

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**



**“PROPUESTA DE GESTIÓN PARA EL ABASTECIMIENTO  
DE SUMINISTROS CRÍTICOS APLICADO A  
EDIFICACIONES PARA MINERÍA”**

**TESIS**

**Para optar el Título Profesional de:**

**INGENIERO CIVIL**

**ALAN VELASQUEZ BERMEO**

**Lima- Perú**

**2014**

**Digitalizado por:**

**Consortio Digital del  
Conocimiento MebLatam,  
Hemisferio y Dalse**

A toda mi familia  
A mi madre por su inmenso sacrificio  
A mi abuela por su desprendido amor  
A mi padre por su ejemplo de esfuerzo,  
A mi hijo Mateo y mi esposa Keymi por la paciencia  
y por ser mi motor para seguir adelante,  
A mis hermanos: Milagros y Manuel  
por ser unos hermanos ejemplares.

## ÍNDICE

<b>RESUMEN .....</b>	<b>4</b>
<b>LISTA DE CUADROS .....</b>	<b>6</b>
<b>LISTA DE SIGLAS .....</b>	<b>9</b>
<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>10</b>
<b>CAPÍTULO I: MOTIVACIÓN Y PLANIFICACIÓN DEL ESTUDIO .....</b>	<b>12</b>
1.1. PROBLEMÁTICA.....	12
1.1.1. Pregunta Principal.....	15
1.1.2. Preguntas secundarias.....	15
1.2. OBJETIVOS .....	15
1.2.1. Objetivos Principal .....	15
1.2.2. Objetivo Secundarios.....	16
1.3. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN .....	16
1.4. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN .....	17
1.5. ALCANCES Y LIMITACIONES.....	18
1.6. ESTRUCTURA Y METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN .....	18
<b>CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>21</b>
2.1. CADENA DE SUMINISTROS EN LA CONSTRUCCIÓN .....	21
2.1.1. Proyectos EPC.....	21
2.1.2. Cadena de suministro.....	22
2.1.3. Principios de la cadena de suministros.....	23
2.2. SUMINISTROS CRITICOS EN EDIFICACIONES MINERAS.....	26
2.2.1. Definición de suministros críticos.....	26
2.2.2. Suministros críticos en edificaciones mineras.....	28
2.3. GESTIÓN DE PROCESOS PARA EL ASEGURAMIENTO DE LA ENTREGA OPORTUNA DE SUMINISTROS EN PROYECTOS .....	30
2.3.1. Enfoque Lean Construcción en la gestión de proyectos. ....	30
2.3.1.1. <i>Introducción y orígenes del Lean Construcción</i> .....	30
2.3.1.2. <i>Construcción Tradicional</i> .....	34
2.3.1.3. <i>Principios del Lean Construction</i> .....	37
2.3.1.4. <i>Tipos de trabajo en la construcción y tipos de Muda desperdicios</i> ).....	39
2.3.1.5. <i>Estructura Del Lean Project Delivery System®</i> .....	42
2.3.1.6. <i>Definición del proyecto Lean (Lean Definition)</i> .....	44

2.3.1.7. Diseño Lean (Lean Design) .....	45
2.3.1.8. Suministro Lean (Lean Supply) .....	46
2.3.1.9. Instalación Lean (Lean Assembly) .....	48
2.3.1.10 Lean Construction: técnicas y herramientas .....	48
2.3.2. Principios de la Teoría de las Restricciones .....	53
2.3.2.1. Teoría de restricciones (TOC) técnicas y herramientas .....	56
2.3.2.2. Implementación de la Cadena crítica y Amortiguadores Estratégicos .....	58
2.4. SELECCIÓN DE MÉTODOS PARA LA DEFINICIÓN, ANÁLISIS Y MEJORA DE LA CADENA DE VALOR .....	62
<b>CAPÍTULO III: DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO EN ESTUDIO .....</b>	<b>65</b>
3.1. ALCANCES DEL PROYECTO .....	65
3.2. GENERALIDADES .....	68
3.3. MÉTODO DE TRABAJO: FASE INGENIERÍA .....	69
3.4. MÉTODO DE TRABAJO: FASE PROCURA .....	78
3.5. PROGRAMA DE CONSTRUCCIÓN .....	81
3.6. ORGANIGRAMA DEL PROYECTO .....	81
3.7. SUMINISTROS CRÍTICOS DEL PROYECTO EN ESTUDIO .....	82
<b>CAPÍTULO IV: ANÁLISIS DEL PROYECTO EN ESTUDIO .....</b>	<b>83</b>
4.1. IDENTIFICACIÓN DE LA CADENA DE VALOR ACTUAL (VSM ACTUAL) .....	83
4.2. PROPUESTA DE MEJORA .....	87
4.3. CONSTRUCCIÓN DE CADENA DE VALOR FUTURA .....	92
<b>CAPÍTULO V : PROPUESTA DE GESTIÓN .....</b>	<b>96</b>
5.1. OBJETIVO .....	96
5.2. DEFINICIONES .....	96
5.3. MODELO PARA LA ENTREGA OPORTUNA DE SUMINISTROS CRITICOS .....	98
5.4. ESTRATEGIA Y METODOLOGÍA DE TRABAJO .....	99
<b>CAPÍTULO VI : CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>105</b>
6.1. CONCLUSIONES .....	105
6.2. RECOMENDACIONES .....	107

## **BIBLIOGRAFÍA**

### **ANEXOS**

**ANEXO 1.1: Atraso en proyectos mineros hasta el 2016.**

**ANEXO 2.1: Procedimiento de Gestión – Sistema Logístico GyM.**

**ANEXO 2.2: Ventiladores Centrífugos – Catálogos.**

**ANEXO 3.1: Lista de Ingeniería.**

**ANEXO 3.2: Listado de Hoja de Datos de Suministros críticos.**

**ANEXO 3.3: Hoja de Datos Ventilador Axial.**

**ANEXO 3.4: PIE Ventilador Axial.**

**ANEXO 3.5: Cronograma de proyecto.**

**ANEXO 3.6: Organigrama del Proyecto.**

**ANEXO 3.7: Ubicación Proyecto Antapaccay.**

**ANEXO 4.1: Mapa de Valor Actual y Futuro.**

## RESUMEN

La presente investigación abarca el estudio del abastecimiento de suministros críticos en edificaciones mineras, Perú, 2013. La investigación pretende realizar una propuesta de gestión en las fases de ingeniería y abastecimiento de un proyecto bajo la modalidad de ejecución EPC (Acrónimo de Ingeniería, Procura y Construcción) con el objetivo de asegurar la entrega oportuna de suministros críticos en edificaciones para minería, alineados con los hitos de entrega de los productos en obra según cronograma de construcción.

La problemática principal detectada se puede expresar mediante la siguiente pregunta: ¿Cómo gestionar los procesos e información en las fases de ejecución de un proyecto bajo la modalidad de ejecución EPC para el asegurar la entrega oportuna de suministros críticos en edificaciones para minería, Perú, 2013? (capítulo I).

El problema se ha abordado identificando los objetivos secundarios para encontrar la respuesta al problema principal, evaluando las teorías, técnicas y herramientas que apliquen a la identificación, análisis y mejora de la gestión de los procesos e información relacionados al abastecimiento de suministros críticos en proyectos bajo la modalidad de ejecución EPC en edificaciones para minería, Perú, 2013 (capítulo II).

Se identifican las variables involucradas en los procesos e información de la cadena de valor para el abastecimiento de suministros críticos en proyectos bajo la modalidad de ejecución EPC en edificaciones para minería, Perú, 2013 (capítulo III), analizando e identificando los problemas y las causas del retraso en la entrega oportuna de los suministros críticos en proyectos bajo la modalidad de ejecución EPC en edificaciones para minería, Perú, 2013 (capítulo IV). Se propone un procedimiento de gestión para el aseguramiento del abastecimiento de suministros críticos en proyectos bajo la modalidad de ejecución EPC en edificaciones para minería, Perú, 2013 (capítulo V).

Conforme el análisis de causalidad desarrollado en el capítulo IV, las causas de los retrasos de la entrega oportuna de suministros críticos son:

Causa principal: Falta de alineación del contratista y el cliente con respecto a las prioridades de revisión y aprobación de la información y documentación, durante la etapa inicial (anterior al desarrollo de la ingeniería), durante el desarrollo de la ingeniería y procura para el aseguramiento de la entrega oportuna de suministros críticos conforme las necesidades del cronograma de construcción.

Causas secundarias: mejora en la elección del proveedor que ofrezca valor a la meta final: entrega oportuna de suministros críticos como la calidad adecuada y la entrega oportuna. Falta de estandarización de formato de entrega de toda la información oficial a entregar en la etapa inicial al contratista.

El aporte obtenido conforme objetivo del presente estudio es el desarrollo de una propuesta de gestión para el abastecimiento de suministros críticos para edificaciones mineras en proyectos EPC (capítulo V), que básicamente se entiende como una propuesta de gestión estándar basada en: **“el alineamiento de las de la entrega oportuna de la información requerida en los procesos de entrega de los suministros críticos mediante códigos de criticidad conforme el cronograma de construcción, asegurando la entrega mediante la protección de la cadena o ruta crítica con el uso de los diferentes tipos de buffer (protección), como son: buffer del proyecto (PB), buffer de protección de la cadena (FB) y buffer de capacidad (CP), las cuales se usarán para mitigar la afectación del riesgo e incertidumbre del no cumplimiento de las diferentes tareas y procesos, con aras de asegurar la entrega oportuna de los suministros”**.

<b>LISTA DE CUADROS</b>		<b>Pág.</b>
Cuadro 2.1	Ejemplos de toma de decisiones en la Cadena de suministros	25
Cuadro 2.2	Agilidad, Adaptabilidad y Alineamiento de Las cadenas de suministro.	26
Cuadro 2.3	Suministros críticos en edificaciones mineras.	29
Cuadro 2.4	Resumen de Teoría TFV.	31
Cuadro 2.5	Lean Project Delivery System versus no Lean	35
Cuadro 2.6	Diferencias entre Construcción tradicional y Lean Construcción.	36
Cuadro 2.7	Ruta Crítica vs Cadena Crítica.	58
Cuadro 2.8	Resumen de aplicación de métodos para Objetivos de la investigación.	63
Cuadro 4.1	Estado de procesos de la Cadena de Valor Actual.	84
Cuadro 4.2	Pareto de veinte actividades con mayor incidencia 90%.	87
Cuadro 4.3	Causas inmediatas de atrasos de actividades De mayor duración.	89
Cuadro 4.4	Levantamiento de Restricciones de procesos Críticos	91

<b>LISTA DE FIGURAS</b>		<b>Pág.</b>
Figura 1.1	Análisis de causalidad de la problemática en estudio.	14
Figura 1.2	Metodología de la investigación y estructura de tesis.	20
Figura 2.1	Procesos de un proyecto EPC.	22
Figura 2.2	Procesos de abastecimiento tradicional en la Construcción.	23
Figura 2.3	Ponderación para evaluación de la criticidad de los Suministros crítico en proyecto bajo la modalidad de Ejecución EPC.	27
Figura 2.4	Suministros Críticos.	28
Figura 2.5	Suministros Críticos.	29
Figura 2.6	Concepto Lean Construcción.	30
Figura 2.7	Implantación de <i>lean manufacturing</i> .	32
Figura 2.8	Método TOYOTA.	34
Figura 2.9	Principios Lean.	39
Figura 2.10	Modelo de Flujo de procesos Lean.	37
Figura 2.11	Tipos de desperdicios – <i>muda</i> .	41
Figura 2.12	Sistemas de entrega de proyectos flexibles – <i>LPDS</i> .	44
Figura 2.13	Procesos de técnica VSM.	49
Figura 2.14	Metodología <i>KAIZEN</i> .	51
Figura 2.15	Sistema <i>KANBAN – PULL</i> .	53
Figura 2.16	Proceso de mejoramiento continuo TOC.	54
Figura 2.17	Tipo de restricciones TOC.	55
Figura 2.18	Proceso de armado de ruta crítica.	58
Figura 2.19:	Ubicación y tipo de protecciones.	62
Figura 2.20:	Propuesta para la identificación, análisis y mejora Relacionados a la: "La gestión de los procesos e Información del proyecto" y "Entrega oportuna de Suministros críticos".	64
Figura 3.1	Vista 3D de maqueta virtual Taller de Camiones.	66
Figura 3.2	Vista 3D de maqueta virtual Taller de Camiones.	67
Figura 3.3	Vista 3D de maqueta virtual Taller de Camiones.	67
Figura 3.4	Fases de procesos de Ingeniería en proyecto EPC.	69
Figura 3.5	Fases de procesos en etapa de propuesta contractual.	69

---

Figura 4.1	Aporte al AV (Agrega Valor) por tipo de Stakeholder.	86
Figura 4.2	Aporte al NAV (No Agrega Valor) por tipo De Stakeholder.	86
Figura 4.3	Análisis de causalidad de entrega oportuna de Suministros críticos.	90
Figura 5.4	Modelo para la entrega oportuna de suministros críticos En proyectos EPC	99
Figura 4.5	Flujograma estándar para la entrega de suministros Críticos en edificaciones mineras bajo la modalidad EPC- pate 1.	100
Figura 4.6	Flujo grama estándar para la entrega de suministros Críticos en edificaciones mineras bajo la modalidad EPC- pate 2.	101

---

## LISTA DE SIGLAS

EPC	:	Acrónimo en inglés cuyo significado es: ingeniería, procura Y construcción.
JIT	:	Acrónimo en inglés cuyo significado es: justo a tiempo.
SCM	:	Acrónimo en inglés de: Gestión de la cadena de Suministros.
CII	:	Acrónimo en inglés del Instituto de la industria de la Construcción.
PMBOOK	:	Acrónimo en inglés de Libro de Gerencia de Proyectos.
VSM	:	Acrónimo en inglés de Mapa de Cadena de Valor.
LPDS	:	Acrónimo en inglés de Sistema de Entrega de Proyectos Flexible
LPS	:	Acrónimo en inglés de Sistema de último planificador.
ETO	:	Acrónimo en inglés de Orden de Ingeniería.
RFI	:	Acrónimo en inglés de consulta de Ingeniería.
TOC	:	Acrónimo en inglés de Teoría de Restricciones.
T-F-V	:	Transformación – Flujo - Valor

## INTRODUCCIÓN

La necesidad de la realización del presente estudio se aborda por la importancia de culminar los proyectos mineros a tiempo para el aseguramiento de la exportación oportuna de minerales la cual consecuentemente aumentará la competitividad del sector minero.

Los suministros críticos en edificaciones mineras tienen características especiales como: la alta complejidad de ingeniería y fabricación, la cual incide de sobremanera dentro de la programación de obra.

Por ello se ha planteado el siguiente objetivo: "realizar una propuesta de gestión de los procesos e información en las fases de ejecución de un proyecto bajo la modalidad de ejecución EPC para el asegurar la entrega oportuna de suministros críticos en edificaciones para minería, Perú, 2013".

En el Capítulo I se realizará la planificación de la tesis mediante el uso del planteamiento científico de la metodología de la investigación, cuyos objetivos serán: identificar la problemática del estudio, definir los objetivos del estudio, describir la justificación, viabilidad y metodología de investigación.

En el capítulo II se realizará un estudio exploratorio y sistemático de la literatura con el objeto de proveer un marco de referencia en función de los objetivos de la presente tesis, para orientar el estudio sobre que teorías, métodos, técnicas y herramientas se usarán para identificar, analizar y proponer un mapa de valor actual y futuro de los procesos del proyecto a estudiar.

En el capítulo III se realizará un estudio exploratorio del estado actual de las variables del proyecto en estudio, identificando los diferentes procesos y flujo de información involucrados en la cadena de valor para el abastecimiento de suministros críticos del proyecto en estudio.

En el capítulo IV se realizará un estudio explicativo o causal para establecer las causas de los eventos, sucesos o fenómenos que se estudian, analizando la cadena de valor actual para identificar los problemas y restricciones que puedan ser levantadas con las teorías, herramientas y técnicas evaluadas en el capítulo II, para el desarrollo de la propuesta del mapa de valor futuro.

En el capítulo V se realizará la propuesta relacionada al objetivo principal de la presente tesis, estableciendo una propuesta de gestión para el aseguramiento de la entrega oportuna de suministros, desde la entrega de información del cliente, ingeniería adquisición y llegada de los suministros a pie de obra, para el diseño en edificaciones para minería, Perú, 2013.

En el capítulo VI se realizarán las conclusiones y recomendaciones de la presente investigación.

## CAPÍTULO I: MOTIVACIÓN Y PLANIFICACIÓN DEL ESTUDIO

La motivación del presente estudio radica en asegurar la entrega oportuna de los suministros críticos de tal forma que los proyectos mineros se ejecuten en el tiempo contemplado y de esa forma asegurar la competitividad productiva de las empresas mineras del Perú.

Los objetivos del presente capítulo son:

- a. Identificar la problemática del estudio.
- b. Definir los objetivos del estudio.
- c. Describir la justificación, viabilidad y metodología de investigación.

### 1.1. PROBLEMÁTICA

A nivel conceptual el principal desafío al gestionar un proyecto mediante la modalidad de ejecución EPC, es coordinar la generación de la entrega oportuna y el flujo ordenado de la información entre los diferentes grupos de Ingeniería, Suministro y Construcción. En el transcurso de las últimas décadas, los proyectos realizados bajo la modalidad de ejecución EPC han definido bien los procedimientos y procesos para facilitar el flujo de información. Sin embargo en recientes años se ha deteriorado la calidad de esta información debido a muchos cambios significativos el sector minero. Entre los principales cambios están: *"aumento del poder y necesidades de los clientes"*, *"globalización en la ejecución de los trabajos de los proyectos de construcción"*, refiérase al desarrollo de ingeniería por empresas internacionales, la importación de materiales, equipos u otros, la construcción y/o supervisión de trabajos por empresas transnacionales.

Los mayores efectos de estos cambios son: *"reducción de la duración de los programas de construcción"* y *"aumento del alcance de las actividades de construcción"*, refiérase a requerimientos de seguridad, calidad, etc.

En este contexto uno de los objetivos de mayor relevancia en los proyectos de construcción para empresas mineras es él: “*cumplimiento del programa de construcción*”, dado que el retraso del programa tiene un elevado impacto económico para el cliente y/o usuario final.

Varios factores causan retrasos en la ejecución de un proyecto bajo la modalidad de ejecución EPC, entre los que se pueden mencionar: “retraso de en la entrega de materiales y equipos, atraso en la entrega de pagos, programa subestimado, cambios de diseño, etc.”.

Dentro del caso de estudio abordado: “Ingeniería, Suministro y Construcción de un Taller de Camiones para minería”, la principal dificultad y cuyo efecto impacto en el programa de construcción, fue: “*la entrega tardía de los suministros críticos a obra*”, del alcance de la investigación: equipos y materiales mecánicos, equipos y materiales eléctricos, tuberías, equipos y materiales de instrumentación. etc.

Mediante el uso de un análisis de causalidad, se ha identificado que la causa inmediata a de los retrasos en la entrega de los suministros críticos es la ineficiente gestión del aseguramiento de la entrega oportuna, correcta y organizada de la información entre los equipos de trabajo involucrados en los procesos de: ingeniería, suministro y construcción del proyecto en estudio, ver figura: 1.1

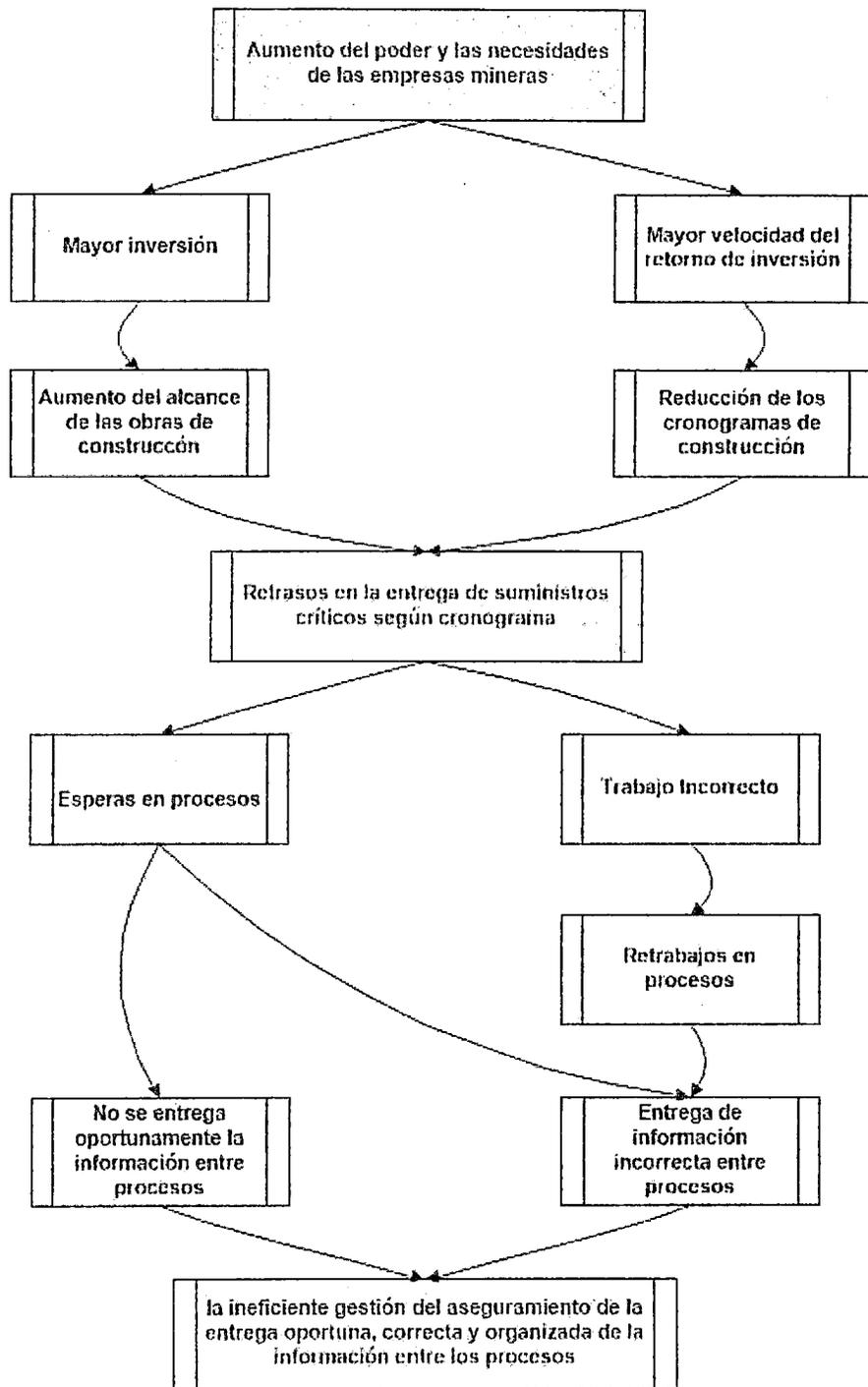


Figura 1.1: Análisis de causalidad de la problemática en estudio (fuente propia).

### **Pregunta Principal**

¿Cómo gestionar los procesos e información en las fases de Ingeniería y Adquisición de un proyecto bajo la modalidad de ejecución EPC para el aseguramiento de la entrega oportuna de suministros críticos en edificaciones para minería, Perú, 2013?

#### **1.1.1. Preguntas secundarias**

- a. ¿Qué teorías, técnicas y herramientas hay que aplicar para la identificación, análisis y mejora de la gestión de los procesos e información del abastecimiento de suministros críticos en proyectos bajo la modalidad de ejecución EPC en edificaciones para minería, Perú, 2013?
- b. ¿Qué información y procesos están involucrados en la cadena de valor para el abastecimiento de suministros críticos en proyectos bajo la modalidad de ejecución EPC en edificaciones para minería, Perú, 2013?
- c. ¿Cuáles son los problemas y las causas del retraso en la entrega oportuna de los suministros críticos en proyectos bajo la modalidad de ejecución EPC en edificaciones para minería, Perú, 2013?
- d. ¿Qué mejoras hay que introducir a la cadena de valor de la entrega de suministros críticos, para asegurar su entrega oportuna en proyectos bajo la modalidad de ejecución EPC en edificaciones para minería, Perú, 2013?

## **1.2. OBJETIVOS**

### **1.2.1. Objetivos Principal**

Realizar una propuesta de gestión de los procesos e información en las fases de Ingeniería y Adquisición para un proyecto bajo la modalidad de ejecución EPC para el asegurar la entrega oportuna de suministros críticos en edificaciones para minería, Perú, 2013.

### 1.2.2. Objetivo Secundarios

- A. Evaluar las teorías, técnicas y herramientas que apliquen a la identificación, análisis y mejora de la gestión de los procesos e información en el abastecimiento de suministros críticos de proyectos bajo la modalidad de ejecución EPC en edificaciones para minería, Perú, 2013.
- B. Identificar las variables involucradas en los procesos en información de la cadena de valor para el abastecimiento de suministros críticos en proyectos bajo la modalidad de ejecución EPC en edificaciones para minería, Perú, 2013.
- C. Analizar e Identificar los problemas y las causas del retraso en la entrega oportuna de los suministros críticos en proyectos bajo la modalidad de ejecución EPC en edificaciones para minería, Perú, 2013.
- D. Realizar una propuesta de gestión para el aseguramiento del abastecimiento de suministros críticos en proyectos bajo la modalidad de ejecución EPC en edificaciones para minería, Perú, 2013.

### 1.3. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

Bajo el contexto político - económico actual es de suma importancia que lo proyectos de edificaciones mineras en el Perú se realicen en el tiempo acordado para no dilatar más aún el tiempo el tiempo de ejecución ya postergado por los conflictos sociales, las trabas burocráticas, etc.

“El atraso en proyectos mineros del Perú de acuerdo con la Sociedad Nacional de Minería este año (2013) se llegará a US\$8,000 millones. Asimismo, para el período 2012-2016 habría un atraso de 50%, lo cual compromete US\$25,000 millones. Entre los factores que se indica para ello están los conflictos sociales y las trabas burocráticas”. (Revista Semana Económica, 2013,

<http://semanaeconomica.com/tema/atraso-en-proyectos-mineros-hasta-el-2016-compromete-us25000-millones/>), ver Anexo 1.1: Atraso en proyectos mineros hasta el 2016.

“A nivel internacional en el sector de la industria pesada ha dado que sólo entre el 30% y el 40% de los recursos que se consumen en obra agregan valor al trabajo, muchos de los cuales por lo menos es posible eliminar con los sistemas de planificación y control. La construcción, ingeniería de fabricación y montaje previo de trabajo ejecuta normalmente entre 40 y 50% del costo total de un proyecto, por lo tanto, el 20-30% del costo total no agrega valor. Si unimos esto a las actividades de ingeniería, adquisiciones y ciclos de montaje extremadamente largos encontramos que existe un gran desafío y la oportunidad de mejorar estos ratios”. (Robert M. Patty & Michael A. Denton, *The End of Project Overruns*, 2010).

Lo que se pretende en la presente investigación es analizar la realidad en que se encuentra la ejecución de un proyecto (caso de estudio: EPC Construcción de Taller de Camiones para Minería) bajo la modalidad de ejecución EPC en edificaciones para minería en Perú, 2013, en cuanto a los procesos relacionados al abastecimiento de suministros críticos, de tal manera que de este análisis se genere la información necesaria que permita contribuir al desarrollo de una propuesta de gestión para el aseguramiento de la entrega oportuna del abastecimiento de suministros críticos de la empresa en estudio y en los proyectos bajo la modalidad de ejecución EPC en general.

#### **1.4. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN**

La investigación es viable puesto que existen recursos administrativos, logísticos y humanos por parte del investigador. En cuanto a los recursos financieros es viable ya que la investigación no demanda costos de inversión alta.

Se trabajará con la información del proyecto en estudio en la cual el investigador trabajo como jefe de planificación del proyecto en las fases de ingeniería, procura y construcción, conservando la confidencialidad y autorización de la empresa de mostrar cierta información.

## 1.5. ALCANCES Y LIMITACIONES

**Alcances:** La propuesta de gestión a desarrollar será aplicable a la adquisición de suministros críticos para proyectos bajo la modalidad de ejecución EPC en edificaciones mineras, Perú, 2013.

**Limitaciones:** El presente estudio aborda el análisis de la adquisición de un suministro críticos de un solo proyecto (caso de estudio) para equipos y materiales mecánicos, eléctricos, tuberías, instrumentación, etc. Por lo que deliberación de ciertas conclusiones estarán enmarcadas por algunas características especiales de la aplicación de la propuesta estándar del caso en estudio, para pretender dar un marco mayor se tiene que realizar un análisis para los diferentes tipos de suministros y una mayor cantidad de proyectos en edificaciones mineras.

## 1.6. ESTRUCTURA Y METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

La presente tesis tendrá dentro del análisis de los diferentes capítulos un enfoque mixto (cualitativo y cuantitativo) y del tipo explicativo dado que pretendemos establecer las causas de los eventos, sucesos o fenómenos que se estudian teniendo como variables principales del estudio a: *“La gestión de los procesos e información del proyecto”* y *“Entrega oportuna de suministros críticos”*.

La presente tesis se ejecutará de la siguiente manera:

- En el Capítulo I: Se establecerá la problemática, objetivos, justificación, viabilidad de la presente investigación. Se realizará la planificación de la tesis mediante el uso del planteamiento científico utilizado por la metodología de la investigación.
- En el capítulo II: Se realizará un estudio exploratorio mediante la búsqueda teórica de información relevante relacionada a las variables de estudio: *“La gestión de los procesos e información del proyecto”* y *“Entrega oportuna de suministros críticos”*, que identifiquen las

teorías, técnicas y herramientas para el análisis y mejora del estado actual del objeto en estudio.

- En el capítulo III: Se identificarán las variables, procesos e información involucradas en el abastecimiento de suministro críticos del proyecto en estudio: "Ingeniería, Suministro y Construcción de un Taller de Camiones para Edificaciones Mineras", para que sean implantadas en el mapa de valor actual a desarrollar en el capítulo IV.
- En el capítulo IV: Con los hallazgos del capítulo II se realizará estudio explicativo del estado de valor actual y un análisis causal de los problemas y mejoras para establecer un mapa de valor futuro.
- En el capítulo V: Se realizará la propuesta de gestión relacionada al objetivo principal de la presente tesis: "propuesta de gestión de los procesos e información en las fases Ingeniería y Adquisición para un proyecto bajo la modalidad de ejecución EPC para el asegurar la entrega oportuna de suministros críticos en edificaciones para minería, Perú, 2013".
- En el capítulo VI se realizarán las conclusiones y recomendaciones de la presente tesis.

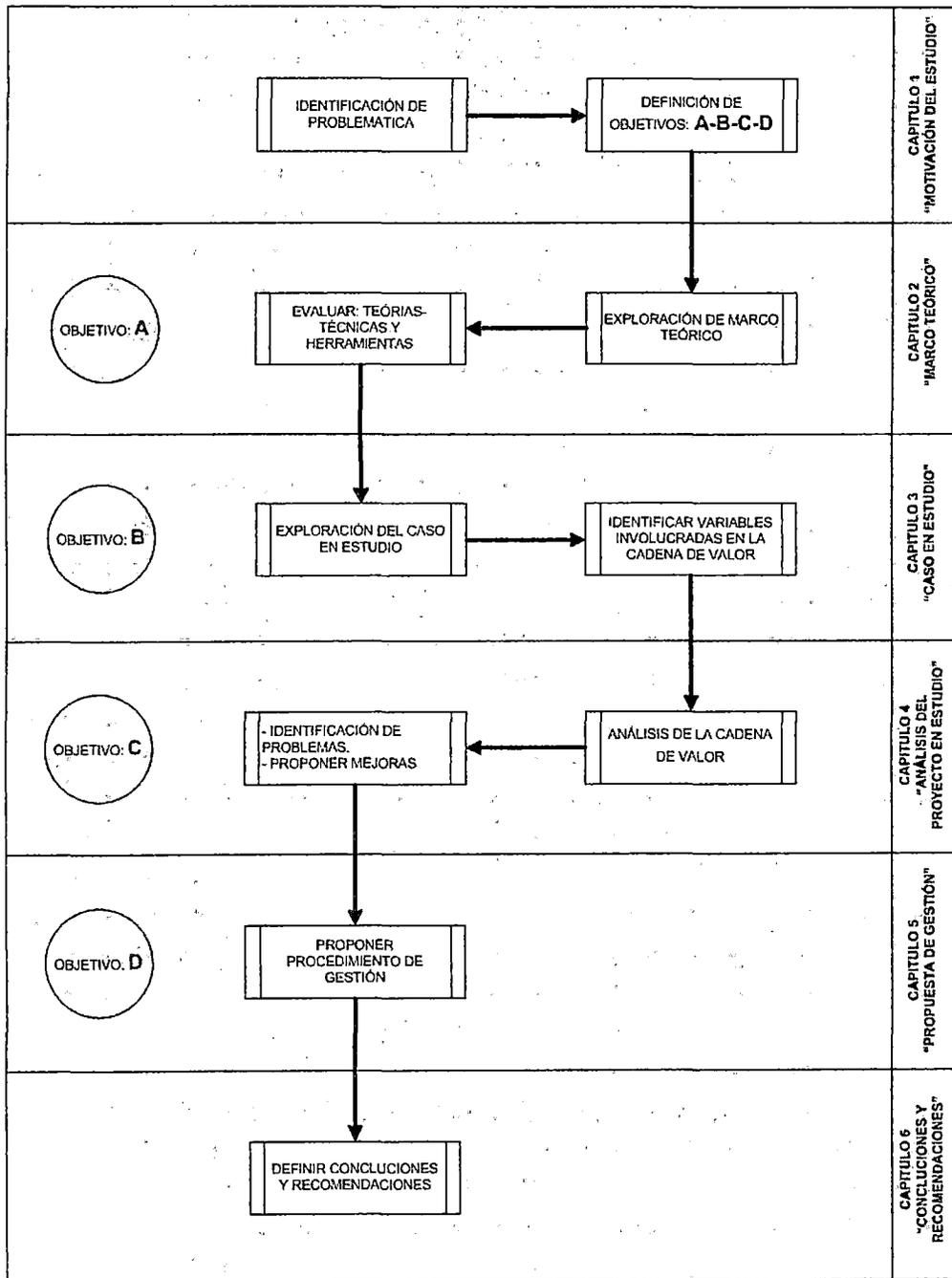


Figura 1.2: Metodología de la investigación y estructura de tesis (fuente propia)

## **CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO**

El objetivo de este capítulo es explorar sistemáticamente la literatura con el objeto de proveer un marco de referencia en función de los objetivos de la presente tesis, para orientar el estudio sobre que teorías, métodos, técnicas y herramientas se usarán para identificar, analizar y proponer un mapa de valor actual y futuro. El marco teórico se desarrollará en función de las variables de investigación (gestión de procesos e información de un proyecto EPC y aseguramiento de la entrega oportuna de suministros críticos).

### **2.1. CADENA DE SUMINISTROS EN LA CONSTRUCCIÓN**

#### **2.1.1. Proyectos EPC**

“Un proyecto EPC (Ingeniería – Procura – Construcción) es una operación compleja que implica una serie de productos, servicios y trabajos de construcción especialmente diseñada para completar un proyecto específico para un cliente en un plazo determinado de tiempo” (Sihem Ben Mahmoud-Jouini A.B, Christopher Midler.B, and Gilles Garel).

Bajo esta modalidad de contrato el cliente realiza el anteproyecto y define los requerimientos básicos. En este tipo de proyectos, se integra la ingeniería, procura y construcción, permitiendo buscar soluciones técnicamente viables que faciliten la construcción del proyecto y generen ahorro de tiempo y costo tal como se puede observar en la figura 2.1.

Los proyectos EPC normalmente tienen incluidas las fases de puesta en marcha y mantenimiento para permitir que el proyecto alcance su capacidad operativa diseñada después de la aceptación. Existen diferentes ventajas y desventajas del uso de la modalidad de ejecución EPC.

#### **Ventajas:**

- El proyecto tiene el control de los gastos financieros.

- Hay una mejor comunicación entre el propietario, el diseñador y el contratista.

#### Desventajas:

- El sistema no elimina la necesidad de un representante del propietario en él proyecto.
- Los diseños corren el riesgo que sin supervisión del propietario se enfatice en el costo sobre la calidad.
- Las variaciones post contractuales son difíciles de llevar a cabo.
- El sistema no es adecuado para obras de rehabilitación.

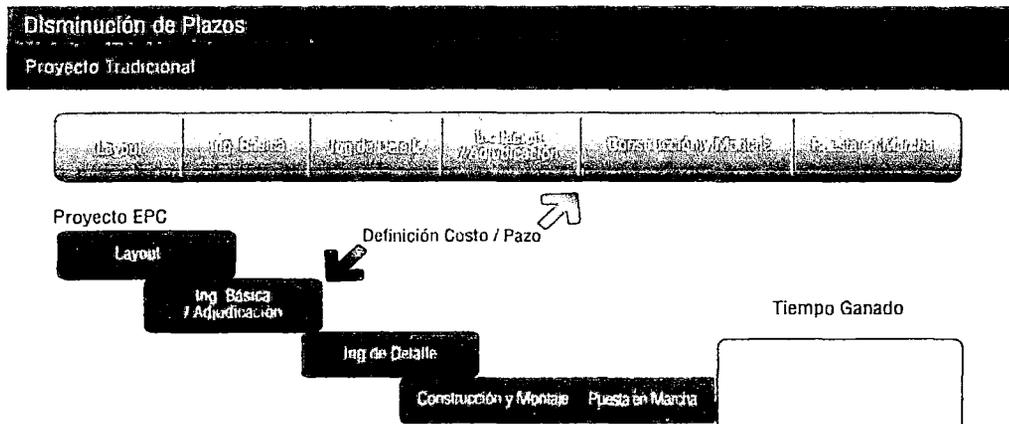


Figura 2.1: Procesos de un proyecto EPC (adaptación de procedimiento de empresa cuyo proyecto está en estudio)

#### 2.1.2. Cadena de suministro

“Una cadena de suministros está formada por todas aquellas partes involucradas de manera directa o indirecta en la satisfacción de una solicitud de un cliente. La cadena de suministros incluye no solamente al fabricante y al proveedor sino también a los transportistas, almacenistas, vendedores e incluso a los mismos clientes”. (Sunil Chopra, 2008).

Tommelein (2003) definió a la gestión de la cadena de abastecimiento (SCM) como “la práctica de un grupo de compañías e individuos trabajando colaborativamente en una red de procesos interrelacionados estructurados con el fin de satisfacer las necesidades del cliente final mientras todos los miembros de la cadena se recompensan”.

En la figura 2.2 se observa la cadena de abastecimiento tradicional en el que no existe una interrelación clara entre la ingeniería y las etapas de compra de productos y construcción, oportunidad potencial para mejorar la productividad total de la cadena.

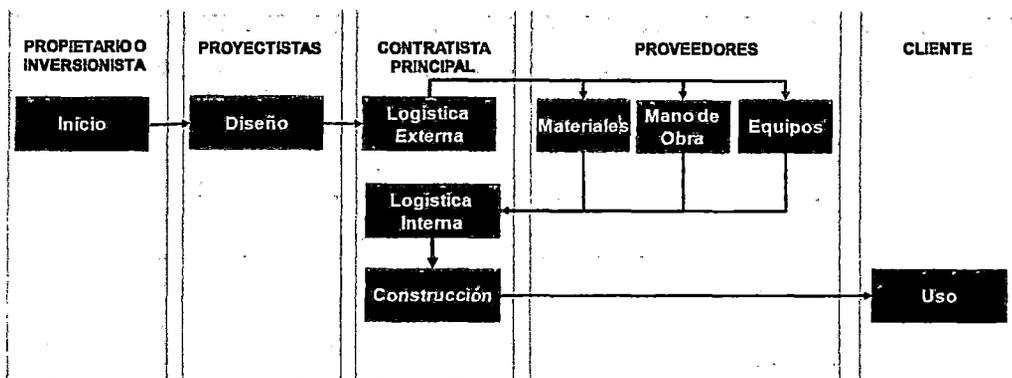


Figura 2.2.: Procesos de abastecimiento tradicional en la construcción (Ulloa, TÉCNICAS Y HERRAMIENTAS PARA LA GESTIÓN DEL ABASTECIMIENTO, 2009).

### 2.1.3. Principios de la cadena de suministros

El objetivo de toda cadena de suministro es maximizar el valor total generado.

**Decisiones en una cadena de suministros.** Chopra y Meindl (2008) señalaron que en la administración de cadena de suministro deben tomarse decisiones relacionadas con el flujo de información, productos, y fondos que permitan la rentabilidad de la misma. Las fases de decisión de una cadena de suministro pueden clasificarse como estratégica. Considerada de largo alcance y con un horizonte mayor a un año; de planeación con un tiempo intermedio, por lo general menor a un año; y operativa, donde se toman las decisiones de corto

alcance, con decisiones que con frecuencia se toman a diario. En el cuadro 2.1 se detallan algunos ejemplos de decisiones que se toman en los diferentes tiempos de planeación.

Cuadro 2.1.: Ejemplos de toma de decisiones en la cadena de suministros  
 (D'Alesio F, Administración de operaciones productivas, 2012).

Categoría de Decisión	Nivel de Decisión		
	Operativa	Táctica	Estratégica
Ubicación de las instalaciones	Número, tamaño y ubicación de almacenes, plantas y terminales		
Inventarios	Ubicación de inventarios y políticas de control	Niveles de inventario de seguridad	Cantidades y tiempos de reabastecimiento
Transporte	Selección del modo	Arrendamiento estacional del equipo	Asignación de ruta, despacho
Procesamiento de pedidos	Ingreso de pedidos, transmisión y diseño del sistema de procesamiento		Procesamiento de pedidos, cumplimiento de pedidos atrasados
Servicio al cliente	Establecimiento de estándares	Reglas de prioridad para los pedidos de clientes	Celeridad en la entrega de pedidos
Almacenamiento	Manejo de la selección de equipo, diseño de la distribución	Opciones de espacio estacional y utilización de espacio privado	Selección de pedidos y reaprovisionamiento
Compras	Desarrollo de relaciones proveedor - comprador	Contratación, selección de vendedores, compras adelantadas	Liberación de pedidos y rapidez de suministros

**Cadenas de suministro de alto rendimiento.** El objetivo constante que persiguen todas las cadenas de suministro es lograr mayor rapidez y rentabilidad. Según Lee (2005) las cadenas de suministros que ofrecen excelentes resultados se caracterizan por tener tres cualidades muy diferentes: son ágiles, adaptables y están alineadas conforme se detalla en el cuadro 2.2.

Cuadro 2.2: Agilidad, Adaptabilidad y Alineamiento de las cadenas de suministro (D'Alesio F, Administración de operaciones productivas, 2012).

	DEFINICIÓN	RECOMENDACIONES
Agilidad	Responder rápidamente a cambios en la demanda o la oferta a corto plazo; gestionar las alteraciones externas fácilmente	<p>Fomentar el flujo de información con los proveedores y los clientes.</p> <p>Desarrollar relaciones de cooperación con los proveedores.</p> <p>Crear Stocks reguladores manteniendo un stock de componentes baratos pero vitales.</p> <p>Contar con un socio o un sistema de logística fiable.</p> <p>Establecer planes de contingencia y crear equipos de gestión de crisis.</p>
Adaptabilidad	Ajustar el diseño de las cadenas de suministro para que puedan hacer frente a los cambios estructurales de los mercados; modificar las etapas de suministro según las estrategias, productos y tecnologías	<p>Supervisar las economías globales con el fin de identificar nuevos mercados y bases de proveedores.</p> <p>Utilizar intermediarios para desarrollar una nueva infraestructura de proveedores y de logística.</p> <p>Evaluar las necesidades de los consumidores finales, no solo las de los clientes inmediatos.</p> <p>Crear diseños flexibles de los productos.</p> <p>Determinar en que punto se encuentran los productos de las empresas en términos de ciclos de la tecnología y ciclos de la</p>
Alineamiento	Crear incentivos para lograr un mejor rendimiento	<p>Intercambiar libremente información y conocimientos con los proveedores y los clientes.</p> <p>Establecer papeles, tareas y responsabilidades de forma clara para los proveedores y los clientes.</p> <p>Compartir equitativamente los riesgos, costos y beneficios de las iniciativas de mejora.</p>

**Evaluación del Proveedor.** Muchas empresas suelen cometer el error de comparar a los proveedores solo por su precio, pasando por alto otras dimensiones que afectan el costo total de utilizar al proveedor. Según Chopra y Meindil (2008) los factores que deben considerarse al calificar y evaluar a los proveedores, además del precio, son los siguientes:

1. Tiempo de espera del reabastecimiento.
2. Desempeño en la puntualidad.
3. Flexibilidad de suministro.
4. Frecuencia de la entrega / tamaño mínimo del lote.
5. Calidad del suministro.
6. Costo del transporte.
7. Condiciones de pago.
8. Capacidad de coordinación de la información.
9. Capacidad de la colaboración en el diseño.
10. Tipos de cambio, impuestos y derechos.
11. Viabilidad del proveedor.

El desempeño del proveedor debe compararse con base en el impacto en el costo total. La evaluación de cada uno de los factores que afectan el costo de la cadena de suministros señalados anteriormente permite obtener una visión más amplia a la hora de tomar decisiones.

## 2.2. SUMINISTROS CRITICOS EN EDIFICACIONES MINERAS

### 2.2.1. Definición de suministros críticos

Dentro de la revisión de la literatura del tema, no existe un consenso para definición del concepto de “*suministro crítico*”, esto debido a que la criticidad de un suministro es un concepto muy relativo dado que depende de diferentes variables. En el presente estudio definimos que está en función de la ponderación de las variables que defina el cliente u usuario final; la evaluación de la criticidad de un suministro no es un análisis absoluto, pero proporciona un cuadro para la identificación y seguimiento de los mismos.

Teniendo como contexto la ejecución de un proyecto bajo la modalidad de ejecución EPC en edificaciones mineras, definimos como: “criticidad de un suministro” al riesgo que implicaría su llegada tardía al avance del proyecto por el impacto económico asociado a la entrega tardía del producto.

Cuantitativamente, definidos el riesgo asociándolo a las siguientes formulas:

- Riesgo (X) = Probabilidad de llegada tardía (X) x Impacto (X) (ver figura 2.3)
- X: Llegada tardía del suministro o producto X
- Probabilidad (X): Probabilidad-Fase Ingeniería (X) x Probabilidad-Fase Procura (X)
- Probabilidad-Fase Ingeniería (X): Probabilidad de ocurrencia “X” debido a los procesos de la fase de Ingeniería.
- Probabilidad-Fase Procura (X): Probabilidad de ocurrencia “X” debido a los proceso de la fase de Procura.
- Impacto (X): La ponderación del impacto de la ocurrencia “X”.

RIESGO	PROBABILIDAD-FASE INGENIERÍA (PFI)			PROBABILIDAD-FASE PROCURA (PFP)			IMPACTO (I)		
	BAJO (1-2)	MEDIO (3)	ALTO (4-5)	BAJO (1-2)	MEDIO (3)	ALTO (4-5)	BAJO (1-2)	MEDIO (3)	ALTO (4-5)
RIESGO	BAJO			MEDIO			ALTO		
	1 al 9			10 al 45			46 al 125		

Figura 2.3: Ponderación para evaluación de la criticidad de los suministros crítico en proyecto bajo la modalidad de ejecución EPC (fuente propia)

Cualitativamente, podemos definir como suministros críticos los que incorporen algunas de las siguientes características:

- Suministros que tengan un alto grado de complejidad en el desarrollo de su ingeniería y ejecución de su adquisición.
- Suministros que tengan un número limitado de proveedores en el mercado
- Suministros cuyos requerimientos técnicos y por falta de proveedores locales obliguen a importación de los mismos.
- Suministros cuyos costos sean elevados.
- Suministros que requieran algún tipo de transporte especial.
- Suministros cuyos plazos de abastecimientos sean mayores a la programación del lookahead (programación a 3 o más semanas).
- Suministros cuya llegada a obra impacte en la ruta o cadena crítica del cronograma del proyecto.
- Suministros cuya instalación impacta en el avance del proyecto en general.

Bajo lo expuesto y adaptando la clasificación de los materiales descrita en el procedimiento: GYM.GP.PG.36 <sup>1</sup> (Anexo 2.1), clasificamos los suministros por la forma de pedido de la siguiente manera:

- Suministros comunes (stock mínimo): aquellos suministros de alta frecuencia y rotación cuyo aprovisionamiento a obra es de rápida adquisición.
- Suministros estándares: aquellos suministros cuya evaluación de llegada a obra está prevista dentro del horizonte del lookahead.
- Suministros críticos: aquellos suministros cuya alta variabilidad y complejidad en las etapas de ingeniería y procura y/o la importancia

de la llegada a obra ameriten una planificación y seguimiento de su aprovisionamiento (ver figura 2.4).

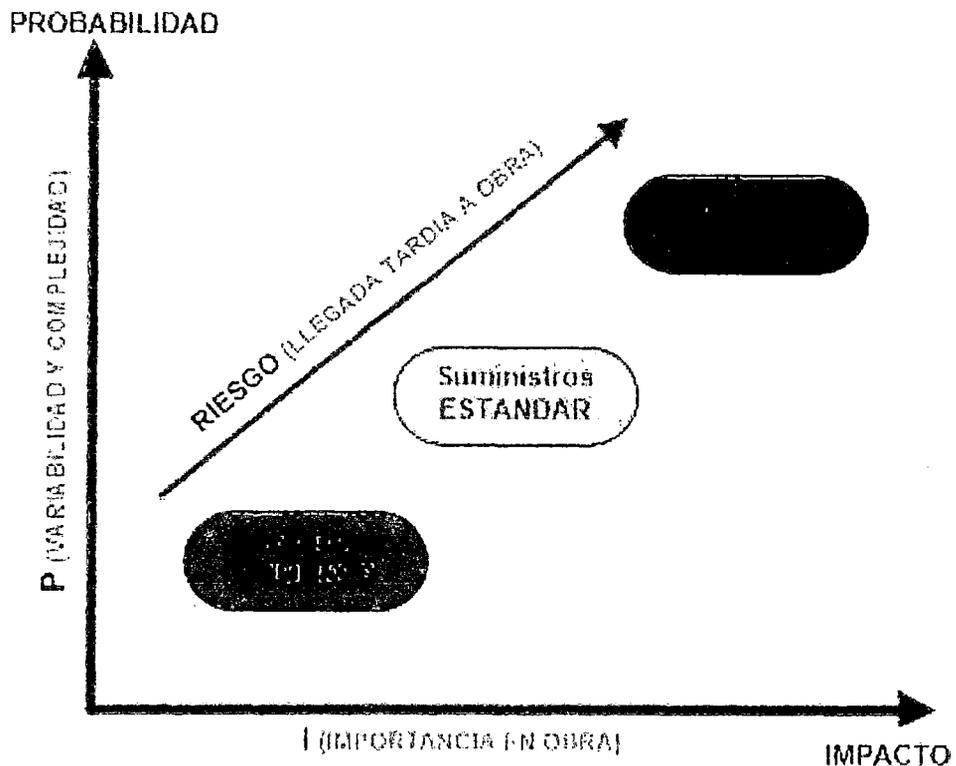


Figura 2.4: Suministros Críticos (fuente propia)

---

<sup>1</sup> Procedimiento de empresa del sector construcción.

---

### 2.2.2. Suministros críticos en edificaciones mineras

El objetivo del presente ítem es identificar los suministros críticos en la construcción de un proyecto minero típico.

La Edificación Minera en estudio se ubica en el proyecto minero escogido: Antapaccay – Expansión Tintaya, y consiste en el diseño de la ingeniería de detalle, suministro, fabricación, transporte, montaje, construcción, puesta en marcha y asistencia al comisionamiento de una taller de camiones e

instalaciones y servicio auxiliares anexos. En el cuadro: 2.3. Se identifican los suministros críticos detallados.

Cuadro 2.3: Suministros críticos en edificaciones mineras (Fuente Propia).

Ítem	Disciplina	Suministros críticos
1	Estructuras	Estructuras Metálicas mayores.
2	Mecánica	Equipos Mecánicos: Molino de bolas, Triturador, Tamizador, Pala mecánica, Celdas de flotación, Tolvas, Ventiladores, Tanque agitador, etc.
3	Piping	Piping AG, Pipeline.
4	Eléctrico	Equipos Eléctricos: Transformadores, tableros, luminarias, etc.
5	Instrumentación	Centros de controles.

Para el presente estudio hemos escogido con aras de realizar el análisis cuantitativo mediante fechas y tiempos reales, el suministro del siguiente equipo del caso de estudio: "**Ventilador Centrifugo extractor de humos y gases de camiones**". Ver Anexo 2.2: Ventiladores Centrifugos – Catálogos.



Figura 2.5: Ventilador Centrifugo (catálogo proveedor Greenheck)

## 2.3. GESTIÓN DE PROCESOS PARA EL ASEGURAMIENTO DE LA ENTREGA OPORTUNA DE SUMINISTROS EN PROYECTOS

En el presente sub capítulo se explorará los conceptos modernos de la gestión de proyectos para el aseguramiento oportuno de la entrega suministros en proyectos EPC, tanto “*lean Construction*” como “TOC” (Teoría de las restricciones”) incorporan conceptos y herramientas que ayudan a la identificación, análisis y mejora de los procesos de distintos proyectos.

### 2.3.1. Enfoque Lean Construcción en la gestión de proyectos.

#### 2.3.1.1. Introducción y orígenes del Lean Construcción

El CII (acrónimo en inglés del Instituto de la industria de la construcción) define *Lean Construction* como: “El continuo proceso de eliminación del desperdicio, buscando o excediendo el cumplimiento de todos los requerimientos del cliente, enfocándose en la totalidad la cadena de valor, y perseguir la perfección en la ejecución construcción de proyectos (CII: “Principios Lean en equipo de la Construcción de Proyectos”).

Lauri Koskela (2002) describió al Lean Construcción como: “la forma de diseñar un sistema de producción que minimice el desperdicio de materiales, tiempo y esfuerzos en el orden de generar el máximo posible cantidad de valor”.

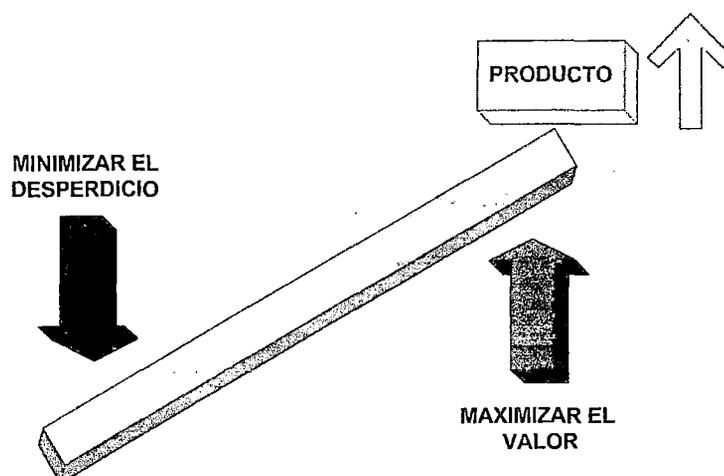


Figura 2.6: Concepto Lean Construction (Fuente propia)

**Modelo de producción T-F-V (Acrónimo en inglés de Transformación, Flujo y Valor):** Lauri Koskela en el 2002 definió a la teoría de producción: TFV como una teoría basada en una metodología que se esfuerza por lograr un mejor entendimiento y práctica de la industria de la construcción.

De acuerdo a la teoría de producción: TFV, el diseño, control y mejora de la producción debe ser conducida como una integración de conceptos de transformación, flujo y valor, y no como conceptos aislados (Koskela 2000 p.239).

La teoría TFV y sus conceptos están representados en el cuadro 2.4: Resumen teoría TFV.

**Cuadro 2.4: Resumen Teoría TFV, An Exploration Towards a Production Theory and its Application to Construction, 2000)**

	Visión de Transformación	Visión de Flujo	Visión de generación de valor
<b>Conceptualización de la producción</b>	Como una transformación (conversión) de entradas a salidas.	Como un flujo de procesos, compuesto por transformación, inspección, movimiento y espera.	Como un proceso donde el valor para el cliente es creado a través del cumplimiento de sus requerimientos.
<b>Principales principios</b>	Lograr que la producción se realice eficientemente logrando que las actividades que agregan valor lo mas eficazmente.	Eliminar perdidas mediante la reducción de las partes de las actividades que no agregan valor.	Eliminar la pérdida de valor (referido al valor alcanzado en relación al mejor valor posible de alcanzar) mediante la mejora del valor al cliente.
<b>Principios asociados</b>	-Descomponer la tarea de producción en actividades mas pequeñas.	-Comprimir el tiempo de los ciclos.	-Asegurar que todos los requerimientos son considerados.
	-Minimizar los costos de todas las tareas descompuestas.	-Reducir la variabilidad.	-Conocer todos los requerimientos del cliente.
		-Simplificación mediante la reducción del numero de pasos, partes y relaciones.	-Considerar en los gastos los requerimientos de todos los entregables.
		-Incrementar la transparencia de los procesos.	-Asegurar la capacidad del sistema de producción.
		-Incrementar la flexibilidad de las salidas.	-Medir el valor.
<b>Ejemplos de metodos y practicas</b>	Work breakdown structure (WBS), MRP, Organizational responsibility chart.	Flujo continuo, control de la producción enfocada en "jalar", mejora continua.	Metodos para capturar los requerimientos, Quality Function Deployment (QFD)
<b>Contribuciones practicas</b>	Enfoque en lo que se tiene que hacer y lograr.	Enfoque en lo que es innecesario hacer los menos posible.	Enfoque en los requerimientos del cliente que deben de ser cumplidos de la mejor manera posible.
<b>Nombre sugerido para la aplicación practica de la visión</b>	Task Management	Flow Management	Value Management

Los principios del *lean Construction* surgen por la filosofía del *lean manufacturing*, que en castellano significa “producción esbelta”, es la búsqueda de una mejora del sistema de fabricación mediante la eliminación del desperdicio, entendiendo como desperdicio a todas aquellas acciones que no agregan valor al producto, y por las cuales el cliente no está dispuesto a pagar. La producción esbelta puede considerarse como una serie de herramientas desarrolladas en Japón e inspiradas por los principios de William Edwards Deming. El principio fundamental del *Lean Manufacturing* es que el producto, bien o servicio, y sus atributos, deben adaptarse a lo que quiere el cliente, y para esto se deben eliminar todos los desperdicios. Generalmente, las actividades que contribuyen a incrementar el valor del producto no superan el 1% del total del proceso productivo, y es donde se han centrado tradicionalmente los procesos de mejora; sin embargo, existe un 99% de las operaciones que no agregan valor y que, entonces, constituyen un desperdicio, donde existe una enorme oportunidad de mejora.

La implantación de *lean manufacturing* en una empresa requiere el conocimiento de unas herramientas y técnicas, y conceptos que permitan alcanzar los objetivos de rentabilidad, competitividad y satisfacción ver figura 2.7.

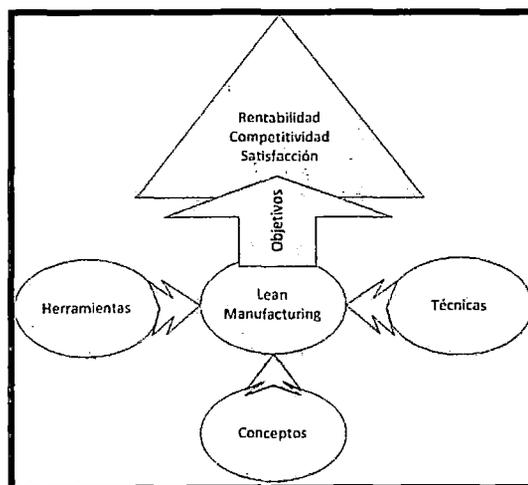


Figura 2.7: Implantación de *lean manufacturing* (Rajadell y Sánchez, *Lean Manufacturing. La evidencia de una necesidad*, 2010).

Los tres pilares del *lean manufacturing* son:

- a. La filosofía de la mejora continua: el concepto *kaizen*.
- b. Control total de la calidad.
- c. El *Just in Time*

**Kaizen. Concepto** Fue creado por Masaaki Imai, y se plantea como conjunción de dos palabras, *kai*: cambio, y *zen*: para mejorar; de ahí que *kaizen* significa cambio para mejorar. La mejora *kaizen* consiste en una acumulación gradual y continua de pequeñas mejoras implementadas por todos los empleados, incluyendo a los directivos. El *kaizen* comprende tres componentes esenciales: percepción (descubrir los problemas), desarrollo de ideas (encontrar soluciones creativas) y, finalmente, tomar decisiones. Implementarlas y comprobar su efecto, es decir elegir la mejor propuesta, planificar su realización y llevarla cabo para alcanzar un determinado resultado.

**Control Total de la calidad.** Implica que todos los departamentos, áreas, unidades deben comprometerse con el control de calidad, ya es responsabilidad de todos los empleados en todos los niveles. El control total de calidad presenta tres características básicas:

- Todos los departamentos participan del control de calidad, el cual permite la reducción de los costos de fabricación y los defectos, garantizando bajos costos para el consumidor y rentabilidad para la empresa.
- Todos los empleados participan del control de calidad, pero también se incluyen en esta actividad, proveedores, distribuidores y personas relacionadas a la empresa.
- El control de la calidad se encuentra totalmente integrado con las otras funciones de la empresa.

**Just in Time.** El sistema de producción Just inTime, como ya se estudió antes, consiste en producir solo lo necesario, en las cantidades requeridas y en el instante preciso; así, por ejemplo, se dice que un proceso productivo funciona en

JIT cuando tiene la habilidad de entregar a sus clientes los productos exactos, en el tiempo de entrega y en las cantidades requeridas

En conclusión el *lean manufacturing*, requiere de un conjunto integrado de actividades que permitan lograr los objetivos de producción, utilizando inventarios mínimos de materia prima, producto en proceso y producto terminado. Para que esto se logre, se requieren procesos con altos niveles de calidad, fuertes relaciones con los proveedores, y una demanda predecible del producto final, ver figura: Figura 2.8: Método TOYOTA (Howell, 2006).

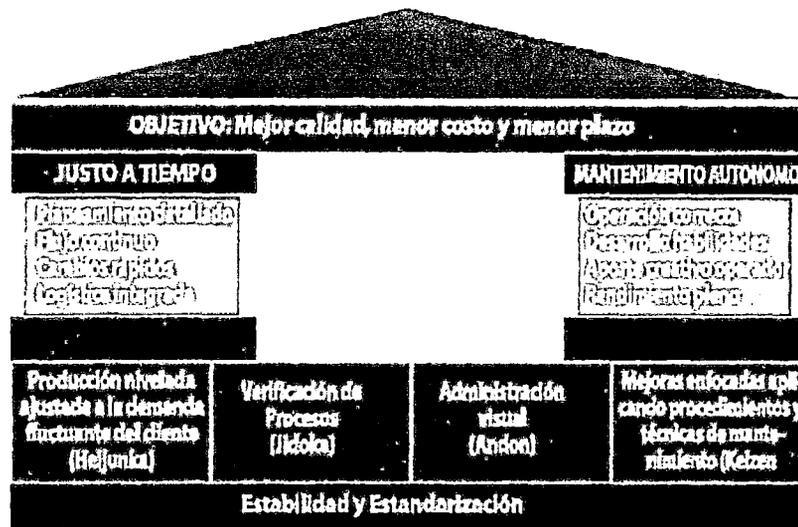


Figura 2.8: Método TOYOTA (BALLARD, Glenn; HOWELL, Greg. "What Kind of Production is Construction?" .International Group for Lean Construction. Guarujá, Brasil, 1999.)

### 2.3.1.2. Construcción Tradicional

*Lean Construction* se diferencia significativamente a las prácticas tradicionales de gestión de proyectos. Con los métodos utilizados por *Lean Construction* se optimiza el rendimiento global del proyecto, mientras que los enfoques tradicionales de gestión de proyectos se concentran en reducir el rendimiento total optimizando de cada actividad, ver Cuadro 2.5.

*Lean Construction* no reemplaza CPM u otros instrumentos que definen el programa de un proyecto determinado, pero trabajan para mejorar el suministro

de entregables a corto plazo. *CPM* juega un papel estratégico en la identificación de los principales hitos del proyecto y la secuencia de actividades críticas, mientras que la planificación *Lean* es visto como de naturaleza táctica, planificando el flujo de trabajo para los próximos cuatro o cinco semanas. Es difícil que los *CPM* de planificación den seguimiento a las tareas individuales de corta duración. Un principio importante en el *Lean Construction* es tener el buen flujo de trabajo a cargo de las operaciones que están en contacto directo con el "Last Planner<sup>®</sup>", este concepto se basa en la capacitación de los líderes, capataces y el equipo en general para decidir sobre el ámbito específico de trabajo.

*Lean Construction* reconoce que la planificación es tan importante como para el *PMBOOK*, pero a menudo está limitada por la eficacia de los eventos no planificados que se producen en casi todos los proyectos. *Lean Construction* promueve la aplicación de los enfoques de vanguardia utilizados en la fabricación de productos.

Cuadro 2.5: Lean Project Delivery System versus no Lean (Alarcon F, 2012, <http://www.claseejecutiva.cl/blog/2010/10/un-nuevo-enfoque-para-administrar>).

Lean	No Lean
<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ El foco está en el sistema de producción.</li> <li>▶ Tiene metas de transformación, valor y flujo.</li> <li>▶ Los participantes de aguas abajo son involucrados en decisiones aguas arriba.</li> <li>▶ Los productos y sus procesos son diseñados en conjunto.</li> <li>▶ Todo el ciclo de vida del producto es considerado en su diseño.</li> <li>▶ Las actividades se realizan en el último instante conveniente.</li> <li>▶ Se realizan esfuerzos sistemáticos para reducir la duración de los plazos a lo largo de la cadena de abastecimiento.</li> <li>▶ El aprendizaje se incorpora a la gestión del proyecto, empresa y cadena de abastecimiento.</li> <li>▶ Los intereses de los stakeholders están alineados.</li> <li>▶ Se diseñan y localizan buffers para absorber la variabilidad del sistema.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ El foco está en las transacciones y los contratos.</li> <li>▶ Las metas de transformación.</li> <li>▶ Las decisiones son secuenciales y realizadas por especialistas.</li> <li>▶ Una vez que el diseño del producto se completa recién se piensa en el proceso para realizarlo.</li> <li>▶ En el diseño no se consideran todas las etapas de la vida útil del producto.</li> <li>▶ Las actividades se realizan tan pronto como aparecen.</li> <li>▶ Distintas organizaciones se relacionan mediante el mercado y utilizan lo que el mercado ofrece.</li> <li>▶ El aprendizaje ocurre esporádicamente; los intereses de los stakeholders no están alineados.</li> <li>▶ Se utilizan buffers ("colchones") en función a una optimización local no sistémica.</li> </ul>

*Lean Construction* reconoce que la planificación es tan importante como lo es también para el *PMBOOK*, pero a menudo está limitada por la eficacia de los eventos no planificados que se producen en casi todos los proyectos. *Lean*

<sup>1</sup>Propuesta de gestión para el abastecimiento de suministros críticos, aplicado a edificaciones para minería  
Bach. Velásquez Bermeo, Alan

**Construction** promueve la aplicación de los enfoques de vanguardia utilizados en la fabricación de productos.

**Lean Construction** se centra en el valor agregado en comparación al control de costos y tiempo de la construcción tradicional, también se centra en la flexibilidad y el aprendizaje con el fin de hacer frente a la incertidumbre y eventos no planificados del proyecto, ver Figura 2.6.

Koskela (1992) realizó una crítica a 3 principios de la gestión convencional de proyectos (el diseño secuencial, el enfoque de la calidad y el control segmentado) y al uso del modelo del camino crítico. Koskela indica que estos principios de gestión entran en conflicto con los principios de mejora del flujo y que, en consecuencia, el flujo no está optimizado y se crean actividades que no añaden valor.

Cuadro 2.6: Diferencias entre Construcción tradicional y Lean Construction (Alarcon F 2012, <http://www.claseejecutiva.cl/blog/2010/10/un-nuevo-enfoque-para-administrar>)

	<b>Producción convencional</b>	<b>Producción sin pérdidas</b>
<b>Objeto</b>	Afecta a productos y servicios.	Afecta a todas las actividades de la empresa.
<b>Alcance</b>	Actividades de control.	Gestión, asesoramiento, control.
<b>Modo de aplicación</b>	Impuesta por la dirección.	Por convencimiento y participación.
<b>Metodología</b>	Detectar y corregir.	Prevenir.
<b>Responsabilidad</b>	Del departamento de calidad.	Compromiso de todos los miembros de la empresa.
<b>Clientes</b>	Ajenos a la empresa.	Internos y externos.
<b>Conceptualización de la producción</b>	La producción consiste de conversiones (actividades) Todas las actividades añaden valor al producto.	La producción consiste de conversiones y flujos; hay actividades que agregan valor y actividades que no agregan valor al producto.
<b>Control</b>	Costo de la actividades.	Dirigido hacia el costo, tiempo y valor de los flujos.
<b>Mejoramiento</b>	Implementación de nueva tecnología.	Reducción de las tareas de flujo, y aumento de la eficiencia del proceso con mejoras continuas y tecnología.

### 2.3.1.3 Principios del Lean Construction

**Principios Lean:** Cinco principios lean son descritos por Womack y Jones (1996) a aplicar cualquier organización. Los principios son:

- a. **Valor (Identificar el valor):** Es fundamental identificar y proporcionar el valor realmente deseado por los clientes. Las Organizaciones *Lean* resisten la tendencia a persuadir a los clientes el deseo de lo que la organización considera más fácil de proporcionar.
- b. **Cadena de valor (Identificar el flujo de valor):** Mapeo de la cadena de valor para cada producto o servicio identifica los desperdicios y facilita su eliminación, el establecimiento de la cooperación entre los participantes da como resultado en los procesos *Lean*.
- c. **Flujo (Hacer fluir el producto):** Es necesario crear los pasos de flujo de valor. Los negocios, el lugar de trabajo, y el flujo de suministros dependen de un flujo de valor eficaz con pocas o ninguna restricción.
- d. **Sistema Pull (Jalar):** Bajo la transformación lean, los esfuerzos de todos los participantes son estabilizar sistema pull (Jalar) de acuerdo con las demandas del cliente.
- e. **Perfección (Buscar la perfección):** Esforzarse por la perfección, aunque nunca se puede lograr. Se puede desarrollar las instrucciones y procedimientos de trabajo y establecer controles de calidad.

**Valor:** Actividades de valor agregado que transforman los materiales y la información en productos y servicios requeridos por el cliente. El valor no es necesariamente económico; este se obtiene cuando los productos y servicios deseados se entregan al cliente interno o externo, Wandahl y Bejder (2003) diferencian el valor del producto y valor del proceso. Valor del producto se refiere a los aspectos tangibles de un producto, tales como la composición del material, el precio de la construcción, la flexibilidad, y así sucesivamente. Valor de proceso en el entorno de construcción se refiere a las etapas en el proceso de construcción y la interacción entre los productores tales como el tiempo, la comunicación, y así sucesivamente. La interacción entre los productores puede

ser mejor representado por valor de proceso. Actividades que no agregan valor consumen recursos, pero no contribuyen directamente al producto o servicio.

**Cadena de Valor:** Dondequiera que exista un proceso, se acompaña de una cadena de valor que representa las acciones necesarias para crear un producto o servicio desde su inicio como materia prima hasta que llega al cliente en su forma completa. Las cadenas de valor incluyen tanto el valor actividades que agregan valor y las actividades que no agregan valor. Los mapas de cadena de valor ilustran los procesos e identifican las fuentes de los desperdicios (actividades que no agregan valor), y distinguirlos de las actividades que agregan valor que son fundamentales para las necesidades de los clientes.

**Mapa de Cadena de Valor:** *Value Stream Mapping (VSM)* muestra los flujos de materiales e información necesarios para producir resultados. Ayuda a los usuarios a entender el proceso, identificar las fuentes de los desperdicios y diferenciando entre las actividades que agregan y no agregan valor. En el VSM es necesario identificar cada paso de un proceso, con énfasis en los que la acción se lleva a cabo. Al elaborar el mapa, es necesario recopilar datos sobre factores tales como el tiempo de ciclo, el tiempo de cambio, tiempo de trabajo, y tamaños de los lotes de producción. *“Para nuestro caso de estudio tomamos el tiempo de trabajo de cada proceso o flujo para identificar las actividades que agregan y no agregan valor”*. Completado el mapa de valor actual se revelan las áreas que se pueden mejorar. Normalmente, el mapa es estudiado por un equipo que entiende el proceso, y puede realizar cambios en el mapa para reflejar las mejoras recomendadas. El mapa se cambia para crear un mapa del estado futuro con mejores procesos que maximicen el valor agregado de los procesos en tiempo y minimizar los desperdicios (actividades que no agregan valor).

**Flujo:** El objetivo del pensamiento lean es tener un flujo continuo de un producto de una actividad a otra en un proceso sin demoras, interrupciones o almacenamiento (inventarios excesivos) como trabajo en proceso. Este concepto es el llamado flujo de una sola pieza o de flujo de una sola pieza (*one-piece flow*). Ejemplos de flujo son:

- El flujo de negocio: Relacionado con la información de un proyecto (especificaciones, contratos, planes, etc.)
- Flujo en el sitio del trabajo: Involucra las actividades y la forma en que tienen que hacer.
- Suministro de Flujo: Se refiere a los materiales que intervienen en un proyecto. Esto es similar a cualquier otra cadena de suministro.

**Jalar (Sistema Pull):** En la filosofía Justo a tiempo (*JIT*), la producción es "jalada" del sistema por la demanda de los clientes. Esto es la antítesis de la producción en serie que se basa en gran tamaño-un lote filosofía "empujar" (*push*) en el que las necesidades de las proyecciones de producción de los clientes del proyecto y producir resultados basados en esos supuestos.

**Perfección:** La perfección puede no ser alcanzable en el entorno de la construcción, sino que representa un estado futuro deseable cuyos defectos se podrían minimizar.

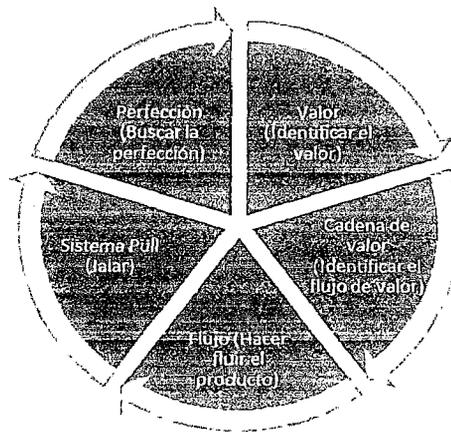


Figura 2.9: Principios Lean (Adaptación de conceptos propia, fuente: Womack & Jones, Lean Thinking, 1996).

#### 2.3.1.4. Tipos de trabajo en la construcción y tipos de Muda desperdicios)

Virgilio Ghio Castillo define en su libro: "*Productividad en Obras de Construcción, Diagnostico, Crítica y Propuesta*" en el estudio del tiempo de construcción tres tipos de trabajo:

- **Trabajo Productivo (TP):** Trabajo que aporta directa a la producción. Ejemplo asentar ladrillos, vaciar concretos, etc.
- **Trabajo Contributorio (TC):** Trabajo de apoyo, que debe ser realizado para que pueda ejecutarse el trabajo productivo. Actividad aparentemente necesaria, pero que no aporta valor. Es una pérdida de segunda categoría. Ejemplo: recibir ó dar instrucciones, leer planos, transporte de materiales, limpieza, etc.
- **Trabajo no Contributivo (TNC):** Cualquier actividad que no genere valor, y que caiga directamente en la categoría de pérdida. Son actividades que no son necesarias, tienen un costo y no agregan valor. Ejemplo: esperas, descansos, trabajo rehecho, viajes, etc.

Para la presente investigación utilizaremos dos tipos de tiempos en actividades que agregan valor (AV) y actividades que no agregan valor (NAV)

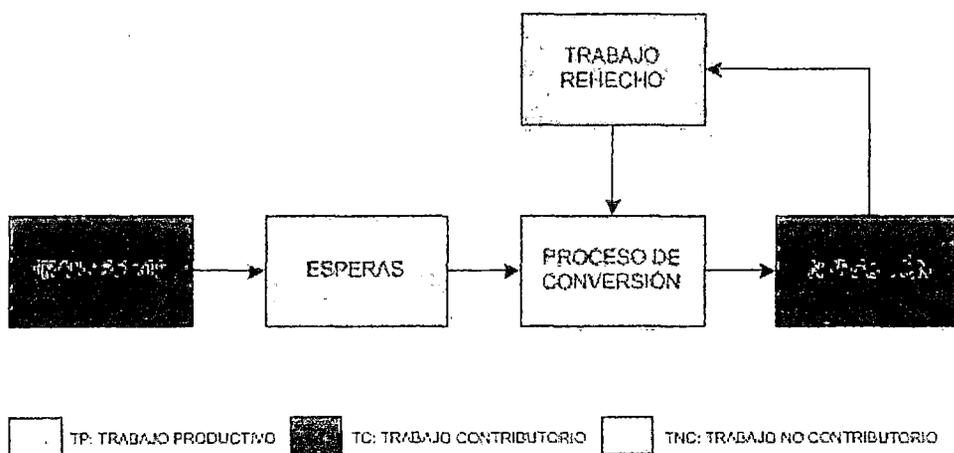


Figura 2.10: Modelo de Flujo de procesos Lean (Adaptación de fuente: Ghio V, Productividad en Obras de Construcción, 2001)

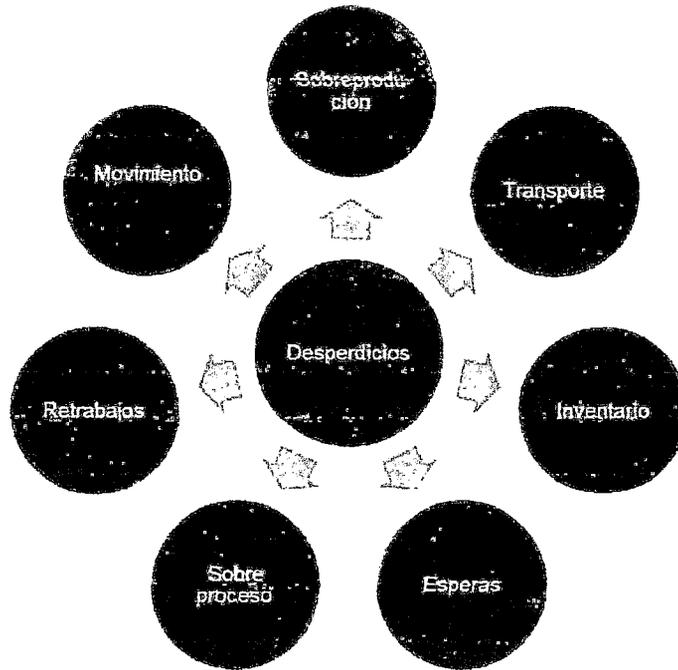


Figura 2.11: Tipos de desperdicios - muda (Fuente propia)

Dentro de las actividades que no agregan valor se pueden describir dos tipos de desperdicios (*muda*):

- **Tipo 1 Muda:** Requiere avanzada tecnología para ser eliminada. Es un trabajo contributivo, como el material que se mueve en torno a la obra.
- **Tipo 2 Muda:** Los desperdicios que se pueden eliminar con la tecnología existente. Los desperdicios más comunes son:
  - **Sobre producción:** Producir con exceso o con demasiada antelación.
  - **Transporte:** Cualquier transporte no esencial es un desperdicio.
  - **Inventario:** Cualquier cantidad por encima del mínimo necesario para llevar a cabo el trabajo.
  - **Esperas:** Espera para piezas o documentos, espera para que una máquina termine el ciclo, tiempo sin actividad del personal.

- **Sobre proceso:** Trabajo o servicio adicional no percibido por el cliente.
- **Re trabajos:** Cualquier repetición de trabajo.
- **Movimiento:** Cualquier movimiento que no añada valor.

### **2.3.1.5 Estructura Del Lean Project Delivery System®**

El Sistema de Entrega de Proyectos Flexible (*LPDS: Lean Project Delivery System®*) proporciona un medio de hacer frente a las deficiencias de la construcción tradicional y a la mejora de todo el proceso de diseño y construcción (Ballard 2000; Ballard y Howell 2003). Fue desarrollado por Glenn Ballard en el 2000 y posteriormente mejorado. Considerando que la práctica tradicional industria ha separado las funciones de los diseñadores y constructores, *LPDS* ve las actividades de estos profesionales como un proceso continuo para la gestión del proyecto con el objeto de lograr tres objetivos fundamentales (Koskela, 2000):

- **Entrega del producto.**
- **Maximizar el valor.**
- **Minimizar los desperdicios.**

El fundamento del *LPDS: Lean Project Delivery System®* es el despliegue de los "Cinco Grandes Ideas " como se describe a continuación:

- 1. Colaboración y realmente colaborar**
- 2. Aumentar la relación entre todos los participantes en el proyecto.**
- 3. Proyectos como las redes de compromisos.**
- 4. Optimizar el proyecto, no los procesos.**
- 5. Trabajar estrechamente el aprendizaje con la acción.**

La primera gran idea requiere la implantación y el empoderamiento de las personas y los recursos necesarios para desarrollar soluciones de diseño adecuadas y estudiar su impacto en la entrega de la construcción. Es inherente a la utilización del *LPDS* el uso del Sistema del último Planificador (*Last Planner System: LPS*) que comprende:

- 1. El Programa maestro (bajo el sistema “pull”).**
- 2. La programación a corto plazo (lookahead planning)**
- 3. La programación semanal.**

El LPDS comprende una serie de fases que engloban las fases del proyecto tradicionales con el pensamiento *LEAN*, pero se superpone de tal forma que se aplique los principios de diseño del sistema de producción para mejorar la entrega de todo el proyecto de diseño previo a la realización y uso del producto. Las fases son:

- 1. Definición del proyecto (*Project definition*)**
- 2. Diseño *Lean* (*Lean Design*)**
- 3. Suministro *Lean* (*Lean Supply*)**
- 4. Instalación *Lean* (*Lean assembly*)**
- 5. Uso / Culminación.**

El modelo de LPDS representa estas fases como una serie de triángulos superpuestos. Según lo descrito por Ballard y Howell (2002), estas fases se influyen entre sí " por lo que una conversación es necesaria entre los diversos grupos de interés. " En el diagrama (Figura 2.12), la estructuración de trabajo proporciona una base para el proceso y establece las bases para el control de la producción que se representa por una barra horizontal. La estructuración de trabajo es un término desarrollado por el "Instituto Lean Construction" para indicar el proceso de diseño. Es un proceso de subdividir el trabajo de tal manera que las piezas son diferentes de una unidad de producción a otra para promover el flujo y el rendimiento, y para tener un trabajo organizado y ejecutado en beneficio del proyecto en su conjunto. La producción se redefine de " resultados del control " para "hacer que el flujo de trabajo de acuerdo al plan y re planificación cuando no es así. " Los planes para completar se actualizan continuamente de forma proactiva en lugar de forma reactiva, mirando hacia el futuro en lugar de al revés.

El LPDS se actualizó para incluir conceptos y métodos adicionales extraídas del Sistema de Desarrollo de Producto de Toyota, se dirige especialmente a los

costos y basados en la escenografía. Estos han sido adaptados a la industria de la construcción e integrado con modelado por ordenador y formas relacionales de contrato (Ballard, 2008).

El modelo LPDS mejora la entrega de proyectos a través de las siguientes características:

1. Agentes implicados participen en la planificación de front-end y el diseño a través de los equipos multi-funcionales.
2. El control del proyecto se encarga de la ejecución frente a la dependencia después de los hechos de detección de las variaciones.
3. Uso de técnicas "Pull" (Jalar) se utilizan para regular el flujo de materiales e información a través de redes de cooperación de especialistas.
4. Amortiguadores ("Buffers") de capacidad e inventario se usan para absorber la variabilidad.
5. Los circuitos de retroalimentación se incorporan en todos los niveles, dedicados al sistema de ajuste rápido del sistema (Aprendizaje).

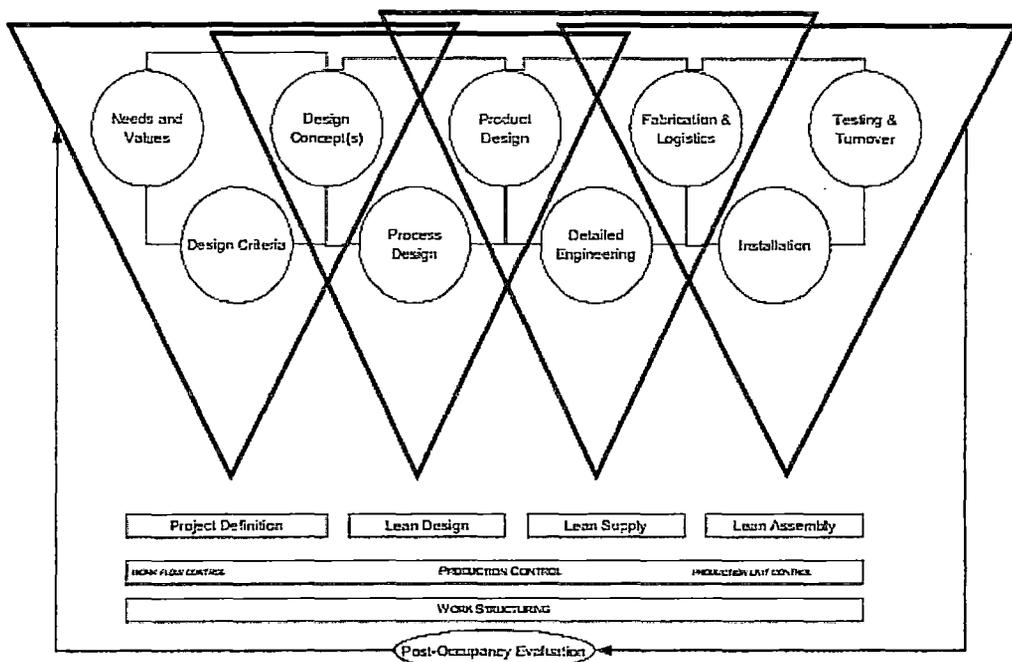


Figura 2.12: Sistemas de entrega de proyectos flexibles – LPDS (Ballard, 2000, adaptación: <http://leanconstruction.org.uk/media/docs/WP8-LPDS.pdf>).

### **2.3.1.6. Definición del proyecto Lean (*Lean Definition*)**

La fase de definición del proyecto lo hará el administrador del proyecto, quien será el responsable ante el cliente.

El presupuesto y la estimación de la duración del plazo de construcción serán incluidos dentro del concepto de la producción de la definición del proyecto en vez de ser hecha después de que la definición haya sido realizada. Se procede entonces a producir los criterios de diseño para el producto y los procesos.

El proyecto puede pasar a la etapa de diseño si se han llenado los requerimientos del cliente, los criterios de diseño para los productos y procesos y se tengan los diseños conceptuales.

Los criterios de diseño define la base de instrucciones de diseño (*BOD: Basis Of Design*). Refleja las necesidades y deseos que deben ser satisfechas por el diseño del proyecto del propietario. Esto puede incluir el uso de los espacios, sus tamaños, acabados, y las actividades que se lleven a cabo en ellas. Por ejemplo, una habitación que alberga un equipo con una carga de calor de alta sensibilidad tendrá tomas de corriente u conexiones con puntuaciones de capacidad de potencia adecuada. También necesitará refrigeración diseñado para compensar las cargas térmicas respectivas. Propietarios como instituciones en general, escuelas, universidades, hospitales y tiendas de franquicia, pueden tener criterios formales de diseño desarrollado a través de muchos años de experiencia. Otros propietarios pueden requerir evaluación y análisis más intensivo con el fin de desarrollar criterios de diseño específicos del proyecto.

### **2.3.1.7 Diseño Lean (*Lean Design*)**

Aquí se desarrolla el diseño conceptual determinado en la definición del proyecto, diseño de procesos y diseño del producto, el cual debe ser consistente con el criterio que se emitió en la definición del proyecto. Las decisiones de diseño del producto y los procesos se toman considerando las necesidades del cliente como los del diseño en sí. De aparecer una oportunidad de ampliar el valor agregado para el cliente y de existir tiempo y dinero, la definición del

proyecto debe ser replanteada para cumplir con los criterios de necesidades y diseño.

La primera etapa consiste en diseñar el diseño del proceso. Esto lo ejecuta el equipo de diseño mediante técnicas de diseño en equipo. Una matriz de planificación del diseño elimina la posibilidad de repetición de tareas.

Todos los esfuerzos deben hacerse para maximizar el valor para el cliente en el análisis de necesidades y objetivos. El control de la producción en esta fase se hace mediante las técnicas del Último Planificador.

La fase de diseño hará la transición hacia la fase de suministro cuando el diseño del producto y del proceso haya sido desarrollado del diseño conceptual acorde con los criterios del diseño, que son una manifestación de las necesidades del cliente.

En el diseño y construcción de proyectos, en los contratos de una sola entidad con el propietario / cliente, hay una interacción entre los diseñadores y constructores, pero el propietario / cliente no se incluye generalmente en este proceso y no tiene una relación gestora con el diseñador de registro.

Como se muestra en el segundo triángulo, diseño Lean es una desviación importante de los escenarios anteriores. El diseño se realiza tanto con el producto de la construcción y el proceso en mente. Opiniones sobre Constructabilidad e ingeniería de valor no son solo vistos como herramientas para aplicar en un modo de resolución de los diferentes problemas, sino más bien, son continuamente integradas con la toma de decisiones en el proceso de diseño. Esto se logra con equipos multi-funcionales que incluyen arquitectos / ingenieros, contratistas, subcontratistas, y varios especialistas que colaboran entre sí y de forma interactiva a tomar decisiones que son óptimas para el producto y el proceso.

#### **2.3.1.8. Suministro Lean (Lean Supply)**

La fase de suministro consiste en la aplicación de una ingeniería detallada del producto que se determinó en la fase del diseño, en vez del concepto tradicional

de compra de componentes y materiales y la logística de administrar las entregas y los inventarios.

Todas las decisiones referentes a la ingeniería, producción o entrega de materiales y componentes deben ser tomadas con la premisa de que serán realizadas para maximizar el valor para el cliente. Esta fase provee la transición hacia la de instalación, de manera que de ser posible, se pueden aplicar técnicas de vía rápida para componentes que todavía están en el proceso final de diseño. Que requiere el producto inicial y el diseño de procesos para definir lo que se necesita y cuándo debe ser entregado. Esto es especialmente importante con los entregable ETO: Engineering To Order (Orden de Ingeniería) para componentes tal como se utiliza en proyectos EPC. El Lean Supply también incluye la reducción del tiempo de espera para las necesidades de información del proyecto.

Los proyectos tradicionales dependen de especialistas en adquisiciones o compradores para garantizar que los materiales están disponibles para la instalación, sino que funcionan como un hoyo funcional que se desacopla del flujo de trabajo del proyecto. Los defectos en este proceso resultan en la falta de material o materiales incorrectos en el sitio cuando se necesitan, que a menudo provocan retrasos en los proyectos serios y pérdidas en la calidad de la construcción. Por otra parte, los inventarios de materiales se acumulan, creando una situación de inseguridad en el lugar, mientras que la vinculación de capital escaso. Estas situaciones representan ejemplos de desperdicios de la construcción. Lean Supply aborda estos problemas a través de tres enfoques principales (Arbulú y Koerckel, 2005): (1) mejorar el flujo de trabajo mediante la confiabilidad para la identificación y eliminación de restricciones, (2) el uso de software de gestión de proyectos basado en la web para aumentar la transparencia a través de cadenas de valor, y (3) La vinculación de flujo de trabajo de producción con suministro de materiales.

### **2.3.1.9. Instalación Lean (*Lean Assembly*)**

Las labores de instalación o fabricación inician con la llegada de herramientas, mano de obra, materiales o componentes al sitio y concluyen cuando el cliente tenga la llave de su proyecto.

Un aspecto fundamental es la coordinación de entregas de forma que se garantice la ejecución de tareas mientras se determina el tamaño de los amortiguadores. Se debe hacer inspecciones tanto a los trabajos en el campo como a los que se ejecuten en talleres. La filosofía a emplear es la de cero listas de verificación y a la integración de sistemas de producción.

#### **2.3.1.10 *Lean Construction: técnicas y herramientas.***

En el presente sub capítulo se realizará una explicación escueta de las técnicas y herramientas cuya aplicación se dé dentro de los procesos de identificación, análisis y mejora del objeto de estudio.

**Mapa de la cadena de valor (*Value Stream Mapping*):** Una cadena de valor son todas las actividades (tanto las actividades que agregan valor y las que no agregan valor) que actualmente se requieren para llevar a cabo un producto a través de los principales flujos esenciales de todos los sub productos: (1) el flujo de producción de la materia prima en posición de los clientes (internos y externos), y (2) el flujo de diseño desde el concepto hasta el lanzamiento.

El mapa de la cadena de valor (*Value Stream Mapping: VSM*) son las acciones específicas para crear productos acabados a partir de materias primas para satisfacer la demanda del cliente. VSM se centra en la gestión de la información y transformación de las actividades.

Los procesos generados por la técnica VSM son:

- (1) Un mapa de estado actual, (2) un mapa de estado futuro, y (3) la implementación de un plan** (Bother y Shook 2003). Se establece la visión de una lo que puede lograrse en el futuro con los cambios necesarios.



Figura 2.13: Procesos de técnica VSM (Fuente Propia)

El VSM es una representación rigurosa de la ruta de la entrega de información, el flujo de material dentro de los procesos existentes (y los procesos de mejora por métodos Lean). Se trazan gráficamente los procesos que agregan y no agregan valor, incluyendo las esperas y los desperdicios identificados (*Muda*), se mide el potencial ahorro de la eliminación del desperdicio y la mejora de los procesos que agregan valor. El VSM es una representación gráfica del flujo y la transformación de la información y de los materiales del alcance del proyecto que se quiere mejorar. Podría ser utilizada para las operaciones de un proyecto en general o para cumplir con las necesidades del cliente para un macro proceso de proceso como el diseño, fabricación, suministro, montaje, puesta en marcha y el proceso de arranque. La secuencia de procesos y todas las tareas, las relaciones entre el flujo de información y el flujo de materiales deben estar definidos, esto representa un vista del estado actual del esfuerzo de la organización para producir valor. Una vez definido el mapa de valor se deben aplicar los principios y técnicas Lean. El mapa de valor futuro se deriva como la meta a lograr sobre la serie de mejoras implementadas para agregar valor al producto final.

El plan para alcanzar el mapa de la cadena de valor futura se debe estandarizar para el cliente, las mejores prácticas, las lecciones aprendidas, la experiencia y los conocimientos de la cadena de suministro del equipo, para producir valor para el cliente. Con una comprensión de la situación actual, el estado futuro y el plan para cerrar la brecha entre ellos.

**Metodología KAIZEN:** El concepto ha sido detallado en el capítulo 2.3.1.1, describiremos la estructura de la metodología.

## 1. Selección de oportunidad o problema:

- Seleccionar la unidad / zona de trabajo para Kaizen:
  - En base a los requerimientos del negocio.
  - Con base en el potencial de mejora.
- Establecer los objetivos del proyecto:
  - Documentos de la línea base del proyecto
  - Establecer indicadores para los objetivos de mejora-numéricos.
- Nombrar a los miembros del equipo Kaizen:
  - Jefe de equipo y líder de equipo secundario.
- Hacer Público el evento, reuniendo al equipo de trabajo.
  - Explicar las funciones y expectativas.
  - Involucrar cociente y mentalmente a las personas para el evento.

## 2. Crear estructura del proyecto: Los equipos se reúnen para la formación conceptual y la identificación de problemas. Los temas de capacitación, incluir:

- Teoría Lean y sistema de producción Lean.
- Metodología Kaizen.
- Dinámicas en equipo-multipropósito.
- La transformación Lean.

## 3. Identificar situación y establecer los objetivos de mejora:

- Documentar los procesos existentes.
- Identificar las actividades que agregan valor y las actividades que no agregan valor.
- Medir los tiempos de los ciclos.
- Discutir las opciones de mejora.
- Formular mejoras de procesos-reordenación de diseños.

## 4. Diagnóstico del problema de estudio:

- Iniciar el proceso de mejora.

- Continuar con la mejora de procesos.
- Aplicar teorías y herramientas Lean.
- Centrarse en la entrega de valor al cliente.
- Vuelva a revisar los tiempos de ciclo.

**5. Formular plan de acción:**

- Perfeccionar el proceso / mejoras del sistema.
- Establecer nuevas normas de trabajo / proceso.
- Documento de nuevos procedimientos operativos estándar.
- Vuelva a calibrar los nuevos tiempos de ciclo.

**6. Evaluación de resultados:**

- Las recomendaciones y los resultados de la gestión actuales
- Celebrar los logros de la metodología Kaizen.

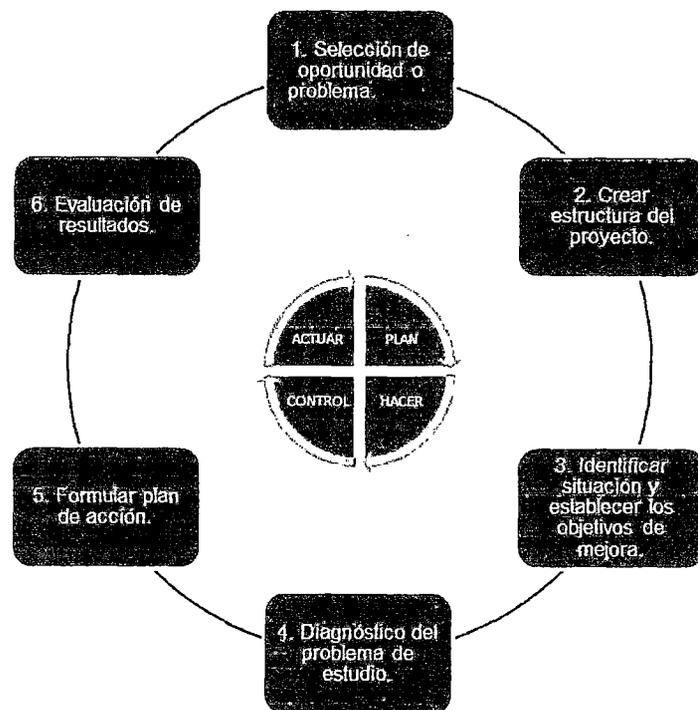


Figura 2.14: Metodología KAIZEN (adaptación teórica, Figura Fuente Propia).

**KANBAN:** "Jalar" es un sistema de información que controla de modo armónico la fabricación de los productos necesarios en la cantidad y tiempo necesarios en cada uno de los procesos que tienen lugar tanto en el interior de la fábrica como entre distintas empresas. También se denomina "sistema de tarjetas", pues en su implementación más sencilla utiliza tarjetas que se pegan en los contenedores de materiales y que se despegan cuando estos contenedores son utilizados, para asegurar la reposición de dichos materiales. Las tarjetas actúan de testigo del proceso de producción. Otras implementaciones más sofisticadas utilizan la misma filosofía, sustituyendo las tarjetas por otros métodos de visualización del flujo. Es una parte esencial del proceso de Just- In-Time (*JIT*), la producción se debe a la demanda del cliente, es decir, las necesidades de las próximas tareas aguas abajo en lugar de "empujar" (*PULL*) "para cumplir con los cronogramas. Es decir, nada se construye hasta que no esté lista una orden para ello. El sistema *JIT* evita desperdicios (*MUDA*) como: el inventario de materias primas, productos en proceso, o sub productos terminados que todavía no se necesitan. *JIT* está produce sólo lo que se necesita y cuando se necesita, y en la cantidad que se necesita.

El sistema de Toyota utiliza dos tipos diferentes de *kanban*, el *kanban* de transporte y el *kanban* de producción (o fabricación). El *kanban* de "transporte" autoriza el movimiento de materiales o trabajo en proceso de un proceso a otro. El *Kanban* de producción autoriza un proceso para producir otro lote del tamaño requerido. También especifica la descripción de los artículos, los materiales necesarios, el centro de trabajo de producción, y así sucesivamente. Las siguientes reglas permiten que el sistema *kanban* pueda trabajar con éxito:

1. No enviar un producto defectuoso al proceso siguiente. Detenga el proceso y determine la causa de los defectos.
2. Los procesos posteriores requerirán sólo lo necesario.
3. Producir sólo la cantidad exacta requerida para el siguiente proceso. No producir más que lo autorizado
4. Balanceo de la Producción.
5. Adherirse *Kanban* es algo que evita las especulaciones
6. Estabilizar y racionalizar el proceso.

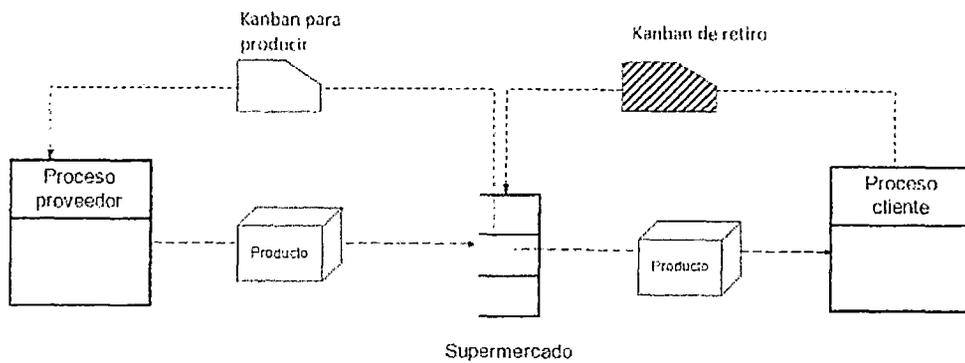


Figura 2.15: Sistema KANBAN - PULL (Shingō, Shigeo 1989).

### 2.3.2. Principios de la Teoría de las Restricciones

Resulta útil comparar la Teoría de restricciones con dos enfoques de mejora continua: *six sigma* y *lean manufacturing* ambos abocados a combatir los costos, eliminando desperdicios y reduciendo la variabilidad en todos los pasos de un proceso. En contraste el método de la teoría de restricciones se enfoca más en su aplicación práctica, consolida sus ideas en la operación que restringe un proceso crucial o el componente más débil del sistema, en relación a la meta (Chase, Aquilano, & Jacobs, 2009).

La teoría de restricciones (*Theory of Constraint: TOC*) desarrollada por Eliyahu Goldratt consiste en definir *a priori*, el objetivo global de la empresa, en función de sus limitaciones, y establecer mecanismos flexibles y versátiles de subordinación de las acciones parciales al objetivo global. Esta metodología se basa en tres supuestos. El supuesto que toda empresa tiene una meta, por la cual se creó y requiere cumplir ciertas condiciones para alcanzarla. La TOC asume que la meta de una empresa es ganar dinero hoy y en el futuro, y para eso hay que cumplir un requisito necesario en un mercado de oferta, que es dar servicio al cliente. El segundo supuesto de la TOC es que un sistema es más que la suma de sus partes para alcanzarlo. Finalmente, el tercer supuesto es que muy pocas variables, quizás solo una limitan el rendimiento de un sistema en un momento dado (Castro, 2005).

Los cinco pasos en los cuales se enfoca la teoría de restricciones son los siguientes (Chase, Aquilano, & Jacobs, 2009).

1. Identificar las restricciones del sistema (no es posible hacer mejoras si no se encuentra la restricción o el eslabón débil).
2. Decidir cómo explotar las restricciones del sistema (que las restricciones sean lo más efectivas posibles).
3. Subordinar todo a esa decisión (articule el resto del sistema para que apoye las restricciones, incluso si esto reduce la eficiencia de los recursos no restringidos).
4. Elevar las restricciones del sistema (si la producción todavía es inadecuada, adquiera más de ese recurso para que deje de ser una restricción).
5. Si en los pasos anteriores se fracturaron las restricciones, vuelva al paso uno pero no permita que la inercia se convierta en una restricción del sistema. (Cuando se resuelva el problema de la restricción, vuelva al comienzo y empiece de nuevo. Es un proceso continuo de mejora para identificar las restricciones, fracturarlas e identificar las nuevas que surjan).

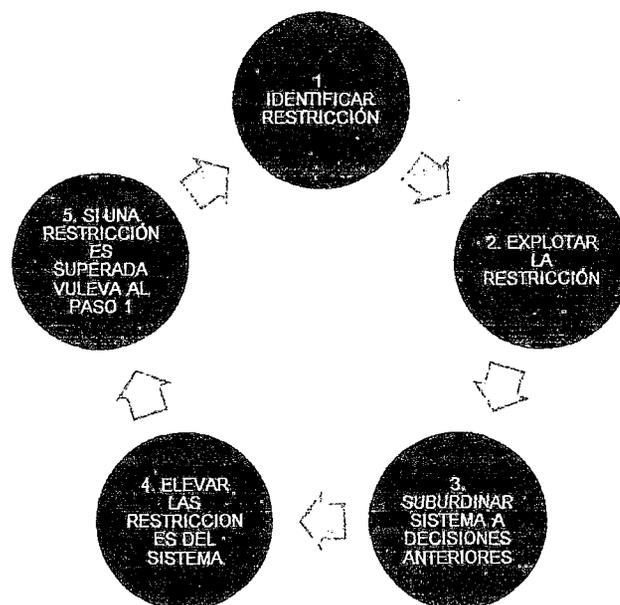


Figura 2.16: Proceso de mejoramiento continuo TOC (adaptación: Goldrat, 2007).

**Tipos de restricciones.** Existen dos tipos de restricciones físicas y políticas (Castro, 2005). Las restricciones físicas son normalmente internas; sin embargo, también hay externas. Las internas ocurren cuando un recurso o grupo de ellos limitan la generación de valor del sistema; en este caso se aplican los cinco pasos del proceso de la TOC. Las restricciones políticas son medidas, comportamientos o reglas que una organización utiliza en sus procesos de gestión, y suelen ser causadas por la inercia. Una restricción política muy común es la de fijar los precios de venta únicamente valiéndose de la contabilidad de costos.

En este caso se requiere implantar nuevas políticas de gestión en esa área. La teoría de restricciones induce a que las compañías busquen aquello que les impide alcanzar sus metas, y la forma de rodear esta limitación. Por ejemplo, si en una empresa manufacturera la limitación es la capacidad, entonces la manera de romper esta restricción sería con tiempo extra, herramientas especializadas, equipos de soporte, subcontratistas, rediseño del producto o proceso, y así sucesivamente.



Figura 2.17: Tipo de restricciones TOC (adaptación: Castro, 2000)

### **2.3.2.1. Teoría de restricciones (TOC) técnicas y herramientas.**

**Fundamentos de la Cadena crítica y Amortiguadores Estratégicos:** Estas herramientas simplifican y mejora la utilidad de planificación de la ruta crítica. Los equipos de trabajo Lean crean relaciones de red del cronograma para equilibrar flexiblemente los recurso. La estrategia de buffers a implantar en los programas de los proyectos atacan las causas de la elevada variabilidad para control de los cronogramas, lo que permite reducir el tiempo del proyecto, a través de un uso más eficaz de la localización de los buffer de tiempo.

Este método presenta una nueva forma de gestionar los tiempos y los riesgos de los proyectos, revolucionando la manera en la que los gerentes abordan sus proyectos, pues se entiende que algunas prácticas habituales de la gestión de proyectos obtienen, en sí mismas, las causas raíz por las cuales los proyectos suelen fracasar en la obtención de un producto o servicio único, en los plazos previstos, dentro del presupuesto acordado y con las especificaciones de calidad establecidas. Entre estas malas prácticas podemos mencionar:

- Establecer reservas de tiempo para cada una de las tareas, a fin de asegurar el cumplimiento de los plazos de del proyecto.
- Considerar solo las relaciones de precedencia entre las tareas al determinar cuál es el camino crítico del proyecto, omitiendo del análisis completamente las limitaciones de los recursos críticos que se utilizan en el proceso y que suelen determinar la cantidad de proyectos que la compañía puede gestionar en un periodo de tiempo determinado.
- Aceptar la proliferación de las multitareas a los largo de todos sus proyectos.
- Tratar de nivelar el uso de todos los recursos a través de todos los proyectos.

- No considerar la capacidad de la organización (sus recursos estratégicos) al momento de iniciar nuevos proyectos

El método de la cadena crítica pone bajo lupa estas prácticas y aboga por un cambio de la forma en que los proyectos son planificados y ejecutados. Así, se enfoca en lo que es realmente crítico y limitante para el proyecto, tanto en su fase de planificación, como en su fase de ejecución.

Su aceptación significa cambiar el paradigma el que se ha venido trabajando, por lo que se agregan nuevos elementos no considerados por la gestión tradicional de proyectos, entre ellos:

- La identificación del recurso estratégico de los y de la organización, incorporándolo como un elemento central del modelo.
- Toma de decisiones y el escalonamiento de proyectos, teniendo en cuenta la capacidad de la empresa para aceptar y gestionar proyectos, y un sistema de priorización simple y aceptado por todos los gerentes de proyectos.
- A gestión de riesgos de agenda y la protección de los tiempos de la cadena crítica y del proyecto a través de la incorporación de los buffers.
- 
- La generación de un plan coherente que permita finalizar los proyectos a tiempo, dentro del presupuesto y cumpliendo las especificaciones establecidas, optimizando el desempeño en la empresa y de quienes trabajan en ella.

En el siguiente cuadro presenta a modo de resumen una comparación entre los fundamentos del método de la cadena crítica y el método de la ruta crítica.

Cuadro 2.7: Ruta Crítica vs Cadena Crítica (Fuente Propia)

	Ruta Crítica	Cadena Crítica
<b>Enfoque</b>	Énfasis en las tareas	Énfasis en el proyecto
<b>Insumos para la planificación</b>	Tareas Duraciones de las tareas Predecesoras	Tareas Duraciones de las tareas Predecesoras Recursos Críticos
<b>Gestión de riesgos</b>	Se protege cada tarea Reserva por contingencia de tiempos	Se protege el proyecto a través de la incorporación de buffers
<b>Recursos</b>	Inicialmente, no los considera por la contingencia de tiempos	Los considera desde el principio. Es un elemento central en la planificación de la agenda del proyecto
<b>Ámbito de planificación</b>	Especialmente útil para planificar proyectos singulares	Especialmente útil para planificar proyectos múltiples

### 2.3.2.2. Implementación de la Cadena crítica y Amortiguadores Estratégicos

La implementación del método requiere de una serie de pasos en el proceso de armado de la cadena crítica, que se detallan a continuación (ver figura 2.18):

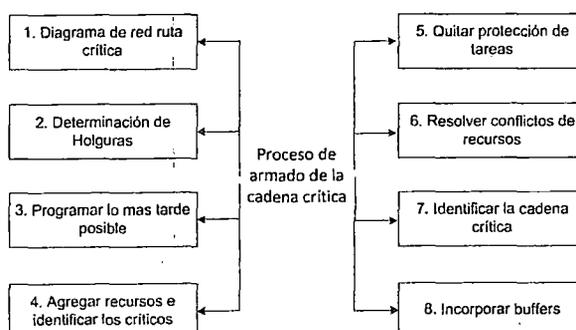


Figura 2.18: Proceso de armado de ruta crítica (adaptado de Lledó, P – Mercau, R – Cucchi, D– Esquembre, J– Rivarola, G)

1. **Determinación de la ruta crítica:** Lo primero a tener presente es que el método de la cadena crítica se nutre del método de la ruta crítica. Por ello no se trata de métodos antagónicos, sino complementarios.
2. **Determinar las holguras:** La determinación de las holguras de cada ruta del proyecto permitirá identificar las tareas críticas del proyecto (holguras nulas) y aquellas tareas no críticas del proyecto (las que tienen holgura positiva).
3. **Programar las tareas lo más tarde posible:** Una vez que se han determinado las holguras, el siguiente paso es la programación lo más tarde posible” de las tareas. Este es un paso necesario para poder identificar con claridad los conflictos de recursos que pudieran ocasionarse en la programación del proyecto.
4. **Asignar recursos a las tareas, e identificar los recursos críticos:** Llega el momento de asignar los diversos recursos a las tareas del proyecto. Como se puede observar este aspecto relacionado con los recursos es nuevo, pues la ruta crítica no la considera en la planificación de los tiempos del proyecto Pero es un aspecto central de la cadena crítica, pues considera especialmente la limitación de recursos críticos al momento de planificar, con el objeto de asegurar un buen flujo de proyectos.
5. **Quitar las protecciones a las tareas:** Un aspecto interesante del método surge en este punto. Hemos dicho anteriormente que la cadena crítica una nueva forma de gestionar los riesgos de las tareas. El enfoque tradicional de los riesgos de agenda dice que aquellas tareas sujetas a riesgo deben contemplar una reserva por contingencia que haga las veces de colchón de seguridad en el caso en que la tarea tome más tiempo que el usual. El método de la ruta crítica suele adoptar este criterio tradicional para la gestión del riesgo del proyecto, generando duraciones de tareas y de proyectos excesivamente largas y propiciando malas prácticas, como las mencionadas anteriormente,

pues si sé que puedo, en el 50% de los casos, completar una tarea en diez días, pero la he programado para que tome quince días, probablemente me relajare (*"síndrome del estudiante"*), me ocuparé también de otras tareas que tengo en la cabeza (*"multitarea"*) o me entusiasmaré en la tarea agregándole adornos innecesarios (*"Ley de Parkinson"*). El método de la cadena crítica cambia el enfoque para la gestión de riesgos de las tareas y, además, tiene especialmente en cuenta la necesidad de remover malas prácticas en la gestión de los proyectos, apuntando a acelerar el flujo de los proyectos; a su vez es exigente al planificar la duración de las tareas: si la tarea la podemos hacer en diez días sin distracciones, esa será la duración de la misma. Por ello, en esta etapa usualmente se remueven las protecciones de las tareas individuales del proyecto. Es importante tener presente que no por eso vamos a desproteger el proyecto, sino por el contrario vamos a protegerlo eficientemente incluyendo las protecciones (*colchones o buffers*) donde funcionen mejor.

6. **Resolver el conflicto de recursos:** Cotidianamente nos enfrentamos a restricciones que tendremos que considerar. Un día tiene veinticuatro horas, y debemos decidir cuantas de ellas compartiremos con nuestra familia o amigos, cuantas dedicaremos al trabajo y al deporte y cuantas consagraremos al descanso. La forma en que dividamos nuestro día entre los distintos usos alternativos dependerá, Cualesquiera que sean los criterios que utilizemos para posicionar la prioridad que asignemos.
7. **Identificar la cadena crítica:** Como mencionamos, la cadena crítica es la ruta más larga entre el inicio y el fin del proyecto considerando las precedencias entre las tareas y limitaciones de recursos.
8. **Identificar los buffer al proyecto:** Debemos tener presente que los buffers no protegen cada tarea individualmente, como en el enfoque tradicional de gestión de riesgos, si no que se busca que protejan el proyecto.

Teniendo en cuenta lo anterior, podemos decir que tres tipos de protectores para el proyecto (ver figura 2.19):

- a. **Protectores del proyecto o Project buffer.** Si bien no existe una fórmula para calcular la longitud del buffer del proyecto, lo cierto es que depende del tipo de proyecto del que se trate, el grado de novedad que implique y la experiencia del equipo en ese tipo de proyectos. Cuando más riesgoso sea el proyecto, mayor deberá ser la longitud del buffer del proyecto (por ejemplo  $2/3$  de la suma de las protecciones de las tareas individuales de la ruta crítica). Cuando mayor sea este tipo de proyectos, menor será la longitud del buffer del proyecto (digamos  $1/3$  de la suma de las protecciones de las tareas individuales de la ruta crítica).
  
- b. **Protectores de la cadena crítica o feeding buffers.** No todas las tareas de un proyecto forman parte de la cadena crítica. Pero todas las tareas del proyecto se conectan, en forma directa o indirecta, con la cadena crítica. Por ello, y para evitar que una demora en una de estas tareas afecte a la cadena crítica y consuma parte del buffer del proyecto es que se incorporan protectores de la cadena crítica o feeding buffers. Se incorporan al proyecto como una Actividad imbuida en el punto donde las cadenas no críticas conectan con la cadena crítica, tal como se muestra en la figura 2.19.
  
- c. **Protectores de los recursos críticos o capacity buffers.** Siempre es bueno planificar con tiempo la necesidad de recursos críticos, y la disponibilidad de ellos en situaciones críticas. De lo que se trata es de establecer un sistema especial para los recursos críticos que permita acudir a los recursos de reserva ante la eventualidad de una falla de un recurso o una sobredemanda de servicio que el servicio presta.

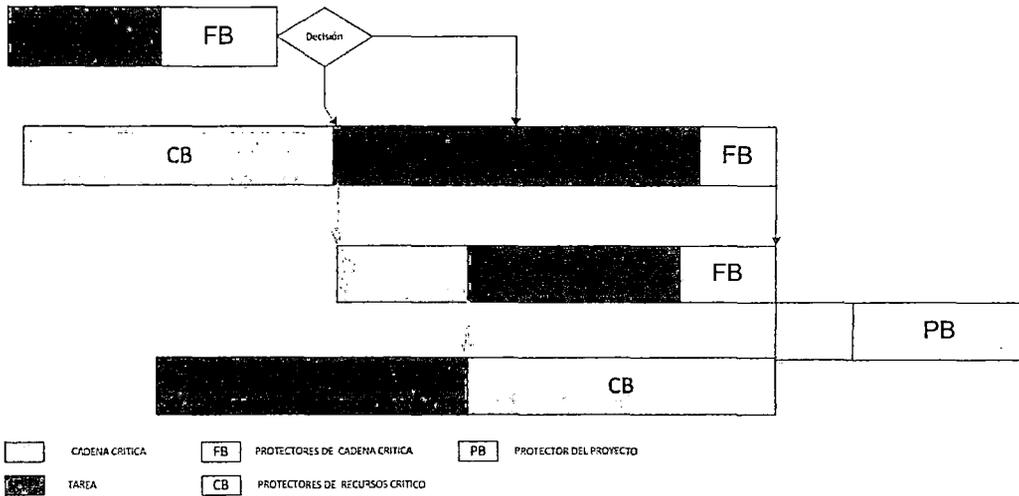


Figura 2.19: Ubicación y tipo de protecciones (*Buffers*, adaptado de Patty, R - & Denton, M)

#### 2.4. SELECCIÓN DE MÉTODOS PARA LA DEFINICIÓN, ANÁLISIS Y MEJORA DE LA CADENA DE VALOR

En función a la literatura expuesta en el capítulo II podemos definir los métodos, técnicas y/o herramientas correspondientes a las filosofías o teorías por cada fase y etapa del objetivo principal y secundario de la presente investigación.

Cuadro 2.8: Resumen de aplicación de métodos para objetivos de la investigación (Fuente Propia).

TEORIA	TÉCNICA Y HERRAMIENTA	FASE		ETAPAS DE ESTUDIO DE PROCESOS		
		INGENIERIA	PROCURA	IDENTIFICACIÓN	ANÁLISIS	MEJORA
Lean Manufacturing - Lean Construction	Value Stream Map: actual y futuro	X	X	X	X	X
Lean Manufacturing - Lean Construction	Estudios de Tiempos: TP-TC-TNC	X	X	X	X	X
Teoría de Restricciones (TOC)	Principios TOC - 5 pasos de mejora continua	X	X		X	X
Lean Manufacturing - Lean Construction	Principios Lean	X	X		X	X
Lean Manufacturing - Lean Construction	Teoría TFV	X	X		X	X
Lean Manufacturing - Lean Construction	JIT	X	X			X
Lean Manufacturing - Lean Construction	Kaizen	X	X			X
Lean Manufacturing - Lean Construction	Kanban - Sistema Pull	X	X			X
Lean Manufacturing - Lean Construction	Teoría TFV	X	X			X
Lean Manufacturing - Lean Construction	LPDS®	X	X			X
Lean Manufacturing - Lean Construction	Lean Definition	X				X
Lean Manufacturing - Lean Construction	Lean Design	X				X
Lean Manufacturing - Lean Construction	Lean Supply		X			X
Teoría de Restricciones (TOC)	Critical Chain	X	X			X
Teoría de Restricciones (TOC)	Estrategia de Buffer	X	X			X

Para la identificación, análisis y mejora de la “La gestión de los procesos e información del proyecto” y “Entrega oportuna de suministros críticos” en edificaciones mineras proponemos:

- **Identificación de procesos y flujos de información:**

Se utilizará la metodología de la cadena de valor (*Value Stream Map – VSM*) y con el estudio de tiempos Lean se identificará la cadena de valor actual de los procesos y flujos de información.

- **Análisis de procesos e información:**

Bajo el enfoque de la teoría de restricciones, los principios Lean y la teoría TFV se identificará las restricciones (análisis de causalidad) que no permiten generar valor.

- **Propuesta de mejora.**

Se propondrá la cadena de valor futuro empleando las teorías y métodos del *Lean construcción* y la *teoría de restricciones (TOC)*, mediante los principios del *lean construcción* y la estrategia de *buffer de TOC*.

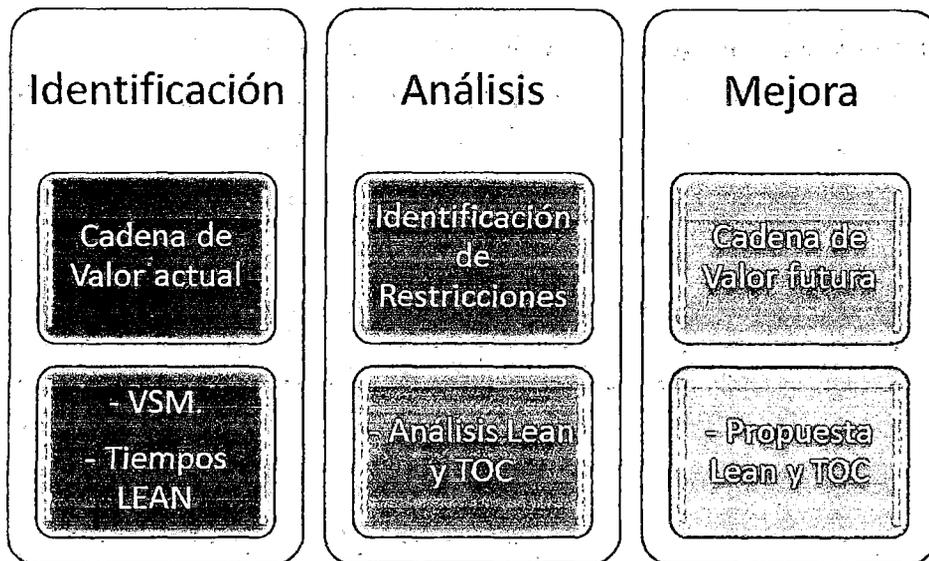


Figura 2.20: Propuesta para la identificación, análisis y mejora relacionados a la: "La gestión de los procesos e información del proyecto" y "Entrega oportuna de suministros críticos". (Fuente Propia).

## **CAPÍTULO III: DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO EN ESTUDIO**

El objetivo principal del presente capítulo es identificar los diferentes variables involucradas en los procesos y flujo de información de la cadena de valor para el abastecimiento de suministros críticos del proyecto en estudio.

### **3.1. ALCANCES DEL PROYECTO**

El alcance del proyecto comprende el diseño de ingeniería de detalle, suministro, fabricación, transporte, montaje, construcción, pruebas, puesta en marcha y asistencia al comisionamiento de un taller de camiones e instalaciones, y servicios auxiliares anexos, el que se recibirá funcionando y operativo en el área de la mina del Proyecto Antapaccay se encuentra ubicada en la provincia de Espinar, en la región del Cusco al sur de Perú, aproximadamente a 12 kilómetros (km) por carretera desde el sitio de la ciudad de Tintaya y 15 km de la ciudad de Yauri, capital de la provincia de Espinar. Las ciudades de Cusco y Arequipa se encuentran 256 kilómetros (por carretera) al norte-noroeste y 255 km (por carretera) al sur-suroeste, respectivamente, ver Anexo 3.7 - Ubicación Proyecto Antapaccay.

Las instalaciones de la mina a cielo abierto se encuentran a una altitud aproximada de 4000 msnm.. El Alcance de Trabajo se ajusta al concepto de "llave en mano" según el cual, con excepción de las exclusiones definidas, el contratista será plenamente responsable de proporcionar todos los servicios profesionales y técnicos, mano de obra, equipos y materiales, instalación de equipos mayores (a ser proporcionados por otros) de acuerdo a especificaciones, (con excepción de los equipos y materiales que se haya especificado como proporcionados por terceros), y todas las demás funciones y operaciones necesarias y requeridas para diseñar, construir y entregar al cliente un taller de camiones e instalaciones y servicios auxiliares asociados totalmente funcional y operativo de modo de cumplir con el diseño conceptual del cliente, descrito en los documentos de contrato.

El alcance de los trabajos en el taller de camiones e instalaciones y servicios auxiliares, consistirán en el diseño y la ingeniería de detalle, el abastecimiento,

fabricación, transporte, montaje, construcción, pruebas, puesta en marcha y comisionamiento de las siguientes instalaciones:

- Edificio de Mantenimiento de Camiones, Talleres, Oficinas y Bodegas
- Área de Almacenamiento y Distribución de Lubricantes.
- Área del Taller de Mantenimiento de Equipos Pesados (palas, bulldozers, etc.)
- Área de Lubricación y Mantenimiento Preventivo.
- Área de Bodega y Cambio de Neumáticos.
- Área de Lavado de Camiones y Equipos Pesados.
- Área de Reparación de Cables.
- Área Subestación y Sala Eléctrica.
- Área Sala Compresores.

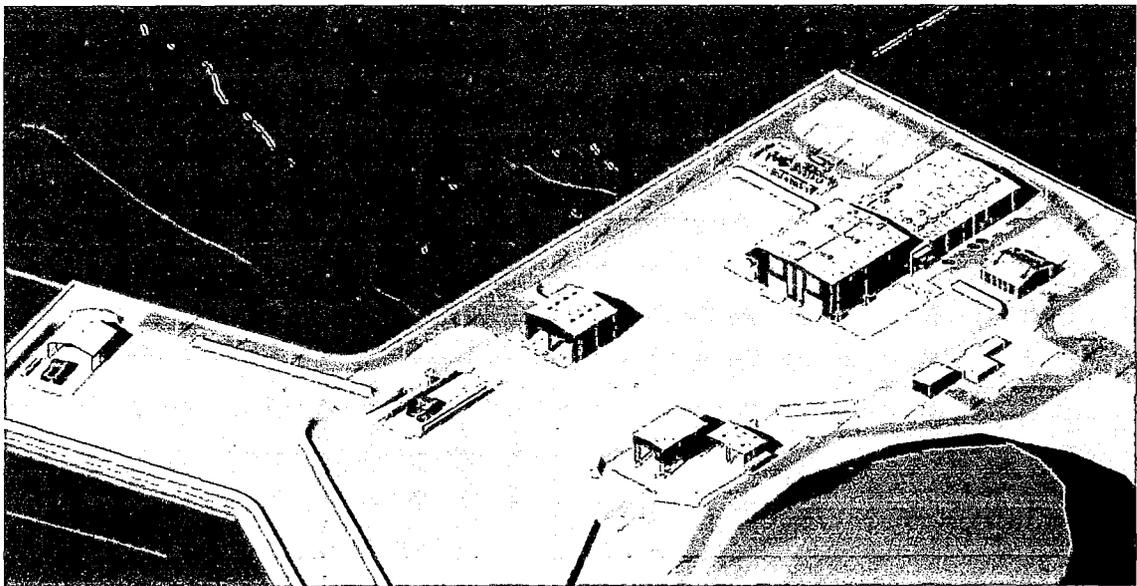


Figura 3.1: Vista 3D de maqueta virtual Taller de Camiones.

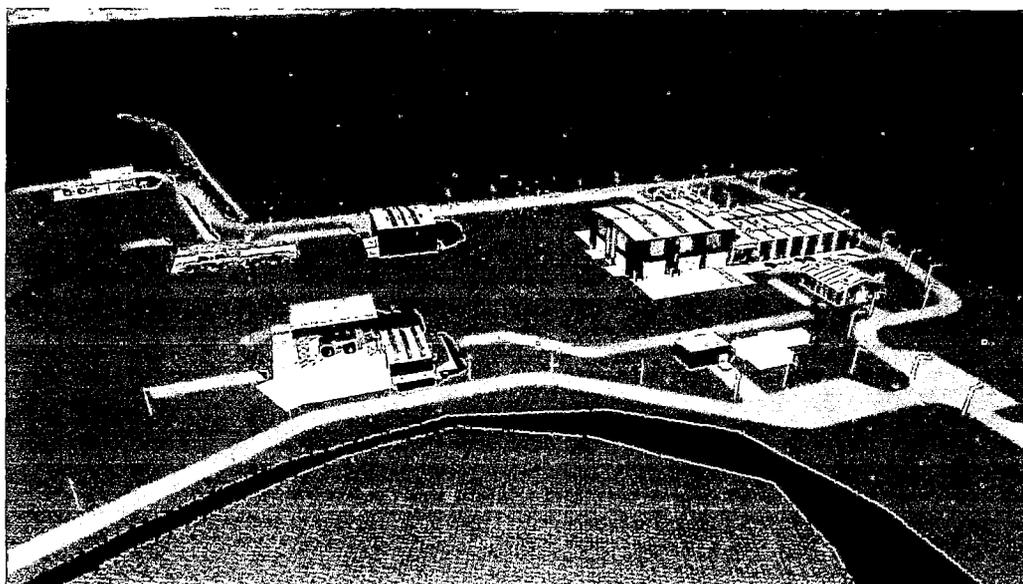


Figura 3.2: Vista 3D de maqueta virtual Taller de Camiones

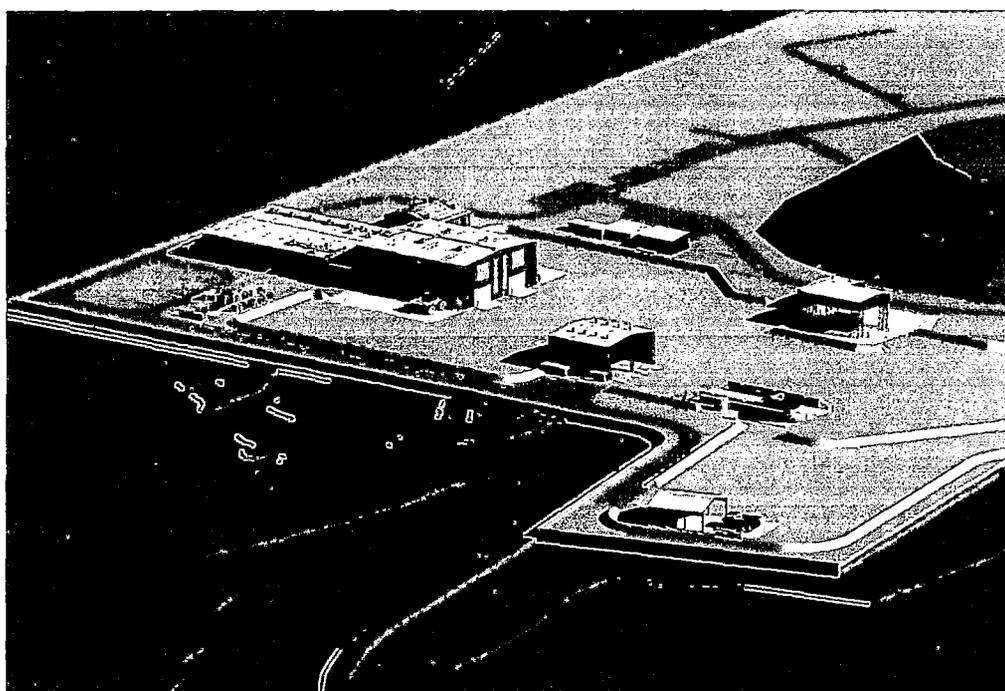


Figura 3.3: Vista 3D de maqueta virtual Taller de Camiones

### 3.2. GENERALIDADES

El diseño y desarrollo de la ingeniería se realiza en base a los requerimientos del Cliente y considera los siguientes aspectos:

- Ser la mejor base técnica y económica para el desarrollo de las futuras etapas del proyecto
- Minimizar los costos totales de inversión sin limitar los estándares de calidad.
- Protección a las personas, instalaciones y al medioambiente
- Permitir una construcción, operación y mantenimiento seguro y confiable.
- Minimizar la existencia de polvo en suspensión en todas las áreas del proyecto.

Con el propósito de lograr una adecuada planificación y control del diseño en los proyectos se deberá realizar una serie de actividades básicas tales como: reunión interna de inicio del proyecto, reunión de inicio con el Cliente, reuniones semanales de coordinación interdisciplinaria según el desarrollo del proyecto, elaboración de un listado consolidado de planos y documentos por especialidad, confeccionar programa, informe de control de avance de Ingeniería, entre otros.

El servicio de ingeniería es realizado de acuerdo a lo establecido en el contrato con el cliente, el cual especifica la etapa en la cual el contratista gestiona sus procesos y recursos para la ejecución de actividades dentro de la cadena productiva o de valor del cliente.

Los tipos de contrato y las etapas en las cuales el área de ingeniería del contratista desarrolla sus procesos asociados al diseño y desarrollo son:

- EPC (ingeniería, suministro y construcción)
- EP (ingeniería y suministro)
- E (Sólo ingeniería)

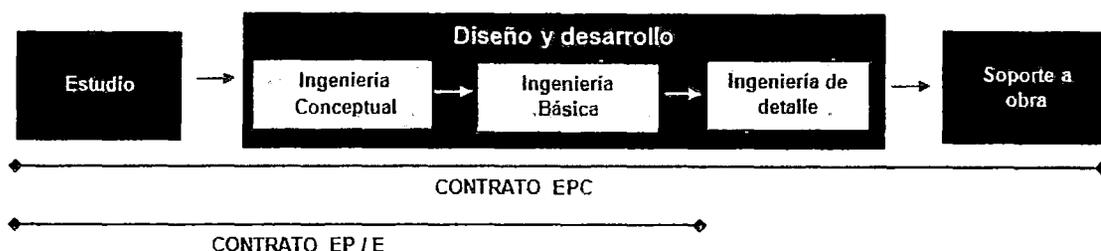


Figura 3.4: Fases de procesos de Ingeniería en proyecto EPC (fuente propia)

**Propuesta Contractual:** Etapa en el que se desarrolla la propuesta técnica-económica hasta su aprobación y posterior firma de contrato.

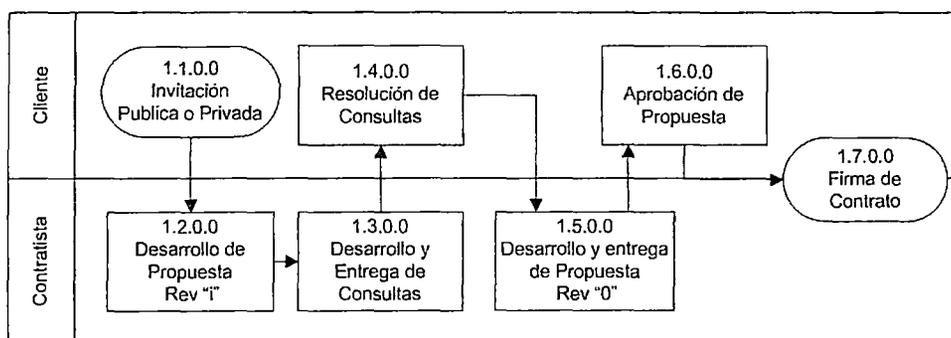


Figura 3.5: Fases de procesos en etapa de propuesta contractual (fuente propia).

### 3.3. MÉTODO DE TRABAJO: FASE INGENIERÍA

Esta metodología es la estrategia de cómo el contratista abordará, junto con el Cliente, las diferentes funciones y actividades que componen el servicio que se deberá realizar, para asegurar el éxito del proyecto.

Hemos considerado 3 etapas en la ejecución del proyecto de Ingeniería:

- Desarrollo de la Ingeniería Básica.
- Validación de la Ingeniería Básica.
- Desarrollo de Ingeniería de Detalles.

Las disciplinas consideradas en las etapas de Ingeniería Básica y de Detalles son: Arquitectura, Ingeniería Civil y Estructura, Ingeniería Eléctrica, Ingeniería de Control e Instrumentación, Ingeniería Mecánica y Piping.

El punto de partida de la ingeniería será la Reunión de Inicio (Kick off Meeting). La reunión de inicio debería realizarse en las oficinas del cliente u otro definido mutuamente. En la sesión participarían los representantes del cliente, del ingeniero del comitente y el Contratista, encabezados por su Gerente Administrador del EPC, con los ejecutivos principales del contratista, el Jefe del Proyecto, el Jefe de Ingeniería, el Jefe de Procesos, los Ingenieros Jefes de Disciplina y el Jefe de Control de Proyecto.

En la sesión se tratarán aspectos generales del proyecto, tales como Scope of work (Alcance del trabajo), de las instalaciones para realizar la Ingeniería, del programa de trabajo, de la metodología de trabajo propuesta por el contratista, organización, fijación tentativa de las reuniones de trabajo, procedimientos preliminares de aprobación de documentos, manual de procedimientos del contrato. Además se presentará cada uno de los líderes de disciplina por parte del contratista, y los interlocutores técnicos por parte del comitente y el interlocutor para el manejo del contrato por parte del cliente.

Posteriormente se tratarían temas específicos de la ingeniería: alcance de los servicios, aclaraciones, programa de entrega de la información, metodología de trabajo del área, visitas al sitio (si es que se requiere), análisis de las restricciones operacionales en el área del proyecto, diseño de las obras temporales necesarias, paquetes de construcción para el desarrollo de la ingeniería, revisión de la ingeniería entregada por el cliente en la etapa de oferta

#### **Planificación:**

Se planificará el diseño y desarrollo del proyecto, el cual consta de las siguientes actividades:

- Reunión de inicio del proyecto: Esta reunión marca el inicio de la relación con el Cliente y asisten por parte de Gerente de proyecto, el Jefe de Proyecto de Ingeniería, los líderes de especialidad y el encargado de control de proyecto. Los principales objetivos de la reunión son:
- Revisar en conjunto, los antecedentes, el alcance del proyecto y del servicio.

- Definir los canales de comunicación válidos para el intercambio de información.
- Solicitar la entrega de la información de partida para el desarrollo de la ingeniería.

Recibida la información, ésta será revisada por los diferentes especialistas, con la finalidad de determinar si se requieren antecedentes adicionales para desarrollar los diseños.

De ser necesario, se solicitará la participación del Cliente en las etapas iniciales de manera de asegurar la correcta interpretación de la información.

El resultado de esta reunión quedará registrado en una minuta de reunión de acuerdo estándar o de acuerdo a formato del Cliente.

- Recopilación de la información inicial: Se refiere a la recepción de toda la información técnica relevante necesaria para comenzar los trabajos asociados al proyecto, es decir identificar los requisitos funcionales y de desempeño, legales y reglamentarios aplicables, información proveniente de diseños previos similares (cuando sea aplicable) y cualquier otro requisito esencial para el diseño.

El Jefe de proyecto realizará este levantamiento de información, una vez adjudicado el proyecto, de acuerdo a registro estándar, y se le solicitará la firma al Cliente. Si el Cliente incluye dentro de los antecedentes un listado con la documentación oficial, éste deberá ser revisado por el Jefe de Proyecto que coincida realmente con la información entregada.

#### **Ingeniería conceptual:**

Es una de las etapas, fases o partes que conforman un proyecto de ingeniería. La ingeniería conceptual es la primera fase en la cual se fijan los objetivos deseados por el cliente, se establecen qué tipo de tecnologías se aplican, se definen el marco de normas técnicas que regularan los diseños, se establecen los criterios de evaluación económica y de cálculo de rentabilidad. Con el fin de elegir la alternativa con la cual se procede a desarrollar la siguiente fase o se

define la cancelación del proyecto por baja rentabilidad. En esta etapa, se debe captar la idea conceptual que entrega el Mandante y se deberá llevar a cabo reuniones de carácter informativo, entre el Mandante y el Jefe de Proyecto, el cual informará el marco técnico en el que se desarrollará dicho Proyecto. "Para el caso del presente estudio la ingeniería conceptual ha sido desarrollada por el cliente por la experiencia pasadas de haber desarrollados proyectos de las mismas características por lo que el contratista afina en la etapa de planificación los alcances del proyecto". *"Para la presente investigación la ingeniería conceptual ya ha sido desarrollada por el cliente"*.

### **Ingeniería Básica:**

En esta etapa se definen los aspectos esenciales del proyecto, los criterios básicos de diseño a aplicar, las especificaciones básicas, los procesos y capacidades, de modo de poder obtener los equipos principales.

La información requerida se puede resumir en la siguiente (ver anexo 3.1):

- Plano layout, Diagramas de Flujo y P&ID.
- Planos de disposición mecánica de equipos de las instalaciones.
- Planos unilineales de todas las instalaciones.
- Criterio de diseño de todas las disciplinas.
- Memorias de cálculo de todas las disciplinas.
- Especificaciones técnicas de equipos de todas las disciplinas.
- Hojas de datos de equipos de todas las disciplinas.
- Listado de equipos de todas las disciplinas.
- Listado o índice de instrumentos del Proyecto.

Validación de la ingeniería básica: Culminada la ingeniería básica y junto con el cliente, se realizará la Validación de la ingeniería básica desarrollada. Se congelarán los diagramas de flujo de proceso, los diagramas de proceso e instrumentación, (P&ID's) y las disposiciones generales (Layouts). En caso necesario se hará el estudio de levantamiento de instalaciones existentes en terreno.

Para efectos de la generación de documentación para suministros críticos basta con la validación de la Ingeniería Básica. Salvo que el cliente observe cambio en

la ingeniería de detalles que afecten a la documentación para suministros críticos, la cual será de responsabilidad del cliente.

**Ingeniería de detalle:**

La ingeniería de detalle tiene como objetivo obtener el diseño detallado de la instalación, determinar cantidades y ubicación de los elementos de cada proyecto, necesarios para proceder con la construcción.

Se solicitará cotización definitiva a empresa(s) de ingeniería seleccionada(s) y una vez definida se emitirá Orden de Servicio respectiva de acuerdo a lo indicado en procedimiento estándar y se traspasará la información de entrada para el desarrollo de la ingeniería al proyectista(s)

Se Identificarán las especialidades involucradas en el proyecto y se completará la ficha del proyecto de acuerdo a registro estándar.

La gerencia de ingeniería del contratista define las siguientes fases para el desarrollo de la ingeniería de detalles:

- Emisión de Planos y Documentos en Rev. A: Esta etapa consiste la primera emisión de los documentos para revisión interna. El proyectista emite planos y documentos considerando todos los requisitos del proyecto y envía al Jefe de Proyecto y Revisores de las diferentes especialidades para su revisión. A medida que se detecten observaciones éstas serán devueltas al proyectista para que sean incorporadas en los documentos. Todo este proceso de revisión interna es necesario, antes de envió al cliente, este será identificado con Rev. A1, A2, A3...An.
- Emisión de Planos y Documentos en Rev. B: Una vez aprobados internamente (Revisores y Jefe de proyecto de ingeniería del contratista) los planos y documentos, el proyectista emitirá en Rev. B y enviará a Control documentos de la Gerencia de Ingeniería del contratista para que éste envíe al Cliente para sus observaciones. Si el Cliente detecta observaciones éstas serán devueltas al proyectista para que sean incorporadas en los

documentos. A su vez si el Cliente genera nuevos requisitos éstos serán registrados en el registro de "Control de cambios" e incorporados a los documentos del proyecto. Todo este proceso de revisión por el Cliente, será identificado con Revisión B1, B2, B3....Bn.

- Emisión de Planos y Documentos en Rev. 0: Un plano o documento en Rev. 0 o superior implica que está apto para la construcción. Para emitir un plano o documento en Rev. 0, se deberá tener respaldo, electrónico u otro, de la validación por parte del cliente de la versión anterior. También se podrá emitir en revisión 0 cuando el Cliente haya superado los plazos de revisión establecidos inicialmente. Cada modificación deberá ser aprobada por el Cliente y comunicados por los conductos regulares.

En caso de que el Cliente solicite otras fases, se asumirán las que requiera el Cliente.

#### **Revisión, verificación, validación apropiada para cada etapa:**

Los objetivos de las fases de revisión son:

- El diseño debe cumplir con los criterios de diseño del proyecto.
- Permitir la construcción a un costo razonable,
- El diseño tome en cuenta los requerimientos de mantención cuando sea necesario.
- El diseño cumpla con todos los requerimientos especiales del Cliente.
- El diseño se realice utilizando Normas y regulaciones aplicables.
- Que todos los documentos que conforman el proyecto estén correctamente realizados, es decir los cálculos, especificaciones, notas, dimensiones y aspectos de construcción deben ser consistentes.
- Comparar los diseños de las distintas disciplinas de ingeniería, de modo de asegurar que no existan conflictos y/o interferencias.

- Que los sistemas o equipamientos diseñados para el proyecto se encuentren de acuerdo al criterio de diseño propuesto y de los alcances del trabajo y normas.
- Asegurar que los planos cuentan con todas las provisiones y definiciones apropiadas para recibir el trabajo de otras disciplinas, por ejemplo, perforaciones adecuadas de cañerías, pasadas para bandejas de cables, etc.

Básicamente son dos los aspectos a revisar en un plano: Diseño, Presentación (dibujo).

De acuerdo a las fases definidas para el desarrollo de la ingeniería de detalle, la gerencia de ingeniería ha definido las siguientes instancias de revisión:

- Revisión
- Verificación
- Validación
- Validación final

El Proyectista entrega a equipo de control documentos de ingeniería del contratista el diseño en Rev.A, para que sea revisado y se verifica el cumplimiento de los elementos de entrada y que contenga toda la información del Cliente, leyes, normas, reglamentos, etc. Se realiza validación parte 1: Consistencia resto del proyecto, interferencias, capacidades de producción, tiempos de funcionamiento etc. (por parte del contratista). Se entrega diseño en Rev. B al Cliente y el Cliente entrega observaciones si hubieran o aprueba para construcción (Rev. 0), luego de subsanar las observaciones se realiza validación final (por parte del Cliente) se emite documentación en Rev. 0.

#### **Eventos relevantes:**

El Jefe de Proyecto deberá definir 3 hitos principales:

- Entrega de documentación técnica para la compra.
- Entrega de documentación técnica para inicio de construcción.
- Fecha de entrega final de toda la documentación.

Los equipos profesionales del proyecto, tanto del contratista como del mandante, deberán trabajar en conjunto para lograr una cooperación proactiva para el cumplimiento de los eventos a continuación, de acuerdo con el programa de ejecución y, en lo posible, mejorando los plazos establecidos en el programa.

- Movilización
- Reunión de Inicio
- Programa de ingeniería, adquisiciones, construcción y puesta en marcha, completo.
- Desarrollo de la ingeniería Básica.
- Congelamiento de la ingeniería Básica.
- Inicio de la ingeniería de Detalles.
- Levantamientos en terreno.
- Criterios de diseño congelados.
- Diagramas de flujo de procesos congelados.
- Disposiciones generales congeladas.
- Colocación órdenes de compra de equipos mayores.
- P & IDs, congelados.
- Unilineales terminados.
- Cotizaciones de equipos importantes, mecánicos, eléctricos.
- Colocación de órdenes de compra de equipos importantes.
- Colocación de órdenes de compra por materiales a granel.
- Colocación de orden de compra por estructuras metálicas término de la ingeniería de detalles.

**Procesos de soporte:**

- Ejecución y Control: El control del proyecto tendrá como función la recopilación y procesamiento de la información del proyecto en forma comparativa con las líneas bases establecidas, de modo de proporcionar a la administración los antecedentes que permitan implementar decisiones orientadas al cumplimiento del programa de trabajo con sus hitos intermedios, uso de recursos, costos y otras metas globales comprometidas.
- Control de cambios: Los cambios del diseño y desarrollo deben identificarse y registrarse.

- **Actividades Críticas:** Todas las actividades críticas serán controladas semana a semana en las reuniones internas de coordinación.
- **Control de documentos:** El control de documentos del proyecto es una parte muy importante, ya que permite evaluar el nivel de avance del proyecto, tener conocimiento del estado de cualquier documento, fechas de emisión, de aprobación y cierre de los documentos, trazar el ruteo de los documentos, etc.
- **Cierre con empresas proyectistas:** Previo al cierre del proyecto, si corresponde, se deberá verificar el resultado de los trabajos encargados a terceros y consultores del proyecto, para asegurar que lo realizado por ellos corresponde a lo realmente encargado, este cierre se realizará de acuerdo a lo indicado en el procedimiento estándar "Selección y contratación de empresas proveedoras de servicios".
- **Cierre con empresas proyectistas:** Una vez entregados todos los documentos comprometidos y aceptados por el Cliente, se procederá a la firma de un acta de recepción de la ingeniería del proyecto de acuerdo a registro estándar "Protocolo de cierre", donde el Cliente acepta la recepción conforme de la ingeniería de acuerdo al detalle de documentos entregados.
- **Soporte a obra:** Esta etapa corresponde al servicio de soporte prestado por el equipo del contratista a cargo del proyecto a la obra en ejecución, el cual consiste principalmente en: Un apoyo a la puesta en marcha del proyecto, Asesorías en terreno, Rápida respuesta ante consultas y aclaraciones.

Al detectar un vacío, indefinición y/o falta de información en la obra imposibilite la correcta ejecución de una actividad en terreno, se debe registrar el Requerimiento de Información (RDI/RFI), el cual es enviado al Jefe de Proyecto a través del control documentos, quién debe analizar la información y en caso de ser necesario generar la consulta al cliente. Una vez ejecutada la recepción de la respuesta, se envía a través del control documentos de ingeniería a control documentos de la obra.

### 3.4. MÉTODO DE TRABAJO: FASE PROCURA

Las etapas del proceso de adquisición de productos críticos son:

**a. Verificación del diseño, definición del suministro crítico.**

Una vez hecha la recepción el listado de suministros críticos, el encargado de adquisiciones críticas deberá:

- Revisar exhaustivamente la información de cada producto crítico especificado, que permita confirmar que es el adecuado
- para la aplicación requerida, cumple con la normativa aplicable, cumple con todos los aspectos exigidos, establecidos directa o indirectamente en los documentos contractuales.
- Generar hoja de datos especificada (HDE) considerando todos los documentos técnicos contractuales. En algunos proyectos quien genera esta hoja de datos es el cliente, siendo esto habitual para los equipos de proceso. Para el presente proyecto el HDE es ejecutado por el contratista, por tanto el HDE y HDP son lo mismo (ver Anexo 3.2 - Listado de Hoja de Datos de Suministros críticos y Anexo 3.3: Hoja de datos de ventilador axial).
- Generar plan de inspección y ensayo de cada suministro crítico (PIE sc)
- El proyectista a su vez deberá generar una hoja de datos proyectada (HDP).
- Informe de Ingeniería (IDI): Este informe deberá reflejar que el producto y/o equipo especificado por los proyectistas es adecuado para la aplicación, condición de operación y/o uso requerido, explicitando todas las condiciones de diseño consideradas. Este informe debe incluir además las normas que regulan el diseño, fabricación y ensayo a que debe ser sometido el producto.

El encargado de adquisiciones críticas recibe la hoja de datos proyectada (HDP) junto con el informe de ingeniería (IDI) y compara la HDP con los requisitos establecidos por el cliente (HDE). Esta comparación, requisito por requisito, deberá ser firmada por el proyectista, Gerente de proyecto y el Cliente en señal de aprobación. El IDI deberá ser confeccionado y firmado por el proyectista. Será condición para adquirir el producto que el cliente haya firmado el IDI en señal de conformidad.

## **b. Evaluación y selección de proveedores**

Encargado de adquisiciones críticas debe asegurarse que el producto ofrecido por el proveedor cumpla con todas las características especificadas, como requisito de la cotización, se exigirá al proveedor:

- Completar hoja de datos del proveedor (HDS) en la cual debe indicar las características del producto que ofrece.
- Enviar plan de aseguramiento de calidad del suministro crítico que contenga las actividades del proceso y los parámetros para el control de calidad de las mismas, el cual debe contener como mínimo: actividad, variable a controlar, tolerancia (criterio de aceptación), tipo de inspección y/o ensayo, frecuencia de control, registro asociado, equipo de inspección, medición y ensayo.

Una vez recibido todos los antecedentes de los proveedores, el encargado de adquisiciones críticas deberá evaluar y seleccionar a los proveedores en función de los puntos anteriores, principalmente en función de su capacidad para suministrar productos de acuerdo con los requisitos establecidos.

El encargado de adquisiciones críticas deberá contrastar, requisito por requisito, cada una de las HDS de los distintos proveedores con la HDP aprobada. Si existieran dudas sobre algún requisito, se deberá aclarar con el proveedor correspondiente. Se seleccionará para negociar, solo a los proveedores cuya HDS cumpla, en su mayoría, con los requisitos de la HDP.

En caso que exista cualquier discrepancia, está deberá ser sub sanada por el proveedor o ser sometida a concesión formal del cliente, previa ratificación o visado por parte del proyectista.

Una vez seleccionado el proveedor, el gerente de proyecto deberá entregara al cliente la hoja de datos del proveedor seleccionado (HDS), con la comparación efectuada requisito por requisito, firmada con la conclusión expresa que mencione:

- Cumple con todos especificados en el HDP aprobada o cumple con todos los requisitos especificados en HDP aprobada con excepción de algunos claramente identificados y respaldados con información pertinente para ser sometidos a consideración del cliente.

**c. Adjudicación y emisión de orden de compra**

No se podrá adquirir ningún producto o equipo crítico sin que estén cumplidos estos requisitos:

- Informe de ingeniería (IDI) firmado por el cliente.
- Comparación entre HDE y HDP aprobada y firmada por el cliente.
- Comparación entre HDP y HDS aprobada y firmada por el cliente.

Lo anterior significa que no se podrá firmar ningún documento de compra de equipo o material definido como crítico, sin que se tenga evidencia del cumplimiento de los tres requisitos anteriores.

El documento de compra deberá mencionar como contractuales los siguientes documentos:

- Registros que se haya utilizado para especificar los requisitos del producto: HDS aprobada.
- Plan de inspección y ensayo (PIE sc) definido por el contratista (ver anexo: Anexo 3.4 - PIE Ventilador Axial).

La aprobación del documento de compra, será responsabilidad de la máxima autoridad del lugar donde se genere (gerente de proyecto, administrado de obra) dicho documento será considerado un registro de calidad siendo el encargado de adquisiciones críticas encargado de su control.

Los requerimientos relacionados con los planos certificados y aprobación de los diseños ejecutados por el proveedor serán incorporados al documento de compra. Esta información será canalizada a través del encargado de adquisiciones críticas.

	<b>PROCEDIMIENTO DE GESTION</b>	GyM.SGP.PG.36
	GESTION DE PROYECTOS	Revisión: 1
	<b>SISTEMA LOGÍSTICO</b>	Fecha: 22/06/2008 Página 5 de 6

El Responsable del Control Logístico debe asegurar que el pedido se ejecute con tiempo suficiente para que pueda llegar al Proyecto en la fecha programada en el Look Ahead, según lo establecido en el Análisis de Restricciones<sup>13</sup>. También será el encargado de supervisar periódicamente el correcto cumplimiento de lo establecido en la Matriz de Responsabilidades Logísticas. Esta función deberá ser encargada a una persona específica. En función de las características del Proyecto podrá ser a tiempo completo o como parte de otras funciones.

En la figura 05 se muestra un ejemplo de Matriz de Responsabilidades Logísticas. El Gerente de Proyecto deberá validar, actualizar y revisar periódicamente la adecuada distribución de funciones y responsabilidades de la logística del Proyecto:

RESPONSABLE	DESCRIPCIÓN DE RESPONSABILIDADES LOGÍSTICAS	INDICADORES A REALIZAR
Ingenieros de Producción	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Elabora el Look Ahead de materiales, el cual será entregado al Responsable del Control Logístico en la Reunión Semanal de Producción.</li> <li>- Avisa respecto a los cambios en el Planeamiento, para controlar el pedido de materiales de Stocks Mínimos.</li> </ul>	
Control Logístico	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Consolida los Look Aheads de Materiales.</li> <li>- Gestiona los requerimientos según la Matriz de Clasificación de Materiales por Forma de Pedido.</li> <li>- Compara todos los requerimientos generados versus las existencias de almacén.</li> <li>- Envía al comprador, una lista de todos los materiales que se necesita comprar.</li> <li>- Envía los Look Ahead de materiales de producción al almacenero para la salida de material según lo declarado.</li> <li>- Identifica nuevos consumibles, en caso ocurra.</li> <li>- Da seguimiento al cumplimiento de la presente Matriz.</li> <li>- Da seguimiento a todo el Sistema Logístico.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Indicador de "Plazo en Cadena de Suministros"</li> <li>- Revisar el "Reporte de Seguimiento de Labor Logística" del ORACLE</li> <li>- PPC semanal para la RSP.</li> </ul>
Comprador	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Genera las Ordenes de Compra.</li> <li>- Realiza compras de Costos Indirectos.</li> <li>- Coordina especificaciones de materiales nuevos con OT.</li> <li>- Da seguimiento a los materiales hasta su llegada al proyecto.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Revisar el "Reporte de Seguimiento de Labor Logística" del ORACLE</li> </ul>
Jefe de Almacén	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Distribuir los materiales a los diferentes frentes de producción según lo declarado el en Look Ahead.</li> <li>- Supervisar que las entradas y salidas de material estén actualizadas.</li> </ul>	
Asistente de Almacén	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tener la información actualizada en el sistema ORACLE.</li> <li>- Verificar periódicamente el Inventario Físico versus el Inventario del Sistema.</li> <li>- Revisar el estado y características de los materiales que llevan al proyecto según lo especificado en la Orden de Compra.</li> <li>- Despacha los materiales, siempre y cuando los vales de salida estén correctamente llenados por los ingenieros y capataces.</li> </ul>	
Administrador	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Envía sus requerimientos de Costos Indirectos al comprador.</li> <li>- Establece los horarios de llegada de facturas al Proyecto.</li> </ul>	

Figura 05 - Ejemplo de Matriz de Responsabilidades

<sup>13</sup> Ver procedimiento GyM.SGP.PG.19 – Herramientas de Programación

#### **d. Recepción de productos críticos**

El encargado de adquisiciones de productos críticos recibe todos los registros de las inspecciones y ensayos definidos, con evidencia del cumplimiento.

Se debe tener presente que las inspecciones y ensayos definidas para verificar el cumplimiento de los requisitos especificados de un producto adquirido se realizan a medida que se ejecutan los trabajos, por lo que la recepción de registros y certificados debe ser a través de todo el periodo de tiempo que dure la relación contractual con el proveedor.

Previo a la recepción del suministro crítico se exigirá que se hayan realizado todas las inspecciones y ensayos definidos, con evidencia del cumplimiento de los requisitos especificados.

Se debe tener presente que las inspecciones y definidas para verificar el cumplimiento de los requisitos especificados de un producto adquirido se realiza a medida que se ejecutan los trabajos, por lo que la recepción de registros y certificados debe ser a través de todo el periodo de tiempo que dure la relación contractual con el proveedor.

Previo a la recepción del suministro crítico debe asegurar el cumplimiento de los plazos de entrega, monitorear programas de avance de fabricación y despacho, los cuales deben estar en línea con el programa de obra. De ocurrir atrasos debe informar para tomar las medidas necesarias para reducir el atraso o bien generar plan alternativo. Se deberá mantener informado al cliente si es necesario.

### **3.5. PROGRAMA DE CONSTRUCCIÓN**

Ver Anexo 3.5.

### **3.6. ORGANIGRAMA DEL PROYECTO**

Ver Anexo 3.6.

### 3.7. SUMINISTROS CRÍTICOS DEL PROYECTO EN ESTUDIO

Para la presente tesis se estudiará de manera estándar en el mapa de la cadena de valor los procesos de dos suministros críticos de los equipos mecánicos correspondientes al proyecto Ingeniería, Procura y Construcción de un Taller de Camiones. Para el presente estudio hemos escogido con aras de realizar el análisis cuantitativo mediante fechas y tiempos reales el suministro: "*Ventilador Centrifugo extractor de humos y gases de camiones*".

## CAPÍTULO IV: ANÁLISIS DEL PROYECTO EN ESTUDIO

El objetivo del presente capítulo es analizar la cadena de valor actual para identificar los problemas y restricciones que puedan ser levantadas con las teorías, herramientas y técnicas evaluadas en el capítulo II, para el desarrollo de la propuesta del mapa de valor futuro.

### 4.1. IDENTIFICACIÓN DE LA CADENA DE VALOR ACTUAL (VSM ACTUAL)

Conforme la conclusión extraída del marco teórico (2.4 SELECCIÓN DE MÉTODOS PARA LA DEFINICIÓN, ANÁLISIS Y MEJORA DE LA CADENA DE VALOR), describimos el estudio de tiempos de la Cadena de Valor Actual (VSM Actual) conforme Flujo de Valor Actual (Anexo 4.1) y “Cuadro 4.1: Estado de procesos de la Cadena de Valor Actual”. En el cuadro de valor actual podemos rescatar las siguientes conclusiones dentro de la ruta crítica de la cadena de valor:

- El 46% corresponde a Valor Agregado (VA), 243 días.
- El 54% corresponde a Valor No Agregado (NAV), 285 días.
- El aporte de Valor Agregado (VA) por tipo de stakeholder es de Contratista: 100% (243 días), Cliente: 0%, Contratista-Cliente: 0%. Ver Figura 4.1 a Aporte al AV (Agrega Valor) por tipo de Stakeholder.
- El aporte de Valor Agregado (NAV) por tipo de stakeholder es de Contratista: 44.7%(127 días), Cliente: 54.9%(156 días), Contratista-Cliente: 0.4%(1 día). Ver Figura 4.1 Aporte al NAV (No Agrega Valor) por tipo de Stakeholder.
- Para la elaboración del mapa de valor actual se ha realizado simplificaciones en relaciones a la unión en un proceso de tareas comunes a una actividad.
- El 46% corresponde a Trabajo Productivo (TP).
- El 52.7% corresponde a Trabajo Contributivo (TC).
- El 1.3% corresponde a Trabajo No Contributivo (TNC).

- Se ha realizado Pareto Realizamos por Pareto de las actividades con mayor contribución en días para su análisis. Ver Cuadro 4.1

Cuadro 4.1: Estado de procesos de la Cadena de Valor Actual

ITEM	RESPONSABLE(S)	TIPO DE STAKEHOLDER	TIPO DE VALOR	TIPO DE TRABAJO	ACTIVIDAD	DÍAS	TIPO DE RUTA
1					INICIO		
2	CLIENTE	CLIENTE	NAV	TC	ENVÍO DE INVITACIÓN A CONCURSO (Información Inicial)	1 d	RC
3	JP-CONTRATISTA	CONTRATISTA	AV	TP	RECEPCIÓN Y DESARROLLO DE PROPUES TA REV. »»»	57 d	RC
4	JP-JP-CONTRATISTA	CONTRATISTA	NAV	TC	VISITA A OBRA	0 d	RNC
5	JP-CONTRATISTA	CONTRATISTA	NAV	TC	DESARROLLO Y ENTREGA DE CONSULTAS »»»	5 d	RC
6	CLIENTE	CLIENTE	NAV	TC	RESOLUCIÓN DE CONSULTAS »»»	8 d	RC
7	CONTRATISTA	CONTRATISTA	AV	TP	DESARROLLO Y ENTREGA DE PROPUES TA REV. »»»	8 d	RC
8	CLIENTE	CLIENTE	NAV	TC	ESTUDIO DE PROPUES TAS Y REMISIÓN DE CONSULTAS »»»	31 d	RC
9	CONTRATISTA	CONTRATISTA	NAV	TC	ELABORACIÓN Y REMISIÓN DE RESPUESTAS A CONSULTAS »»»	6 d	RC
10	CLIENTE	CLIENTE	NAV	TC	EVALUACIÓN Y ENTREGA DE CARTA DE ADJUDICACIÓN- ORDEN DE PROCEDER (EPC)	7 d	RC
11	JP-CONTRATISTA-CLIENTE	CONTRATISTA	NAV	TC	RECEPCIÓN, ACEPTACIÓN Y FIRMA DE CONTRATO POR CLIENTE (Garantías y Seguros)	3 d	RC
12	CONTRATISTA-CLIENTE	CONTRATISTA	NAV	TMC	ESPERA POR KICK OFF MEETING	3 d	RC
13	JP-CONT. - CLIENTE	CONTRATISTA-CLIENTE	NAV	TC	KICK OFF MEETING	1 d	RC
14	CLIENTE	CLIENTE	NAV	TMC	ESPERA POR ENTREGA DE ANTECEDENTES OFICIALES DE PARTIDA »»»	4 d	RC
15	CLIENTE	CLIENTE	NAV	TC	ENTREGA DE ANTECEDENTES OFICIALES DE PARTIDA »»»	1 d	RC
16	ING-CONTRATISTA	CONTRATISTA	AV	TP	INICIO DE DESARROLLO DE ENTREGABLE »»» DE INGENIERÍA BÁSICA (Revisión Informa)	1 d	RC
17	ING-JP-CONTRATISTA - CLIENTE	CONTRATISTA-CLIENTE	NAV	TC	RELACIONES DE INGENIERÍA »»»	0 d	RNC
18	ING-CONTRATISTA	CONTRATISTA	AV	TP	DESARROLLO Y ENTREGA DE ENTREGABLES INGENIERÍA BÁSICA REVISIÓN «A»»	25 d	RC
19	JP-CONTRATISTA	CONTRATISTA	NAV	TC	REVISIÓN DE ENTREGABLES INGENIERÍA BÁSICA REVISIÓN «A»»	10 d	RC
20	JP-CONTRATISTA	CONTRATISTA	NAV	TC	DESARROLLO Y ENTREGA DE RFI »»»	10 d	RC
21	JP-CONTRATISTA	CONTRATISTA	NAV	TC	RECEPCIÓN Y APROBACIÓN DE ENTREGABLES INGENIERÍA BÁSICA REV. »A»»	4 d	RC
22	JP-CONTRATISTA	CONTRATISTA	NAV	TC	ENVÍO AL CLIENTE DE ENTREGABLE INGENIERÍA BÁSICA REV. »B»»	2 d	RC
23	CLIENTE	CLIENTE	NAV	TC	RECEPCIÓN Y REVISIÓN DE ENTREGABLE INGENIERÍA Y RFI DE ING. BÁSICA REV. »B»»	14 d	RC
24	ING-JP-CONTRATISTA	CONTRATISTA	AV	TP	CORRECCIÓN Y ENTREGA DE ENTREGABLES Y RFI DE INGENIERÍA BÁSICA REVISIÓN »B»»	8 d	RC
25	CLIENTE	CLIENTE	NAV	TC	APROBACIÓN DE ENTREGABLES INGENIERÍA BÁSICA REV. »C»»	2 d	RC
26	ING-JP-CONTRATISTA	CONTRATISTA	AV	TP	GENERACIÓN Y ENTREGA DE INFORME DE VALIDACIÓN DE INGENIERÍA BÁSICA (ID) REV. »D»»	2 d	RC
27	JP-ADQ-CONTRATISTA	CONTRATISTA	NAV	TC	ENVÍO Y RECEPCIÓN DE LISTA DE SUMINISTROS CRÍTICOS -PRIMERA FASE	0 d	RNC
28	ING-ADQ-CONTRATISTA	CONTRATISTA	NAV	TC	ENVÍO Y RECEPCIÓN DE HD P DE LOS SUMINISTROS CRÍTICOS	0 d	RNC
29	ADQ-CONTRATISTA	CONTRATISTA	AV	TP	ELABORACIÓN DE PIE DE LOS SUMINISTROS CRÍTICOS	0 d	RNC
30	ADQ-CONTRATISTA	CONTRATISTA	NAV	TC	ENVÍO SOLICITUD DE COTIZACIÓN A PROVEEDORES	0 d	RNC
31	PROV-CONTRATISTA	CONTRATISTA	AV	TP	RECEPCIÓN, ELABORACIÓN Y ENVÍO DE CIZ Y HDS DE SUMINISTROS CRÍTICOS	0 d	RNC
32	CLIENTE	CLIENTE	NAV	TC	REVISIÓN (D)	59 d	RC
33	ING-CONTRATISTA	CONTRATISTA	NAV	TC	CORRECCIÓN Y ENTREGA DE INFORME DE (D) »ENTREGABLES DE INGENIERÍA BÁSICA REV. »E»»	7 d	RC
34	CONTRATISTA	CONTRATISTA	NAV	TC	APROBACIÓN DE INFORME DE VALIDACIÓN DE INGENIERÍA BÁSICA (D) REV.D	2 d	RC
35	ADQ-CONTRATISTA	CONTRATISTA	NAV	TC	REVISIÓN Y COMPARACIÓN DE HD P Y HDS	16 d	RC
36	ADQ-CONTRATISTA	CONTRATISTA	NAV	TC	SOLICITAR CORRECCIÓN DE HDS	2 d	RC
37	PROV-CONTRATISTA	CONTRATISTA	NAV	TC	RECEPCIÓN -CORRECCIÓN Y ENVÍO DE HDS	5 d	RC
38	ADQ-CONTRATISTA	CONTRATISTA	NAV	TC	RECEPCIÓN Y ENVÍO DE HD P/HDS AL CLIENTE	2 d	RC
39	CLIENTE	CLIENTE	NAV	TC	REVISIÓN DE HD P/HDS REV. »»»	28 d	RC
40	ADQ-PROV-ING-CONTRATISTA	CONTRATISTA	NAV	TC	CORRECCIÓN Y ENVÍO DE HD P/HDS REV. »»»	2 d	RC
41	CLIENTE	CLIENTE	NAV	TC	RECEPCIÓN Y FIRMA DE HD P/HDS REV. »»»»	2 d	RC
42	JP-ADQ-CONTRATISTA	CONTRATISTA	NAV	TC	SELECCIÓN DE PROVEEDORES FINAL	1 d	RC
43	ADQ-CONTRATISTA	CONTRATISTA	NAV	TC	ENVÍO DE CARTA DE ADJUDICACIÓN A PROVEEDORES	1 d	RC
44	ADQ-CONTRATISTA	CONTRATISTA	NAV	TC	GENERAR ORDEN DE COMPRA	1 d	RC
45	JP-CONTRATISTA	CONTRATISTA	NAV	TC	APROBAR Y ENVÍO DE ORDEN DE COMPRA	1 d	RC
46	PROV-CONTRATISTA	CONTRATISTA	AV	TP	GENERACIÓN DE PLANOS CERTIFICADOS Y REGISTROS DE CUMPLIMIENTO PIE »»»	0 d	RNC
47	ADQ-CONTRATISTA	CONTRATISTA	NAV	TC	REVISIÓN DE PLANOS CERTIFICADOS Y REGISTROS DE CUMPLIMIENTO PIE »»»	0 d	RNC
48	ADQ-CONTRATISTA	CONTRATISTA	NAV	TC	ENVÍO DE PLANOS CERTIFICADOS Y REGISTROS DE CUMPLIMIENTO PIE »»»	0 d	RNC
49	PROV-CONTRATISTA	CONTRATISTA	AV	TP	PRODUCCIÓN DE SUMINISTROS CRÍTICOS Y ELABORACIÓN DE DOCUMENTACIÓN	142 d	RC
50	ADQ-CONTRATISTA	CONTRATISTA	NAV	TC	RECEPCIÓN DE PLANOS CERTIFICADOS Y REGISTROS DE CUMPLIMIENTO PIE »»»	1 d	RC
51	PROV-CONTRATISTA	CONTRATISTA	NAV	TC	TRANSPORTE DE SUMINISTROS CRÍTICOS FOR EN PUERTO CALLAO- LIMA	21 d	RC
52	ADQ-CONTRATISTA	CONTRATISTA	NAV	TC	DESADUANAJE	14 d	RC
53	ADQ-CONTRATISTA	CONTRATISTA	NAV	TC	TRANSPORTE CALLAO-LIMA A PIE DE OBRA	4 d	RC
54	JP-ING-CONTRATISTA	CONTRATISTA	NAV	TC	RECEPCIÓN, DESCARGA Y CHECK LIST DE SUMINISTROS CRÍTICOS	2 d	RC
55	JP-ING-ADQ-CONTRATISTA	CONTRATISTA	NAV	TC	EVALUACIÓN DE PROVEEDOR	2 d	RC
56	FIN						

A Total RC: 529 d  
B Sub Total AV: 243 d  
C Sub Total NAV: 286 d

NOMENCLATURA

JP: Jefe de Proyecto del contratista  
JPL: Jefe de Proyecto de Ingeniería del contratista  
ING: Responsables de Ingeniería del contratista  
ADQ: Jefe de Adquisiciones del contratista

PROV: Proveedor del contratista TC: Tiempo Contributivo  
AV: Agrega Valor TP: Tiempo no Contributivo  
NAV: No Agrega Valor RC: Ruta Crítica  
TP: Tiempo Productivo RNC: Ruta No Crítica

B/A = 46.0% AV

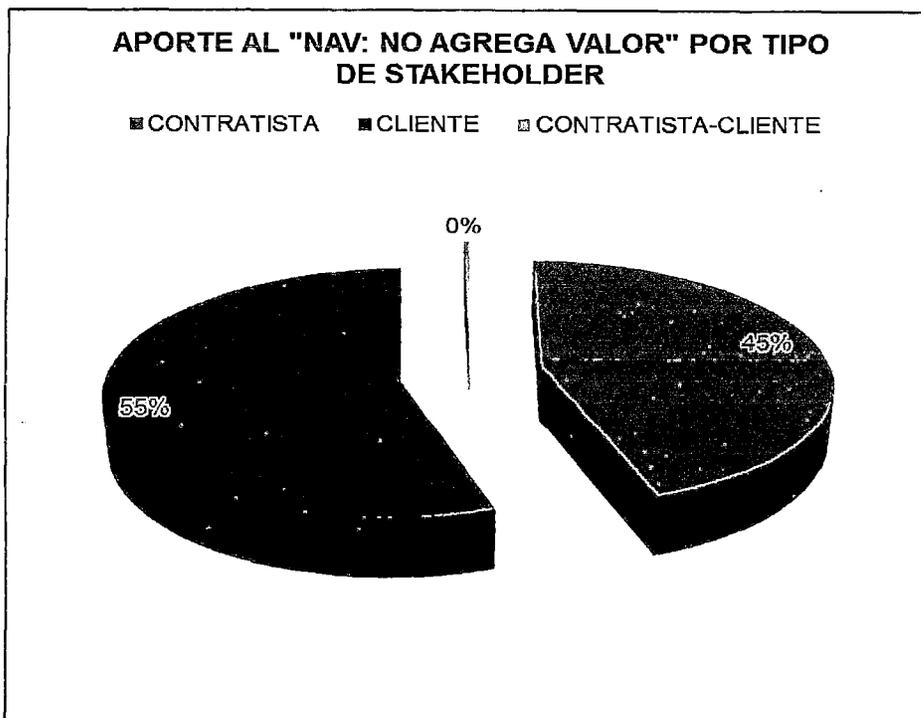


Figura 4.1 Aporte al AV (Agrega Valor) por tipo de Stakeholder.



.. Figura 4.2: Aporte al NAV (No Agrega Valor) por tipo de Stakeholder.

## 4.2 Cuadro Pareto de veinte actividades con mayor incidencia 90%.

ITEM	RESPONSABLE (S)	TIPO DE STAKEHOLDER	TIPO DE VALOR	TIPO DE TRABAJO	ACTIVIDAD	DIAS	TIPO DE RUTA	PORCENTAJE
49	PROV-CONTRATISTA	CONTRATISTA	AV	TP	PRODUCCIÓN DE SUMINISTROS CRITICOS Y ELABORACIÓN DE DOCUMENTACIÓN	142 d	RC	27.1%
3	JP-CONTRATISTA	CONTRATISTA	AV	TP	RECEPCIÓN Y DESARROLLO DE PROPUESTA REV. «A»	57 d	RC	10.9%
32	CLIENTE	CLIENTE	NAV	TC	REVISIÓN (DI)	59 d	RC	11.3%
8	CLIENTE	CLIENTE	NAV	TC	ESTUDIO DE PROPUESTAS Y REMISIÓN DE CONSULTAS «A»	31 d	RC	5.9%
39	CLIENTE	CLIENTE	NAV	TC	REVISIÓN DE HDP/HDS REV. «A»	28 d	RC	5.3%
18	ING-CONTRATISTA	CONTRATISTA	AV	TP	DESARROLLO Y ENTREGA DE ENTREGABLES INGENIERÍA BÁSICA REVISIÓN «A»	25 d	RC	4.8%
51	PROV-CONTRATISTA	CONTRATISTA	NAV	TC	TRANSPORTE DE SUMINISTROS CRITICOS FOB EN PUERTO CALLAO - LIMA	21 d	RC	4.0%
23	CLIENTE	CLIENTE	NAV	TC	RECEPCIÓN Y REVISIÓN DE ENTREGABLE INGENIERÍA Y RFI DE ING. BÁSICA REV. «B»	18 d	RC	3.4%
52	ADQ-CONTRATISTA	CONTRATISTA	NAV	TC	DESADUANAJE	12 d	RC	2.3%
19	JPI-CONTRATISTA	CONTRATISTA	NAV	TC	REVISIÓN DE ENTREGABLES INGENIERÍA BÁSICA REVISIÓN «A»	10 d	RC	1.9%
20	JPI-CONTRATISTA	CONTRATISTA	NAV	TC	DESARROLLO Y ENTREGA DE RFI «A»	10 d	RC	1.9%
35	ADQ-CONTRATISTA	CONTRATISTA	NAV	TC	REVISIÓN Y COMPARACIÓN DE HDP y HDS	10 d	RC	1.9%
6	CLIENTE	CLIENTE	NAV	TC	RESOLUCIÓN DE CONSULTAS «A»	8 d	RC	1.5%
7	CONTRATISTA	CONTRATISTA	AV	TP	DESARROLLO Y ENTREGA DE PROPUESTA REV.0	8 d	RC	1.5%
24	ING-JPI-CONTRATISTA	CONTRATISTA	AV	TP	CORRECCIÓN Y ENTREGA DE ENTREGABLES Y RFI DE INGENIERÍA BÁSICA REVISIÓN «B»	8 d	RC	1.5%
10	CLIENTE	CLIENTE	NAV	TC	EVALUACIÓN Y ENTREGA DE CARTA DE ADJUDICACIÓN – ORDEN DE PROCEDER (EPC)	7 d	RC	1.3%
33	ING-CONTRATISTA	CONTRATISTA	NAV	TC	CORRECCIÓN Y ENTREGA DE INFORME DE (DI) - ENTREGABLES DE INGENIERÍA BÁSICA REV. «B»	7 d	RC	1.3%
9	CONTRATISTA	CONTRATISTA	NAV	TC	ELABORACIÓN Y REMISIÓN DE RESPUESTAS A CONSULTAS «A»	6 d	RC	1.1%
5	JP-CONTRATISTA	CONTRATISTA	NAV	TC	DESARROLLO Y ENTREGA DE CONSULTAS «A»	5 d	RC	1.0%
37	PROV-CONTRATISTA	CONTRATISTA	NAV	TC	RECEPCIÓN -CORRECCIÓN Y ENVÍO DE HDS	5 d	RC	1.0%

### 4.2. PROPUESTA DE MEJORA

El presente sub capítulo lo dividiremos en:

- Análisis Causal.
- Levantamiento de Restricciones.
- Protección de la cadena de valor.

**Análisis Causal:** Conforme el paso 1 de la metodología de la teoría de restricciones identificaremos la restricción (es) que no permiten llegar a la meta: “Asegurar la entrega oportuna de suministros críticos en edificaciones para minería, Perú, 2013”. Para ello encontraremos las causas inmediatas del atraso de los procesos con mayor duración. Conforme “Cuadro 4.3: Causas inmediatas de atrasos de actividades de mayor duración”, tenemos las siguientes:

- Elección de proveedor con calidad aceptada, precio más competitivo pero con tiempo de entrega menos competitivo.
- Demora en la validación de la Ingeniería Básica por parte del Cliente.
- Retrasos en la revisión por parte de documentos por parte del Cliente
- Retrasos por falta de congelamiento de información oficial inicial.
- Retrasos en la revisión de especialistas de ingeniería del contratista.
- Retrasos por indefiniciones de información oficial inicial.
- Retrasos por la búsqueda final de la mejor opción de documentos de ingeniería (HDP/HDS).
- Retrasos por la revisión y corrección de la HDS si la hubiera.

La fecha programada de llegada del suministro crítico mecánico tomado como ejemplo según último cronograma contractual aprobado es el 11.09.10 y la fecha de llegada real fue el 15.11.13, lo cual nos da: "65 días de atraso en promedio". Y la duración programada desde el inicio (22.05.10) hasta la llegada programada (11.09.11) es de 477 días.

Para encontrar la restricción o restricciones con decidiremos como explotar las restricciones del sistema conforme paso 2 de la metodología TOC, utilizaremos la "Figura 4.3: Análisis de causalidad de entrega oportuna de suministros críticos"

**Cuadro 4.3 Causas inmediatas de atrasos de actividades de mayor duración**

ITEM	RESPONSABLE(S)	TIPO DE STAKEHOLDER	TIPO DE VALOR	TIPO DE TRABAJO	ACTIVIDAD	DÍAS	TIPO DE RUTA	PORCENTAJE	CAUSAS INMEDIATAS DEL ATRASO
49	PROV-CONTRATISTA	CONTRATISTA	AV	TP	PRODUCCIÓN DE SUMINISTROS CRÍTICOS Y ELABORACIÓN DE DOCUMENTACIÓN	142 d	RC	27.1%	ELECCIÓN DE PROVEEDOR CON CALIDAD ACEPTADA, PRECIO MÁS COMPETITIVO PERO CON TIEMPO DE ENTREGA MENOS COMPETITIVO
3	JP-CONTRATISTA	CONTRATISTA	AV	TP	RECEPCIÓN Y DESARROLLO DE PROPUESTA REV. <sup>a,b</sup>	57 d	RC	10.9%	SUPEDITADO A LAS FECHAS DE ENTREGA DEL CLIENTE
32	CLIENTE	CLIENTE	NAV	TC	REVISIÓN (DI)	59 d	RC	11.3%	DEMANDA EN LA VALIDACIÓN DE LA INGENIERÍA BÁSICA POR PARTE DEL CLIENTE
8	CLIENTE	CLIENTE	NAV	TC	ESTUDIO DE PROPUESAS Y REMISIÓN DE CONSULTAS <sup>a,b</sup>	31 d	RC	5.9%	SUPEDITADO A LAS FECHAS DE ENTREGA DEL CLIENTE
39	CLIENTE	CLIENTE	NAV	TC	REVISIÓN DE HDP/HDS REV. <sup>a,b</sup>	28 d	RC	5.3%	RETRASOS EN LA REVISIÓN DE DOCUMENTOS POR PARTE DEL CLIENTE
18	ING-CONTRATISTA	CONTRATISTA	AV	TP	DESARROLLO Y ENTREGA DE ENTREGABLES INGENIERÍA BÁSICA REVISIÓN <sup>a,B</sup>	22 d	RC	4.2%	RETRASOS POR FALTA DE CONGELAMIENTO DE INFORMACIÓN OFICIAL INICIAL RETRASOS EN LA REVISIÓN DE DOCUMENTOS POR PARTE DEL CLIENTE
51	PROV-CONTRATISTA	CONTRATISTA	NAV	TC	TRANSPORTE DE SUMINISTROS CRÍTICOS FOB EN PUERTO CALLAO - LMA	21 d	RC	4.0%	ELECCIÓN DE PROVEEDOR CON CALIDAD ACEPTADA, PRECIO MÁS COMPETITIVO PERO CON TIEMPO DE ENTREGA MENOS COMPETITIVO
23	CLIENTE	CLIENTE	NAV	TC	RECEPCIÓN Y REVISIÓN DE ENTREGABLE INGENIERÍA Y RFI DE ING. BÁSICA REV. <sup>a,B</sup>	14 d	RC	2.7%	RETRASOS EN LA REVISIÓN DE DOCUMENTOS POR PARTE DEL CLIENTE
52	ADQ-CONTRATISTA	CONTRATISTA	NAV	TC	DESADUANAR	14 d	RC	2.7%	SUPEDITADO A LOS TIEMPOS ESTÁNDARES DE ADUANAS
10	JP-CONTRATISTA	CONTRATISTA	NAV	TC	REVISIÓN DE ENTREGABLES INGENIERÍA BÁSICA REVISIÓN <sup>a,B</sup>	10 d	RC	1.9%	RETRASOS EN LA REVISIÓN DE ESPECIALISTAS DE INGENIERÍA DEL CONTRATISTA
20	JP-CONTRATISTA	CONTRATISTA	NAV	TC	DESARROLLO Y ENTREGA DE RFI <sup>a,B</sup>	10 d	RC	1.9%	RETRASOS POR INDEFINICIONES DE INFORMACIÓN OFICIAL INICIAL
35	ADQ-CONTRATISTA	CONTRATISTA	NAV	TC	REVISIÓN Y COMPARACIÓN DE HDP Y HDS	10 d	RC	1.9%	RETRASOS POR LA BÚSQUEDA FINAL DE LA MEJOR OPCIÓN.
6	CLIENTE	CLIENTE	NAV	TC	RESOLUCIÓN DE CONSULTAS <sup>a,b</sup>	8 d	RC	1.5%	SUPEDITADO A LAS FECHAS DE ENTREGA DEL CLIENTE
7	CONTRATISTA	CONTRATISTA	AV	TP	DESARROLLO Y ENTREGA DE PROPUESTA REV. <sup>a</sup>	8 d	RC	1.5%	SUPEDITADO A LAS FECHAS DE ENTREGA DEL CLIENTE
24	ING-JP-CONTRATISTA	CONTRATISTA	AV	TP	CORRECCIÓN Y ENTREGA DE ENTREGABLES Y RFI DE INGENIERÍA BÁSICA REVISIÓN <sup>a,B</sup>	8 d	RC	1.5%	SUPEDITADO A LAS FECHAS DE ENTREGA DEL CLIENTE
10	CLIENTE	CLIENTE	NAV	TC	EVALUACIÓN Y ENTREGA DE CARTA DE ADJUDICACIÓN - ORDEN DE PROCEDER (EPC)	7 d	RC	1.3%	SUPEDITADO A LAS FECHAS DE ENTREGA DEL CLIENTE
33	ING-CONTRATISTA	CONTRATISTA	NAV	TC	CORRECCIÓN Y ENTREGA DE INFORME DE (DI) - ENTREGABLES DE INGENIERÍA BÁSICA REV. <sup>a,b</sup>	7 d	RC	1.3%	TIEMPOS DENTRO DE RANGO DEL PROCESO
9	CONTRATISTA	CONTRATISTA	NAV	TC	ELABORACIÓN Y REMISIÓN DE RESPUESTAS A CONSULTAS <sup>a,b</sup>	6 d	RC	1.1%	SUPEDITADO A LAS FECHAS DE ENTREGA DEL CLIENTE
5	JP-CONTRATISTA	CONTRATISTA	NAV	TC	DESARROLLO Y ENTREGA DE CONSULTAS <sup>a,b</sup>	5 d	RC	1.0%	SUPEDITADO A LAS FECHAS DE ENTREGA DEL CLIENTE
37	PROV-CONTRATISTA	CONTRATISTA	NAV	TC	RECEPCIÓN-CORRECCIÓN Y ENVÍO DE HDS	5 d	RC	1.0%	TIEMPOS DENTRO DE RANGO DEL PROCESO

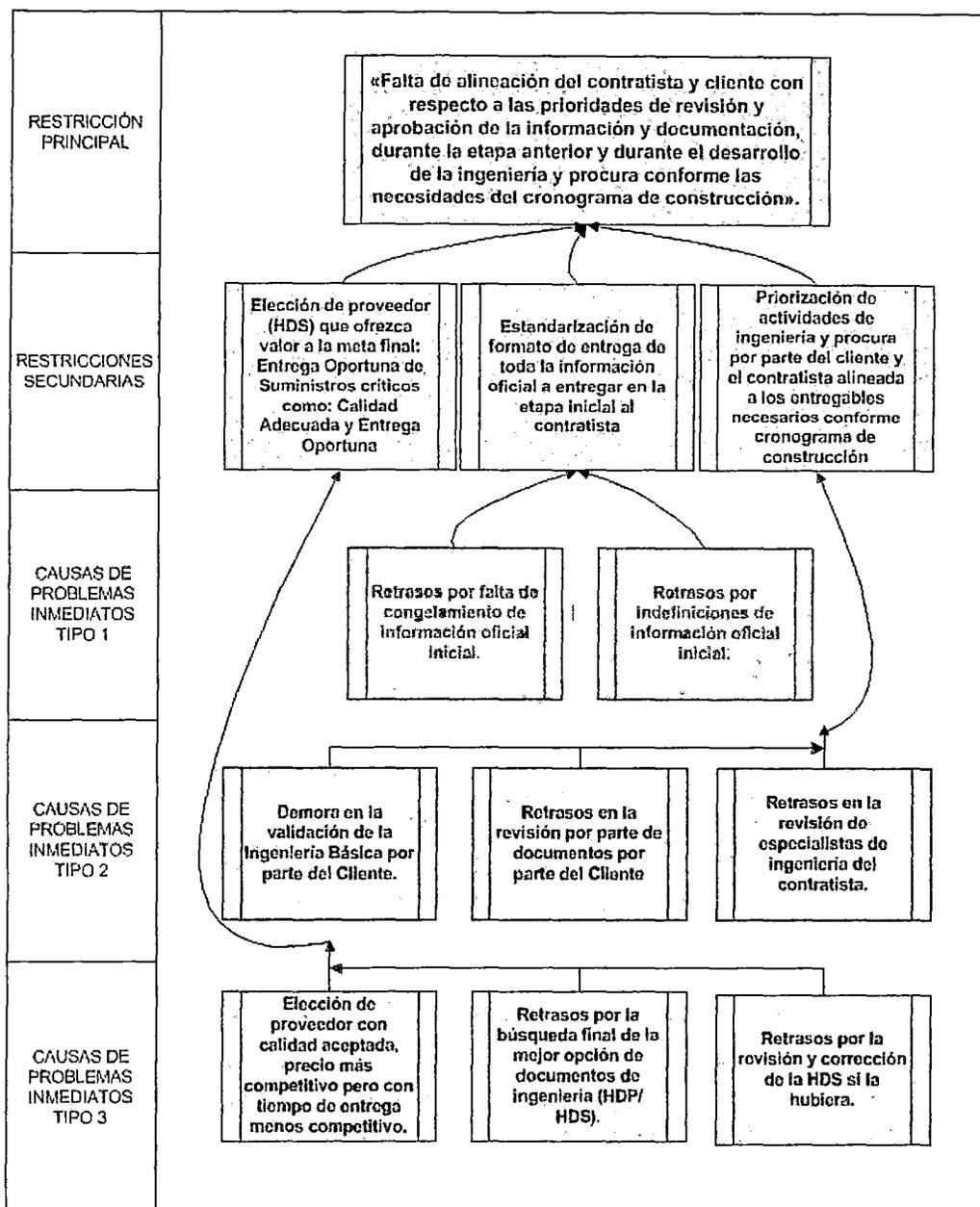


Figura 4.3: Análisis de causalidad de entrega oportuna de suministros críticos.

**Levantamiento de Restricciones:** Conforme el paso 2 de la metodología de la teoría de restricciones explotaremos la restricción principal y/o las secundarias identificadas mediante los métodos del *Lean Construction* y *Teoría de Restricciones* por procesos identificados para alimentar la construcción de la

cadena de valor futura (VSM Futura). En el que podemos rescatar el levantamiento de las restricciones de los procesos más críticos conforme "Cuadro 4.4: Levantamiento de Restricciones de procesos críticos". En el cual solo se han escogido aquellos procesos que no están supeditados a tiempos estándar que no pueden ser mejorados.

Cuadro 4.4: Levantamiento de Restricciones de procesos críticos.

ITEM	RESPONSABLE (S)	PORCENTAJE	CAUSAS INMEDIATAS DEL ATRASO	RESTRICCIÓN	LEAN O TOC PRINCIPIO	LEVANTAMIENTO DE RESTRICCIÓN POR PROCESO
49	PROV-CONTRATISTA	27.1%	ELECCIÓN DE PROVEEDOR CON CALIDAD ACEPTADA, PRECIO MÁS COMPETITIVO PERO CON TIEMPO DE ENTREGA MENOS COMPETITIVO	«Falta de alineación del contratista y cliente con respecto a las prioridades de revisión y aprobación de la información y documentación, durante la etapa de alineación del contratista y cliente con respecto a las prioridades de revisión y aprobación de la información y documentación, durante la etapa anterior y durante el desarrollo de la ingeniería y procura conforme las necesidades del cronograma de construcción»	ENTREGA DE VALOR AL CLIENTE (LEAN) Y ALINEACIÓN DE PROCESOS A LA META (TOC)	ESTANDARIZACIÓN DE PROCESO DE DECISIÓN EN LA ELECCIÓN DE PROVEEDOR QUE DE MAYOR VALOR FINAL AL PROYECTO (CALIDAD Y TIEMPO), NO PENSAR EN COSTOS LOCALES Y NO GLOBALES.
32	CLIENTE	11.3%	DEMORA EN LA VALIDACIÓN DE LA INGENIERÍA BÁSICA POR PARTE DEL CLIENTE		OPTIMIZAR EL PROYECTO, NO LOS PROCESOS (LEAN) Y LEY DE PARKINSON (TOC)	CREACIÓN DE PROCESO DE LISTA POR CODIGO DE CRITICIDAD (CODIGO: 1.2.3) ALINEADO A LOS REQUERIMIENTOS DE SUMINISTROS DEL CRONOGRAMA DE CONSTRUCCIÓN.
39	CLIENTE	5.3%	RETRASOS EN LA REVISIÓN DE DOCUMENTOS POR PARTE DEL CLIENTE		OPTIMIZAR EL PROYECTO, NO LOS PROCESOS (LEAN) Y LEY DE PARKINSON (TOC)	CREACIÓN DE PROCESO DE LISTA POR CODIGO DE CRITICIDAD (CODIGO: 1.2.3) ALINEADO A LOS REQUERIMIENTOS DE SUMINISTROS DEL CRONOGRAMA DE CONSTRUCCIÓN.
18	ING-CONTRATISTA	4.2%	RETRASOS POR FALTA DE CONGELAMIENTO DE INFORMACIÓN OFICIAL INICIAL		CONCEPTO KANBAN, JALAR LA GENERACIÓN DE DOCUMENTACIÓN CONSIDERANDO TODA LA INFORMACIÓN NECESARIA (LEAN)	ESTANDARIZACIÓN DE PROCESO DE DECISIÓN EN LA VERIFICACIÓN DE LA COMPLETA ENTREGA DE LA INFORMACIÓN OFICIAL POR EL CLIENTE
51	PROV-CONTRATISTA	4.0%	ELECCIÓN DE PROVEEDOR CON CALIDAD ACEPTADA, PRECIO MÁS COMPETITIVO PERO CON TIEMPO DE ENTREGA MENOS COMPETITIVO		ENTREGA DE VALOR AL CLIENTE (LEAN) Y ALINEACIÓN DE PROCESOS A LA META (TOC)	ESTANDARIZACIÓN DE PROCESO DE DECISIÓN EN LA ELECCIÓN DE PROVEEDOR QUE DE MAYOR VALOR FINAL AL PROYECTO (CALIDAD Y TIEMPO), NO PENSAR EN COSTOS LOCALES Y NO GLOBALES.
23	CLIENTE	2.7%	RETRASOS EN LA REVISIÓN DE DOCUMENTOS POR PARTE DEL CLIENTE		OPTIMIZAR EL PROYECTO, NO LOS PROCESOS (LEAN) Y LEY DE PARKINSON (TOC)	CREACIÓN DE PROCESO DE LISTA POR CODIGO DE CRITICIDAD (CODIGO: 1.2.3) ALINEADO A LOS REQUERIMIENTOS DE SUMINISTROS DEL CRONOGRAMA DE CONSTRUCCIÓN.
19	JPI-CONTRATISTA	1.9%	RETRASOS EN LA REVISIÓN DE ESPECIALISTAS DE INGENIERÍA DEL CONTRATISTA		OPTIMIZAR EL PROYECTO, NO LOS PROCESOS (LEAN) Y LEY DE PARKINSON (TOC)	CREACIÓN DE PROCESO DE LISTA POR CODIGO DE CRITICIDAD (CODIGO: 1.2.3) ALINEADO A LOS REQUERIMIENTOS DE SUMINISTROS DEL CRONOGRAMA DE CONSTRUCCIÓN.
20	JPI-CONTRATISTA	1.9%	RETRASOS POR INDEFINICIONES DE INFORMACIÓN OFICIAL INICIAL		CONCEPTO KANBAN, JALAR LA GENERACIÓN DE DOCUMENTACIÓN CONSIDERANDO TODA LA INFORMACIÓN NECESARIA (LEAN)	ESTANDARIZACIÓN DE PROCESO DE DECISIÓN EN LA VERIFICACIÓN DE LA COMPLETA ENTREGA DE LA INFORMACIÓN OFICIAL POR EL CLIENTE
33	ING-CONTRATISTA	1.3%	RETRASOS EN LA REVISIÓN DE DOCUMENTOS EN POR PARTE DEL CLIENTE		ENTREGA DE VALOR AL CLIENTE (LEAN) Y ALINEACIÓN DE PROCESOS A LA META (TOC)	CREACIÓN DE PROCESO DE LISTA POR CODIGO DE CRITICIDAD (CODIGO: 1.2.3) ALINEADO A LOS REQUERIMIENTOS DE SUMINISTROS DEL CRONOGRAMA DE CONSTRUCCIÓN.

**Protección de la Cadena de Valor:** El objetivo es proteger a los procesos críticos analizados anteriormente mediante la estrategia de ubicación y tipos de buffer adecuados, así como la ubicación de buffers hacia la ruta crítica.

- **Buffer de Proyecto (BP):** Este buffer se ubicará al final del proyecto y según la criticidad de la entrega oportuna de los suministros críticos utilizaremos el 15% de la duración programada.

- **Protectores de la Cadena Crítica o Feeding Buffer (FB):** Este buffer se ubicará en la parte final de las rutas no críticas que incidan sobre la ruta crítica y utilizaremos una duración de 20% de la suma de duraciones de las actividades que no estén en la ruta crítica, con el objeto de proteger la misma.
- **Protectores de los recursos críticos o Capacity Buffers (CB):** Este es un buffer de recursos, que consiste en ingresar mayores recursos en aquellas actividades que dependan del contratista y del cliente para asegurar el cumplimiento oportuno de los procesos

#### 4.3. CONSTRUCCIÓN DE CADENA DE VALOR FUTURA

Conforme el análisis realizado en el capítulo 4.2, los cambios a realizar en la cadena de Valor Actual (VSM Actual) son los siguientes:

##### **Mejora de procesos:**

Conforme análisis de causalidad de Figura 4.3: Análisis de causalidad de entrega oportuna de suministros críticos, definimos a "***Criticidad 1: para la ingeniería de suministros críticos e ingeniería de construcción necesaria para una primera fase de la obra conforme cronograma. Criticidad 2: para la ingeniería de suministros e ingeniería de construcción necesaria para una segunda de la obra conforme cronograma***" (cliente). ***Criticidad 3: para la ingeniería de suministros e ingeniería de construcción necesaria para una tercera fase de la obra conforme cronograma***" (cliente).

1. **Para Item.49:** Producción de suministros críticos y elaboración de documentación (proveedor – contratista). Se ingresará el proceso de decisión Item.42: El producto provee mejor calidad y tiempo de entrega con un mejor valor global (adquisición – contratista).
2. **Para el Item.32:** Revisión de IDI (cliente). Se ingresará en el mismo proceso Item.32 la cláusula de revisión por código de criticidad.

3. **Para el Ítem.39:** Revisión de HDP/HDS Rev. "i" (cliente). Se ingresará en el mismo proceso Ítem.39 la cláusula de revisión por código de criticidad (cliente).
4. **Para el Ítem.18:** Desarrollo y entrega de entregables Ingeniería Básica Revisión "An" (Contratista), retrasos por falta de congelamiento de información oficial inicial. Se ingresará el proceso de decisión Ítem.15.1, decisor e Ítem.15.2: Información oficial inicial está completa y Entrega de Información para revisión respectivamente (Contratista).
5. **Para el Ítem.51:** Transporte de suministros críticos FOB en el puerto Callao – Lima (Contratista). Se ingresará el proceso de decisión Ítem.42.1: El producto provee mejor calidad y tiempo de entrega con un mejor valor global (adquisición – contratista), conforme punto 1.
6. **Para el Ítem.23:** Recepción y revisión de entregables de Ingeniería y RFI Básica Rev."Bn" (Cliente). Se ingresará en el Ítem.23.1 la cláusula de revisión por código de criticidad (cliente).
7. **Para el Ítem.19:** Retrasos en la revisión de especialistas de ingeniería del contratista (Contratista). Se ingresará en el mismo proceso Ítem.19 la cláusula de revisión por código de criticidad (cliente).
8. **Para el Ítem.20:** Retrasos por indefiniciones de información oficial inicial (contratista). Se ingresará el proceso de decisión Ítem.15.1, decisor e Ítem.15.2: Información oficial inicial está completa y Entrega de Información para revisión respectivamente (Contratista), conforme punto 4.

9. **Para el ítem.33:** Retrasos en la revisión de documento IDI por parte del cliente (cliente). Se ingresará en el proceso ítem.32 la cláusula de revisión por código de criticidad, conforme punto 2.

**Protección de la cadena de valor:**

10. **Se ubicara un ítem.55.1:** Un buffer del proyecto (BP) al final del proyecto con un porcentaje entre 10 % a 20% de la duración programada de la cadena de suministros críticos, en función de la criticidad de la llegada de los suministros.
11. **Se ubicaran ítem 4.1:** Un buffer de protección de la cadena (FB) hacia la cadena crítica.
12. **Se ubicaran ítem 31.1:** Un buffer de protección de la cadena (FB) hacia la cadena crítica.
13. **Se ubicaran ítem 48.1:** Un buffer de protección de la cadena (FB) hacia la cadena crítica.
14. **Se ubicaran ítem 32:** Un buffer de recurso de la cadena (CB) – cliente, la cantidad estará en función de la criticidad de la entrega de los suministros críticos del proyecto y de la duración programada del proceso.
15. **Se ubicaran ítem 39:** Un buffer de recurso de la cadena (CB) - cliente, la cantidad estará en función de la criticidad de la entrega de los suministros críticos del proyecto y de la duración programada del proceso.
16. **Se ubicaran ítem 18:** Un buffer de recurso de la cadena (CB) - contratista, la cantidad estará en función de la criticidad de la entrega de los suministros críticos del proyecto y de la duración programada del proceso.

17. **Se ubicaran ítem 23:** Un buffer de recurso de la cadena (CB) - cliente, la cantidad estará en función de la criticidad de la entrega de los suministros críticos del proyecto y de la duración programada del proceso.

## CAPÍTULO V: PROPUESTA DE GESTIÓN

### 5.1. OBJETIVO

Establecer propuesta de gestión para el aseguramiento de la entrega oportuna de suministros, desde la entrega de información del cliente, ingeniería adquisición y llegada de los suministros a pie de obra, para el diseño en edificaciones para minería, Perú, 2013. La misma que ha sido elaborada conforme flujo de proceso del mapa de cadena de valor futura (Anexo 4.1).

### 5.2. DEFINICIONES

- **Ingeniería Básica:** En esta etapa se definen los aspectos esenciales del proyecto, los criterios básicos de diseño a aplicar, las especificaciones básicas, los procesos y capacidades, de modo de poder obtener los equipos principales.
- **Validación de Ingeniería Básica:** Consiste en la validación de la validación de los documentos de ingeniería representada por un informe final en el que con la aprobación del cliente se congela la documentación para el desarrollo de la Ingeniería de Detalle.
- **Ingeniería de detalle:** En esta etapa se toma la información de la ingeniería básica y se lleva a un mayor nivel detalle, es decir, se desarrollan todos los documentos para realizar el abastecimiento y la construcción como, planos, especificaciones técnicas, fichas técnicas, hojas de datos, memorias de cálculo, etc.
- **Hoja de Datos Especificada (HDE):** Documento que incluye todos los requisitos técnicos que definen el suministro. Esta información derivada de la ingeniería básica, considera todos los documentos contractuales, como: bases de licitación, serie de preguntas y respuestas, especificaciones técnicas, contrato, normativa nacional, estándares de

cliente, etc. El cual puede ser definido por el cliente o por el contratista dentro de su alcance.

- **Hoja de Datos Proyectada (HDP):** Documento necesario para para liberar la etapa de verificación de diseño, el cual debe incluir todos los aspectos que definan inequívocamente al producto que se quiere adquirir para ser incorporado para el proyecto. *“Para el caso del presente estudio el HDP es igual al HDE y desarrollado por el contratista”.*
- **Hoja de Datos del Proveedor (HDS):** Documento que debe llenar el proveedor, en la cual debe indicar todas las características del producto que ofrece.
- **Informe de Ingeniería (IDI):** Documento elaborado por los proyectistas que refleja expresamente que el producto y/o equipo especificado es adecuado para la aplicación y condición de operación y/o uso requerido, explicitando todas las condiciones de diseño contratadas. Este informe debe incluir las normas que regulan el diseño, fabricación y los ensayos a que debe ser sometido el producto.
- **Plan de inspección y ensayo de suministro crítico (PIE sc):** Documento que corresponde al plan de control de diseño de un suministro crítico, el cual establece las exigencias mínimas que deben cumplirse, especifica las inspecciones y ensayos necesarios y el alcance de ellas, que serán de responsabilidad del proveedor, como también los procedimientos u otro tipo de documentos de trabajo. Este registro tiene el propósito de informar a proveedor cuáles serán los requisitos de aseguramiento de calidad de su responsabilidad, considerando tanto las referencias del contratista como las del cliente.
- **Códigos de Criticidad de Documentos:** Es la prelación de documentos de ingeniería conforme su criticidad en la entrega de suministros críticos y fases de construcción de la obra conforme cronograma de proyecto aprobado por el cliente. *“Criticidad 1: para la ingeniería de suministros*

*críticos e ingeniería de construcción necesaria para una primera fase de la obra conforme cronograma. Criticidad 2: para la ingeniería de suministros e ingeniería de construcción necesaria para una segunda de la obra conforme cronograma” (cliente). Criticidad 3: para la ingeniería de suministros e ingeniería de construcción necesaria para una tercera fase de la obra conforme cronograma” (cliente).*

- **Estrategia de Buffers:** Es utilizada con el objetivo de cumplir con el objetivo de la propuesta de la presente investigación. **Buffer de Proyecto (BP):** Este buffer se ubicará al final del proyecto y según la criticidad de la entrega oportuna de los suministros. **Protectores de la Cadena Crítica o Feeding Buffer (FB):** Este buffer se ubicará en la parte final de las rutas no críticas con el fin de proteger la ruta crítica. **Protectores de los recursos críticos o Capacity Buffers (CB):** Este es un buffer de recursos, que consiste en ingresar mayores recursos en aquellas actividades de mayor relevancia en duración que dependan del contratista y el cliente para asegurar el cumplimiento oportuno del proceso.

### 5.3. MODELO PARA LA ENTREGA OPORTUNA DE SUMINISTROS CRITICOS

Conforme el análisis desarrollado en el capítulo V, con respecto a los procesos críticos y las propuestas de mejoras implantadas en la cadena de valor futura (Anexo 4.1). Se propone el siguiente modelo simplificado para el aseguramiento de suministros críticos en edificaciones para minería en proyectos EPC

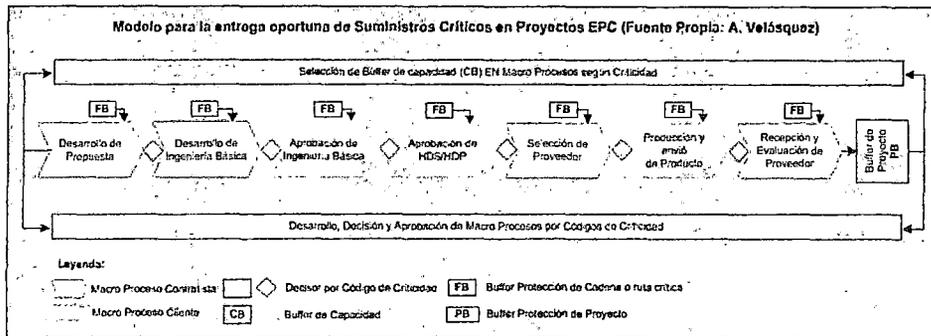


Figura 5.1: Modelo para la entrega oportuna de suministros críticos en proyectos EPC (Fuente Propia).

#### 5.4. ESTRATEGIA Y METODOLOGÍA DE TRABAJO

Se ha desarrollado un flujograma (ver figura de actividades básicas para el aseguramiento de la entrega oportuna de suministros críticos para edificaciones mineras en proyectos EPC, líneas abajo se describirán las actividades críticas para conseguir el objetivo general de la presente tesis.

##### a. Reunión de inicio del proyecto:

Una vez adjudicado el proyecto el equipo del contratista junto con el equipo del cliente trataran aspectos generales del alcance de los trabajos, del programa de trabajo, de la metodología de trabajo, organización fijación de reuniones de trabajo, procedimientos de preliminares de aprobación de documentos (como el propuesto el presente estudio, revisión por códigos de criticidad), interlocutores técnicos. *“Y sobre todo la solicitud y revisión de la entrega de toda la información técnica: topografía, estudio de suelos, vendors, especificaciones técnicas del cliente y toda la información necesaria congelada y necesaria para el desarrollo integro de la ingeniería básica”.*

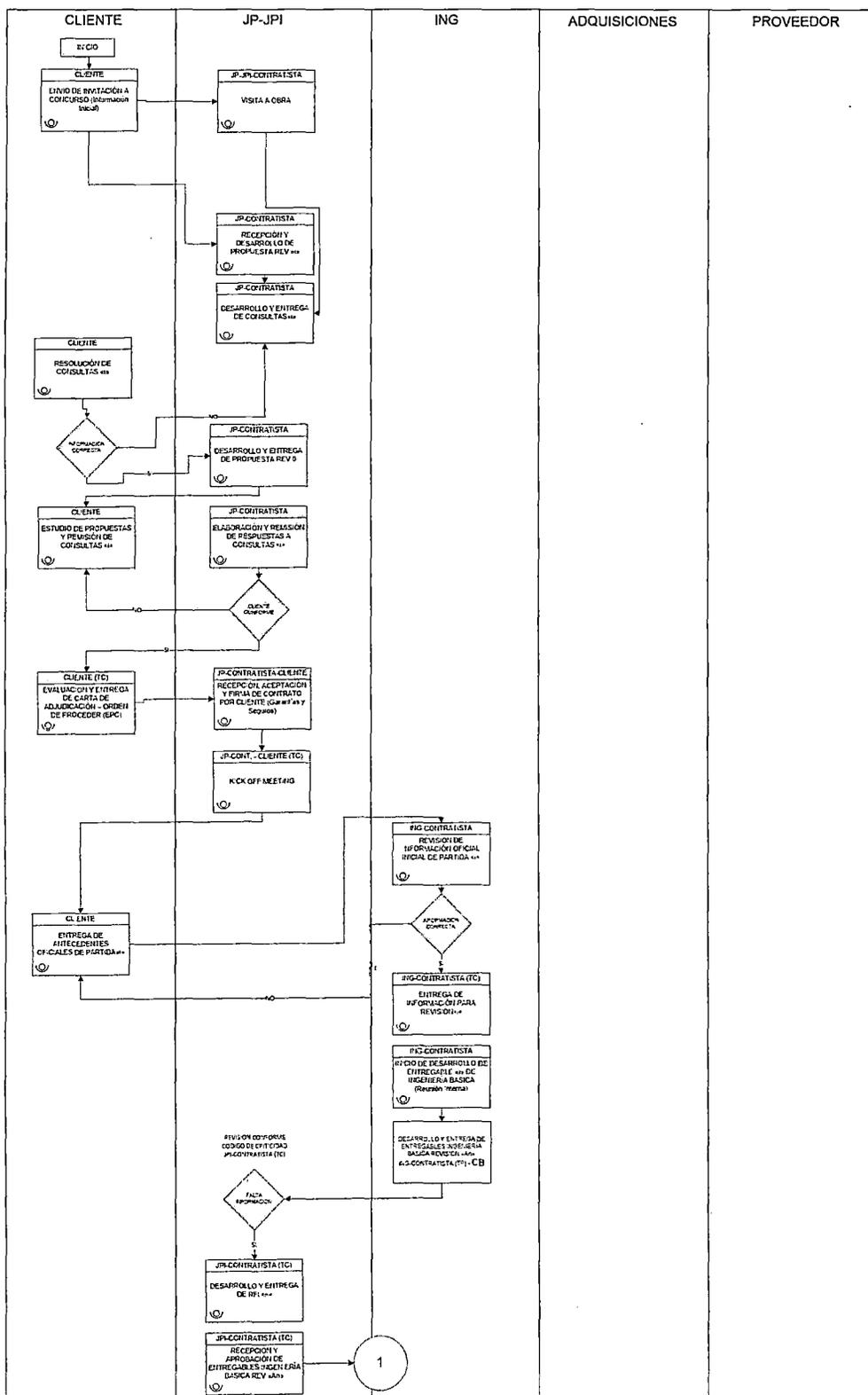


Figura 5.2. Fujograma estándar para la entrega de suministros críticos en edificaciones mineras bajo la modalidad EPC- pate 1 (Fuente Propia).

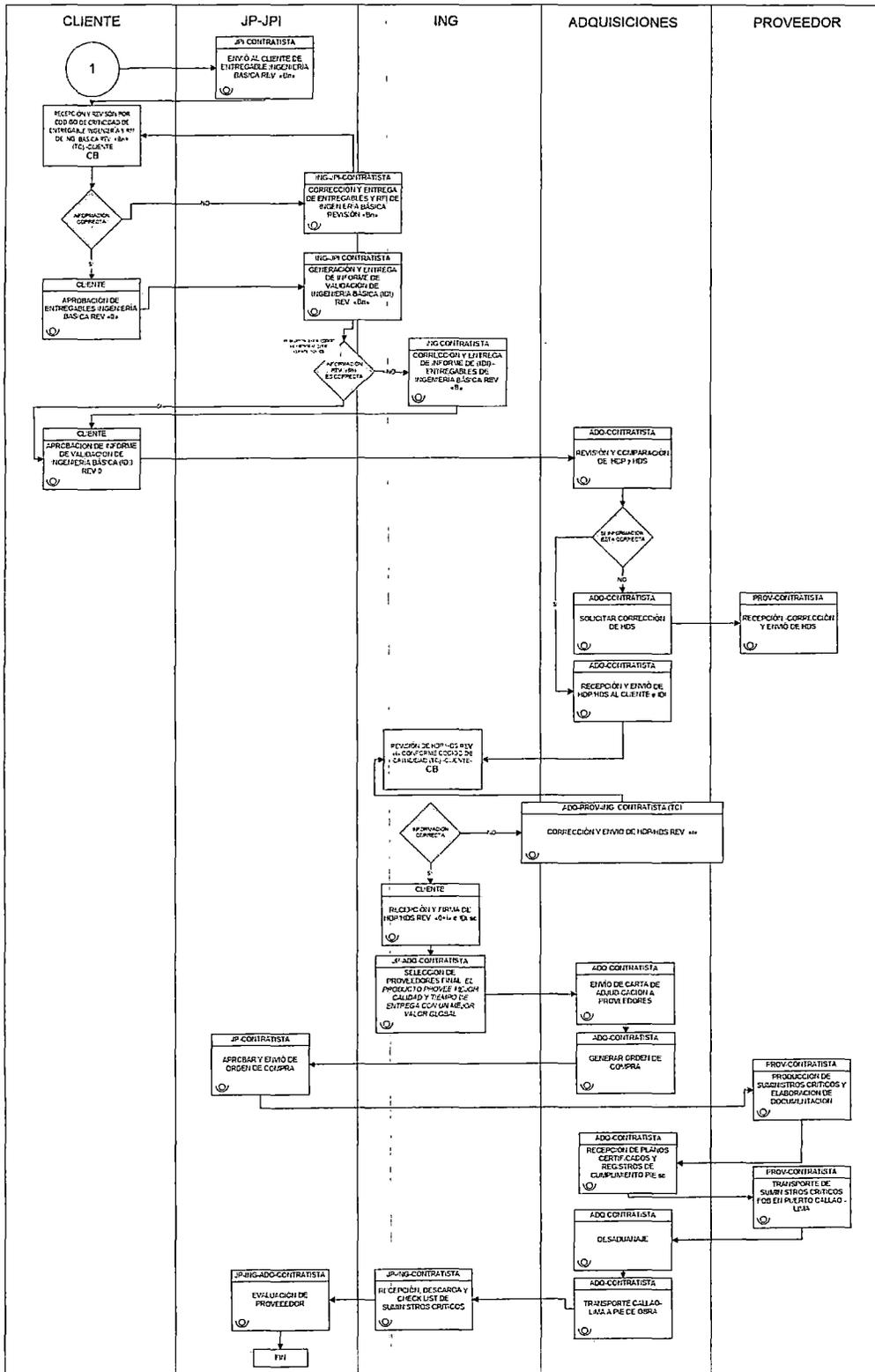


Figura 5.3. Fujograma estándar para la entrega de suministros críticos en edificaciones mineras bajo la modalidad EPC- pate 2 (Fuente Propia)

**b. Programa de Ingeniería, adquisiciones y construcción:**

El programa será un programa orientado al flujo de producción y orientado fuertemente a la construcción para obtener lo antes posible la operación óptima de las instalaciones. Una vez ejecuta revisada toda la información proporcionada por el cliente, los líderes de las diferentes especialidades (JPI-CONTRATISTA) (estructuras, mecánica, piping, instrumentación, etc.) juntos con los proyectistas (ING-CONTRATISTA) efectuarán una revisión exhaustiva del 100% del alcance acordado, listado de planos y demás documentos conforme lista preliminar de entregables (Anexo 3.1) para asignarle las horas-hombre respectivas a cada plano o documento definido. El Jefe de proyecto (JP-CONTRATISTA) un cronograma EPC (Ingeniería, Procura) en concordancia con las siguientes restricciones:

- Los hitos acordado por el cliente.
- Entrega de documentación técnica para la compra conforme códigos de criticidad.
- Entrega de documentación técnica conforme códigos de criticidad para la construcción.

Dentro del cronograma a ejecutar se deberá ingresar los diferentes tipos de buffer en función de las necesidades de la cadena o ruta crítica.

**c. Ingeniería básica:**

Es fundamental dentro de la generación de la información de la ingeniería básica (Anexo 3.1) se realice la coordinación entre la ingeniería y adquisiciones del contratista con el cliente mediante la colocación y revisión temprana de las la documentación, documentos técnicos para órdenes de compra y RFI (Solicitud de Información) conforme códigos de criticidad permitiendo la entrega oportuna se suministros críticos conforme cadena o ruta crítica.

**d. Validación de Ingeniería básica y entrega de Información crítica:**

La investigación considera fundamental una coordinación efectiva entre ingeniería, adquisiciones y el cliente para la validación de la ingeniería básica ya que su aprobación (congelamiento) dará entrega oficial de documentación técnica de compra de suministros críticos, ya que una colocación temprana de las órdenes de compra según los códigos de criticidad, definidos por los hitos de construcción y la naturaleza de producción de la información y fabricación del suministro permitirá la entrega oportuna de los suministros críticos y el cumplimiento de la cadena o ruta crítica. Se llevara un control diario de los documentos necesarios para emitir cada orden de compra. Se preparará una planilla de control que incluye los documentos de especificación técnica, requisición, evaluación técnica y orden de compra asociadas a las distintas etapas de aprobación. De esta manera el equipo de ingeniería alimentará al equipo de adquisiciones entregando las especificaciones técnicas, los planos y las requisiciones formales y borrador técnico de las órdenes de compra en el plazo correcto y según la criticidad correspondiente.

**e. Selección de proveedores y aprobación de suministros:**

La selección comprende dos fases una preliminar con la información de la ingeniería básica desarrollada sin la validación y la información vendor del cliente, con la cual se puede realizar un análisis de: *"El mejor producto que entregue calidad y tiempo de entrega con un mayor valor global para el contratista y el cliente"*. Una vez hecho este proceso el cliente empoderara sus recursos (introducción de CP: Buffer de capacidad) a la revisión y conformidad de la documentación técnica (HDP/HDS) conforme los códigos de criticidad de los documentos para la aprobación de los suministros.

**f. Producción, llegada de suministro y evaluación de proveedores:**

Una vez aprobada la orden de compra es importante la realización y supervisión de dos procesos: Elaboración de documentación de calidad oportunamente (Planos. Planes de inspección: PIE, etc.) Mediante la protección con buffers (FB: Buffer de protección de cadena) para que esta no afecte la ruta o cadena crítica, y la producción del suministro críticos en sí, el cual debe monitorearse minuciosamente con reportes semanales y des ser el caso de la criticidad mediante visitas a la fábrica.

## CAPÍTULO VI : CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 6.1. CONCLUSIONES

Las conclusiones de la presente tesis van a ir relacionadas a las respuestas o resultados del objetivo y problema principales – secundarios, planteados metodológicamente en el capítulo I y además a las conclusiones adicionales que se hayan rescatado de la investigación.

**Objetivo Principal: Realizar una propuesta de gestión de los procesos e información en las fases de Ingeniería y Adquisición para un proyecto bajo la modalidad de ejecución EPC para el asegurar la entrega oportuna de suministros críticos en edificaciones para minería, Perú, 2013.**

La propuesta de gestión para el abastecimiento de suministros críticos en edificaciones para minería de la presente investigación propone una metodología estándar descrita en Capítulo V mediante el flujograma de trabajo (Figura 5.2 y 5.3), la cual puede adecuarse a diferentes proyectos mineros según la naturaleza del contrato (EPC, EP, E). Si el contratista desea desarrollar otro proyecto y/o análisis con variables diferentes a las estudiadas, puede seguir el análisis del capítulo IV desarrollando en el mapa de valor actual, implementando las mejoras de los principios lean y protegiendo del riesgo a los procesos críticos que genere el mapa de valor futuro para la metodología y/o procedimiento de suministros críticos para el proyecto específico.

**Objetivo secundario A: Evaluar las teorías, técnicas y herramientas que apliquen a la identificación, análisis y mejora de la gestión de los procesos e información en el abastecimiento de suministros críticos de proyectos bajo la modalidad de ejecución EPC en edificaciones para minería, Perú, 2013.**

Se ha evaluado las técnicas y herramientas a aplicar al estudio en el capítulo II, llegando a la conclusión que las más recomendables es usar son:

- **La metodología del Mapa de Cadena de Valor (VSM):** Dado que nos da un análisis cuantitativo y gráfico de los procesos actuales a mejorar y su correspondiente mapa de mejora (mapa futuro).
- **los principios lean:** Nos dan una mejora cualitativa a aquellos procesos que restringen la generación de valor: “Entrega oportuna de los suministros”
- **Las estrategias de buffers TOC:** El riesgo existe en todo proceso y/o actividades, por lo que hay que proteger las tareas críticas para evitar el no cumplimiento del objetivo: “entrega oportuna de suministros”.

Las tres técnicas dan la sinergia necesaria para el desarrollo de la propuesta estándar de gestión para el abastecimiento de suministros críticos.

**Objetivo secundario B: Identificar las variables involucradas en los procesos en información de la cadena de valor para el abastecimiento de suministros críticos en proyectos bajo la modalidad de ejecución EPC en edificaciones para minería, Perú, 2013.**

Se han identificado las variables involucradas mediante el uso de la técnica de la cadena de valor actual, lo cual ha sido muy útil dado que se han identificado aquellas actividades o proceso que agregan valor y no agregan valor y así como aquellas actividades o procesos que tienen mayor incidencia dentro del tiempo total de la cadena o ruta crítica y procesos críticos que alimentan a la cadena o ruta crítica.

**Objetivo secundario C: Analizar e Identificar los problemas y las causas del retraso en la entrega oportuna de los suministros críticos en proyectos bajo la modalidad de ejecución EPC en edificaciones para minería, Perú, 2013.**

Conforme el análisis de causalidad desarrollado en el capítulo IV, las causas de los retrasos de la entrega oportuna de suministros críticos son:

**Causa principal:** Falta de alineación del contratista y el cliente con respecto a las prioridades de revisión y aprobación de la información y documentación, durante la etapa anterior y durante el desarrollo de

la ingeniería y procura conforme las necesidades del cronograma de construcción.

**Objetivo secundario D: Realizar una propuesta de gestión para el aseguramiento del abastecimiento de suministros críticos en proyectos bajo la modalidad de ejecución EPC en edificaciones para minería, Perú, 2013.**

La propuesta de gestión abarca los desarrollado en el capítulo VI, que básicamente se entiende como un modelo y una metodología estándar basada en el alineamiento de las de la entrega oportuna de la información de los suministros críticos mediante códigos de criticidad según el cronograma de construcción, identificando los procesos que no agregan valor y protegiendo la cadena o ruta crítica mediante el uso de los diferentes tipos de buffer del proyecto (PB), de protección de la cadena (FB) y de capacidad (CP).

## 6.2. RECOMENDACIONES

- Es en la etapa de diseño y/o inicio del proyecto en el que se debe priorizar la realización del análisis conforme la metodología estándar propuesta.
- Los especialistas de la ingeniería deben tener un rol protagónico junto con los líderes de construcción para identificar las mejoras a realizar en pro de la constructabilidad y el aseguramiento de la entrega oportuna de los suministros críticos realizando reuniones de ingeniería.
- Se recomienda utilizar la metodología presentada para detectar la mejora y protección de los procesos de diferentes tipos de suministros en diferentes proyectos.
- En proyectos Públicos privados se recomienda utilizar EPC con aras de mejorar la constructabilidad del proyecto. Si esto no es posible, especialistas de la construcción deben apoyar con su experiencia, para que la ingeniería no se desarrolle de manera aislada sin concebir procesos que pueden ser mejorados en esta etapa.
- Se recomienda hacer un estudio mayor para varios tipos de edificaciones mineras para analizar las variables críticas en la cadena de valor.

- Es importante monitorear semanalmente la entrega o aprobación de documentación técnica.
- La cuantificación de los buffer de capacidad va estar en función de los recursos disponibles del proyecto y los buffer de protección de cadena y de proyecto en función del riesgo del proyecto.
- Los códigos de criticidad de los documentos tienen que ser identificados no solo por la gerencia de ingeniería y de proyecto si no adicionalmente por la gerencia de construcción para que tenga en claro los tiempos de entrega o definir una nueva estrategia de trabajo vggde obra que modifique las fechas de entrega.

## BIBLIOGRAFIA

- Patty Robert M. & Denton Michael., The End of Project Overruns, Universal - Publishers, 2010.
- Chopra S., Administración de la cadena de suministro, Pearson Educación, 2008.
- Ulloa, K., Tesis: Técnicas y herramientas para la gestión del abastecimiento, Pontificia Universidad Católica del Perú, 2009.
- Flores, L. – Ahmed, L, Modern Construction: lean project delivery and integrated practices, CRC Press, 2011.
- Garola, A., Tesis: Desarrollo de una herramienta para la implantación de Lean Construction, Pontificia Universidad Católica del Perú, 2012.
- D’alesio, F., Administración de operaciones productivas, Pearson, 2012.
- Forbes, L- Ahmed, L., Modern Construction: lean Project delivery and integrated practices. CRC Press, 2011.
- Lledo, P – Mercau, T – Cucchi, D-Esquembre, J – Rivrola, G., Administración Lean Proyecto. Eficiencia en la gestión de múltiples proyectos, Pearson Educación de México S.A., 2006.
- Ghio, V., Productividad en obras de construcción.. Diagnóstico crítica y propuesta. Fondo Editorial de la Pontificia Universidad Católica del Perú., 2001.
- CHOPRA S. Administración de la cadena de suministro. Edit. Pearson Educación., 2008.
-

- ULLOA, K. Tesis: Técnicas y herramientas para la gestión del abastecimiento. Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima – Perú 2009
- FLORES, L. – Ahmed, L. Modern Construction: lean project delivery and integrated practices. CRC Press, 59-60. (2011)
- GAROLA, A. Tesis: Desarrollo de una herramienta para la implantación de Lean Construction. Pontificia Universidad Católica del Perú, 20-21. Lima – Perú. 2012.
- D'ALELIO, F. Administración de operaciones productivas, Edit. Pearson, 490-505. 2012.
- FORBES, L- Ahmed, L. Modern Construction: lean Project delivery and integrated practices. Edit. CRC Press, 2011
- LLEDO, P – Mercou, T – Cucchi, D-Esquembre, J – Rivrola, G . Administración Lean Proyecto. Eficiencia en la gestión de múltiples proyectos, Edit. Pearson, 245-28, Mexico 2006.
- GHIO, V., Productividad en obras de construcción. Diagnóstico crítica y propuesta, Fondo Editorial de la Pontificia Universidad Católica del Perú., 22-26. Lima – Perú. 2001
- LEAN CONSTRUCTION INSTITUTE. <http://www.leanconstruction.org/>
- PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE, “Una Guía a los Fundamentos de la Dirección de Proyectos – PMBOK GUIDE”. Newtown Square, Pennsylvania. EE.UU., 2003.
- WOMACK, J. P.; JONES, D.T. y ROSS D. “The Machine that Changed the World”. Rawson Associates, Nueva York, 1990.
- BALLARD, Glenn. “The Lean Project Delivery System: An Update”. Lean Construction Journal, 2008.

# **ANEXOS**

---

## **ANEXOS**

**ANEXO 1.1:** Atraso en proyectos mineros hasta el 2016.

**ANEXO 2.1:** Procedimiento de Gestión – Sistema Logístico GyM.

**ANEXO 2.2:** Ventiladores Centrífugos – Catálogos.

**ANEXO 3.1:** Lista de Ingeniería.

**ANEXO 3.2:** Listado de Hoja de Datos de Suministros críticos.

**ANEXO 3.3:** Hoja de Datos Ventilador Axial.

**ANEXO 3.4:** PIE Ventilador Axial.

**ANEXO 3.5:** Cronograma de proyecto.

**ANEXO 3.6:** Organigrama del Proyecto.

**ANEXO 3.7:** Ubicación Proyecto Antapaccay.

**ANEXO 4.1:** Mapa de Valor Actual y Futuro.

## **ANEXO 1.1: Atraso en proyectos mineros hasta el 2016.**



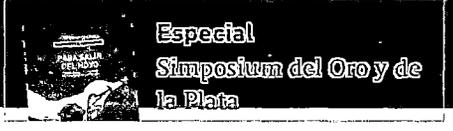
SUSCRÍBASE HOY

## Atraso en proyectos mineros hasta el 2016 compromete US\$25,000 millones

5 ÍTEMS

De acuerdo con la Sociedad Nacional de Minería este año se llegará a US\$8,000 millones. Asimismo, para el período 2012-2016 habría un atraso de 50%, lo cual compromete US\$25,000 millones. Entre los factores que se indica para ello están los conflictos sociales y las trabas burocráticas.

### SE



Regístrese a nuestro boletín de noticias



Buscar mejor con Semana Analítica



SE finanzas, infórmate bien, invierte bien

### MOST POPULAR in Extractivos

- 1 MINERÍA Talento minero: Sigue siendo escaso, pero su búsqueda ya no es prioritaria
- 2 MINERÍA Simposium del Oro y de la Plata: El mito de que el Perú es un país primario exportador
- 3 MINERÍA Precio de la plata: ¿El 2014 es el año de la recuperación?
- 4 MINERÍA ¿Conga va para Buenaventura?: "Si los planetas se alinean, lo ejecutamos en 3 años"
- 5 MINERÍA Competitividad del sector minero: ¿Nos estamos quedando rezagados?
- 6 MINERÍA Quellaveco generará S/.1,000 millones en Impuesto a la Renta al año
- 7 MINERÍA Río Alto comprará Sulliden por US\$275 millones, enfocados en Perú
- 8 MINERÍA Exploración minera: Se requieren medidas que incentiven su necesaria inversión
- 9 PESCA Produce suspende actividades extractivas de anchoveta por cinco días
- 10 MINERÍA MEM crea comisión para el control de uso del canon de región Moquegua

### MEM: Inversión minera anual será de US\$10 mil millones durante próximos cinco años

MINERÍA 14 ENERO 2013

El Ministro de Energía y Minas Jorge Merino señaló que la ejecución de los proyectos de inversión minera en el Perú...

### MEM: Inversión minera suma US\$4,329 millones entre enero y julio y crece 23.3%

MINERÍA 25 SEPTIEMBRE 2012

La inversión en la actividad minera se incrementó 23.3% en el Perú entre enero y julio del presente año, al...



### MEM: Gobierno seguirá promoviendo inversión minera responsable y con inclusión social

ENERGÍA 23 AGOSTO 2012

### IPE: Inversión minera creció 20% a mayo y sumaría US\$10,000 millones este año

MINERÍA 22 AGOSTO 2012

El MEM afirmó que el gobierno peruano seguirá trabajando en promover la inversión minera responsable dentro de un marco de...

La inversión minera ha crecido 20% entre enero y mayo en el Perú, respecto al 2011, y al término del...

### Scotiabank: Cajamarca lideró inversión minera entre enero y mayo con el 18% del total

MINERÍA

13 AGOSTO 2012

El banco Scotiabank informó que Cajamarca concentró el 18% de la inversión minera en el país entre enero y mayo,...



SEMANAeconómica.com

Versión móvil



Economía

Empresa

Extractivos

Finanzas

Infraestructura

SUSCRIPCIONES  
suscripciones@se.pe

Servicios

Cultura y Estilo

Blogs

Edición Impresa

Quiénes somos

PUBLICIDAD  
publicidad@se.pe

 FACEBOOK

 TWITTER

 CONTACTENOS

SE finanzas  
Infórmate bien, invierte bien

MANAGER 2.0  
Guía práctica para ser el jefe

**ANEXO 2.1: Procedimiento de Gestión – Sistema Logístico GyM.**

	<b>PROCEDIMIENTO DE GESTION</b>	GyM.SGP.PG.36
	<b>GESTION DE PROYECTOS</b>	Revisión: 1
	<b>SISTEMA LOGÍSTICO</b>	Fecha: 22/06/2008 Página 1 de 6

## 1. OBJETIVO

Establecer el procedimiento para realizar una adecuada gestión logística dentro del Proyecto, que abarque desde la consolidación de requerimientos de materiales y suministros hasta la distribución final de los mismos, teniendo como atributos una eficiente gestión de inventarios, niveles ágiles de atención de requerimientos y un sistema de seguimiento soportado en información confiable.

## 2. DESARROLLO

Debido al impacto que tiene la Logística de Materiales en la ejecución del Proyecto, GyM ha definido un sistema logístico, el cual está conformado por los siguientes procedimientos:

- ✓ GYM.SGP.PG.37 – Programación de Pedidos de Materiales
- ✓ GYM.SGP.PG.38 – Gestión de Compras
- ✓ GYM.SGP.PG.39 – Gestión de Almacenes



*Figura 01 – Procedimientos que integran el Sistema Logístico.*

El Sistema Logístico requiere ser configurado desde el inicio del Proyecto para dar lugar a su operación, así como también requiere de un seguimiento continuo para asegurar su sostenibilidad.

### 2.1. Identificación de la necesidad de adquirir un material:

Durante la etapa de Planeamiento se identifican los materiales necesarios para ejecutar el Proyecto, los mismos que son plasmados en un Cronograma de Recursos<sup>1</sup>. Cada uno de estos materiales es gestionado a través del Proyecto o de la Oficina Principal (OP), de acuerdo a lo establecido en la Matriz de Alcance, que será explicada a detalle en el ítem 2.2. A fin de gestionar los materiales en el momento oportuno, el Proyecto debe considerar lo siguiente:

- ✓ Cantidades y especificaciones de los materiales previstos por el cronograma.
- ✓ Plazos de cotización y selección de proveedores
- ✓ Tiempo de demora del material desde que se genera una solicitud de despacho, hasta la llegada de estos materiales al Proyecto. Este tiempo debe considerar tiempos de diseño y fabricación para el caso de materiales de tipo MTO y ETO<sup>2</sup>.
- ✓ Disponibilidad de los materiales en el mercado, así como la demanda de los mismos.
- ✓ Necesidad de infraestructura para el almacenamiento de los materiales dentro del Proyecto, condición que limita el tamaño del lote de pedido.

En todos los casos hay que tener en cuenta que los materiales deben cumplir con las especificaciones del expediente técnico.

<sup>1</sup> Ver procedimiento GYM.SGP.PG.14 – Cronograma de Recursos

<sup>2</sup> Ver procedimiento GYM.SGP.PG.35 – Introducción: Logística de Materiales

	<b>PROCEDIMIENTO DE GESTION</b>	GyM.SGP.PG.36
	GESTION DE PROYECTOS	Revisión: 1
	<b>SISTEMA LOGÍSTICO</b>	Fecha: 22/06/2008
		Página 2 de 6

## 2.2. Configuración del Sistema Logístico

Como parte de los procesos de Arranque y Coordinación con la Oficina Principal y Planeamiento, se elaboran los siguientes entregables:

- ✓ Definición del Flujo de Pedidos de Materiales
- ✓ Matriz de Alcance
- ✓ Clasificación de Materiales por la forma de Pedido
- ✓ Matriz de Responsabilidades Logísticas

### A. Flujo de Pedido de Materiales:

El flujo de pedidos de materiales se define durante el *Planeamiento*. Su objetivo es establecer los pasos a seguir para lograr hacer de manera oportuna y planificada el pedido y compra de los materiales del Proyecto. Este flujo debe ser informado y explicado a todo el personal del Proyecto. La figura 02 muestra un esquema de un Flujo de Pedido de Materiales típico:

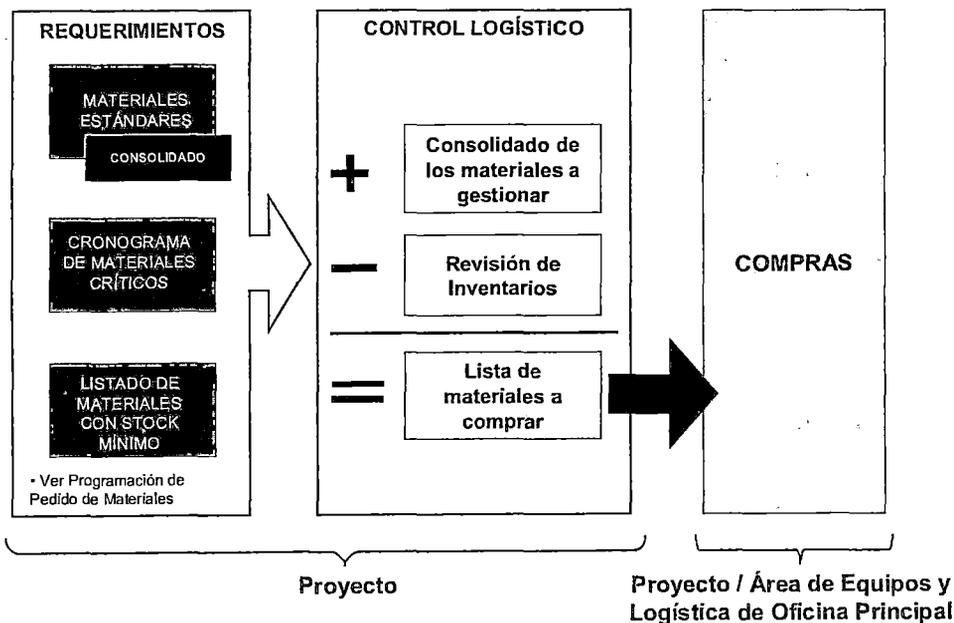


Figura 02 - Flujo de Pedido de Materiales

La primera y segunda parte del Flujo (Requerimientos y Control Logístico) es desarrollada en el procedimiento GYM.SGP.PG.37 – Programación de Pedido de Materiales; la ejecución de estas labores es de entera responsabilidad del Proyecto. La tercera parte (Compras) se desarrolla en el procedimiento GYM.SGP.PG.38 – Gestión de Compras, y su realización requiere una interacción con el área de Equipos y Logística de la Oficina Principal<sup>3</sup>.

### B. Matriz de Alcance:

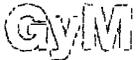
La Matriz de Alcance es definida en las sesiones de coordinación con el Área de Equipos y Logística (EyL) de la Oficina Principal, que tienen lugar durante el proceso de Arranque<sup>4</sup>. Con base en el Cronograma y/o Listado de Materiales del Proyecto<sup>5</sup>, se discriminan aquellos materiales que:

- ✓ Cuentan con acuerdos establecidos de compra por parte de EyL para todos los Proyectos, y por consiguiente serán comprados por EyL.
- ✓ No cuentan con dichos acuerdos, y serán comprados por EyL.
- ✓ No cuentan con dichos acuerdos, y serán comprados por el Proyecto.

<sup>3</sup> Ver procedimiento GYM.SGP.PG.71 – Interacción con Áreas de Soporte: Compras y Logística

<sup>4</sup> Ver procedimiento GYM.SGP.PG.05 – Arranque y Coordinación con Oficina Principal

<sup>5</sup> Ver procedimiento GYM.SGP.PG.14 – Cronogramas de Recursos

	<b>PROCEDIMIENTO DE GESTION</b>	GyM.SGP.PG.36
	GESTION DE PROYECTOS	Revisión: 1
	<b>SISTEMA LOGÍSTICO</b>	Fecha: 22/06/2008 Página 3 de 6

Los criterios para clasificar los materiales en los dos últimos tipos serán los siguientes: criticidad, orden de magnitud, volumen, especialidad, impacto económico, capacidad de negociación, etc. Los materiales de importación serán de manera general comprados por OP.

Para cada uno de los materiales identificados en la matriz se deberá incluir el nivel de participación, tanto del Proyecto como de EyL, en los procesos de la Gestión de Compra<sup>6</sup>: cotización, negociación, selección, compra, etc. En esta etapa también se define a los encargados de realizar cada uno de estos procesos:

It	Material	% Incidencia	Tipo de orden	Aprobación SI	Alcances	Responsable por Alcance	Fecha Compromiso LRM
1	Tubería	25%	Abierta	No Aplica	Generar OC Hacer despachos Negociación inicial Gestión de compra Información técnica	N/A Obra - Almacenero Logística OP Logística OP Obra - OT	N/A Según necesidad 15/03/2008 23/03/2008 09/03/2008
2	Madera	10%	Estándar	Necesaria	Generar OC Hacer despachos Negociación inicial Gestión de compra Información técnica	Obra - Logístico N/A Obra y Logística OP Obra - Almacenero N/A	Según necesidad N/A 20/04/2008 23/04/2008 N/A
3	Concrelisto	3%	Estándar	Automática	Generar OC Hacer despachos Negociación inicial Gestión de compra Información técnica	Logística OP N/A Obra Logística OP N/A	Según necesidad N/A 27/04/2008 28/04/2008 N/A

Figura 03 - Matriz de Alcance

La matriz se deberá acompañar de las especificaciones del material, la cantidad referencial a comprar y el precio considerado en el presupuesto. En cada caso se debe considerar el alcance incluido en el precio; por ejemplo se debe indicar si se incluye algún servicio de instalación, si es puesto en el Proyecto, o si es de importación (indicando los términos de comercio internacional<sup>7</sup> correspondientes como CIF o FOB), de tal manera que todos estos puntos sean tomados en cuenta al momento de las cotizaciones.

Adicionalmente, se definirán y validarán los *plazos de abastecimiento* a considerarse para los principales materiales, en especial aquellos cuya gestión de compra sea responsabilidad de EyL.

A partir de esta matriz, tanto EyL como el Proyecto pueden proceder a cotizar los materiales identificados dentro de su alcance, y a seleccionar los proveedores más convenientes según el procedimiento GyM.SGP.PG.38 – Gestión de Compras.

En lo posible se procurará generar *OC Abiertas* por el monto total del material a emplear durante todo el Proyecto, con el objeto de reducir la carga operativa producida por la generación de muchas *OC Estándares*, obtener mejores precios por volumen y asegurar las condiciones comerciales (precio, plazo de pago, plazo de entrega). Se recomienda además procurar cerrar los acuerdos de compra para la mayoría de los materiales durante esta etapa.

La matriz de alcance permite identificar también las necesidades de solicitud y/o apertura de líneas de crédito para la emisión de cartas de crédito, cartas fianza, pólizas de caución u otros documentos requeridos para la gestión de compra.

### C. Clasificación de Materiales por Forma de Pedido

La Clasificación de Materiales por forma de Pedido se define durante el Planeamiento. Su objetivo es clasificar los diversos materiales que va a comprar el Proyecto de acuerdo a las metodologías establecidas para el pedido de los mismos, que son:

<sup>6</sup> Ver procedimiento GYM.SGP.PG.38 – Gestión de Compra

<sup>7</sup> Ver instructivo GYM.SGP.ST.01 – Términos de Comercio Internacional

	<b>PROCEDIMIENTO DE GESTION</b>	GyM.SGP.PG.36
	GESTION DE PROYECTOS	Revisión: 1
	<b>SISTEMA LOGÍSTICO</b>	Fecha: 22/06/2008 Página 4 de 6

- ✓ Materiales estándares: son aquellos cuyo *plazo de abastecimiento* es menor al horizonte de previsión del Look Ahead, por lo que sus requerimientos son generados a través del proceso de Programación<sup>8</sup>.
- ✓ Materiales críticos: son aquellos cuyo *plazo de abastecimiento* es mayor al horizonte de previsión del Look Ahead, por lo que sus requerimientos son generados a través del Cronograma de Materiales Críticos<sup>9</sup> definido durante la etapa de Planeamiento.
- ✓ Materiales con stocks mínimos: son aquellos materiales de alta frecuencia y rotación que se deciden manejar mediante un mecanismo automático de reposición. Estos materiales se definen en el Listado de Materiales con Stock Mínimo<sup>10</sup> definido durante la etapa de Planeamiento.

Las metodologías correspondientes a cada tipo de material se desarrollan en el procedimiento GYM.SGP.PG.37 – Programación de Pedido de Materiales.

#### D. Matriz de Responsabilidades Logísticas:

La matriz de Responsabilidades Logísticas se define en las sesiones de trabajo efectuadas durante el Arranque<sup>11</sup>. Su objetivo es asignar las responsabilidades del equipo del Proyecto sobre cada una de las etapas del Flujo de Pedido de Materiales, incluyendo la evaluación de los indicadores pertinentes. Esta matriz muestra una relación de los responsables y sus funciones dentro del Proyecto.

Es importante resaltar la función de *Control Logístico*, que consiste en la ejecución de las siguientes labores:

- ✓ La consolidación de los pedidos de materiales estándares provenientes de los diferentes frentes de producción por medio de los look aheads de materiales<sup>12</sup>. Dichas cantidades son comparadas con las existencias de almacén para proceder a la compra de aquellos materiales faltantes. Se muestra un ejemplo en la figura 04.
- ✓ La gestión logística correspondiente a cada tipo de material según la Clasificación de Materiales por forma de Pedido, tomando las particularidades descritas en el procedimiento GYM.SGP.PG.37 – Programación de Pedido de Materiales.
- ✓ El envío de la lista de todos los materiales que se necesitan comprar. Se diferenciarán los materiales según lo establecido en la Matriz de Alcance, con el fin de direccionar correctamente los pedidos a los Responsables de Compras tanto en el Proyecto como en la Oficina Principal.
- ✓ Dar seguimiento a todo el Sistema Logístico.

Codigo	Descripción	Und.	FRENTE				Total	Inventario	Cantidad x pedir
			Cercado	Grana	Antartida	Sureños			
<b>CONEXIONES DOMICILIARIAS - ALCANTARILLADO</b>									
61.11.2025	Niple de PVC, D = 200 mm, L = 0.80 ml	UND	109.50	69.50	80.00	45.00	304.00	311.00	-
02.80.0034	Base registro para desagüe	UND	531.50	267.50	150.00	119.50	1,088.50	560.00	509
02.80.0051	Intermedio de Concreto 15 cm. para registro de desagüe	UND	472.00	152.50	115.50	20.00	760.00	411.00	349
02.80.0050	Intermedio de Concreto 30 cm. para registro de desagüe	UND	567.00	261.00	161.00	121.00	1,110.00	123.00	987
02.80.0041	Marco de Concreto con pestaña para caja de registro	UND	553.00	385.00	385.00	385.00	1,708.00	344.00	1,364
02.80.0042	Tapa de concreto para caja de registro	UND	518.50	279.50	150.00	124.00	1,072.00	418.00	654
61.06.0074	Cachimba S-25 PVC de 200mmx160mm X 22.5°	UND	46.75	46.75	46.75	46.75	187.00	-	187
<b>CONEXIONES ALCANTARILLADO - AGUA REPARACIONES</b>									
61.01.0607	Tubería PVC SAP de 4"	MT	151.25	151.25	151.25	151.25	605.00	60.00	545
61.10.0110	Tubería PVC Clase 10 de 1/2" (Espiga)	MT	121.96	121.96	121.96	121.96	487.83	620.00	-
61.10.0111	Tubería PVC Clase 10 de 3/4" (Espiga)	MT	121.96	121.96	121.96	121.96	487.83	620.00	-
61.11.1010	Union Presion-Rosca PVC C-10 De 1/2" (Presion)	UND	121.96	121.96	121.96	121.96	487.83	620.00	-
61.11.0810	Union Simple PVC De 1/2" (Presion)	UND	57.39	57.39	57.39	57.39	229.57	110.00	120
61.11.0811	Union Simple PVC De 3/4" (Presion)	UND	57.39	57.39	57.39	57.39	229.57	110.00	120

Figura 04 – Ejemplo de consolidado de pedidos de materiales estándares.

<sup>8</sup> Ver procedimiento GYM.SGP.PG.19 – Herramientas de Programación

<sup>9</sup> Ver procedimiento GYM.SGP.PG.14 – Cronogramas de Recursos

<sup>10</sup> Ver procedimiento GYM.SGP.PG.14 – Cronogramas de Recursos

<sup>11</sup> Ver procedimiento GyM.SGP.PG.05 – Arranque y Coordinación con Oficina Principal.

<sup>12</sup> Ver procedimiento GYM.SGP.PG.37 – Programación de Pedido de Materiales

	<b>PROCEDIMIENTO DE GESTION</b>	GyM.SGP.PG.36
	GESTION DE PROYECTOS	Revisión: 1
	<b>SISTEMA LOGÍSTICO</b>	Fecha: 22/06/2008 Página 6 de 6

### 2.3. Seguimiento

*El Responsable del Control Logístico* será el encargado de dar seguimiento a lo siguiente:

- ✓ **Cumplimiento de la Matriz de Responsabilidades Logísticas:** Esta matriz y sus actualizaciones requieren de una adecuada distribución y difusión a todo el personal, para dar seguimiento a su cumplimiento. La matriz debe actualizarse conjuntamente con el Flujo de Pedido de Materiales, cada vez que lo requiera el Proyecto.
- ✓ **Seguimiento a cada procedimiento del Sistema Logístico:** Dentro de cada uno de los procedimientos del sistema Logístico se especifican los indicadores a consultar.

### 2.4. Matriz de Responsabilidades

	GP	CL
1. Definir el flujo de pedidos de materiales.	J	J
2. Elaboración y actualización de la Matriz de Alcance.	J	
3. Clasificar los materiales por su forma de pedido.	J	J
4. Elaboración y actualización de la Matriz de Responsabilidades Logísticas.	J	
5. Difusión de las matrices del Sistema Logístico	J	J
6. Dar seguimiento al estado de los pedidos.		J
7. Toma de acciones correctivas en base a los indicadores del procedimiento de logística en el Proyecto.		J

*GP: Gerente de Proyecto*

*CL: Responsable del Control Logístico*

## 3. REFERENCIAS Y ANEXOS

### 3.1. Documentos Relacionados

- ✓ GyM.SGP.PG.05 – Arranque y Coordinación con Oficina Principal
- ✓ GyM.SGP.PG.14 – Cronograma de Recursos
- ✓ GyM.SGP.PG.19 – Herramientas de Programación
- ✓ GyM.SGP.PG.37 – Programación de Pedido de Materiales
- ✓ GyM.SGP.PG.38 – Gestión de Compras
- ✓ GyM.SGP.PG.39 – Gestión de Almacenes
- ✓ GyM.SGP.ST.01 – Términos de Comercio Internacional

## **ANEXO 2.2: Ventiladores Centrífugos – Catálogos.**

# STANDARD CONSTRUCTION

Greenheck industrial fans are engineered and built for reliable operation in harsh environments where high temperatures, high static pressures and material handling requirements are encountered.

**Three wheel types are offered:**

- Model IPO - Open Radial
- Model IPW - Wool (Backplated)
- Model IPA - Air Handling

**Two Construction Levels are offered:**

Standard Construction - Capacities to 60,000 CFM and 22 in. static pressure  
Heavy Duty Construction - Capacities to 84,000 CFM and 32 in. static pressure  
Fans are offered in inlet sizes 5-41 and are available in belt drive arrangements 1, 9 and 10 and direct drive arrangements 4 and 8. All sizes and models are available in either clockwise or counterclockwise rotation and are offered in all eight standard discharge positions.

**Housings** are constructed of steel plate continuously welded.

**Wheels** are fully welded heavy gauge construction. All wheels are both statically and dynamically balanced, keyed to the fan shaft and secured with a minimum of two set screws.

All fans feature a **standard coating** consisting of a powder based thermosetting polyester urethane applied over a pressure washed and phosphatized surface. A wide variety of special coatings are available as options.

**Bearings** are premium grease lubricated, self-aligning ball or roller pillow block type. They are selected for a basic rating fatigue life (L-10) per AFBMA Standards in excess of 80,000 hours at maximum operating speed and horsepower.

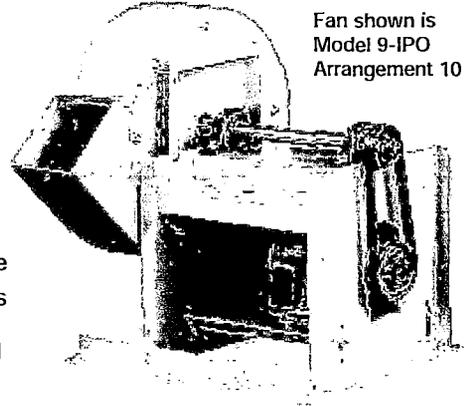
**Outlet flanges** are optional on fan sizes 5-19 and standard on fan sizes 21-41.

**Inlet collars** are standard on all fans.

**Fan shafts** are turned, precision ground, polished and sized so that the first critical speed is at least 25% over the maximum operating speed and horsepower.

The **drive frame** support structure for fan sizes 5 through 19 in arrangement 10 features an open sided box design to accept large motor frames. All arrangement 1 and 9 fans feature a fully welded A-frame design.

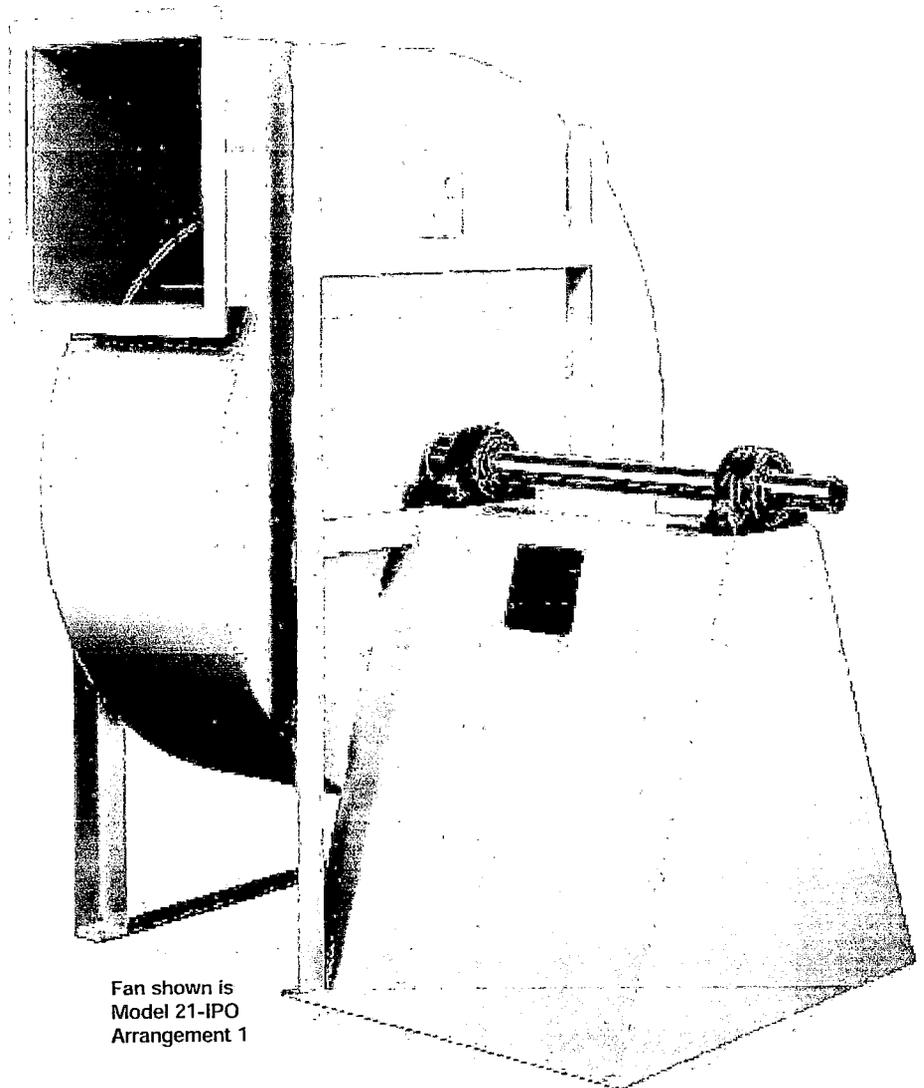
**Motor mounting plates** on arrangements 9 and 10 are provided with convenient jack-screws for belt tensioning.



Fan shown is  
Model 9-IPO  
Arrangement 10

**Rotatable and Reversible Housings**

Fan housings for fan sizes 5-19 can be rotated to any of the eight standard discharge positions. Fans with IPO wheels in sizes 5-19 can be reversed in the field to obtain either clockwise or counterclockwise rotation.



Fan shown is  
Model 21-IPO  
Arrangement 1

# OPTIONAL CONSTRUCTION

## Spark Resistant Construction

The following standards apply to fan applications which may involve the handling of potentially explosive or flammable particles, fumes or vapors.

Type A - All parts in contact with the airstream are constructed of nonferrous material (aluminum). Type A construction is available on fans with IPA (air handling) wheels only in sizes 5 through 19.

Type B - The fan wheel is constructed of nonferrous material (aluminum). A nonferrous (aluminum) rub ring surrounds the fan shaft where it passes through the fan housing. Type B construction is available on fans with IPA (air handling) wheels only in sizes 5 through 19.

Type C - The inlet cone is constructed of nonferrous material (aluminum). A nonferrous (aluminum) rub ring surrounds the fan shaft where it passes through the fan housing. Type C construction is available on fans with IPO, IPW and IPA wheels in sizes 5 through 41.

The above constructions do not guarantee against the potential of producing sparks. The fan manufacturer can only use materials and manufacturing techniques to minimize the potential of two or more ferrous components making contact that may produce sparks. The installer must electrically ground all fan and system components.

## Aluminum Construction

Fans constructed with all components in the airstream manufactured of aluminum are an excellent choice for applications involving moisture. Greenheck offers model IPA (air wheel only) in sizes 5 through 19 for this application.

Important: Aluminum fans or components are limited to a maximum temperature of 250°F. Fan speed limitations and required options and accessories must be considered prior to ordering. See the Engineering Data section of Greenheck's Industrial Process Fan Catalog Supplement to this catalog for fan RPM limitations.

## High Temperature Fans

Greenheck industrial process fans are available for high temperature applications in all sizes and wheel types. The following heat fan packages are offered.

- 251-500°F - for belt drive arr. 1, 9 and 10. Direct drive arr. 8.
- 501-800°F - for belt drive arr. 1. Direct drive arr. 8.
- Consult the factory for applications over 800°F.

The following table shows the temperature limits for specific materials.

Material	Maximum Temperature
Aluminum	250°F
Steel	800°F
316 Stainless Steel	1000°F

Fan speed limitations and required options and accessories must be considered prior to ordering. See the Engineering Data section of Greenheck's Industrial Process Fan Catalog Supplement to this catalog for fan RPM limitations.

## Stainless Steel Construction

Greenheck industrial process fans are available in type 316 stainless steel for the entire unit or the airstream parts only. Stainless steel is suited for environments subject to heat and corrosive fumes. Fans specified of stainless construction also include stainless steel shafts, shaft keys, wheel hubs and hardware. Stainless construction is available on fan models IPO, IPW and IPA in sizes 5 through 19. Consult the factory when stainless steel construction is required on larger fans, for heat fan packages up to 1000 °F and for other special applications.

# ARRANGEMENTS

## **ARRANGEMENT 10** **MODELS IPO, IPW, IPA** **SIZES 5-19** **STANDARD DUTY**

Compact design providing space savings.  
Bearings are located out of the airstream.  
Motor is mounted beneath the drive frame.  
The only arrangement available with a weatherhood.  
Available with heat fan package to 500°F.  
Available with special coatings.

## **ARRANGEMENT 9** **MODELS IPO, IPW, IPA** **SIZES 5-41** **STANDARD AND HEAVY DUTY**

Bearings are mounted out of the airstream.  
Easy access to motors mounted on drive frame.  
Available with larger motors than arr. 10.  
Standard motor position is on the right side of the drive frame.  
Optional motor position is on the left side of the drive frame.  
A weatherhood is not available on this arrangement.  
Available with heat fan packages to 500°F.  
Available with special coatings.

## **ARRANGEMENT 1** **MODELS IPO, IPW, IPA** **SIZES 5-41** **STANDARD AND HEAVY DUTY**

Bearings are mounted out of the airstream.  
Recommended for large frame motors - easiest motor access.  
Motor is mounted on a common isolation base with the fan.  
Choice of motor positions W, X, Y or Z.  
Weatherhood is not available on this arrangement.  
Recommended for high temperatures or contaminated air.  
Available heat fan packages to 800°F.  
Available with special coatings.

## **ARRANGEMENT 4** **MODELS IPW, IPA** **SIZES 5-19** **STANDARD AND HEAVY DUTY**

Direct drive.  
Available wheel and housing modifications for specific performance.  
Compact design.  
Low maintenance.  
Limited to standard motor speeds.  
Heat packages are not available.  
Available with special coatings.

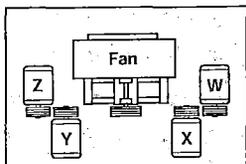
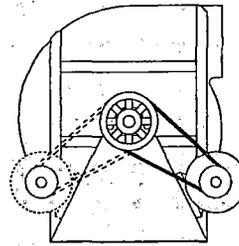
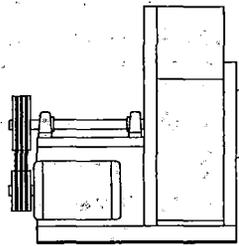
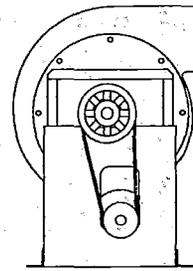
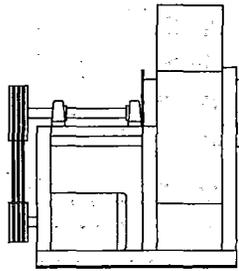
## **ARRANGEMENT 8** **MODELS IPO, IPW, IPA** **SIZES 5-41** **STANDARD AND HEAVY DUTY**

Direct drive motor coupled to fan shaft.  
Available wheel and housing modifications for specific performance.  
Limited to standard motor speeds.  
Bearings are located out of the airstream.  
Available heat fan packages to 800°F.  
Available with special coatings.

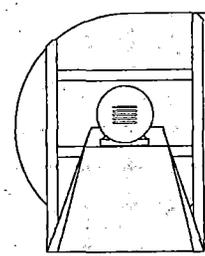
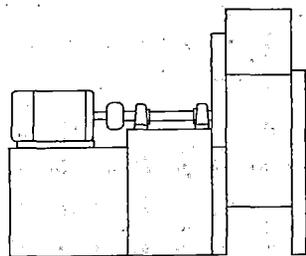
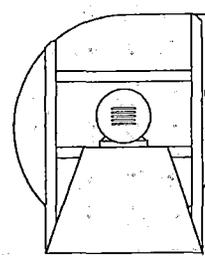
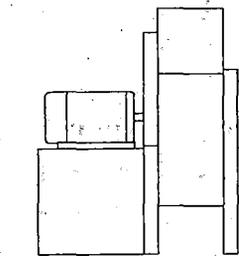
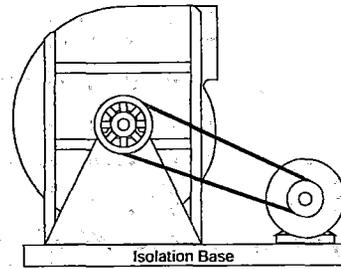
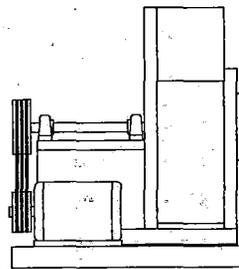
## **DISCHARGE POSITIONS AND ROTATABLE/REVERSIBLE HOUSINGS**

All industrial process fans are available with CW or CCW rotation in all standard discharge positions. Fan sizes 5 thru 19 have rotatable housings as standard. Fans with IPO wheels in sizes 5-19 can also be reversed in the field to obtain either clockwise or counterclockwise rotation.

# ARRANGEMENTS



Motor position and fan rotation are determined from drive side



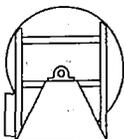
ARR. 10

ARR. 9

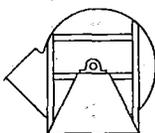
ARR. 1

ARR. 4

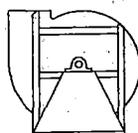
ARR. 3



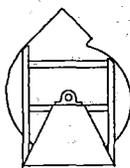
BH



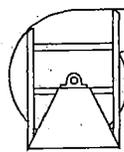
BAU



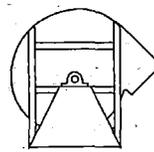
UB



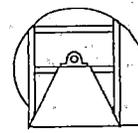
TAU



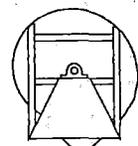
TH



TAD



DB



BAD

Discharges shown are for CW rotation. CCW rotation discharges are a mirror image.

# ACCESSORIES

## **Weatherhoods for Arr. 10\***

Vented steel weatherhoods protect the motor and drive components from rain, moisture, dust, and dirt. Weatherhoods are easily removed for service access.

## **Inlet and Outlet Guards \***

Removable inlet and outlet guards provide protection for personnel and equipment in non-ducted installations. Inlet and outlet guards meet OSHA standards.

## **Inlet and Outlet Flanges \***

For applications where tight bolted duct connections are required, flanges are available with or without prepunched holes. Punched flanges are required for attachment of control dampers, inlet bells or inlet boxes.

## **Belt Guards and Shaft Guards**

Totally enclosed belt guards cover both the fan and motor pulleys. Shaft guards completely cover both the shaft and bearings. All belt and shaft guards are constructed to meet OSHA requirements and are easily removed for maintenance.

## **Inlet Bells with Guards**

Inlet bells minimize entry losses and are recommended for non-ducted applications. All inlet bells include an inlet guard for personnel protection.

## **Companion Flanges \***

Companion inlet flanges and outlet flanges with prepunched holes are available for all fan sizes.

## **Access Doors \***

Bolted or quick-opening access doors provide access for cleaning or inspection. Access doors are standard on downblast discharge fans.

## **Outlet Volume Dampers**

Outlet volume control dampers feature vertical opposed blades for maximum performance and are supplied with a quadrant lever for manual or motorized operation. The maximum operating temperature for dampers is 400°F.

## **Heat Slingers**

The heat slinger is an aluminum cooling disc mounted on the fan shaft between the inboard bearing and the blower housing to dissipate heat conducted along the fan shaft. Heat slinger guards are included for personnel protection.

## **Shaft Seals**

A felt shaft seal with an aluminum rub ring is available for operation at high temperatures or for exhausting contaminated air. This seal is **NOT** gas-tight.

## **Extended Lubrication Lines**

Arrangement 10 fans are available with flexible nylon tubing extending from the bearings to conveniently located grease fittings mounted on the fan drive frame (or on the fan housing if a weatherhood is supplied).

## **Drain Connection\***

A 1" threaded drain connection is located at the bottom of the fan housing for draining any fluids that may accumulate in the fan.

## **Special Coatings**

Special coatings for protecting the fan from corrosive environments are available. These coatings may be applied to just the airstream components or to the entire unit. For a detailed description of special coatings, see the Greenheck Engineering Bulletin "Special Coatings for Centrifugal and Industrial Fans."

## **Disconnect Switches**

Greenheck offers a wide selection of NEMA rated fusible or non-fusible disconnect switches.

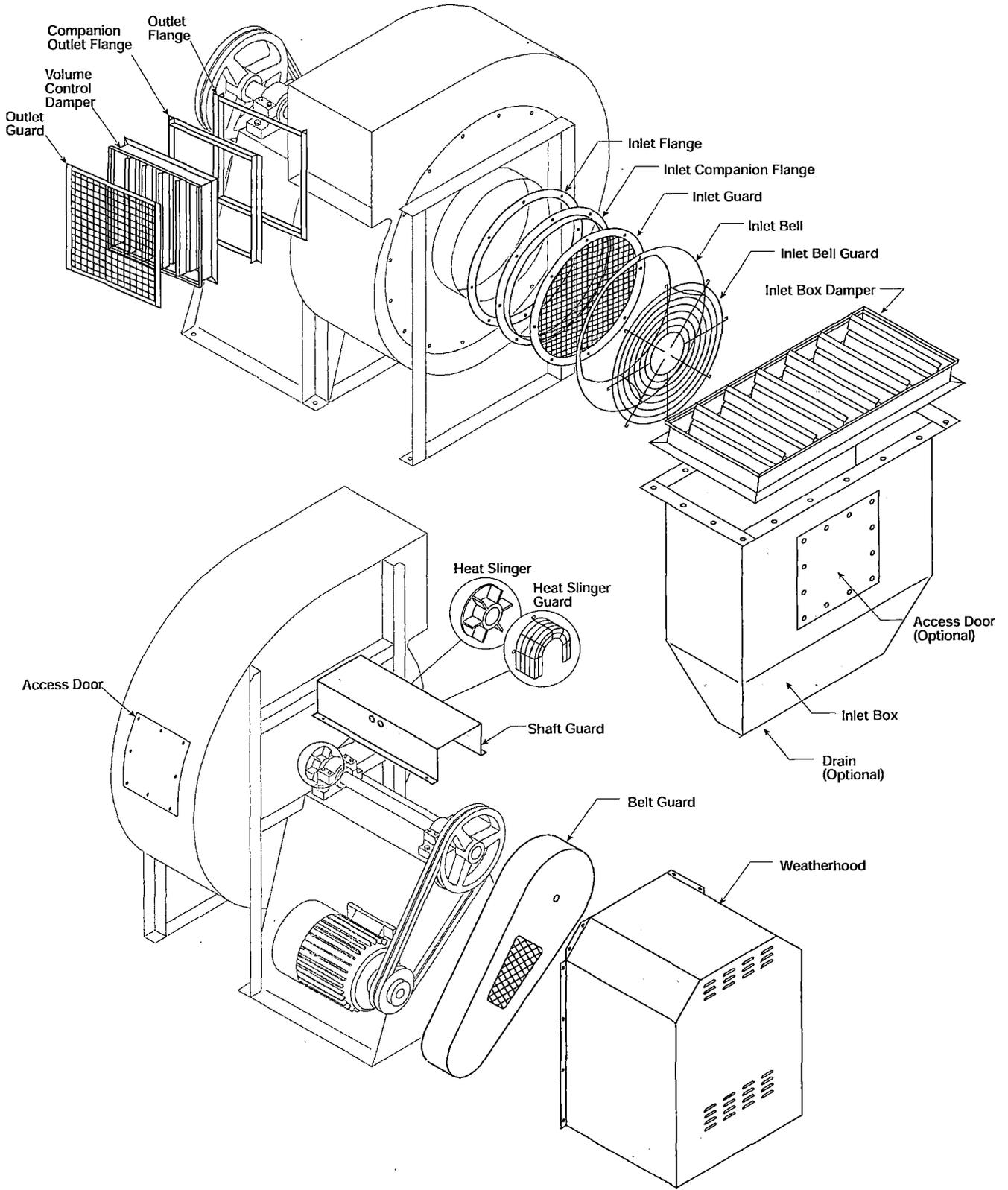
## **Stainless Steel Shafts**

Stainless steel fan shafts are available on fan sizes 5-41 for applications where standard carbon steel shafts may exhibit excessive corrosion or heat stress.

## **Inlet Boxes and Dampers**

Inlet boxes minimize entry losses when a sharp turn is required at the fan inlet. A punched inlet flange is required to attach the box to the fan. Specify the inlet box position as determined from the drive side of the fan. Parallel blade inlet box dampers are available. These dampers provide for an efficient means of reducing airflow. Other inlet box accessories include bolted access doors and drains.

\*These accessories are also available in aluminum or stainless steel construction for fan sizes 5-19.



# SPECIFICATIONS

IPO - Open Radial Wheel																
Fan Size	Scroll Gauges				Gauges		Shaft Diameter		Wheel Wgt.		Fan Weights					
	Standard		Heavy		Fan Blades		Std.	Heavy	Std. Duty	Heavy Duty	Arr. 10	Arr. 9		Arr. 1		
	Side	Wrap	Side	Wrap	Std.	Heavy						Std.	Heavy	Std.	Heavy	Std.
5	12	12	NA	NA	10	NA	1	NA	7	NA	92	85	NA	66	NA	
7	12	12	NA	NA	10	NA	1 7/16	NA	16	NA	145	149	NA	116	NA	
9	12	12	NA	NA	10	NA	1 7/16	NA	20	NA	197	203	NA	160	NA	
11	10	10	3/16	3/16	3/16	1/4	1 11/16	1 15/16	31	49	311	306	381	268	337	
13	10	10	3/16	3/16	3/16	1/4	1 15/16	2 3/16	51	61	503	515	599	491	575	
15	10	10	3/16	3/16	1/4	1/4	2 3/16	2 7/16	75	75	594	607	697	583	671	
17	10	10	3/16	3/16	1/4	1/4	2 3/16	2 11/16	90	106	762	777	924	734	879	
19	10	10	3/16	3/16	1/4	5/16	2 7/16	2 15/16	107	156	968	957	1166	909	1117	
21	10	10	3/16	3/16	5/16	5/16	2 7/16	2 15/16	188	262	NA	1075	1340	1075	1340	
23	3/16	3/16	1/4	3/16	5/16	5/16	2 11/16	3 7/16	229	293	NA	1380	1600	1380	1600	
26	3/16	3/16	1/4	3/16	5/16	3/8	2 15/16	3 7/16	343	587	NA	1955	2325	1955	2325	
29	3/16	3/16	1/4	1/4	5/16	3/8	3 7/16	3 15/16	402	697	NA	2298	3016	2298	3016	
33	3/16	3/16	1/4	1/4	5/16	3/8	3 7/16	3 15/16	536	916	NA	2789	3623	2789	3623	
37	1/4	3/16	1/4	1/4	3/8	3/8	3 15/16	4 15/16	785	1251	NA	3599	4814	3599	4814	
41	1/4	3/16	1/4	1/4	3/8	3/8	3 15/16	4 15/16	914	1449	NA	4114	5492	4114	5492	

IPW - Wool Type Wheel																	
Fan Size	Scroll Gauges				Wheel Gauges			Shaft Diameter		Wheel Wgt.		Fan Weights					
	Standard		Heavy		Blades		Backs	Std.	Heavy	Std. Duty	Heavy Duty	Arr. 10	Arr. 9		Arr. 1		
	Side	Wrap	Side	Wrap	Std.	Heavy							Std.	Heavy	Std.	Heavy	Std.
5	12	12	NA	NA	10	NA	3/16	1	NA	10	NA	94	88	NA	69	NA	
7	12	12	NA	NA	3/16	NA	3/16	1 7/16	NA	24	NA	152	157	NA	123	NA	
9	12	12	NA	NA	3/16	NA	3/16	1 7/16	NA	35	NA	211	217	NA	174	NA	
11	10	10	3/16	3/16	3/16	1/4	1/4	1 11/16	1 15/16	52	70	331	326	396	287	336	
13	10	10	3/16	3/16	3/16	1/4	1/4	1 15/16	2 3/16	80	90	530	542	626	518	601	
15	10	10	3/16	3/16	1/4	1/4	5/16	2 3/16	2 7/16	123	123	638	651	740	627	714	
17	10	10	3/16	3/16	1/4	1/4	5/16	2 3/16	2 11/16	152	169	820	834	980	791	936	
19	10	10	3/16	3/16	1/4	5/16	5/16	2 7/16	2 15/16	184	234	1040	1028	1236	981	1187	
21	10	10	3/16	3/16	5/16	5/16	3/8	2 7/16	2 15/16	283	360	NA	1163	1428	1163	1428	
23	3/16	3/16	1/4	3/16	5/16	5/16	3/8	2 11/16	3 7/16	343	409	NA	1485	1701	1485	1701	
26	3/16	3/16	1/4	3/16	5/16	3/8	3/8	2 15/16	3 7/16	490	579	NA	2089	2299	2089	2299	
29	3/16	3/16	1/4	1/4	5/16	3/8	3/8	3 7/16	3 15/16	584	684	NA	2460	2977	2460	2977	
33	3/16	3/16	1/4	1/4	3/8	1/2	1/2	3 7/16	3 15/16	931	1125	NA	3161	3802	3161	3802	
37	1/4	3/16	1/4	1/4	3/8	1/2	1/2	3 15/16	4 15/16	1186	1516	NA	3966	5026	3966	5026	
41	1/4	3/16	1/4	1/4	3/8	1/2	1/2	3 15/16	4 15/16	1403	1770	NA	4565	5754	4565	5754	

IPA - Air Handling Wheel																		
Fan Size	Scroll Gauges				Wheel Gauges				Shaft Diameter		Wheel Wgt.		Fan Weights					
	Standard		Heavy		Blades		Backs	Cones	Std.	Heavy	Std. Duty	Heavy Duty	Arr. 10	Arr. 9		Arr. 1		
	Side	Wrap	Side	Wrap	Std.	Heavy								Std.	Heavy	Std.	Heavy	Std.
5	12	12	NA	NA	10	NA	3/16	10	1	NA	15	NA	100	93	NA	75	NA	
7	12	12	NA	NA	10	NA	3/16	10	1 7/16	NA	22	NA	151	156	NA	122	NA	
9	12	12	NA	NA	3/16	NA	3/16	10	1 7/16	NA	35	NA	212	218	NA	175	NA	
11	10	10	3/16	3/16	3/16	3/16	1/4	10	1 11/16	1 15/16	62	64	342	337	392	298	352	
13	10	10	3/16	3/16	3/16	3/16	1/4	3/16	1 15/16	2 3/16	98	98	551	562	636	539	611	
15	10	10	3/16	3/16	3/16	3/16	5/16	3/16	2 3/16	2 7/16	131	131	649	662	751	638	725	
17	10	10	3/16	3/16	3/16	1/4	5/16	3/16	2 3/16	2 11/16	191	207	862	877	1022	834	977	
19	10	10	3/16	3/16	3/16	1/4	5/16	3/16	2 7/16	2 15/16	223	243	1083	1072	1249	1024	1200	
21	10	10	3/16	3/16	3/16	1/4	3/8	3/16	2 7/16	2 15/16	280	305	NA	1165	1378	1165	1378	
23	3/16	3/16	1/4	3/16	3/16	1/4	3/8	3/16	2 11/16	3 7/16	325	355	NA	1472	1651	1472	1651	
26	3/16	3/16	1/4	3/16	3/16	1/4	3/8	3/16	2 15/16	3 7/16	409	448	NA	2016	2175	2016	2175	
29	3/16	3/16	1/4	1/4	1/4	1/4	3/8	3/16	3 7/16	3 15/16	544	544	NA	2430	2846	2430	2846	
33	3/16	3/16	1/4	1/4	1/4	1/4	1/2	3/16	3 7/16	3 15/16	781	781	NA	3024	3469	3024	3469	
37	1/4	3/16	1/4	1/4	1/4	1/4	1/2	3/16	3 15/16	4 15/16	961	961	NA	3754	4480	3754	4480	
41	1/4	3/16	1/4	1/4	1/4	1/4	1/2	3/16	3 15/16	4 15/16	1227	1227	NA	4407	5223	4407	5223	

10 All weights shown in pounds are for steel fans, and do not include motors, drives, or accessories. The fan weight shown may vary up to 5% based on the discharge position.

# SOUND AND AIR PERFORMANCE

## For Electronic Selection Use

### **CAPS** **Computer Aided Product** **Selection Software**

Greenheck's computer software for electronic fan selection is considered the best in the industry. It is designed to make fan selection fast, easy and accurate. CAPS eliminates manual calculations and allows you to compare multiple selections that meet the job requirements. Air performance is displayed in tables or fan curves. Dimensional drawings and data are shown on screen and can be printed out. Sound performance tables include eight octave band sound power, LwA, and dBA for both inlet and outlet.

Once a fan is selected, it can be saved as part of a job, and the data can be stored on a disk and printed in the form of a fan schedule. Fan schedules may also be transferred directly to drawings with design packages such as AutoCAD.

### How to Receive Your Copy of CAPS

To receive your copy of the CAPS software simply contact your nearest Greenheck representative and ask for the CAPS license agreement.

## For Manual Selection, Use the

### **Industrial Process Fan** **Catalog Supplement**

Greenheck's Sound and Air Data Supplement to this catalog contains all the technical and engineering information necessary for manual fan selection. Data provided in this supplement include:

#### **Engineering Data**

Complete engineering data, including the effects of air density and installation on performance.

#### **Air Performance Data**

Fan curves and tabulated air performance data are shown for each wheel type for both standard and heavy duty construction. The fan curves are shown as a family of curves, with pressure/volume curves plotted for progressive fan speeds. Horsepower curves are also plotted for a range of motors appropriate for the plotted fan speed. Standard and heavy duty speed limitations are clearly shown on the fan curves and above the tabulated data.

#### **Sound Data**

Sound power levels are shown for each of the eight octave bands for both the inlet and outlet of Greenheck Industrial Process Fans. This method of cataloging both the inlet and outlet sound power level is unique in the industry.

#### **Dimensional Data**

Dimensional information is shown for each fan size and arrangement.

## **Typical Specification**

Process or material handling fans shall be of the heavy duty type with inlet diameters and outlet areas manufactured in accordance with standards adopted by AMCA for industrial fans.

Fan housings shall be of continuously-welded plate to assure no air leakage. The housing and bearing support shall be constructed of welded structural steel members to support the shaft and bearings.

The fan wheel shall be fully welded and of either the open material handling, backplate material handling or air handling type. Wheels shall be statically and dynamically balanced to balance grade G6.3 per ANSI S2.19.

Turned, precision ground and polished steel shafts shall be sized so the first critical speed is at least 25% over the maximum operating speed for each construction class. Close tolerances shall be maintained where the shaft passes through the bearing.

Bearings shall be heavy duty grease lubricated, ball or roller pillow block type. Bearings shall be selected for a basic rating fatigue life (L-10) of 80,000 hours at maximum operating speed and horsepower for each construction level.

Each assembled fan shall be test run at the factory at the specified fan RPM and vibration signatures shall be taken on each bearing in the horizontal, vertical, and axial direction. The maximum allowable fan vibration shall be 0.15 in/sec peak velocity, filter in measured at the fan RPM.

Fans shall be licensed to bear the AMCA Seal for air performance.

Industrial process fans shall be model IPO (open material handling), IPW (wool, backplate material handling) or IPA (air handling) as manufactured by Greenheck of Schofield, Wisconsin and shall be supplied as shown on the plans and in the fan schedule.

# SPECIFICATION CHECKLIST

**1. Fan Size**

**2. Wheel Type**

(IPO, IPW or IPA)

**3. Construction Grade**

(Standard or Heavy Duty)

**4. Arrangement:**

Belt Drive (1, 9 or 10)    Direct Drive (4 or 8)

**5. Discharge Position**

**6. Wheel Rotation**

(CW or CCW)

**7. Motor Location:**

Arrangement 9 - Left or Right (Right is standard)

Arrangement 1 - W, X, Y, or Z

**8. Fan Performance:**

- Volume (CFM)
- Static Pressure
- Fan RPM
- Brake Horsepower (Bhp)
- Airstream Temperature for Start up
- Airstream Temperature for Operation
- Elevation

**9. Motor Requirements**

- Motor Horsepower, RPM, Enclosure Type
- Voltage, Hertz and Phase
- Check Minimum Starting Torque
- Check Maximum Motor Frame Size (Arrangements 9 and 10)

**10. V-Belt Drive**

- Constant or Variable Speed
- Service Factor

**11. Accessories**

- Outlet Volume Dampers
- Access Doors (Bolted or Quick Opening - Specify Location)
- Inlet Flange
- Outlet Flange (Standard on sizes 21-41)
- Companion Inlet or Outlet Flange
- Inlet or Outlet Guards
- Inlet Bell
- Belt Guard
- Shaft Guard
- Weatherhood (Arr. 10)
- Drain Connection (Not on Downblast)
- Extended Life Bearings (L10 200,000)
- Extended Lubrication Lines
- Heat Slinger
- Heat Fan Package (Specify normal start-up temperature, operating temperature and maximum design temperature)
- Shaft Seal
- Stuffing Box
- Optional Construction Material (airstream or entire unit) (Aluminum or 316 Stainless Steel)
- Special Protective Coating
- Spark Resistant Construction (Type A, B or C)
- Inlet Box (Standard or Heavy Duty)
  - Inlet Box Accessories
    - Damper
    - Drain
    - Access Door
- Isolation Equipment

## Warranty

Greenheck warrants this equipment to be free from defects in material and workmanship for a period of one year from the purchase date. Any units or parts which prove defective during the warranty period will be replaced at our option when returned to our factory, transportation prepaid.

Motors are warranted by the motor manufacturer for a period of one year. Should motors furnished by Greenheck prove defective during this period, they should be returned to the nearest authorized motor service station. Greenheck will not be responsible for any removal or installation costs.

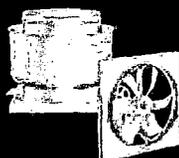
Due to continuing research, Greenheck reserves the right to change specifications without notice.



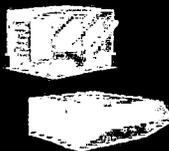
**Number one in air movement and control.**



Centrifugal and Vane Axial Fans



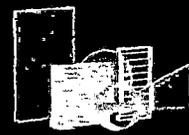
Fans and Ventilators



Energy Recovery Ventilators & Make-Up Air Units



Kitchen Ventilation Systems



Dampers and Louvers

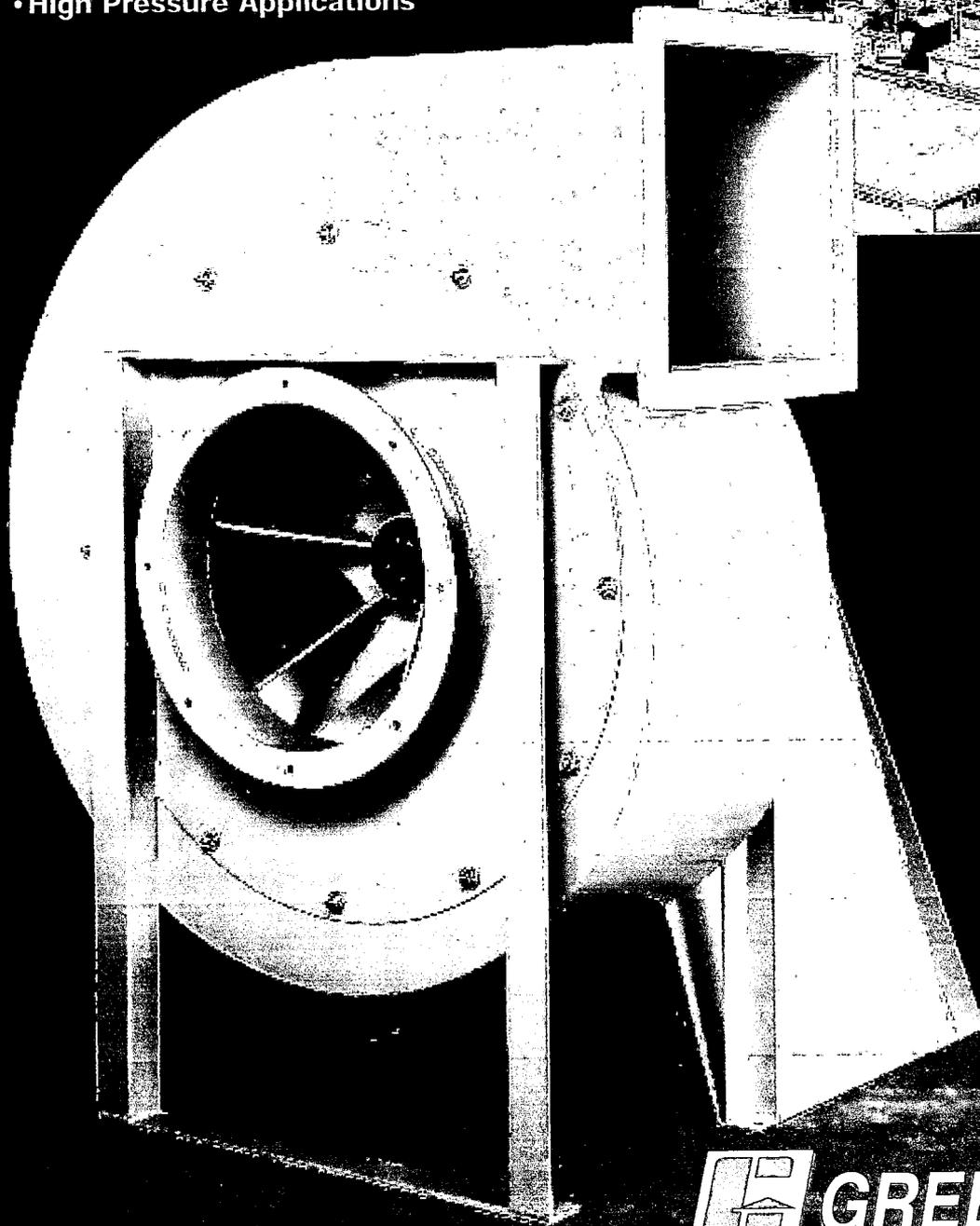
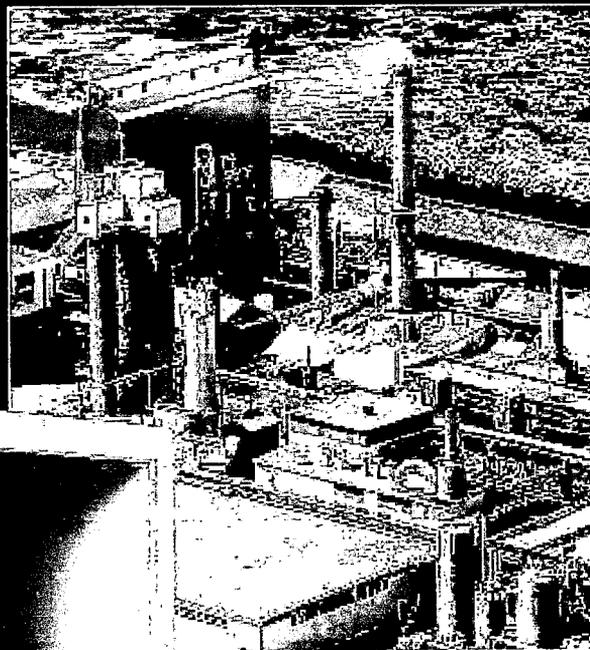
Visit the Greenheck website for the most current information available  
[www.greenheck.com](http://www.greenheck.com)

Greenheck • P.O. Box 410 Schofield, WI 54476-0410 • Phone (715) 359-6171 • Fax (715) 355-2399 • [www.greenheck.com](http://www.greenheck.com)

# INDUSTRIAL PROCESS FANS

*Offered with wheels suitable for  
conveying or exhausting:*

- Dust •Fibrous Materials •Granular Material
- Paper Trim •Fumes •High Temperatures
- High Pressure Applications



**GREENHECK**  
*The Solution Company.*

August 2002



Greenheck, a leader in the air movement industry for over 50 years, offers industrial process fans in both standard duty and heavy duty construction. Three wheel designs span the range of applications from industrial process ventilation to material handling.

### Table of Contents

- Standard Construction ..... pg. 4
- Optional Construction ..... pg. 5
- Application of Arrangements ..... pg. 6
- Diagram of Arrangements ..... pg. 7
- Accessories ..... pg. 8-9
- Material Specifications ..... pg. 10
- Typical Specifications ..... pg. 11
- Specification Checklist ..... pg. 12

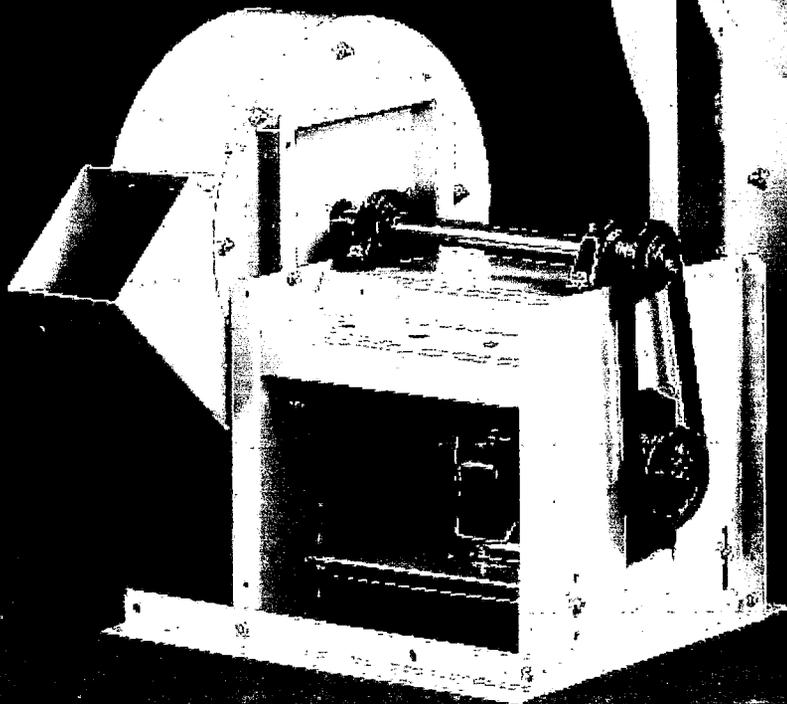
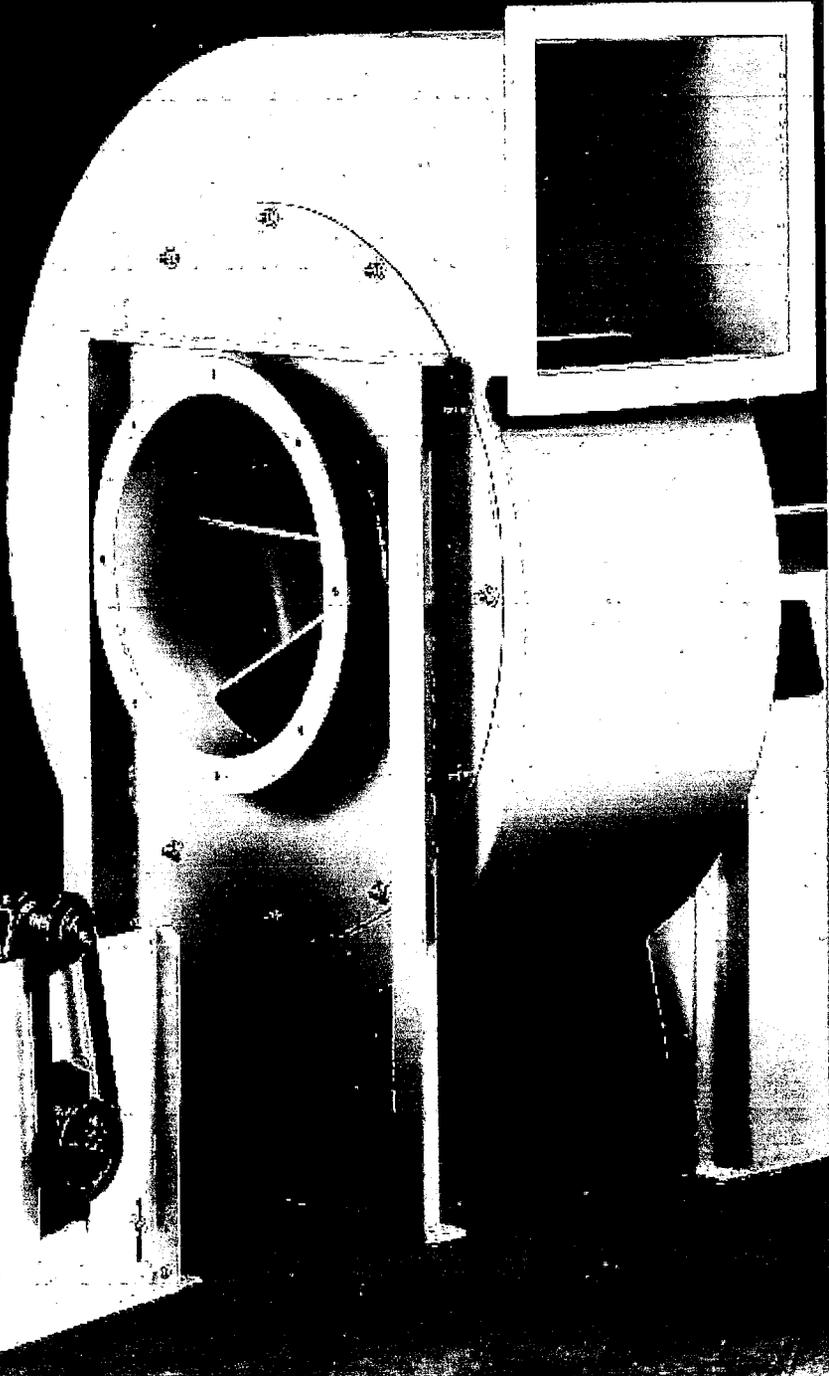
Greenheck industrial process fans are designed and constructed for long reliable service life. Premium quality bearings are selected for a basic rating fatigue life (L-10) per AFBMA standards in excess of 80,000 hours at maximum operating speed. Every fan wheel is balanced and vibration is checked at the customer's specified speed. Maximum vibration allowed is 0.15 in/sec peak vibration velocity.

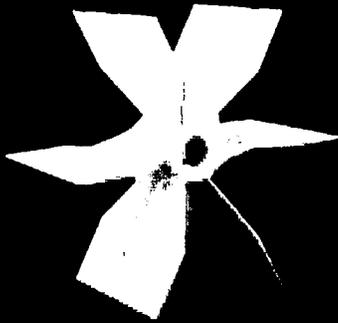
### Refer to the Sound and Air Data Supplement for:

- Engineering Data
- Air Performance
- Fan Curves
- Sound Performance
- Dimensional Data



AMCA licensed air performance can be found in Greenheck's supplement: Industrial Process Fan PM October 2002





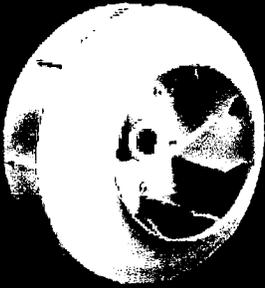
### **IPO Wheel**

Open material handling wheels are suitable for most industrial requirements. Applications include: abrasive dust exhaust (as in grinding and buffing), conveying granular materials (including sawdust and wood chips), fume exhaust and high temperature air handling.



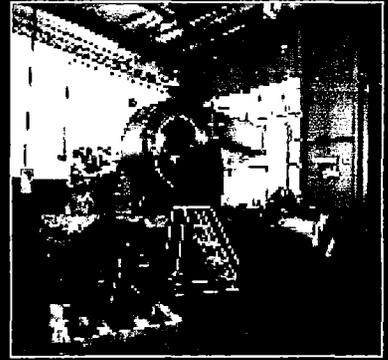
### **IPW Wheel**

The wool wheel or backplate material handling wheel is designed for handling long, fibrous, stringy material. Applications include: conveying wood shavings, yarns and paper trimmings. It also offers higher efficiency than the open wheel in handling granular materials.

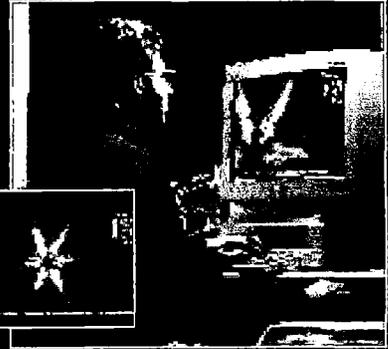


### **IPA Wheel**

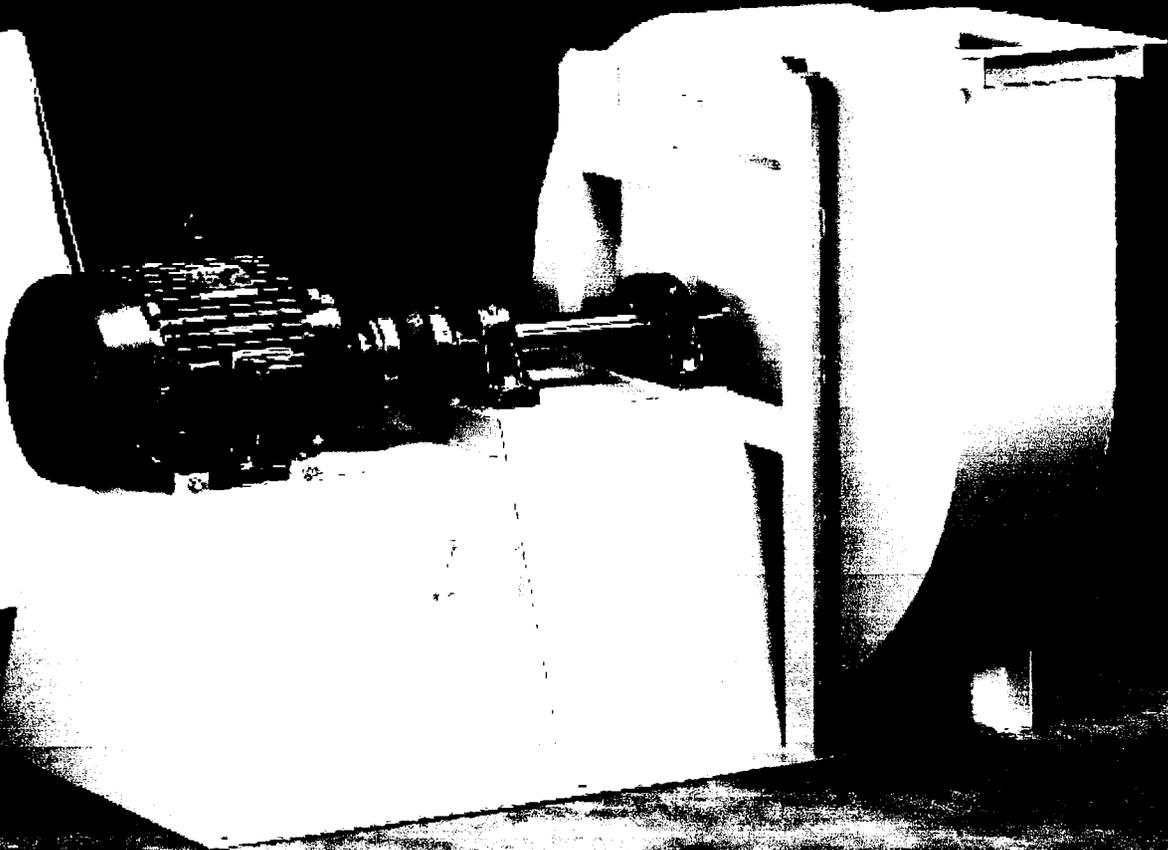
Air handling wheels are designed for applications ranging from clean air exhaust to light material handling. Applications include smoke and heat exhaust, corrosive and heavy fumes and light dust.



Customers can be assured of accurate sound and air performance from all Greenheck fans as a result of thorough testing in our Laboratory.



The latest computer aided design techniques were used to develop critical components. Finite Element Analysis (FEA), for instance, ensures maximum wheel strength and reliability.



**ANEXO 3.1: Lista de Ingeniería**



100003-0131-SC-MDC-2000	MEMORIA DE CÁLCULO BODEGAS	1	SC	291110	021210
100003-0131-SC-OB-2000	CUBICACIÓN ESTRUCTURAS Y OBRAS CIVILES BODEGAS	1	SC	291110	021210
100003-0131-EE-PLA-2000	ELECTRICO	1	EE	291110	021210
100003-0131-EE-PLA-2000	UNIFUNERAL TABLERO DE DISTRIBUCION DE FUERZA, CONTROL Y ALUMBRADO	1	EE	291110	021210
100003-0131-EE-PLA-2010	DISPOSICION EQUIPOS ELECTRICOS	1	EE	131210	151210
100003-0131-EE-PLA-1000	AREA REPARACION CABLES	1	EE	291110	021210
100003-0131-EE-PLA-1000	LAY OUT AREA REPARACION CABLES	1	ME	291110	021210
100003-0131-EE-PLA-1001	PLANO DE ELEVACION AREA REPARACION CABLES	1	ME	291110	021210
100003-0131-EE-PLA-1000	PIPING	1	PP	061210	101210
100003-0131-SC-PLA-1000	FUNDACIONES PLANTA - SECCIONES	1	SC	061210	101210
100003-0131-SC-PLA-1000	ESTRUCTURA METALICA PLANTA - ELEVACIONES - SECCIONES	1	SS	061210	101210
100003-0131-SC-MDC-1000	MEMORIA DE CALCULO	1	SC	061210	101210
100003-0131-SC-CIB-1000	CUBICACION ESTRUCTURAS Y OBRAS CIVILES AREA REPARACION CABLES	1	SC	061210	101210
100003-0131-EE-PLA-1000	ELECTRICO	1	EE	061210	101210
100003-0131-EE-PLA-1000	UNIFUNERAL TABLERO DE DISTRIBUCION DE FUERZA, CONTROL Y ALUMBRADO	1	EE	061210	101210
100003-0131-AR-PLA-4000	ARQUITECTURA	1	AR	291110	021210
100003-0131-AR-PLA-4000	PLANTA GENERAL ARQUITECTURA	1	AR	291110	021210
100003-0131-AR-PLA-4001	ELEVACIONES GENERALES	1	AR	291110	021210
100003-0131-AR-PLA-4000	MISCELANEO	1	AR	291110	021210
100003-0131-AR-PLA-4000	LAY OUT AREA LUBRICACION PREVENTIVA	1	ME	091110	121110
100003-0131-AR-PLA-4001	PLANO DE ELEVACION AREA LUBRICACION PREVENTIVA	1	ME	091110	121110
100003-0131-AR-PLA-4000	PIPING	1	PP	131210	151210
100003-0131-SC-PLA-4000	OVES - ESTRUCTURAL	1	SC	291110	021210
100003-0131-SC-PLA-4000	FUNDACIONES PLANTA - SECCIONES	1	SC	291110	021210
100003-0131-SC-PLA-4000	ESTRUCTURA METALICA PLANTA - ELEVACIONES - SECCIONES	1	SS	291110	021210
100003-0131-SC-MDC-4000	MEMORIA DE CALCULO	1	SC	291110	021210
100003-0131-SC-MDC-4001	MEMORIA DE CALCULO PARA LUBRICACION MANTENIMIENTO PREVENTIVA	1	SC	291110	021210
100003-0131-SC-MDC-4002	MEMORIA DE CALCULO TANQUES	1	SC	061210	101210
100003-0131-SC-MDC-4000	CUBICACION ESTRUCTURAS Y OBRAS CIVILES TALLER DE CAMIONES Y OTRONAS	1	SC	291110	021210
100003-0131-EE-PLA-4000	ELECTRICO	1	EE	291110	021210
100003-0131-EE-PLA-4000	UNIFUNERAL TABLERO DE DISTRIBUCION DE FUERZA, CONTROL Y ALUMBRADO	1	EE	291110	021210
100003-0131-EE-PLA-4010	PLANTA DE ALUMBRADO GENERAL MANTENIMIENTO PREVENTIVO	1	EE	291110	021210
100003-0131-EE-PLA-4000	DISPOSICION EQUIPOS ELECTRICOS	1	EE	291110	021210
100003-0131-AR-PLA-4000	PLANTA CANALIZACIONES TUBERIA ELECTRICOS DE CARRERAS	1	IN	291110	021210
100003-0131-AR-PLA-4000	AREA DE CONSERVACIONES	1	AR	291110	021210
100003-0131-AR-PLA-4000	ARQUITECTURA	1	AR	291110	021210
100003-0131-AR-PLA-4000	PLANTA CORTE Y ELEVACIONES ARQUITECTURA PLANTA GENERAL	1	AR	291110	021210
100003-0131-AR-PLA-4000	MISCELANEO	1	AR	291110	021210
100003-0131-AR-PLA-4000	LAY OUT AREA COMPUSTRONG	1	ME	151110	181110
100003-0131-AR-PLA-4001	ELEVACION AREA CAMIONES	1	ME	151110	181110
100003-0131-AR-PLA-4000	MEMORIA DE CALCULO SISTEMA ARTE COMPRESADO	1	ME	151110	181110
100003-0131-AR-PLA-4000	ESPECIFICACION TECNICA BOMBAS MANUALES	1	ME	151110	181110
100003-0131-AR-PLA-4000	MEMORIA DE CALCULO BOMBAS MANUALES	1	ME	151110	181110
100003-0131-SC-PLA-4000	OVES - ESTRUCTURAL	1	SC	291110	021210
100003-0131-SC-PLA-4000	FUNDACIONES PLANTA - SECCIONES	1	SC	291110	021210
100003-0131-SC-PLA-4000	ESTRUCTURA METALICA PLANTA - ELEVACIONES - SECCIONES	1	SS	291110	021210
100003-0131-SC-MDC-2000	MEMORIA DE CALCULO	1	SC	061210	101210
100003-0131-SC-CIB-2000	CUBICACION ESTRUCTURAS Y OBRAS CIVILES TALLER DE CAMIONES Y OTRONAS	1	SC	291110	021210
100003-0131-EE-PLA-2010	ELECTRICO	1	EE	291110	021210
100003-0131-EE-PLA-2010	UNIFUNERAL TABLERO DE DISTRIBUCION DE FUERZA, CONTROL Y ALUMBRADO	1	EE	291110	021210
100003-0131-EE-PLA-2010	DISPOSICION EQUIPOS ELECTRICOS	1	EE	131210	151210
100003-0131-AR-PLA-1000	ARQUITECTURA	1	AR	291110	291110
100003-0131-AR-PLA-1001	PLANTA GENERAL OTRONAS	1	AR	291110	291110
100003-0131-AR-PLA-1001	ELEVACIONES	1	AR	291110	291110
100003-0131-AR-PLA-1000	MISCELANEO	1	AR	061210	101210
100003-0131-AR-PLA-1000	LAY OUT AREA CAMBIO NEUMATICOS	1	ME	091110	121110
100003-0131-AR-PLA-1001	ELEVACIONES AREA CAMBIO NEUMATICOS	1	ME	091110	121110
100003-0131-AR-PLA-1000	PIPING	1	PP	061210	101210
100003-0131-AR-PLA-1000	LAY OUT SERVICIOS	1	PP	061210	101210
100003-0131-SC-PLA-1000	OVES - ESTRUCTURAL	1	SC	291110	291110
100003-0131-SC-PLA-1000	FUNDACIONES PLANTA - SECCIONES	1	SC	291110	291110
100003-0131-SC-PLA-1000	ESTRUCTURA METALICA PLANTA - ELEVACIONES - SECCIONES	1	SS	291110	291110
100003-0131-SC-MDC-1000	MEMORIA DE CALCULO	1	SC	291110	021210
100003-0131-SC-CIB-1000	CUBICACION ESTRUCTURAS Y OBRAS CIVILES TALLER DE CAMIONES Y OTRONAS	1	SC	291110	021210
100003-0131-EE-PLA-1000	ELECTRICO	1	EE	291110	021210
100003-0131-EE-PLA-1010	UNIFUNERAL TABLERO DE DISTRIBUCION DE FUERZA, CONTROL Y ALUMBRADO	1	EE	061210	101210
100003-0131-EE-PLA-1010	DISPOSICION EQUIPOS ELECTRICOS	1	EE	131210	151210
100003-0131-AR-PLA-2000	ARQUITECTURA	1	AR	151110	181110
100003-0131-AR-PLA-2000	PLANO DE ELEVACIONES	1	AR	151110	181110
100003-0131-AR-PLA-2001	ELEVACIONES AREA LAVADO DE CAMIONES	1	ME	151110	181110
100003-0131-AR-PLA-2000	LAY OUT AREA LAVADO DE CAMIONES	1	ME	151110	181110
100003-0131-AR-PLA-2000	ESPECIFICACION TECNICA UNIDAD DE ALTA PRESION DE AGUA CALIENTE VAPOR	1	ME	151110	181110
100003-0131-AR-PLA-2000	MEMORIA DE CALCULO SISTEMA DE LAVADO DE CAMIONES	1	ME	151110	181110
100003-0131-AR-PLA-2000	MEMORIA DE CALCULO BOMBAS CENTRIFUGAS Y SUMINISTRO	1	ME	291110	291110
100003-0131-AR-PLA-2001	ESPECIFICACION TECNICA SISTEMA DE LAVADO DE CAMIONES	1	ME	291110	291110
100003-0131-AR-PLA-2001	MEMORIA DE CALCULO SISTEMA DE LAVADO DE CAMIONES	1	ME	291110	291110
100003-0131-AR-PLA-2001	MEMORIA DE CALCULO BOMBAS CENTRIFUGAS Y SUMINISTRO	1	ME	291110	291110
100003-0131-AR-PLA-2002	ESPECIFICACION TECNICA DE BOMBAS CENTRIFUGAS Y SUMINISTRO	1	ME	291110	021210
100003-0131-AR-PLA-2002	MEMORIA DE CALCULO BOMBAS CENTRIFUGAS Y SUMINISTRO	1	ME	291110	021210
100003-0131-AR-PLA-2002	MEMORIA DE CALCULO VOLUNTARIOS ESTANDAR	1	ME	061210	101210
100003-0131-AR-PLA-2003	ESPECIFICACION TECNICA DE ESTANDARES DE AGUA	1	ME	061210	101210
100003-0131-AR-PLA-2003	MEMORIA DE CALCULO ESTANDAR	1	ME	061210	101210
100003-0131-AR-PLA-2004	ESPECIFICACION TECNICA DE SEPARADOR DE AGUA ACEITE	1	ME	061210	101210
100003-0131-AR-PLA-2004	MEMORIA DE CALCULO DE SEPARADOR DE AGUA ACEITE	1	ME	061210	101210
100003-0131-AR-PLA-2000	PIPING	1	PP	061210	101210
100003-0131-AR-PLA-2000	LAY OUT SERVICIOS	1	PP	061210	101210
100003-0131-AR-PLA-2001	ELEVACIONES SERVICIOS	1	PP	061210	101210
100003-0131-AR-PLA-2000	OVES - ESTRUCTURAL	1	SC	291110	021210
100003-0131-AR-PLA-2000	FUNDACIONES PLANTA - SECCIONES	1	SC	291110	021210
100003-0131-AR-PLA-2000	ESTRUCTURA METALICA PLANTA - ELEVACIONES - SECCIONES	1	SS	291110	021210
100003-0131-AR-PLA-2000	MEMORIA DE CALCULO	1	SC	291110	021210
100003-0131-AR-PLA-2000	CUBICACION ESTRUCTURAS Y OBRAS CIVILES TALLER DE CAMIONES Y OTRONAS	1	SC	291110	021210
100003-0131-AR-PLA-2000	ELECTRICO	1	EE	291110	021210
100003-0131-AR-PLA-2000	UNIFUNERAL TABLERO DE DISTRIBUCION DE FUERZA, CONTROL Y ALUMBRADO	1	EE	061210	101210
100003-0131-AR-PLA-2000	DISPOSICION EQUIPOS ELECTRICOS	1	EE	061210	101210
100003-0131-AR-PLA-2000	PLANO DE ELEVACIONES	1	AR	151110	181110
100003-0131-AR-PLA-2000	UNIFUNERAL TABLERO DE DISTRIBUCION DE FUERZA, CONTROL Y ALUMBRADO	1	EE	291110	291110
100003-0131-AR-PLA-2001	MISCELANEO	1	ME	061210	101210
100003-0131-AR-PLA-2001	LAY OUT MANTENIMIENTO TOLVAS Y CAMIONES	1	ME	061210	101210
100003-0131-AR-PLA-2001	ELEVACIONES AREA MANTENIMIENTO TOLVAS Y CAMIONES	1	ME	061210	101210
100003-0131-AR-PLA-2000	PIPING	1	PP	291110	021210
100003-0131-AR-PLA-2000	LAY OUT SERVICIOS	1	PP	291110	021210
100003-0131-AR-PLA-2000	ELEVACIONES SERVICIOS	1	PP	291110	021210
100003-0131-SC-PLA-2000	OVES - ESTRUCTURAL	1	SC	291110	291110
100003-0131-SC-PLA-2000	FUNDACIONES PLANTA - SECCIONES	1	SC	291110	291110
100003-0131-SC-PLA-2000	ESTRUCTURA METALICA PLANTA - ELEVACIONES - SECCIONES	1	SS	291110	291110
100003-0131-SC-MDC-3000	MEMORIA DE CALCULO	1	SC	291110	021210
100003-0131-SC-CIB-3000	CUBICACION ESTRUCTURAS Y OBRAS CIVILES MANTENIMIENTO TOLVAS Y CAMIONES	1	SC	291110	021210
100003-0131-EE-PLA-3000	ELECTRICO	1	EE	291110	021210
100003-0131-EE-PLA-3000	UNIFUNERAL TABLERO DE DISTRIBUCION DE FUERZA, CONTROL Y ALUMBRADO	1	EE	291110	291110
100003-0131-EE-PLA-3010	DISPOSICION EQUIPOS ELECTRICOS	1	EE	061210	101210





Código	REGENERA DETALLES	Plano	Documentos	Objetos	Pesta a Sala	Sala a Sala
10P030131-LE-PLA-2150	LAY OUT DETALLES BANCO DUCTOS Y CÁMARAS	1		EE	1462/21	1562/21
10P030131-LE-PLA-1100	LAY OUT DETALLES ILUMINACION EXTERIOR	1		EE	2162/21	2562/21
10P030131-AR-PLA-1100	AREA REPARACION DE CABLES	1		AR	2162/21	2562/21
10P030131-AR-PLA-1100	PLANO DE REPARACION DE CABLES	1		AR	2162/21	2562/21
10P030131-AR-PLA-1100	ELEVACIONES GENERALES 2	1		AR	2162/21	2562/21
10P030131-AR-PLA-1100	CORTES TRANSVERSALES Y LONGITUDINALES	1		AR	2162/21	2562/21
10P030131-AR-PLA-1100	CORTES LONGITUDINALES	1		AR	2162/21	2562/21
10P030131-AR-PLA-1100	ESCALINERIAS Y DETALLES	1		AR	2162/21	2562/21
10P030131-ME-PLA-1100	ASISTIDO GENERAL AREA REPARACION CABLES	1		ME	1462/21	1562/21
10P030131-ME-PLA-1100	PLANO ELEVACIONES AREA REPARACION CABLES	1		ME	1462/21	1562/21
10P030131-EP-PLA-1100	ASISTIDO GENERAL AGUA INDUSTRIAL	1		EP	2162/21	2462/21
10P030131-EP-PLA-1100	PLANO ELEVACIONES AGUA INDUSTRIAL AREA REPARACION CABLES	1		EP	2162/21	2462/21
10P030131-SC-MED-1100	MEMORIA DE CALCULO FUNDACIONES	1		SC	3162/21	0462/21
10P030131-SC-PLA-1100	HORMIGON PLANTA FUNDACIONES	1		SC	3162/21	0462/21
10P030131-SC-PLA-1100	HORMIGON TALLER ELEVACIONES	1		SC	3162/21	0462/21
10P030131-SS-PLA-1100	ESTRUCTURA METALICA PLANTA ELEVACIONES	1		SS	3162/21	0462/21
10P030131-SS-PLA-1100	ESTRUCTURA METALICA DETALLES CONEXIONES	1		SS	3162/21	0462/21
10P030131-SS-MED-1100	MEMORIA DE CALCULO ESTRUCTURA METALICA	1		SS	3162/21	0462/21
10P030131-EP-PLA-1100	UNIFRONTAL TALLER DE FUERZA Y ALUMBRADO	1		EE	2162/21	2462/21
10P030131-EP-PLA-1100	DETALLES CONSTRUCTIVOS LISTA DE MATERIALES Y ELEMENTOS TALLER DE FUERZA Y ALUMBRADO	1		EE	2162/21	2462/21
10P030131-EP-PLA-1100	PLANTA DE ALUMBRADO	1		EE	2162/21	2462/21
10P030131-EP-PLA-1100	PLANTA DE ALUMBRADO EXTERIOR	1		EE	2162/21	2462/21
10P030131-EP-PLA-1100	SECCIONES Y DETALLES CANALIZACIONES DE FUERZA Y ALUMBRADO	1		EE	2162/21	2462/21
10P030131-EP-PLA-1100	DETALLES HUESTA A TIERRA LUBROS	1		EE	2162/21	2462/21
10P030131-EP-PLA-1100	UBICACION MANILA PERIMETRAL	1		EE	2162/21	2462/21
10P030131-EP-PLA-1100	MEMORIA DE CALCULO DE HUESTA A TIERRA	1		EE	2162/21	2462/21
10P030131-EP-PLA-1100	EXPOSICION DE PARARATOS	1		EE	2162/21	2462/21
10P030131-EP-PLA-1100	DETALLES HANCO DUCTOS Y CÁMARAS	1		EE	2162/21	2462/21
10P030131-EP-PLA-1100	LAY OUT DETALLES BANCO DUCTOS Y CÁMARAS	1		EE	2162/21	2462/21
10P030131-EP-PLA-1100	LAY OUT DETALLES ILUMINACION EXTERIOR	1		EE	0762/21	1162/21
10P030131-AR-PLA-4100	ARQUITECTURA	1		AR	0762/21	1162/21
10P030131-AR-PLA-4100	PLANTA DE CUBIERTA Y SUPERFICIES AREA LIBERACION PREVENTIVA	1		AR	1462/21	1562/21
10P030131-AR-PLA-4100	PLANO ARQUITECTURA AREA LIBERACION PREVENTIVA	1		AR	1462/21	1562/21
10P030131-AR-PLA-4100	ELEVACIONES GENERALES 1	1		AR	1462/21	1562/21
10P030131-AR-PLA-4100	CORTES TRANSVERSALES Y LONGITUDINALES	1		AR	1462/21	1562/21
10P030131-AR-PLA-4100	PLANTA DE ORINAS AREA LIBERACION PREVENTIVA	1		AR	2162/21	2562/21
10P030131-AR-PLA-4100	PLANO DE PAVIMENTOS Y TEMPERACIONES	1		AR	2162/21	2562/21
10P030131-AR-PLA-4100	PLANO DE CEROS	1		AR	0762/21	1162/21
10P030131-AR-PLA-4100	ELEVACIONES Y CORTES	1		AR	2162/21	2562/21
10P030131-ME-PLA-4100	ASISTIDO GENERAL AREA LIBERACION PREVENTIVA	1		ME	2162/21	2562/21
10P030131-ME-PLA-4100	PLANO ELEVACIONES AREA LIBERACION PREVENTIVA	1		ME	2162/21	2562/21
10P030131-EP-PLA-4100	ASISTIDO GENERAL AIRE COMPRIMIDO	1		EP	2162/21	2562/21
10P030131-SC-MED-4100	MEMORIA DE CALCULO FUNDACIONES LIBERACION PREVENTIVA	1		SC	1462/21	1562/21
10P030131-SC-PLA-4100	HORMIGON PLANTA FUNDACIONES LIBERACION PREVENTIVA	1		SC	0762/21	1162/21
10P030131-SC-PLA-4100	HORMIGON TALLER FUNDACIONES LIBERACION PREVENTIVA	1		SC	1462/21	1562/21
10P030131-SS-PLA-4100	ESTRUCTURA METALICA PLANTA ELEVACIONES	1		SS	1462/21	1562/21
10P030131-SS-PLA-4100	ESTRUCTURA METALICA DETALLES CONEXIONES	1		SS	1462/21	1562/21
10P030131-SS-MED-4100	MEMORIA DE CALCULO ESTRUCTURA METALICA REPARACION CABLES	1		SS	1462/21	1562/21
10P030131-EP-PLA-4100	UNIFRONTAL TALLER DE FUERZA Y ALUMBRADO	1		EE	2162/21	2462/21
10P030131-EP-PLA-4100	DETALLES CONSTRUCTIVOS LISTA DE MATERIALES Y ELEMENTOS TALLER DE FUERZA Y ALUMBRADO	1		EE	2162/21	2462/21
10P030131-EP-PLA-4100	PLANO ALUMBRADO	1		EE	0762/21	1162/21
10P030131-EP-PLA-4100	PLANTA DE ALUMBRADO EXTERIOR	1		EE	0762/21	1162/21
10P030131-EP-PLA-4100	SECCIONES Y DETALLES CANALIZACIONES DE FUERZA Y ALUMBRADO	1		EE	2162/21	2462/21
10P030131-EP-PLA-4100	DETALLES HUESTA A TIERRA LUBROS	1		EE	2162/21	2462/21
10P030131-EP-PLA-4100	UBICACION MANILA PERIMETRAL	1		EE	0762/21	1162/21
10P030131-EP-PLA-4100	MEMORIA DE CALCULO DE HUESTA A TIERRA	1		EE	2162/21	2462/21
10P030131-EP-PLA-4100	EXPOSICION DE PARARATOS	1		EE	2162/21	2462/21
10P030131-EP-PLA-4100	DETALLES HANCO DUCTOS Y CÁMARAS	1		EE	0762/21	1162/21
10P030131-EP-PLA-4100	LAY OUT DETALLES BANCO DUCTOS Y CÁMARAS	1		EE	0762/21	1162/21
10P030131-EP-PLA-4100	LAY OUT DETALLES ILUMINACION EXTERIOR	1		EE	0762/21	1162/21
10P030131-EP-PLA-4100	INSTRUMENTACION	1		IN	0762/21	1162/21
10P030131-EP-PLA-4100	PROGRAMA DE BLOCOS	1		IN	0762/21	1162/21
10P030131-AR-PLA-4100	ARQUITECTURA SISTEMAS DE CONTROL	1		AR	0762/21	1162/21
10P030131-AR-PLA-4100	SALA DE COMPRESORES	1		AR	0762/21	1162/21
10P030131-AR-PLA-2100	PLANTA DE CUBIERTA Y SUPERFICIES SALA DE COMPRESORES	1		AR	1462/21	1562/21
10P030131-AR-PLA-2100	PLANO ARQUITECTURA SALA DE COMPRESORES	1		AR	1462/21	1562/21
10P030131-AR-PLA-2100	ELEVACIONES GENERALES 1	1		AR	2162/21	2562/21
10P030131-AR-PLA-2100	CORTES TRANSVERSALES Y LONGITUDINALES	1		AR	2162/21	2562/21
10P030131-AR-PLA-2100	ESCALINERIAS	1		AR	2162/21	2562/21
10P030131-ME-PLA-2100	ASISTIDO GENERAL AREA SALA DE COMPRESORES	1		ME	1462/21	1562/21
10P030131-ME-PLA-2100	PLANO ELEVACIONES AREA SALA DE COMPRESORES	1		ME	1462/21	1562/21
10P030131-EP-PLA-2100	ASISTIDO GENERAL AIRE COMPRIMIDO	1		EP	2162/21	2562/21
10P030131-EP-PLA-2100	PLANO ELEVACIONES AIRE COMPRIMIDO AREA SALA DE COMPRESORES	1		EP	2162/21	2562/21
10P030131-SC-MED-2100	MEMORIA DE CALCULO FUNDACIONES COMPRESORES	1		SC	1462/21	1562/21
10P030131-SC-PLA-2100	HORMIGON PLANTA FUNDACIONES COMPRESORES	1		SC	1462/21	1562/21
10P030131-SC-PLA-2100	HORMIGON TALLER FUNDACIONES COMPRESORES	1		SC	1462/21	1562/21
10P030131-SS-PLA-2100	ESTRUCTURA METALICA PLANTA ELEVACIONES	1		SS	2162/21	2562/21
10P030131-SS-PLA-2100	ESTRUCTURA METALICA DETALLES CONEXIONES	1		SS	2162/21	2562/21
10P030131-SS-MED-2100	MEMORIA DE CALCULO ESTRUCTURA METALICA COMPRESORES	1		SS	2162/21	2562/21
10P030131-EP-PLA-2100	UNIFRONTAL TALLER DE FUERZA Y ALUMBRADO	1		EE	2162/21	2462/21
10P030131-EP-PLA-2100	DETALLES CONSTRUCTIVOS LISTA DE MATERIALES Y ELEMENTOS TALLER DE FUERZA Y ALUMBRADO	1		EE	2162/21	2462/21
10P030131-EP-PLA-2100	PLANTA DE ALUMBRADO	1		EE	2162/21	2462/21
10P030131-EP-PLA-2100	PLANTA DE ALUMBRADO EXTERIOR	1		EE	2162/21	2462/21
10P030131-EP-PLA-2100	SECCIONES Y DETALLES CANALIZACIONES DE FUERZA Y ALUMBRADO	1		EE	2162/21	2462/21
10P030131-EP-PLA-2100	DETALLES HUESTA A TIERRA LUBROS	1		EE	2162/21	2462/21
10P030131-EP-PLA-2100	UBICACION MANILA PERIMETRAL	1		EE	2162/21	2462/21
10P030131-EP-PLA-2100	MEMORIA DE CALCULO DE HUESTA A TIERRA	1		EE	2162/21	2462/21
10P030131-EP-PLA-2100	EXPOSICION DE PARARATOS	1		EE	2162/21	2462/21
10P030131-EP-PLA-2100	DETALLES HANCO DUCTOS Y CÁMARAS	1		EE	2162/21	2462/21
10P030131-EP-PLA-2100	LAY OUT DETALLES BANCO DUCTOS Y CÁMARAS	1		EE	2162/21	2462/21
10P030131-EP-PLA-2100	LAY OUT DETALLES ILUMINACION EXTERIOR	1		EE	2162/21	2462/21
10P030131-EP-PLA-2100	INSTRUMENTACION	1		IN	2162/21	2562/21
10P030131-EP-PLA-2100	PROGRAMA DE BLOCOS	1		IN	2162/21	2562/21
10P030131-AR-PLA-2100	ARQUITECTURA SISTEMAS DE CONTROL	1		AR	2162/21	2562/21
10P030131-AR-PLA-2100	SALA DE COMPRESORES	1		AR	2162/21	2562/21
10P030131-AR-PLA-2100	PLANTA DE CUBIERTA Y SUPERFICIES AREA TALLER DE REUMATICOS	1		AR	1062/21	1462/21
10P030131-AR-PLA-1100	ELEVACIONES GENERALES 1	1		AR	3162/21	0462/21
10P030131-AR-PLA-1100	CORTES TRANSVERSALES Y LONGITUDINALES	1		AR	0762/21	1162/21
10P030131-AR-PLA-1100	PLANTA DE ORINAS AREA TALLER DE REUMATICOS	1		AR	1462/21	1562/21
10P030131-AR-PLA-1100	PLANO DE PAVIMENTOS Y CEROS	1		AR	2162/21	2562/21
10P030131-AR-PLA-1100	ELEVACIONES Y CORTES	1		AR	2162/21	2562/21
10P030131-ME-PLA-1100	ASISTIDO GENERAL AREA CAMBIO DE NEUMATICOS	1		ME	0762/21	1162/21
10P030131-ME-PLA-1100	PLANO ELEVACIONES AREA CAMBIO DE NEUMATICOS	1		ME	1462/21	1562/21
10P030131-EP-PLA-1100	ASISTIDO GENERAL AIRE COMPRIMIDO	1		EP	1462/21	1562/21
10P030131-EP-PLA-1100	PLANO ELEVACIONES AIRE COMPRIMIDO AREA CAMBIO DE NEUMATICOS	1		EP	1462/21	1562/21
10P030131-SC-MED-1100	MEMORIA DE CALCULO FUNDACIONES TALLER DE NEUMATICOS	1		SC	2462/21	2862/21
10P030131-SC-PLA-1100	HORMIGON PLANTA FUNDACIONES TALLER DE NEUMATICOS	1		SC	3162/21	0462/21
10P030131-SC-PLA-1100	HORMIGON TALLER FUNDACIONES TALLER DE NEUMATICOS	1		SC	3162/21	0462/21
10P030131-SS-PLA-1100	ESTRUCTURA METALICA PLANTA SECCIONES Y DETALLES - ARMADURAS	1		SS	0762/21	1162/21
10P030131-SS-PLA-1100	HORMIGON PERSA NEUMATICA	1		SS	3162/21	0462/21
10P030131-SS-PLA-1100	MEMORIA DE CALCULO ESTRUCTURA METALICA	1		SS	0762/21	1162/21
10P030131-EP-PLA-1100	UNIFRONTAL TALLER DE FUERZA Y ALUMBRADO	1		EE	1462/21	1862/21
10P030131-EP-PLA-1100	DETALLES CONSTRUCTIVOS LISTA DE MATERIALES Y ELEMENTOS TALLER DE FUERZA Y ALUMBRADO	1		EE	2162/21	2562/21
10P030131-EP-PLA-1100	PLANTA DE ALUMBRADO EXTERIOR	1		EE	2162/21	2562/21
10P030131-EP-PLA-1100	PLANTA DE ALUMBRADO INTERIOR	1		EE	2162/21	2562/21
10P030131-EP-PLA-1100	SECCIONES Y DETALLES CANALIZACIONES DE FUERZA Y ALUMBRADO	1		EE	2162/21	2562/21
10P030131-EP-PLA-1100	DETALLES HUESTA A TIERRA LUBROS	1		EE	2162/21	2562/21
10P030131-EP-PLA-1100	UBICACION MANILA PERIMETRAL	1		EE	2162/21	2562/21
10P030131-EP-PLA-1100	MEMORIA DE CALCULO DE HUESTA A TIERRA	1		EE	2162/21	2562/21
10P030131-EP-PLA-1100	EXPOSICION DE PARARATOS	1		EE	2162/21	2562/21
10P030131-EP-PLA-1100	DETALLES HANCO DUCTOS Y CÁMARAS	1		EE	2162/21	2562/21
10P030131-EP-PLA-1100	LAY OUT DETALLES BANCO DUCTOS Y CÁMARAS	1		EE	2162/21	2562/21
10P030131-EP-PLA-1100	LAY OUT DETALLES ILUMINACION EXTERIOR	1		EE	2162/21	2562/21
10P030131-EP-PLA-1100	INSTRUMENTACION	1		IN	2162/21	2562/21
10P030131-EP-PLA-1100	PROGRAMA DE BLOCOS	1		IN	2162/21	2562/21
10P030131-AR-PLA-1100	ARQUITECTURA SISTEMAS DE CONTROL	1		AR	2162/21	2562/21



**ANEXO 3.2: Listado de Hoja de Datos de Suministros críticos.**

Area	SubArea	N° Documento	Descripción	Tipo Documento	Rev.	Observaciones	Estado Documento Cliente	Estado Documento
GENERAL	INGENIERÍA BASICA	10PP03-0130-ME-HDD-0002	HOJA DE DATOS CALEFACTOR RADIANTE	04. Data Sheet	P	BEC	Aprobado con Comentarios en Rev. B	Para Revisión
AREA LUBRICACIÓN	INGENIERÍA BASICA	10PP03-0131-IN-HDD-3000	HOJA DE DATOS MEDICIÓN DE NIVEL TIPO RADAR GUIADO	04. Data Sheet	P	BEC	Sin Observaciones en Rev. B	Para Revisión
AREA LUBRICACIÓN	INGENIERÍA BASICA	10PP03-0131-IN-HDD-3001	HOJA DE DATOS MEDICIÓN DE NIVEL TANQUES TIPO RADAR	04. Data Sheet	P	BEC	Aprobado con Comentarios en Rev. B	Para Revisión
AREA LUBRICACIÓN	INGENIERÍA BASICA	10PP03-0131-IN-HDD-3002	HOJA DE DATOS VÁLVULAS DE 3 VÍAS	04. Data Sheet	P	BEC APROBADO	Cerrado en Rev. P	Cerrado
AREA LUBRICACIÓN	INGENIERÍA BASICA	10PP03-0131-IN-HDD-3003	HOJA DE DATOS VÁLVULAS TIPO SOLENOIDE	04. Data Sheet	P	BEC APROBADO	Cerrado en Rev. P	Cerrado
TALLER DE CAMIONES Y OFICINAS	INGENIERÍA BASICA	10PP03-0131-ME-HDD-1000	HOJA DE DATOS PORTONES MANUALES LEVANTE VERTICAL TALLER DE CAMIONES	04. Data Sheet	P	BEC APROBADO	Cerrado en Rev. P	Cerrado
TALLER DE CAMIONES Y OFICINAS	INGENIERÍA BASICA	10PP03-0131-ME-HDD-1001	HOJA DE DATOS VENTILADORES TURBO AXIALES DE TECHO	04. Data Sheet	Q	BEC	Aprobado con Comentarios en Rev. P	Para Revisión
TALLER DE CAMIONES Y OFICINAS	INGENIERÍA BASICA	10PP03-0131-ME-HDD-1002	HOJA DE DATOS SISTEMA EXTRACCION DE HUMO Y GASES DE CAMIONES	04. Data Sheet	P	PSC	Aprobado con Comentarios en Rev. P	Aprobado con Comentarios
TALLER DE CAMIONES Y OFICINAS	INGENIERÍA BASICA	10PP03-0131-ME-HDD-1003	HOJA DE DATOS HVAC	04. Data Sheet	B	PSC	Aprobado con Comentarios en Rev. B	Aprobado con Comentarios
AREA LUBRICACIÓN	INGENIERÍA BASICA	10PP03-0131-ME-HDD-3000	HOJA DE DATOS BOMBAS DIAFRAGMA RECEPCION Y DESPACHO REFRIGERANTE (PISTON Y DIAFRAGMA)	04. Data Sheet	P	BEC	Aprobado con Comentarios en Rev. B	Para Revisión
AREA LUBRICACIÓN	INGENIERÍA BASICA	10PP03-0131-ME-HDD-3001	HOJA DE DATOS TANQUES DE ALMACENAMIENTO LUBRICANTES NUEVOS	04. Data Sheet	P	BEC APROBADO	Cerrado en Rev. P	Cerrado
AREA LUBRICACIÓN	INGENIERÍA BASICA	10PP03-0131-ME-HDD-3002	VÁLVULA DE ALIVIO (PARA BOMBA DE PISTÓN Y DE DIAFRAGMA)	04. Data Sheet	P	BEC APROBADO	Cerrado en Rev. P	Cerrado
AREA LUBRICACIÓN	INGENIERÍA BASICA	10PP03-0131-ME-HDD-3003	MANÓMETRO (PARA BOMBA DE PISTÓN Y DE DIAFRAGMA)	04. Data Sheet	P	BEC APROBADO	Cerrado en Rev. P	Cerrado
AREA LUBRICACIÓN	INGENIERÍA BASICA	10PP03-0131-ME-HDD-3004	HOJA DE DATOS EQUIPO RACKS Y CARRETES DE MANGUERA	04. Data Sheet	P	BEC APROBADO	Cerrado en Rev. P	Cerrado
AREA LUBRICACIÓN	INGENIERÍA BASICA	10PP03-0131-ME-HDD-3005	HOJA DE DATOS CALEFACTORES DE INMERSIÓN TANQUE DE DIÁLISIS 3,5 M3	04. Data Sheet	P	BEC APROBADO	Cerrado en Rev. P	Cerrado
AREA LUBRICACIÓN	INGENIERÍA BASICA	10PP03-0131-ME-HDD-3006	HOJA DE DATOS BOMBA DESPACHO GRASA	04. Data Sheet	P	BEC APROBADO	Cerrado en Rev. P	Cerrado
AREA LUBRICACIÓN	INGENIERÍA BASICA	10PP03-0131-ME-HDD-3007	HOJA DE DATOS CALEFACTORES DE INMERSIÓN TANQUES DE ALMACENAMIENTO	04. Data Sheet	P	BEC APROBADO	Cerrado en Rev. P	Cerrado
AREA LUBRICACIÓN	INGENIERÍA BASICA	10PP03-0131-ME-HDD-3008	HOJA DE DATOS TANQUES DE ALMACENAMIENTO DIÁLISIS LUBRICANTES - 3,5 M3	04. Data Sheet	P	BEC APROBADO	Cerrado en Rev. P	Cerrado
AREA LUBRICACIÓN	INGENIERÍA BASICA	10PP03-0131-ME-HDD-3009	HOJA DE DATOS CARRETE CON CABLE A TIERRA	04. Data Sheet	P	BEC APROBADO	Cerrado en Rev. P	Cerrado
AREA LUBRICACIÓN	INGENIERÍA BASICA	10PP03-0131-ME-HDD-3010	HOJA DE DATOS FLUJÓMETRO CON TOTALIZADOR	04. Data Sheet	P	BEC APROBADO	Cerrado en Rev. P	Cerrado
AREA LUBRICACIÓN	INGENIERÍA BASICA	10PP03-0131-ME-HDD-3011	HOJA DE DATOS FILTROS - SECADORES PARA TANQUES DE LUBRICANTES	04. Data Sheet	P	BEC APROBADO	Cerrado en Rev. P	Cerrado
AREA LUBRICACIÓN	INGENIERÍA BASICA	10PP03-0131-ME-HDD-3012	HOJA DE DATOS FILTROS - SECADORES PARA TANQUE DE MICROFILTRADO	04. Data Sheet	P	BEC APROBADO	Cerrado en Rev. P	Cerrado
AREA LUBRICACIÓN	INGENIERÍA BASICA	10PP03-0131-ME-HDD-3013	HOJA DE DATOS EQUIPOS DE MICROFILTRADO	04. Data Sheet	P	BEC	Sin Observaciones en Rev. B	Para Revisión
AREA LUBRICACIÓN	INGENIERÍA BASICA	10PP03-0131-ME-HDD-3014	HOJA DE DATOS CARROS PARA EXTRACCIÓN LUBRICANTES Y COOLANT USADOS	04. Data Sheet	P	BEC APROBADO	Cerrado en Rev. P	Cerrado
AREA LUBRICACIÓN	INGENIERÍA BASICA	10PP03-0131-ME-HDD-3015	HOJA DE DATOS GORRO TAPA REGLETA MEDICIÓN	04. Data Sheet	P	BEC	Sin Observaciones en Rev. B	Para Revisión
AREA LAVADO DE CAMIONES	INGENIERÍA BASICA	10PP03-0134-ME-HDD-1000	HOJA DE DATOS UNIDAD DE ALTA PRESIÓN DE AGUA CALIENTE/VAPOR	04. Data Sheet	P	BEC APROBADO	Cerrado en Rev. P	Cerrado
AREA LAVADO DE CAMIONES	INGENIERÍA BASICA	10PP03-0134-ME-HDD-1001	HOJA DE DATOS PARA SISTEMA DE LAVADO DE CAMIONES (BOMBAS CENTRÍFUGA)	04. Data Sheet	P	BEC	Aprobado con Comentarios en Rev. B	Para Revisión
AREA LAVADO DE CAMIONES	INGENIERÍA BASICA	10PP03-0134-ME-HDD-1003	HOJA DE DATOS ESTANQUES AGUA LAVADO CAMIONES	04. Data Sheet	B/P	PSC	Aprobado con Comentarios en Rev. B/P	Aprobado con Comentarios
AREA LAVADO DE CAMIONES	INGENIERÍA BASICA	10PP03-0134-ME-HDD-1004	HOJA DE DATOS DESNATADOR DE ACEITE (OIL SKIMMER)	04. Data Sheet	P	BEC	Sin Observaciones en Rev. B	Para Revisión

**ANEXO 3.3: Hoja de datos de ventilador axial.**



**XSTRATA BECHTEL ALLIANCE**

**INGENIERÍA BÁSICA  
PROYECTO ANTAPACCA Y – EXPANSIÓN TINTAYA  
TALLER DE CAMIONES  
PERÚ**

**HOJA DE DATOS  
PARA  
VENTILADORES TUBO AXIALES DE TECHO**

S	02-06-11	Emisión final	RSV	GGM	FSH	EPM	DFC	JCC
R	17-05-11	Emisión final	RSV	GGM	FSH	EPM	DFC	JCC
Q	14-01-11	Emisión final	RSV	GGM	FSH	EPM	DFC	JCC
P	22-12-10	Emisión final	RSV	GGM	FSH	EPM	DFC	JCC
B	03-12-10	Aprobación Cliente	RSV	GGM	FSH	EPM	DFC	JCC
A	02-12-10	Coordinación Interna	RSV	GGM	FSH	EPM	DFC	JCC
<b>Versión</b>	<b>Fecha</b>	<b>Emitido para</b>	<b>Preparó</b>	<b>Revisó</b>	<b>Jefe de Ingeniería PSC</b>	<b>Gerente de Proyecto PSC</b>	<b>Jefe Proyecto SJT</b>	<b>Gerente de Proyecto SJT</b>
			<b>10PP03-0131-ME-HDD-1001</b>			<b>8010-0930</b>		

## CONTENIDO

1.0 INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO.....	3
2.0 ALCANCE.....	3
3.0 CONDICIONES AMBIENTALES.....	3
4.0 INFORMACION GENERAL DEL PRODUCTO .....	4
5.0 CONDICIONES DE OPERACIÓN .....	4
6.0 HOJA DE DATOS N°1 .....	4
7.0 INFORMACIÓN GENERAL A COMPLETAR POR EL PROVEEDOR. ....	5
8.0 CONDICIONES DE TRANSPORTE.....	23
9.0 ALCANCES DEL SUMINISTRO .....	23

## 1.0 INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO

La obra estará ubicada aproximadamente a 250 Km. al noreste de Arequipa, Perú, América del Sur.

Antapaccay se encuentra ubicada en la provincia de Espinar, en la región del Cusco al sur de Perú, aproximadamente a 12 kilómetros (km) por carretera desde el sitio de la ciudad de Tintaya y 15 km de la ciudad de Yauri, capital de la provincia de Espinar.

Las ciudades de Cusco y Arequipa se encuentran 256 kilómetros (por carretera) al nortenoeste y 255 km (por carretera) al sur-suroeste, respectivamente.

Las instalaciones de la mina a cielo abierto se encuentran a una altitud aproximada de 4025 msnm.

El Alcance de Trabajo se ajusta a lo indicado en Hoja de datos, con excepción de las exclusiones definidas, el PROVEEDOR-CONTRATISTA será plenamente responsable de proporcionar todos los servicios profesionales y técnicos, mano de obra, equipos y materiales, instalación de equipos, según corresponda. Además, se deberá considerar las demás funciones y operaciones necesarias y requeridas para diseñar, construir y entregar al CLIENTE un taller de camiones e instalaciones y servicios auxiliares asociados totalmente funcionales y operativos de modo de cumplir con el diseño conceptual del CLIENTE.

## 2.0 ALCANCE

El alcance de este documento es identificar técnicamente a los ventiladores tubo axiales de techo de manera que el vendor adjudicado provea los equipos en estricta concordancia con esta hoja de datos.

## 3.0 CONDICIONES AMBIENTALES

Δ

N°	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	REQUERIDO
3.1	Instalación (interior/Exterior)	NA	Interior
3.2	Ambiente (limpio/polvoriento)	NA	Polvoriento
3.3	Ambiente (Húmedo/seco)	%	Min 1% - máx. 100% - Prom 54.9%
3.4	Elevación Promedio mina	m.s.n.m	4200
3.5	Temperatura ambiental (mínima/máxima)	°C	-5/18 °C

#### 4.0 INFORMACION GENERAL DEL PRODUCTO

N°	DESCRIPCIÓN	INFORMACIÓN
4.1	Nombre Equipo	Ventiladores de techo tipo tubo axiales
4.2	Unidades Requeridas	25
4.3	Número de TAG Equipo	0131-FAA-0109/ 0131-FAA-0110 / 0131-FAA-0111 / 0131-FAA-0112 / 0131-FAA-0113 / 0131-FAA-0116 / 0131-FAA-0117 / 0131-FAA-0118 / 0131-FAA-0119 / 0131-FAA-0140 / 0131-FAA-0141 / 0131-FAA-0142 / 0131-FAA-0143 / 0131-FAA-0144 / 0131-FAA-0145 / 0135-FAA-0123 / 0135-FAA-0124/ 0135-FAA-0125/ 0135-FAA-0126 / 0131-FAA-0101 / 0131-FAA-0102 / 0131-FAA-0103 / 0131-FAA-0104 / 0131FAA-0105 / 0131-FAA-0106
4.4	Tipo	Industrial
4.5	Especificación técnica	10PP03-0131-ME-ESP-1001

#### 5.0 CONDICIONES DE OPERACIÓN

N°	DESCRIPCIÓN	INFORMACION
5.1	Tipo de Servicio	Mediano- Liviano
5.2	Operación	24 h/d – 365 d/a - Confirmar
5.3	Utilización	Ocasional
5.4	Temperatura del agua a utilizar	18°C
5.5	Zona Sísmica	Código sísmico Peruano, E.030, zona sísmica 2.

#### 6.0 HOJA DE DATOS N°1

##### DETALLES TÉCNICOS DEL EQUIPO

	<b>Producto</b>	<b>: VENTILADORES TUBO AXIALES</b>
6.1	Servicio	: Bodegas y oficinas – Reparación de cables – Taller de camiones
6.2	TAG	: 0131-FAA-0109/ 0131-FAA-0110 / 0131-FAA-0111 / 0131-FAA-0112 / 0131-FAA-0113 / 0131-FAA-0116 / 0131-FAA-0117 / 0131-FAA-0118 / 0131-FAA-0119 / 0131-FAA-0140 / 0131-FAA-0141 / 0131-FAA-0142 / 0131-FAA-0143 / 0131-FAA-0144 / 0131-FAA-0145 / 0135-FAA-0123 / 0135-FAA-0124/ 0135-FAA-0125/ 0135-FAA-0126 / 0131-FAA-0101 / 0131-FAA-0102 / 0131-FAA-0103 / 0131-FAA-0104 / 0131FAA-0105 / 0131-FAA-0106
6.3	Vendedor	:
6.4	N° de oferta	:
6.5	Fecha oferta	:
6.6	NOTA: Esta hoja deberá ser completada y entregada con la oferta.	

## 7.0 INFORMACIÓN GENERAL A COMPLETAR POR EL PROVEEDOR.

### DETALLES TÉCNICOS DEL EQUIPO

VENTILADORES DE EXTRACCIÓN DE TECHO - TAG N° 0131-FAA-0101@0106		A-1	1 DE 2	
ÁREA DE TRABAJO- 131 – TALLER DE CAMIONES				
VENDEDOR:				
N° DE OFERTA:		FECHA:		
NOTA: Esta hoja deberá ser completada y entregada con la oferta.				
N°	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	DATO	
			REQUERIDO	PROPUESTO
1.0	<b>CONDICIONES AMBIENTALES</b>			
	Instalación (interior / exterior)		Exterior	
	Ambiente (limpio / polvoriento)		Polvoriento	
	Ambiente (seco / húmedo)		Húmedo	
	Elevación promedio Mina	m.s.n.m	4200	
	Temperatura ambiental (máximo / mínimo)	°C	18 / -5 °C	
	Humedad relativa	%	1% - 100%	
	Presión Barométrica	mbar (prom.)	627	
2.0	<b>ALCANCE DEL SUMINISTRO</b>			
	Ventiladores Tubo Axiales de techo para aire, completos.	(Sí/No)	Sí	
	Tipo de servicio		Pesado	
	Tipo de Ventilador		Tubo Axial de Techo	
	Soporte	(Sí/No)	Sí	
	Protecciones	(Sí/No)	Sí	
	Motor eléctrico	(Sí/No)	Sí	
	Ductos (Succión – Descarga)	(Sí/No)	No	
	Placa bases con amortiguadores	(Sí/No)	N/A	
	Piezas especiales	(Sí/No)	Sí	
	Soportes de ductos	(Sí/No)	NO	
	Válvulas, Damper motorizado con actuadores y sistema de contror	(Sí/No)	N/A	
	Aislación acústica	(Sí/No)	NO	
	Asesoría al montaje, pruebas y puesta en marcha	(Sí/No)	Sí	
3.0	<b>DATOS DE DISEÑO</b>			
	N° TAG		<b>0131-FAA-0101@0106</b>	
	Cantidad		<b>6</b>	
	Tipo		Ventilador de impulsión TUBO AXIAL	
	Capacidad	Am <sup>3</sup> /h	52.053	

	Presión estática	mm. c.a.	4 VERIF. PROVEEDOR	
	Potencia al freno	bhp	Por proveedor	
	Presión dinámica(descarga)	mm.c.a.	Por proveedor	
	Eficiencia estática(pto. operación)	> 70%	Por proveedor	
	Eficiencia total	%	Por proveedor	
	Velocidad de rotación	rpm	< 1500	
<b>4.0</b>	<b>DATOS DE DISEÑO</b>			
	Primera velocidad crítica	rpm	Por proveedor	
	Segunda velocidad crítica	rpm	Por proveedor	
	Velocidad periférica del rotor	m/s	<190	
	Velocidad de succión	m/s	Por proveedor	
	Velocidad de descarga	m/s	Por proveedor	
	Torque de partida	N-m	Por proveedor	
	Balanceo estático	SI/NO	SI	
	Balanceo dinámico	SI/NO	SI	
	Dirección de rotación según ACMA		Por proveedor	
	Posición motor según ACMA		Por proveedor	
	Transmisión por correas y poleas con Motor exterior	SI/NO	NO	
	Nivel de ruido	db	<80 a 1 mts de dist.	
<b>5.0</b>	<b>CARCASA</b>			
	Fija / Girable		Fija	
	Ancho interior		Por proveedor	
	Material de carcasa		Por proveedor	
	Espesor voluta	mm	Por proveedor	
	Revestimiento antidesgaste	SI/NO	NO	
	Dimensiones flange succión	mm	Por proveedor	
	Dimensiones flange de descarga	mm	Por proveedor	
	Dimensiones flange de inspección	mm	Por proveedor	
	Tipo de sello eje con carcasa		Por proveedor	
	Material del bastidor		Por proveedor	
<b>6.0</b>	<b>ROTOR</b>			
	Tipo de rotor		Por proveedor	
	Disposición álabes		Por proveedor	
	Angulo de inclinación álabes		Por proveedor	
	N° de álabes		Por proveedor	
	Diámetro / ancho del rotor	mm	Por proveedor	
	Espesor de álabes	mm	Por proveedor	
	Diámetro de masa	mm	Por proveedor	
	Revestimiento		Por proveedor	
	WR2 del rodete+eje		Por proveedor	
<b>7.0</b>	<b>DESCANSOS</b>			
	Tipo de descansos(antifricción / bujes)		Por proveedor	

	Marca		Por proveedor	
	Modelo		Por proveedor	
	Tipo de rodamiento		Por proveedor	
	Vida Útil B-10	h	60.000	
	Tipo de sello		Por proveedor	
	Tipo de lubricación		Por proveedor	
<b>8.0</b>	<b>NIVEL DE RUIDO</b>			
	Nivel de presión sonora	dB	<80 a 1 mts de distancia	
<b>9.0</b>	<b>MATERIALES</b>			
	Carcasa		Por proveedor	
	Rotor		Por proveedor	
	Paleta		Por proveedor	
	Eje		Por proveedor	
<b>10.0</b>	<b>RESTRICCIONES PARA EL TRANSPORTE</b>			
	Dimensiones LxAxA	mts	Por proveedor	
	Peso total equipo	kg	Por proveedor	
	<b>PRUEBAS Y ENSAYOS</b>			
	Performance		Por proveedor	
	Operación Mecánica		Por proveedor	
<b>11.0</b>	<b>MOTOR ELÉCTRICO</b>			
	Velocidad Nominal	rpm	1.800	
	Potencia	kW	*	
	Factor de Servicio	-	1,15	
	Voltaje	V	460	
	Frecuencia	Hz	60	
	Cantidad de Fases	-	3	
	Protección	-	NEMA 4	
	Tipo de construcción		TEFC	
	Tipo de diseño		NEMA Premium Voltaje nominal motor 460 VAC, Frec. 60 Hz a 1800 RPM.	
	Tipo de Rodamientos		Re engrasable / Labyrinth type Taconite seal	
	Vida útil garantizado		Por proveedor	
	Clase de aislación		F	
	Neutro		Sólidamente aterrizado	
	Tensión mínima de partida		0.9 pu Diseño NEMA B	
	Pruebas de rutina de acuerdo a NEMA		Si	

(\* ) A verificar por proveedor.

Nota: La potencia no considera las variaciones de la capacidad de refrigeración del motor eléctrico respecto a la altura de 4200 msnm, nivel promedio Mina. El motor eléctrico debe ser apto para trabajar a 4025 msnm.

VENTILADORES DE EXTRACCIÓN DE TECHO - TAG N° 0135-FAA-0123@0126		A-1	1 DE 2	
ÁREA DE TRABAJO – 0135 - REPARACIÓN DE CABLES				
VENDEDOR:				
N° DE OFERTA:		FECHA:		
NOTA: Esta hoja deberá ser completada y entregada con la oferta.				
N°	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	DATO	
			REQUERIDO	PROPUESTO
<b>1.0</b>	<b>CONDICIONES AMBIENTALES</b>			
	Instalación (interior / exterior)		Exterior	
	Ambiente (limpio / polvoriento)		Polvoriento	
	Ambiente (seco / húmedo)		Húmedo	
	Elevación promedio Mina	m.s.n.m	4200	
	Temperatura ambiental (máximo / mínimo)	°C	18 / -5 °C	
	Humedad relativa	%	1% - 100%	
	Presión Barométrica	mbar (prom.)	627	
<b>2.0</b>	<b>ALCANCE DEL SUMINISTRO</b>			
	Ventiladores Tubo Axiales de techo para aire, completos.	(Sí/No)	Sí	
	Tipo de servicio		Pesado	
	Tipo de Ventilador		Tubo Axial de Techo	
	Soporte	(Sí/No)	Sí	
	Protecciones	(Sí/No)	Sí	
	Motor eléctrico	(Sí/No)	Sí	
	Ductos (Succión – Descarga)	(Sí/No)	No	
	Placa bases con amortiguadores	(Sí/No)	N/A	
	Piezas especiales	(Sí/No)	Sí	
	Soportes de ductos	(Sí/No)	NO	
	Válvulas, Damper motorizado con actuadores y sistema de contror	(Sí/No)	N/A	
	Aislación acústica	(Sí/No)	NO	
	Asesoría al montaje, pruebas y puesta en marcha	(Sí/No)	Sí	
<b>3.0</b>	<b>DATOS DE DISEÑO</b>			
	N° TAG		<b>0135-FAA-0123@0126</b>	
	Tipo		Ventilador de impulsión TUBO AXIAL	
	Capacidad	Am <sup>3</sup> /h	8.951	
	Cantidad		4	
	Presión estática	mm. c.a.	4	
	Potencia al freno	bhp	VERIF. PROVEEDOR Por proveedor	

	Presión dinámica(descarga)	mm.c.a.	Por proveedor	
	Eficiencia estática(pto. operación)	> 70%	Por proveedor	
	Eficiencia total	%	Por proveedor	
	Velocidad de rotación	rpm	< 1500	
<b>4.0</b>	<b>DATOS DE DISEÑO</b>			
	Primera velocidad crítica	rpm	Por proveedor	
	Segunda velocidad crítica	rpm	Por proveedor	
	Velocidad periférica del rotor	m/s	<190	
	Velocidad de succión	m/s	Por proveedor	
	Velocidad de descarga	m/s	Por proveedor	
	Torque de partida	N-m	Por proveedor	
	Balaceo estático	SI/NO	SI	
	Balaceo dinámico	SI/NO	SI	
	Dirección de rotación según ACMA		Por proveedor	
	Posición motor según ACMA		Por proveedor	
	Transmisión por correas y poleas con Motor exterior	SI/NO	NO	
	Nivel de ruido		80 dba máximo	
<b>5.0</b>	<b>CARCASA</b>			
	Fija / Girable		Fija	
	Ancho interior		Por proveedor	
	Material de carcasa		Por proveedor	
	Espesor voluta	mm	Por proveedor	
	Revestimiento antidesgaste	SI/NO	NO	
	Dimensiones flange succión	mm	Por proveedor	
	Dimensiones flange de descarga	mm	Por proveedor	
	Dimensiones flange de inspección	mm	Por proveedor	
	Tipo de sello eje con carcasa		Por proveedor	
	Material del bastidor		Por proveedor	
<b>6.0</b>	<b>ROTOR</b>			
	Tipo de rotor		Por proveedor	
	Disposición álabes		Por proveedor	
	Angulo de inclinación álabes		Por proveedor	
	N° de álabes		Por proveedor	
	Diámetro / ancho del rotor	mm	Por proveedor	
	Espesor de álabes	mm	Por proveedor	
	Diámetro de masa	mm	Por proveedor	
	Revestimiento		Por proveedor	
	WR2 del rodete+eje		Por proveedor	
<b>7.0</b>	<b>DESCANSOS</b>			
	Tipo de descansos(antifricción / bujes)		Por proveedor	
	Marca		Por proveedor	

	Modelo		Por proveedor	
	Tipo de rodamiento		Por proveedor	
	Vida Útil B-10	h	60.000	
	Tipo de sello		Por proveedor	
	Tipo de lubricación		Por proveedor	
<b>8.0</b>	<b>NIVEL DE RUIDO</b>			
	Nivel de presión sonora	dB	<80 a 1 mts de dist.	
<b>9.0</b>	<b>MATERIALES</b>			
	Carcasa		Por proveedor	
	Rotor		Por proveedor	
	Paleta		Por proveedor	
	Eje		Por proveedor	
<b>10.0</b>	<b>RESTRICCIONES PARA EL TRANSPORTE</b>			
	Dimensiones LxAxA	mts	Por proveedor	
	Peso total equipo	kg	Por proveedor	
	<b>PRUEBAS Y ENSAYOS</b>			
	Performance		Por proveedor	
	Operación Mecánica		Por proveedor	
<b>11.0</b>	<b>MOTOR ELÉCTRICO</b>			
	Velocidad Nominal	rpm	1.800	
	Potencia	kW	*	
	Factor de Servicio	-	1,15	
	Voltaje	V	460	
	Frecuencia	Hz	60	
	Cantidad de Fases	-	3	
	Protección	-	NEMA 4	
	Tipo de construcción		TEFC	
	Tipo de diseño		NEMA Premium Voltaje nominal motor 460 VAC, Frec. 60 Hz a 1800 RPM.	
	Tipo de Rodamientos		Re engrasable / Labyrinth type Taconite seal	
	Vida útil garantizado		Por proveedor	
	Clase de aislación		F	
	Neutro		Sólidamente aterrizado	
	Tensión mínima de partida		0.9 pu Diseño NEMA B	
	Pruebas de rutina de acuerdo a NEMA		Si	

(\* ) A verificar por proveedor. Nota:

La potencia no considera las variaciones de la capacidad de refrigeración del motor eléctrico respecto a la altura de 4200 msnm, nivel promedio Mina.

El motor eléctrico debe ser apto para trabajar a 4025 msnm.

VENTILADORES DE EXTRACCIÓN DE TECHO - TAG N° 0131-FAA-0109@0113			A-1	1 DE 2
ÁREA DE TRABAJO – 0131 – BODEGAS DE EQUIPOS MAYORES				
VENDEDOR:				
N° DE OFERTA:		FECHA:		
NOTA: Esta hoja deberá ser completada y entregada con la oferta.				
N°	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	DATO	
			REQUERIDO	PROPUESTO
<b>1.0</b>	<b>CONDICIONES AMBIENTALES</b>			
	Instalación (interior / exterior)		Exterior	
	Ambiente (limpio / polvoriento)		Polvoriento	
	Ambiente (seco / húmedo)		Húmedo	
	Elevación promedio Mina	m.s.n.m.	4200	
	Temperatura ambiental (máximo / mínimo)	°C	18 / -5 °C	
	Humedad relativa	%	1% - 100%	
	Presión Barométrica	mbar (prom.)	627	
<b>2.0</b>	<b>ALCANCE DEL SUMINISTRO</b>			
	Ventiladores Tubo Axiales de techo para aire, completos.	(Sí/No)	Sí	
	Tipo de servicio		Pesado	
	Tipo de Ventilador		Tubo Axial de Techo	
	Soporte	(Sí/No)	Sí	
	Protecciones	(Sí/No)	Sí	
	Motor eléctrico	(Sí/No)	Sí	
	Ductos (Succión – Descarga)	(Sí/No)	No	
	Placa bases con amortiguadores	(Sí/No)	N/A	
	Piezas especiales	(Sí/No)	Sí	
	Soportes de ductos	(Sí/No)	NO	
	Válvulas, Damper motorizado con actuadores y sistema de control	(Sí/No)	N/A	
	Aislación acústica	(Sí/No)	NO	
	Asesoría al montaje, pruebas y puesta en marcha	(Sí/No)	Sí	
<b>3.0</b>	<b>DATOS DE DISEÑO</b>			
	N° TAG		<b>0131-FAA-0109@0113</b>	
	Tipo		Ventilador de impulsión TUBO AXIAL	
	Cantidad		5	
	Capacidad	Am <sup>3</sup> /h	17.940	
	Presión estática	mm. c.a.	4	
	Potencia al freno	bhp	Por proveedor	
	Presión dinámica(descarga)	mm.c.a.	Por proveedor	
	Eficiencia estática(pto. operación)	> 70%	Por proveedor	
	Eficiencia total	%	Por proveedor	

	Velocidad de rotación	rpm	< 1500	
<b>4.0</b>	<b>DATOS DE DISEÑO</b>			
	Primera velocidad crítica	rpm	Por proveedor	
	Segunda velocidad crítica	rpm	Por proveedor	
	Velocidad periférica del rotor	m/s	<190	
	Velocidad de succión	m/s	Por proveedor	
	Velocidad de descarga	m/s	Por proveedor	
	Torque de partida	N-m	Por proveedor	
	Balaceo estático	SI/NO	SI	
	Balaceo dinámico	SI/NO	SI	
	Dirección de rotación según ACMA		Por proveedor	
	Posición motor según ACMA		Por proveedor	
	Transmisión por correas y poleas con Motor exterior	SI/NO	NO	
	Nivel de ruido		80 dba máximo	
<b>5.0</b>	<b>CARCASA</b>			
	Fija / Girable		Fija	
	Ancho interior		Por proveedor	
	Material de carcasa		Por proveedor	
	Espesor voluta	mm	Por proveedor	
	Revestimiento antidesgaste	SI/NO	NO	
	Dimensiones flange succión	mm	Por proveedor	
	Dimensiones flange de descarga	mm	Por proveedor	
	Dimensiones flange de inspección	mm	Por proveedor	
	Tipo de sello eje con carcasa		Por proveedor	
	Material del bastidor		Por proveedor	
<b>6.0</b>	<b>ROTOR</b>			
	Tipo de rotor		Por proveedor	
	Disposición álabes		Por proveedor	
	Angulo de inclinación álabes		Por proveedor	
	N° de álabes		Por proveedor	
	Diámetro / ancho del rotor	mm	Por proveedor	
	Espesor de álabes	mm	Por proveedor	
	Diámetro de masa	mm	Por proveedor	
	Revestimiento		Por proveedor	
	WR2 del rodete+eje		Por proveedor	
<b>7.0</b>	<b>DESCANSOS</b>			
	Tipo de descansos(antifricción / bujes)		Por proveedor	
	Marca		Por proveedor	
	Modelo		Por proveedor	
	Tipo de rodamiento		Por proveedor	
	Vida Útil B-10	h	60.000	

	Tipo de sello		Por proveedor	
	Tipo de lubricación		Por proveedor	
<b>8.0</b>	<b>NIVEL DE RUIDO</b>			
	Nivel de presión sonora	dB	<80 a 1 mts de dist.	
<b>9.0</b>	<b>MATERIALES</b>			
	Carcasa		Por proveedor	
	Rotor		Por proveedor	
	Paleta		Por proveedor	
	Eje		Por proveedor	
<b>10.0</b>	<b>RESTRICCIONES PARA EL TRANSPORTE</b>			
	Dimensiones LxAxA	mts	Por proveedor	
	Peso total equipo	kg	Por proveedor	
	<b>PRUEBAS Y ENSAYOS</b>			
	Performance		Por proveedor	
	Operación Mecánica		Por proveedor	
<b>11.0</b>	<b>MOTOR ELÉCTRICO</b>			
	Velocidad Nominal	rpm	1.800	
	Potencia	kW	*	
	Factor de Servicio	-	1,15	
	Voltaje	V	460	
	Frecuencia	Hz	60	
	Cantidad de Fases	-	3	
	Protección	-	NEMA 4	
	Tipo de construcción		TEFC	
	Tipo de diseño		NEMA Premium Voltaje nominal motor 460 VAC, Frec. 60 Hz a 1800 RPM.	
	Tipo de Rodamientos		Re engrasable / Labyrinth type Taconite seal	
	Vida útil garantizado		Por proveedor	
	Clase de aislación		F	
	Neutro		Sólidamente aterrizado	
	Tensión mínima de partida		0.9 pu Diseño NEMA B	
	Pruebas de rutina de acuerdo a NEMA		Si	

(\* ) A verificar por proveedor.

Nota:

La potencia no considera las variaciones de la capacidad de refrigeración del motor eléctrico respecto a la altura de 4200 msnm, nivel promedio Mina.

El motor eléctrico debe ser apto para trabajar a 4025 msnm.

VENTILADORES DE EXTRACCIÓN DE TECHO - TAG N° 0131-FAA-0116@0119			A-1	1 DE 2
ÁREA DE TRABAJO – 0131 – TALLER DE MANTENIMIENTO ELÉCTRICO				
VENDEDOR:				
N° DE OFERTA:		FECHA:		
NOTA: Esta hoja deberá ser completada y entregada con la oferta.				
N°	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	DATO	
			REQUERIDO	PROPUESTO
<b>1.0</b>	<b>CONDICIONES AMBIENTALES</b>			
	Instalación (interior / exterior)		Exterior	
	Ambiente (limpio / polvoriento)		Polvoriento	
	Ambiente (seco / húmedo)		Húmedo	
	Elevación promedio Mina	m.s.n.m.	4200	
	Temperatura ambiental (máximo / mínimo)	°C	18 / -5 °C	
	Humedad relativa	%	1% - 100%	
	Presión Barométrica	mbar (prom.)	627	
<b>2.0</b>	<b>ALCANCE DEL SUMINISTRO</b>			
	Ventiladores Tubo Axiales de techo para aire, completos.	(Sí/No)	Sí	
	Tipo de servicio		Pesado	
	Tipo de Ventilador		Tubo Axial de Techo	
	Soporte	(Sí/No)	Sí	
	Protecciones	(Sí/No)	Sí	
	Motor eléctrico	(Sí/No)	Sí	
	Ductos (Succión – Descarga)	(Sí/No)	No	
	Placa bases con amortiguadores	(Sí/No)	N/A	
	Piezas especiales	(Sí/No)	Sí	
	Soportes de ductos	(Sí/No)	NO	
	Válvulas, Damper motorizado con actuadores y sistema de contror	(Sí/No)	N/A	
	Aislación acústica	(Sí/No)	NO	
	Asesoría al montaje, pruebas y puesta en marcha	(Sí/No)	Sí	
<b>3.0</b>	<b>DATOS DE DISEÑO</b>			
	N° TAG		<b>0131-FAA-0116@0119</b>	
	Tipo		Ventilador de impulsión TUBO AXIAL	
	Cantidad		4	
	Capacidad	Am <sup>3</sup> /h	9.073	
	Presión estática	mm. c.a.	4	
	Potencia al freno	bhp	Por proveedor	
	Presión dinámica(descarga)	mm.c.a.	Por proveedor	
	Eficiencia estática(pto. operación)	> 70%	Por proveedor	
	Eficiencia total	%	Por proveedor	

	Velocidad de rotación	rpm	< 1500	
<b>4.0</b>	<b>DATOS DE DISEÑO</b>			
	Primera velocidad crítica	rpm	Por proveedor	
	Segunda velocidad crítica	rpm	Por proveedor	
	Velocidad periférica del rotor	m/s	<190	
	Velocidad de succión	m/s	Por proveedor	
	Velocidad de descarga	m/s	Por proveedor	
	Torque de partida	N-m	Por proveedor	
	Balaceo estático	SI/NO	SI	
	Balaceo dinámico	SI/NO	SI	
	Dirección de rotación según ACMA		Por proveedor	
	Posición motor según ACMA		Por proveedor	
	Transmisión por correas y poleas con Motor exterior	SI/NO	NO	
	Nivel de ruido		<80 a 1 mts de dist.	
<b>5.0</b>	<b>CARCASA</b>			
	Fija / Girable		Fija	
	Ancho interior		Por proveedor	
	Material de carcasa		Por proveedor	
	Espesor voluta	mm	Por proveedor	
	Revestimiento antidesgaste	SI/NO	NO	
	Dimensiones flange succión	mm	Por proveedor	
	Dimensiones flange de descarga	mm	Por proveedor	
	Dimensiones flange de inspección	mm	Por proveedor	
	Tipo de sello eje con carcasa		Por proveedor	
	Material del bastidor		Por proveedor	
<b>6.0</b>	<b>ROTOR</b>			
	Tipo de rotor		Por proveedor	
	Disposición álabes		Por proveedor	
	Angulo de inclinación álabes		Por proveedor	
	N° de álabes		Por proveedor	
	Diámetro / ancho del rotor	mm	Por proveedor	
	Espesor de álabes	mm	Por proveedor	
	Diámetro de masa	mm	Por proveedor	
	Revestimiento		Por proveedor	
	WR2 del rodete+eje		Por proveedor	
<b>7.0</b>	<b>DESCANSOS</b>			
	Tipo de descansos(antifricción / bujes)		Por proveedor	
	Marca		Por proveedor	
	Modelo		Por proveedor	
	Tipo de rodamiento		Por proveedor	
	Vida Útil B-10	h	60.000	

	Tipo de sello		Por proveedor	
	Tipo de lubricación		Por proveedor	
<b>8.0</b>	<b>NIVEL DE RUIDO</b>			
	Nivel de presión sonora	dB	<80 a 1 mts de dist.	
<b>9.0</b>	<b>MATERIALES</b>			
	Carcasa		Por proveedor	
	Rotor		Por proveedor	
	Paleta		Por proveedor	
	Eje		Por proveedor	
<b>10.0</b>	<b>RESTRICCIONES PARA EL TRANSPORTE</b>			
	Dimensiones LxAxA	mts	Por proveedor	
	Peso total equipo	kg	Por proveedor	
	<b>PRUEBAS Y ENSAYOS</b>			
	Performance		Por proveedor	
	Operación Mecánica		Por proveedor	
<b>11.0</b>	<b>MOTOR ELÉCTRICO</b>			
	Velocidad Nominal	rpm	1.800	
	Potencia	kW	*	
	Factor de Servicio	-	1,15	
	Voltaje	V	460	
	Frecuencia	Hz	60	
	Cantidad de Fases	-	3	
	Protección	-	NEMA 4	
	Tipo de construcción		TEFC	
	Tipo de diseño		NEMA Premium Voltaje nominal motor 460 VAC, Frec. 60 Hz a 1800 RPM.	
	Tipo de Rodamientos		Re engrasable / Labyrinth type Taconite seal	
	Vida útil garantizado		Por proveedor	
	Clase de aislación		F	
	Neutro		Sólidamente aterizado	
	Tensión mínima de partida		0.9 pu Diseño NEMA B	
	Pruebas de rutina de acuerdo a NEMA		Si	

(\* ) A verificar por proveedor.

**Nota:**

La potencia no considera las variaciones de la capacidad de refrigeración del motor eléctrico respecto a la altura de 4200 msnm, nivel promedio Mina.

El motor eléctrico debe ser apto para trabajar a 4025 msnm.

VENTILADORES DE EXTRACCIÓN DE TECHO - TAG N° 0131-FAA-0140@0143			A-1	1 DE 2
<b>ÁREA DE TRABAJO – 0131 – TALLER DE SOLDADURA</b>				
VENDEDOR:				
N° DE OFERTA:		FECHA:		
NOTA: Esta hoja deberá ser completada y entregada con la oferta.				
N°	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	DATO	
			REQUERIDO	PROPUESTO
<b>1.0</b>	<b>CONDICIONES AMBIENTALES</b>			
	Instalación (interior / exterior)		Exterior	
	Ambiente (limpio / polvoriento)		Polvoriento	
	Ambiente (seco / húmedo)		Húmedo	
	Elevación promedio Mina	m.s.n.m.	4200	
	Temperatura ambiental (máximo / mínimo)	°C	18 / -5 °C	
	Humedad relativa	%	1% - 100%	
	Presión Barométrica	mbar (prom.)	627	
<b>2.0</b>	<b>ALCANCE DEL SUMINISTRO</b>			
	Ventiladores Tubo Axiales de techo para aire, completos.	(Sí/No)	Sí	
	Tipo de servicio		Pesado	
	Tipo de Ventilador		Tubo Axial de Techo	
	Soporte	(Sí/No)	Sí	
	Protecciones	(Sí/No)	Sí	
	Motor eléctrico	(Sí/No)	Sí	
	Ductos (Succión – Descarga)	(Sí/No)	No	
	Placa bases con amortiguadores	(Sí/No)	N/A	
	Piezas especiales	(Sí/No)	Sí	
	Soportes de ductos	(Sí/No)	NO	
	Válvulas, Damper motorizado con actuadores y sistema de contror	(Sí/No)	N/A	
	Aislación acústica	(Sí/No)	NO	
	Asesoría al montaje, pruebas y puesta en marcha	(Sí/No)	Sí	
<b>3.0</b>	<b>DATOS DE DISEÑO</b>			
	N° TAG		<b>0131-FAA-0140@0143</b>	
	Tipo		Ventilador de impulsión TUBO AXIAL	
	Cantidad		4	
	Capacidad	Am <sup>3</sup> /h	4.700	
	Presión estática	mm. c.a.	4 VERIF. PROVEEDOR	
	Potencia al freno	bhp	Por proveedor	
	Presión dinámica(descarga)	mm.c.a.	Por proveedor	
	Eficiencia estática(pto. operación)	> 70%	Por proveedor	
	Eficiencia total	%	Por proveedor	

	Velocidad de rotación	rpm	< 1500	
<b>4.0</b>	<b>DATOS DE DISEÑO</b>			
	Primera velocidad crítica	rpm	Por proveedor	
	Segunda velocidad crítica	rpm	Por proveedor	
	Velocidad periférica del rotor	m/s	<190	
	Velocidad de succión	m/s	Por proveedor	
	Velocidad de descarga	m/s	Por proveedor	
	Torque de partida	N-m	Por proveedor	
	Balaceo estático	SI/NO	SI	
	Balaceo dinámico	SI/NO	SI	
	Dirección de rotación según ACMA		Por proveedor	
	Posición motor según ACMA		Por proveedor	
	Transmisión por correas y poleas con Motor exterior	SI/NO	NO	
	Nivel de ruido		<80 a 1 mts de dist.	
<b>5.0</b>	<b>CARCASA</b>			
	Fija / Girable		Fija	
	Ancho interior		Por proveedor	
	Material de carcasa		Por proveedor	
	Espesor voluta	mm	Por proveedor	
	Revestimiento antidesgaste	SI/NO	NO	
	Dimensiones flange succión	mm	Por proveedor	
	Dimensiones flange de descarga	mm	Por proveedor	
	Dimensiones flange de inspección	mm	Por proveedor	
	Tipo de sello eje con carcasa		Por proveedor	
	Material del bastidor		Por proveedor	
<b>6.0</b>	<b>ROTOR</b>			
	Tipo de rotor		Por proveedor	
	Disposición álabes		Por proveedor	
	Angulo de inclinación álabes		Por proveedor	
	N° de álabes		Por proveedor	
	Diámetro / ancho del rotor	mm	Por proveedor	
	Espesor de álabes	mm	Por proveedor	
	Diámetro de masa	mm	Por proveedor	
	Revestimiento		Por proveedor	
	WR2 del rodete+eje		Por proveedor	
<b>7.0</b>	<b>DESCANSOS</b>			
	Tipo de descansos(antifricción / bujes)		Por proveedor	
	Marca		Por proveedor	
	Modelo		Por proveedor	
	Tipo de rodamiento		Por proveedor	
	Vida Útil B-10	h	60.000	

	Tipo de sello		Por proveedor	
	Tipo de lubricación		Por proveedor	
<b>8.0</b>	<b>NIVEL DE RUIDO</b>			
	Nivel de presión sonora	dB	<80 a 1 mts de dist.	
<b>9.0</b>	<b>MATERIALES</b>			
	Carcasa		Por proveedor	
	Rotor		Por proveedor	
	Paleta		Por proveedor	
	Eje		Por proveedor	
<b>10.0</b>	<b>RESTRICCIONES PARA EL TRANSPORTE</b>			
	Dimensiones LxAxA	mts	Por proveedor	
	Peso total equipo	kg	Por proveedor	
	<b>PRUEBAS Y ENSAYOS</b>			
	Performance		Por proveedor	
	Operación Mecánica		Por proveedor	
<b>11.0</b>	<b>MOTOR ELÉCTRICO</b>			
	Velocidad Nominal	rpm	1.800	
	Potencia	kW	*	
	Factor de Servicio	-	1,15	
	Voltaje	V	460	
	Frecuencia	Hz	60	
	Cantidad de Fases	-	3	
	Protección	-	NEMA 4	
	Tipo de construcción		TEFC	
	Tipo de diseño		NEMA Premium Voltaje nominal motor 460 VAC, Frec. 60 Hz a 1800 RPM.	
	Tipo de Rodamientos		Re engrasable / Labyrinth type Taconite seal	
	Vida útil garantizado		Por proveedor	
	Clase de aislación		F	
	Neutro		Sólidamente aterrizado	
	Tensión mínima de partida		0.9 pu Diseño NEMA B	
	Pruebas de rutina de acuerdo a NEMA		Si	

(\* ) A verificar por proveedor.

**Nota:**

La potencia no considera las variaciones de la capacidad de refrigeración del motor eléctrico respecto a la altura de 4200 msnm, nivel promedio Mina.

El motor eléctrico debe ser apto para trabajar a 4025 msnm.

VENTILADORES DE EXTRACCIÓN DE TECHO - TAG N° 0131-FAA-0144@0145			A-1	1 DE 2
ÁREA DE TRABAJO – 0131 – BODEGA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA.				
VENDEDOR:				
N° DE OFERTA:		FECHA:		
NOTA: Esta hoja deberá ser completada y entregada con la oferta.				
N°	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	DATO	
			REQUERIDO	PROPUESTO
<b>1.0</b>	<b>CONDICIONES AMBIENTALES</b>			
	Instalación (interior / exterior)		Exterior	
	Ambiente (limpio / polvoriento)		Polvoriento	
	Ambiente (seco / húmedo)		Húmedo	
	Elevación promedio Mina	m.s.n.m.	4200	
	Temperatura ambiental (máximo / mínimo)	°C	18 / -5 °C	
	Humedad relativa	%	1% - 100%	
	Presión Barométrica	mbar (prom.)	627	
<b>2.0</b>	<b>ALCANCE DEL SUMINISTRO</b>			
	Ventiladores Tubo Axiales de techo para aire, completos.	(Sí/No)	Sí	
	Tipo de servicio		Pesado	
	Tipo de Ventilador		Tubo Axial de Techo	
	Soporte	(Sí/No)	Sí	
	Protecciones	(Sí/No)	Sí	
	Motor eléctrico	(Sí/No)	Sí	
	Ductos (Succión – Descarga)	(Sí/No)	No	
	Placa bases con amortiguadores	(Sí/No)	N/A	
	Piezas especiales	(Sí/No)	Sí	
	Soportes de ductos	(Sí/No)	NO	
	Válvulas, Damper motorizado con actuadores y sistema de contror	(Sí/No)	N/A	
	Aislación acústica	(Sí/No)	NO	
	Asesoría al montaje, pruebas y puesta en marcha	(Sí/No)	Sí	
<b>3.0</b>	<b>DATOS DE DISEÑO</b>			
	N° TAG		<b>0131-FAA-0144@0145</b>	
	Tipo		Ventilador de impulsión TUBO AXIAL	
	Cantidad		2	
	Capacidad	Am <sup>3</sup> /h	9.594	
	Presión estática	mm. c.a.	4 VERIF. PROVEEDOR	
	Potencia al freno	bhp	Por proveedor	
	Presión dinámica(descarga)	mm.c.a.	Por proveedor	
	Eficiencia estática(pto. operación)	> 70%	Por proveedor	

	Eficiencia total	%	Por proveedor	
	Velocidad de rotación	rpm	< 1500	
<b>4.0</b>	<b>DATOS DE DISEÑO</b>			
	Primera velocidad crítica	rpm	Por proveedor	
	Segunda velocidad crítica	rpm	Por proveedor	
	Velocidad periférica del rotor	m/s	<190	
	Velocidad de succión	m/s	Por proveedor	
	Velocidad de descarga	m/s	Por proveedor	
	Torque de partida	N-m	Por proveedor	
	Balaceo estático	SI/NO	SI	
	Balaceo dinámico	SI/NO	SI	
	Dirección de rotación según ACMA		Por proveedor	
	Posición motor según ACMA		Por proveedor	
	Transmisión por correas y poleas con Motor exterior	SI/NO	NO	
	Nivel de ruido		<80 a 1 mts de dist.	
<b>5.0</b>	<b>CARCASA</b>			
	Fija / Girable		Fija	
	Ancho interior		Por proveedor	
	Material de carcasa		Por proveedor	
	Espesor voluta	mm	Por proveedor	
	Revestimiento antidesgaste	SI/NO	NO	
	Dimensiones flange succión	mm	Por proveedor	
	Dimensiones flange de descarga	mm	Por proveedor	
	Dimensiones flange de inspección	mm	Por proveedor	
	Tipo de sello eje con carcasa		Por proveedor	
	Material del bastidor		Por proveedor	
<b>6.0</b>	<b>ROTOR</b>			
	Tipo de rotor		Por proveedor	
	Disposición álabes		Por proveedor	
	Angulo de inclinación álabes		Por proveedor	
	N° de álabes		Por proveedor	
	Diámetro / ancho del rotor	mm	Por proveedor	
	Espesor de álabes	mm	Por proveedor	
	Diámetro de masa	mm	Por proveedor	
	Revestimiento		Por proveedor	
	WR2 del rodete+eje		Por proveedor	
<b>7.0</b>	<b>DESCANSOS</b>			
	Tipo de descansos(antifricción / bujes)		Por proveedor	
	Marca		Por proveedor	
	Modelo		Por proveedor	
	Tipo de rodamiento		Por proveedor	

	Vida Útil B-10	h	60.000	
	Tipo de sello		Por proveedor	
	Tipo de lubricación		Por proveedor	
<b>8.0</b>	<b>NIVEL DE RUIDO</b>			
	Nivel de presión sonora	dB	<80 a 1 mts de dist.	
<b>9.0</b>	<b>MATERIALES</b>			
	Carcasa		Por proveedor	
	Rotor		Por proveedor	
	Paleta		Por proveedor	
	Eje		Por proveedor	
<b>10.0</b>	<b>RESTRICCIONES PARA EL TRANSPORTE</b>			
	Dimensiones LxAxA	mts	Por proveedor	
	Peso total equipo	kg	Por proveedor	
	<b>PRUEBAS Y ENSAYOS</b>			
	Performance		Por proveedor	
	Operación Mecánica		Por proveedor	
<b>11.0</b>	<b>MOTOR ELÉCTRICO</b>			
	Velocidad Nominal	rpm	1.800	
	Potencia	kW	*	
	Factor de Servicio	-	1,15	
	Voltaje	V	460	
	Frecuencia	Hz	60	
	Cantidad de Fases	-	3	
	Protección	-	NEMA 4	
	Tipo de construcción		TEFC	
	Tipo de diseño		NEMA Premium Voltaje nominal motor 460 VAC, Frec. 60 Hz a 1800 RPM.	
	Tipo de Rodamientos		Re engrasable / Labyrinth type Taconite seal	
	Vida útil garantizado		Por proveedor	
	Clase de aislación		F	
	Neutro		Sólidamente aterizado	
	Tensión mínima de partida		0.9 pu Diseño NEMA B	
	Pruebas de rutina de acuerdo a NEMA		Si	

(\* ) A verificar por proveedor.

**Nota:**

La potencia no considera las variaciones de la capacidad de refrigeración del motor eléctrico respecto a la altura de 4200 msnm, nivel promedio Mina.

El motor eléctrico debe ser apto para trabajar a 4025 msnm.

### 8.0 CONDICIONES DE TRANSPORTE

8.1	Dimensiones LxAxA	mts	Por proveedor
8.2	Peso total equipo	kg	Por proveedor
8.3	Pruebas-ensayos-certificados	Gl	Por proveedor
8.4	Tipo de embalaje	Gl	Por proveedor
8.5	Operación Mecánica de izaje	Gl	Por proveedor

### 9.0 ALCANCES DEL SUMINISTRO

N°	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	REQUERIDO	PROVEEDOR
9.1	Plan de inspección y ensayo	Gl	No	
9.2	Certificado de calidad	GL	Si	
9.3	Certificado de garantía	GL	Si	
9.4	Comisionamiento / Puesta en marcha	GL	Si	
9.5	Manual de condiciones para comisionamiento Pta. Marcha	GL	Si	
9.6	Manual de operaciones en Español (2 copias)	Un	Si	
9.7	Listado de repuestos para un año de operación	Un	Si	
9.8	Programa de fabricación Inspección y entrega	Un	Si	

## **ANEXO 3.4: PIE Ventilador Axial**



**PLAN DE INSPECCION Y ENSAYO  
ADQUISICIÓN DE PRODUCTOS CRÍTICOS**

800704-EPC-P001-R01

**PLAN DE INSPECCION Y ENSAYO**

Rev 0 Fecha: 17/05/10 Pág x de y

**1 DATOS GENERALES**

PROYECTO: EPC TALLER DE CAMIONES DEL PROYECTO ANTAPACCAY – EXPANSIÓN TINTAYA  
 CLIENTE: XSIRATA MINERA TINTAYA  
 PRODUCTO: VENTILADORES TUBO AXIALES DE TECHO  
 PROVEEDOR: MITCHEL ZAPATA  
 RESPONSABLE DEL PROCESO: Mitchel Zapata  
 FECHA: Viernes, 29 de Abril de 2011  
 REVISIÓN: 0

Inspección / Ensayo	
0	Inspección Proceso
1	Punto de Detención
2	Requisito testigo presencial
3	Ensayo
4	Test o prueba

**2 INSPECCIONES Y ENSAYOS**

**2.1 MATERIA PRIMA**

ITEM	ACTIVIDAD	RESPONSABLE ACTIVIDAD	VARIABLE A CONTROLAR	CRITERIOS DE ACEPTACION (Requerimiento Tolerancias)	DOCUMENTO REFERENCIA	INSPECCION / ENSAYO				REGISTRO ASOCIADO	EQUIPO IME (EIME)	CONDICIÓN EIME	FRECUENCIA INSPECCION Y ENSAYO			OBSERVACIONES	
						0	1	2	3				4	INC.	Frecuencia		FINAL
1	SUMINISTROS	PROVEEDOR	PERFILES DE ACEROS	INDICADOS EN E.T. 10PP03-0131-ME-ESP-1001	E.T. 10PP03-0131-ME-ESP-1001	X					CERTIFICADO DE CALIDAD	N/A	N/A	X	100		
			ELECTRODOS			X						N/A	N/A	X			
			PERNOS			X						N/A	N/A	X			
			SIETEMA DE CONTROL (ELECT/INSTR.)			X						N/A	N/A	X			
			PINTURA			X						N/A	N/A	X			
			MOTORES			X						N/A	N/A	X			

**2.2 PROCESOS**

ITEM	ACTIVIDAD	RESPONSABLE ACTIVIDAD	VARIABLE A CONTROLAR	CRITERIOS DE ACEPTACION (Requerimiento Tolerancias)	DOCUMENTO REFERENCIA	INSPECCION / ENSAYO				REGISTRO ASOCIADO	EQUIPO IME (EIME)	CONDICIÓN EIME	FRECUENCIA INSPECCION Y ENSAYO			OBSERVACIONES	
						0	1	2	3				4	INC.	Frecuencia		FINAL
1	FUNCIONALIDAD	PROVEEDOR	CURVAS DE OPERATIVIDAD	INDICADOS EN E.T. 10PP03-0131-ME-ESP-1001	E.T. 10PP03-0131-ME-ESP-1001		X				N/A	N/A	X	100	X		

**2.3 PRODUCTO**

ITEM	ACTIVIDAD	RESPONSABLE ACTIVIDAD	VARIABLE A CONTROLAR	CRITERIOS DE ACEPTACION (Requerimiento Tolerancias)	DOCUMENTO REFERENCIA	INSPECCION / ENSAYO				REGISTRO ASOCIADO	EQUIPO IME (EIME)	CONDICIÓN EIME	FRECUENCIA INSPECCION Y ENSAYO			OBSERVACIONES	
						0	1	2	3				4	INC.	Frecuencia		FINAL
1	RECEPCION FINAL	PROVEEDOR	EMBALAJES	INDICADAS EN IDS	IDS	X	X				ACTA DE LIBERACION	N/A	N/A	X		X	
			TRANSPORTE			X	X										
			DESPACHO			X	X										

	NOMBRE	FIRMA	FECHA
ELABORADO POR	ROBERTO ORTIZ F.		29/04/2011
APROBADO POR	MITCHELL ZAPATA		

## **ANEXO 3.5: Cronograma del Proyecto.**



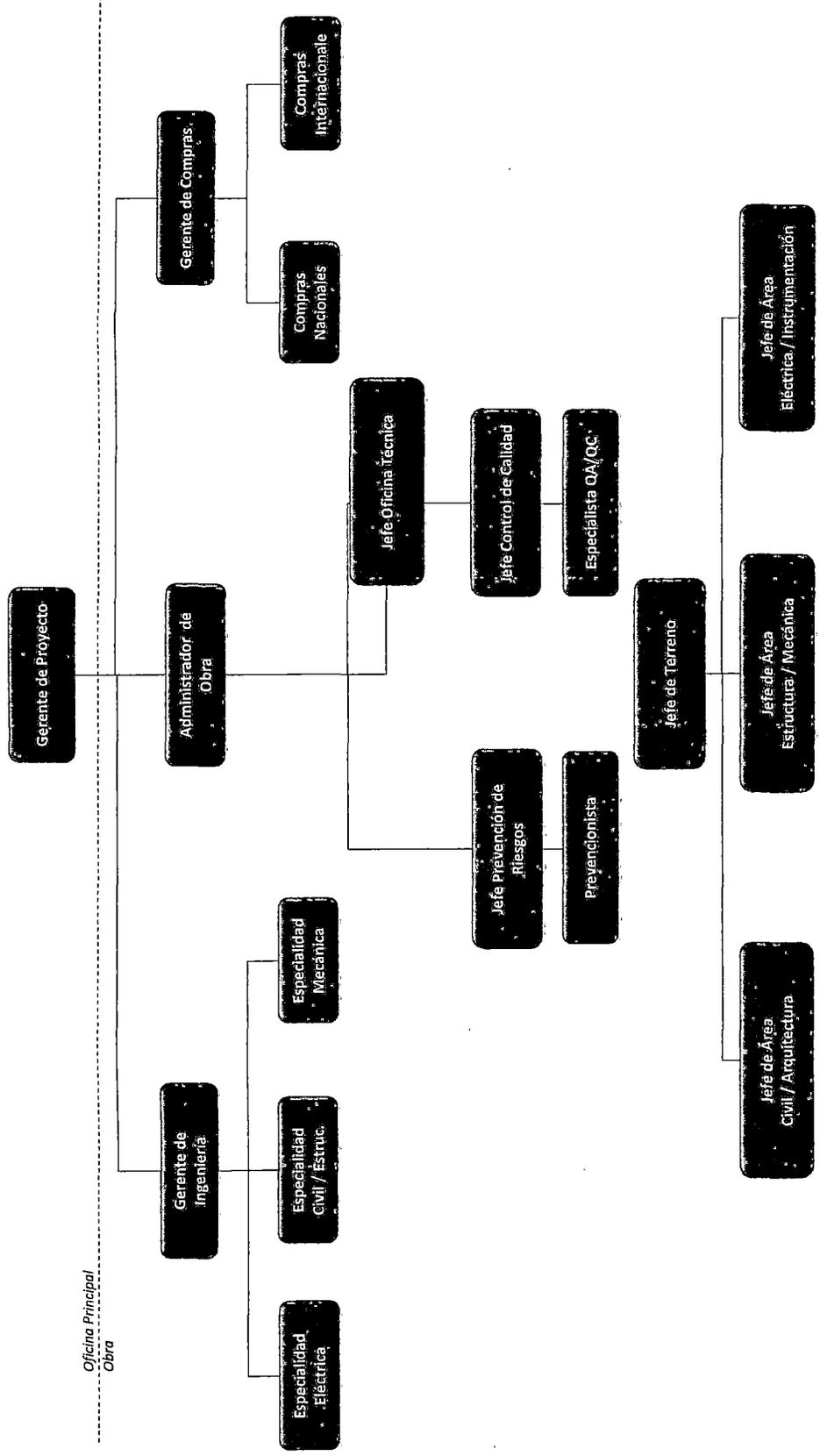




Activity ID	Activity Name	BL Project Duration	Original Duration	Start	Finish	Total Fleet	BL Project Nonlabor Units	Budgeted Nonlabor Units	Qtr 4, 2010		Qtr 1, 2011			Qtr 2, 2011			Qtr 3, 2011			Qtr 4, 2011			Qtr 1, 2012			Qtr 2, 2012			Qtr 3, 2012			Qtr 4, 2012			Qtr 1, 2013			Qtr 2, 2013						
									Oct	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar	Apr					
<b>SISTEMA DE EXTRACCIÓN DE GASES</b>																																												
TC05EX010	Canalizaciones sistema extracción de gases	20	25	29-Mar-12	23-Apr-12	147	852	1084																																				
TC05EX020	Montaje de Tableros e Instrumentos	20	113	08-Apr-12	30-Jul-12	147	1	6																																				
TC05EX030	Cableado y conexión sistema extracción de gases	27	92	23-Apr-12	24-Jul-12	147	852	2918																																				
<b>SISTEMA DE LUBRICACIÓN</b>																																												
TC05LU010	Canalizaciones sistema lubricación	20	25	23-Feb-12	19-Mar-12	232	852	1084																																				
TC05LU020	Montaje de Tableros e Instrumentos	15	85	09-Mar-12	02-Jun-12	232	1	6																																				
TC05LU030	Cableado y conexión sistema de lubricación	10	34	29-Mar-12	02-May-12	220	852	2918																																				
<b>SISTEMA DE FUERZA Y CONTROL</b>																																												
TC05FC010	Canalización Fuerza y Control	40	51	19-Jan-12	10-Mar-12	0	852	1084																																				
TC05FC020	Montaje de Equipos de Eléctricos	27	163	04-Mar-12	04-Aug-12	0	1	6																																				
TC05FC030	Cableado y conexión	35	120	04-Aug-12	02-Dec-12	0	852	2918																																				
<b>DISTRIBUCIÓN SISTEMA DE ALUMBRADO</b>																																												
TC05AL010	Canalización Alumbrado	30	38	18-Jan-12	28-Feb-12	149	852	1084																																				
TC05AL020	Montaje de Equipos de Alumbrado	27	27	28-Feb-12	24-Mar-12	149	1	1																																				
TC05AL030	Cableado y conexión sistema de alumbrado	35	120	24-Mar-12	22-Jul-12	149	852	2918																																				
<b>PARARRAYOS</b>																																												
TC05PA040	Montaje Pararrayos	20	20	18-Feb-12	07-Mar-12	291	852	852																																				
<b>PRUEBAS PRE OPERACIONALES</b>																																												
PR0001	Pruebas Generales Pre Operacionales Taller de Camiones	30	30	28-Nov-12	28-Dec-12	0	0	0																																				
TC07FC040	Chequeo y Entrega de Sistema de Fuerza y Control	6	8	02-Dec-12	08-Dec-12	0	0	0																																				
TC07LU040	Chequeo y Pruebas Sistema de Lubricación	10	10	08-Dec-12	18-Dec-12	0	0	0																																				
TC07AL040	Chequeo y Entrega de Sistema de Alumbrado	8	8	08-Dec-12	14-Dec-12	0	0	0																																				
TC07PA050	Chequeo y Entrega de Pararrayos	5	5	14-Dec-12	18-Dec-12	0	0	0																																				
TC07EX040	Chequeo y Pruebas Sistema de Extracción	10	10	18-Dec-12	28-Dec-12	0	0	0																																				
<b>OPCINAS Y BODEGAS</b>																																												
<b>LUBRICACION</b>																																												
<b>MANTENCION TOLVA CAMIONES</b>																																												
<b>MANTENCION PREVENTIVA</b>																																												
<b>CAMBIO NEUMATICOS</b>																																												
<b>LAVADO DE CAMIONES</b>																																												
<b>REPARACION CABLES</b>																																												
<b>SALA DE COMPRESORES</b>																																												
<b>ZONA PATIOS</b>																																												

## **ANEXO 3.6: Organigrama del Proyecto.**

Oficina Principal  
Obra



## **ANEXO 3.7: Ubicación del Proyecto Antapaccay.**



**Ubicación Proyecto Antapaccay**

## **ANEXO 4.1: Mapa de Valor Actual y Futuro.**

