con discos de goma que aseguran una mayor limpieza de la banda e impiden que se recrezcan en diámetro, evitando los problemas derivados de ello.

#### **4.1.2.1.3 Rodillos**

En las cintas de gran longitud son una parte muy importante de la instalación, debido al gran número de unidades que se precisan y, por lo tanto, al coste de las mismas, siendo objeto de control durante la construcción y, posteriormente, durante el funcionamiento, en lo relativo a:

- Dimensiones y tolerancias
- Desequilibrios
- Esfuerzos de arriostamiento
- Estanqueidad al polvo y al agua
- Robustez o capacidad de carga

La separación entre rodillos se establece en función de la anchura de la banda y de la densidad del material transportado, Tabla No. "2".

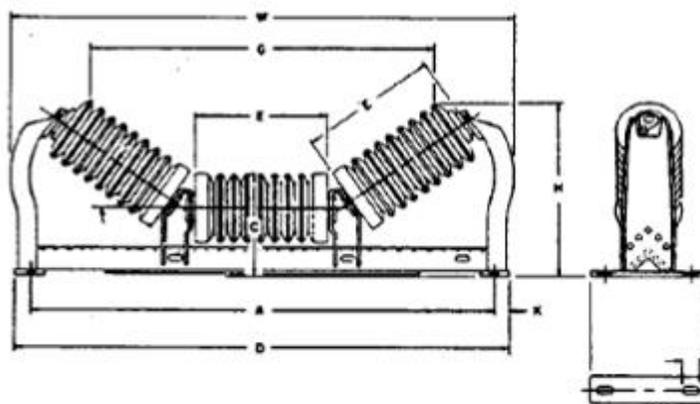
TABLA No. "2"

**SEPARACIÓN ENTRE RODILLOS EN FUNCIÓN DEL ANCHO  
DE BANDA Y DENSIDAD DEL MATERIAL TRANSPORTADO**

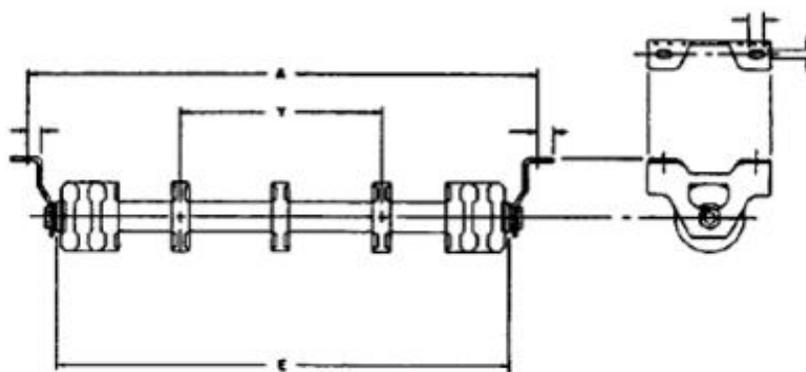
ANCHURA DE BANDA	DENSIDAD DEL MATERIAL		
	1,2 t/m <sup>3</sup>	1,2 – 2,0 t/m <sup>3</sup>	2,0 – 2,8 t/m <sup>3</sup>
400 – 600 mm	1.680 mm	1.500 mm	1.350 mm
600 – 900 mm	1.500 mm	1.350 mm	1.200 mm
1.200 – 1.500 mm	1.200 mm	900 mm	900 mm

Además de los rodillos convencionales existen algunos con diseños especiales:

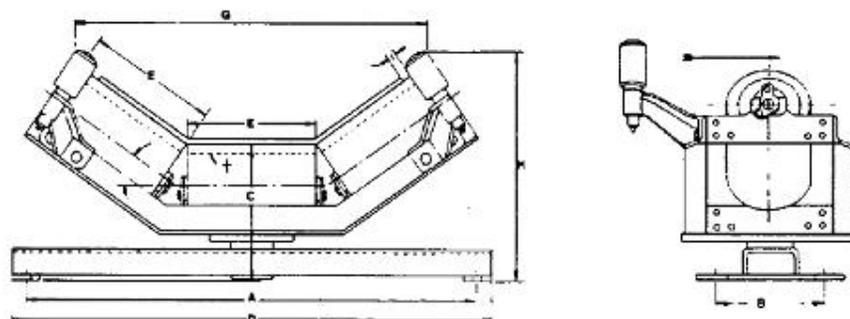
- **Rodillos de impacto**, recubiertos de discos de goma para absorber los golpes provocados por la caída de bloques en las tolvas de recepción, gráfica "6".
- **Rodillos de Retorno con Discos de Goma**, gráfica "7". Se utilizan en las estaciones inferiores.
- **Rodillos de Alineación**, gráfica "8". Sirven para alinear la banda dentro de la propia instalación.



**Gráfica "5": Rodillos de Impacto.**



**Gráfica "6": Rodillos de Retorno.**



**Gráfica "7": Rodillos de Alineación.**

#### 4.1.2.1.4 Soportes de los Rodillos

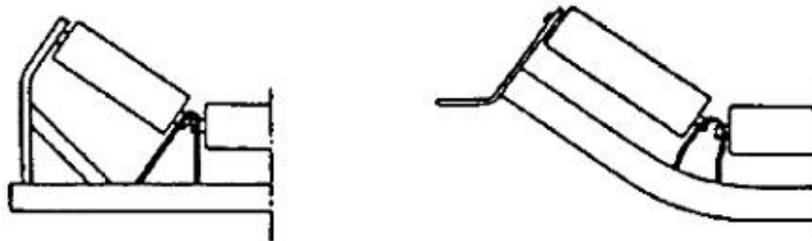
Estos dispositivos pueden ser rígidos o flexibles, estos últimos también llamados en guirnalda.

##### a. Soportes Rígidos

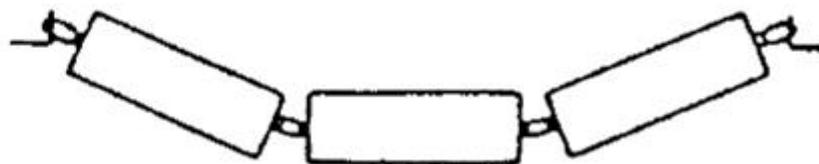
Son autoportantes y de una gran rigidez. Su fijación en la estructura permite regular la perpendicularidad de las estaciones con respecto a la banda. Gráfica "8".

##### b. Soportes Flexibles

Los rodillos se unen unos a otros formando unas guirnaldas. Gráfica "9".



**Gráfica "8": Soportes de Rodillos Rígidos.**

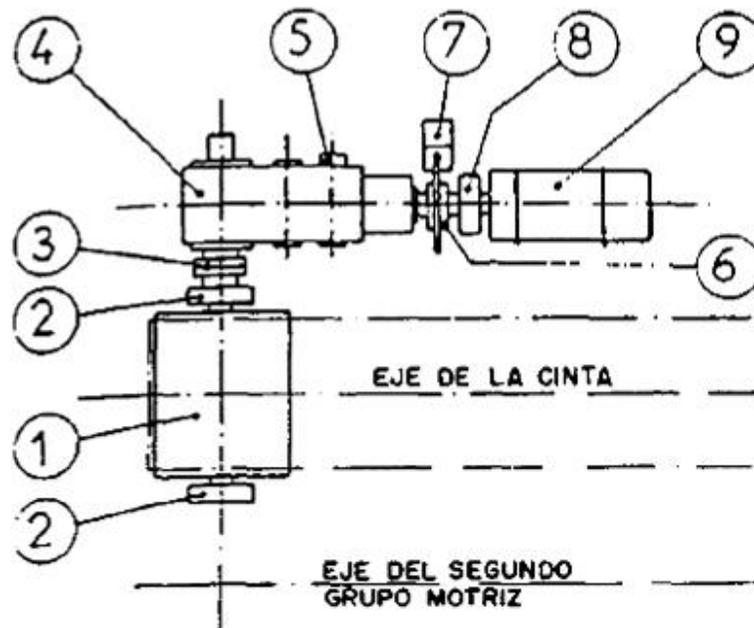


**Gráfica "9": Soportes de Rodillos Flexibles.**

#### 4.1.2.2 CABEZAS MOTRICES

Los elementos constitutivos de una cabeza motriz son los representados en la gráfica "10".

1. Tambor de Accionamiento con su Eje.
2. Cojinetes.
3. Acoplamiento de Baja Velocidad.
4. Reductor.
5. Mecanismo Antirretorno.
6. Acoplamiento de Alta Velocidad.
7. Freno.
8. Acoplamiento Hidráulico.
9. Motor Eléctrico.



**Gráfica "10": Componentes de una Cabeza Motriz.**

#### 4.1.2.2.1 Tambores

El diámetro mínimo admisible del tambor está relacionado con la necesidad de obtener una vida útil de la banda adecuada, así como de sus propias uniones. La consideración básica a tener en cuenta es que la vida en servicio de las uniones debe intentarse que sea igual a la de la propia banda.

En el caso de las cintas sometidas a fuertes desgastes con uniones mecánicas rápidas, pueden usarse tambores de accionamiento más pequeños.

Existen tres tipos de tambores, gráfica "11":

- **Tambores tipo A:** Tambores motrices en la zona de alta tensión de la banda, con ángulo abrazado mayor de  $30^\circ$  (tambores motrices).
- **Tambores tipo B:** Tambores en zona de baja tensión con ángulo abrazado mayor de  $30^\circ$  (tambores de cola).
- **Tambores tipo C:** Tambores con ángulo abrazado menor de  $30^\circ$  (tambores de guiado o desvío).



**Gráfica "12": Tipos de Tambores.**

El diámetro de los tambores depende esencialmente del espesor de los elementos resistentes de la banda a utilizar. En los tambores es donde se va a someter a la banda a las mayores tensiones.

#### 4.1.2.2.2 Reductores

Se emplean dos tipos de reductores en las cintas de gran potencia:

- **Reductores Suspendidos:** Son de montaje flotante con eje de salida y acoplamientos de distintos tipos con el tambor de accionamiento.

Esta disposición presenta la ventaja de precisar un espacio reducido, suprimiendo la alineación entre tambor y reductor. El inconveniente que plantea es el de tener que desmontar el conjunto cuando se tiene que sustituir el tambor.

Este tipo de reductores se instalan habitualmente en las cintas ripables y de interior.

- **Reductores Clásicos:** Estos reductores son los utilizados en las grandes instalaciones. La variante en reducción planetaria presenta la ventaja de un espacio más reducido.

Esta disposición con acoplamiento de dientes mecanizados permite, mediante el desacoplamiento, la intervención rápida sobre un grupo y la marcha a bajo régimen del otro grupo, en el caso de un tambor motriz con grupos dobles de accionamiento.

#### 4.1.2.2.3 Acoplamientos

Entre el motor eléctrico (normalmente de rotor en cortocircuito) y el reductor se dispone de un acoplamiento hidráulico que sirve para amortiguar las vibraciones y sobrecargas, y asegurar un arranque progresivo.

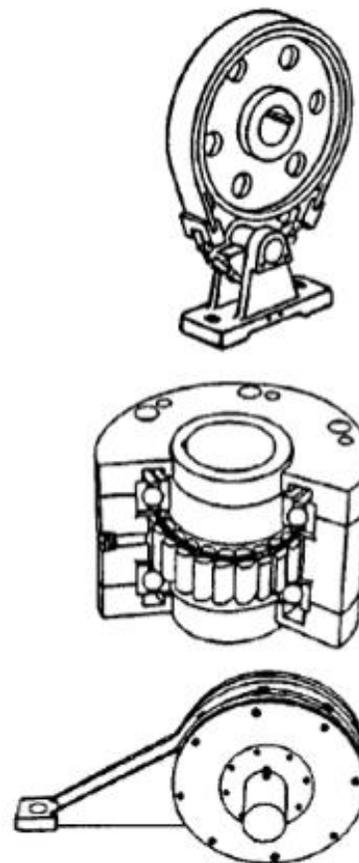
#### 4.1.2.2.4 Frenos y Mecanismos Antirretorno

Los frenos más utilizados son los de disco, situados en el eje del reductor. En algunos casos, generalmente en cintas descendentes, se montan en el eje del tambor.

Las fases de frenado se modulan con la carga y deceleración del transportador.

En las cintas en pendiente, además del freno, se dispone de un sistema antirretorno en el reductor.

En las grandes cintas horizontales el frenado en la cabeza puede ser insuficiente, por lo que una solución adoptada consiste en colocar un freno de disco sobre el tambor de retorno. Gráfica "12".



**Gráfica "12": Dispositivos Antirretorno y Frenado.**

#### 4.1.2.2.5 Dispositivos de Tensado

Los dispositivos de tensado sirven para conseguir los siguientes objetivos:

- Mantener la tensión adecuada en el ramal de retorno durante un arranque y, cuando se producen variaciones de carga, para asegurar un funcionamiento correcto de la banda.
- Acomodar las variaciones de la longitud de la banda debido a las dilataciones de la misma.
- Proporcionar un almacenamiento de banda, que pueda utilizarse cuando se varía su longitud debido a un daño o a la necesidad de efectuar un empalme.
- Proporcionar un grado de tolerancia en la longitud de la banda instalada.

Se utilizan generalmente dos sistemas: el de tensado automático y el de tensado fijo.

##### a. Tensado Automático

El sistema de tensión automática actúa proporcionando esfuerzos de tensión en función

de la situación de la banda, de forma que el tambor de tensado se desplaza siguiendo los alargamientos elásticos y permanentes de la banda.

Normalmente, se emplea un sistema por contrapeso que permite responder instantáneamente a las fluctuaciones de tensión.

El tensado automático por cabrestante eléctrico se utiliza con un ajuste entre dos niveles de tensión y, a veces, con un nivel de tensión para el arranque. Los valores de medida se controlan mediante un dinamómetro.

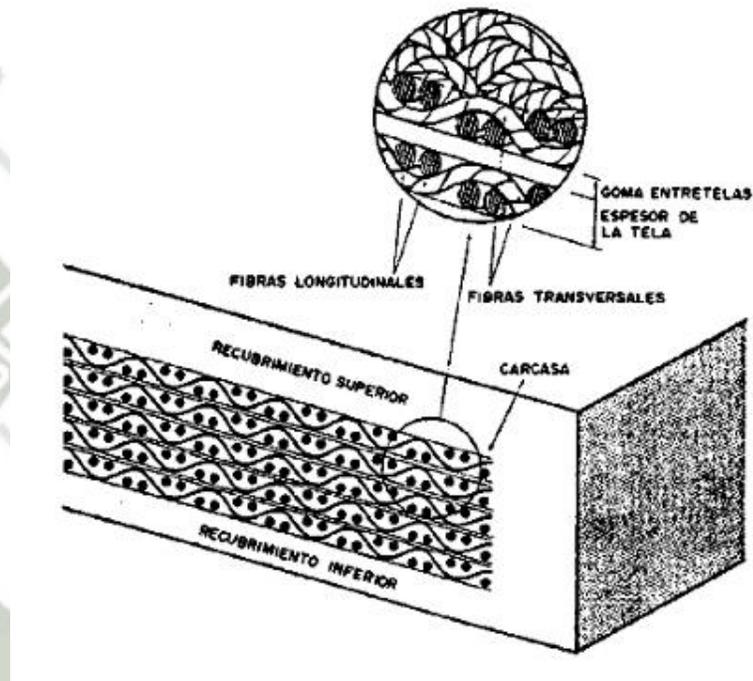
#### **b. Tensado Fijo**

Con la cinta en marcha, el tambor de tensado se bloquea y no responde a los alargamientos de la banda. Se dispone de un reglaje de esta tensión a intervalos regulares.

La tensión se consigue mediante el accionamiento de un cabrestante eléctrico y un sistema de medida que controla el valor mínimo de la tensión.

#### 4.1.2.3 BANDAS

Una banda está formada, básicamente, por los siguientes elementos: la carcasa y la goma de recubrimiento, gráfica “13”.



**Gráfica “13”:** Detalle de Construcción de una Banda.

##### 4.1.2.3.1 Carcasa

Los materiales que sirven para construir la armadura o carcasa deben responder a las siguientes exigencias:

- Alta resistencia con espesores de carcasa reducidos.

- Resistencia a los agentes exteriores: humedad, temperatura, productos químicos.
- Estabilidad dimensional compatible con las grandes longitudes que se requieren.

Los materiales de armadura para la ejecución de la carcasa son los que se describen a continuación:

**a. Poliamida**

El alargamiento de esta fibra es muy importante, lo que supone un impedimento para su utilización como armadura longitudinal. Por el contrario, la resistencia a los choques y al desgarre longitudinal hacen que sea utilizada como armadura transversal.

**b. Poliéster**

Esta fibra constituye el material textil más utilizado en la fabricación de bandas.

Las cualidades principales son:

- Tenacidad elevada
- Alargamiento moderado
- Buena estabilidad dimensional
- Insensible a la humedad

- Buena resistencia a los agentes exteriores, tanto mecánica como físico-química.

Las limitaciones de las bandas textiles son:

- Las resistencias a la rotura son menores que las de las bandas de cables de acero.
- Los alargamientos son muy superiores, por lo que pueden aparecer problemas durante el tensado de la banda.

### **c. Cables de Acero**

Se puede decir que el desarrollo de las grandes cintas transportadoras ha estado ligado a la utilización de los cables de acero en la constitución de la carcasa.

Las ventajas de su utilización son:

- Resistencias muy elevadas, hasta de 10.000 N/mm.
- Pequeñas diferencias en el alargamiento durante los diferentes regímenes de marcha.

- Estabilidad dimensional elevada.

Las dos últimas propiedades permiten mantener las tensiones adecuadas en las cintas de gran longitud.

Otras cualidades de las bandas metálicas son:

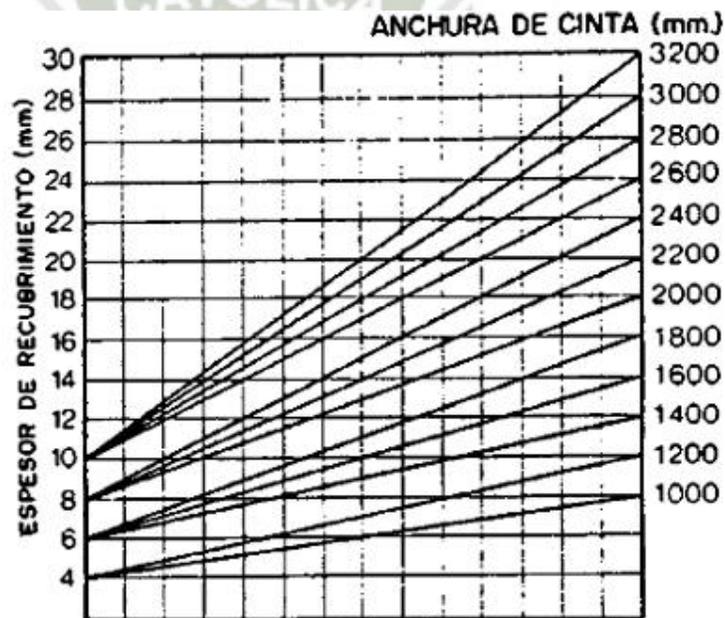
- Buena adherencia entre la goma y el acero, protegiendo este último contra la oxidación y mejorando su resistencia a la fatiga.
- Insensibilidad a las variaciones térmicas.
- Buena resistencia a los choques producidos en los puntos de carga.
- Cuando se dispone de una armadura de cables en disposición transversal se reduce de manera significativa el riesgo de penetración de cuerpos extraños, así como el rasgado longitudinal.

#### **4.1.2.3.2 Recubrimientos**

Los recubrimientos de goma sirven para unir los elementos constitutivos de la carcasa y constan de dos partes, la superior y la inferior.

La goma está formada por butadieno, estireno y coque de petróleo. El producto que se consigue tiene una alta resistencia al desgaste.

El espesor del recubrimiento de la carcasa es función del tipo de aplicación de la banda y de la anchura de esta. Gráfica "14".



**Gráfica "14": Recubrimientos de goma en las Bandas de Cables de Acero.**

#### 4.1.2.3.3 Uniones

Las bandas se terminan de confeccionar en el punto de utilización mediante la unión de tramos longitudes estándar. Igualmente, cuando se produce la rotura de una sección es necesario reponer esta.

Los procedimientos de unión de las bandas más empleados son: el vulcanizado y la unión mecánica rápida.

##### a. Vulcanizado

Las ventajas que presenta este sistema son:

- Aporta una resistencia elevada.
- La vida del empalme, si se realiza en buenas condiciones, es similar a la de la banda.
- La limpieza de la banda no constituye ningún problema.

Los principales inconvenientes son:

- Mayor duración en la ejecución del empalme.
- Mayor coste

- Mayores necesidades en el sistema de tensado de la banda.

En las bandas de alma de acero, las longitudes de solape para efectuar las uniones mediante vulcanizado se calculan con los valores de la tabla No. "3".



**TABLA No. "3"**

**LONGITUD DE SOLAPE PARA UNIONES MEDIANTE  
VULCANIZADO EN BANDAS DE ALMA DE ACERO**

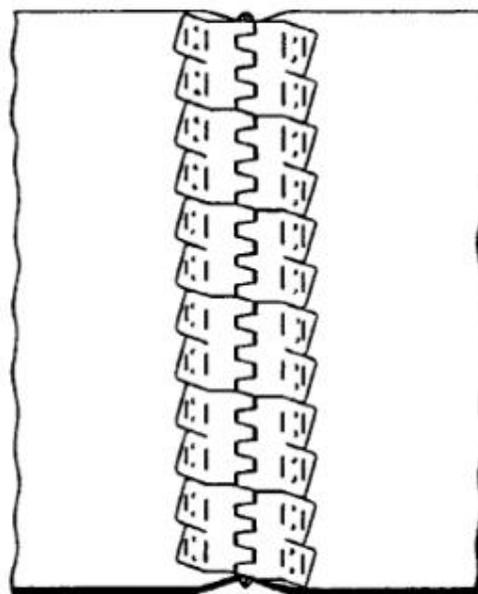
TIPO	LONGITUD DE SOLAPE (mm)	
	St 500	550
St 630	550	
St 800	650	+ 0,3 . B
St 1000	700	
St 1120	750	
St 1250	1.100	
St 1400	1.100	
St 1600	900	+ 0,3 . B
St 1800	1.200	
St 2000	1.200	
St 2250	1.200	
St 2500	1.500	+ 0,3 . B
St 2800	1.700	
St 3150	1.800	+ 0,3 . B
St 3500	2.550	
St 4000	2.700	+ 0,3 . B
St 4500	Determinada según las condiciones específicas.	
St 5000		
St 5600		
St 6300		
St 7100		

***B\** = Anchura de Banda (mm).**

## b. Unión Mecánica Rápida

Se llevan a cabo con diferentes sistemas, por ejemplo las grapas, en aquellas bandas no sometidas a elevados esfuerzos de tracción.

Gráfica "15".



**Gráfica "15": Unión Mecánica Rápida en Bandas.**

Las ventajas más significativas son:

- Rapidez de ejecución.
- Menor coste.
- Menos problemas con el tensado.

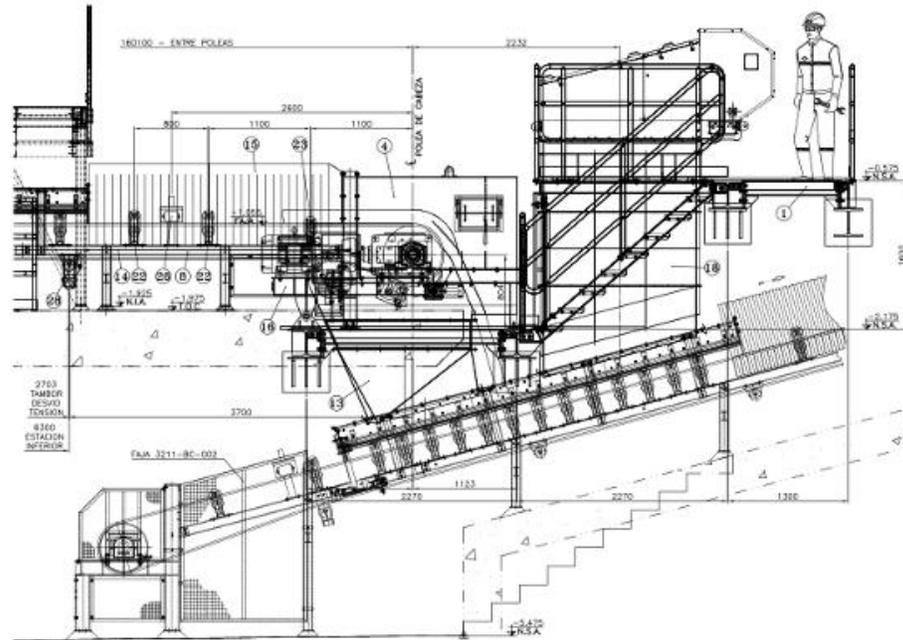
Por el contrario, los inconvenientes que plantean son:

- Menor resistencia.
- Posibles problemas de deterioro de la carcasa por efecto de la humedad.
- Superficie rugosa, con lo que se presentan problemas de limpieza de la banda.
- Posibilidad de producir problemas en el transporte de material fino y con materiales calientes.

#### 4.1.2.4 EQUIPOS ELÉCTRICOS

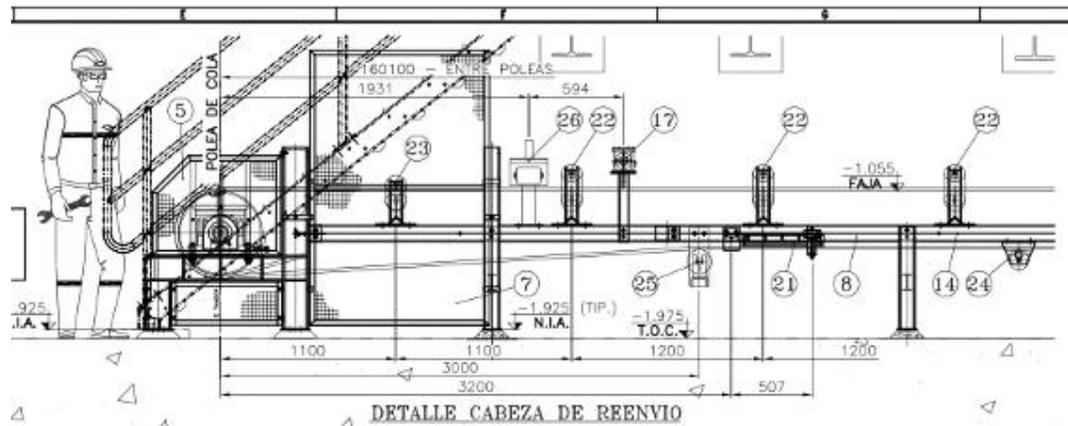
Los equipos eléctricos utilizados en las cintas se pueden clasificar en:

- Equipos motrices y/o de potencia, que aseguran el movimiento y las acciones secundarias necesarias.
- Equipos de automatismo y de vigilancia, equipos de comunicación, y
- Equipos de servicios: alumbrado, polipastos, etc.



**Gráfica "16": Punto de Descarga (Cabeza) de Faja Transportadora  
3211-BC-001 y Punto de Carga (Cola) de Faja Transportadora  
3211-BC-002.**





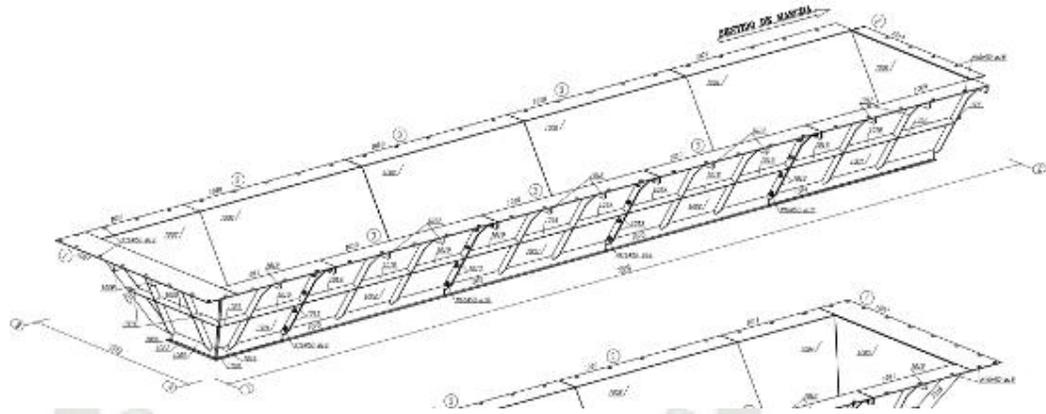
**Gráfica "18": Tambor de Reenvío (Cola) de Faja Transportadora  
3211-BC-001**

## 4.2 PUNTOS DE TRANSFERENCIA

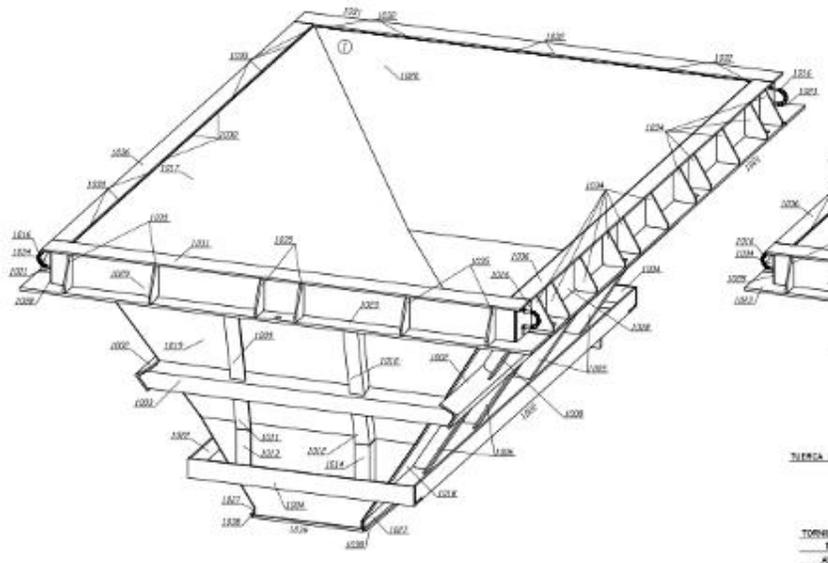
### 4.2.1 CHUTES DE CARGA Y DESCARGA

Como se aprecia en los planos de Ingeniería de Detalle del Vendor Grupo NAVEC, estos muestran los Chutes de Carga y Descarga utilizados en distintos puntos del Área 1 (Belt Feeders 3211-BF-001@004), chutes de descarga de los Belt Feeders 3211-BF-005/006 y los chutes de descarga de los Belt Conveyor 3211-BC-001@002. Cabe resaltar que el material utilizado para la construcción estructural es ASTM A-36, así también el diseñador consideró utilizar un material antidesgaste (UHMW – Polietileno de Ultra Alto Peso Molecular) en interior de cada Chute.

Se puede visualizar ampliamente las imágenes mostradas en todos los puntos del ítem 4.2 en los planos ubicados en el Anexo "B".



**Gráfica "19": Chute Descarga de Belt Feeder 3211-BF-001@004 a  
Belt Conveyor 3211-BC-001**



**Gráfica "20": Chute de Carga 3211-FH-001@004 a Belt Feeder  
3211-BF-001@004**

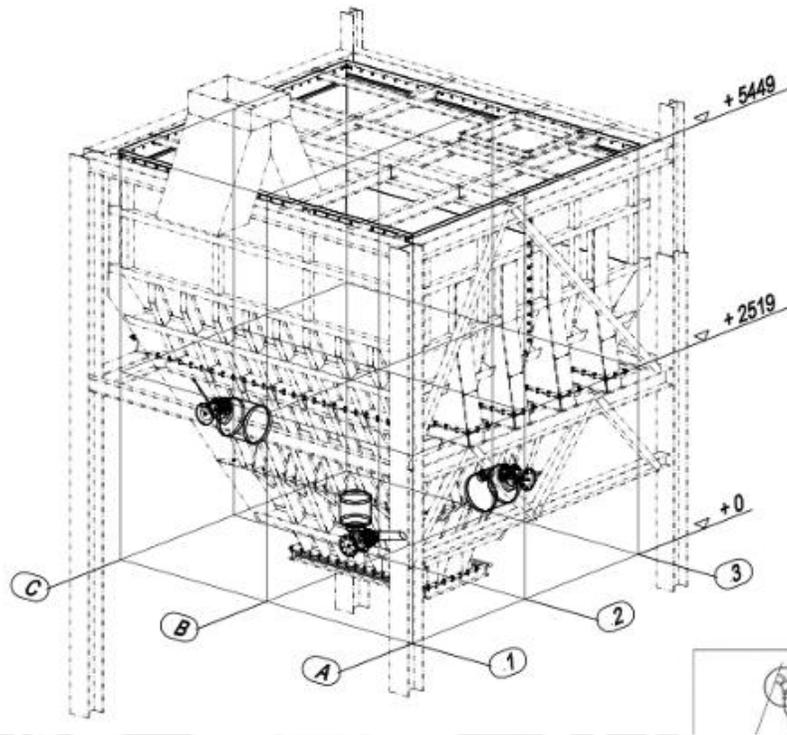
#### 4.2.2 TOLVAS DE ALMACENAMIENTO (CEMA 6ta Edición, 2007)

Extracto tomado de Estándar CEMA 6ta Edición (Ver Anexo “S”):

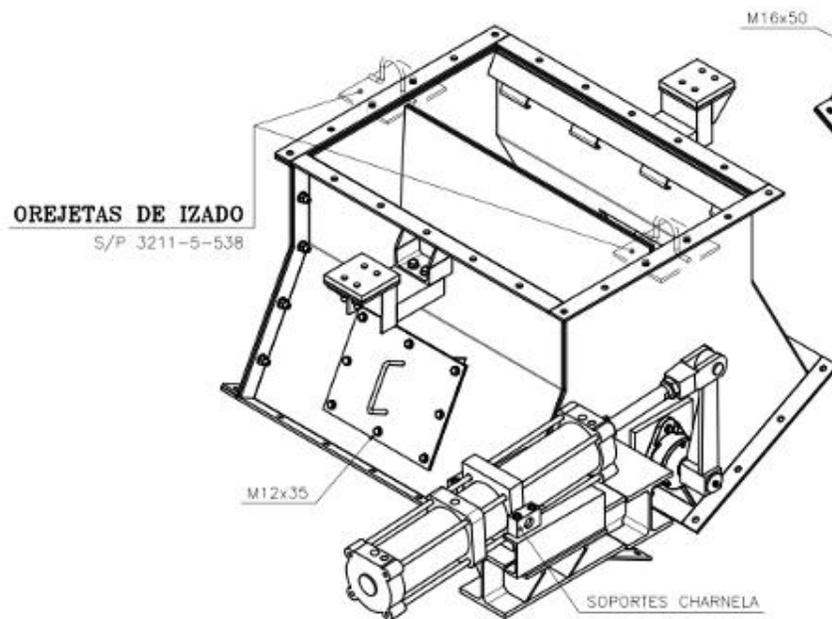
*“Chutes de Descenso en Tolva*

*Canal de chutes rectos, inclinados e invertidos inician en el punto de descarga de la faja transportadora hacia la tolva, y se encuentran asegurados en el lado inclinado de la tolva cerca al fondo de la misma. La inclinación del chute con respecto a la horizontal deberá ser entre 10 y 15 grados más grande que el ángulo de reposo del material. El material se deslizará suavemente en estos chutes, sin generar polvo, hasta que se encuentre con el lado de la tolva o con el material acumulado. Es ahí donde el material saldrá del chute y se expandirá de manera cónica. Cuando estén debidamente dispuestos, estos chutes de descenso en tolva eliminarán el polvo y llenarán la tolva a su capacidad operacional.”*

Estas dos Tolvas de Almacenamiento denominadas 3211-RH-001 y 3211-RH-002 se encuentran ubicadas en la Torre de Transferencia, el ingreso de material es mediante un Chute Pantalón (3211-PH-001) ubicado en la parte superior de las dos Tolvas, el cual nos permite controlar en que Tolva de Almacenamiento deseamos descargar el concentrado de cobre.



**Gráfica "21": Tolva de Almacenamiento 3211-RH-001**



**Gráfica "22": Chute Pantalón 3211-PH-001**

Al igual que los chutes de carga y descarga mencionados en el ítem anterior, los materiales de construcción utilizados son ASTM A-36 y un material antidesgaste (Polietileno de Ultra Alto Peso Molecular (UHMW)).

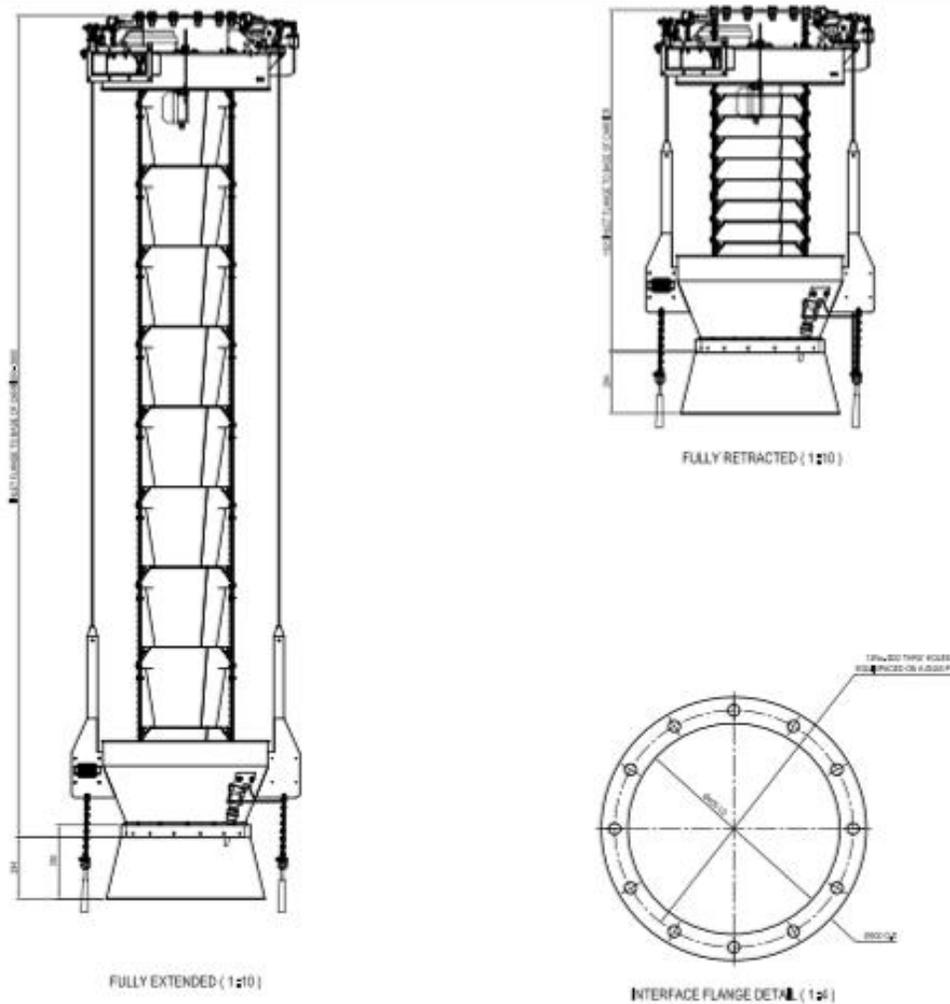
#### 4.2.3 MANGAS RETRÁCTILES (CEMA 6ta Edición, 2007)

Extracto tomado del Estándar CEMA 6ta Edición (Ver Anexo “S”):

*“Chutes Telescópicos*

*El chute telescópico de descarga se utiliza para minimizar el polvo cuando se descarga a una pila de material. Las secciones telescópicas están usualmente conectadas por cable de tal manera que un cabrestante logrará elevar las secciones para mantener la parte inferior apenas por encima de la parte superior de la pila de material. El carbón es usualmente colocado en pilas de material mediante chutes telescópicos.”*

Las Mangas Retráctiles 3211-MR-001/002 al igual que las Tolvas de Almacenamiento son solo 2 Und. y están dispuestas de tal manera que trabajan con cada Tolva. Representan el último equipo correspondiente al Área 1, posterior a este punto el material es transportado mediante volquetes hacia la zona del muelle para su posterior exportación.



**Gráfica "23": Manga Retractable 3211-MR-001/002**

#### 4.2.4 BELT FEEDERS (CEMA 6ta Edición, 2007)

Extracto tomado del Estándar CEMA 6ta Edición (Ver Anexo "S"):

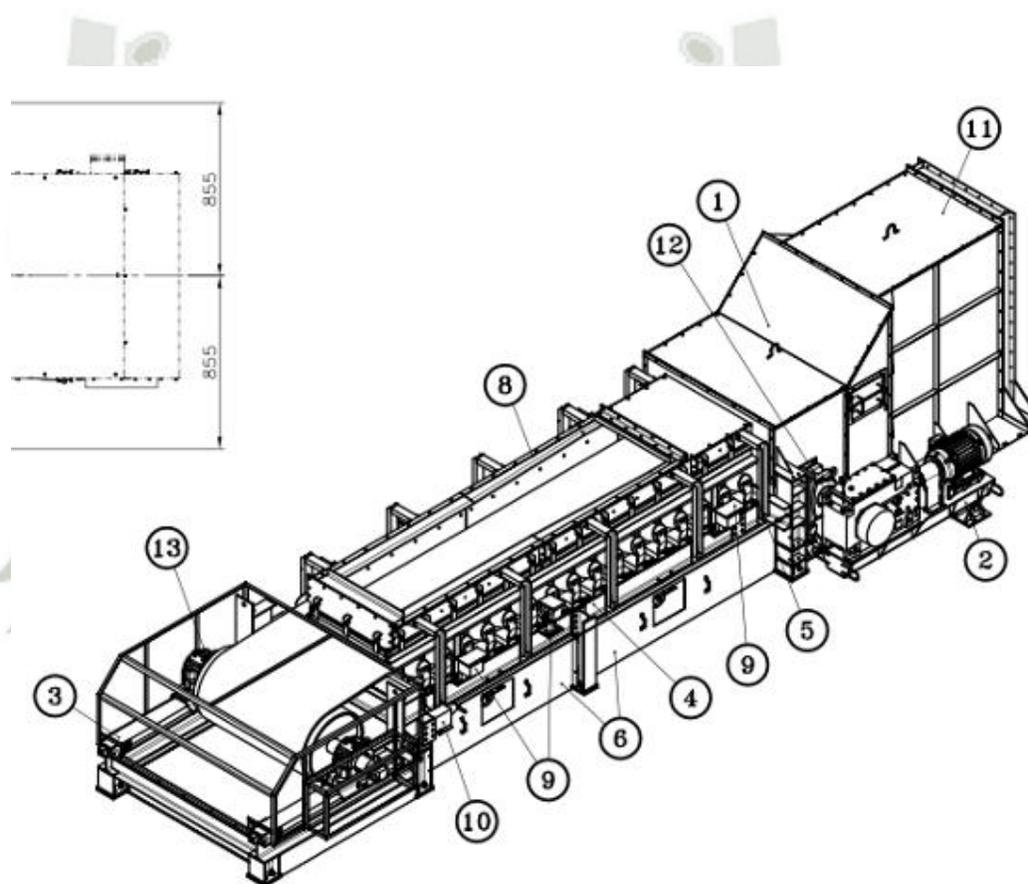
*"Una faja alimentadora es una alimentadora volumétrica que utiliza una faja transportadora para retirar una sección de área transversal designada de material en grueso a una velocidad específica desde una pila de material en grueso que se encuentra almacenado."*

### *Rango de Aplicación*

*Una faja alimentadora es usualmente una faja transportadora de corta longitud, instalada debajo de un depósito de almacenamiento. Generalmente, la faja tiene un borde plano acanalado o un perfil de captura y esta generalmente soportada en polines con poca distancia entre sí ó en una plancha de cara lisa. Las fajas alimentadoras son utilizadas frecuentemente para el transporte de materiales finos, de flujo libre, abrasivo y quebradizo. Las fajas alimentadoras son relativamente tolerantes al metal atrapado. Las fajas alimentadoras son usualmente una solución de buen costo-beneficio, fácilmente adaptables al control automático de volumen de flujo al variar la velocidad de la faja. Una alimentadora deberá ser considerada una transportadora dedicada a la extracción de material desde un almacén y la práctica de combinar el diseño de la alimentadora con el punto de carga de una faja transportadora deberá realizarse con gran precaución. Fajas alimentadoras diseñadas u operadas de una manera inadecuada pueden ser muy problemáticas y poner especial atención en el diseño, arranque y operación es crítico para una operación satisfactoria y para la vida media de los componentes.”*

Según lo indicado en CEMA, los Belt Feeders son considerados como puntos de transferencia. Por lo general los Belt Feeders son de longitud pequeña.

En el Área 1 se cuenta con seis Belt Feeders 3211-BF-001@006, los primeros cuatro Belt Feeders envían el concentrado a la Faja Transportadora 3211-BC-001 y los dos restantes se encuentran ubicados en la Torre de Transferencia y alimentan a las Mangas Retráctiles 3211-MR-001/002.



**Gráfica "24": Belt Feeder 3211-BF-001**

#### 4.2.5 TRANSPORTADOR DE TORNILLO Y VÁLVULA ROTATIVA (CEMA 6ta Edición, 2007)

Extracto tomado del Estándar CEMA 6ta Edición (Ver Anexo “S”):

*“Alimentador de Tornillo*

*Un alimentador de tornillo puede ser ubicado en el fondo de una tolva de almacenamiento para controlar y regular el flujo de la mayoría de materiales de manera uniforme y continua, excepto aquellos materiales que contienen grande grumos ó que levanten mucho polvo, ó los cuales tienden a compactarse.”*

*“Alimentador de Paletas Rotativas (Alimentador de Bolsillos)*

*Un alimentador de paletas rotativas consiste esencialmente de unas paletas montadas sobre un eje ó compartimientos con un ajuste perfecto en un espacio cerrado. También llamada alimentador de bolsillo, proporciona una alimentación intermitente ó de libre flujo de materiales finos ó de pequeños grumos.”*

Para evitar la polución y pérdida de concentrado en el último punto de transferencia ubicado en las Mangas Retráctiles 3211-MR-001/002, el material es reingresado a la Tolva de Almacenamiento mediante estos equipos (Válvula Rotativa 3211-VR-001/002 y Sinfín 3211-TH-001/002) posterior a la secuencia de limpieza en los Filtros de Mangas; los cuales se encuentran ubicados en la parte superior de las Tolvas de Almacenamiento.

PROYECTO DE  
DISEÑO DE UN  
MOTOR CLIENTE

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA



**Gráfica “25”:** *Transportador de Tornillo 3211-TH-001/002*

#### 4.2.6 CONTROL DE MATERIAL FUGITIVO (CEMA 6ta Edición, 2007)

Extracto tomado del Estándar CEMA 6ta Edición (Ver Anexo “S”):

##### *“Límites Regulatorios y el Medio Ambiente*

*Cada país tiene sus propias organizaciones que protegen la salud y seguridad de los trabajadores. En Estados Unidos, estas son OSHA (Administración de Seguridad y Salud Ocupacional) y NIOSH (Instituto Nacional para la Seguridad y Salud Ocupacional).*

*Muchas centrales energéticas, así como minas están adoptando los límites establecidos por MSHA para minas de carbón. La Administración de Salud y Seguridad en Minería (MSHA) en el 30 CFR, parte 71.100 establece:*

*“Cada operador deberá mantener continuamente la concentración promedio de polvo respirable en la atmósfera de mina durante cada turno en el cual cada minero está expuesto a 2.0 miligramos o menos de polvo respirable por metro cubico de aire”.*

*Por lo tanto, se requiere con frecuencia que los sistemas de fajas y los chutes de transferencia tengan la capacidad de cumplir con el nivel de polvo establecido. Más aun, NIOSH ha hecho recomendaciones a MSHA para limitar las emisiones de polvo aún más, a  $1 \text{ mg/m}^3$ , sin embargo, esto aún no ha sido adoptado como una regulación.*

*Obviamente, la salud y seguridad de los trabajadores es de primordial importancia y por lo tanto, cualquier sistema nuevo de transferencia deberá tener la capacidad de reducir la emisión de polvo lo mayor posible.*

*Algunas otras razones para el control de polvo se detallan líneas abajo:*

*Eficiencia Operativa Reducida: La acumulación de material alrededor de la faja significa que no está siendo llevado donde realmente tiene que ir y por lo tanto tiene que ser reubicado y/o reciclado. El proceso de descontaminación y reclasificación de este material es significativamente costoso. Frecuentemente, el material fugitivo no es reciclable lo que encarece los costos aún más. Adicionalmente, el costo de limpieza del área, transporte y vertido del material es una operación innecesaria y que requiere de mucho tiempo.*

*Incremento de Costos de Mantenimiento de la Faja: La fuga de material de una faja conlleva a una serie de problemas con el sistema de fajas en sí. Estos problemas incrementan el tiempo de parada para mantenimiento y los costos. El primer y más visible costo adicional es el de limpieza. También cuando el material fuga se acumula en partes operativas vitales del sistema tales como: polines, estructuras y dispositivos de control causando problemas serios. Usualmente cuando el derrame es de consideración, puede llegar al punto de que un polín atascado dañe la faja. En resumen, el derrame excesivo puede derivar en desgaste prematuro de faja, polines, y falla de tambores, así como altos costos de limpieza.”*

El control de material fugitivo en cada punto de transferencia es vital para la salud del trabajador que operara dichos equipos como indica el CEMA 6ta Edición. Estos equipos denominados Colectores Compactos (de los pocos que no fue suministrado por el Vendor NAVEC) 3211-DC-004@010 y Filtro de Mangas 3211-FM-001/002 se encuentran ubicados directamente en el proceso de Manejo de Material correspondiente al Área 1.

El control de polvo se puede realizar de muchas formas, a continuación mencionamos la utilizada en esta Área 1 por SPCC la cual extraímos del CEMA 6ta Edición:

### *“Colectores de Polvo*

*Esta es una manera seca de control de emisión de polvo en los puntos de transferencia. Básicamente consiste en aire que lleva el polvo desde la zona de carga a través de cierto sistema de filtrado. Existen sistemas pasivos, donde el aire solo pasa por los filtros y sistemas activos, donde el aire es jalado como en una aspiradora para recolectar las partículas de polvo. .... La variable importante es la velocidad de filtrado (fpm). La selección de un sistema colector de polvo necesita considerar los siguientes criterios:*

- Concentración: Cantidad de polvo y tamaño de partícula.*
- Características del Polvo: Abrasivo, higroscópico, combustible, densidad, forma de la partícula de polvo, etc.*
- Características de la Corriente de Aire: Temperatura, humedad, vapor, volumen total de aire, velocidad del aire, etc.*
- Nivel de eficiencia requerida en colección de polvo.*
- Disposición final del polvo recolectado.*

### *Sistemas Activos Colectores de Polvo*

*Sistemas mecánicos de colección de polvo se instalan para jalar aire cargado de polvo desde el punto de transferencia de la faja, separar el polvo y luego expulsar el aire. Un sistema típico de colección de polvo consiste en 4 componentes principales:*

*Tomas de extracción o recibidores, para capturar el polvo en el punto de transferencia.*

*Ductos para transportar la mezcla aire/polvo capturado al colector.*

*Un colector, filtro o un dispositivo de separación para retirar el polvo del aire.*

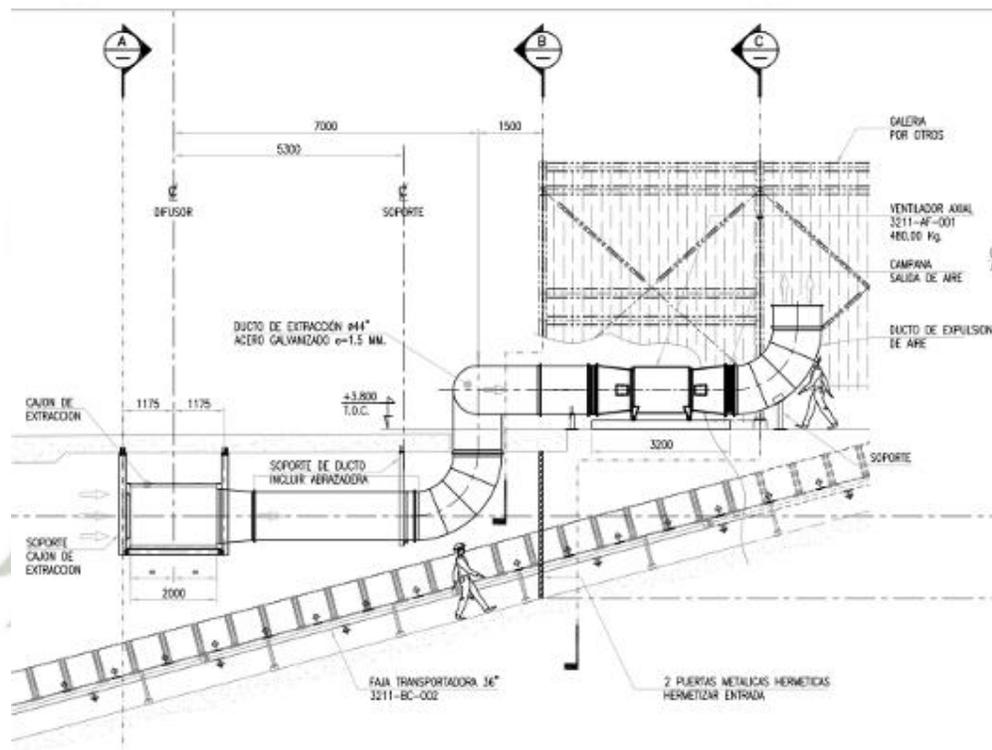
*Ventilador y motor para proveer el volumen de energía de extracción necesaria.*

*Existen diferentes tipos y diseños para colectores de polvo y filtros que se encuentran disponibles pero todos ellos deberán tener ciertas características básicas dentro de su diseño.*

*Todos los equipos de control de polvo y humos deberán ser diseñados no solo para llevar a cabo la separación, sino también deberán incorporar un mecanismo adecuado de colección y disposición de desechos de tal manera que el dispositivo no se sobrecargue. En el caso de un filtro de tela, esto significa la limpieza del filtro y el mecanismo de descarga, y en el caso de una aplicación húmeda deberá existir una disposición automática del barro y un sistema de llenado de agua.”*



Cabe resaltar que el Ventilador Axial 3211-AF-001 (suministrado por otro Vendor) a diferencia de los Colectores Compactos y Filtro de Mangas no puede reingresar el material particulado captado (concentrado) al proceso de manejo de material correspondiente al Área 1.



**Gráfica "28": Ventilador Axial 3211-AF-001**

### 4.3 ÁREAS DEL PROYECTO

#### 4.3.1 ÁREA 2

Área compuesta por el Volteador de Vagones y la Nave Industrial, con esta Área se inicia el proceso de Manejo de Material, los Vagones procedentes de las unidades mineras de Cuajone y

Toquepala cargados de concentrado ingresan por la vía férrea del lado Este de la Nave, donde un nuevo Volteador de Vagones acopiará el concentrado a nivel de piso, para ser acarreado en el nuevo almacén por medio de cargadores frontales CAT 966 o similar.

Cabe resaltar que se cuenta con 2 Colectores Compactos para la secuencia de Volteo de los Vagones (3211-DC-001@002) y 4 Ventiladores Centrifugos 3211-CF-001@004 ubicados en lado Este de la Nave Industrial como medida de control de polución del material.

Los cargadores frontales alimentarán con concentrado a los Belt Feeders 3211-BF-001@004 mediante los Chutes de Carga 3211-FH-001@004 ubicadas a ras de piso a lo largo del eje central del Almacén.



***Imagen "5": Volteador de Vagones (Creación Propia).***



**Imagen “6”:** Exterior Nave Industrial – Lado Este (Creación Propia).

#### 4.3.2 ÁREA 3

Esta Área se encarga de la limpieza de los volquetes que llevan el concentrado hacia la zona del muelle, inicia su ciclo de limpieza con el ingreso de los vehículos provenientes de las descargas de concentrado en los Storemajors (2 Und.).

La limpieza de los vehículos se realiza uno por uno.



**Imagen “7”:** Sala Eléctrica de Lavadero de Unidades (Creación Propia).



**Imagen "8": Tanques Sedimentadores en Lavadero de Unidades (Creación Propia).**

#### **4.3.3 ÁREA 4**

Esta Área genera el Aire Presurizado el cual es usado en las Áreas 1 y 2. Los equipos que usan este suministro son: Filtro de Mangas 3211-FM-001/002, Colectores Compactos 3211-DC-004@010, Chute Pantalón 3211-PH-001, Cañones Neumáticos 3211-CT-001@012, etc.

Cabe resaltar que se cuenta con un Secador Regenerativo para minimizar la humedad en el aire presurizado suministrado, de esta manera proteger los instrumentos involucrados.



**Imagen "9": Sala de Compresoras (Creación Propia).**



**Imagen "10": Tanque Pulmón 3211-ST-001 (Creación Propia).**

#### 4.3.4 **ÁREA 5**

Esta Área corresponde a la Sala Eléctrica Principal, la cual es de concreto y se encuentra ubicada en el lado Este de la Nave Industrial entre los Ventiladores Centrífugos 3211-CF-003 y 3211-CF-004.

La alimentación principal es de 13.8 kV, la cual llega desde el Poste 3211-EP-01 (Interruptor Omni Rupter 3211-BR-01) mediante banco ducto hasta la Sala. Ingres a un Switchgear de Media Tensión 3211-SGMV-01/02, luego al Transformador de Potencia 3211-TR-01 del cual obtenemos los 480 V. necesarios para los Equipos del Proyecto, el cual es suministrado por el SwitchGear de Baja Tensión 3211-SGLV-01 hacia todos los Centro de Control de Motores (CCM) del Proyecto. Ver plano 3211-7-700 ubicado en Anexo "B".

El Tablero de Control 3211-TC-001 correspondiente al Área 1 se encuentra ubicado en esta Sala Eléctrica, así como el Tablero de Comunicación 3211-TCO-001, la fuente de Alimentación Ininterrumpida 3211-UPS-001 y el Tablero de Alimentación 3211-DPJ-001.



***Imagen "11": Exterior Sala Eléctrica Principal (Creación Propia).***



**Imagen "12": Interior Sala Eléctrica Principal (Creación Propia).**

#### 4.3.5 ÁREA 6

El Área 6 corresponde al Sistema Contra Incendio en todas las Áreas del Proyecto, el cual como es de conocimiento es indispensable su Montaje y Puesta en Marcha previo al inicio de las actividades de Importación y Exportación.



**Imagen "13": Caseta FM-200 Exterior Sala Eléctrica Principal (Creación Propia).**



**Imagen "14": Lado Sur – Exterior Nave Industrial (Creación Propia).**

#### **4.3.6 ÁREA DE EMBARQUE Y DESEMBARQUE**

Si bien es cierto no está definido como Área en el Alcance del Proyecto, corresponde a la Fase II del mismo. El trabajo de construcción fue realizado por la empresa contratista AiD Ingenieros S.A.C.

Corresponde a los Equipos denominados Storemajor (ZZ-1137 y ZZ-1138) y Shiploader (ZZ-1136) suministrados por el Vendor Samson.

Mediante estos equipos se realiza la descarga a las bodegas de los buques ubicados en el muelle para el proceso de exportación; para el proceso de importación, el concentrado es descargado del buque mediante cucharas tipo jaiba de 8m<sup>3</sup> directamente a Tolvas Eco-Hopper adosadas a los Storemajor ZZ-1137 y ZZ-1138 para

que a través de una Faja el concentrado sea descargado a los Vagones del Ferrocarril.



**Imagen "15": Storemajor ZZ-1137 (Creación Propia).**



**Imagen "16": Shiploader ZZ-1136 (Creación Propia).**

#### **4.4 VENDORS INVOLUCRADOS EN ÁREA 1**

El Vendor principal del Área 1 es NAVEC, sin embargo SPCC consideró el montaje de otros equipos los cuales están directamente relacionados con el Área 1, a continuación se describen brevemente su aporte:

#### 4.4.1 GNEX

Mediante este Vendor fue suministrado los CCMs (Centro de Control de Motores) 3211-MCC-001/004, el Switchgear de Media Tensión (M.T.) 3211-SGMV-01/02 y Baja Tensión (B.T.) 3211-SGLV-01, el Transformador de Potencia 3211-TR-001, los Transformadores Secos 3211-TR-002 y 3211-TR-003, los Tableros de Distribución, etc.

El personal calificado de este Vendor realizo la configuración de los módulos de Protección y Control de Baja Tensión (MM200) ubicados en el interior de los cubículos que contienen un arrancador.



**Imagen "17": Vendor Gnex (Creación Propia).**

#### 4.4.2 AMERICORP

El vendor Americorp fue el encargado de suministrar los Colectores Compactos 3211-DC-004@008 ubicados en el interior del Tunel y los Colectores Compactos 3211-DC-009/010 ubicado en la parte superior de las Tolvas de Almacenamiento (Torre de Transferencia).

Una vez terminado el montaje de la tubería correspondiente al Área 4 (Aire Presurizado), dicho Vendor llego al Proyecto para realizar la puesta en marcha de dichos equipos.



*Imagen "18": Vendor Americorp (Creación Propia).*

#### 4.4.3 SAEG

El Ventilador Axial 3211-AF-001 fue suministrado por este Vendor, este equipo se encuentra ubicado en el exterior del Soporte de Galerías (rampa ingreso lado norte del Túnel). La importancia de este equipo radica en que ventila y retira aire con concentrado en el túnel.



*Imagen “19”: Vendor Saeg (Creación Propia).*

#### 4.4.4 CONTROLTEK

El Sistema de Control fue suministrado como un paquete, por lo que todos sus componentes tales como controladores, gabinetes, interfaces hombre/máquina (“Human Machine Interface, HMI”), tarjetas de entradas y salidas (“Input/Output, I/O”) y todos los trabajos e insumos necesarios para integrar estos componentes, como alambrado interno, software, licencias, sistema operativo, configuración y pruebas son responsabilidad de este Vendor.

Los tableros de control 3211-TC-001 y 3211-TC-002; así como los Variadores de Velocidad de cada Belt Feeder 3211-BF-001@006 fueron suministrados por este Vendor.

Cabe resaltar que la programación en los Controladores Lógicos Programables PLC (RS Logix 5000), la elaboración de pantallas en los HMI (Factory Talk View) y la integración de todos los PLCs

en la Sala de Control (Intouch) fue realizado por personal Controltek.



*Imagen "20": Vendor Controltek (Creación Propia).*

#### **4.4.5 ELYSE**

Este Vendor suministro la fuente de Alimentación Ininterrumpida 3211-UPS-001 (ubicada en Sala Eléctrica Principal) y 3211-UPS-002 (ubicada en Sala de Tolvas) y los Tableros de Alimentación (3211-DPJ-001 y 3211-DPJ-002) los cuales suministran energía a los instrumentos y tableros de control correspondientes al Área 1.

#### **4.4.6 CRUBHER**

Los equipos del Área 4 correspondiente al suministro de aire presurizado fueron cubiertos en su totalidad por este Vendor (Compresora 3211-AC-001, Secador 3211-RC-001 y Tanque Pulmon 3211-TK-001/002), la empresa IMCO Servicios S.A.C.

realizo la fabricación y el montaje de la tubería de acero al carbono según planos.

#### 4.4.7 WESTFIRE

Este Vendor realizado la Re-Ingeniería, Suministro, Montaje y Puesta en Marcha del Sistema Contra Incendio del Proyecto en todas las Áreas.



*Imagen "21": Vendor Westfire (Creación Propia).*

#### 4.4.8 AKROS

El armado en el interior de los tableros 3211-CCTV-003/004 y el montaje de las cámaras fueron realizadas por esta empresa, en el Área 1 se cuenta con 2 cámaras: la cámara 3211-CA-003 se encuentra ubicada en la transición de la faja transportadora 3211-BC-001 y 3211-BC-002, mientras que la cámara 3211-CA-004 esta en la zona de carga de los vehículos (parte inferior de Torre de Transferencia).



*Imagen "22": Vendor Akros (Creación Propia).*

#### 4.4.9 **EQUIMAG**

Este vendor suministro el Electroimán 3211-EM-001, el cual está montado en la cabeza correspondiente a la Faja Transportadora 3211-BC-002, accesorio importante el cual evita que algún material metálico ingresa al Chute Pantalón y posteriormente a las Tolvas de Almacenamiento.

Este Vendor no llego a ir a Obra.

#### 4.4.10 **CESEL**

Como se aprecia en los planos, el desarrollo de la Ingeniería Básica y detalle mecánica fue desarrollado por el Grupo NAVEC, sin embargo el desarrollo de la ingeniería eléctrica e instrumentación fue desarrollado por CESEL (como se aprecia en los planos).

Este Vendor no llego a ir a Obra.

#### 4.5 MSDS DEL CONCENTRADO DE COBRE

Un MSDS (Ficha de Datos de Seguridad) de cualquier material consta de 16 ítems, para el caso del concentrado de cobre no es la excepción. En este documento se encuentra la información detallada del producto en mención, el cual es muy importante conocer si estamos en contacto con dicho material.

Si bien es cierto que en la etapa Constructiva IMCO Servicios S.A.C. no tendrá contacto directo con el material; en la etapa de Precomisionamiento, Comisionamiento y Puesta en Marcha se tendrá en consideración lo indicado en el ítem G (Manipulación y Almacenamiento) para la selección adecuada de los EPPs (Equipos de Protección Personal) que usaran los trabajadores que esten expuestos y/o en contacto con dicho material.

Ver Anexo “M” para mayor información del MSDS del Concentrado de Cobre.

#### 4.6 NORMAS, ESTÁNDARES Y CÓDIGOS

- ANSI/ISA S5.1 Instrumentation Symbols and Identification.
- ANSI/ISA S5.4 Instrument Loop Diagrams.
- ANSI/NETA ATS-2009 Standard for Acceptance Testing Specifications for Electrical Power Equipment and Systems.
- NEMA Standards Publications VE-2 Cable Tray Installation Guidelines.
- Código Nacional de Electricidad (CNE) – Utilización.
- NFPA 72 National Fire Alarm Code.

- NFPA 101 Life Safety Code.
- ASTM A36 Standard Specification for Carbon Structural Steel.
- CEMA 6th Edition Belt Conveyors for Bulk Materials.
- ANSI/IEC 60529 Degrees of Protection Provided by Enclosures (IP Code)
- NEMA Standards Publication 250 Enclosures for Electrical Equipment (1000 Volts Maximum.
- NORMA Internacional ISO 9001 Sistemas de Gestión de Calidad – Requisitos.
- NORMA Internacional ISO 9000 Sistemas de Gestión de Calidad – Fundamentos y Vocabulario.
- ANSI/NEMA WC 57/ICEA S-73-532 American National Standard for Control, Thermocouple Extension, and Instrumentation Cables – Table E2.

#### **4.7 ENTREGA DE TERRENO, PRESUPUESTO Y ESPECIFICACIONES**

##### **4.7.1 ACTA DE ENTREGA DE TERRENO**

Con este documento se da inicio al proyecto en mención, el Cliente entrega formalmente el área de trabajo y la Contratista puede iniciar las labores de Construcción. Se toma como fecha de inicio, el día mencionado en dicho documento.

En el Anexo “L” se encuentra el documento con las firmas de los Ingenieros de ambas partes.

#### 4.7.2 CARTA Y RESUMEN DEL PRESUPUESTO

Este documento contiene el Alcance de Servicio del Proyecto, el cual fue realizado en base a los documentos entregados por el Cliente (Alcance de Construcción, Planos y Especificaciones Técnicas).

Además esta Carta cuenta con la Absolución de Consultas realizadas por IMCO Servicios S.A.C. (y demás Empresas Postoras en el proceso de Selección), en el cual hace mención a los trabajos que se encuentran fuera de su Alcance.

En el Resumen del Presupuesto, se menciona el costo correspondiente a las diferentes disciplinas en cada Área de Proyecto, indicando el monto total para la ejecución del mismo.

Ver Anexo “L” para mayor información.

#### 4.7.3 ESPECIFICACIONES SPCC (Anexo “G”)

- Documento Nro. 321196-SEC01-0: “Especificaciones Eléctricas de Construcción”.
- Documento Nro. 321196-SE10-0: “Especificación Técnica de Materiales para Puesta a Tierra”.
- Documento Nro. 321196-SI04-0: “Especificación Técnica de Equipos CCTV Instrumentación”.

- Documento Nro. 321196-SI05-0: “Especificación Técnica de Comunicaciones Instrumentación”.
- Documento Nro. 321196-SI07-1: “Especificación Técnica para Montaje Instrumentación”.
- Documento Nro. 9000-GA01-B: “Especificación General de Estandarización de Documentos, Planos, Comunicaciones y Otros.”



## CAPÍTULO V

### CONTROL DE CALIDAD

#### 5.1 CONDICIONES INICIALES

##### 5.1.1 ALCANCES DE CALIDAD.

Los Alcances de Calidad se indican en el ítem 7 del Documento Nro. 321196-CAC-1: "Alcances de Construcción" (Anexo "G"), el cual indica lo siguiente:

*"La responsabilidad del Control y Aseguramiento de la Calidad (QC/QA) de la obra a ejecutar reside exclusivamente en EL CONTRATISTA el cual debe de implementar y presentar el Plan de Control de la Calidad de la Obra, así como de sus proveedores el cual deberá ser revisado y validado por SPCC.*

*Southern Peru a sub contratado a la Empresa AMG SERVICIOS GENERALES S.A.C. para realizar el Re-Aseguramiento de calidad al CONTRATISTA a cargo de la ejecución del Proyecto, debiendo este canalizar toda la documentación que respecta a este ítem incluido el control documentario a esta Sub Contrata de SPCC pudiéndose exigir los ensayos de laboratorio independientes necesarios para confirmar la calidad de los trabajos.*

*Asimismo al término de la ejecución de la Obra EL CONTRATISTA deberá de presentar el Dossier de Calidad, el cual deberá de contar*

*con todos los protocolos y pruebas solicitadas y aprobadas por la Supervisión de SPCC”.*

El organigrama aprobado por SPCC para inicio de Obra se encuentra en el Anexo “C” (documento IMCO-3211-96-TR-039).

### **5.1.2 PLANOS SPCC Y VENDOR NAVEC**

Los Planos suministrados para inicio del Proyecto se encuentran en el ítem 12 del Documento Nro. 321196-CAC-1, el cual hace referencia al “Documento 321196-IA-2: Lista de Planos” (Anexo “B”).

Como se aprecia en el contenido del Anexo B solo se considero los Planos correspondientes al Área 1 – Disciplina Instrumentación. Para un mejor entendimiento también se adjunto algunos planos correspondientes a los ítems #3, #4 y #5 – Planos Mecánicos, Eléctricos y Vendor Navec respectivamente.

Sin embargo, con el transcurso del avance del proyecto y considerando que era evidente la falta de documentación; IMCO envió el Transmittal IMCO-3211-96-TR-090 con el documento IMCO-3211-96-RFI-010 solicitando información. SPCC respondió con el documento DTIP-IM-009-102, el cual lleva adjunto un DVD con planos en última revisión correspondiente al Área 1 – Disciplina Instrumentación. Todos estos documentos también se encuentran en el Anexo “B”.

## 5.2 PLAN DE CALIDAD

Como se mencionó en el ítem 7 del Documento Nro. 321196-CAC-1, IMCO SERVICIO SAC implemento y presento el Plan de Calidad correspondiente a este Proyecto abarcando todas las disciplinas, AMG SERVICIOS GENERALES S.A.C. revisó y aprobó dicho documento en representación de SPCC.

Se consideró lo indicado en el Documento Nro. 321196-XXXXX: “Estructura Plan de Calidad – Etapa II” entregado por SPCC.

El Plan de Calidad aprobado en Rev. 1 se encuentra en el Anexo “C” (IMCO-3211-96-TR-054), también se encuentra en dicho anexo la Rev. 6 del Plan de Calidad (IMCO-3211-96-TR-1211) el cual se encuentra próxima a fecha de cumplimiento de plazo (9.5 meses).

Cabe resaltar que los documentos relacionados al Área de Calidad son dinámicos, pudiendo existir futuras revisiones de los mismos, a continuación se detalla los usados en la disciplina de instrumentación.

### 5.2.1 PLAN DE PUNTOS DE INSPECCIÓN.

Definición utilizada en el Plan de Calidad:

*Plan de Puntos de Inspección (PPI): Documento que establece para cada proceso de trabajo la información necesaria para llevar a cabo los controles de cada una de las actividades que la componen, mediante registro de las inspecciones, ensayos y pruebas requeridas*

*por los procedimientos, especificaciones, y requerimientos contractuales establecidos por el Cliente.*

En el Proyecto solo se considero un Plan de Puntos e Inspección (PPI) para la Disciplina de Instrumentación y dos para la Disciplina Eléctrica (B.T. y M.T.) utilizados para todas las Áreas, los cuales se encuentran en el Anexo “D”. Dichos documentos fueron enviados por transmittal IMCO-3211-96-TR-071 y aprobados por SPCC con el documento DTIP-IM-009-065.

Así también, en dichos documentos posteriormente se agregaron los puntos de espera (Hold Point) en los cuales se requiere la presencia del Supervisor QA de la Empresa AMG SERVICIOS GENERALES S.A.C. Documentos IMCO-3211-96-TR-380 / DTIP-IM-009-367.

### **5.2.2 PROCEDIMIENTOS DE CALIDAD (Norma ISO 9000, 2005)**

Definición tomada de Norma ISO 9000 - 2005:

*Procedimiento: Forma específica para llevar a cabo una actividad o un proceso.*

*Proceso: Conjunto de actividades mutuamente relacionadas o que interactúan, las cuales transforman elementos de entrada en resultados.*

Los procedimientos presentados y aprobados para la Disciplina de Instrumentación (Anexo “E”) son los siguientes:

- Procedimiento IMCO-321196-PRC-E002: “Tendido y Conexionado de Cables Eléctricos e Instrumentación”.
- Procedimiento IMCO-321196-PRC-E003; “Prueba de Resistencia de Aislamiento en Cables y Equipos Eléctricos”.
- Procedimiento IMCO-321196-PRC-E004: “Prueba de Continuidad en Cables y Equipos Eléctricos”.
- Procedimiento IMCO-321196-PRC-E006: “Puesta a Tierra de Equipos y Estructuras Metálicas”.
- Procedimiento IMCO-321196-PRC-E007: “Montaje e Instalación de Bandejas Portacables”.
- Procedimiento IMCO-321196-PRC-E009: “Montaje e Instalación de Tubería Conduit”.
- Procedimiento IMCO-321196-PRC-E010: “Montaje e Instalación de Instrumentos”.
- Procedimiento IMCO-321196-PRC-E013: “Medición de Puesta a Tierra”.
- Procedimiento IMCO-321196-PRC-E015: “Prueba de Atenuación a Fibra Óptica”.

Es recomendable que estos documentos sean difundidos hacia el personal de operación que realiza labores en campo y deben de estar debidamente documentados. Ver Anexo “N”.

### 5.2.3 REGISTROS DE INSPECCIÓN DE CALIDAD

Extracto tomado del Plan de Calidad:

*IMCO tiene establecido el uso de formatos para registrar las inspecciones, ensayos, pruebas y las verificaciones del proceso concluido; con el objetivo de tener evidencia objetiva de que los trabajos han sido efectuados conforme a los requisitos del cliente.*

*En el presente proyecto, se emplearan los formatos suministrados tanto por IMCO como los suministrados por el cliente. De no existir el formato adecuado para el control de una determinada actividad, el Jefe de Calidad IMCO generará el formato que sea necesario, con la aprobación del cliente o su representante de calidad AMG.*

*Los registros son permanentemente elaborados al pie de obra y efectuados por personal de construcción y calidad de IMCO, para aprobación y/o validación de AMG. El llenado contempla realizar las anotaciones en formatos limpios, sin enmendaduras ni borrones. Cualquier alteración o incumplimiento (mal llenado) da lugar a la invalidación del documento.*

*Los controles críticos seran previamente programados, y solicitándose oportunamente la autorización del cliente y su presencia, notificándose la ejecución un día antes como mínimo a la fecha pactada.*

La lista de registros a ser utilizados en el Proyecto se encuentra en el Anexo “F”, sin embargo solo se enumera los usados en el área de instrumentación, los cuales son:

- Registro de Prueba de Puesta a Tierra QC-E-001
- Verificación de Puesta a Tierra QC-E-002
- Verificación de Megohmetro de Conductor / Cable 600 V QC-E-003
- Verificación de Conductos Expuestos QC-E-005
- Registro de Montaje de Equipo Eléctrico e Instrumentación QC-E-013
- Verificación de Continuidad de Alambres y Cables QC-E-014
- Lista de Verificación e Inspección de Tendido de Cables QC-E-015
- Inspección de Bandejas Portacables QC-E-021
- Listado de Revisión de Equipo Electrónico QC-I-001
- Paneles de Control QC-I-002
- Válvulas de Control ON - OFF QC-I-003
- Calibración de Transmisor QC-I-004
- Inspección de Lazos QC-I-005 (Registro reubicado a etapa de Precomisionamiento y Comisionamiento).

### 5.2.4 PLANOS ÁREA 1.

La documentación del proyecto y el diseño de los esquemas de control están de acuerdo con la simbología y nomenclatura de la norma ISA S5.1, sus actualizaciones S5.2, S5.3 y todas las que deriven de éstas.

Se tomará en cuenta lo indicado en el plano 3211-9-718-1 para la identificación de instrumentos y simbología de equipos. Ver gráficas “29”, “30” y “31”.

SIMBOLOGÍA DE EQUIPOS (EQUIPMENTS SYMBOL)		SIMBOLOGÍA DE EQUIPOS (EQUIPMENTS SYMBOL)	
SIMBOLOGÍA (SYMBOL)	DESCRIPCIÓN (DESCRIPTION)	SIMBOLOGÍA (SYMBOL)	DESCRIPCIÓN (DESCRIPTION)
	SOPLADOR O VENTILADOR		VOLTEADOR DE VAGONES ELÉCTRICO
	BOMBA CENTRÍFUGA		COLECTOR DE POLVOS COMPACTO
	BOMBA SUMERGIBLE		FILTRO DE MANGAS Y EXTRACTOR
	SKIMMER		COMPRESOR DE AIRE
	VENTILADOR AXIAL		CHUTE DE CARGA
	SECADOR DE AIRE		CHUTE PANTALÓN ( 2 VÍAS)

**Gráfica “29”: Simbología 1.**

SIMBOLOGÍA DE EQUIPOS (EQUIPMENTS SYMBOL)		SIMBOLOGÍA DE ACCESORIOS (ACCESSORIES SYMBOL)	
SIMBOLOGÍA (SYMBOL)	DESCRIPCIÓN (DESCRIPTION)	SIMBOLOGÍA (SYMBOL)	DESCRIPCIÓN (DESCRIPTION)
	TOLVA		PUNTO DE MUESTREO (SAMPLE POINT)
			REDUCCIÓN CONCÉNTRICA (CONCENTRIC REDUCER)
			REDUCCIÓN EXCÉNTRICA (EXCENTRIC REDUCER)
	FILTRO DE AGUA		BRIDA (FLANGE)
	TANQUE PULMÓN		BRIDA CIEGA (BLIND FLANGE)
			FILTRO DE AIRE (AIR FILTER)
	ELECTROMÁN		TOBERA
			FILTRO Y (WYE STRAINER)
	VALVULA APERTURA TOLVA		JUNTA DE EXPANSIÓN (EXPANSION JOINT)
	CÁMARA		VENTEO (VENT-HIGH POINT)
	FILTRO PARA AIRE COMPRIMIDO		DRENAJE (DRAIN-LOW POINT)

Gráfica "30": Simbología 2.



FIRST LETTER		SECOND & SUCCEEDING LETTERS																			
MEASURED VARIABLE	SYMBOL FOR MEASURED VARIABLES	DISPLAY DEVICES							CONTROLLING DEVICES							SENSING DEVICES			LOCAL OBSERVATION GLASS	TEST CONNECTION	RELAY OR CONVERTER (BLIND)
		INDICATING	RECORDING	INTEGRATING INDICATOR	SCAN	ALARM			INDICATING	RECORDING	BLIND	CONTROL VALVE	SELF ACTUATED VALVE	FINAL CONTROL ELEMENT	SWITCH	PRIMARY ELEMENT	BLIND TRANSMITTER	INDICATING TRANSMITTER			
						LOW	HIGH	LOW HIGH													
TYPICAL SYMBOL	( )	( ) I	( ) R	( ) QI	( ) J ( )	( ) AL	( ) AH	( ) AHL	( ) IC	( ) RC	( ) C	( ) V	( ) CV	( ) Z	( ) S ( )	( ) E	( ) T	( ) IT	( ) G	( ) P	( ) Y
ANALYSIS	A	AI	AR		AJ ( )	AAL	AAH	AAHL	AIC	ARC	AC	AV		AZ	AS ( )	AE	AT	AIT		AP	AY
BURNER FLAME	B	BI	BR		BJ ( )	BAL					BC	BV			BS ( )	BE	BT		BG	BP	BY
CONDUCTIVITY	C	CI	CR		CJ ( )	CAL	CAH	CAHL	CIC	CRC		CV		CZ	CS ( )	CE	CT	CIT		CP	CY
DENSITY	D	DI	DR		DJ ( )	DAL	DAH	DAHL	DIC	DRC		DV		DZ	DS ( )	DE	DT	DIT		DP	DY
VOLTAGE (EMF)	E	EI	ER		EJ ( )	EAL	EAH	EAHL	EIC	ERC	EC			EZ	ES ( )	EE	ET	EIT			EY
FLOW	F	FI	FR	FQI	FJ ( )	FAL	FAH	FAHL	FIC	FRC	FC	FV	FCV	FZ	FS ( )	FE	FT	FIT	FG	FP	FY
FLOW RATIO	FF	FFI	FFR		FFJ ( )				FFIC	FFRC	FFC	FFV		FFZ							
GAGING (DIMENSIONAL)	G	GI	GR		GJ ( )	GAL	GAH	GAHL	GIC	GRC	GC	GV		GZ	GS ( )	GE	GT	GIT			
HAND	H								HIC		HC	HV	HCV	HZ	HS ( )						
CURRENT	I	II	IR	IQI	IJ ( )	IAL	IAH	IAHL	IIC	IRC	IC			IZ	IS ( )	IE	IT	IT			IY
POWER	J	JI	JR	JQI	JJ ( )	JAL	JAH	J AHL	JIC	JRC	JC			JZ	JS ( )	JE	JT	JIT			JY
TIME	K	KI	KR	KQI	KJ ( )	KAL	KAH	KAHL	KIC	KRC	KC			KZ	KS ( )		KT	KIT			KY
LEVEL	L	LI	LR		LJ ( )	LAL	LAH	LAHL	LIC	LRC	LC	LV	LCV	LZ	LS ( )	LE	LT	LIT	LG	LP	LY
MOISTURE	M	MI	MR		MJ ( )	MAL	MAH	MAHL	MIC	MRC	MC	MV		MZ	MS ( )	ME	MT	MIT		MP	MY
USERS CHOICE	N																				
TORQUE	O	OI	OR		OJ ( )	OAL	OAH	O AHL	OIC	ORC	OC	OV		OZ	OS ( )	OE	OT				OY
PRESSURE	P	PI	PR		PJ ( )	PAL	PAH	PAHL	PIC	PRC	PC	PV	PCV	PZ	PS ( )	PE	PT	PIT		PP	PY
PRESSURE DIFFERENTIAL	PD	PDI	PDR			PDAL	PD AH	PD AHL	PDIC	PDRC	PDC	PDV	PDCV	PDZ	PDS ( )			PDT	PDT		
QUANTITY OR EVENT	Q	QI	QR	QQI	QJ ( )	QAL	QAH	Q AHL	QIC	QRC	QC	QV		QZ	QS ( )		QT	QIT			QY
RADIATION	R	RI	RR	RQI	RJ ( )	RAL	RAH	RAHL	RIC	RRC	RC			RZ	RS ( )	RE	RT	RIT		RP	RY
SPEED OR FREQUENCY	S	SI	SR	SQI	SJ ( )	SAL	SAH	SAHL	SIC	SRC	SC			SZ	SS ( )		ST	SIT			SY
TEMPERATURE	T	TI	TR		TJ ( )	TAL	TAH	TAHL	TIC	TRC	TC	TV	TCV	TZ	TS ( )	TE	TT	TIT		TW	TY
TEMPERATURE DIFFERENTIAL	TD	TDI	TDR			TDAL	TD AH	TD AHL	TDIC	TDRC	TDC	TDV	TDCV	TDZ	TDS ( )						
MULTI-VARIABLE	U	UI	UR		UJ ( )	UAL	UAH	UAHL	UIC	URC	UC	UV		UZ	US ( )						UY
VIBRATION	V	VI	VR		VJ ( )	VAL	VAH	VAHL	VIC	VRC	VC	VV		VZ	VS ( )	VE	VT	VIT			VY
WEIGHT	W	WI	WR	WQI	WJ ( )	WAL	WAH	WAHL	WIC	WRC	WC	WV		WZ	WS ( )	WE	WT	WIT			WY
UNCLASSIFIED	X	XI	XR		XJ ( )	XAL	XAH	X AHL	XIC	XRC	XC	XV		XZ	XS ( )	XE	XT	XIT			XY
USERS CHOICE	Y																				YY
POSITION	Z	ZI	ZR		ZJ ( )	ZAL	ZAH	Z AHL	ZIC	ZRC	ZC			ZZ	ZS ( )	ZE	ZT	ZIT			ZY

Gráfica "31": Nomenclatura.

Las unidades de medida que se emplean para las especificaciones de instrumentos y equipos, serán de preferencia las correspondientes al sistema internacional de unidades, definido por la ISO (“International Standards Organization”).

### 5.2.5 QC MATRIZ ÁREA 1

Definición utilizada en el Plan de Calidad:

*Matriz de Registros (MAR): Documento elaborado para establecer la cantidad de registros que serán emitidos durante el proyecto en conformidad con el PPI, las partidas del proyecto y los formatos que deba ser empleados.*

Así también podremos llevar un control adecuado de alguna otra información (observaciones).

El Documento correspondiente al Área 1 de la Disciplina de Instrumentación (ver Anexo “D”) fue enviado en transmittal IMCO-3211-96-TR-122, el cual fue aprobado por la supervisión SPCC mediante el documento DTIP-IM-009-012.

En dicho Anexo se adjuntó la modificación realizada a dicho documento, el cual fue separar ambas disciplinas (Eléctrica e Instrumentación).

## 5.2.6 OTROS DOCUMENTOS.

### 5.2.6.1 ENTRADAS / SALIDAS (I/O) EN CONTROLADORES.

SPCC proporcionó a inicio de obra tres documentos correspondientes a las I/O en los controladores (PLCs):

- 321196-LI02-2 Lista Entradas y Salidas al Controlador 1
- 321196-LI02-2 Lista Entradas y Salidas al Controlador 2
- 321196-LI02-2 Lista Entradas y Salidas al Controlador 3

Dichos documentos fueron reemplazados posteriormente por el documento 321196-LI02-3 el cual fue enviado por SPCC mediante el documento DTIP-IM-009-575 (ver Anexo "H")

### 5.2.6.2 LISTA DE EQUIPOS Y MATERIALES.

Southern Peru proporcionará los materiales en la cantidad señalada y de acuerdo al documento 321196D-LA01-0, el cual fue reemplazado por el documento: Lista de Materiales SPCC Rev. 2 (Ver Anexo "O").

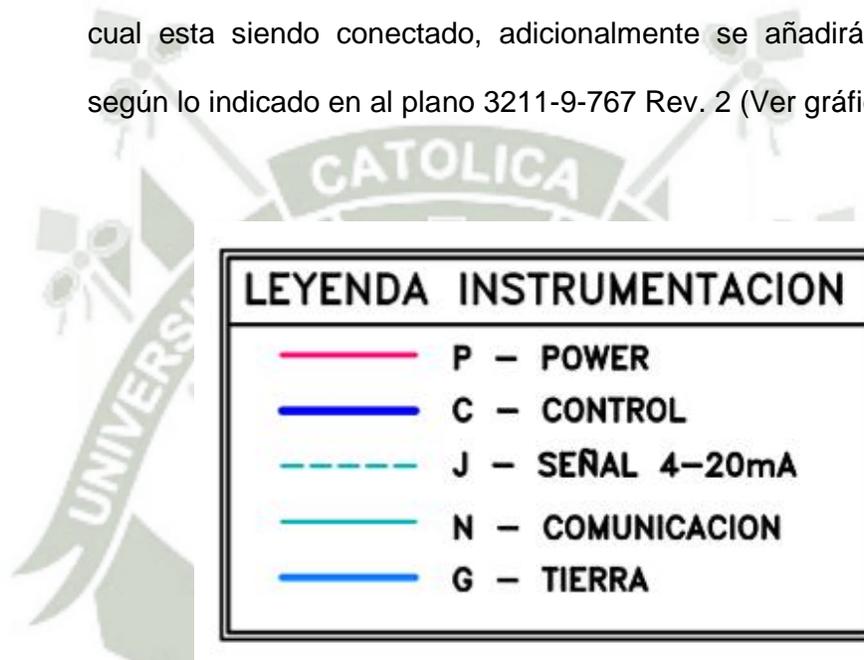
### 5.2.6.3 LISTA DE CABLES.

SPCC indica en el Documento: Lista de Materiales SPCC Rev. 2 los cables a ser usados de manera global (carretes y/o rollos) mas no por metraje a ser usado en cada instrumento, lo cual sería recomendable realizar un documento con dicha información. Así

también, dicho documento sería de mucha utilidad para la devolución final de materiales al término del proyecto.

Se asume que dicho dato (metraje) varía de acuerdo al recorrido asumido en campo.

Cabe resaltar que el tag del cable será tomado del instrumento al cual esta siendo conectado, adicionalmente se añadirá una letra según lo indicado en el plano 3211-9-767 Rev. 2 (Ver gráfica °32°).



*Gráfica "32": Leyenda Instrumentación*

#### 5.2.6.4 LISTA DE INSTRUMENTOS Y EQUIPOS DE CONTROL

Al igual que en las I/O a los controladores en el Proyecto, SPCC entregó al inicio de obra dos documentos:

- 321196-LI03-2 Lista de Instrumentos
- 321196-LI04-0 Lista de Equipos de Control

Ambos documentos (Anexo “H”) fueron tomados como referencia para la elaboración de los QC Matriz correspondientes al Área 1.

#### 5.2.6.5 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

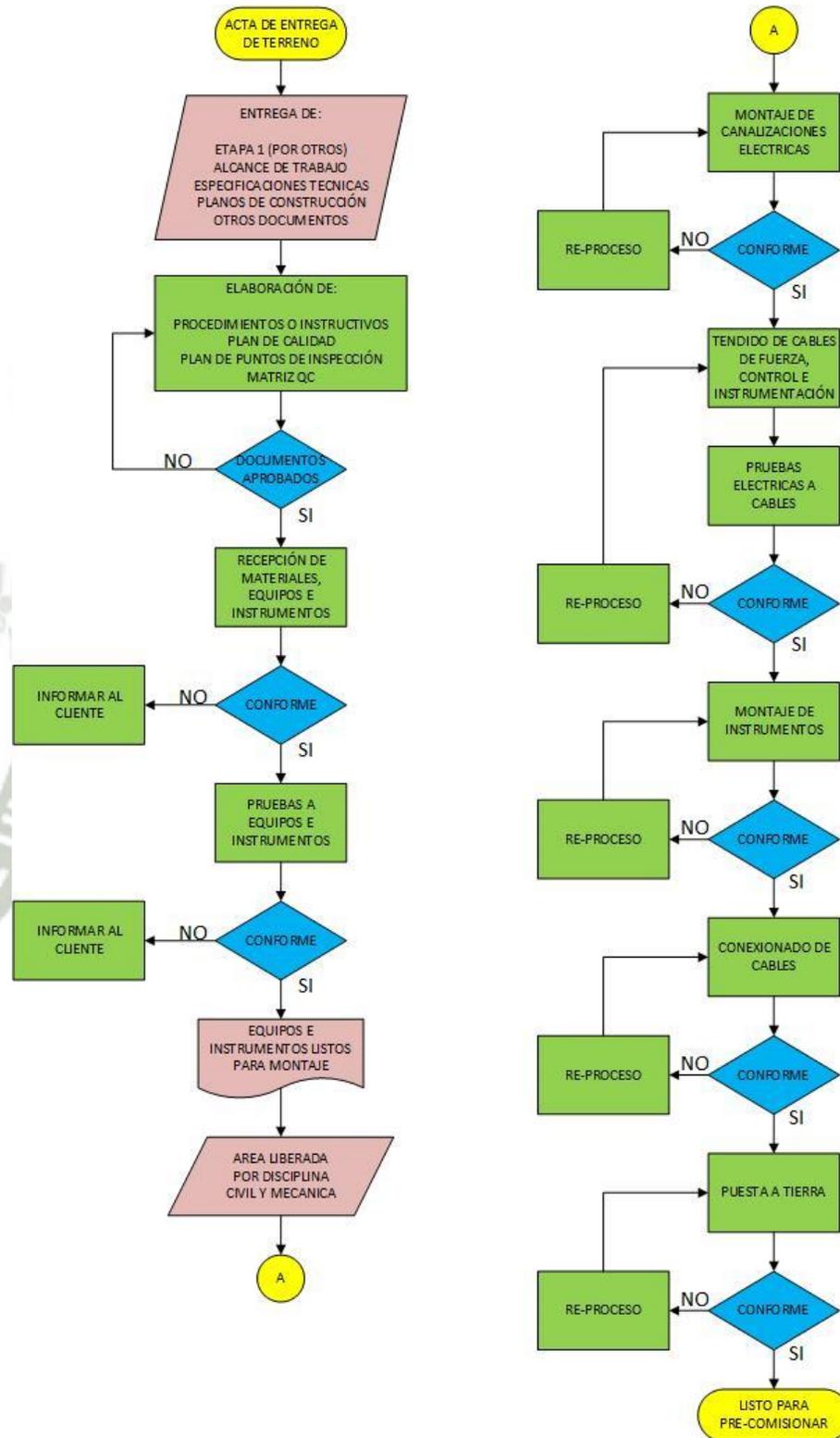
Extracto tomado del documento 321196-MA02-1 (ver Anexo “H”) correspondiente al objetivo y alcance respectivamente:

*Este documento tiene como objetivo representar la Descripción del Proceso del Proyecto asociado a la exportación e importación de concentrado de cobre y sus respectivas facilidades que involucra este tipo de operaciones.*

*Este documento contemplará el proceso y los equipos que intervienen directamente en la exportación e importación del concentrado de cobre, iniciando en el volteador de vagones y terminando en las operaciones en el muelle industrial.*

Este documento fue de mucha utilidad para realizar adecuadamente los QC Matriz en las diferentes disciplinas, debido a que separa las áreas involucradas en el Proyecto.

A continuación se muestra un flujograma, el cual muestra la secuencia tomada para realizar la inspección y el control en el proceso constructivo del Proyecto:



Gráfica "33": Flujograma (Creación Propia)

### 5.3 DISEÑO

Como se mencionó en la Introducción, el Vendor NAVEC y CESEL realizaron el diseño correspondiente al Área 1; la Empresa IMCO Servicios S.A.C. realizó el montaje electromecánico y la ingeniería complementaria (de ser necesaria).

El Área de Calidad tuvo en consideración lo indicado por el Estándar CEMA 6ta Edición para las liberaciones, la disciplina Eléctrica e Instrumentación tuvo en cuenta la información indicada en los Capítulos 11 y 13.

En el Anexo “S” se encuentra la traducción de los extractos usados para realizar la inspección en la etapa Constructiva del Proyecto.

Las traducciones de dichos extractos de su versión original en inglés son de uso personal **UNICAMENTE**, cualquier copia que pudiese estar circulando con otro fin, estaría violando la ley de derecho de autor y la persona que incurriese en tal delito podría enfrentarse a la justicia.

### 5.4 LOGÍSTICA

#### 5.4.1 RECEPCIÓN DE MATERIALES, EQUIPOS E INSTRUMENTOS EN OBRA

Logística por medio de almacén, es el encargado de entregar la documentación que sirve para identificar e inspeccionar de manera correcta los materiales y consumibles, así mismo dar conformidad que cumplan con los requisitos pedidos; logística conjuntamente con

producción deben hacer las maniobras necesarias para el almacenamiento y ubicación correcta de los materiales sin causar daños al material y/o consumibles.

En cada proyecto se dispone de personal responsable por Área, sin embargo el Área de Logística está muy relacionada con el Área de Calidad en Obra y por ende en el Plan de Calidad existen procedimientos Generales, de los cuales se enumera los utilizados por ambas áreas:

- IMCO-321196-PRC-G01: Recepción de Materiales y Equipos en Obra.
- IMCO-321196-PRC-G05: Tratamiento de Productos no Conformes.

Como se aprecia en el Anexo "O", la empresa AMG S.A.C. envió un documento DTIP-IM-009-036: Acta de Entrega y Conformidad de Equipos, Materiales y Partes, el cual forma parte del procedimiento IMCO-321196-PRC-G01 aprobado por SPCC.

El supervisor de calidad, encargado de la recepción de materiales, verifica el estado del material, equipo o instrumento (corrosión, dimensiones, grado de protección, etc.), acorde con certificación entregada por el proveedor, de acuerdo a la orden de compra. El supervisor de calidad en obra elabora el registro de inspección QC-

G-100 (Registro de Inspección de Materiales / Equipos e Instrumentos).

El Área de Logística AMG S.A.C implementó un documento muy interesante para llevar un adecuado control en base al documento entregado por SPCC (Lista de Materiales SPCC Rev. 2). Este documento relaciona el registro de la empresa Contratista IMCO y la Orden de Compra (OC) de cada Vendor del Proyecto, también indica la fecha de entrada y salida de almacén principal (Bonded), sobrantes y observaciones encontradas. Ver Anexo "P" (Documento: Lista Consolidada Final Diciembre 2015).

#### **5.4.2 PRESERVACIÓN, MANIPULACIÓN Y ALMACENAMIENTO**

Este ítem no fue muy desarrollado por SPCC / IMCO SERVICIOS S.A.C., la Preservación hoy en día es un punto muy importante en Proyectos de gran envergadura y es de vital importancia su documentación previo a la etapa de construcción y posterior puesta en marcha.

Dicha información se puede extraer de los Datasheets de los Equipos suministrados o solicitar dicha documentación al Vendor correspondiente.

#### **5.4.3 LISTA DE REPUESTOS (SPARE LIST).**

Al igual que el ítem anterior, este documento no fue desarrollado por SPCC / IMCO SERVICIOS S.A.C. Este documento es de vital

importancia para la etapa de Precomisionamiento, Comisionamiento y Puesta en Marcha

Si bien es cierto que este documento no fue realizado, los instrumentos de la lista de repuestos (Spare List) si fueron suministrados por algunos Vendors, los cuales fueron registrados por cada supervisor de calidad de obra en el registro QC-G-100.

#### **5.4.4 LISTA DE EQUIPOS DE MEDICIÓN CALIBRADOS. (ISO 9000, 2015)**

Para realizar una adecuada inspección en los diferentes trabajos constructivos, son necesarios equipos de medición. A continuación se muestra dos conceptos extraídos del ISO 9000 – 2015:

*Equipo de Medición: Instrumento de Medición, software, patrón de medición, material de referencia ó equipos auxiliares ó combinación de ellos necesarios para llevar a cabo un proceso de medición.*

*Procesos de Medición: Conjunto de operaciones que permiten determinar el valor de una magnitud.*

Estos equipos generalmente son requeridos por el Área de Construcción, sin embargo el Área de Logística y Calidad tienen que hacer seguimiento a su estado funcional en obra.

Cada equipo de medición que ingresa a obra tiene que llegar con su Certificado de Calibración correspondiente, el cual es enviado a SPCC mediante Transmittal para su validación.

En el Anexo "O" se adjunta el formato usado y los documentos correspondientes a los equipos de medición usados en la Disciplina Eléctrica e Instrumentación.

## **5.5 MONTAJE**

El montaje mecánico se realizó de acuerdo al Apéndice D – Estándar CEMA Grupo NAVEC. (Grupo Navec – Departamento de Manutención, 2012).

### **5.5.1 PRUEBAS EN LABORATORIO.**

#### **Definición de Instrumento**

Será considerado instrumento todo elemento primario de medición, por ejemplo:

- Sensores (de presión, flujo, nivel, temperatura, vibración, etc.)
- Transmisores (de velocidad, presión, flujo, etc.)
- Transductores
- Indicadores (de nivel, presión, etc.) y
- Convertidores (de medio, de señal, etc.).

Cualquier dispositivo usado directa o indirectamente para medir, monitorear y/o transmitir una señal, como por ejemplo, un analizador de proceso, también será considerado como instrumento. También será considerado instrumento, todo elemento que actúe en una variable de proceso como elemento final de control, tal como las válvulas de control, de seguridad y de alivio.

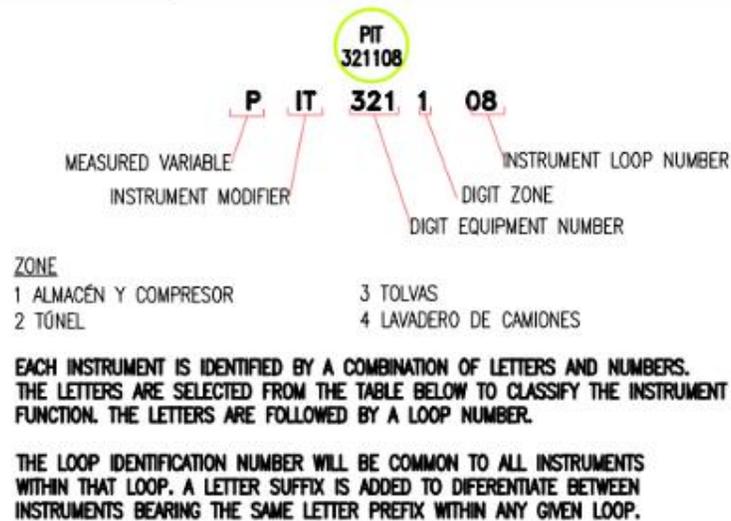
Por último, también serán considerados instrumentos los registradores, controladores locales, dispositivos de seguridad, balanzas, anunciadores y balizas.

### **Identificación de Instrumento**

Cada instrumento tendrá un único número de identificación (TAG) con el que se identificara en todos los planos y documentos del proyecto. Además cada número de TAG será único en el proyecto.

El cliente SPCC propuso el siguiente sistema de numeración para los instrumentos del proyecto (ver plano 3211-9-718-1). Ver gráfica “34”.

**NÚMERO DE IDENTIFICACIÓN DEL INSTRUMENTO  
(INSTRUMENT NUMBER IDENTIFICATION)**



**Gráfica "34": Identificación de Instrumentos**

La numeración correspondiente a la instrumentación suministrada con equipos mecánicos, también deberá respetar este procedimiento. Para esto, SPCC entregara a los Proveedores de equipos los números que deben ser incorporados a su documentación.

IMCO implemento un Laboratorio en Obra para realizar pruebas funcionales a los instrumentos del proyecto previo al montaje en campo.

Los instrumentos que ingresen a Laboratorio previamente deben ser inspeccionados y recepcionados por el supervisor de calidad de obra y documentarlo en el registro QC-G-100 con las observaciones encontradas.

Se realiza una mención especial a los Transmisores de Nivel tipo Radar con TAG: LIT-321144 y LIT-321145 y el registro utilizado QC-G-004 debido a que indica “Calibración de Transmisor”, sin embargo en el Laboratorio solo se realizó una Contrastación de dichos instrumentos, en Obra no se realizó ninguna calibración.

Todos los instrumentos que han sido probados en laboratorio, se les colocó un sticker interno con su TAG correspondiente.



**Imagen “23”:** *Sticker colocado en Laboratorio (Creación Propia).*

La documentación generada (registros) de cada instrumento se puede apreciar en el Dossier de Calidad (ver Anexo “I”). Cabe señalar que los Transmisores de Presión Diferencial (interior de los Tableros Goyen) no fueron probados en Laboratorio, a la espera del Vendor Americorp.

Así también los transmisores de Presión Diferencial correspondiente a los Filtros de Mangas tampoco fueron probados en Laboratorio, a la espera del Vendor NAVEC.

## 5.5.2 TRABAJOS PRELIMINARES.

### INSPECCIÓN DEL ÁREA DE TRABAJO

Antes de comenzar el trabajo, se inspeccionará el lugar para determinar los peligros existentes y las medidas de seguridad que se instalarán. La inspección incluirá aspectos como: Acceso expedito y seguro al área de trabajo, área de oficinas, caminos, escaleras de mano, servicios y facilidades, así mismo identificación y limitación de líneas de alto voltaje, señalización de áreas de izaje, Almacenamiento y botaderos.

### ELEMENTOS DE PROTECCIÓN

Donde sea requerido, se instalarán sistemas de protección contra caídas: líneas de vida, barreras físicas temporales y permanentes tanto personales como colectivos. En caso de trabajos realizados por SPCC en sus instalaciones (almacenamiento de concentrado) es obligatorio el uso de respiradores de silicona de media cara y tapones de oído. De ser posible para evitar la impregnación de concentrado es recomendable el uso de traje tyvek.

### APROBACIÓN DE PLANOS

Antes de iniciar las labores de montaje, se deberá tener aprobado los planos de construcción por el contratista IMCO SERVICIOS S.A.C. y SPCC, de ser el caso durante la etapa de construcción se

comprobará, si fuera necesario con los planos de ingeniería básica otorgados por el Vendor.

### 5.5.3 CANALIZACIONES.

Para realizar la canalización necesaria de cada instrumento se debe tener los trabajos civiles y mecánicos terminados: Fase I y el montaje estructural respectivamente. Es recomendable que el supervisor de calidad previamente haya realizado la recepción de materiales (registro QC-G-100) a ser utilizados para la canalización.

Extracto de la definición de canalización (CNE – Utilización, 2006):

*Canal cerrado diseñado para portar alambres, cables ó sistemas de barras, y a menos que se indique lo contrario en el Código, este término incluye tuberías pesadas (rígidas y flexibles, metálicas y no metálicas), tuberías livianas (metálicas y no metálicas), canalizaciones bajo el piso, pisos celulares, canalizaciones de superficie, ductos de cable, bandejas de cables, ductos de barras y canaletas auxiliares.*

En la presente Área 1 del Proyecto, las canalizaciones utilizadas son de dos tipos:

- Bandeja Portacable de Fibra de Vidrio.
- Tubería Conduit Rígida y Flexible con revestimiento.

Para realizar el montaje de Bandejas Portacables se tomo en consideración lo indicado en el procedimiento IMCO-321196-PRC-007 y para la tubería conduit según el procedimiento IMCO-321196-PRC-009.

En ambos casos tambien se uso como referencia al realizar el montaje de las canalizaciones en los diferentes puntos de trabajo lo indicado por el Estándar NEMA VE-2 (NEMA VE-2, 2013), ver Anexo "S":

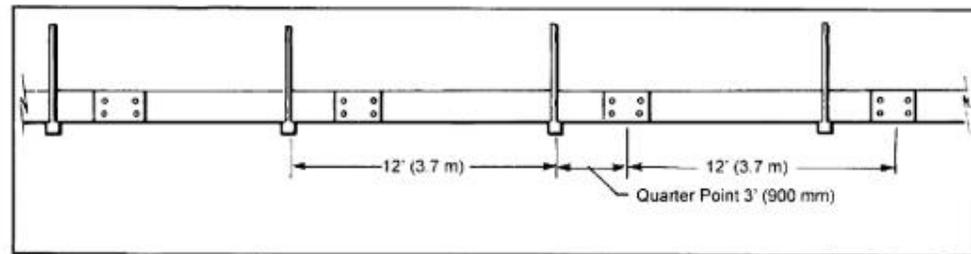
#### ***"Soportes para Bandejas Porta Cables***

*Precaución! Los soportes para bandejas porta cables deberán proporcionar fuerza y carga de trabajo suficiente para cubrir el requerimiento de carga del sistema de cableado en las bandejas. Las consideraciones deberán ser determinadas según las cargas asociadas con un futuro incremento de cables (ver sección 6.3) ó algún otra carga adicional aplicada al sistema de bandejas ó al sistema de soporte de bandejas."*

En interior de sala eléctrica ubicada en parte inferior de torre de transferencia se realizo el montaje de bandejas portacables tipo trapecio, la ubicación de los soportes se realizo según lo indicado en el Estándar.

### ***“Posición de Secciones Rectas***

*Luego de montar los soportes, la instalación de la bandeja puede iniciar en el lugar que sea más conveniente. No es necesario iniciar en un extremo. Es ideal para el sistema de diseño que las juntas de unión se ubiquen entre el soporte y  $\frac{1}{4}$  de la longitud de la bandeja (gráfica “35”). Esto maximiza la rigidez de la bandeja.*



***Gráfica “35”: Ubicación de soportes para Bandeja Porta Cable.***

*Para comenzar, montar una sección recta sobre dos soportes de modo que los extremos de la sección recta no se ubiquen sobre el soporte (gráfica “36A”). Si la distancia entre los soportes es igual a la longitud de la sección recta, se colocara dos eclisas (gráfica “36B”). La distancia entre soportes no deberá ser mayor que la longitud de la sección recta ó según lo recomendado por el fabricante, asegurarse que no más de una unión sea ubicada entre los soportes. Como buena práctica, evitar colocar planchas de unión sobre soportes ó intermedios.*



**Gráfica “36”:** *Instalación de Bandejas Porta Cables - A (Izquierda) y B (Derecha).*

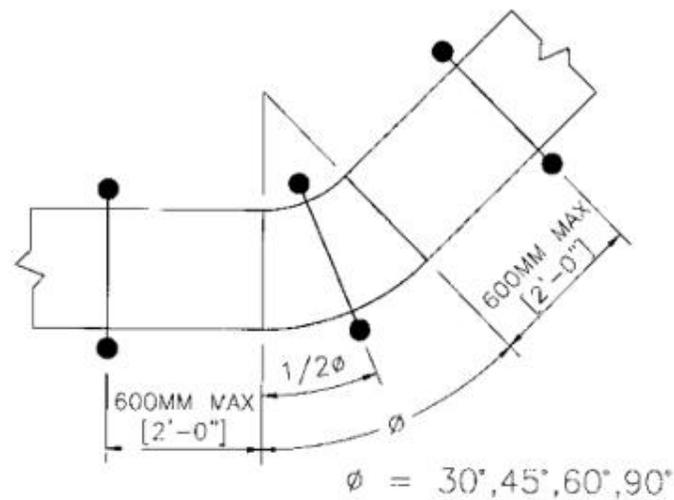
### **Instalación de Accesorios**

*Ubicación de soportes recomendados para accesorios (a menos que indique lo contrario el fabricante).*

#### **Soporte para Codo Horizontal (ver gráfica “37”)**

*Los soportes para los accesorios de bandeja horizontal deberán ser ubicados a 2 pies. (600 mm) en cada extremo del accesorio, y como sigue:*

- a. Codo 90°, el soporte será ubicado a 45°.*
- b. Codo 60°, el soporte será ubicado a 30°.”*



CENTER SUPPORT NOT REQUIRED  
ON 12" RADIUS 30° & 45° FITTINGS

**Gráfica "37": Codos Horizontales.**

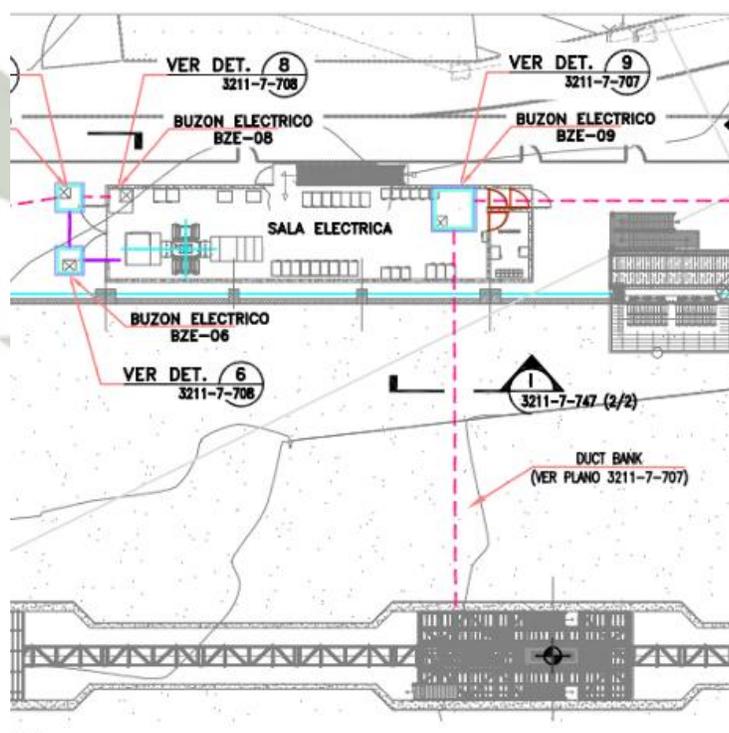
Las mismas consideraciones indicadas en la ubicación de los soportes para las bandejas portacables fueron tomadas como referencia para el montaje de tubería conduit rígida, sin embargo para esta canalización el canal strut fue adosado a concreto ó estructura dependiendo del recorrido usado.

Como se aprecia en los planos Eléctricos SPCC del Anexo B (3211-7-747-0), dicho banco de ductos (tubería de Policloruro de Vinilo PVC-SAP embebida) fue realizada en la Fase I por otra empresa Contratista. Se hace mención de dicho tramo de canalización porque es parte del recorrido realizado por los cables de control e instrumentación hacia la Sala Eléctrica Principal (Buzón Eléctrico #9 – Corte I, gráfica "38") y luego son ingresados al Tablero de Control

3211-TC-001 y Tablero de Alimentación 3211-DPJ-001 respectivamente. A continuación se muestra una imagen de inicio de obra en el Belt Feeder 3211-BF-003.



**Imagen “24”:** Tubería PVC Embebida – Duct Bank (Creación Propia).



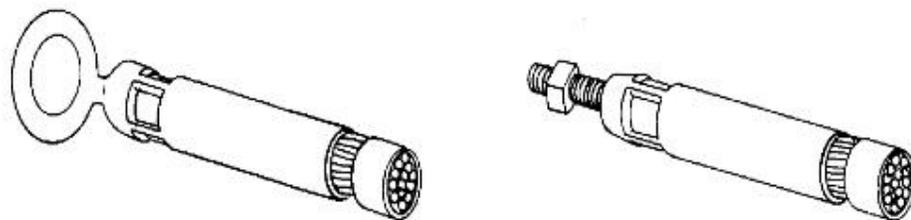
**Gráfica “38”:** Plano Buzones Eléctricos.

#### 5.5.4 TENDIDO DE CABLES.

Una vez verificado el recorrido de la canalización de extremo a extremo, el tendido del cable se realizara teniendo en consideración lo indicado en el procedimiento de calidad IMCO-321196-PRC-002. Cabe señalar que existe una guía suministrada en el estándar NEMA VE-2 en el cual también alcanza algunas pautas para realizar el tendido de cables. Se muestra un extracto a continuación (NEMA VE-2, 2013), ver Anexo “S”:

##### *“Tendido de Cable*

*Cables largos usualmente requieren una grapa de sujeción de tipo perno o tipo ojal conectada al extremo del conductor metálico del cable. Si su cable no cuenta con dichos accesorios, comunicarse con su proveedor de cable para solicitar información de montaje en campo de grapa de sujeción tipo perno u ojal (ver gráfica “39”). Cuando dichos accesorios son usados en los conductores, cubrirlos con caucho ó cintas aislantes para prevenir rayaduras en la bandeja porta cable y poleas durante el tendido del conductor. Generalmente, el carrete deberá ser montado sobre un porta carrete con un eje de tamaño y resistencia suficiente para girar el carrete manualmente con una fricción mínima. Algunos cables tienen restricciones de esfuerzo de tracción para el tendido del cable, un dinamómetro puede ser instalado en el extremo posterior del cable y almacenar las lecturas en cada tendido y asegurarse que el valor de tracción máximo del cable no sea excedido.”*



**Gráfica “39”:** Jalador Tipo Ojal (Izquierda) y Tipo Perno (Derecha).

Como se aprecia en los planos de Instrumentación y Control, la sección de cable máxima utilizada es de 14 AWG. Sin embargo no se considero la alimentación de los Tableros de Control, la sección utilizada es de 10 AWG.

Cabe resaltar como puntos a inspeccionar durante la realización del tendido del cable, los siguientes: Verificar los radios de curvatura, comunicación constante entre el personal operativo (usando RPM ó Radio), durante el tendido visualizar que se realice con la mínima fricción y a una velocidad constante, asegurar jalar cable suficiente para realizar las conexiones finales (reserva y seno) y por último, si no se realiza la conexión inmediatamente, sellar ambos extremos del cable.

Una vez terminado el tendido de cables, estos se deben “peinar” de manera adecuada en las bandejas, para esto también se tomara en cuenta lo indicado en el Estándar NEMA VE-2 (Ver Anexo “S”):

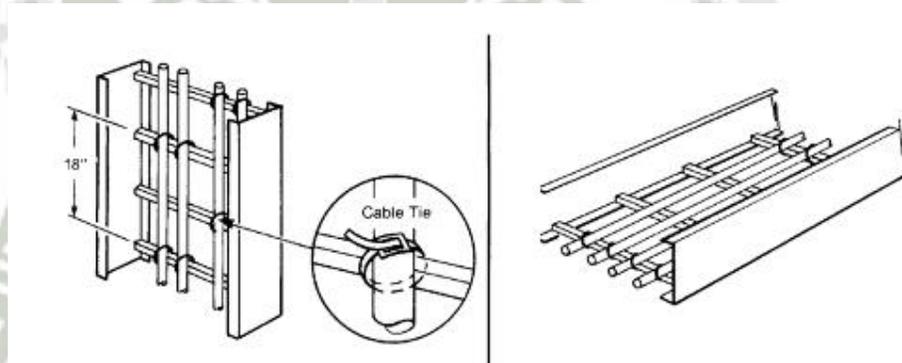
#### *“Peinado de Cables*

- a. Los cables pueden ser sujetados a la bandeja porta cable con abrazaderas o cintillos (ver gráfica “40”). Generalmente, los cables son sujetados cada 450 mm (18”) en tramos verticales. Aunque no es requerido por el CNE, los cables unipolares pueden ser peinados en tramos horizontales manteniendo una distancia y asegurarse que el cable cumpla los requerimientos de dicha área. Cuando se utiliza abrazaderas*

*para cables, las abrazaderas deben ser del tamaño correcto y apretar lo suficiente para asegurar el cable sin marcar la chaqueta. Las mismas precauciones deberán ser observadas en los cintillos, y deberán ser aplicados con un dispositivo de presión limitada.*

b. ....

c. *Instalaciones exteriores pueden requerir cintillos de acero inoxidable o bandas de acero inoxidable, dependiendo de la posición del cable.”*



**Gráfica “40”:** *Cintillos Amarrables – Aplicación Vertical (Izquierda) y Horizontal (Derecha).*

### 5.5.5 PRUEBAS ELÉCTRICAS A CABLES.

➤ Prueba de Continuidad

Las pruebas de continuidad se realizaron a los cables de Par Trenzado Blindado (STP) y de instrumentación/control tanto en carrete ó bobina y por circuito.

Previo a las pruebas de resistencia de aislamiento a los cables de control y alimentación, también se realiza la prueba de

continuidad. Los certificados de calibración de las pinzas amperimétricas se encuentran en el Anexo “O”.

➤ Prueba de Resistencia de Aislamiento

Para esta prueba, se tomara en cuenta lo indicado por el documento IMCO-321196-PRC-E003, el cual fue aprobado con documento DTIP-IM-009-123.

Esta prueba se realiza en carretes ó bobinas y posteriormente por circuito, tener en consideración que esta prueba se ejecuta cuando se termina la canalización del circuito.

Para los cables de alimentación y control de los instrumentos se tomara en referencia lo indicado por la Tabla 100.1 del NETA 2009.

**Insulation Resistance Test Values  
Electrical Apparatus and Systems**

Nominal Rating of Equipment in Volts	Minimum Test Voltage, DC	Recommended Minimum Insulation Resistance in Megohms
250	500	25
600	1,000	100
1,000	1,000	100
2,500	1,000	500
5,000	2,500	1,000
8,000	2,500	2,000
15,000	2,500	5,000
25,000	5,000	20,000
34,500 and above	15,000	100,000

**Gráfica “41”:** *Tabla 100.1 (ANSI/NETA ATS, 2009)*

Tener en consideración que el valor máximo de tensión en la disciplina de instrumentación es de 120 Vac. El certificado de calibración del Megohmetro se encuentra en el Anexo “O”

➤ Prueba de Atenuación

IMCO SERVICIOS S.A.C. al no contar con experiencia para realizar pruebas a los cables de Fibra Óptica (F.O.), contrató a la empresa BECRWETT S.R.L la cual cuenta con equipos calibrados y personal calificado para realizar dichas actividades.

Dicha empresa presentó los equipos de medición calibrados (ver Anexo "O" – IMCO-3211-96-TR-1899) a ser utilizados y su procedimiento correspondiente (ver Anexo "E") el cual se encuentra en el documento IMCO-321196-PRC-E015.

Las pruebas en carrete ó bobina a los cables de Fibra Óptica Multimodo y Monomodo se encuentran en el Anexo "I".

Las pruebas al enlace de F.O del tablero 3211-CCTV-03 y 3211-CCTV-004 (ambos Multimodo) se encuentran en el Anexo "I".

➤ Prueba a Enlaces de Cable STP

IMCO SERVICIOS S.A.C realizó la canalización y tendido de cable STP utilizado en el Área 1; fue la empresa Data Impulse S.A.C contratada directamente por SPCC quien realizó las pruebas de enlace correspondiente a dicho cable.

Dicha empresa colocó los conectores RJ-45 y realizó la conexión en los diferentes equipos del Proyecto.

En el Anexo “P”, se adjunta el documento “Status Transmittal – Anexo D04” generado por la empresa AMG S.A.C. con corte a la fecha 04-03-16 donde se puede apreciar que IMCO SERVICIOS S.A.C no presento ningún procedimiento para pruebas a enlaces de cables STP.

#### 5.5.6 MONTAJE DE INSTRUMENTOS Y TABLEROS

Previo al montaje de instrumentos se indicará 2 trabajos relacionados a la disciplina de Instrumentación realizados en la Sala Eléctrica de Tolvas:

- Pozo a Tierra de Instrumentación.
- Hermeticidad de Sala Eléctrica de Tolvas.

Se describen las actividades realizadas en ambos casos:

- **Pozo a Tierra de Instrumentación:**

Este pozo a tierra fue realizado siguiendo la especificación técnica 3211-96-SE10-0 entregada por SPCC, esta ubicado en lado nor-este de la sala eléctrica de tolvas.

Para la elaboración se uso carbón vegetal, sal industrial, cemento conductor y tierra de chacra. IMCO SERVICIOS S.A.C. suministro el cemento conductor y la tierra de chacra, para el último insumo se realizo un ensayo físico-químico para validar dicho insumo, el cual se encuentra aceptado con comentarios en el documento DTIP-IM-009-538 (ver Anexo “E”, en la carpeta IMCO-321196-PRC-E013).

Para la medición del pozo se uso el procedimiento IMCO-321196-PRC-E013 (método de caída de potencial) en el cual se indica como valor maximo a obtener de 3 ohm.

- **Hermeticidad de Sala Eléctrica de Tolvas**

Esta sala eléctrica ubicada en nivel piso de Torre de Transferencia es de material estructural, la disciplina mecánica realizo el montaje y previo al montaje de equipos eléctricos e instrumentación en interior, se realizó la prueba de hermeticidad según el instructivo IMCO-321196-IST-M01 (ver Anexo "E") el cual fue enviado para aprobación mediante el documento IMCO-3211-96-TR-915.

Dicho instructivo fue aprobado por SPCC con el documento DTIP-IM-009-913.

En dicho documento se debió indicar el grado de protección (IP) que ofrece dicha cobertura, considerando que la sala eléctrica es un equipo.

A continuación se mencionará los instrumentos montados en el Área 1 correspondiente al Vendor NAVEC y los demás Vendors involucrados, para lo cual revisaremos los Diagramas de Tubería e Instrumentación (P&ID) del Vendor y SPCC (3211-6-801 / 802 y 3211-9-729 / 730 respectivamente).

Revisando dichos planos se puede apreciar que difieren en la

información suministrada; así también SPCC consideró añadir algunos instrumentos. En vista que los planos discrepan entre sí, Área de Calidad IMCO elaboró un informe el cual fue enviado mediante documento IMCO-3211-96-TR-741 (el cual contiene el documento IMCO-3211-96-RFI-082) por el Área de Construcción a SPCC. La respuesta de SPCC se da mediante el documento DTIP-IM-009-753. Ver Anexo “J”.

Se enumerara los instrumentos suministrados que fueron utilizados en el Área 1 por su funcionalidad, así también se añade una breve descripción de cada uno en los equipos donde se encuentran montados:

1. Cordón Jalador (Pull Cord)

Interruptor de seguridad manual, utilizado en las fajas transportadoras 3211-BC-001/002 y en las Fajas Alimentadoras 3211-BF-001@006. Llegaron en 2 tipos: simple bandera y doble bandera. Cabe resaltar que cuando se realizo el montaje, no se cumplió lo indicado por el Vendor.

A continuación se muestra lo indicado en el Estándar CEMA 6ta Edición (Anexo “S”):

**“Recomendación CEMA**

*Todas las fajas deberán estar equipadas con un sistema de paradas de emergencia que no puede ser reseteado localmente para reiniciar la faja.*

*Los interruptores de cordón de parada deberán ser examinados anualmente para asegurarse que los componentes mecánicos y eléctricos operan correctamente.*

*Los interruptores de cordón de parada son el método común para proveer paradas de emergencia a lo largo de la faja.*

*Están provistos normalmente a intervalos en ambos lados de la faja y están conectado con un cordón de color. Se debe tener en consideración para seleccionar la mejor ubicación de los cordones ya que en áreas donde hay derrames frecuentes estos son una fuente común de falsas paradas en el sistema de fajas.”*

Algunos accesorios importantes para el montaje de este interruptor son los eyebolt, cable acerado con revestimiento PVC color rojo y los tensores.

Este es el único instrumento que su señal sirve también en la lógica cableada de parada del motor eléctrico, la señal es enviada al cubículo (Fajas Transportadoras) y Variadores de Velocidad (Fajas Alimentadoras).

Ver planos 3211-5-334, 3211-5-432 y 3211-5-123 para detalles de montaje.



**Imagen “25”:** PullCord en Belt Feeder (Creación Propia).

## 2. Interruptor de Des-alineamiento

Los interruptores suministrados por NAVEC son de un solo golpe (ZSHH); mientras que los suministrados por SPCC son de dos golpes (ZSH/ZSHH), los cuales fueron ubicados en la faja de retorno de ambas Fajas Transportadoras.

Debido al tipo (cuenta con accionamiento mecánico) que une al otro extremo de la banda no se pudo realizar el montaje en las Fajas Alimentadoras 3211-BF-001@006 por mínimo espacio entre polines; así también, presenta inclinación en la Faja Transportadora 3211-BC-002.

A continuación se muestra lo indicado en el Estándar CEMA 6ta Edición (Anexo “S”):

### **“Recomendación CEMA**

*Los interruptores de des-alineamiento deberán estar ubicados en ambos lados de la faja, en la salida de la zona de carga y en la entrada del chute de descarga.*

*El desplazamiento permitido antes que el interruptor de des-alineamiento envíe la señal no debe ser mayor a 2 pulgadas ó un 12vo del ancho de la faja, cual sea menor.*

*Interruptores adicionales de des-alineamiento pueden ser adicionados en lugares donde el alineamiento de la faja es crítico.*

*El alineamiento de la faja, particularmente en los puntos de carga y descarga, es crítico para la operación de la misma y evitar derrames. Si el interruptor está configurado para permitir mucho desplazamiento lateral la faja puede moverse fuera por debajo de la zona de descarga y causar grandes cantidades de derrames o aún causar que la faja se voltee sobre sí misma. En la descarga, el derrame puede ser un resultado del des-alineamiento de la faja que se puede acumular en el polín de cabeza y regresar en sentido de retorno de la faja. Des-alineamiento en el lado de retorno usualmente resulta en daños estructurales cuando el borde de la faja, incluidos finos abrasivos, corta a través de piezas estructurales. Los interruptores de des-alineamiento son usualmente el origen de falsas paradas y por lo tanto usualmente deshabilitados por el personal de planta. Las falsas paradas se deben mayoritariamente debido a derrames*

*debido a la sobre carga o carga descentrada que impacta con la palanca activadora.*

*El uso de dispositivos alineadores de fajas junto con el mantenimiento preventivo de los controles eléctricos en la mejor manera para asegurar que los interruptores de des-alineamiento operen como se requiere siendo la última línea de defensa contra el des-alineamiento.”*

Los interruptores que se montaron en las fajas transportadoras cuentan con una cubierta de protección. Ver planos 3211-5-122, 3211-5-335 y 3211-5-431 para detalles de montaje.



***Imagen “26”: Des-alineamiento en Belt Conveyor  
(Creación Propia).***

### 3. Velocidad Cero (Zero Speed)

Este interruptor se encuentra montado en el tambor de cola de las Fajas Transportadoras 3211-BC-001/002 y en las Fajas Alimentadoras 3211-BF-001@006.

También se encuentra este instrumento en las Válvulas Rotativas 3211-VR-001/002 y Transportador de Tornillo 3211-TH-001/002, los cuales llegaron montados.

A continuación se muestra lo indicado en el Estándar CEMA 6ta Edición (Anexo "S"):

#### ***"Recomendación CEMA***

*Se deberá colocar un interruptor de velocidad cero en cada polín mayor que no sea motriz en el sistema de fajas. Un polín mayor incluye polines de fin y polines de curva.*

*Los interruptores de velocidad cero son muy útiles para indicar los problemas con la faja así como los componentes giratorios principales de una faja. Si bien su función principal es indicar cuando un polín crítico no está rotando, las señales combinadas también pueden alertar a la sala de control sobre derrames y rupturas de la faja. Cuando la faja empieza a resbalar en un polín que no puede girar adecuadamente existe una cantidad significativa de calor que se acumula en un corto periodo de tiempo. Esto puede dañar a los polines, la faja o aún iniciar fuego. Cuando la faja se divide algunos*

*polines pueden seguir rotando mientras que otros se detienen. Aunque existe poco tiempo para reaccionar a la ruptura de una faja existen otras acciones que pueden ser tomadas, como apagar la alimentación a la faja para minimizar el problema.”*

En campo se encuentran de dos tipos: contacto directo (usado en las Fajas) y sin contacto (sensor de proximidad tipo inductivo).

Ver planos Vendor en Anexo “K”



**Imagen “27”:** *Velocidad Cero en Belt Conveyor (Creación Propia).*

#### 4. Interruptor de Inclinación (Tilt Switch)

Estos instrumentos están ubicados en el tambor de cabeza de las Fajas Transportadoras 3211-BC-001/002 y las Fajas Alimentadoras 3211-BF-001@006, cuentan con un Control

Relay en el cual podemos modificar la sensibilidad. Cabe resaltar que el Tilt Switch ubicado en la cabeza de la Faja 3211-BC-002 es de acero inoxidable.

A continuación se muestra lo indicado en el Estándar CEMA 6ta Edición (Anexo “S”):

**“Recomendación CEMA**

*Cada chute de transferencia que es parte del circuito principal de flujo deberá estar equipado con un detector de bloqueos que detendrá la faja cuando se activa pero que no permite reiniciar la faja con solo resetear el detector de bloqueo del chute.”*

Las Mangas Retráctiles 3211-MR-001/002 también cuentan con dos instrumentos cada uno. Estos se encuentran ubicados en la parte inferior separados aproximadamente 180°, verifican si existe material alrededor de la manga. Si bien es cierto que en los Planos SPCC indican que se conectan en el Tablero de Control 3211-TC-002, se realizó una modificación en campo donde indicaron que se conecte en cubículo ubicado en Centro de Control de Motores 3211-MCC-004.



**Imagen “28”:** *Tilt Switch en Belt Feeder (Creación Propia).*

#### 5. Sirena y Baliza

Las Fajas Transportadoras cuentan con dos sirenas/balizas, las cuales están ubicadas en el tambor de cabeza y cola respectivamente. En las Fajas Alimentadoras solo se cuenta con una sirena/baliza. La baliza trabaja en forma intermitente y es activada previo al arranque de las fajas ó cuando se activa cualquier protección de la banda.

A continuación se muestra lo indicado en el Estándar CEMA 6ta Edición (Anexo “S”):

#### **“Recomendación CEMA**

*Instalar alarmas de pre arranque donde sean requeridos por regulaciones gubernamentales o donde el personal trabaje*

*rutinariamente alrededor de fajas descubiertas que son controladas remotamente.*

*Instalar alarmas de pre arranque en número suficiente para que el sonido o luz de la alarma sean audibles y visibles desde todos los puntos a lo largo de la faja.*

*El periodo de alerta debe ser dos segundos o lo requerido por las regulaciones.”*



**Imagen “29”: Sirena/Baliza en Belt Feeder (Creación Propia).**

#### 6. Banda Rota

Este instrumento se encuentra montado en las Fajas Transportadoras 3211-BC-001/002 y en las Fajas Alimentadoras 3211-BF-001@006.

Como su nombre indica, este instrumento se activará si la banda sufre un corte.

A continuación se muestra lo indicado en el Estándar CEMA 6ta Edición (Anexo “S”):

**“Recomendación CEMA**

*Un detector de rasgado deberá ser instalado en cada faja donde exista la posibilidad de sólidos o metal atrapado logren penetrar la faja y creen una rasgadura en la faja.*

*El detector de rasgados esta mejor ubicado en el lado de material cargado de la faja inmediatamente después del punto de que el material a granel es cargado en la faja.*

*En las fajas donde exista la posibilidad de que un rasgado ocurra en ubicaciones múltiples y por una amplia gama de razones se recomienda el uso de una faja especializada con un sistema integrado de detección de rasgado.*

*Existe una amplia variedad de detectores de rasgado y ruptura. Algunos son accesorios aislados y algunos son parte integral de la faja, dependiendo de la aplicación. La teoría de operación varía desde simples dispositivos de parada con alambre hasta sistemas electrónicos sofisticados. Existen varias maneras que la faja puede ser penetrada o cortada lo importante es seleccionar un dispositivo que detecte el problema que crea un problema significativo. Por ejemplo si se está transportando una carga con alto valor unitario,*

*cualquier agujero puede causar una pérdida de suma considerable de producto. En este caso se debe saber si la faja ha sido penetrada, independientemente si dicho evento deriva en un rasgado o corte de la faja. En otras aplicaciones como el chancado de agregados, es común que fragmentos afilados agujereen la faja. En esta aplicación con tal elevada ocurrencia, buscar y reparar los agujeros es una de las prioridades en el listado de mantenimiento preventivo. En este caso es más importante detectar un rasgado grande que un pequeño agujero.”*



**Imagen “30”: Banda Rota en Belt Conveyor (Creación Propia).**

## 7. Tensión de Faja

Estos instrumentos se encuentran montados en los sistemas de tensado de ambas Fajas Transportadoras 3211-BC-001/002, NAVEC considero solo ZSL (interruptor de posición baja), pero en Planos SPCC además considero el ZSH (interruptor de posición alto).

Ambos son instrumentos de proximidad tipo inductivo.

A continuación se muestra lo indicado en el Estándar CEMA 6ta Edición (Anexo "S"):

### ***"Reinicio de Sobregiro***

*Los interruptores de sobregiro pueden ser ubicados en los extremos de los contra pesos ó del dispositivo de reinicio de sobregiro. En la distribución de contrapeso por gravedad el accionamiento del interruptor de sobregiro en la parte superior puede sugerir la condición de atascamiento de la estructura de la faja. El interruptor de sobregiro inferior puede indicar un alargamiento de la faja ó una sección colgante de estructura de faja. Movimiento excesivo durante el arranque ó parada indica control de tracción inadecuado ó una avería."*

## 8. Transmisor de Presión Diferencial

Los transmisores de Presión Diferencial llegaron montados en interior de tablero de control "Goyen" suministrado con los

Colectores Compactos 3211-DC-004@010.

Estos tableros disponen en su interior de una tarjeta E/S: P-CTX la cual tiene una salida de 4 – 20 mA que puede utilizarse para monitorización de la presión diferencial.

Los Filtros de Mangas 3211-FM-001/002 también cuentan con un tablero de control el cual proporciona señal análoga 4-20 mA.

En ambos casos, se realizó el montaje y conexión de los puntos de medición de aire alto y bajo usando el tubing suministrado por el Vendedor.



**Imagen “31”: Transmisor DP en Belt Feeder (Creación Propia).**

#### 9. Indicador de Presión Diferencial

Los únicos indicadores de Presión Diferencial se encuentran ubicados a un costado de los Filtros de Manga 3211-FM-001/002.

Al igual que en los transmisores de presión diferencial, se realizó el montaje y conexión de los puntos de medición de aire alto y bajo.

#### 10. Interruptor de Posición

Se encuentran ubicados en el Chute Pantalón 3211-PH-001 (3 Und.), estos instrumentos nos darán la posición actual del Pistón Neumático y así podremos saber en que Tolva 3211-RH-001/002 podremos almacenar concentrado ó ambas.

Estos instrumentos de proximidad son del tipo inductivo.



***Imagen "32": Interruptor de Posición en Chute Pantalón (Creación Propia).***

#### 11. Solenoides

Los solenoides que energizaremos controlan el recorrido del flujo de aire presurizado, estos se encuentran en el Pistón Neumático FCV-321313 ubicado en el Chute Pantalón 3211-

PH-001 (5x2 y 3x2(2 Und.)); y los Cañones Neumáticos 3211-CT-001@012 ubicados en ambas Tolvas 3211-RH-001/002 (5x2).

A pesar que no se muestran en los planos SPCC, el Tablero Goyen de los Colectores Compactos 3211-DC-004@010 controlan la secuencia de limpieza de los filtros mediante solenoides (válvulas tipo diafragma montadas por el Vendor); al igual que en el Tablero de los Filtros de Mangas 3211-FM-001/002.

#### 12. Interruptor de Atoro

En los Planos NAVEC y SPCC indican un instrumento que estará montado en ingreso de los Transportadores de Tornillo 3211-TH-001/002, sin embargo en campo se puede apreciar que ningún instrumento puede ser montado en dicha ubicación.

Sin embargo en la extensión del Chute Pantalón 3211-PH-001 hay 2 coplas donde se montaron los instrumentos de proximidad tipo capacitivos suministrados.

Las Mangas Retráctiles 3211-MR-001/002 cuentan con un instrumento tipo capacitivo en la parte inferior – interior, el cual vino montado por el Vendor. Si bien es cierto que en los Planos SPCC indica que se conecta en el Tablero de Control 3211-TC-002, se realizó una modificación en campo donde

indicaron que se conecte en cubículo ubicado en Centro de Control de Motores 3211-MCC-004.

En ambos casos, el instrumento enviará una señal cuando el concentrado haga contacto con su sonda de medición.

### 13. Finales de Carrera

Estos instrumentos se encuentran en las Mangas Retractivas 3211-MR-001/002, están en la parte superior y son 3 Und. por equipo.

Sirven para evitar que la Manga funcione como una guillotina cuando se suelte el cable de acero con el cual la Manga asciende y desciende.

El tercero indica la altura máxima a la cual puede ascender la manga retráctil.

Si bien es cierto que en los Planos SPCC indican que se conectan en el Tablero de Control 3211-TC-002, se realizó una modificación en campo donde indicaron que se conecte en cubículo ubicado en Centro de Control de Motores 3211-MCC-004.

### 14. Transmisor de Nivel Tipo Radar

Estos transmisores se encuentran ubicados en las Tolvas de Almacenamiento 3211-RH-001/002.

A continuación se muestra lo indicado en el Estándar CEMA

6ta Edición (Anexo “S”):

**“Recomendación CEMA**

*Consultar a un miembro CEMA durante el diseño del sistema para una recomendación del interruptor de nivel más apropiado para su aplicación.*

*Los interruptores de nivel en chutes puede ser parte integral del sistema de control por lo tanto es crítico seleccionar el modelo apropiado y ubicarlo en la mejor ubicación. Los interruptores de nivel de chute son susceptibles a acumulación de material que evita su operación.”*

Según la lógica de funcionamiento, estos instrumentos son los iniciadores del proceso de manejo de material, debido a que indicaran si la tolva puede ó no recibir material concentrado.

El montaje al proceso es mediante una conexión bridada de 3”.



**Imagen “33”:** Transmisor de Nivel en Tolva (Creación Propia).

## 15. Cámaras (Circuito Cerrado de Televisión, CCTV)

En el Área 1, se dispone de dos cámaras 3211-CA-003/004, cada una tiene su tablero 3211-CCTV-003/004.

La cámara 3211-CA-003 se encuentra ubicada en la transición de las Fajas Transportadoras 3211-BC-001/002, y su tablero se encuentra en la pasarela correspondiente al Colector Compacto 3211-DC-008.

La cámara 3211-CA-004 se encuentra ubicada en el lado de ingreso de los Volquetes a la Torre de Transferencia, mientras que su tablero se encuentra en el interior de la Sala Eléctrica de Tolvas.

A continuación se muestra lo indicado en el Estándar CEMA 6ta Edición (Anexo “S”):

### **“Sobrecarga en la Faja**

*Un sistema de fajas está protegido contra sobrecargas por la sobre carga en el motor eléctrico. La sobre carga en el motor puede ser simplemente aleación bi metálica ó eutéctica ó un complejo modelo térmico computarizado del motor (o motores). Un sensor tipo “paleta” de carga de la faja puede detectar una sobre carga de la faja en un punto específico. Las fajas más complejas están protegidas contra sobrecarga con balanzas que pesan la carga en un punto determinado, ó*

*sensor sin contacto de perfil de faja, tales como ultrasónico, radar, laser ó video pueden medir la profundidad de la carga en la faja. Basado en la densidad propuesta del material, el tonelaje por ahora se puede estimar.”*

#### 16. Tablero de Control

Los Tableros de Control correspondientes al Área 1 (3211-TC-002) ubicado en Sala Eléctrica de Tolvas y en el Área 5 (3211-TC-001).

Dichos tableros cuentan en su interior con un PLC (Controlador Logico Programable) en el cual tiene almacenada la lógica de control y un HMI (Interfaz Humano – Máquina) en el cual se muestra las pantallas configuradas por Vendor Controlteck.

A continuación se muestra lo indicado en el Estándar CEMA 6ta Edición (Anexo “S”):

#### **APARATOS DE CONTROL DE LA FAJA**

*Cada sistema de control de fajas está respaldado por un aparato de control. El control industrial tradicional depende de relés, cronómetros, dispositivos de ingreso discreto como pulsadores y selectores. Actualmente, la mayoría de sistemas de fajas utiliza cualquier forma de control computarizado. Cada de sistema de control de fajas se comunica con los*

*operadores y encargados mediante el sistema de interfaz hombre máquina (HMI).*

### **Control Basado en Computadora**

*El control basado en computadora implica control a tiempo real con sistema basado en un microprocesador con una sección de ingreso, sección de proceso y una sección de salida. Ejemplos de fajas controladas por computadora incluyen controladores lógicos programables (PLC), sistema de control distribuido (DCS), computadora personal (PC) y micro-controladores de tarjeta única. En entornos industriales, el PLC es la plataforma más común de control. El control computarizado provee un ambiente lógico programable donde los cambios individuales y características se pueden configurar para ajustarse a las necesidades individuales de cada faja. El control computarizado es robusto, confiable, rentable y flexible. Los sensores de ingreso son la faja, interruptores de protección de equipos y transductores. Los ingresos son análogos y digitales. Ejemplos de ingresos digitales son interruptores de alineamiento de faja e interruptores de llenado de chute. Los ingresos digitales tienen dos condiciones "on" y "off". Los ingresos digitales normalmente están energizados por una fuente de baja energía como 120V AC ó 24 VDC. Ejemplo de ingresos*

*análogos son corrientes de motor de fajas, temperaturas en los rodamientos, vibración, nivel de contenedores y presión hidráulica. Transductores análogos también miden propiedades físicas y convierten la medición en un rango eléctrico lineal. Las señales análogas comunes de ingreso son 4-20 mA, 1-5 VDC y 0-10 VDC. La sección de procesamiento de la computadora evalúa los ingresos, aplica lógica de control, reglas, algoritmos y controla la sección de salida. La sección de procesamiento también soporta comunicación en serie para terminales de programación, banda ancha de datos, redes e impresoras.*

*Los dispositivos de salida son los elementos de acción controlados por el sistema de control de la faja. Las salidas son análogas ó digitales. Las salidas digitales normalmente están operadas a bajo voltaje AC o DC con un rango de control común. Ejemplo de salidas digitales son arrancadores, relés, luces, sirenas, solenoides y válvulas. Los dispositivos análogos de salida toman una señal eléctrica análoga y proveen acción física proporcional. Ejemplos son los posicionadores de válvula, actuadores de compuerta, dispositivos de control de velocidad de faja y controles de velocidad del alimentador. Los sistemas computarizados soportan ingreso/salida local y remota. Ingreso/salida local está ubicado con la unidad de procesamiento e ingreso/salida*

*remota está distribuida a lo largo de millas de distancia de la unidad de proceso. El ingreso/salida remoto se comunica con la unidad de proceso con un método único de telemetría complejo, único para cada control computarizado. El control computarizado se puede comunicar con otros sistemas computarizados de control mediante enlaces seriales de datos, banda ancha de datos ó redes locales.*

### **Interfaz Hombre - Máquina**

*La interfaz hombre - máquina (HMI) es la suma total de los dispositivos que comunican la información a los operadores, encargados, personal de mantenimiento y supervisión del sistema de fajas. Ejemplo de HMI de nivel bajo son luces piloto, sirenas, contadores, amperímetros, voltímetros. HMI de nivel bajo se comunican con el sistema de ingreso/salida mediante señales discretas. Ejemplo de HMI de nivel medio son pantallas alfanuméricas, sintetizadores de voz, teclados y pantallas pequeñas LCD. HMI de nivel medio se comunica con el sistema de ingreso/salida mediante señales discretas, binarias o puertos paralelos BCD ó datos en serie. Estaciones HMI de gran tamaño incluyen CRT, pantallas planas TFT o terminales gráficas de plasma de gas con ingreso del operador a través de teclado, paneles de membrana, cubiertas distribuidas y pantallas táctiles. Las estaciones HMI*

*de mayor tamaño están controladas por computadoras y se comunican con el PLC de control mediante protocolos de red de área local ó serial. Las terminales HMI pueden proveer la información del estado, permitir el ingreso por parte del operador, mostrar mensajes de alarma en el orden de ocurrencia con los datos y el tiempo, mostrar tendencias y guardar la información para su almacenamiento permanente.*

*El costo de HMI de alta gama se está reduciendo. Las opciones de embalaje se están incrementando. La configuración de usuario se está volviendo más amigable.”*

La alimentación de estos tableros proviene de los tableros de Alimentación 3211-DPJ-001 y 3211-DPJ-002 ubicados en las mismas áreas.

#### 17. Tablero de Alimentación

Estos Tableros alimentan a los instrumentos: Interruptor de Inclinación (Tilt Switch), Interruptor de Atoro, Transmisores de Presión Diferencial, Indicadores de Nivel, Cámaras CCTV. También a los Tableros de Control y Tablero de Comunicación.

Las fuentes de alimentación ininterrumpida 3211-UPS-001/002 suministran energía a estos Tableros.

## 18. Tablero de Conexión

Existen 7 Tableros de Conexión 3211-TBJ-001@007, los cuales están distribuidos de la siguiente manera:

Los primeros cuatro tableros 3211-TBJ-001@004 se ubican en el interior del túnel, dos en el Faja Alimentadora 3211-BF-002 y dos en la Faja Alimentadora 3211-BF-003, las señales llegan al tablero de control 3211-TC-001.

Los tres restantes 3211-TBJ-005@007 se ubican en el ingreso rampa lado norte del túnel y en la Torre de Transferencia (2do y 3er nivel), las señales llegan al tablero de control 3211-TC-002.

## 19. Botonera de Campo

Cada equipo eléctrico ubicado en campo cuenta con una botonera para su arranque. Las señales de dicha botonera llegan al cubículo (Arrancador en CCM) y Variadores de Velocidad (en el caso de los Belt Feeders) formando parte de la lógica cableado del control interno.

Las señales en cada botonera son las siguientes: Arranque, Parada y Parada de Emergencia.

Se puede apreciar en los planos P&ID (3211-9-729-4 y 3211-9-730-3) que indican un selector de Manual / Automático, sin

embargo este fue retirado a solicitud del Cliente. El Jog (Pique ó Prueba) solo fue utilizado en las Fajas Transportadoras 3211-BC-001 / 002.

A continuación se muestra lo indicado en el Estándar CEMA 6ta Edición (Anexo “S”):

#### **“Parada/Arranque**

*Un sistema de fajas es normalmente provisto con una o más estaciones de control para los operadores. Las estaciones de arranque normalmente requieren una acción momentánea por parte del operador para iniciar la secuencia de arranque. Las estaciones de parada normalmente monitorean un ingreso sostenido para un permisivo de operación. Estaciones de arranque manual pulsado son estaciones especiales de arranque que permiten a la faja operar cuando el operador se encuentra permanentemente en la estación y presionando el botón. Algunas fajas complejas tienen varias estaciones de operación distribuidas en diversas ubicaciones. Nuevamente, una estación de arranque/parada es un dispositivo de control y no debe ser considerado un “bloqueo” de la fuente de energía de la faja.”*

#### 20. Electroimán

Este equipo se encuentra ubicado en la cabeza de la Faja Transportadora 3211-BC-002. Para realizar el montaje de este

equipo es necesario un frame (estructura) debido a que dicho equipo se encuentra suspendido (ver Anexo “K”, Equimag).

La principal función de este equipo es evitar el ingreso de metales a las Tolvas de Almacenamiento 3211-RH-001 / 002.

Una vez captado el material ferroso, es arrastrado usando la faja ubicada en el equipo para luego ser dispuesta en un contenedor ubicado a un costado de la faja y su posterior retiro por el operador. Según lo mencionado, se puede indicar que dicho equipo es auto-limpiable.

A continuación se muestra lo indicado en el Estándar CEMA 6ta Edición (Anexo “S”):

**“Recomendación CEMA**

*Un separador magnético deberá ser instalado en las ubicaciones en el sistema de fajas donde es posible que se puede introducir metal errante.*

*Solo los materiales que puedan ser magnetizados pueden ser retirados mediante el uso de un imán.*

*Existen dos métodos de construir separadores magnéticos: 1. Imanes permanentes y 2. Imanes generados por electricidad o electro-imanés. El tipo de faja considerada usualmente determinará el método de magnetismo a ser utilizado.*

*Separadores con imanes permanentes son considerados usualmente de menor costo en el inicio, menor peso, menor en tamaño y no tener costos operativos, ya que el imán no requiere una conexión eléctrica para energizar los imanes.*

*Separadores con electroimanes son usualmente más poderosos, produciendo campos magnéticos más fuertes y penetrantes. Esto permite operar a través de mayores espesores de cargas de material transportado y en fajas de mayor velocidad de transporte.*

*La siguiente consideración en el diseño es a determinar si un imán auto limpiable es ventajoso. El factor determinante es usualmente el volumen de metal errante a ser retirado. Si la aplicación está usualmente limpia y la preocupación es retirar solo unas piezas de metal con poca frecuencia, el imán auto limpiable, de mayor costo, no será requerido. Si el volumen de metal errante es casi continuo, el imán auto limpiable será más eficiente y menos costoso a largo plazo.*

*La siguiente consideración es determinar el tipo de separador. Fajas transportadoras de material granel típicamente utilizan 3 tipos de separadores: 1 polines magnéticos 2. Imán suspendido y 3. Separador de faja cruzada.*

*El separador de faja cruzada está suspendido encima pero a un ángulo cruzado o perpendicular a la faja transportadora de*

*material, de ahí el nombre de separador de faja cruzada. La faja cruzada puede ser imán permanente o electro imán y está disponible en diversos rangos de fuerza magnética para adaptarse a las aplicaciones específicas. Es una solución continua, auto limpiable. El metal errante en el material transportado es atraído hacia el imán y se adhiere a la faja separadora. La faja separadora es rastrada y las cuchillas retiran el material ferroso y lo descargan un chute a un lado de la faja. Un chute direccionador de acero inoxidable o polímero puede ser utilizado para direccionar el flujo de metal errante retirado.*

*La información mencionada líneas arriba puede ser usada como un lineamiento general. Para una recomendación específica para una aplicación específica contactar directamente al fabricante del separador magnético.*

*La información requerida usualmente por el fabricante para determinar el imán recomendado para la aplicación específica, generalmente incluye: descripción del material transportado, incluyendo considerado para temperatura elevada, volumen en toneladas por hora, humedad del material, profundidad de la carga, ancho de faja, velocidad de la faja en pies por minuto, descripción de los polines de carga, inclinación de la faja en grados en el punto de instalación del*

*imán, tipo, tamaño y cantidad de metal ferroso a ser retirado y tipo de imán preferido. Esta información y la distancia a la que se ubique la cara del imán con respecto al fondo del material transportado en la faja tendrán gran influencia en la efectividad del imán.”*

### **5.5.7 PROTOCOLOS DE COMUNICACIÓN**

En el proyecto como se indica en el documento de alcance de construcción 321196-CAC-1, no es parte del alcance la configuración, integración y suministro de todo el hardware y software necesarios para la correcta instalación y operación del sistema la cual es responsabilidad netamente del Proveedor. Corresponde solo en el alcance la canalización y el cableado necesario.

Las distancias entre áreas y edificios que deban ser cubiertos definirá el tipo de cable que se utilizará. Si estas distancias son muy amplias, se usara una troncal de fibra óptica la que permitirá incorporar en el mismo cable las redes Devicenet, Ethernet, además de otros sistemas de comunicaciones (sistema de seguridad, detección de incendios, etc.)

#### **BUS DE CAMPO (FIELDBUS)**

Es la red que permitirá la comunicación hacia/desde la instrumentación de campo y el equipamiento eléctrico (que residirá en los CCMs) y el sistema de control. En particular se definen los siguientes usos preferentemente según el tipo de red:

Red de Instrumentación:

- ✓ Hart (no se utilizo)
- ✓ Modbus (Colectores Compactos)

Red de Equipamiento Eléctrico

- ✓ Devicenet (CCMs y Variadores de Velocidad)
- ✓ Ethernet TCP/IP (CCMs y CCTV)

### Red de Instrumentación

El protocolo de comunicación Hart no fue utilizado, a pesar que los Transmisores de Nivel tipo Radar LE/LIT-321304 y LE/LIT-321305 ubicados en las Tolvas de Almacenamiento tienen dicha salida.

En el Tablero de Control 3211-TC-002 no se cuenta con un slot para este protocolo de comunicación.



**Imagen "34": Transmisor de Nivel tipo Radar HART (Creación Propia).**

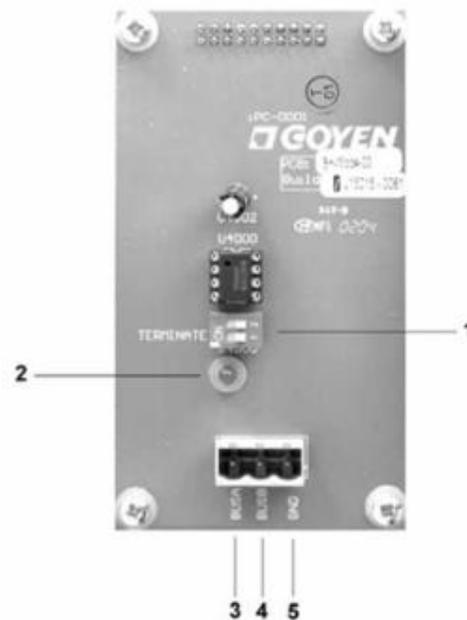
La red Modbus a diferencia de la anterior, si fue utilizada y se puede identificar en los planos de I/O de los PLCs (Tablero de Control 3211-TC-001 y 3211-TC-002).

La red Modbus del tablero de control 3211-TC-001 esta compuesta por la señal del Transmisor de Presión Diferencial de los Colectores Compactos (3211-DC-004@008) correspondientes al Área 1, los Colectores Compactos 3211-DC-001/002 y los Ventiladores Centrífugos 3211-CF-001@004 del Área 2.

La red Modbus del Tablero de Control 3211-TC-002 esta compuesta por la señal del Transmisor de Presión Diferencial de los Colectores Compactos 3211-DC-009/010.

IMCO SERVICIOS S.A.C. envió una Instrucción General de Obra (IGO) mediante el documento IMCO-3211-96-TR-1826 para aprobación por SPCC (DTIP-IM-09-1867).

En el interior de los Tableros Goyen, se dispone de una tarjeta de P-MOD (ver Anexo "K" – Donaldson).



**Descripción:**

Interruptor para resistencia de terminación (DIP 1)

Indicador LED de comunicación

Bus A (RS485+)

Bus B (RS485-)

GND (Masa / Drenaje)

***Imagen “35”: Tarjeta MODBUS en Colectores Compactos.***

Esta tarjeta de red funciona utilizando el protocolo de comunicación RTU Modbus (Unidad Terminal Remota), lo que nos permite la programación y la monitorización remota.

Verificar en el tablero del Colector Compacto final de que el interruptor DIP 1 de la resistencia de terminación este puesto en la posición ON. Esto conecta la resistencia de 120 ohm presente en la

placa. No es necesaria una resistencia aparte.

### **Red de Equipamiento Eléctrico**

La red de comunicación Devicenet, es la red para la adquisición de datos a nivel de CCMs (3211-MCC-001 y 3211-MCC-004), desde los módulos de protección y control de baja tensión (MM200); así como los variadores de velocidad PowerFlex de cada Belt Feeder 3211-BF-001@006.

La red de comunicación Ethernet es usada a nivel de Sala de Control y Controladores de Proceso (PLC). Así también, el CCTV (cámaras 3211-CA-003 y 3211-CA-004) y las variables eléctricas de los MCCs (ION 735) utilizan el mismo protocolo de comunicación.

Todos estos equipos estarán conectados en el Tablero de Comunicación 3211-TCO-001 el cual se encuentra en la Sala Eléctrica Principal (Área 5).

A continuación se muestra lo indicado en el Estándar CEMA 6ta Edición (Anexo "S"):

#### ***"Telemetría***

*Telemetría es la distribución del control de la faja y las señales de información en distancias significativas. Ya que las fajas transportan material a lo largo de áreas larga, algunas fajas requieren señales de telemetría. El cable de señal de telemetría puede ser simplemente un cable multiconductor con control digital DC on/off. La señal de*

*telemetría puede involucrar a más de una señal múltiple en un solo cable. Actualmente la telemetría puede involucrar la conversión de señales eléctricas a transmisión serial de datos computarizados, a señales de luz a ser transmitidas en fibra óptica ó a transmisión inalámbrica de radio. Control, interfaz de operación remota y monitoreo de fajas puede ser distribuido en redes ó en tecnología inalámbrica más moderna.”*

#### **5.5.8 INSTRUMENTOS SCI (NFPA 72, 2002)**

Como el Sistema Contra Incendio pertenece al Área 6, no se esta considerando información relacionada a estandarización de documentos (Transmittal y RFIs (Solicitud de Información)) para validar la información que se colocará en este Ítem.

IMCO SERVICIOS S.A.C. al no ser una empresa especialista en Trabajos de Sistemas Contra Incendios, contrata a la Empresa WESTFIRE SUDAMERICA S.R.L. para los trabajos a ser realizados en el Proyecto.

WESTFIRE realizó mejoras a la ingeniería básica realizada por SPCC, para lo cual presento un informe (Ver Anexo “Q”); así también, presento los planos correspondientes para inicio de actividades.

La norma NFPA 101 – Código de Seguridad Humana, indica lo siguiente (Ver Anexo “S”):

*“40.3.4.1 General. Un sistema de alarma contra incendios debe ser requerido conforme a la sección 9.6 para ocupaciones industriales, a menos que el total de la capacidad de la construcción este por debajo de 100 personas y, de estos, menos que 25 personas están por encima o debajo del nivel de salida de descarga.”*

*“9.6.1.3 Un sistema de alarma contra incendios requerido para la seguridad humana debe ser instalado, probado y mantenido de acuerdo con los requerimientos aplicables del NFPA 70, y NFPA 72 (Código Nacional de Alarma Contra incendios), a menos que esté aprobado en una instalación existente, el cual debe ser permitido su uso.”*

*“9.6.1.7 Para los fines de este código, un sistema completo de alarma contra incendios debe suministrar funciones para la iniciación, notificación y control, el cual debe funcionar como sigue:*

*(1) La función de iniciación proporciona la señal de entrada al sistema.*

*(2) La función de notificación es el medio por el cual el sistema avisa que una acción humana es requerida en respuesta a una condición particular.*

*(3) La función de control proporciona salidas al equipamiento de control de la construcción a mejorar la protección de la vida.”*

Como indica el Código de Seguridad Humana, este nos hace mención al Código NFPA 72, el cual es utilizado por la Empresa WESTFIRE para realizar el montaje de todos los instrumentos correspondiente a esta Área.

Cabe resaltar que el Estándar CEMA 6ta Edición hace mención a este Control de Protección en las Fajas:

***“Detección de Fuego***

*“Algunas fajas pueden transportar materiales combustibles y están provistas con sistemas de detección de fuego. Estos sistemas pueden consistir de interruptores térmicos de parada ubicados puntualmente ó distribuidos por encima de la faja, sensores de humo, sensores de monóxido de carbono ó sensores de temperatura por fibra óptica.”*

A continuación se enumera y se realiza una descripción de los instrumentos que fueron montados en el Área 1 (ver Anexo “Q”):

➤ Estaciones Manuales

Las estaciones manuales fueron instaladas a lo largo del interior del túnel y en ambos lados. Se cuenta también con estaciones manuales en los tres niveles de la Torre de Transferencia y en la Sala Eléctrica de Tolvas.

Algunos extractos importantes tomados del NFPA 72 (Ver Anexo “S”):

*“5.12.6 Las cajas de alarma contra incendios manual debe ser ubicada a menos de 1.5 mts. (5 pies) de la puerta de salida en cada salida de cada piso.*

*5.12.8 Las cajas de alarma contra incendios manual deben ser suministradas de modo que la distancia a la caja contra incendios manual más próxima no sea mayor que 61 mts. (200 pies) medido horizontalmente en el mismo nivel.”*



***Imagen “36”: Estación Manual (Creación Propia).***

➤ Sirena y Luz Estroboscópica

La disposición de las Sirenas y Luces Estroboscópicas se dio en las Fajas Transportadoras 3211-BC-001/002 y en interior de Sala Eléctrica de Tolvas. Importantes para indicar la evacuación del personal ante la presencia de un incendio.

Algunos extractos importantes tomados del NFPA 72 (Ver

Anexo “S”):

*“7.4.6.3 Si la combinación de aparatos audibles / visibles son instalados, la ubicación del dispositivo montado debe ser determinado por el requerimiento 7.5.4.*

*7.5.4 Ubicación del dispositivo. Dispositivos montados en pared deben ser colocado de modo que todo el lente no esté por debajo de 2.0 mts. (80”) ni por encima de 2.4 mts. (96”) con respecto al piso terminado.”*

*“7.4.1.2 El nivel de presión del sonido total producido por la combinación del nivel de presión del sonido del ambiente y la operación del dispositivo de notificación audible no debe exceder los 120 dBA en ningún lado del área operativa.*

*7.5.2.1 El color de la fuente de iluminación debe ser clara o blanco nominal y no debe exceder los 1000 cd (intensidad efectiva).”*



**Imagen “37”:** *Sirena y Luz Estroboscópica (Creación Propia).*

➤ Detector Térmico Lineal

Este instrumento solo es usado en las Fajas Transportadoras 3211-BC-001/002 en ambos lados de la Banda.

En la Faja Transportadora 3211-BC-001 se realizó en tres tramos usando en los extremos finales una resistencia.

En la Faja Transportadora 3211-BC-002 se realizó en dos tramos usando en los extremos finales una resistencia.

Extracto importante tomado del NFPA 72 (Ver Anexo "S"):

*"5.6.3.2.3 Cuando un detector de tipo lineal es usado en cualquier aplicación que proteja un área expuesta, las instrucciones de instalación del fabricante deben ser seguidas."*



**Imagen "38": Detector Térmico Lineal (Creación Propia).**

➤ **Detector Térmico Puntual**

Solo se montaron 2 Und., el primero fue montado en la torre de tensado correspondiente a la Faja Transportadora 3211-BC-002 y el segundo fue montado en la cabeza de la misma Faja Transportadora.

Extracto importante tomado del NFPA 72 (Ver Anexo "S"):

*"5.6.2.3 Identificación. El sensor de calor debe ser marcado con su temperatura de operación."*

➤ **Detectores de Humo**

Estos instrumentos fueron montados en interior de Sala Eléctrica de Tolvas.

Extracto importante tomado del NFPA 72 (Ver Anexo "S"):

*"5.7.3.1.2 El diseño debe considerar la contribución de los siguientes factores para predecir la respuesta del sensor a un incendio anticipado el cual el sistema este destinado a responder:*

- (1) Forma y superficie de Techo.*
- (2) Altura de Techo.*
- (3) Distribución del Contenido en el área a ser protegida.*
- (4) Características de Combustión de los materiales ubicados en el área a ser protegida.*
- (5) Ductos de Ventilación.*
- (6) Temperatura Ambiente, presión, altitud, humedad y atmósfera."*

➤ Válvulas Mariposa

Se cuenta con cinco válvulas mariposa, cuatro de ellas fueron montadas en interior del túnel (una en cada Belt Feeder) y la última fue montada en el Soporte de Galerías (ingreso lado Norte del Túnel).

Se monitorean estas válvulas debido a que el cierre de estas podría representar un mal funcionamiento del sistema, el cual no permitiría el flujo de agua en la red de tuberías afectadas a pesar de estar sucediendo un incendio.

Algunos extractos importantes tomados del NFPA 72 (Ver Anexo "S"):

*"5.13.1.2 La señal será iniciada durante las primeras dos vueltas de la manija o 1/5 de la longitud de carrera de la válvula de control desde la posición inicial.*

*5.13.1.4 Un dispositivo de iniciación para supervisar la posición de una válvula de control no debe interferir con la operación de la válvula, obstruir el visor del indicador o evitar el acceso para el mantenimiento de la válvula."*

➤ Sistema de Detección Temprana

Este sistema de Detección Temprana fue instalado en interior de Sala Eléctrica de Tolvas, consta del Panel VESDA VLF que realiza el control y las tuberías de medición.

Esta es una mejora a la ingeniería básica de SPPC, al utilizar

una detección cruzada en los cuartos (Sala Eléctrica) que contengan sensores de humo para evitar problemas de falsas alarmas que puedan generar paradas de planta innecesarias.



**Imagen "39": Sistema de Detección Temprana (Creación Propia).**

➤ Rociadores

Los rociadores fueron montados a lo largo de las Fajas Transportadoras 3211-BC-001/002.

Estos elementos no disponen de cableado, por lo tanto trabajan en coordinación con los sensores de flujo.

El panel de detección de incendios detecta la ruptura de un bulbo del rociador, el cual ocasiona flujo de agua.



**Imagen “40”:** Rociadores (Creación Propia).

- Multitone  
Cumple la misma función de la Sirena y Luz Estroboscópica.



**Imagen “41”:** Multitone (Creación Propia).

- Purgas de Aire  
Este es el único instrumento que no forma parte del monitoreo (fue suministrado con cable de conexión), en el Informe Técnico presentado por WESTFIRE indican que no esta relacionado con un incendio.



***Imagen “42”: Purga de Aire (Creación Propia).***

## **5.6 NO CONFORMIDADES Y OBSERVACIONES**

Habiendo desviaciones al sistema integrado de gestión de la empresa, no cumplir en su totalidad con los requisitos del producto, reflejados en la insatisfacción del cliente hace necesaria la documentación de las No Conformidades.

El procedimiento de inspección IMCO-321196-PRC-G05 fue aprobado por el cliente SPCC con el documento DTIP-IM-009-457 para el Tratamiento de un Producto No Conforme.

Para el Proyecto de Importación y Exportación de Concentrado de Cobre se documentaron las desviaciones mediante los Registros de No Conformidad (RNC) Internas (IMCO) y Externas (AMG), así también como observaciones encontradas en el transcurso de la ejecución del Proyecto; en el Anexo “J” se encuentra el Log de No Conformidades.

### 5.6.1 IMPACTO ECONÓMICO DE LA NO CONFORMIDAD

En el Proyecto y durante su ejecución, la No Conformidad ha originado costos asociados a reproceso; dado que, se ha incurrido en adicionales; para el levantamiento de observaciones.

Frente a ello; es en función a las observaciones identificadas que se ejecutan las acciones inmediatas para su reproceso, lo cual, demanda la contratación de maquinaria y mano de obra; para el levantamiento de dicha No Conformidad.

### 5.6.2 RNC Y OBSERVACIONES ÁREA 1

Como se aprecia en los documentos del Anexo “J”, estos archivos corresponden a todas las Disciplinas y todas las Áreas del Proyecto, mencionaremos las desviaciones más importantes respecto al Área 1 – Instrumentación:

#### 1. INFORME ÁREA 1 CON CORTE AL 17-10-2014

Mientras se inspeccionaba y recepcionaba los instrumentos correspondientes al Área 1, se encontraban discrepancias entre los planos NAVEC y SPCC. Para lo cual el Área de Calidad elaboró un informe que fue adjunto en el DOCUMENTO IMCO-3211-96-RFI-082 enviado por el Área de Construcción (IMCO-3211-96-TR-741).

#### 2. REUBICACIÓN DE CUBÍCULO 3211-BC-02

En una primera instancia el cubículo correspondiente al motor eléctrico de la Faja Transportadora 3211-BC-002 estaba ubicado en el Centro de

Control de Motores 3211-MCC-001 (Sala Eléctrica Principal). Sin embargo todas las señales de control correspondiente a dicha faja llegan al Tablero de Control 3211-TC-002 (Sala Eléctrica de Tolvas).

SPCC decidió reubicar dicho cubículo al Centro de Control de Motores 3211-MCC-004 ubicado en Sala Eléctrica de Tolvas. Se hace mención de esta observación porque la señal del PullCord de dicha Faja forma parte del circuito cableado en interior de dicho cubículo.

### 3. CORTE DE CABLE PULLCORD

Personal de Mantenimiento de IMCO Servicios S.A.C., de forma involuntaria corto un retazo correspondiente al cable de acero revestido PVC para usarlo como cable de aterramiento de un equipo eléctrico.

### 4. REUBICACIÓN DE CAJA DE SOLENOIDES EN 3211-DC-004@007

Las cajas donde se encuentran ubicados los solenoides en los Colectores Compactos 3211-DC-004@007 se encuentran a nivel de plataforma en cada Belt Feeder ubicados en interior de túnel.

Personal de IMCO SERVICIO S.A.C. realizó la reubicación de dichos tableros en campo.

### 5. DES-ALINEAMIENTO EN BELT FEEDERS SIN ACCIONAMIENTO MECÁNICO

Cuando se realizó el montaje de los interruptores de des-alineamiento en los Belt Feeders, el espacio entre los rodillos ubicados en la parte inferior de los chutes de descarga no es suficiente para que el

accionamiento mecánico de dicho instrumento pueda conmutar, SPCC decidió que dicho accionamiento fuera retirado.

6. DES-ALINEAMIENTO INCLINADO EN BELT CONVEYOR 3211-BC-002

Similar caso sucedió con el accionamiento mecánico correspondiente a los interruptores de des-alineamiento ubicados en la Faja Transportadora 3211-BC-002, como es sabido dicha Faja presenta un grado de inclinación ( $15^\circ$ ), por lo cual el accionamiento no se encontraba en paralelo con el instrumento.

7. MONTAJE DIFIERE A LO INDICADO EN PLANO VENDOR (PULLCORD)

El cable de acero revestido PVC usado para la activación de los instrumentos Pullcord ubicados en Faja Transportadora 3211-BC-001/002 no fueron montados según lo indicado en plano NAVEC; sin embargo, cabe resaltar que dicha disposición fue autorizada por el Cliente SPCC.

8. CAMBIO DE UBICACIÓN DE LAS SEÑALES EN MANGA RETRÁCTIL

En una primera instancia, las señales correspondientes de todos los instrumentos de las Mangas Retráctiles 3211-MR-001/002 serían conectadas en el Tablero de Control 3211-TC-002. Posteriormente SPCC autorizó el cambio para que fueran conexiadas en cada cubículo ubicado en el Centro de Control de Motores 3211-MCC-004.

#### 9. MANGA RETRÁCTIL SIN CONTROL DE INVERSIÓN DE GIRO

Cuando se recepciono dichos equipos (3211-MR-001/002) se pudo apreciar que no llegaron con algún tablero de control ascendente / descendente. SPCC le solicitó a Vendor GNEX para que realice una modificación en los cubículos de cada equipo ubicados en el Centro de Control de Motores 3211-MCC-004.

#### 10. ZERO SPEED DE TRANSPORTADOR DE TORNILLO CON 24 VDC

Cuando se realizo la prueba de funcionalidad de los interruptores de velocidad cero ubicados en cada Transportador de Tornillo 3211-TR-001/002, estos necesitan alimentación 24 VDC. Como se aprecia en los Planos del Tablero de Control 3211-TC-002, el slot de entradas discretas es de 120 VAC.

#### 11. UBICACIONES DE ESTACIONES MANUALES DIFIERE A LO INDICADO POR NFPA 72

Las estaciones manuales ubicadas en los accesos lado sur y lado oeste del Túnel fueron montadas alejadas de cada puerta de acceso. Posteriormente la empresa WESTFIRE realizó la reubicación de dichos instrumentos próximos (1.5 mts.) a cada puerta de acceso.

## 12. UBICACIÓN DE CABLE DETECTOR TERMICO EN 3211-BC-001/002

Cuando la empresa WESTFIRE realizó el montaje del cable detector térmico lineal en las Fajas Transportadoras 3211-BC-001/002, fueron ubicados de tal manera que ocurrirá una interferencia con las coberturas (que no fueron montadas aún) enviadas por el Vendor NAVEC.

SPCC indicó que dicha disposición fue autorizada por su Ingeniería y avalada por la Empresa Westfire.

Algunas observaciones encontradas y actividades que no fueron añadidas en el alcance de inicio de proyecto posteriormente fueron realizadas por la Empresa IMCO SERVICIOS S.A.C. mediante una Instrucción General de Obra (IGO), como es el caso de la IGO 48 y 59 (ver Anexo "R") las cuales corresponden al protocolo de comunicación Modbus y conexionado de señales de las Mangas Retráctiles en cada cubículo respectivamente.

## CAPÍTULO VI

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 6.1 CONCLUSIONES

1. Las especificaciones técnicas entregadas por el cliente, tienen mayor relevancia ya que en estas se hace referencia a las normas, exigencias y procedimientos a ser empleados y aplicados en todos los trabajos; es necesario por lo tanto tener presente las especificaciones otorgadas por el cliente y son tomadas en cuenta para la realización del Plan de Puntos de Inspección (PPIs), procedimientos, contrato y presupuesto.
2. Los PPIs y Matriz de Control de Calidad (QC Matriz) son documentos muy útiles para realizar un adecuado control del proceso constructivo, estos documentos al igual que todos los utilizados en el Área de Calidad pueden ser actualizados (Revisiones) lo cual nos indica una Mejora Continua del Proceso.
3. Si bien es cierto los Procedimientos son elaborados por el Área de Calidad, estos tienen que ser difundidos periódicamente al personal de campo debido a que ellos son las personas que realizan diariamente dichas labores.

4. El conocimiento y manejo del Estándar Asociación de Fabricantes para Transporte de Material (CEMA) 6ta Edición es de suma importancia para el Supervisor de Calidad, para verificar si lo dispuesto por la ingeniería cumple lo indicado en dicho Estándar.
5. Las desviaciones (reportes de no conformidad y observaciones) encontradas en la ejecución del proyecto tienen muchos factores; sin embargo es el compromiso y aporte de todos los involucrados hacer viable el levantamiento de cada una de las desviaciones encontradas.
6. Mega Service Quality S.A.C. (MESERQUA S.A.C). es una empresa de aseguramiento de la calidad para Ingeniería, Mantenimiento, Construcción y Servicios S.A.C. (IMCO SERVICIOS S.A.C.) por lo tanto no forma parte de su sistema de gestión de la calidad y no corresponde a MESERQUA S.A.C. realizar el control de calidad en cada etapa del proceso constructivo.

## 6.2 RECOMENDACIONES

1. Al contar con protocolo de comunicación HART (Transductor Remoto Direccionable en Red) en los instrumentos de nivel en las tolvas (LIT-321112/13), se podría hacer un mejor uso añadiendo un modulo Hart en el Tablero de Control 3211-TC-002 (PLC) ubicado en Sala Eléctrica de Tolvas.

2. Los equipos suministrados por el Vendor Samson se encuentran aislados con el resto del Área 1, es recomendable que se pueda usar una comunicación inalámbrica para que pueda ser monitoreado.
3. El enclavamiento (interlock) realizado en forma digital, también debería ser realizado de manera física (lógica cableada) y de esa manera contar con un control redundante.
4. Elaborar un documento con el metraje real utilizado por cada instrumento en las distintas áreas y de esa manera sustentar el uso de dicho material al término y entrega del Proyecto.
5. Elaborar un documento con la Lista de Repuestos (Spare List) los cuales serán necesarios para otras etapas del Proyecto, así también implementar un documento de Preservación de equipos e Instrumentos para futuros Proyectos.
6. Las desviaciones deberían contar con un tiempo prudente para que puedan ser levantadas a la brevedad posible y de esa manera evitar acumular labores al término del Proyecto.
7. Se recomienda tomar en cuenta al Área de Calidad para apoyar en la elaboración de Presupuestos en los Proyectos futuros elaborados por la Empresa Ingeniería, Mantenimiento, Construcción y Servicios S.A.C. (IMCO SERVICIOS S.A.C.).

8. Se recomienda que el Área de Logística y el Área de Calidad trabajen mutuamente para un mejor control e inspección de los Proveedores en Proyectos futuros de la Empresa IMCO SERVICIOS S.A.C.
9. Se recomienda mejorar el compromiso de la Gerencia de Proyecto con el Sistema de Gestión de Calidad (SGC) de IMCO SERVICIOS SAC, en donde todas las áreas de la empresa se involucren y de esa manera disminuir los reprocesos por calidad.



## BIBLIOGRAFÍA

1. TAPE CABALLERO, JUAN JOSE MIGUEL  
“CONTROL DE CALIDAD PARA LA FABRICACIÓN DE 28 CELDAS DE  
FLOTACIÓN MECÁNICAS ROUGER Y SCAVENGER – LAS BAMBAS”  
AREQUIPA - PERÚ  
2015.
2. GRUPO NAVEC – DEPARTAMENTO DE MANUTENCIÓN  
INSTRUCCIONES PARA LA INSTALACIÓN DE CINTAS  
TRANSPORTADORAS  
APÉNDICE D – ESTÁNDARES CEMA  
19 DE DICIEMBRE DEL 2012
3. BELT CONVEYORS FOR BULK MATERIALS  
CEMA: CONVEYOR EQUIPMENT MANUFACTURERS ASSOCIATION  
SIXTH EDITION 2<sup>nd</sup> PRINTING  
FLORIDA, USA; 2007
4. NORMA INTERNACIONAL ISO 9000 – 2005.  
“SISTEMAS DE GESTIÓN DE CALIDAD – FUNDAMENTOS Y  
VOCABULARIO”  
GINEBRA, SUIZA.
5. ANSI/NETA ATS-2009 – AMERICAN NATIONAL STANDARD  
“STANDARD FOR ACCEPTANCE TESTING SPECIFICATIONS FOR  
ELECTRICAL POWER EQUIPMENT AND SYSTEMS”

3050 OLD CENTRE AVENUE, SUITE102

PORTAGE, MI 49024

6. NEMA STANDARDS PUBLICATION VE 2 – 2000.

“CABLE TRAY INSTALLATION GUIDELINES”

1300 NORTH 17<sup>TH</sup> STREET

ROSSLYN, VA 22209

7. NFPA 72 – NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION.

“NATIONAL FIRE ALARM CODE”

2002 EDITION

JULY 19, 2002.

8. CÓDIGO NACIONAL DE ELECTRICIDAD – UTILIZACIÓN.

MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS

2006

LIMA, 17 DE ENERO 2006

#### **BIBLIOGRAFÍA WEB**

1. MAQUINARIAS PESADAS

MANUAL: CINTAS TRANSPORTADORAS – TIPOS, ESTRUCTURAS,  
OPERACIONES Y APLICACIONES

[http://www.maquinariaspesadas.org/blog/2490-manual-cintas-transportadoras-tipos-estructura-operaciones-aplicaciones.](http://www.maquinariaspesadas.org/blog/2490-manual-cintas-transportadoras-tipos-estructura-operaciones-aplicaciones)

## ÍNDICES

### ÍNDICE DE TABLAS

- **TABLA 1:** TIPOS DE ARTESA Y CAMPOS DE APLICACIÓN.
- **TABLA 2:** SEPARACIÓN ENTRE RODILLOS EN FUNCIÓN DEL ANCHO DE BANDA Y LA DENSIDAD DEL MATERIAL TRANSPORTADO.
- **TABLA 3:** LONGITUD DE SOLAPE PARA UNIONES MEDIANTE VULCANIZADO EN BANDAS DE ALMA DE ACERO.

### ÍNDICE DE GRÁFICAS

- **GRÁFICA 1:** ELEMENTOS CONSTITUTIVOS DE UNA CINTA TRANSPORTADORA.
- **GRÁFICA 2:** COMPONENTES DE UN BASTIDOR.
- **GRÁFICA 3:** DIFERENTES TIPOS DE BASTIDORES DE CINTAS ESTACIONARIAS.
- **GRÁFICA 4:** TIPOS DIFERENTES DE ARTESA.
- **GRÁFICA 5:** RODILLOS DE IMPACTO.
- **GRÁFICA 6:** RODILLOS DE RETORNO.
- **GRÁFICA 7:** RODILLOS DE ALINEACIÓN.
- **GRÁFICA 8:** SOPORTES DE RODILLOS RÍGIDOS.
- **GRÁFICA 9:** SOPORTES DE RODILLOS FLEXIBLES.
- **GRÁFICA 10:** COMPONENTES DE UNA CABEZA MOTRIZ.
- **GRÁFICA 11:** TIPOS DE TAMBORES.

- **GRÁFICA 12:** DISPOSITIVOS ANTIRRETORNO Y FRENADO.
- **GRÁFICA 13:** DETALLE DE CONSTRUCCIÓN DE UNA BANDA.
- **GRÁFICA 14:** RECUBRIMIENTOS DE GOMA EN LAS BANDAS DE CABLES DE ACERO.
- **GRÁFICA 15:** UNIÓN MECÁNICA RÁPIDA EN BANDAS.
- **GRÁFICA 16:** PUNTO DE DESCARGA (CABEZA) DE FAJA TRANSPORTADORA 3211-BC-001 Y PUNTO DE CARGA (COLA) DE FAJA TRANSPORTADORA 3211-BC-002.
- **GRÁFICA 17:** TORRE DE TENSADO DE FAJA TRANSPORTADORA 3211-BC-001.
- **GRÁFICA 18:** TAMBOR DE REENVÍO (COLA) DE FAJA TRANSPORTADORA 3211-BC-001.
- **GRÁFICA 19:** CHUTE DE DESCARGA DE BELT FEEDER 3211-BF-001@004 A BELT CONVEYOR 3211-BC-001.
- **GRÁFICA 20:** CHUTE DE CARGA 3211-FH-001@004 A BELT FEEDER 3211-BF-001@004.
- **GRÁFICA 21:** TOLVA DE ALMACENAMIENTO 3211-RH-001.
- **GRÁFICA 22:** CHUTE PANTALÓN 3211-PH-001.
- **GRÁFICA 23:** MANGA RETRÁCTIL 3211-MR-001/002.
- **GRÁFICA 24:** BELT FEEDER 3211-BF-001.
- **GRÁFICA 25:** TRANSPORTADOR DE TORNILLO 3211-TH-001/002.
- **GRÁFICA 26:** COLECTOR COMPACTO 3211-DC-001.
- **GRÁFICA 27:** FILTRO DE MANGAS 3211-FM-001.
- **GRÁFICA 28:** VENTILADOR AXIAL 3211-AF-001.

- **GRÁFICA 29:** SIMBOLOGÍA 1.
- **GRÁFICA 30:** SIMBOLOGÍA 2.
- **GRÁFICA 31:** NOMENCLATURA.
- **GRÁFICA 32:** LEYENDA INSTRUMENTACIÓN.
- **GRÁFICA 33:** FLUJOGRAMA.
- **GRÁFICA 34:** IDENTIFICACIÓN DE INSTRUMENTOS.
- **GRÁFICA 35:** UBICACIÓN DE SOPORTES PARA BANDEJA PORTA CABLES.
- **GRÁFICA 36:** INSTALACIÓN DE BANDEJAS PORTA CABLES – A (IZQUIERDA) Y B (DERECHA).
- **GRÁFICA 37:** CODOS HORIZONTALES.
- **GRÁFICA 38:** PLANO BUZONES ELÉCTRICOS.
- **GRÁFICA 39:** JALADOR TIPO OJAL (IZQUIERDA) Y TIPO PERNO (DERECHA).
- **GRÁFICA 40:** CINTILLOS AMARRACABLE – APLICACIÓN VERTICAL (IZQUIERDA) Y HORIZONTAL (DERECHA).
- **GRÁFICA 41:** TABLA 100.1 - NETA 2009.

## ÍNDICE DE IMÁGENES

- **IMAGEN 1:** UBICACIÓN DE PLANTA IMCO SERVICIOS S.A.C.
- **IMAGEN 2:** ACCESO A PLANTA IMCO SERVICIOS S.A.C.
- **IMAGEN 3:** FABRICACIÓN ESTRUCTURAL (CELDA DE FLOTACIÓN).
- **IMAGEN 4:** MONTAJE ESTRUCTURAL (GRÚA PUENTE).
- **IMAGEN 5:** VOLTEADOR DE VAGONES.
- **IMAGEN 6:** EXTERIOR NAVE INDUSTRIAL – LADO ESTE.
- **IMAGEN 7:** SALA ELÉCTRICA DE LAVADERO DE UNIDADES.
- **IMAGEN 8:** TANQUES SEDIMENTADORES EN LAVADERO DE UNIDADES.
- **IMAGEN 9:** SALA DE COMPRESORAS.
- **IMAGEN 10:** TANQUE PULMÓN 3211-ST-001.
- **IMAGEN 11:** EXTERIOR SALA ELÉCTRICA PRINCIPAL.
- **IMAGEN 12:** INTERIOR SALA ELÉCTRICA PRINCIPAL.
- **IMAGEN 13:** CASETA FM-200 EXTERIOR SALA ELÉCTRICA PRINCIPAL.
- **IMAGEN 14:** LADO SUR – EXTERIOR NAVE INDUSTRIAL.
- **IMAGEN 15:** STOREMAJOR ZZ-1137.
- **IMAGEN 16:** SHIPLOADER ZZ-1136.
- **IMAGEN 17:** VENDOR GNEX.
- **IMAGEN 18:** VENDOR AMERICORP.
- **IMAGEN 19:** VENDOR SAEG.
- **IMAGEN 20:** VENDOR CONTROLTEK.
- **IMAGEN 21:** VENDOR WESTFIRE.

- **IMAGEN 22:** VENDOR AKROS.
- **IMAGEN 23:** STICKER COLOCADO EN LABORATORIO.
- **IMAGEN 24:** TUBERÍA PVC EMBEBIDA – DUCT BANK.
- **IMAGEN 25:** PULLCORD EN BELT FEEDER.
- **IMAGEN 26:** DES-ALINEAMIENTO EN BELT CONVEYOR.
- **IMAGEN 27:** VELOCIDAD CERO EN BELT CONVEYOR.
- **IMAGEN 28:** TILT SWITCH EN BELT FEEDER.
- **IMAGEN 29:** SIRENA/BALIZA EN BELT FEEDER.
- **IMAGEN 30:** BANDA ROTA EN BELT CONVEYOR.
- **IMAGEN 31:** TRANSMISOR DP EN BELT FEEDER.
- **IMAGEN 32:** INTERRUPTOR DE POSICIÓN EN CHUTE PANTALÓN.
- **IMAGEN 33:** TRANSMISOR DE NIVEL EN TOLVA.
- **IMAGEN 34:** TRANSMISOR DE NIVEL TIPO RADAR HART.
- **IMAGEN 35:** TARJETA MODBUS EN COLECTORES COMPACTOS.
- **IMAGEN 36:** ESTACIÓN MANUAL.
- **IMAGEN 37:** SIRENA Y LUZ ESTROBOSCÓPICA.
- **IMAGEN 38:** DETECTOR TÉRMICO LINEAL.
- **IMAGEN 39:** SISTEMA DE DETECCIÓN TEMPRANA.
- **IMAGEN 40:** ROCIADORES.
- **IMAGEN 41:** MULTITONE.
- **IMAGEN 42:** PURGA DE AIRE.

## ÍNDICE DE ABREVIACIONES

- **SPCC:** SOUTHERN PERU COOPER CORPORATION.
- **SGI:** SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRADO
- **UHMW:** ULTRA ALTO PESO MOLECULAR
- **OSHA:** ADMINISTRACIÓN DE SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL
- **MSHA:** ADMINISTRACIÓN DE SEGURIDAD Y SALUD EN MINERÍA
- **NIOSH:** INSTITUTO NACIONAL PARA LA SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL.
- **HMI:** INTERFAZ HUMANO - MÁQUINA
- **PLC:** CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE
- **QC/QA:** CONTROL DE CALIDAD / ASEGURAMIENTO DE CALIDAD
- **PPI:** PLAN DE PUNTOS DE INSPECCIÓN
- **MAR:** MATRIZ DE REGISTROS, TAMBIÉN LLAMADO QC MATRIZ
- **OC:** ORDEN DE COMPRA
- **STP:** PAR TRENZADO BLINDADO
- **FO:** FIBRA ÓPTICA
- **P&ID:** DIAGRAMA DE TUBERÍAS E INSTRUMENTACIÓN
- **IP:** GRADO DE PROTECCIÓN
- **MSDS:** FICHA DE DATOS DE SEGURIDAD
- **PVC:** POLICLORURO DE VINILO
- **IGO:** INSTRUCCIÓN GENERAL DE OBRA
- **RTU:** UNIDAD TERMINAL REMOTA
- **CCTV:** CIRCUITO CERRADO DE TELEVISIÓN
- **RFI:** SOLICITUD DE INFORMACIÓN

- **RNC:** REGISTROS DE NO CONFORMIDAD
- **HART:** TRANSDUCTOR REMOTO DIRECCIONABLE EN RED
- **SGC:** SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD



## ANEXOS

- **ANEXO A:** CURRÍCULUM VITAE.
- **ANEXO B:** PLANOS SPCC - NAVEC.
- **ANEXO C:** ORGANIGRAMA Y PLAN DE CALIDAD.
- **ANEXO D:** PPI Y QC MATRIZ.
- **ANEXO E:** PROCEDIMIENTOS.
- **ANEXO F:** REGISTROS DE INSPECCIÓN.
- **ANEXO G:** ALCANCE Y ESPECIFICACIONES.
- **ANEXO H:** DOCUMENTOS COMPLEMENTARIOS.
- **ANEXO I:** DOSSIER DE CALIDAD.
- **ANEXO J:** OBSERVACIONES Y NO CONFORMIDADES.
- **ANEXO K:** DATASHEETS.
- **ANEXO L:** ENTREGA DE TERRENO Y PRESUPUESTO.
- **ANEXO M:** MSDS CONCENTRADO.
- **ANEXO N:** DIFUSIONES.
- **ANEXO O:** LOGÍSTICA.
- **ANEXO P:** DOCUMENTOS AMG.
- **ANEXO Q:** SISTEMA CONTRA INCENDIOS.
- **ANEXO R:** INSTRUCCIÓN GENERAL DE OBRA (IGOs).
- **ANEXO S:** TRADUCCIÓN DE EXTRACTOS.