# GUÍA DE APLICACIÓN DE CRITERIOS PARA EL DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE SEGURIDAD EN EL TRANSPORTE DE PETRÓLEO PARA LA EMPRESA SWCOL SIGUIENDO LA NORMA ISO 28000 CON BASE EN EL ESTÁNDAR ISA- 95.

**NAZLY LORENA ORDÓÑEZ BENAVIDES**
**NATHALIE STEPHANY RODRIGUEZ MUÑOZ**

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA**
**FACULTAD DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES**
**DEPARTAMENTO DE ELECTRÓNICA, INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL**
**POPAYÁN**
**2012**

# GUÍA DE APLICACIÓN DE CRITERIOS PARA EL DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE SEGURIDAD EN EL TRANSPORTE DE PETRÓLEO PARA LA EMPRESA SWCOL SIGUIENDO LA NORMA ISO 28000 CON BASE EN EL ESTÁNDAR ISA- 95.

**NAZLY LORENA ORDÓÑEZ BENAVIDES**
**NATHALIE STEPHANY RODRIGUEZ MUÑOZ**

**Director:**
**ING. OSCAR AMAURY ROJAS**

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA**
**FACULTAD DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES**
**DEPARTAMENTO DE ELECTRÓNICA, INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL**
**INGENIERÍA EN AUTOMÁTICA INDUSTRIAL**
**POPAYÁN**
**2012**

*Durante este tiempo, buenos y malos momentos ayudaron a fortalecer mi carácter y me brindaron una perspectiva de la vida mucho más amplia.*

*Principalmente agradezco a Dios por darme la vida y una familia maravillosa. Rodearme de seres especiales y de oportunidades para lograr todo lo que me propongo.*

*Agradecemos al Ingeniero Oscar Amaury Rojas por su orientación, colaboración y disposición durante la ejecución del proyecto.*

*A mi Familia, por ser mi apoyo incondicional, y por haber edificado en mí los pilares para ser una persona integral.*

*A mi madre, mi ejemplo de mujer luchadora, mi gran amiga y profesora incansable. Por apoyarme y darme la mano cada vez que necesité levantarme. Enseñarme a ser independiente y recordarme que no basta con proponerse metas, se debe hacer todo lo necesario por hacerlas realidad.*

*A mi padre por no permitirme olvidar mis raíces, enseñarme a respetar la tierra y sus habitantes, pelear por conseguir mis sueños y no olvidarme de ellos, mostrarme el valor de la humildad y principalmente de la dignidad.*

*A mi hermano por ser mi compañía, mi alegría, mi motivación y mi fuerza inagotable. Por gritarme y dejarme gritar cuando hizo falta. Por ser sincero y protegerme a su manera*

*A mis abuelitos por ser mi ejemplo de vida. Por dejarme crecer y confiarme su sabiduría. Por enseñarme el valor de la familia y estar a mi lado siempre, aunque no sea en cuerpo presente.*

*A mi Tía Alexsa, mi segunda mamá, mi polo a tierra y ejemplo de mujer emprendedora. Por estar ahí para mí, desde antes de poder pedírselo.*

*A Chris, porque todavía puedo contar contigo, a pesar de que en ocasiones le diera prioridad a los asuntos académicos, siempre fuiste paciente y supiste entender. Por tener fe en mí y darme valor.*

*A mis amigos y a las personas que encontré en este corto y fructífero camino, por tantos momentos buenos, malos e inolvidables. Por enseñarme el valor de la amistad y su importancia. Estuvieron ahí en diferentes etapas de mi paso por la universidad y con sus personalidades tan diferentes una de otras lograron hacer la diferencia.*

*Nathalie.*

## CONTENIDO


**INTRODUCCIÓN ..... 1**
**1 GENERALIDADES ..... 3**
1.1 CADENA DE SUMINISTRO ..... 3
1.2 SISTEMA DE GESTION DE LA SEGURIDAD PARA LA CADENA DE SUMINISTRO – NORMA ISO 28000 ..... 3
1.3 SISTEMA DE INTEGRACIÓN EMPRESA-CONTROL: ESTÁNDAR ISA 95 ..... 5
1.3.1 Modelo Jerárquico ..... 8
1.3.2 Modelo de Flujos de Datos Funcional: ..... 8
1.4 EL PETROLEO ..... 9
1.4.1 La cadena de valor del petróleo ..... 10
1.4.2 Proceso de Transporte de Petróleo. ..... 11
1.4.3 Transporte de petróleo en Colombia. ..... 12
1.4.4 Normatividad Colombiana de Transporte de Petróleo. ..... 14
**2 ESTUDIO DE LA RELACIÓN ENTRE LA NORMA ISO 28000 Y EL ESTANDAR ISA 95 ..... 15**
2.1 Relación de la Terminología del Estándar ISA 95 y la Norma ISO 28000 ..... 15
2.2 Relación de los Requisitos del estándar ISA 95 y la norma ISO 28000. ..... 17
2.2.1 Relación de la norma ISO 28000 con el Modelo de Flujo de Datos Funcional del estándar ISA 95. ..... 17
2.2.1.1 Programación de la Producción ..... 19
2.2.1.2 Control de la Producción ..... 20
2.2.1.3 Adquisición ..... 20
2.3 Relación de los flujos de información del Modelo de Flujo de Datos Funcional de la estándar ISA 95 con los Requisitos de la norma ISO 28000 ..... 21
2.4 ANÁLISIS DEL MODELO SIEMENS FIET. ..... 22
2.4.1 Análisis de los ámbitos del modelo Siemens FIET. ..... 22
2.4.1.1 Ubicación de las Funciones ISA 95 del Modelo de Flujo de Datos Funcional en el Modelo Siemens FIET. ..... 26
2.4.1.2 Establecer la Relación entre Sub-funciones ISO 28000 y el Modelo SF. ..... 28
2.4.1.3 Determinar las Sub-funciones ISO 28000 No contenidas en el Modelo SF. ..... 29
2.4.2 Flujos de Información y Modelo SF Resultante ..... 31
2.4.2.1 Definición de la Información a Intercambiar con el Sistema de Gestión de la Seguridad en el Transporte. ..... 32
2.4.2.2 Modelo Resultante y Flujos de Información entre los Bloques Funcionales ..... 39
**3 CRITERIOS PARA EL DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE SEGURIDAD EN TRANSPORTE ..... 42**
3.1 Definición de criterios para el diseño de un SGS en transporte ..... 42
3.1.1 Política de gestión de la seguridad ..... 43
3.1.2 Planificación de la seguridad ..... 45
3.1.2.1 Evaluación del riesgo de seguridad ..... 45
3.1.2.2 Requisitos de reglamentación ..... 48
3.1.2.3 Objetivos y metas de seguridad ..... 49
3.1.2.4 Programas de gestión de la seguridad ..... 52
3.1.3 Implementación y Operación ..... 55
3.1.3.1 Estructura y Responsabilidades para la Gestión de la Seguridad ..... 56
3.1.3.2 Competencia, entrenamiento y toma de conciencia ..... 57
3.1.3.3 Comunicación ..... 59
3.1.3.4 Control operacional ..... 61

3.1.3.5 Preparación y respuestas ante emergencias y recuperación de la seguridad. ... 62
3.1.4 Verificación y Acción Correctiva ... 64
3.1.4.1 Medición y Seguimiento del Desempeño de Seguridad ... 65
3.1.4.2 Evaluación del Sistema ... 66
3.1.4.3 No conformidad y Acción correctiva y preventiva. ... 68
3.1.4.4 Control de Registros ... 70
**4 GUÍA DE APLICACIÓN DE CRITERIOS DE DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN PARA LA SEGURIDAD EN EL TRANSPORTE DE PETRÓLEO Y EJEMPLIFICACION AL CASO DE ESTUDIO. ... 73**
4.1 Guía de Aplicación de Criterios de Diseño de un SGS en el Transporte. ... 73
4.2 Ejemplificación de la Guía de Aplicación de Criterios de Diseño de un SGS en el Transporte ... 80
**5 CONCLUSIONES Y TRABAJOS FUTUROS ... 105**
**6 BIBLIOGRAFÍA ... 107**

## LISTA DE TABLAS


Tabla 1. Relación de Términos de la Norma ISO 28000 y el Estándar ISA 95 ..... 16
Tabla 2. Relación de la norma ISO 28000 con el Modelo de Flujo de Datos Funcional del estándar ISA95. ..... 18
Tabla 3. Relación de los flujos de información del Modelo de Flujo de Datos Funcional de la norma ISA S95 con los Requisitos del estándar ISO 28000 ..... 21
Tabla 4. Sub-funciones ISA 95 Involucradas en el Modelo de datos Funcional Aplicado 27
Tabla 5. Funciones ISA 95 del Modelo de Flujo de Datos Funcional Aplicado Involucradas en el Modelo SF ..... 27
Tabla 6. Sub-funciones Adicionales ISO 28000 del Modelo de Flujo de Datos Funcional. 28
Tabla 7. Relación del modelo SF con las Sub-funciones Adicionales ISO 28000 del Modelo de Flujo de Datos Funcional ..... 28
Tabla 8. Sub-funciones ISO que No están Contenidas en el Modelo SF y Nivel Correspondiente ..... 30
Tabla 9. Inclusión de Funciones y Sub-funciones del Modelo SF que No corresponden a una Sub-función ISO 28000 ..... 31
Tabla 10. Funciones de Seguridad en el Transporte ..... 32
Tabla 11. Intercambio de Información entre los Bloques Funcionales del Modelo Siemens FIET y el Sistema de Gestión de la Seguridad en el Transporte. ..... 33
Tabla 12. Funciones del Bloque CAM: Transporte ..... 40
Tabla 13. Flujos de Información del Bloque CAM: Transporte ..... 41
Tabla 14. Definición de las Entradas, Proceso y Salidas de la Política de Seguridad ..... 43
Tabla 15. Definición de las Entradas, Proceso y Salidas de la Evaluación del Riesgo de Seguridad ..... 46
Tabla 16. Definición de las Entradas, Proceso y Salidas de Requisitos de Reglamentación . 48
Tabla 17. Definición de las Entradas, Proceso y Salidas de Objetivos y Metas de Seguridad ..... 50
Tabla 18. Definición de las Entradas, Proceso y Salidas del Programas de Gestión de la Seguridad ..... 52
Tabla 19. Definición de las Entradas, Proceso y Salidas de Estructura y Responsabilidades para la Gestión de la Seguridad ..... 56
Tabla 20. Definición de las Entradas, Proceso y Salidas de Competencia, Entrenamiento y Toma de Conciencia ..... 58
Tabla 21. Definición de las Entradas, Proceso y Salidas de Comunicación ..... 59
Tabla 22. Definición de las Entradas, Proceso y Salidas de Control Operacional ..... 61
Tabla 23. Definición de las Entradas, Proceso y Salidas de Preparación y Respuestas ante Emergencias y Recuperación de la Seguridad ..... 63
Tabla 24. Definición de las Entradas, Proceso y Salidas de Medición y Seguimiento del Desempeño de Seguridad ..... 65
Tabla 25. Definición de las Entradas, Proceso y Salidas de Evaluación del Sistema ..... 67
Tabla 26. Definición de las Entradas, Proceso y Salidas de No Conformidad y Acción Correctiva y Preventiva ..... 69

Tabla 27. Definición de las Entradas, Proceso y Salidas de Control de Registros ..... 70
Tabla 28. Actividades de la Guía de Aplicación de Criterios, Propósito y Justificación.....74
Tabla 29. Guía para el diseño de un SGS en el transporte. ..... 75
Tabla 30. Relación de las Áreas y Divisiones de la organización y los Bloques Funcionales del Modelo. ..... 84
Tabla 31. Evaluación del cumplimiento de la información requerida por el SGS. ..... 85
Tabla 32. Identificación de los Escenarios de Amenaza. ..... 86
Tabla 33. Posibilidad de Incidentes de Seguridad..... 88
Tabla 34. Puntaje para Incidentes de Seguridad..... 88

## LISTA DE ILUSTRACIONES


Ilustración 1. Relación entre la norma ISO 28000 y otras normas pertinente. ---------- 5
Ilustración 2. Niveles que componen la empresa con procesos de manufactura. ---------- 6
Ilustración 3. (a)Modelo de Jerarquía de Programación y control (b) Modelo jerárquico de equipos. ---------- 8
Ilustración 4. Modelo de Flujo de Datos Funcional. ---------- 9
Ilustración 5. Cadena de valor del Petróleo. ----------11
Ilustración 6. Red de principales Oleoductos de Colombia. ----------13
Ilustración 9. Modelo de Flujo de Datos Funcional Aplicado. ----------19
Ilustración 10. Ámbitos del Modelo Siemens FIET ----------23
Ilustración 11. Proceso de Mapeo de las Funciones y Sub-funciones del Modelo funcional ISA 95 Aplicado en los Ámbitos del Modelo SF. ----------26
Ilustración 12. Flujos de Información del Bloque CAM: Transporte. ----------41
Ilustración 13. Definición de criterios para el diseño de un SGC en transporte. ----------42
Ilustración 14. Flujos de información requeridos para la ejecución de la política de seguridad. ----------44
Ilustración 15. Planificación de la seguridad. ----------45
Ilustración 16. Flujos de información requeridos para la ejecución del Riesgo de seguridad. ----------47
Ilustración 17. Flujos de información requeridos para la ejecución de Reglamentación. --49
Ilustración 18. Flujos de información requeridos para la ejecución de Objetivos y Metas de seguridad. ----------51
Ilustración 19. Flujos de información requeridos para la ejecución del Programa de Gestión de la Seguridad. ----------55
Ilustración 20. Implementación y Operación de la Seguridad. ----------55
Ilustración 21. Flujos de información requeridos para la ejecución de la Estructura y Responsabilidades para la Gestión de la Seguridad. ----------57
Ilustración 22. Flujos de información requeridos para la ejecución de Competencia, Entrenamiento y Toma de Conciencia. ----------59
Ilustración 23. Flujos de información requeridos para la ejecución de la Comunicación en la seguridad. ----------60
Ilustración 24. Flujos de información requeridos para la ejecución del Control Operacional. - 62
Ilustración 25. Flujos de información requeridos para la ejecución de Preparación y Respuestas ante Emergencias y Recuperación de la Seguridad. ----------64
Ilustración 26. Verificación y acción correctiva de la Seguridad. ----------65
Ilustración 27. Flujos de información requeridos para la evaluación del sistema de seguridad. ----------68
Ilustración 28. Flujos de información requeridos para tener en cuenta la No conformidad y Acción correctiva y preventiva. ----------70
Ilustración 29. Flujos de información requeridos para el control de registros de Seguridad. --71
Ilustración 30. Áreas y Divisiones de la organización Caso de Estudio. ----------93

# INTRODUCCIÓN

Actualmente, el mundo empresarial es cada vez más dinámico y ha puesto en evidencia la intensificación del intercambio comercial de bienes y servicios entre organizaciones y clientes, lo que implica una serie de procedimientos y movimientos inmersos de productos, subproductos, materias primas, entre otros; los cuales se encuentran constantemente amenazados por la proliferación de riesgos e inseguridades. Por tal razón, surge la necesidad de adoptar medidas que minimicen la vulnerabilidad del intercambio comercial ante los riesgos.

Frente a la demanda presentada por organizaciones e instituciones ante la inseguridad de sus operaciones, la norma internacional ISO 28000 intenta ocupar ese vacío normativo y ofrece la ayuda necesaria para aplicar ciertos estándares de gestión aplicados a la seguridad, aportando un beneficio a las empresas logísticas en la seguridad en todas las etapas de la cadena de suministro, la cual es definida por la propia norma como el conjunto relacionado de recursos y procesos, que comienza con la provisión de materias primas y se extiende hasta la entrega de productos o servicios al usuario final a través de los medios de transporte. Sin embargo, el ámbito de aplicación también incluye, pero no se limita, a los aspectos de seguridad en las finanzas, gestión de la información, las instalaciones de embalaje, almacenamiento y transferencia de bienes entre distintas localizaciones. La gestión de la seguridad está enlazada con muchos otros aspectos de la gestión del negocio [1].

No obstante, la norma ISO 28000 está encaminada a ejecutarse a nivel logístico, impidiendo tener una concepción global de seguridad dentro y fuera de la organización. Esto evidencia la necesidad de combinar estándares que permitan unificar la empresa y enfrentar dichos acontecimientos con mayor apropiación y conocimiento de lo que ocurre en cada uno de los procesos operativos de ésta. De éste modo, se considera conveniente aprovechar las partes del estándar internacional ISA-95, en él se propone una solución al problema de integración entre el nivel de negocios y el de manufactura, definiendo una terminología estándar y brindando una metodología para el desarrollo de proyectos de integración de las operaciones durante todo el ciclo de producción sin importar el grado de automatización actual del proceso. De igual manera, el estándar ISA-95 describe las funciones relevantes del nivel de negocios y del nivel MES (Nivel de Administración de Operaciones de Manufactura), y la información clave que se requiere compartir en esos dominios [2].

Los altos niveles de competencia en los mercados nacionales e internacionales, han llevado a las empresas a la conclusión que, para sobrevivir y tener éxito en entornos más agresivos, ya no basta mejorar sus operaciones ni integrar sus funciones internas, sino que se hace necesario ir más allá de la organización e iniciar relaciones de intercambio de información, materiales y recursos con los proveedores y clientes en una forma mucho más integrada, utilizando enfoques

innovadores que beneficien conjuntamente a todos los actores de la cadena de suministros [3].

Este proyecto tiene su fundamento en el estudio de estos dos referentes internacionales y pretende desarrollar una serie de criterios que permitan implementar un sistema de seguridad en todo lo que implica la gestión de la seguridad en el transporte de petróleo y representa el trabajo tanto en el sector administrativo como en el sector productivo y de automatización, éste se logra gracias a la combinación de las dos normas, una implementación simultanea y completa de un sistema de gestión de seguridad en la cadena de suministro, ofreciendo la posibilidad de optimizar los flujos de información de una empresa con la integración de los procesos productivos y la administración y control de éstos, facilitando obtener la información adecuada en el tiempo oportuno para la debida toma de decisiones.

Para la realización del presente trabajo de grado se establecen cinco Capítulos.

En el capítulo 1, se presentan las bases teóricas y conceptuales necesarias para comprender el desarrollo del proyecto, de igual manera se describen las generalidades de la norma ISO 28000, del estándar ISA 95 y el modelo Siemens FIET indicando conceptos, definiciones, enfoques y modelos que se incluyen en éstas.

En el capítulo 2, se identifican los componentes que son comunes en el estándar ISA 95 y en la norma ISO 28000 y se relaciona de forma estructurada los requisitos existentes en éstas.

En el capítulo 3, se definen una serie de criterios para el diseño de un Sistema de Gestión para la Seguridad en el Transporte de Petróleo con base en el Sistema de Integración Empresa-Control establecido en el estándar ISA 95.

En el capítulo 4, se describe una guía para la aplicación del Sistema de Gestión para la Seguridad en el Transporte de Petróleo en el Oleoducto de Colombia.

Finalmente, en el capítulo 5, se presentan las conclusiones de este trabajo de grado y recomendaciones para proyectos futuros.

# 1 GENERALIDADES

En éste capítulo se dan a conocer los principales conceptos teóricos que soportan todos los aspectos planteados en el presente proyecto, éste tiene como finalidad proporcionar una base conceptual que permita la comprensión de todos los aspectos involucrados en el proceso de definición de criterios para el diseño de un Sistema de Gestión para la Seguridad en el Transporte de Petróleo con Base en el Sistema de Integración Empresa-Control establecido en el estándar ISA 95.

## 1.1 CADENA DE SUMINISTRO

Una cadena de suministro es una red de instalaciones y medios de distribución que tiene por función la obtención de materiales, transformación de dichos materiales en productos intermedios y productos terminados y distribución de estos productos terminados a los consumidores.

Una cadena de suministro consta de tres partes: el suministro, la fabricación y la distribución. La parte del suministro se concentra en cómo, dónde y cuándo se consiguen y suministran las materias primas para la fabricación, la fabricación convierte estas materias primas en productos terminados y la comercialización se asegura de que dichos productos finales llegan al consumidor a través de una red de distribuidores, almacenes y comercios minoristas [3].

De esta manera, en el desarrollo del proyecto se tendrá en cuenta específicamente la parte tres de la cadena de suministro, debido a que este estudio se concentra en la gestión de la seguridad en el transporte.

## 1.2 SISTEMA DE GESTION DE LA SEGURIDAD PARA LA CADENA DE SUMINISTRO – NORMA ISO 28000.

La norma ISO 28000 ha sido desarrollada en respuesta a la exigencia de la industria de un programa de gestión de la seguridad. Su objetivo esencial es mejorar la seguridad de las cadenas de suministro. Ésta es una norma de gestión de alto nivel, que posibilita a una organización establecer un sistema de gestión de la seguridad para la cadena de suministro en general. Exige a la organización evaluar el ambiente de seguridad en el que opera y determinar si se han implementado medidas de seguridad adecuadas y si ya existen otros requisitos de reglamentación que la organización cumple [4].

Se debe tener presente que en la norma es definida la seguridad como la resistencia a actos intencionales, sin autorización, destinados a causar perjuicio o daño a, o mediante, la cadena de suministro [4].

En la norma se específica los requisitos para un sistema de gestión de la seguridad, incluidos aquellos aspectos críticos para garantizar la seguridad de la cadena de suministro. La gestión de la seguridad está relacionada con muchos

otros aspectos de la gestión empresarial, que incluyen todas las actividades controladas e influenciadas por organizaciones que impacta en la seguridad de la cadena. Estos otros aspectos se deberían considerar directamente cuando y donde tengan impacto en la gestión de la seguridad, incluido el transporte de estos bienes a lo largo de la misma [4].

La norma ISO 28000 hace parte de un conjunto de normas tales como [1]:

- **ISO 28001:2008** Buenas prácticas para la implementación de la seguridad para la cadena de suministro, evaluaciones y planes: Esta norma incluye una serie de Anexos que ayudan a la comprensión de los requisitos establecidos en la norma ISO 28000.

- **ISO 28003:2007** Requisitos para los organismos que realizan actividades de auditoría y/o certificación: La norma incluye requisitos para los organismos que realizan la auditoría y la certificación de sistemas de gestión, por tanto puede ser usada como una base para el reconocimiento de las competencias de una entidad de certificación que presta el servicio de certificación de sistemas de gestión de seguridad para la cadena de suministro.

- **ISO 28004:2007** Guía para la implementación de ISO 28000: Esta norma contiene los requisitos de ISO 28000, con un apartado específico, que explica dichos requisitos a través de distintos conceptos, como la “Intención del requisito, las entradas y salidas típicas, y el proceso”.

En la Ilustracion1 se evidencia la relación entre la norma ISO 28000 y otras normas pertinentes.

Es importante destacar que la norma ISO 28000 es aplicable a organizaciones de todos los tamaños, desde las pequeñas empresas hasta las multinacionales, de manufactura, servicios, almacenamiento o transporte en cualquier etapa de la producción o la cadena de suministro que desee [5]:

- Establecer, implementar, mantener y mejorar un sistema de gestión de la seguridad.
- Asegurar la conformidad con la política de gestión de la seguridad establecida.
- Demostrar dicha conformidad ante otros.
- Buscar certificación/registro de su sistema de gestión de la seguridad por organismo de certificación de tercera parte, acreditado.

Para conocer detalladamente la norma y lograr entender como ésta recomienda realizar la gestión de la seguridad para la cadena de suministro, referirse al Anexo A.

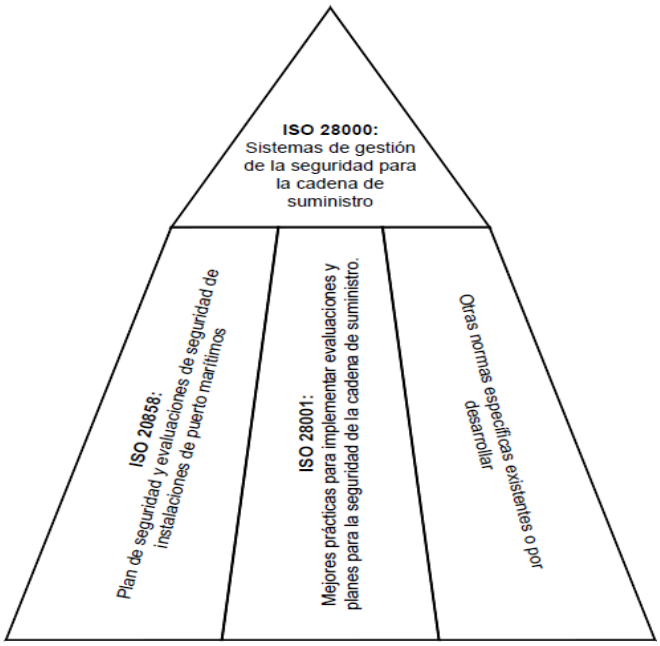



**Ilustración 1. Relación entre la norma ISO 28000 y otras normas pertinentes. Fuente: Tomado de [4].**

## 1.3 SISTEMA DE INTEGRACIÓN EMPRESA-CONTROL: ESTÁNDAR ISA 95

Esta norma es un estándar internacional desarrollado por la ISA (*Instrumentation, Systems and Automation Society*) que propone una solución al problema de integración entre el nivel de negocios y el de manufactura, definiendo una terminología estándar y brindando una metodología para el desarrollo de proyectos de integración de las operaciones durante todo el ciclo de producción sin importar el grado de automatización actual del proceso. Describe las funciones relevantes del nivel de negocios y del nivel MES (nivel de Administración de Operaciones de Manufactura), y la información clave que se requiere compartir en esos dominios. Define el alcance de las operaciones en los dos niveles, la jerarquía de los equipos de la empresa, las funciones específicas asociadas con la interfaz entre los dos niveles y finalmente las señales intercambiadas entre ellos [6].

Cuando se estudian los componentes de las empresas que poseen procesos de manufactura se pueden delimitar de manera general tres niveles principales, los cuales llevan a cabo funciones en un área de acción específica y según un tipo de responsabilidades establecidas; los niveles son: nivel de negocio, nivel de manufactura y nivel de proceso, en la Ilustración 2 se presenta la distribución de los niveles y una breve explicación de éstos.

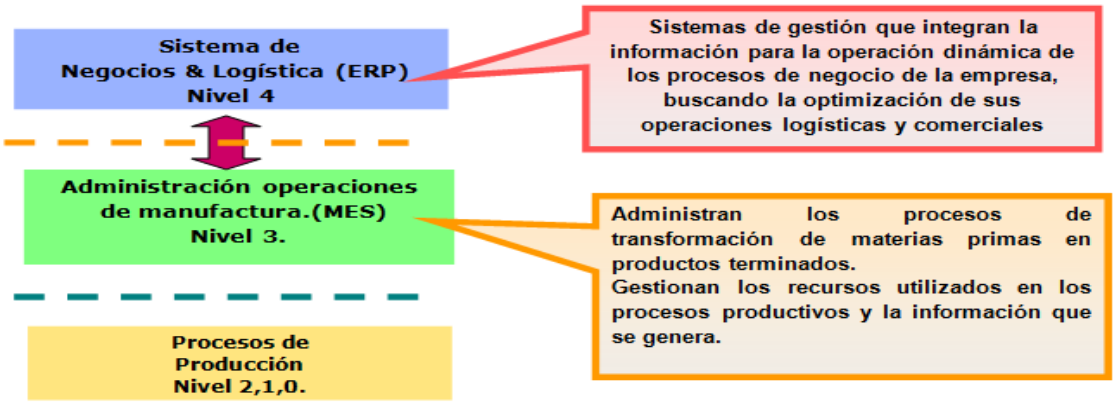



**Ilustración 2. Niveles que componen la empresa con procesos de manufactura. Fuente: Tomado de [7].**

El sistema de Negocios & Logística es el nivel superior (nivel 4) dentro de la estructura de la empresa, comúnmente conocido como nivel ERP, debido a que es en este nivel donde actúan los sistemas de información ERP (*Enterprise Resource Planning*) que llevan a cabo la planeación de recursos empresariales. De manera general se puede decir que el nivel 4 es el encargado de la administración operativa de la empresa, garantizando rentabilidad del negocio, productividad, altos índices de calidad y satisfacción de las necesidades del cliente.

El nivel de Administración de Operaciones de Manufactura (MES), Nivel 3, es el encargado de administrar los procesos productivos, tiene bajo su responsabilidad el coordinar la transformación de materias primas en productos terminados garantizando el cumplimiento de las políticas de producción de la empresa o de las necesidades del cliente. Dentro de este nivel operan los sistemas MES (Manufacturing Execution System), los cuales gestionan todos los recursos involucrados en los procesos de producción, como son materiales, equipos y personal.

Los niveles 2, 1, 0 representan los procesos productivos y dentro de éstos se llevan a cabo tareas de supervisión, monitoreo y control de variables de proceso; incluyen todo lo necesario para transformar materias primas en producto terminado como: sensores, actuadores, SCADAS, sistemas de control batch, PLC etc. [8].

En la actualidad, debido a los grandes avances que han ocurrido en los sistema de información y hardware, los cuales permiten que en cada nivel existan sistemas que poseen la capacidad de generar y administrar grandes volúmenes de información relevante tanto para el negocio como para la producción y teniendo en cuenta los retos que presenta una economía globalizada, dentro de las empresas se genera la necesidad de poder tomar ventaja de dicha información, como estrategia para aumentar la capacidad de decisión y su productividad, siendo imperioso un intercambio de información dinámico y eficiente entre los sistemas empresariales (ERP) y los sistemas administradores de procesos de manufactura (MES), de tal forma que se permita integrar la información de manera bidireccional y en el nivel de detalle apropiado, facilitando el acceso en cada nivel a la

información que se necesita. Las operaciones y funciones desarrolladas en ambos niveles con la información adecuada generan grandes beneficios para el negocio.

El estándar está conformado por una serie de cinco partes, tres de las cuales ya están aprobadas y las otras se encuentran en desarrollo.

- **Parte 1. Modelos y Terminología:** pone a disposición modelos y terminologías estándar que son utilizados para definir la interfaz entre los sistemas de empresa y los sistemas que controlan la producción.
  Aprobada: 15 de Julio de 2000 [8].

- **Parte 2. Modelos de objeto y atributos**: define la estructura de la información que se intercambia a través de la frontera Empresa Control.
  Aprobada: 17 de Octubre de 2001 [9].

- **Parte 3. Modelo de la administración de operaciones de manufactura:** describe ampliamente las operaciones de administración de manufactura. Se ocupa de los procesos de producción y del procesamiento de las informaciones entre planificación y producción, para describir las tareas y las funciones de los sistemas MES. Define la terminología de administración de manufactura que permite una integración sistémica entre el nivel de empresa y el de control de la producción. Aprobada: 6 de Junio de 2005 [10].

- **Parte 4. Modelo de objetos y atributos de la administración de operaciones de manufactura:** provee los modelos de objetos y sus atributos que describen ampliamente las actividades descritas en la parte 3. Su objetivo es proveer la base para el diseño y la implementación de interfaces estándares dentro de la administración de manufactura, dando soporte para lograr la interoperabilidad entre las funciones de nivel de manufactura [11].

- **Parte 5. Transacciones entre sistemas de negocios y de manufactura:** Especifica la manera como debe realizarse el intercambio de la información definida en las partes 1 y 2. Especifica la manera como se debe almacenar, recibir y transferir la información. Establece la estructura del mensaje, más no el contenido [12].

De acuerdo al contenido de las cinco partes del estándar ISA 95 se define como prioridad el estudio de la parte uno del mismo, pues su contenido será de utilidad para lograr la integración de los dos referentes propuestos. En la parte 1 del estándar ISA 95 se definen los siguientes tres modelos:

### 1.3.1 Modelo Jerárquico

Identifica los niveles de las funciones y acciones de control dentro de la organización. Se divide en el *Modelo de Jerarquía de Programación y Control* y en el *Modelo Jerárquico de Equipos.*

En el *Modelo de Jerarquía de Programación y Control* se describen las actividades que se desarrollan en los niveles 3 y 4, y en el *Modelo Jerárquico de Equipos* se describen los equipos físicos presentes en el proceso; se organizan en una estructura jerárquica. Finalmente se obtiene una asociación de los niveles inferiores con los niveles superiores de la jerarquía y el área de responsabilidad y acción de cada uno de ellos [8]. En la Ilustración 3 se presentan dichos modelos.

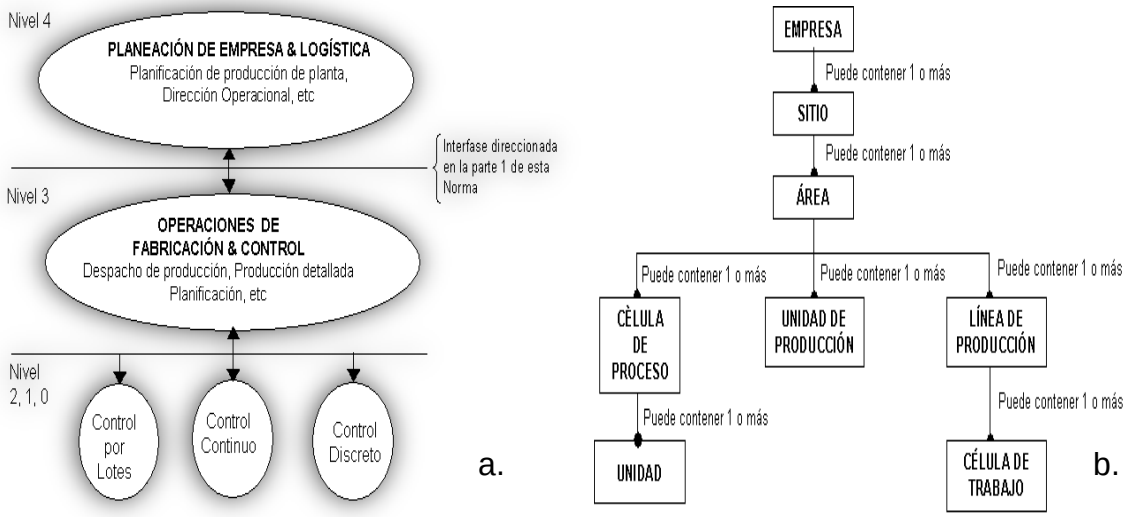



**Ilustración 3. (a)Modelo de Jerarquía de Programación y control (b) Modelo jerárquico de equipos. Fuente: Tomado de [7].**

### 1.3.2 Modelo de Flujos de Datos Funcional:

Identifica las funciones y la información que comparte la organización, permite establecer de una manera ordenada y clara el funcionamiento de la misma, detallando dentro de cada función los responsables, el tipo de decisiones que se toman y además la manera como cada una de ellas interactúa con las otras para realizar sus actividades [7].

La estructura del modelo no refleja una estructura organizativa dentro de una compañía, pero sí una estructura organizativa de funciones. Cada compañía puede colocar las funciones en diferentes grupos organizacionales. En la Ilustración 4 se presenta el Modelo de Flujos de Datos Funcional dado por el estándar.

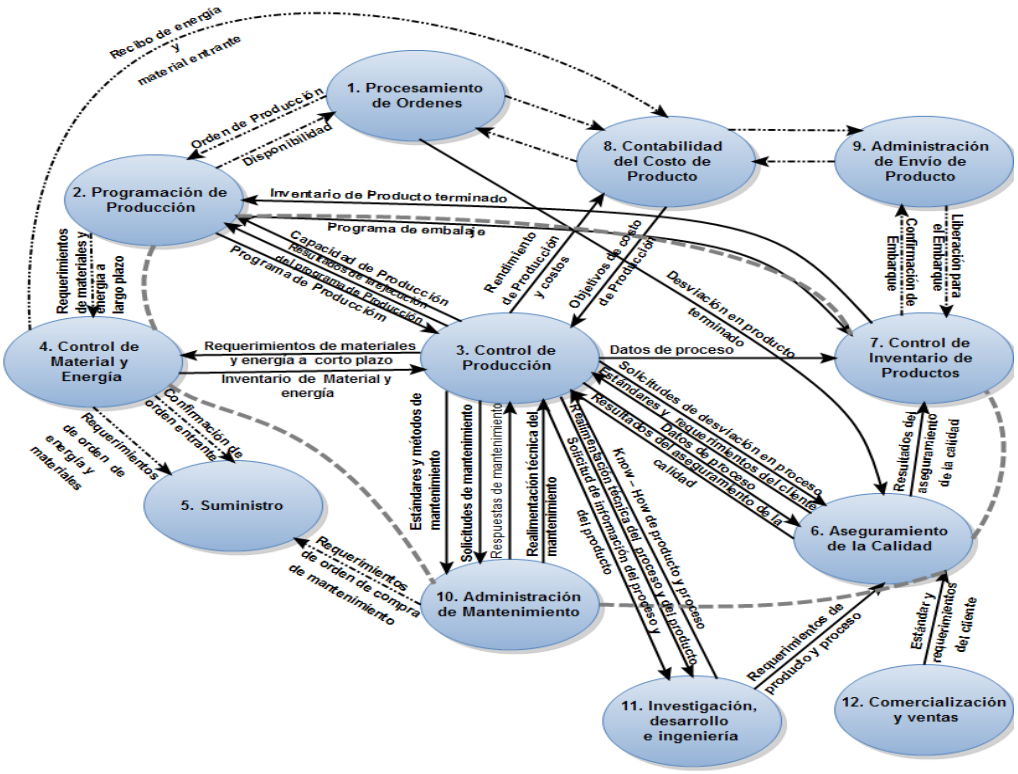



**Ilustración 4. Modelo de Flujo de Datos Funcional. Fuente: Tomado de [7].**

## 1.4 EL PETROLEO [13].

El petróleo es una sustancia aceitosa, generalmente de color oscuro, a la que por sus compuestos de hidrogeno y carbono se le denomina hidrocarburo.

Esta sustancia es el energético más importante en la historia de la humanidad. Es un recurso natural no renovable que aporta el mayor porcentaje del total de la energía que se consume en el mundo. Aunque se conoce de su existencia y utilización desde épocas milenarias, la historia del petróleo como elemento vital y factor estratégico de desarrollo es relativamente reciente, de menos de siglo y medio.

En 1850, Samuel Kier, un boticario de Pittsburg, Pennsylvania (EE.UU.) lo comercializó por primera vez con el nombre de “aceite de roca” o “petróleo”. Por la misma época, el químico escocés James Young y el geólogo canadiense Abraham Gesner comprenden su importancia al refinarlo y utilizarlo como combustible para la iluminación. El segundo de los mencionados patentó el proceso bajo el nombre de “kerosene”. Pero es el norteamericano William Drake a quien se atribuye el primer hallazgo de petróleo con fines comerciales mediante la perforación de un pozo, hecho que ocurrió en 1859 en Titusville, Pennsylvania (EE.UU.). La perforación llegó a más de 20 metros de profundidad, algo impensable en este momento pues ahora las perforaciones exploratorias están alcanzando los 7.000 metros bajo la superficie de la tierra.

A partir de entonces se puede decir que comenzó el desarrollo de la industria del petróleo y el verdadero aprovechamiento de un recurso que indudablemente ha contribuido a la formación del mundo actual.

### 1.4.1 La cadena de valor del petróleo [14].

La cadena de valor del petróleo inicia desde el momento en que se realiza la exploración de la tierra para percibir la presencia de hidrocarburos que una vez detectados se extraen por medio de perforaciones en pozos terrestres o en los océanos. Dado que el petróleo crudo no es directamente utilizable, es necesario depositarlo en los tanques de almacenamiento, en donde permanece por varios días para sedimentar y drenar el agua que normalmente contiene.

El paso inmediato al descubrimiento y explotación de un yacimiento es su almacenamiento y traslado hacia los centros de refinación o a los puertos de embarque con destino a la exportación. Para ello se construye un oleoducto, trabajo que consiste en unir tubos de acero a lo largo de un trayecto determinado, desde el campo productor hasta el punto de refinación y/o de embarque. La capacidad de transporte de los oleoductos varía y depende principalmente del diámetro de la tubería. Es decir, cuanto más grande sea el diámetro, mayor la capacidad.

El petróleo finalmente llega a las refinerías para su procesamiento. Aquí prácticamente lo que se hace es cocinarlo. Por tal razón también se le denomina “crudo”.

Una refinería es un enorme complejo donde el petróleo crudo se somete, en primer lugar, a un proceso de destilación o separación física y luego a procesos químicos que permiten extraerle buena parte de la gran variedad de los componentes que contiene. El petróleo tiene una gran variedad de compuestos, hasta el punto de que de él pueden obtenerse más de dos mil productos.

El petróleo igualmente puede clasificarse en cuatro categorías: parafínico, nafténico, asfáltico o mixto y aromático. Los productos que se sacan del proceso de refinación se llaman derivados y los hay de dos tipos: los combustibles, como la gasolina, A.C.P.M., etc.; y los petroquímicos, tales como polietileno, benceno, etc.

Las refinerías son muy distintas unas de otras, según las tecnologías y los esquemas de proceso que se utilicen, así como su capacidad. Las hay para procesar crudos livianos, crudos pesados o mezclas de ambos. Por consiguiente, los productos que se obtienen varían de una a otra.

La refinación se cumple en varias etapas. Es por esto por lo que una refinería tiene numerosas torres, unidades, equipos y tuberías. Es algo así como una ciudad de plantas de proceso.

En Colombia hay dos refinerías: El Complejo Industrial de Barrancabermeja, propiedad de Ecopetrol, ubicada en el centro del país, en el departamento de Santander y la Refinería de Cartagena, cuyos propietarios son Glencore International y Ecopetrol, esta refinería se ubica en la Zona Industrial de Mamonal, a 10 minutos del centro histórico de Cartagena de Indias en la Costa Atlántica.

El petróleo finalmente es transportado por medio de oleoductos, poliductos, carro-tanques y buques para ser conducido a las zonas de almacenamiento y distribución.

En la Ilustración 5, se presenta las etapas de la cadena de valor del petróleo. La etapa considerada de mayor interés para fines de este estudio, es la etapa de mercadeo del producto que sale directamente de la línea de producción. Es decir el petróleo que no ha sido refinado o transformado en un subproducto, debido a que esta etapa corresponde al proceso de trasporte de petróleo será la única que se define a profundidad.

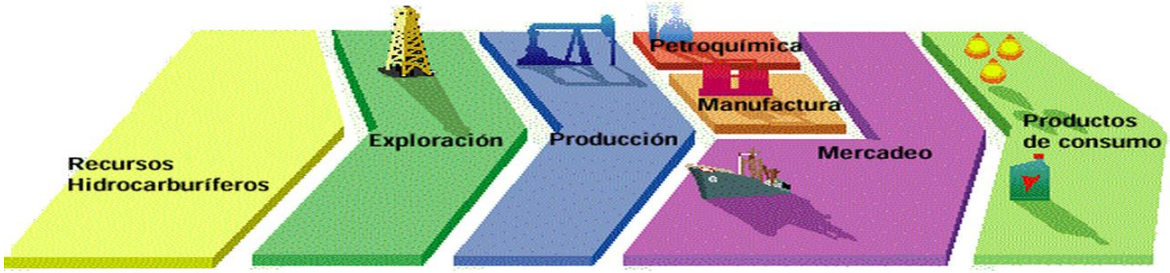



**Ilustración 5. Cadena de valor del Petróleo. Fuente: Tomado de [5].**

### 1.4.2 Proceso de Transporte de Petróleo.

El transporte es la actividad natural que prosigue a la explotación de un yacimiento para trasladar el producto hacia los centros de refinación o a los puertos de embarque con destino a la exportación, los cuales proporcionan un valor agregado al crudo. La capacidad de los oleoductos, medio de transporte por excelencia para el movimiento de petróleo, está condicionada al volumen de producción de los yacimientos y a la cantidad de reservas asociadas a estos [15].

El papel del transporte en la industria petrolera es considerable: Europa Occidental importa el 97% de sus necesidades, principalmente de África y de Oriente Medio y Japón el 100%. Pero los países que se autoabastecen están apenas mejor dotados, porque los yacimientos más importantes se encuentran a miles de kilómetros de los centros de consumo, como en EE.U, Rusia, Canadá o América Latina.

El transporte de petróleo tiene dos momentos netamente definidos: el primero es el traslado de la materia prima desde los yacimientos hasta la refinería donde finalmente será procesada para obtener los productos derivados; el siguiente momento es el de la distribución propiamente dicha, cuando los subproductos llegan hasta los centros de consumo. Los oleoductos troncales (o principales) son

tuberías de acero cuyo diámetro puede medir hasta más de 40" y que se extienden a través de grandes distancias, desde los yacimientos hasta las refinerías o los puertos de embarque. Están generalmente enterrados y protegidos contra la corrosión mediante revestimientos especiales. El petróleo es impulsado a través de los oleoductos por estaciones de bombeo, controlados por medios electrónicos desde una estación central, que hacen que el petróleo avance continuamente a unos cinco kilómetros por hora [16].

Es de vital importancia garantizar la seguridad en el transporte de crudo puesto que este incluye riesgo para el público en caso de un accidente y el subsiguiente escape de petróleo. El riesgo más grave es el de un incendio o explosión después de una ruptura importante en el oleoducto.

Las fuerzas externas son la causa principal de los accidentes de los oleoductos, y han sido implicadas en más de la mitad de los incidentes. Otras causas incluyen la corrosión y los defectos de los materiales y la construcción.

Algunos países tienen normas nacionales de seguridad para la construcción y operación de los oleoductos.

### 1.4.3 Transporte de petróleo en Colombia [15].

El desarrollo de la infraestructura de transporte de petróleo sigue la lógica normal entre hallazgos, requerimientos de las refinerías actuales y disponibilidad de excedentes para la exportación. Desde 1985 se ha acelerado la construcción y refuerzo de los oleoductos existentes para adecuar esta infraestructura a las necesidades del país.

Hasta hace algunos años ECOPETROL era propietario de la mayoría de la red de oleoductos existentes, pero con la política de desregulación del Estado, orientada a estimular la inversión privada en esta área del subsector petrolero, se diseñaron mecanismos financieros para la construcción y operación de oleoductos a través de empresas privadas especializadas en la materia.

En Colombia hay oleoductos desde 4 hasta 36 pulgadas de diámetro. Estas líneas de acero pueden ir aéreas en puentes colgantes, sobre la superficie o bajo tierra y atraviesan la más variada topografía. Las tuberías bajo tierra generalmente van enterradas a 1,20/2,0 metros de profundidad.

En la parte inicial del oleoducto una “estación de bombeo” impulsa el petróleo y, dependiendo de la topografía por donde éste pase, se colocan estratégicamente otras estaciones denominadas de reimpulso o refuerzo, necesarias para que le permitan superar sitios de gran altura, como las cordilleras en Colombia, y transportar el petróleo hasta la estación terminal.

La red de oleoductos está compuesta de 4,876 Kms distribuidos en 41 ductos que transportan el crudo entre las fuentes de producción, puntos de tratamiento o de

separación y los centros de refinación o exportación. ECOPETROL es propietario de 1,400 Kms, equivalentes al 28.71% del total, el sector privado posee líneas por un total de 785 Kms representando el 16%, el restante 55.1% son oleoductos de propiedad de las asociaciones existentes entre ECOPETROL y terceros.

Los oleoductos de mayor capacidad corresponden a: i) Oleoducto Central entre La Belleza-Vasconia -Coveñas con 615,000 barriles de capacidad y 790 Kms de longitud, que transporta específicamente los crudos del Piedemonte Llanero (Cusiana - Cupiagua) hasta el terminal marítimo de Coveñas y es propiedad de OCENSA, ii) Oleoducto Caño Limón-Rio Zulia-Coveñas con 770 Kms de longitud, 215,000 barriles de capacidad, transporta los crudos producidos en el campo Caño Limón (Arauca) y pertenece a ECOPETROL-OCCIDENTAL, iii) Oleoducto del Alto Magdalena con 212,000 barriles de capacidad y 481 Kms de longitud, propiedad del Oleoducto Colombia S.A. transportando los excedentes de petróleo del sur y oriente del país, que tienen como destino los mercados internacionales.

La red nacional de oleoductos tiene como punto de convergencia la estación de Vasconia, en el centro del país, donde existe la posibilidad de desviar el producto hacia la refinería de Barrancabermeja o hacia Coveñas, puerto de exportación de crudo situado sobre el mar Caribe. Sobre el Pacífico el país cuenta con el puerto de Tumaco, estación final del oleoducto Puerto Colón-Orito Tumaco de propiedad de ECOPETROL, transportando el petróleo de producción del Ecuador para su exportación, de acuerdo con el convenio existente entre el Gobierno Nacional y el del Ecuador. Lo anterior se puede evidenciar en la Ilustración 6.

**Ilustración 6. Red de principales Oleoductos de Colombia. Fuente: Tomado de [15].**

### 1.4.4 Normatividad Colombiana de Transporte de Petróleo [17].

En Colombia el transporte de petróleo y sus derivados está reglamentado por el Gobierno Nacional y específicamente vigilado tanto por el Ministerio de Transporte como el de Minas y energías. Entre la normatividad vigente se encuentra:

- LEY 39 DEL 18 DE NOVIEMBRE DE 1987: Por la cual se dictan disposiciones sobre la distribución del petróleo y sus derivados.

- DECRETO No. 1056 DE ABRIL 20 DE 1953: Código Nacional de Petróleo, marco de la industria petrolera. Regula el procedimiento para la exploración, explotación, refinación, transporte, distribución y consumo del petróleo crudo y de los combustibles.

- DECRETO No. 3683 DE 2003: Reglamenta la Ley 697 de 2001 y adopta mecanismos técnicos y administrativos para el uso racional y eficiente de la energía, uso de fuentes no convencionales, y en especial los usos de petróleo crudo y sus mezclas; ratifica los requisitos técnicos para el almacenamiento, manejo, transporte y distribución de crudo señalados en los Decretos 1895 de 1973, 283 de 1990 y 353 de 1991.

- DECRETO No. 0283 DE 1990: Por el cual se reglamenta el almacenamiento, manejo, transporte, distribución de combustibles líquidos derivados del petróleo y el transporte por carro tanques de petróleo crudo.

- RESOLUCION No.19 DE 2008: Por medio de la cual se derogan unas disposiciones y se unifica la reglamentación para la compra, venta, consumo, distribución, almacenamiento y transporte de las sustancias sometidas a control especial.

# 2 ESTUDIO DE LA RELACIÓN ENTRE LA NORMA ISO 28000 Y EL ESTANDAR ISA 95

En el desarrollo de éste capítulo se realiza un análisis comparativo de la norma ISO 28000 y el estándar ISA 95 con el fin de determinar las relaciones existentes entre las dos; de igual manera se tiene en cuenta las actividades, funciones y ámbitos funcionales determinados en el modelo Siemens FIET logrando una integración de los referentes que permita el desarrollo de un sistema que fusiona los requisitos de los sistemas de gestión de la seguridad con los sistemas de control y de negocio de la empresa.

Es importante resaltar que la ejecución del trabajo de grado no pretende duplicar ni remplazar los requisitos existentes en las normas, por el contrario se centra en obtener una guía que permita la implementación de los componentes comunes en ellas, ayudando así a las organizaciones a identificar áreas que reduzcan la duplicación y complejidad de los sistemas.

Inicialmente se realiza la documentación referente a la norma ISO 28000 e ISA 95 y su posterior análisis. Este estudio preliminar conlleva a una aproximación de la terminología, los modelos y requisitos establecidos, los cuales permitieron establecer la relación existente entre las mismas. En el Anexo B se presenta el completo desarrollo de éste análisis, de igual manera el Anexo A, contiene la norma ISO 28000, que describe de manera detallada los términos y requisitos empleados para el análisis, facilitando la comprensión del mismo.

## 2.1 Relación de la Terminología del Estándar ISA 95 y la Norma ISO 28000.

Es fundamental determinar la correspondencia entre la terminología tratada en la norma ISO 28000 y el estándar ISA 95, con el objetivo de entender los conceptos planteados en éstos y unificar términos y definiciones que permitan contextualizarlos al caso de estudio. En este orden de ideas, se toman para el estudio del estándar ISA 95 las definiciones dadas en la parte 1 y 3 del mismo y para la norma ISO 28000 se tiene en cuenta la norma ISO 28001, además de los términos conceptualizados en ésta.

Con el propósito de unificar los conceptos determinados por los referentes, se establece una relación según las definiciones y se contextualiza el concepto de producción al proceso de seguridad en el transporte concerniente al caso de estudio.

En la Tabla 1 se muestra la relación de algunos los términos comunes para las dos normas (ver Anexo B).

**Tabla 1. Relación de Términos de la Norma ISO 28000 y el Estándar ISA 95**

| ISO 28000 | Numeral ISO 28000 | Numeral ISA 95 | ISA 95 |
|---|---|---|---|
| Instalación<br>Activos | 3.1<br>3.2 (28001) | 3.1 | Área |
| | | 3.23 | Línea de Producción |
| | | 3.26 | Unidad de Producción |
| Alcance del Servicio | 3.18 (28001) | 1 | Alcance |
| Gestión de la Seguridad | 3.3 | 3.1.9 | Administración de operaciones de producción (Parte 3) |
| | | 3.3 | Conocimiento de embarque |
| Política de Gestión de la Seguridad | 3.5 | 6.1.3.3 | Planificación de Operaciones |

Fuente: Elaboración propia, 21 de Junio 2012.

En la Tabla 1 se evidencia que algunos términos hacen referencia a un mismo concepto y algunos otros hacen parte del alcance de un solo término, como ejemplo de esto se puede tomar la definición de ***Instalación*** dada por la norma ISO 28000 como “Planta, maquinaria, propiedad, edificios, vehículos, embarques, instalaciones portuarias y otros elementos de infraestructura o plantas y sistemas relacionados que cumplen una función o servicio empresarial distintivo y cuantificable”, que comprende la definición de los términos ***Área, Línea de Producción, Unidad de Producción*** dadas por el estándar ISA 95 como “Un agrupamiento físico, geográfico o lógico determinado por el sitio. Este puede contener células de proceso, unidades de producción y líneas de producción”, “Serie de aparatos dedicados a la manufactura de un número especifico de productos o familias de productos” y “Conjunto de equipo de producción que convierte, separa o procesa uno o más materiales bases para la elaboración de productos finales o intermedios” respectivamente. En este caso se tiene que un término en la norma ISO 28000 es el conjunto de determinados términos definidos en el estándar ISA 95.

Por último se encuentra una fuerte correspondencia con los términos nombrados en la parte 3 del estándar ISA 95 tales como:

- 10.2 Administración de Seguridad
- 10.6. Administración de Cumplimiento Regulador (regulatory compliance)
- 10.7. Administración de Incidentes y Desviaciones

Sin embargo estos términos no son usados en la relación de términos establecida debido a que son nombradas como actividades secundarias. Esto significa que son funciones de empresa y no están definidas en el estándar. A pesar de ello tienen un impacto en la administración de operaciones de manufactura, además

que hacen parte del sistema de seguridad. Por tanto en el desarrollo de este trabajo serán contenidas por la relación establecida entre la norma ISO 28000 y el estándar ISA 95.

## 2.2 Relación de los Requisitos del estándar ISA 95 y la norma ISO 28000.

El estándar ISA 95 en su parte uno define el contenido de la interfaz entre las funciones de control de manufactura y otras funciones de gestión. Su alcance está limitado por [8]:

> a) Una definición del alcance de las operaciones de manufactura y dominio de control.
>
> b) Una definición de la organización de activos físicos de una empresa involucrados en manufactura.
>
> c) Una definición de funciones asociadas con la interfaz entre funciones de control y funciones de empresa.
>
> d) Una definición de la información que es compartida entre funciones de control y funciones de empresa.

De las anteriores definiciones se tienen en cuenta los literales a, c, d entre los cuales se establece una correlación con los requisitos generales definidos en la norma ISO 28000. Puesto que dicha norma requiere establecer, documentar, implementar, mantener y mejorar continuamente el sistema de gestión de la seguridad, de tal manera que la obtención de estas definiciones propuestas por el estándar a través de la implementación de sus modelos, permitan acceder a la información necesaria de una manera rápida, completa y oportuna.

### 2.2.1 Relación de la norma ISO 28000 con el Modelo de Flujo de Datos Funcional del estándar ISA 95.

Una vez realizado un adecuado análisis del estándar ISA 95 se determinó que el modelo de flujo de datos funcional es el que mejor se ajusta a las necesidades de la gestión de la seguridad en el transporte, debido a que las funciones y sub-funciones aquí definidas permiten obtener la información necesaria para el sistema de gestión.

Considerando que el Modelo de Flujo de Datos Funcional del estándar ISA 95 está compuesto por funciones y sub-funciones, se procede a hacer un análisis de correspondencia de cada una de éstas con los requisitos establecidos en la norma ISO 28000, teniendo en cuenta que el caso de estudio del presente proyecto se centra en las funciones implicadas en la gestión de la seguridad en el transporte.

En la Tabla 2 se observa la relación de algunas funciones del Modelo de Flujo de Datos Funcional del estándar ISA 95 con los requisitos dados en la norma ISO 28000 y con ello se definen las funciones que intervienen en un sistema de gestión de la seguridad en el transporte (ver Anexo B).

**Tabla 2. Relación de la norma ISO 28000 con el Modelo de Flujo de Datos Funcional del estándar ISA95.**

| FUNCIÓN ISA 95 | Numeral ISA 95 | Numeral ISO 28000 | REQUISITO ISO 28000 |
|---|---|---|---|
| Programación de la producción (2.0) | 6.1.2 | 4.3.5 | Programas de gestión de la seguridad |
| | | 4.2 | Política de gestión de la seguridad |
| Control de la producción (3.0) | 6.1.3 | 4.5.1 | Medición y seguimiento del desempeño de la seguridad |
| | | 4.5.4 | Control de registros |
| Control de material y energía (4.0) | 6.1.4 | 4.4.6 | Control operacional |
| | | 4.5.4 | Control de registros |
| Adquisición (5.0) | 6.1.5 | 4.5.1 | Medición y seguimiento del desempeño de la seguridad |
| | | 4.5.4 | Control de registros |

Fuente: Elaboración propia, 21 de Junio 2012.

Es conveniente aclarar que no se tuvieron en cuenta algunas funciones del Modelo de Flujo de Datos Funcional del estándar ISA 95, dado que no aplican para el caso de estudio del presente proyecto, como: contabilidad del costo del producto (8.0) e investigación y desarrollo (11.0).

El presente proyecto pretende tomar como base el estándar ISA 95 orientado a un proceso en específico como lo es el transporte de un producto, para este análisis se usará exactamente la terminología planteada en el estándar aunque se desee darle a algunos conceptos un énfasis diferente; es el caso del área de producción, dado que el objetivo de estudio de este proyecto no es un proceso de producción especifico, sin embargo dicha área contiene algunas sub-funciones del estándar ISA 95 que se consideran importantes, tomando el concepto de producción como la ejecución de todo el proceso del transporte de un producto.

Considerando que el modelo en mención del estándar ISA 95 es la herramienta más útil para comprender la estructura funcional dentro de una empresa, se procede a diseñar un nuevo modelo de flujo de datos funcional basado en el original, pero solo tomando las funciones seleccionadas implicadas en la gestión del transporte de un producto, buscando realizar un análisis más detallado entre la interacción de dichas funciones y lo requerido por la norma ISO 28000. Esto gracias a que el modelo planteado por el estándar ISA 95 permite establecer de una manera ordenada y clara el funcionamiento de la organización, detallando dentro de cada función los responsables, el tipo de decisiones que se toman y

además, la manera cómo cada una de ellas interactúa con las otras para realizar sus actividades.

En la Ilustración 7 se presenta el modelo de flujo de datos funcional basado en el estándar ISA 95 con la interacción de las funciones implicadas en la gestión de la seguridad en el transporte de un producto. Al modelo resultante se le llamará modelo de flujo de datos funcional aplicado.

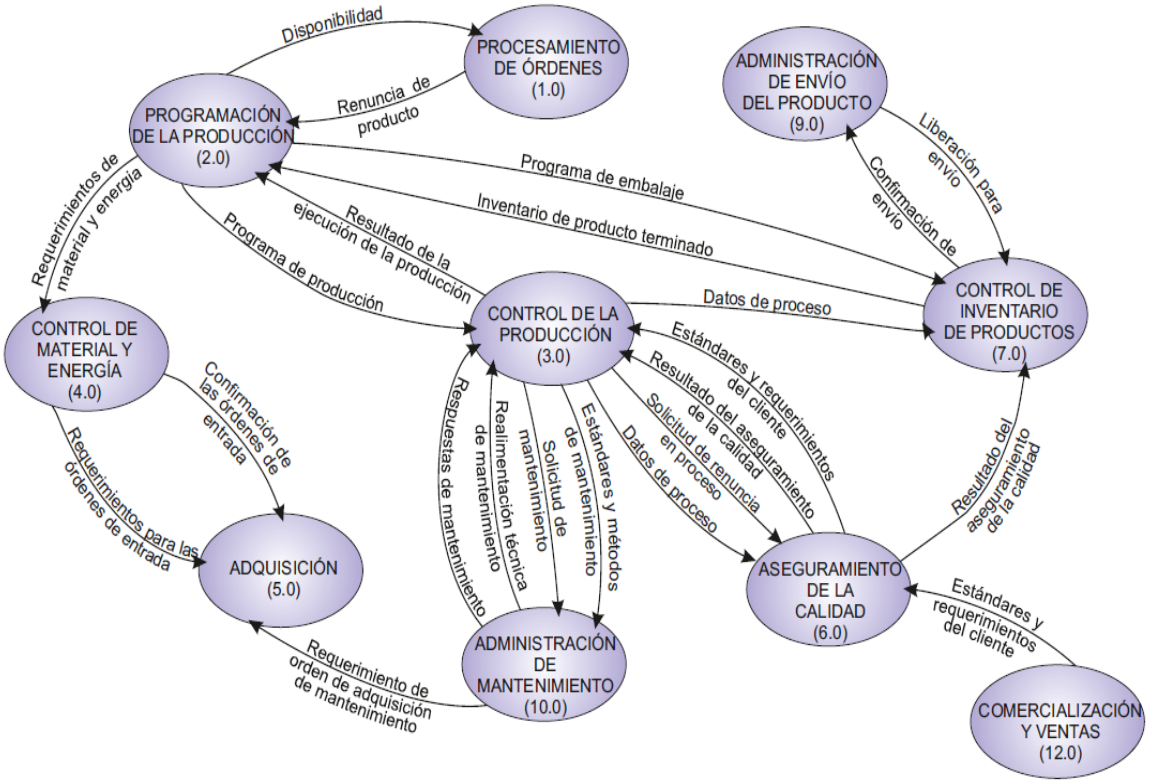



**Ilustración 7. Modelo de Flujo de Datos Funcional Aplicado. Fuente: Modificado de [2].**

Una vez relacionadas las funciones seleccionadas del estándar ISA 95 con los requisitos de la norma ISO 28000, se profundiza en las actividades que se deben llevar a cabo en cada una de dichas funciones, considerando la necesidad de cumplir con el movimiento operativo de éstas y los requisitos establecidos en la norma ISO 28000. A continuación se presenta el análisis para algunas funciones (Ver Anexo B).

### 2.2.1.1 Programación de la Producción (2.0)

Con el objetivo de orientar esta función a los fines requeridos por este estudio, se tomará como "programación de proceso", haciendo referencia al proceso de transporte. En este orden de ideas, las sub-funciones del estándar ISA 95 tomadas para este fin son:

- Determinar la programación de la producción.
- Identificar los requerimientos de materia prima a largo plazo.
- Determinar la programación de embalaje para los productos finales.

Sin embargo, las sub-funciones anteriormente mencionadas no bastan para cumplir con los requisitos de la ISO 28000 implicados en esta función, para lo cual se adicionan las siguientes sub-funciones:

- Plantear y autorizar una política de gestión de la seguridad general.
- Diseñar programas de gestión de la seguridad.
- Determinar el plan de despacho, transporte y llegada de un producto.
- Identificar los requerimientos del producto a transportar a largo plazo.
- Determinar el plan de embalaje para productos finales.
- Determinar los productos disponibles para despacho.

#### 2.2.1.2 Control de la Producción (3.0)

Del mismo modo, esta función se tomará como "control de proceso", haciendo referencia al proceso de transporte. Las sub-funciones tomadas del estándar ISA 95 para ese campo son:

- Expedir peticiones para modificación de proceso.
- Expedir peticiones para mantenimiento.
- Coordinar el mantenimiento.
- Brindar estándares técnicos y métodos para operaciones y funciones de mantenimiento.
- Producir el producto de acuerdo con la programación y las especificaciones
- Reportar información de la producción, recursos y del proceso.
- Establecer un plan de producción a corto plazo basada en la programación de la producción.

Para esta función es necesario agregar algunas sub-funciones con el fin de cumplir con los requisitos de la norma ISO 28000 relacionados con ésta.

- Controlar el cumplimiento de la política de gestión de la seguridad de acuerdo con la programación del proceso de transporte.
- Generar reportes de medición y rendimiento en el transporte del producto.
- Evaluar restricciones para capacidad y calidad del producto a transportar.
- Monitorear y garantizar la medición y el seguimiento del desempeño de la seguridad en el transporte del producto.

#### 2.2.1.3 Adquisición (5.0)

Esta función tiene la responsabilidad de realizar las adquisiciones de materia prima y otros suministros que son necesarios para el funcionamiento de las diversas operaciones de la empresa. Sin embargo para objetivos de este proyecto, se tomará esta función como la encargada de recibir el producto entrante despachado de otra organización, con el fin de atender en términos de seguridad el proceso de adquisición.

Con el propósito de cumplir con los requisitos de la norma ISO 28000 relacionados con esta función (Programas de gestión de la seguridad (4.3.5), Medición y seguimiento del desempeño de la seguridad (4.5.1) y Control de registros (4.5.4)), se tienen las siguientes sub-funciones:

- Hacer pedidos (orden de compra) con proveedores de materias primas, fuentes, repuestos, herramientas, equipos y otros materiales requeridos.
- Liberar facturas entrantes para el pago después de la llegada y aprobación de mercancías.
- Acumular y procesar los requerimientos de unidad por materias primas, partes de repuesto, etc., para la colocación de pedidos (órdenes de compra) a los proveedores.

La sub-función "liberar facturas entrantes para el pago después de la llegada y aprobación de mercancías" se toma solo con el fin de confirmar la llegada y la aprobación del producto, debido a que no se tiene en cuenta la función de contabilidad.

- Plantear programas de gestión de la seguridad conformes a la política de seguridad para la entrada productos con las especificaciones requeridas.
- Aplicar programas de gestión de la seguridad en la entrada de productos.
- Identificar los indicadores claves para medir el desempeño de la seguridad en el proceso de entrada de productos.
- Identificar amenazas a la seguridad y evaluación de riesgos para el proceso de entrada de productos.
- Establecer y mantener registros, según será necesario, para demostrar conformidad con los requisitos del sistema de gestión de seguridad.
- Notificar compras de material aceptado y fuentes de energía.

## 2.3 Relación de los flujos de información del Modelo de Flujo de Datos Funcional de la estándar ISA 95 con los Requisitos de la norma ISO 28000.

En la Tabla 3 se presentan algunos requisitos de la norma de ISO 28000 que deben estar presentes en cada uno de los flujos de información indicados en el Modelo de Flujo de Datos Funcional Aplicado, de igual manera, el requisito de política de la gestión de la seguridad debe ser de conocimiento en todas las funciones y procedimientos implicados en el proyecto.

**Tabla 3. Relación de los flujos de información del Modelo de Flujo de Datos Funcional de la norma ISA S95 con los Requisitos del estándar ISO 28000**

| FLUJO DE INFORMACIÓN | Origen | Destino | Numeral ISO 28000 | REQUISITO ISO 28000 |
|---|---|---|---|---|
| Renuncia de producto | Procesamiento de órdenes (1.0) | Programación de la producción (2.0) | 4.4.6 | Control operacional |
| | | | 4.4.5 | Control de documentos y datos |

**Tabla 3 (Continuación)**

| FLUJO DE INFORMACIÓN | Origen | Destino | Numeral ISO 28000 | REQUISITO ISO 28000 |
|---|---|---|---|---|
| Disponibilidad | Programación de la producción (2.0) | Procesamiento de órdenes (1.0) | 4.3.4 | Programas de la gestión de la seguridad |
| Requerimientos de material y energía | | Control de producto (4.0) | | |
| Programa de producción | | Control de la producción (3.0) | 4.3.4 | |

## 2.4 ANÁLISIS DEL MODELO SIEMENS FIET.

El modelo CIM de Siemens es amplio en cuanto a la concepción de todas las posibles estructuras funcionales que pueda tener una organización, independiente de su tamaño, capacidad o tipo de producto. Incluye las relaciones de la organización con su entorno. De este modelo se tienen como características principales las siguientes [18]:

- Identifica un conjunto de funciones principales de un ambiente CIM: CAD, CAM, CAP, PPC, CAQ, etc., a las que es preciso integrar.
- Distingue el ambiente CIM del ambiente CAO ("Computer-Aided Organization"), donde se tratan aspectos meramente administrativos, integrándolos.
- Modela la interacción entre CIM y CAO.
- Introduce los conceptos de integración vertical y horizontal de información.
- Plantea el concepto de logística de la información: "Es necesario contar con la información correcta, en cantidad y calidad adecuada a las necesidades, en el momento preciso y en el lugar adecuado".

Por otra parte, el modelo Siemens FIET, es un modelo realizado en una tesis de pregrado desarrollada en la Universidad del Cauca [18], en éste modelo se obtienen aquellas funciones y flujos de información que establece la norma ISA 95 y las cuales el modelo CIM de Siemens no las considera; además, define su ubicación dentro del modelo. Permitiendo así integrar los referentes de acuerdo a las funciones y ámbitos definidos previamente, como se muestra a continuación:

### 2.4.1 Análisis de los ámbitos del modelo Siemens FIET.

Continuando con el objetivo propuesto de establecer la relación entre la norma ISO 28000, el estándar ISA 95 y el modelo Siemens FIET, una vez se identificaron las funciones relevantes para el caso de estudio del modelo de flujo de datos funcional del estándar, se realizó el análisis del modelo Siemens FIET, para determinar qué ámbitos, funciones y sub-funciones de éste, podían ser utilizadas.

En la Ilustración 8, son encerrados por un circulo, los bloques funcionales seleccionados y a continuación, se mencionan de forma general los ámbitos y se explica el por qué se tomaron como referencia.

Son cuatro los bloques funcionales seleccionados inicialmente y corresponden a Programación y Control de la Producción (PPC), Garantía de Calidad Asistida por Computador (CAQ), Planificación Asistida por Computador (CAP) y el ámbito de Manufactura Asistida por Computadora (CAM). Sin embargo, una vez se realizó el análisis de las funciones y sub-funciones relacionadas, se identificó que los bloques funcionales Ventas, Compras y Diseño Asistido por Computadora (CAD) también contienen y proporcionan información relevante para el sistema de gestión.

**Programación y Control de la Producción (PPC):** Este ámbito del modelo Siemens FIET define las funciones y sub-funciones para realizar el programa de producción, así mismo establece los flujos de información para la definición del programa de producción. Teniendo en cuenta que para el caso de estudio no es relevante el proceso de producción, ya que este estudio se basa únicamente en la gestión de la seguridad del transporte de un producto, se tomara este bloque funcional como programación y control del proceso. Este bloque funcional brinda información útil para el sistema de gestión, esta información está dada por funciones como: Establecer los programas, Planificación del programa de producción y Seguimiento de la orden de trabajo.

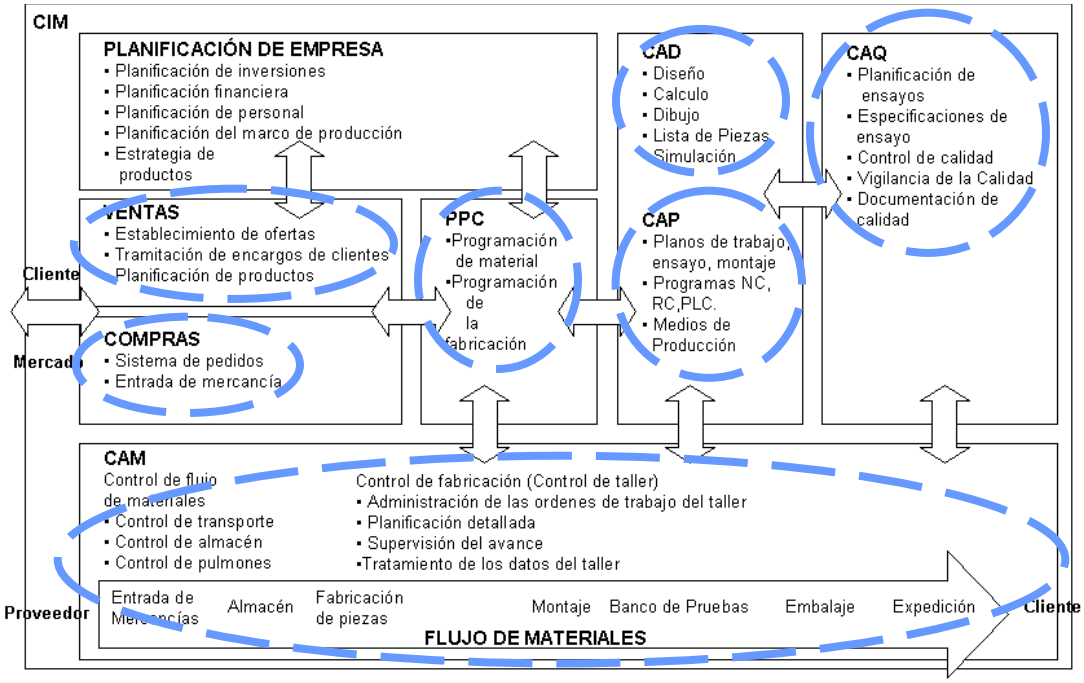



**Ilustración 8. Ámbitos del Modelo Siemens FIET. Fuente: Tomado de [13]**

**Garantía de Calidad Asistida por Computador (CAQ):** Este bloque funcional nos permite evaluar la gestión de la seguridad en el transporte. Aquí se realiza la

Evaluación de los valores medidos, seguimiento de las causas de defecto, incremento de la calidad y archivo, dado por funciones como Control y supervisión de la calidad y Documentación, estadística.

**COMPRAS:** Este bloque funcional proporciona información necesaria para el sistema de gestión, a pesar de que no se realiza compras de material y energía, se tienen en cuenta sus funciones para el abastecimiento de producto, como: Selección de proveedores, esta función permite la administración de la información de los proveedores y su actualización a través de la función Tramitación de devoluciones.

**VENTAS:** El ámbito de ventas dentro del modelo Siemens FIET es aquel que tiene contacto directo con el cliente, el que se encarga de la comercialización de los productos y definición de los pedidos, aquí se encuentran contenidas funciones como: Administración y Vigilancia de pedidos y Planificación de las Ventas. Las cuales aportan información acerca del registro, la confirmación, la cancelación de pedidos y la determinación de los productos disponibles.

**Diseño Asistido por Computadora (CAD):** Aunque son pocas las funciones relevantes para el caso de estudio proporcionadas por este bloque funcional, se consideran algunas funciones que determinan las especificaciones del proceso y brindan estándares técnicos y métodos para operaciones y funciones de mantenimiento.

**Planificación Asistida por Computador (CAP):** Este bloque funcional realiza la planificación del trabajo y diseño de los procesos, es uno de los bloques más relevantes para el sistema de gestión de la seguridad. Entre sus sub-funciones más trascendentales para el caso de estudio se encuentran: la Determinación de la secuencia de trabajo, Establecimiento de nuevos procesos de trabajo, Establecimiento de procesos de verificación, Determinación de las necesidades de los medios de verificación, Planificación de la secuencia de verificación.

**CAM Control de Fabricación:** Teniendo en cuenta que para el caso de estudio no es relevante el proceso de fabricación, ya que este estudio se basa únicamente en la gestión de la seguridad del transporte de un producto, se tomara este bloque funcional para realizar el control del proceso, aportando funciones como: Planificación de las secuencias de trabajo, Supervisión de la orden de trabajo, Reportar datos de la producción y del proceso, Control de la capacidad de taller.

**CAM: Entrada de mercancías:** Éste ámbito define funciones que permiten la documentación y seguimiento de las mercancías entrantes, tales como: Inspección visual de acuerdo con los albaranes de suministro, Unidad de embalaje, Plazo de suministro y Establecer los albaranes de acompañamiento de la mercancía.

**CAM Almacén**: En este bloque funcional se define un conjunto de funciones que permiten realizar el control de la entrada y salida de mercancía de producto terminado, y la correcta administración de inventarios facilita la entrega del

producto a transporte. Este ámbito contiene sub-funciones como: Control de la disponibilidad, Supervisión de existencias, Identificación de las entradas en el almacén y Supervisión de la disponibilidad.

**CAM Fabricación de Piezas/ Montaje:** A pesar de que no se realiza fabricación o montaje de piezas, para el caso de estudio este bloque es útil para llevar a cabo el proceso, a partir de funciones como: Supervisión de la realización de las órdenes de trabajo, Fijar y distribuir las situaciones de proceso, Activar las órdenes de conservación/reparación, Expedir peticiones para modificación del proceso.

**CAM Banco de Pruebas:** Contiene una función de gran utilidad para el sistema de gestión de la seguridad, pues realiza la supervisión del estado de las Instalaciones, lo que ayuda a la prevención de posibles riegos.

**CAM Embalaje:** Este bloque funcional permite realizar la organización del producto para el transporte de acuerdo a los pedidos o forma de distribución. Entre sus funciones se encuentran: Administración y programación de las órdenes de embalaje, Abastecimiento y retirada interna de materiales. Este bloque es el encargado de activar el transporte de producto.

**CAM Expedición:** Las funciones definidas en este bloque funcional permiten realizar un control del despacho del producto, a través de la administración y programación de las órdenes de expedición. Por tanto es importante para el caso de estudio, entre las sub-funciones más importantes se encuentran: Recibir y administrar las órdenes, activar la salida de almacén, planificar los medios de transporte, seleccionar los medios de transporte exteriores, seleccionar los almacenes de llegada y determinar la carga y rutas óptimas.

**CAM Transporte:** Este es uno de los bloques funcionales más importante para el sistema de gestión de la seguridad en el transporte de un producto, porque define funciones que permiten hacer un seguimiento de las condiciones de transporte necesarias para el correcto desplazamiento del producto terminado, como: administración y asignación de las órdenes a los medios de transporte (programación), Llevar una ilustración actualizada, Impedir colisiones bloqueos, Determinación de los recorridos y control de direcciones para los medios de transporte.

**CAM Conservación:** Este bloque funcional es de vital importancia en la prevención de riesgos y corrección de perturbaciones, permite definir procedimientos para el mantenimiento de los medios de producción e instalaciones físicas entre otros. Proporciona funciones como: la planificación del mantenimiento preventivo, programación de órdenes, administración y supervisión de órdenes y ejecución de las órdenes de mantenimiento y reparación.

El análisis del modelo Siemens FIET (SF), que permitió determinar qué ámbitos, funciones y sub-funciones de éste se relacionan con el modelo de datos funcional aplicado y cuáles sub-funciones deben ser adicionadas, está dado por el proceso

de mapeo de funciones determinado en la Ilustración 9, considerando que el modelo Siemens FIET ya contiene la norma ISA 95, se parte de la relación establecida entre este referente y el estándar, en donde se especifican las funciones del modelo de flujo de datos funcional ISA 95 que ayudan al cumplimiento de los requisitos del estándar y se determina que sub-funciones deben ser adicionadas a este modelo para cumplir los requerimientos del estándar ISO 28000.

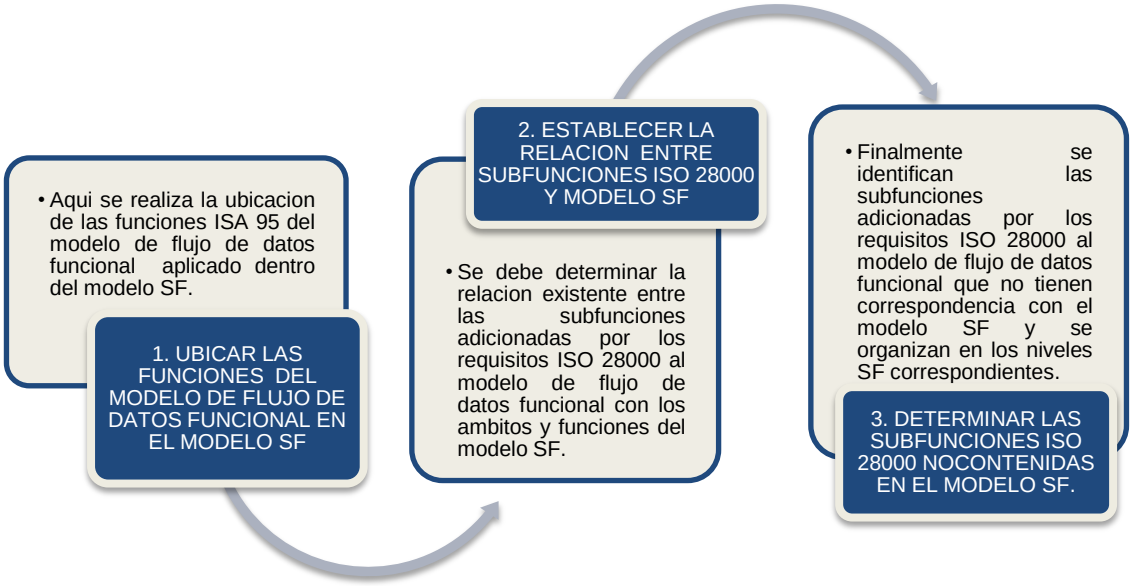



**Ilustración 9. Proceso de Mapeo de las Funciones y Sub-funciones del Modelo funcional ISA 95 Aplicado en los Ámbitos del Modelo SF. Fuente: Elaboración Propia**

#### 2.4.1.1 Ubicación de las Funciones ISA 95 del Modelo de Flujo de Datos Funcional en el Modelo Siemens FIET.

En esta etapa se determina la ubicación en el modelo SF de las funciones ISA 95 definidas en el modelo de flujo de datos funcional aplicado. Con el propósito de hacer un análisis más detallado, en la Tabla 4, se exponen las sub-funciones ISA 95 incluidas en el modelo de flujo de datos funcional aplicado y su respectivo código numérico, lo cual facilita el hallazgo de la correspondencia con las funciones especificadas en el modelo SF.

Con el propósito de hacer un análisis más detallado, se exponen las sub-funciones ISA 95 incluidas en el modelo de flujo de datos funcional aplicado y su respectivo código numérico (Ver Anexo C), en la Tabla 4, se presenta a manera de ejemplo la codificación numérica para la función 6 de la ISA 95: Aseguramiento de la calidad.

**Tabla 4. Sub-funciones ISA 95 Involucradas en el Modelo de datos Funcional Aplicado**

| Función | Sub-funciones | Código |
|---|---|---|
| Aseguramiento de la calidad. (6.0) | Prueba de productos. | 6.1A |
| | Clasificación de productos. | 6.1B |
| | Fijar los estándares para la calidad del producto. | 6.2 |
| | Publicar estándares para la fabricación y laboratorios de prueba de acuerdo con requisitos de la tecnología, de la comercialización y de servicios del cliente. | 6.3B |
| | Almacenar y mantener datos de la calidad del producto. | 6.4 |

Fuente: Elaboración Propia, 17 de Julio de 2012

En cada Ámbito Funcional del modelo SF se identifica con la codificación numérica mencionada anteriormente, la relación entre las funciones del modelo y de la Norma ISA 95. Esta relación se encuentra en una tabla del Anexo C, en donde se destaca que las funciones del modelo de flujo de datos funcional que son necesarias pertenecen a las ámbitos de Procesamiento de órdenes, Programación de la producción, Control de material y energía, Adquisición, Aseguramiento de la calidad, Control de inventario de producto, Administración del envío del producto, Administración del mantenimiento y Ventas las cuales se relacionan con los bloques funcionales CAQ, Ventas, Compras, PPC y CAM, tal y como se especifica en el modelo Siemens FIET. A manera de ejemplo se muestra en la Tabla 5, el análisis correspondiente al bloque funcional Siemens FIET CAQ.

Como se observa en la Tabla 5, el bloque funcional CAQ tiene funciones CIM que corresponden a las funciones ISA 95 “Aseguramiento de la calidad” y “Control de Material y Energía”. Es el caso de la función (2) control y supervisión de la calidad, la cual contiene las sub-funciones (2.3) Supervisión de la realización y (2.5) Certificar que el producto fue producido según condiciones de proceso estándares, las cuales corresponden a las sub-funciones ISA 95: manejar calidad de producto (4.1C) y certificar que el producto fue producido según condiciones de proceso estándares (6.6) respectivamente. Estas funciones son de utilidad para llevar el control y la mejora continua de la calidad del sistema de gestión de la seguridad y del proceso de transporte.

**Tabla 5. Funciones ISA 95 del Modelo de Flujo de Datos Funcional Aplicado Involucradas en el Modelo SF**

| BLOQUE FUNCIONAL | FUNCIÓN | CODIGO MODELO SF | CODIGO ISA 95 |
|---|---|---|---|
| Garantía de calidad asistida por computador CAQ | 2. Control y supervisión de la calidad | 2.3 | 4.1C |
| | | 2.5 | 6.6 |
| | 3. Documentación, estadística | 3.1 | 6.4 |
| | | 3.2 | 6.4 |
| | | 3.3 | 6.4 |

Fuente: Elaboración Propia, 17 de Julio de 2012

### 2.4.1.2 Establecer la Relación entre Sub-funciones ISO 28000 y el Modelo SF.

En esta fase del procedimiento se determina la relación existente entre las sub-funciones adicionadas por los requisitos ISO 28000 al modelo de flujo de datos funcional con los ámbitos y funciones del modelo SF**.**

Las sub-funciones adicionales son identificadas mediante un código numérico, a demás se menciona la función ISA 95 a la cual pertenece cada sub-función (Ver Anexo C). En la Tabla 6. se presenta algunas de las funciones adicionadas para función 6 de la ISA 95: Aseguramiento de la calidad.

**Tabla 6. Sub-funciones Adicionales ISO 28000 del Modelo de Flujo de Datos Funcional**

| FUNCION | SUB-FUNCION ISO 28000 | CÓDIGO |
|---|---|---|
| Aseguramiento de la calidad (6.0) | Mantener y mejorar el sistema de gestión de la seguridad para identificar las amenazas a la seguridad. | S6.1.1 |
| | Evaluar los riesgos, controlar y mitigar sus consecuencias. | S6.1.2 |
| | Asegurar el cumplimiento de regulaciones, requisitos y leyes sobre seguridad. | S6.1.3 |
| | Mantener procedimientos para hacer seguimiento y medición del desempeño del sistema de seguridad. | S6.1.4 |

Fuente: Elaboración Propia, 17 de Julio de 2012

Posteriormente se muestra la relación directa entre algunas funciones y sub-funciones del modelo siemens FIET con las sub-funciones ISO 28000 adicionadas al modelo de flujo de datos funcional (Ver Anexo C), la Tabla 7 presenta un ejemplo de esta relación.

**Tabla 7. Relación del modelo SF con las Sub-funciones Adicionales ISO 28000 del Modelo de Flujo de Datos Funcional**

| MODELO SIEMENS FIET | | | |
|---|---|---|---|
| **BLOQUE FUNCIONAL** | **FUNCIÓN** | **SUBFUNCIÓN** | **CODIGO SUBFUNCION ISO 28000** |
| Garantía de calidad asistida por computador CAQ | 3. Documentación, estadística | 3.1 Seguimiento de las causas de defectos (6.4) | S6.1.3 |
| | | 3.2 Archivo (6.4) | S5.1.5 |
| CAM: Transporte | 1. Administración de las órdenes y programación de los medios de transporte | 1.6 Funciones de supervisión | S9.1.3 |
| | 3. Control y supervisión del proceso | 3.5 Comunicar averías y expedir peticiones de mantenimiento hacia conservación (3.1.1B) | |
| | | 3.3 Supervisión del transporte | S9.1.2 |

Fuente: Elaboración Propia, 17 de Julio de 2012

Como se observa en la Tabla 7, un bloque funcional del modelo SF puede contener varias sub-funciones ISO 28000 pertenecientes a diferentes ámbitos funcionales ISA 95; por ejemplo, en el bloque funcional CAQ se halla una relación entre la función (3) Control y Supervisión del proceso, que contiene las sub-funciones Seguimiento de las causas de defectos y Archivo, encontrando correspondencia con las sub-funciones ISO 28000 mantener procedimientos para hacer seguimiento y medición del desempeño del sistema de seguridad y establecer y mantener registros, éstas funciones corresponden a los ámbitos funcionales Aseguramiento de la calidad y Adquisición respectivamente.

Igualmente varias funciones de un bloque funcional del modelo SF pueden tener relación con una única sub-función ISO 28000, como es el caso del bloque Transporte y las sub-funciones: (1.6) Funciones de supervisión, (3.5) Comunicar averías y expedir peticiones de mantenimiento hacia conservación y (3.3) Supervisión del transporte, pertenecientes a las funciones Siemens FIET (1) Administración de las órdenes y programación de los medios de transporte y (3) Control y supervisión del proceso, las dos primeras tienen correspondencia con la sub-función ISO 28000: (S9.1.3) Identificar amenazas a la seguridad y evaluación de riesgos para el proceso de transporte de productos y la tercera se relaciona con Identificar los indicadores claves para medir el desempeño de la seguridad en el proceso de transporte de productos.

De este análisis se evidencia que algunas sub-funciones ISO 28000 no tienen correspondencia con el modelo SF, sin embargo deben ser incluidas. De igual forma sucede con algunas funciones del modelo SF que no han sido incluidas por la relación entre las sub-funciones ISA 95 e ISO 28000 y dicho modelo, y que contribuyen al sistema de gestión de la seguridad en el transporte.

Finalmente esta situación da motivos para la realización de la fase tres del procedimiento de mapeo.

#### 2.4.1.3 Determinar las Sub-funciones ISO 28000 No contenidas en el Modelo SF.

En esta última fase del proceso de mapeo de funciones, se identifican las sub-funciones adicionadas por los requisitos ISO 28000 al modelo de flujo de datos funcional que no tienen correspondencia con el modelo SF y se organizan en los niveles SF correspondientes. A si mismo se determina cuales funciones y sub-funciones del modelo SF son necesarias para el sistema de gestión y deben incluirse.

En el Anexo C se especifican cuales son las sub-funciones ISO 28000 que no están contenidas en el modelos SF y los respectivos niveles de este modelo que deberían contenerlas, estas sub-funciones han sido identificadas por su código, a manera de ejemplo se muestra la Tabla 8, en la que se observa que un bloque funcional y sus respectivas funciones pueden contener varias sub-funciones ISO 28000 pertenecientes a diferentes ámbitos funcionales, como es el caso del

bloque funcional PPC y las funciones (1) establecer los programas y (10) varios, las cuales contienen las sub-funciones (S4.1.5.) Política de gestión de la seguridad perteneciente al ámbito de control de material y energía, y las sub-funciones (S1.1.1) hasta (S1.1.8) pertenecientes al ámbito procesamiento de órdenes, tales como: (S1.1.6) Manutención de procedimientos para controlar los documentos datos e información exigidos en la política de seguridad, (S1.1.7) Manejo de órdenes de autorización para localizar y tener acceso a los documentos, datos e información, (S1.1.8) Actualización de documentos y reportes.

Entre las sub-funciones ubicadas, se encuentra la sub-función ISO 28000 (S6.1.5) Evaluar e iniciar acciones preventivas para identificar las fallas potenciales en la seguridad, la cual pertenece a la función control y supervisión de la calidad del bloque funcional CAQ. Así como las sub-funciones (S9.1.1) Aplicar programas de gestión de la seguridad conformes a la política de seguridad para el envío y transporte de productos con las especificaciones requeridas y (S9.1.5) Identificar amenazas a la seguridad y evaluación de riesgos para el proceso de transporte de productos, las cuales pertenecen a la función (3) Control y supervisión del proceso del bloque funcional CAM: Transporte. Entre otras sub-funciones, se halla la sub-función (S5.1.1) Plantear programas de gestión de la seguridad conformes a la política de seguridad para la entrada productos con las especificaciones requeridas, la cual pertenece al bloque funcional CAM: Entrada de Mercancías. La inclusión y debida ubicación de estas sub-funciones, ayuda al cumplimiento de todos los requerimientos planteados por el estándar ISO 28000 y proporciona la información necesaria para el sistema de seguridad en el transporte.

**Tabla 8. Sub-funciones ISO que No están Contenidas en el Modelo SF y Nivel Correspondiente**

| MODELO SIEMENS FIET | | |
|---|---|---|
| **BLOQUE FUNCIONAL** | **FUNCIÓN** | **COD SUBFUNCION IS0 28000** |
| Garantía de calidad asistida por computador CAQ | 2. Control y supervisión de la calidad | S6.1.5 |
| CAP | 5. Planificación de la verificación | S4.1.2 |
| CAM: Control de Fabricación | 4.Supervisión de taller (Supervisión del ámbito de fabricación) | S4.1.1 |
| CAM: Entrada de Mercancías | 4. Varios | S5.1.1 |
| CAM: Transporte | 3. Control y supervisión del proceso | S9.1.1 |
| | | S9.1.5 |

Fuente: Elaboración Propia, 17 de Julio de 2012

Así mismo sucede con algunas sub-funciones del modelo Siemens FIET, las cuales no fueron contenidas por la relación entre el modelo SF y las funciones ISA 95 del modelo de flujo de datos funcional aplicado. En el Anexo C se muestran dichas sub-funciones y el bloque funcional al cual pertenecen. Estas funciones son de utilidad para el sistema de gestión, puesto que permiten recolectar la información necesaria para éste, que no ha sido proporcionada por las relaciones

anteriores. Como ejemplo se observa en la Tabla 9, el caso del bloque funcional CAM: Transporte y las sub-funciones relacionadas con la función (3) Control y supervisión del proceso, tales como: (3.1) Impedir colisiones y bloqueos y (3.2) Determinación de las rutas. Esta información es relevante para el sistema de seguridad pues permite realizar la programación del transporte del producto, frente a las rutas óptimas que se deben escoger, asegurando la seguridad y la prevención de riesgos del proceso.

Similarmente se evidencia en Tabla 9 que otra información de utilidad es suministrada por el bloque funcional CAM: Banco de pruebas y la función Supervisión del estado de las Instalaciones. Aquí se maneja datos necesarios para la conservación de las instalaciones y prevención de accidentes, a través de sub-funciones tales como: (5.1) Filtrar y Distribuir datos de máquina y de taller así como las comunicaciones, (5.2) Llevar la ilustración de las instalaciones y (5.4) Llevar el libro de registro.

Finalmente se procede a hacer el análisis de los flujos de información y la determinación del modelo resultante.

**Tabla 9. Inclusión de Funciones y Sub-funciones del Modelo SF que No corresponden a una Sub-función ISO 28000**

| MODELO SIEMENS FIET | | |
|---|---|---|
| **BLOQUE FUNCIONAL** | **FUNCIÓN** | **SUB-FUNCIÓN** |
| CAM: Transporte | 1. Administración de las órdenes y programación de los medios de transporte | 1.1 Administración de medios de transporte |
| | | 1.4 Asignación de las órdenes a los medios de transporte (programación) |
| | 2. Administración de la imagen representativa del proceso | 2.1 Llevar una ilustración actualizada. |
| | | 2.2 Transcribir la ilustración del proceso |
| | 3. Control y supervisión del proceso | 3.1 Impedir colisiones y bloqueos |
| | | 3.2 Determinación de las rutas (Determinación de los recorridos y control de direcciones para los medios de transporte) |
| CAM: Banco de Pruebas | 5. Supervisión del estado de las Instalaciones | 5.1 Filtrar y Distribuir datos de máquina y de taller así como las comunicaciones |
| | | 5.2 Llevar la ilustración de las instalaciones |
| | | 5.4 Llevar el libro de registro |

Fuente: Elaboración Propia, 17 de Julio de 2012

### 2.4.2 Flujos de Información y Modelo SF Resultante

Una vez realizado el mapeo de funciones, se procede a hacer el análisis de los flujos de información y la determinación del modelo resultante. Para ello se inicia definiendo la información relevante de cada bloque funcional que puede ser intercambiada con el sistema de gestión de la seguridad en el transporte. Para lograr el intercambio de información del modelo Siemens FIET (SF) con la seguridad, se produce un intercambio de información entre los diferentes ámbitos

para la realización de las tareas y actividades a realizar dentro del proceso de transporte, por lo cual, es necesario establecer las interfaces entre los diferentes ámbitos seleccionados.

#### 2.4.2.1 Definición de la Información a Intercambiar con el Sistema de Gestión de la Seguridad en el Transporte.

En esta fase se realiza la definición de la información a intercambiar con el sistema de gestión de la seguridad en el transporte, para ello se efectúa un análisis detallado de cada bloque funcional del modelo SF, se crea un nuevo bloque denominado seguridad en el transporte y de acuerdo a las funciones y sub-funciones establecidas en el mapeo, se determinó la manera de interactuar de cada bloque con el sistema de gestión de la seguridad en el transporte, de tal forma que permitiese la consecución y documentación de información relevante para lograr la integración y cumplimiento de los requisitos de la norma ISA 95, el estándar ISO 28000 y el modelo SF.

En la Tabla 10 presentan las funciones del nuevo bloque funcional generado, las cuales son definidas a partir de los requerimientos del sistema de gestión de la seguridad en el transporte, y son necesarias para realizar el adecuado diseño del sistema, tal y como se detalla en el capitulo tres de definición y aplicación de criterios para el diseño.

En el Anexo D se especifica la información seleccionada y la forma de interacción de cada bloque funcional con el sistema de gestión de la seguridad en el transporte, aquí se detalla la información requerida por el sistema de gestión de la seguridad y la función a la cual pertenece, en la Tabla 11 se muestran los flujos establecidos, en donde se evidencia dicha interacción, como es el caso del bloque funcional CAQ, el cual proporciona el informe de las causas de defectos, esta información es extraída de la función (3) Documentación, estadística y es útil para la seguridad del transporte, puesto que proporciona un histórico de las causas de defectos del proceso de transporte, lo que permite solucionar y evitar eficazmente posibles fallas. Otro de los bloques que suministra información importante para el sistema es el boque funcional PPC, de donde se obtiene la política de gestión de la seguridad, siendo esta un requisito del estándar ISO 28000 de gran importancia puesto que proporciona las intenciones y direcciones generales de la organización, relacionadas con la seguridad, así como la estructura para el control de los procesos y actividades que tienen que ver con la seguridad.

**Tabla 10 Funciones de Seguridad en el Transporte**

| BLOQUE FUNCIONAL | FUNCIÓN | SUBFUNCIÓN |
|---|---|---|
| SEGURIDAD EN EL TRANSPORTE | 1. Planificación de la Seguridad | 1.1 Política de Seguridad |
| | | 1.2 Evaluación del riesgo de seguridad |
| | | 1.3 Identificar la legislación pertinente y otros requisitos |

**Tabla 10(Continuación)**

| BLOQUE FUNCIONAL | FUNCIÓN | SUBFUNCIÓN |
|---|---|---|
| SEGURIDAD EN EL TRANSPORTE | 1. Planificación de la Seguridad | 1.4 Definir objetivos y metas |
| | | 1.5 Establecer el programa |
| | 2. Implementación y Operación | 2.1 Definir responsabilidades para la gestión de la seguridad |
| | | 2.2 Entrenar y evaluar al personal |
| | | 2.3 Comunicación |
| | | 2.4 Control Operacional |
| | | 2.4 Prevención y recuperación de la seguridad |
| | 3. Verificación y acción correctiva | 3.1 Medición y Seguimiento del Desempeño de Seguridad |
| | | 3.2 Evaluación del sistema |
| | | 3.3 Acción correctiva y preventiva |
| | | 3.4 Control de registros |

Fuente: Elaboración Propia, 27 de agosto de 2012

**Tabla 11. Intercambio de Información entre los Bloques Funcionales del Modelo Siemens FIET y el Sistema de Gestión de la Seguridad en el Transporte.**

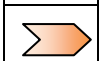
| Interfaz | | | Información | Función |
|---|---|---|---|---|
| SEGURIDAD EN EL TRANSPORTE | | CAQ | Resultados de la evaluación de la seguridad | 2. Control y supervisión de la calidad |
| | | | Resultados de la ejecución del programa | |
| | | | Oportunidades y necesidades para la mejora continua | |
| | | | Informe de las causas de defectos | 3. Documentación, estadística |
| |  | | Informe y registros sobre No conformidades | |
| | | VENTAS | Registro de pedidos. | 2. Administración y Vigilancia de pedidos |
| | | | Confirmación de pedidos. | |
| | | | Cancelación de pedidos. | |
| | | | Requerimientos de usuario para los productos | 4. Varios |
| | | COMPRAS | Datos maestros de proveedores | 1. Selección de proveedores |
| | | | Informe de compras de material aceptado | 2. Sistema de Pedidos y seguimiento de pedidos |
| | | | Albarán de devolución | |

**Tabla 11 (Continuación)**

| Interfaz | | | Información | Función |
|---|---|---|---|---|
| SEGURIDAD EN EL TRANSPORTE | | PPC | Política de gestión de la seguridad | 1. Establecer los programas |
| | | | Objetivos de seguridad para el transporte. | |
| | | | Política y Objetivos pertinentes al proceso | 1. Establecer los programas |
| | | | Programa de producción y Programa de Embalaje | |
| | | | Seguimiento de cargas | 7. Seguimiento de la orden de trabajo |
| | | | Procedimientos para identificar la información de reglamentación, acceder a ella y mantenerla actualizada | 10. Varios |
| | | | Identificación de cuáles requisitos tienen aplicación y dónde | |
| | | | Procedimientos para el seguimiento de la implementación de controles adecuados a la nueva legislación de seguridad | |
| | | | Cumplimiento legal | |
| | | | Informe de requisitos legales aplicables y otros requisitos que suscribe la organización en relación con sus amenazas y riesgos para la seguridad. | |
| | | | Instrucciones para determinar la aplicación de requisitos y reglamentación de seguridad. | |
| | | | Procedimientos para asegurar que la información pertinente de gestión de la seguridad se comunica hacia y desde los empleados relevantes, contratistas y otras partes interesadas | |
| | | | Órdenes de autorización para localizar y tener acceso a los documentos, datos e información. | |

**Tabla 11 (Continuación)**

| Interfaz | | | Información | Función |
|---|---|---|---|---|
| SEGURIDAD EN EL TRANSPORTE | | CAD | Requerimientos del proceso. | 3. Especificaciones del producto y proceso. |
| | | | Estándares técnicos y métodos para operaciones y funciones de mantenimiento. | |
| | | | Actividades y resultados de mantenimiento | |
| | | | Instrucciones de mantenimiento | |
| | | CAP | Progreso en la preparación de los planes y secuencia de trabajo | 2. Planificación del trabajo |
| | | | Parámetros del proceso | |
| | | | Secuencia de trabajo | |
| | | | Procedimientos y máquinas | |
| | | | Recursos necesarios para lograr los objetivos de gestión de la seguridad | 2. Planificación del trabajo |
| | | | Listado del personal de seguridad calificado que necesita y/o a recibido autorización en tareas de seguridad | |
| | | | Programas de gestión de la seguridad | |
| | | | Responsabilidades y autoridades de la seguridad para todo el personal pertinente | |
| | | | Documentación de roles y responsabilidades en los manuales y procedimientos | |
| | | | Procesos para comunicar los roles y responsabilidades para todos los empleados y otras partes pertinentes | |
| | | | Procedimientos de control operacional | |

**Tabla 11 (Continuación)**

| Interfaz | | | Información | Función |
|---|---|---|---|---|
| SEGURIDAD EN EL TRANSPORTE | | CAP | Procedimientos para el seguimiento de la efectividad de las prácticas de seguridad, cronogramas de inspección y listas de control. | 2. Planificación del trabajo |
| | | | Procedimientos sobre incidente de seguridad y no conformidad | |
| | | | Evidencia de evaluaciones de la eficacia de las acciones correctivas y preventivas tomadas | |
| | | | Listas de Equipo de Seguridad | |
| | | | Procesos y desempeño mejorados | 5. Planificación de la verificación |
| | | | Procesos de verificación y mejoramiento continuo | |
| | | | Avance en el logro de objetivos | |
| | | | Informes de inspección de seguridad | |
| | | | Desempeño de la seguridad tanto histórico como actual | |
| | | | Procesos para manejar la dinámica de la seguridad del proceso de transporte | |
| | | | Conformidad con los requisitos legales, estatutarios y otros requisitos de reglamentación sobre seguridad | |
| | | CAM: Control de la fabricación | Datos del proceso | 1.Administración de órdenes de trabajo |
| | | | Ordenes de trabajo | |
| | | | Avisos de perturbación | 4.Supervisión de taller |
| | | | Actividades y Mitigación de amenazas identificadas como un riesgo significativo | |
| | | | Soporte técnico a operadores | 5. Varios |
| | | | Programas y planes de entrenamiento para operadores | |

**Tabla 11 (Continuación)**

| Interfaz | | | Información | Función |
|---|---|---|---|---|
| SEGURIDAD EN EL TRANSPORTE | | CAM: Entrada de Mercancías | Albaranes de suministro y albaranes de acompañamiento | 1.Recepción |
| | | | Informes de control | 2. Revisión |
| | | | Comunicación de averías, perturbaciones y peticiones de mantenimiento | 4. Varios |
| | | | Programas de gestión de la seguridad conformes a la política de seguridad para la entrada productos con las especificaciones requeridas | |
| | | CAM: Almacén | Programa de entradas y salidas del almacén. | 3. Especificación de trabajos |
| | | | Comunicación de averías, perturbaciones y peticiones de mantenimiento | 5. Supervisión del estado del almacén |
| | | CAM: Transporte | Instrucciones de operación | 1. Administración de las órdenes y programación de los medios de transporte |
| | | | Ordenes de transporte | |
| | | | Programación del transporte | |
| | | | Rutas y recorridos del transporte | 3. Control y supervisión del proceso |
| | | | Registros para demostrar conformidad con los requisitos del sistema de gestión de seguridad | |
| | | | Comunicación de averías, perturbaciones y peticiones de mantenimiento | |
| | | | Programas de gestión de la seguridad conformes a la política de seguridad para el envío y transporte de productos con las especificaciones requeridas | |
| | | CAM: Fabricación de piezas / Montaje | Activación del sistema de transporte | 2. Especificación de trabajos |
| | | CAM: Fabricación de piezas/ montaje | Avisos de perturbación. | 4. Supervisión del estado de las Instalaciones |
| | | | Libro de registro | |
| | | | Órdenes de conservación/reparación | |
| | | | Peticiones para modificación del proceso | |

**Tabla 11 (Continuación)**

| Interfaz | | | Información | Función |
|---|---|---|---|---|
| SEGURIDAD EN EL TRANSPORTE | ← | CAM: Expedición | Orden de salida de almacén | 1. Administración y programación de las órdenes de expedición |
| | | | Medios de transporte, carga y rutas optimas | |
| | | | Confirmación de la terminación de la expedición. | |
| | | | Documentación de expedición. | 2. Control de la expedición |
| | | | Comunicación de averías, perturbaciones y peticiones de mantenimiento. | 3. Varios |
| | ← | CAM: Banco de Pruebas | Datos de máquina y de taller. | 5. Supervisión del estado de las Instalaciones |
| | | | Prueba de equipos de seguridad y registros de calibración. | |
| | | | Opciones Tecnológicas | |
| | | | Libro de registro | |
| | | | Comunicación de averías, perturbaciones y peticiones de mantenimiento | |
| | ← | CAM: Embalaje | Ordenes de Embalaje y fechas | 1.Administración y programación de las órdenes de embalaje |
| | | | Comunicación de averías, perturbaciones y peticiones de mantenimiento | 5.Supervisión del estado de las instalaciones |
| | ← | CAM: Conservación | Programa de mantenimiento preventivo | 1.Planificación del mantenimiento preventivo |
| | ← | | Actividades y Medidas de Seguridad | 1.Planificación del mantenimiento preventivo |
| | | | Experiencias de mejores prácticas de seguridad | |
| | | | Planificación y fechas de mantenimiento. | |
| | | | Contratos externos de trabajos de mantenimiento. | |
| | | | Pautas de programación para inspección, pequeñas reparaciones, sustitución de piezas de desgaste | |

**Tabla 11. (Continuación)**

| Interfaz | | | Información | Función |
|---|---|---|---|---|
| SEGURIDAD EN EL TRANSPORTE | | CAM: Conservación | Disponibilidad de servicios de emergencias locales y agencias de seguridad. | 1.Planificación del mantenimiento preventivo |
| | | | Revisión de incidentes previos y situaciones de emergencia y resultados de acciones subsiguientes | |
| | | | Plan de emergencia | |
| | | | Registros de entrenamiento | |
| | | | Programas y planes de entrenamiento | |
| | | | Secciones de Información de seguridad para los empleados y partes interesadas | |
| | | | Ordenes de Mantenimiento | 3.Administración y supervisión de órdenes |
| | | | Ordenes de planificación | |
| | | | Causas y duración de las averías | |
| | | | Estado de conservación | |
| | | | Informes de Incidentes y/o riesgos | |
| | | | Diagnóstico de averías | 4.Ejecución de las órdenes de mantenimiento y reparación |
| | | | Informes de mantenimiento | |
| | | | Información proveniente de consultas de seguridad de los empleados, actividades de revisión y mejoramiento del lugar de trabajo. | |
| | | | Resultado de acciones correctivas y preventivas | |
| | | | Resultados de los ejercicios de planificación y preparación para incidentes | |

Fuente: Elaboración Propia, 17 de Julio de 2012

### 2.4.2.2 Modelo Resultante y Flujos de Información entre los Bloques Funcionales.

Para lograr el intercambio de información del modelo resultante con el sistema de gestion de la seguridad en el transporte, se produce un intercambio de información entre los diferentes bloques funcionales para la realización de las diferentes actividades a ejecutar dentro del proceso, por lo cual, se determinaron las interfaces entre los diferentes bloques seleccionados.

El modelo de flujo de datos funcional definido en la norma ISA 95, considera el flujo de información entre funciones, pero no especifica qué subfunciones son las encargadas de enviar o recibir la información; por esta razón, tal y como se especifica en el trabajo de grado denominado “Adecuación del Modelo Siemens a las Normas ISA 88 e ISA 95 con Aplicación Ilustrativa a un caso de Estudio"[18], se presenta en el Anexo D, en una tabla en donde se identifican qué subfunciones actúan directamente en el intercambio de información para cada uno de los flujos establecidos en el modelo de flujo de datos funcional aplicado.

Las tablas 12 y 13, se expone a manera de ejemplo algunos de los bloques funcionales del modelo resultante, el cual contiene todas las funciones determinadas mediante el mapeo y se definen los ámbitos funcionales del modelo Siemens FIET y los flujos de información entre éstos, que se consideran relevantes para la seguridad en el transporte. Para cada bloque del modelo Siemens-FIET, se detalla el tipo de información del bloque a ser intercambiada con los otros bloques funcionales y se define una interfaz gráfica del bloque y los flujos de información definidos anteriormente. Todos los bloques del modelo resultante y los flujos de información, son detallados en el Anexo D.

Entre la información contenida en las tablas 12 y 13 los números encerrados entre paréntesis hacen referencia al código de una sub-función ISA o ISO 28000, como se especifica en las tablas 1 y 3 del Anexo C respectivamente, mientras la letra cursiva indica la inclusión de una sub-función ISO 28000 al modelo SF, según se determino en el análisis realizado en el mismo anexo.

En la Ilustración 10 se presenta de forma grafica el intercambio de información para cada uno de los bloques funcionales especificados.

**Tabla 12. Funciones del Bloque CAM: Transporte**

| **MODELO SIEMENS FIET** | | |
|---|---|---|
| **BLOQUE FUNCIONAL** | **FUNCIÓN** | **SUBFUNCIÓN** |
| CAM: Transporte | 1. Administración de las órdenes y programación de los medios de transporte | 1.1 Administración de medios de transporte |
| | | 1.2 Negociar y hacer pedidos con las compañías de transporte (9.2) |
| | | 1.3 Administración de órdenes de transporte (9.1) |
| | | 1.4 Asignación de las órdenes a los medios de transporte (programación) |
| | | 1.6 Funciones de supervisión. (S9.1.3) |
| | 2. Administración de la imagen representativa del proceso | 2.1 Llevar una ilustración actualizada. |
| | | 2.2 Transcribir la ilustración del proceso |

**Tabla 12. (Continuación)**

| MODELO SIEMENS FIET | | |
|---|---|---|
| **BLOQUE FUNCIONAL** | **FUNCIÓN** | **SUBFUNCIÓN** |
| CAM: Transporte | 3. Control y supervisión del proceso | 3.1 Impedir colisiones y bloqueos |
| | | 3.2 Determinación de las rutas (Determinación de los recorridos y control de direcciones para los medios de transporte) |
| | | 3.3 Supervisión del transporte. (S9.1.2) |
| | | 3.4 Tramitación de la orden, Coordinación entre los sistemas de transporte y transferencia de cargas(9.3) |
| | | 3.5 Comunicar averías y expedir peticiones de mantenimiento hacia conservación. (3.1.1B)(S9.1.3) |
| | | *3.6 Aplicar programas de gestión de la seguridad conformes a la política de seguridad para el envío y transporte de productos con las especificaciones requeridas. (S9.1.1)* |
| | | *3.7 Establecer y mantener registros, según será necesario, para demostrar conformidad con los requisitos del sistema de gestión de seguridad.(S9.1.5)* |

Fuente: Elaboración Propia, 17 de Julio de 2012

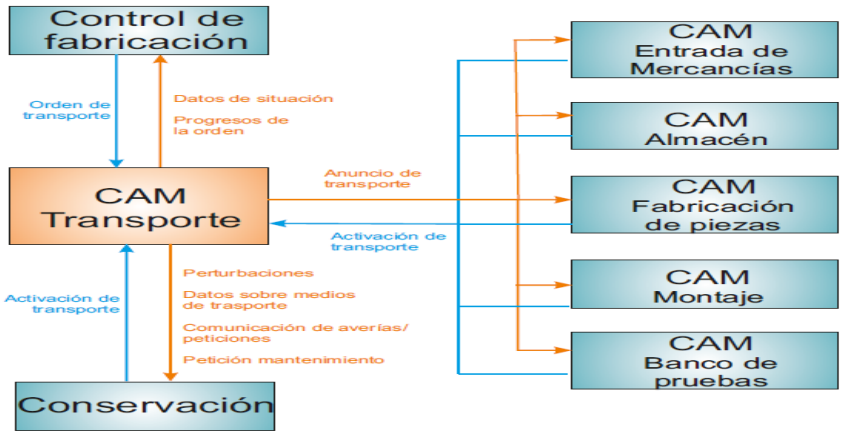



**Ilustración 10. Flujos de Información del Bloque CAM: Transporte. Fuente: Elaboración Propia, 08/2012**

**Tabla 13. Flujos de Información del Bloque CAM: Transporte**

| Interfaz | | | Contenido de datos |
|---|---|---|---|
| CAM: Transporte | | Control de la fabricación | Datos de situación, Progresos de la orden. |
| | | | Orden de transporte |
| | | Entrada de mercancías, Almacén, Fabricación de piezas, Montaje, Banco de Pruebas, Embalaje, Expedición | Anuncio de transporte |
| | | | Activación de transporte |
| | | Conservación | Perturbaciones, Datos sobre medios de transporte, Anuncio de transporte [22] Comunicación de averías /perturbaciones y petición mantenimiento |
| | | | Activación de transporte |

# 3 CRITERIOS PARA EL DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE SEGURIDAD EN TRANSPORTE

El objetivo del presente proyecto se basa en la definición de los criterios para el diseño de un Sistema de Gestión de la Seguridad (SGS) en el proceso de transporte de un producto, de tal manera que se complementen los requisitos estipulados en la norma ISO 28000 con el estándar internacional ISA 95. Por ello, a medida que avanza este capítulo se define y se explica cada criterio.

## 3.1 Definición de criterios para el diseño de un SGS en transporte

En la definición de los criterios para el diseño del SGS en el transporte se tienen en cuenta los elementos determinados en la norma ISO 28000 [4], los cuales permiten la correcta planificación y evaluación del SGS. Dichos criterios se caracterizan por ser los requisitos que deben ser respetados para alcanzar el objetivo del SGS en el transporte considerando las relaciones establecidas en el capítulo anterior, a demás se consideran algunos estudios realizados que contribuyen a la definición de la información necesaria para cada criterio[19].

En la Ilustración 11, se presentan la agrupación de criterios definidos para el sistema de gestión de seguridad, en donde se observan cuatro grupos principales, los cuales contienen los criterios necesarios para el cumplimiento de los requisitos y se explican detalladamente en el desarrollo de este capítulo.

**Ilustración 11. Definición de criterios para el diseño de un SGC en transporte. Fuente: Elaboración propia, 21 de Agosto de 2012**

Es importante considerar que en todos los criterios se requiere llevar un control de documentos y datos, los cuales contengan la información crítica para la operación de cada etapa del SGS y el desempeño de las actividades de seguridad del proceso. A continuación se definen cada uno de los criterios con sus respectivas entradas de información, el origen de esta, el procedimiento a desarrollar y los resultados obtenidos.

### 3.1.1 Política de gestión de la seguridad

La norma ISO 28000 define la política de gestión de la seguridad como intenciones y direcciones generales de una organización, relacionadas con la seguridad y la estructura para el control de los procesos y actividades que tienen que ver con la seguridad, que se derivan de la política y los requisitos de reglamentación de la organización y son coherentes con ellos. Este criterio permite determinar el compromiso de la alta gerencia respecto a la seguridad, establece un sentido general de dirección y fija los principios de acción para la organización, constituyendo los objetivos de seguridad para la responsabilidad y desempeño sobre seguridad requeridos a lo largo del proceso de transporte.

En la Tabla 14 se evidencia la información necesaria para establecer la política de gestión de la seguridad para el proceso de transporte, esta información es proveniente de los bloques funcionales como: PPC, CAP y CAD, por ejemplo, el bloque CAP brinda los requerimientos del proceso, estos son necesarios para definir una política de seguridad acorde a las necesidades de éste. Por otra parte se obtiene que la información generada en el desarrollo de este criterio es definida por el bloque de seguridad en el transporte y después es enviada al bloque funcional PPC, en donde posteriormente y gracias a los flujos de información establecidos en el capitulo anterior, es proporcionada a los demás bloques del modelo SF que necesiten de dicha información.

**Tabla 14 Definición de las Entradas, Proceso y Salidas de la Política de Seguridad**

| | | |
|---|---|---|
| PPC | Entradas | Política y objetivos pertinentes al proceso de transporte. |
| CAQ | | Oportunidades y necesidades para la mejora continua. |
| | | Resultados de la evaluación de la seguridad. |
| | | Resultados de la ejecución del programa. |
| VENTAS | | Necesidades del producto. |
| | | Necesidades de las partes interesadas. |
| CAP | | Progreso en la preparación de los planes y secuencia de trabajo. |
| | | Desempeño de la seguridad tanto histórico como actual. |
| CAD | | Requerimientos del proceso |
| Seguridad en el transporte | Proceso | Establecer una política apropiada a la naturaleza y escala de los riesgos de la seguridad del proceso. |
| | | Mejorar el desempeño de seguridad y el sistema de gestión de la seguridad, efectiva y eficazmente, para satisfacer las necesidades del cambio del comercio global, las del negocio y las necesidades regulatorias. |

**Tabla 14. (Continuación)**

| | | |
|---|---|---|
| Seguridad en el transporte | Proceso | Dar conformidad a las actuales regulaciones de seguridad aplicables y con otros requisitos a los cuales se suscribe la organización. |
| | | Documentar, implementar y mantener la política de SGS. |
| | | Comunicar y proporcionar la política de SGS a todos los empleados y terceras partes pertinentes. |
| | | Revisar la política de SGS periódicamente para asegurarse que mantiene su pertinencia y apropiación para el proceso. |
| PPC | Resultado | Una política de seguridad comprensiva, concisa y comprensible a lo largo del proceso. |

Fuente: Elaboración Propia, 23 de Julio de 2012

En la Ilustración 12 se presentan los flujos de información entrantes con su respectivo origen requerido para el desarrollo de la política de seguridad.

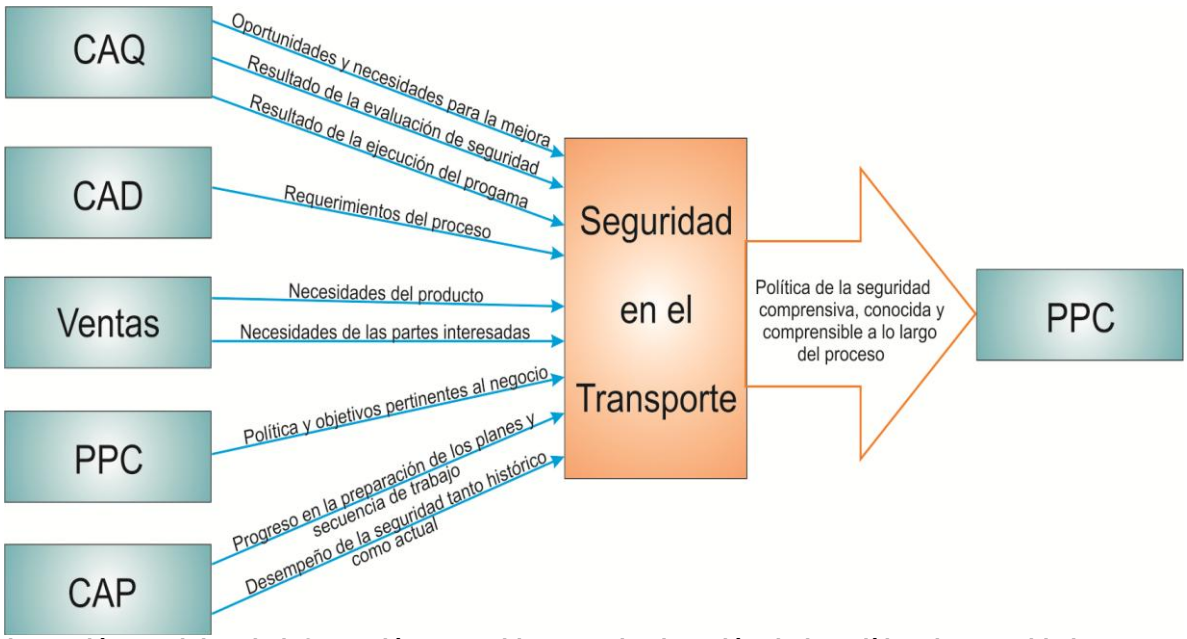



**Ilustración 12.Flujos de información requeridos para la ejecución de la política de seguridad. Fuente: Elaboración propia, 23 de Agosto de 2012.**

### 3.1.2 Planificación de la seguridad

La planificación de la seguridad permite establecer metas de seguridad y elegir los medios para alcanzar dichas metas, ayudando a que la organización determine los niveles adecuados de seguridad dentro del proceso de transporte, así como también permite la identificación de amenazas a la seguridad y posibles riesgos del proceso.

Para realizar una completa planificación de la seguridad se presentan cuatro criterios tal como se indica en la Ilustración 13, éstos criterios están basados en los elementos definidos por la norma ISO 28000 y contendidos en el grupo de planificación de la seguridad de acuerdo a la división presentada en la Ilustración 11.

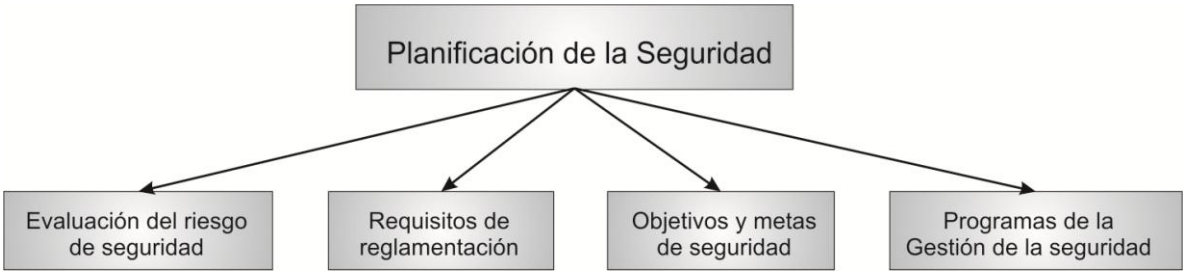



**Ilustración 13. Planificación de la seguridad. Fuente: Elaboración propia, 25 de Agosto de 2012.**

#### 3.1.2.1 Evaluación del riesgo de seguridad

La identificación de amenazas a la seguridad, los procesos de evaluación del riesgo y sus resultados son de gran importancia para el sistema de seguridad. Las relaciones entre los procesos de identificación de amenazas a la seguridad, la evaluación del riesgo y los demás elementos del SGS deben ser claramente establecidos y visibles, de tal manera que se logre identificar si los procesos de evaluación y gestión de riesgos son o no convenientes y suficientes.

En la Tabla 15 se evidencia la información necesaria para realizar la evaluación del riesgo de seguridad [20], ésta es proveniente de bloques funcionales como: CAQ, CAP y la mayoría de los bloques de CAM involucrados con el desarrollo del proceso de transporte, tales como CAM: transporte y expedición, por ejemplo el bloque CAM: transporte, brinda las rutas y recorridos del transporte, facilitando la ubicación de posibles riesgos de seguridad debido a las condiciones del lugar, CAM: Transporte, Entrada de mercancías, Almacén, Expedición, Banco de pruebas; comunican las averías, perturbaciones y peticiones de mantenimiento, lo que brinda un estimado de las condiciones y estado de las instalaciones, así como de las fallas a la seguridad más comunes, facilitando la evaluación de los riesgos. Otra información importante es generada a partir del bloque CAM: Conservación puesto que éste proporciona el registro de los incidentes, permitiendo su identificación de tal manera que no se repitan nuevamente. Por otra parte se obtiene que la evaluación de la seguridad obtenida en el desarrollo de este criterio,

es definida y contenida por el bloque de seguridad en el transporte, de esta manera será de fácil acceso para los demás requerimientos del SGS.

**Tabla 15 Definición de las Entradas, Proceso y Salidas de la Evaluación del Riesgo de Seguridad**

| | | |
|---|---|---|
| PPC | Entradas | Aspectos legales y otros requisitos de seguridad. |
| | | Política de seguridad. |
| | | Seguimiento de cargas. |
| CAM: Conservación | | Registros de los incidentes. |
| | | Diagnostico de averías. |
| | | Causas y duración de las averías. |
| | | Estado de conservación. |
| CAM: Conservación | | Información proveniente de consultas de seguridad de los empleados, actividades de revisión y mejoramiento del lugar de trabajo. |
| | | Información sobre las mejores prácticas, el riesgo típico de seguridad respecto del proceso, los incidentes y emergencias que hayan ocurrido en procesos similares. |
| CAQ | | No conformidades. |
| | | Informe de las causas de defectos. |
| Ventas | | Contribución de partes interesadas y otro personal externo. |
| CAP | | Parámetros del proceso. |
| | | Informes de inspección de seguridad. |
| | | Procesos de verificación. |
| CAM: Control de la fabricación, fabricación de piezas | | Datos de proceso. |
| | | Avisos de perturbación. |
| CAM: Transporte | | Rutas y recorridos del transporte. |
| CAM: Transporte, Entrada de mercancias, Almacén, Expedición, Banco de pruebas, Embalaje | | Comunicación de averías/perturbaciones y petición de mantenimiento. |
| CAM: Entrada de mercancías | | Informes de control. |
| CAM: Banco de pruebas | | Datos de máquina y de taller. |

**Tabla 15. (Continuación)**

| | | |
|---|---|---|
| Seguridad en el transporte | Proceso | Identificar las amenazas a la seguridad, evaluación del riesgo y gestión del riesgo. |
| | | Revisar la evaluación de identificación de amenazas a la seguridad, evaluación del riesgo y gestión del riesgo. |
| Seguridad en el transporte | Resultado | Identificación de amenazas a la seguridad. |
| | | Determinación de los riesgos asociados a las amenazas a la seguridad identificadas. |
| | | Identificación del nivel de los riesgos relacionados con cada amenaza a la seguridad y si ellos son tolerables o no. |
| | | Medidas de control necesarias detalladas como parte del elemento de control operacional del sistema. |

Fuente: Elaboración Propia, 27 de Agosto de 2012

En la Ilustración 14 se presentan los flujos de información requeridos para la evaluación del riesgo de seguridad.

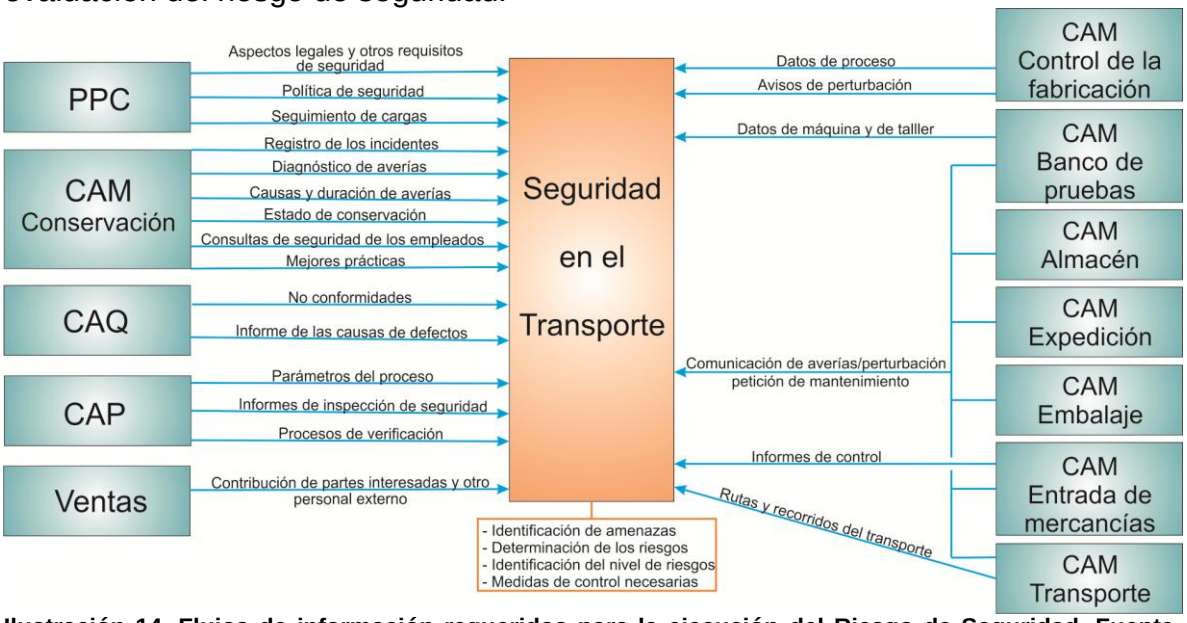



**Ilustración 14. Flujos de información requeridos para la ejecución del Riesgo de Seguridad. Fuente: Elaboración propia, 23 de Agosto de 2012.**

Entre las metodologías que pueden usar las organizaciones para hacer la evaluación del riesgo de incidentes de seguridad que el proceso de transporte pueda sufrir, en el Anexo C se presenta un procedimiento con el fin de determinar las contramedidas apropiadas y eficaces para el tipo y tamaño del proceso. En el anexo esta la definición de cada paso, así como también se expone como realizar el desarrollo de contramedidas.

### 3.1.2.2 Requisitos de reglamentación

El estudio de los diferentes requisitos de seguridad legales, estatutarios y otros regulatorios tiene el propósito de promover el conocimiento y la comprensión de las responsabilidades legales y regulatorias para así entender cómo sus actividades son o serán afectadas por éstos, al igual que definir cuáles son aplicables y poder comunicar al personal pertinente.

La información necesaria para realizar la identificación de los requisitos de reglamentación, está contenida en la Tabla 16, en donde se nota que proviene de bloques funcionales como PPC; CAD, Ventas y Seguridad en el Transporte, por ejemplo el bloque PPC es de gran importancia para la identificación de la reglamentación, pues proporciona los requisitos legales, gubernamentales, de las asociaciones de comercio, practicas y regulaciones, el bloque Seguridad en el Transporte brinda los resultados de la identificación de amenazas a la seguridad, la evaluación y la gestión del riesgos, de esta manera permite definir las necesidades de seguridad del proceso y por ende los requisitos de este, El bloque CAM: Transporte brinda las ruta, recorridos y programación del transporte, lo que facilita la identificación de requisitos de seguridad debido a las condiciones del lugar, tales como reglamentación ambiental y de ordenamiento territorial. Por otra parte se obtiene que la identificación de requisitos de reglamentación es definida por la seguridad en el trasporte y posteriormente es enviada al bloque funcional PPC.

**Tabla 16 Definición de las Entradas, Proceso y Salidas de Requisitos de Reglamentación**

| | | |
|---|---|---|
| CAM: Transporte | Entradas | Rutas y recorridos del transporte. |
| | | Programación del transporte. |
| Seguridad en el transporte | | Resultados de la identificación de amenazas a la seguridad, la evaluación y la gestión del riesgos. |
| CAM: Conservación | | Las mejores prácticas. |
| PPC | | Requisitos legales, gubernamentales, las asociaciones de comercio, prácticas y regulaciones. |
| | | Listado de fuentes de información. |
| CAD | | Requerimientos del proceso. |
| Ventas | | Requisitos de las partes interesadas. |
| CAP | | Procesos para manejar la dinámica de la seguridad del proceso de transporte. |

**Tabla 16. (Continuación)**

| | | |
|---|---|---|
| Seguridad en el transporte | Proceso | Identificar la legislación pertinente y otros requisitos. |
| | | Identificar los medios más apropiados para acceder a la información. |
| | | Evaluar qué requisitos tienen aplicación y dónde la tienen, y quién necesita recibir la información. |
| PPC | Resultado | Procedimientos para identificar la información, acceder a ella y mantenerla actualizada. |
| | | Identificación de cuáles requisitos tienen aplicación y dónde. |
| | | Procedimientos para el seguimiento de la implementación de controles adecuados a la nueva legislación de seguridad. |

Fuente: Elaboración Propia, 30 de Agosto de 2012

En la Ilustración 15 se presentan los flujos de información requeridos para los requisitos de reglamentación del riesgo de seguridad.

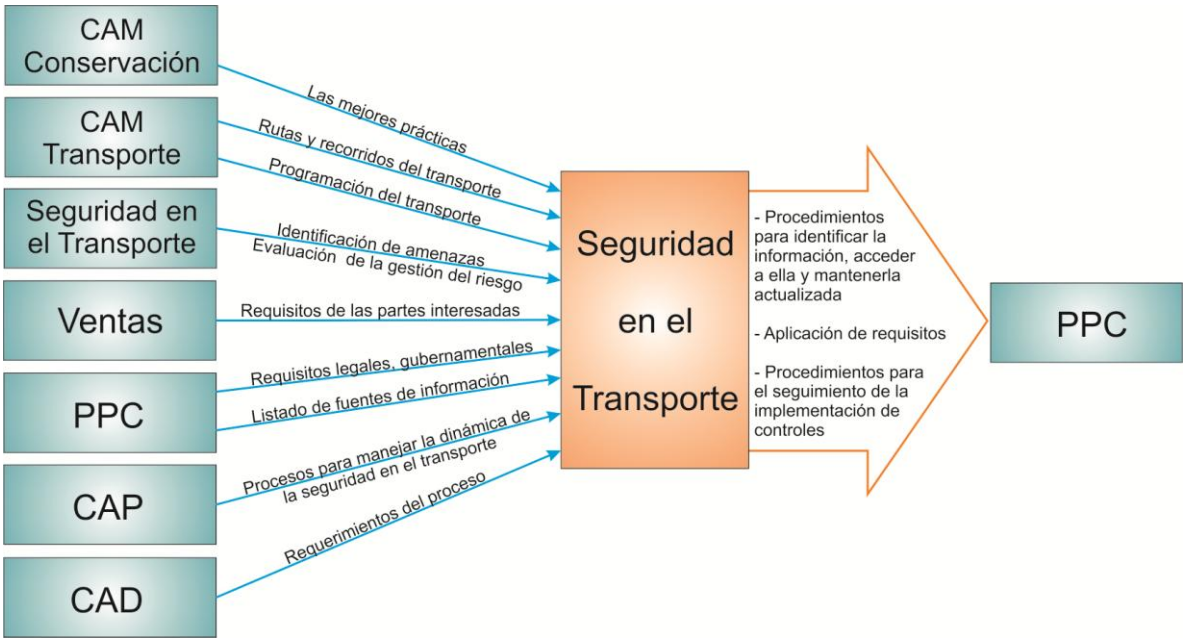



**Ilustración 15. Flujos de información requeridos para la ejecución de Reglamentación. Fuente: Elaboración propia, 30 de Agosto de 2012.**

### 3.1.2.3 Objetivos y metas de seguridad

Es importante que la definición de los objetivos de gestión de la seguridad sea documentada en las funciones y niveles pertinentes dentro de la organización. Considerando que es fundamental que los objetivos se deriven de la política de gestión de la seguridad y sean medibles.

Los bloques funcionales como: PPC, CAM: Banco de pruebas, CAP y CAQ, proporcionan las entradas necesarias para generar los objetivos y metas de seguridad, tal y como se aprecia en laTabla 17, por ejemplo CAP brinda el informe de inspección de seguridad, a partir del cual se pueden establecer los objetivos de seguridad que eviten repetir los errores cometidos y mejorar el desempeño de la seguridad, de igual manera CAM: Banco de Pruebas ofrece opciones tecnológicas mediante las cuales se puedan ejecutar diferentes objetivos de seguridad y de esta manera mejorar la eficiencia del sistema de gestión. Por otra parte la información obtenida mediante el desarrollo de este criterio, se ejecuta en el bloque seguridad del transporte y posteriormente es enviada al bloque funcional PPC, el cual a partir de los flujos de información establecidos en el capitulo anterior suministra la información pertinente los diferentes bloques del modelo SF.

**Tabla 17. Definición de las Entradas, Proceso y Salidas de Objetivos y Metas de Seguridad**

| | | |
|---|---|---|
| PPC | Entradas | Política y objetivos pertinentes al proceso de transporte. |
| | | Política de seguridad. |
| | | Requisitos legales y otros. |
| Seguridad en el transporte | | Resultado de la identificación de amenazas a la seguridad, evaluación y gestión de riesgo. |
| CAM: Banco de pruebas | | Opciones tecnológicas. |
| CAD, Ventas | | Requisitos operacionales y comerciales. |
| CAP | | Informe de inspección de la seguridad. |
| CAM: Control de la fabricación | | Actividades y mitigación de amenazas identificadas como un riesgo significativo. |
| CAM: Conservación | | Información proveniente de consultas de seguridad de los empleados, actividades de revisión y mejoramiento del lugar de trabajo. |
| | | Diagnóstico de las averías, informes de incidentes y riesgos. |
| | | Actividades y medidas de seguridad existentes. |
| CAQ | | No conformidades |
| Seguridad en el transporte | Proceso | Identificar, establecer y priorizar los objetivos de seguridad. |
| | | Mantener reuniones regularmente para el establecimiento de los objetivos de seguridad. |

**Tabla 17. (Continuación)**

| | | |
|---|---|---|
| Seguridad en el transporte | Proceso | Definir los indicadores adecuados para cada objetivo de seguridad, de tal manera que permitan el seguimiento de su implementación. |
| | | Definir una escala de tiempo razonable y alcanzable para la realización de cada objetivo de seguridad. |
| | | Descomponer los objetivos de seguridad en metas separadas donde sea necesario, establecer los nexos entre los diversos niveles de metas y objetivos |
| | | Comunicar los objetivos de seguridad al personal pertinente. |
| PPC, Seguridad en el transporte | Resultado | Objetivos de seguridad para el transporte, documentados y medibles donde sea factible. |

Fuente: Elaboración Propia, 2 de Septiembre de 2012

En la Ilustración 16 se presentan los flujos de información entrantes con su respectivo origen, requeridos para el desarrollo de los objetivos y metas de seguridad.

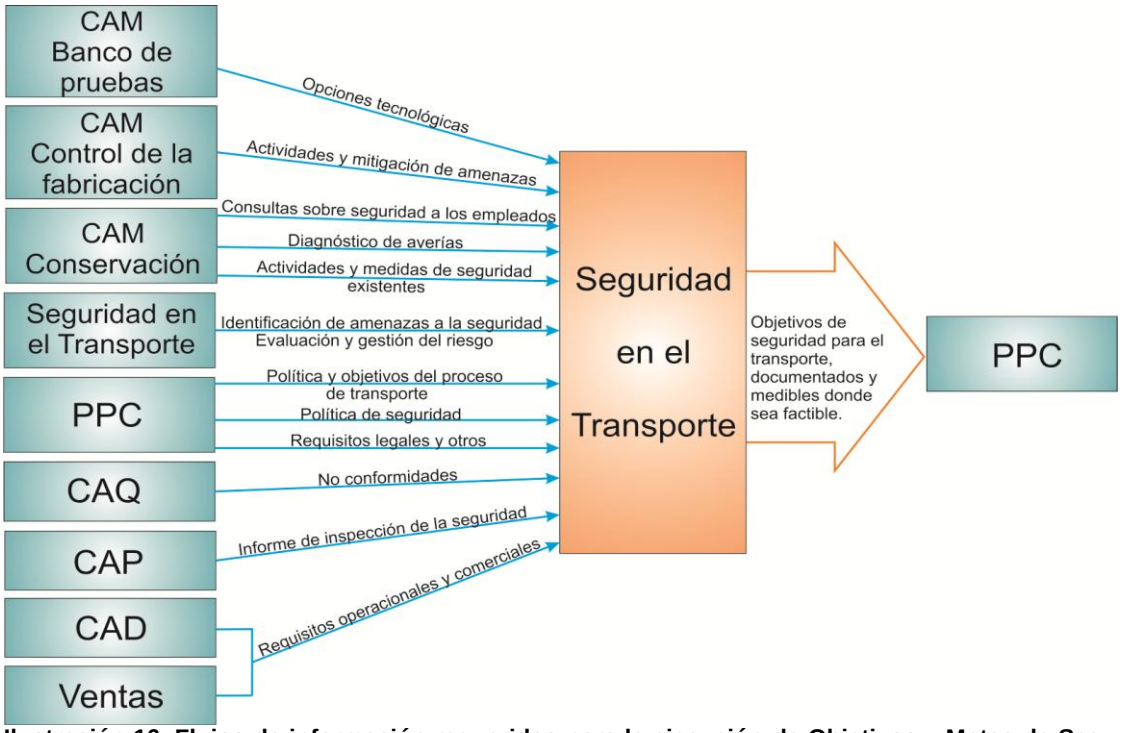



**Ilustración 16. Flujos de información requeridos para la ejecución de Objetivos y Metas de Seguridad. Fuente: Elaboración propia, 4 de Septiembre de 2012.**

### 3.1.2.4 Programas de gestión de la seguridad

Los programas buscan el desarrollo de estrategias y planes de acción que permitan el buen desempeño del sistema de gestión. Es fundamental definir, implementar y evaluar continuamente los programas de la gestión de la seguridad ya que éstos permiten traducir los objetivos y compromisos de la política en acciones definidas para que se logren las metas y objetivos de seguridad. La evaluación del programa se basa en los resultados provenientes de las amenazas de la gestión de la seguridad y la identificación y evaluación del riesgo.

En la Tabla 18 se evidencia la información necesaria para realizar los programas de gestión de la seguridad, esta información proviene de bloques funcionales como: CAM: Control de la Fabricación, transporte, expedición, CAP y seguridad en el transporte, por ejemplo el bloque CAP facilita la programación de la gestión de la seguridad, aquí se realizan procesos para manejar la dinámica de la seguridad del transporte, la planificación de la secuencia de trabajo y de recursos necesarios para lograr los objetivos de seguridad, a partir de esta información se puede discriminar detalladamente las tareas y planes de acción que permiten la consecución de los objetivos. La mayoría de los bloques funcionales del modelo SF, proporcionan a este criterio la programación de las actividades y los documentos que permiten realizar el seguimiento de ellas, aportando la secuencia y los lineamientos de la programación de la seguridad en el transporte. Por otra parte se obtiene que el programa de gestión de la seguridad es definido por el bloque de seguridad en el transporte y posteriormente es enviado al bloque funcional CAP, en este ámbito funcional, se realiza la programación del proceso de transporte de tal manera que se cumpla con los requerimientos del SGS y se comunica a los bloques pertinentes a partir de los flujos de información establecidos.

**Tabla 18 Definición de las Entradas, Proceso y Salidas del Programas de Gestión de la Seguridad**

| | | |
|---|---|---|
| Seguridad en el transporte | Entradas | Metas y objetivos de seguridad |
| | | Resultado de la identificación de amenazas a la seguridad, evaluación y gestión de riesgo |
| PPC | | Requisitos legales y otros |
| | | Instrucciones para determinar la aplicación de requisitos de reglamentación de seguridad. |
| | | Programa de producción y programa de embalaje |
| CAM: Control de la fabricación | | Datos del proceso. |
| | | Órdenes de la fabricación, material y transporte. |
| | | Actividades y mitigación de amenazas identificadas como un riesgo significativo. |

**Tabla 18. (Continuación)**

| | | |
|---|---|---|
| CAM: Conservación | Entradas | Información proveniente de consultas de seguridad de los empleados, actividades de revisión y mejoramiento del lugar de trabajo. |
| | | Programa de mantenimiento preventivo. |
| | | Planificación de fechas de mantenimiento. |
| | | Contratos externos de trabajos de mantenimiento. |
| | | Pautas de programación para inspección, pequeñas reparaciones, sustitución de piezas de desgaste. |
| | | Órdenes de mantenimiento y órdenes de planificación. |
| CAM: Entrada de mercancías | | Albarán de suministro y albarán de acompañamiento |
| CAM: Almacén | | Programas de entradas y salidas del almacén. |
| CAM: Transporte | | Órdenes de transporte. |
| | | Programación del transporte. |
| | | Rutas y recorridos del transporte. |
| CAM: Fabricación de piezas/montaje | | Activación del sistema de transporte. |
| | | Órdenes de conservación/reparación. |
| | | Peticiones para modificación del proceso. |
| Ventas | | Registros, confirmación y cancelación de pedidos. |
| Compras | | Informes de compras de material aceptado. |
| | | Datos maestros de proveedores. |
| | | Albarán de devolución. |
| CAD | | Estándares técnicos y métodos para operaciones y funciones de mantenimiento. |
| CAM: Banco de pruebas | | Revisión de oportunidades disponibles a partir de nuevas o diferentes opciones tecnológicas |
| CAP | | Actividades de mejoramiento continuo |
| | | Recursos necesarios para lograr los objetivos de seguridad |
| | | Procesos para manejar la dinámica en la seguridad del transporte. |
| | | Secuencia de trabajo. |
| | | Procedimientos y maquinas |

**Tabla 18. (Continuación)**

| | | |
|---|---|---|
| CAM: Expedición | Entradas | Orden de salida de almacén. |
| | | Medios de transporte, carga y rutas óptimas. |
| | | Confirmación de la terminación de la expedición |
| | | Documentación de la expedición. |
| CAM: Embalaje | | Ordenes de embalaje y fechas. |
| Seguridad en el transporte | Proceso | Definir las responsabilidades, medios y marcos de tiempo para lograr los objetivos |
| | | Considerar la mitigación de las amenazas a través de las opciones metodológicas y tecnológicas, teniendo en cuenta los requisitos operacionales y comerciales |
| | | Asignar las responsabilidades y autoridades apropiadas para cada tarea, asignar los recursos y las escalas de tiempo para cada tarea de tal modo que cumpla con el tiempo definido en el objetivo de seguridad relacionado |
| | | Identificar las nuevas amenazas a la seguridad y evaluar el riesgo |
| CAP | Resultado | Programas de la gestión de la seguridad definidos y documentados |
| | | Programas de gestión de la seguridad conformes a la política de seguridad para la entrada, envío y transporte de productos con las especificaciones requeridas. |

Fuente: Elaboración Propia, 6 de Septiembre de 2012

En la Ilustración 17 se presentan los flujos de información requeridos para la realización del programa de gestión de la seguridad.

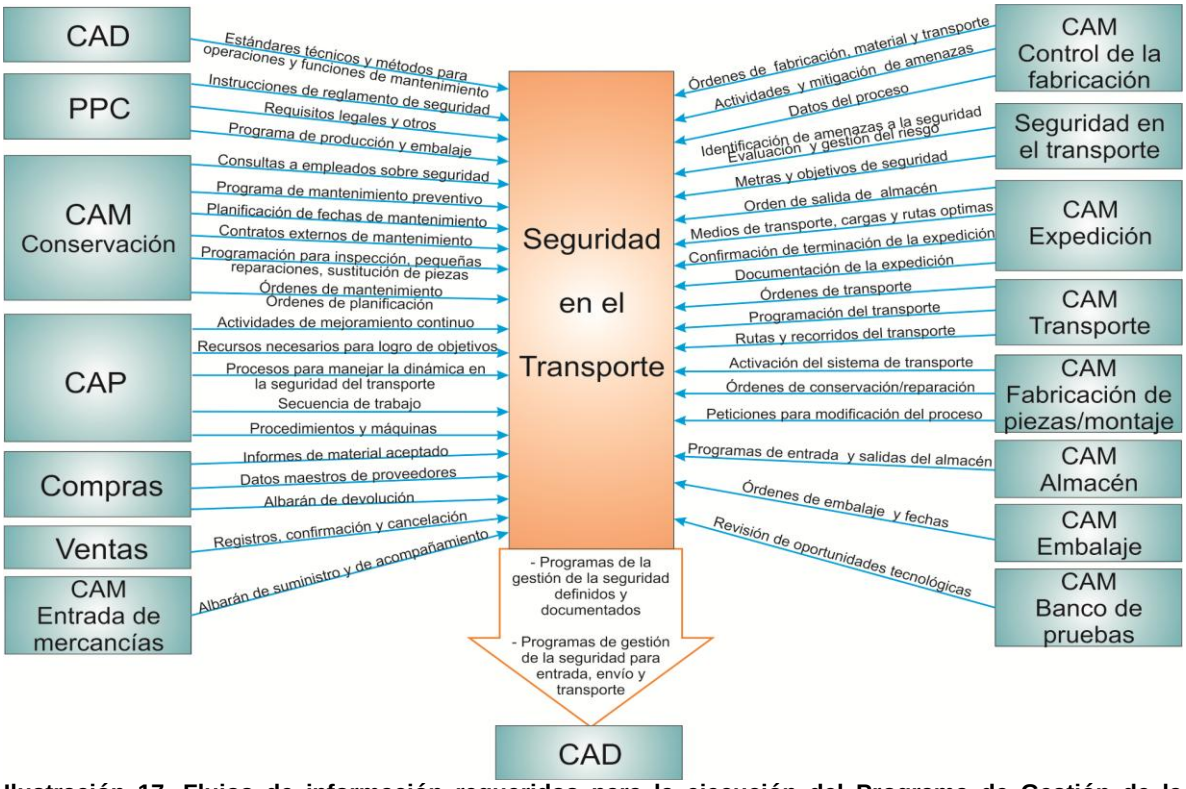



**Ilustración 17. Flujos de información requeridos para la ejecución del Programa de Gestión de la Seguridad. Fuente: Elaboración propia, 6 de Septiembre de 2012.**

### 3.1.3 Implementación y Operación

Una vez establecidos los criterios anteriores se procede a ejecutar y poner en marcha el programa de la gestión de la seguridad que dará cumplimiento a la política y a los objetivos de seguridad propuestos, mediante métodos y medidas necesarias, tales como: la capacitación, la comunicación, el control de operaciones, entre otros.

Para realizar una completa implementación y operación de la seguridad se presentan cinco criterios tal como se indica en la Ilustración 18, éstos criterios están basados en los elementos definidos por la norma ISO 28000 y contendidos en el grupo de implementación y operación de acuerdo a la división presentada en la Ilustración 11.

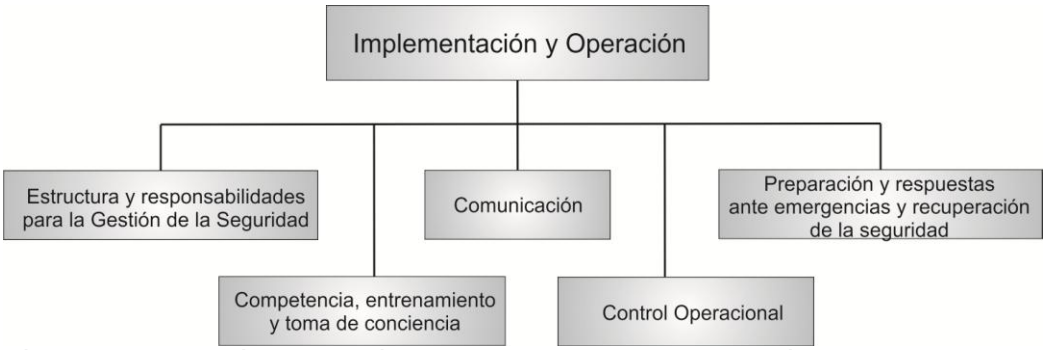



**Ilustración 18. Implementación y Operación de la Seguridad. Fuente: Elaboración propia, 8 de Septiembre de 2012.**

### 3.1.3.1 Estructura y Responsabilidades para la Gestión de la Seguridad

Establecer y mantener una estructura organizacional de funciones coherente con el logro de la política, objetivos y programas de seguridad, facilita la gestión de la seguridad. Es importante definir y documentar los roles, responsabilidades y autoridades para las diferentes tareas de seguridad, además de proporcionar los recursos necesarios para ser posible que éstas se realicen.

Para la definición de la estructura y de las responsabilidades para la gestión de la seguridad, se necesita de información proveniente de PPC, CAP y seguridad del transporte, como se especifica en la Tabla 19, el bloque CAP es fundamental para obtener el listado del personal, así como la descripción y secuencia del trabajo, lo que facilita la discriminación de los responsables de las labores de seguridad. Por otra parte, el desarrollo de este criterios es ejecutado en el bloque de seguridad en el transporte, la información obtenida es enviada al bloque funcional CAP, puesto que aquí se realiza la programación del proceso de transporte y a partir de esta información, son definidos los roles de tal manera que se cumpla con los requerimientos del SGS y se comunica a los bloques pertinentes a partir de los flujos de información establecidos.

**Tabla 19 Definición de las Entradas, Proceso y Salidas de Estructura y Responsabilidades para la Gestión de la Seguridad**

| | | |
|---|---|---|
| Seguridad en el transporte | Entradas | Resultado de la identificación de amenazas a la seguridad, evaluación y gestión de riesgo. |
| | | Metas, objetivos y programas de seguridad. |
| PPC | | Requisitos legales y otros. |
| CAP | | Descripciones del trabajo. |
| | | Secuencia del trabajo. |
| | | Listado del personal de seguridad calificado que necesita y/o ha recibido autorización en tareas de seguridad. |
| | | Recursos necesarios para lograr objetivos de gestión de la seguridad. |
| Seguridad en el transporte | Proceso | Definir las responsabilidades y autoridad de todas las personas que cumplen deberes que son parte del SGS. |
| | | Definir las responsabilidades de la alta gerencia. |
| | | Definir las responsabilidades del representante de la gestión de la seguridad. |
| | | Documentación y comunicación de roles y responsabilidades. |
| | | Recursos. |

**Tabla 19. (Continuación)**

| | | |
|---|---|---|
| CAP | Resultado | Definiciones de las responsabilidades y autoridades de la seguridad para todo el personal pertinente. |
| | | Documentación de roles y responsabilidades en los manuales y procedimientos. |
| | | Procesos para comunicar los roles y responsabilidades para todos los empleados y otra partes pertinentes. |

Fuente: Elaboración Propia, 8 de Septiembre de 2012

En la Ilustración 19 se presentan los flujos de información requeridos para la estructura y responsabilidades para la gestión de seguridad.

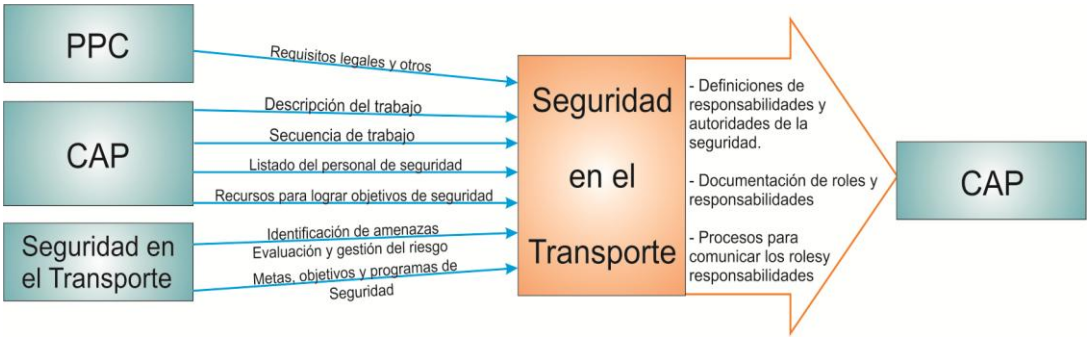



**Ilustración 19. Flujos de información requeridos para la ejecución de la Estructura y Responsabilidades para la Gestión de la Seguridad. Fuente: Elaboración propia, 10 de Septiembre de 2012.**

### 3.1.3.2 Competencia, entrenamiento y toma de conciencia

Es necesario garantizar que el personal responsable de la operación y gestión de equipos y procesos de seguridad este calificado adecuadamente, para ello, es importante establecer procedimientos eficaces para asegurar que el personal es competente para llevar a cabo sus funciones de seguridad asignadas y ser consciente de los riesgos.

La información necesaria para realizar la identificación de las competencias y el entrenamiento del personal, está contenida en la Tabla 20, en donde se especifican los bloques funcionales que la suministran, tales como: CAP, CAM: Transporte y control de la fabricación, por ejemplo el bloque CAM: Control de la Fabricación, brinda el soporte técnico a operadores, a partir del cual puede ser identificadas las competencias necesarias y existentes para la ejecución del SGS. Por otra parte se obtiene que el desarrollo de este criterio, es realizado por el bloque de seguridad en el trasporte, algunos de los resultados obtenidos, son contenidos en este, y otra información es enviada posteriormente a los bloques funcionales CAM: Control de la Fabricación y Conservación

**Tabla 20 Definición de las Entradas, Proceso y Salidas de Competencia, Entrenamiento y Toma de Conciencia**

| | | |
|---|---|---|
| CAP | Entradas | Definiciones de las responsabilidades y autoridades de la seguridad para todo el personal pertinente |
| | | Descripción y secuencia del trabajo |
| | | Programas de seguridad |
| Seguridad en el transporte | | Resultado de la identificación de amenazas a la seguridad, evaluación y gestión de riesgo |
| | | Objetivos de seguridad |
| CAM: Control de la fabricación | | Soporte técnico a operadores. |
| CAP, CAM: Transporte | | Secuencia del trabajo, programación del transporte. |
| PPC | | Política de seguridad |
| Seguridad en el transporte | Proceso | Identificar las competencias de seguridad que se requieren a cada nivel y función del proceso. |
| | | Entrenar y evaluar del personal para asegurar las competencias requeridas |
| | | Establecer programas de entrenamiento y conocimiento para contratistas, trabajadores temporales y visitantes, según el nivel de riesgo al que se exponen |
| | Resultado | Requisitos de competencia para los roles individuales |
| | | Registros de entrenamiento y evaluación de la efectividad |
| CAM: Control de la Fabricación, Conservación | | Programas y planes de entrenamiento |

Fuente: Elaboración Propia, 9 de Septiembre de 2012

En la Ilustración 20 se presentan los criterios definidos para la ejecución de Competencia, Entrenamiento y Toma de Conciencia para la gestión de seguridad.

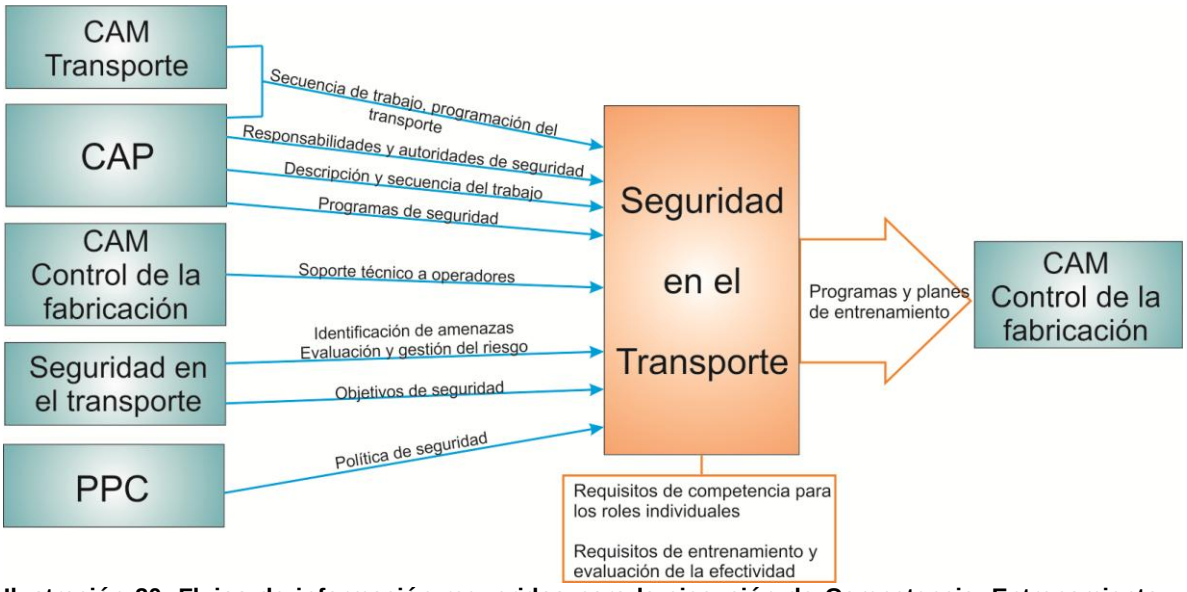



**Ilustración 20. Flujos de información requeridos para la ejecución de Competencia, Entrenamiento y Toma de Conciencia. Fuente: Elaboración propia, 9 de Septiembre de 2012.**

### 3.1.3.3 Comunicación

La definición de procedimientos para asegurar que la información pertinente de gestión de la seguridad se comunica hacia y desde los empleados, contratistas y otras partes interesadas, es de gran valor, puesto que permite identificar la confidencialidad de alguna información relacionada con la seguridad.

Para realizar la comunicación de la información pertinente de gestión de la seguridad, se necesita conocer los procedimientos, roles y documentos del SGS, la cual es proveniente de bloques funcionales como PPC, CAM: Conservación, CAP y seguridad en el transporte, tal y como se especifica en la Tabla 21. Por otra parte, el desarrollo de este criterio es ejecutado en el bloque de seguridad en el transporte y algunos de los resultados obtenidos, son contenidos en este bloque, mientras que el resto de la información es enviada al bloque CAM: Conservación, el cual se encarga de realizar secciones de información de seguridad para los empleados y partes interesadas.

**Tabla 21 Definición de las Entradas, Proceso y Salidas de Comunicación**

| | | |
|---|---|---|
| PPC | Entradas | Política de seguridad |
| | | Procedimientos para asegurar que la información pertinente de gestión de la seguridad se comunica hacia y desde los empleados relevantes, contratistas y otras partes interesadas. |
| Seguridad en el transporte | | Objetivos de seguridad |
| | | Documentos pertinentes del SGS |
| | | Resultado de la identificación de amenazas a la seguridad, evaluación y gestión de riesgo |

**Tabla 21. (Continuación)**

| | | |
|---|---|---|
| CAP | Entradas | Roles y responsabilidades de la seguridad. |
| CAM: Conservación | | Detalles del programa de entrenamiento. |
| Seguridad en el transporte | Proceso | Documentar y promover las disposiciones por las cuales se comunica la información de seguridad. |
| | | Estimular a los empleados para que generen opiniones sobre aspectos de la seguridad |
| | | Informar al personal de la gestión de la cadena de mando para la seguridad |
| | Resultado | Consultas formales a la dirección y a los empleados a través de consejos de seguridad. |
| | | Participación de los empleados en la identificación y evaluación del riesgo de seguridad |
| | | Representantes de seguridad de los empleados con roles y mecanismos de comunicación y participación. |
| | | Boletín de la seguridad |
| CAM: Conservación | | Secciones de información de seguridad para los empleados y partes interesadas |

Fuente: Elaboración Propia, 10 de Septiembre de 2012

En la Ilustración 21 se presentan los flujos de información requeridos para la ejecución de la Comunicación en la seguridad.

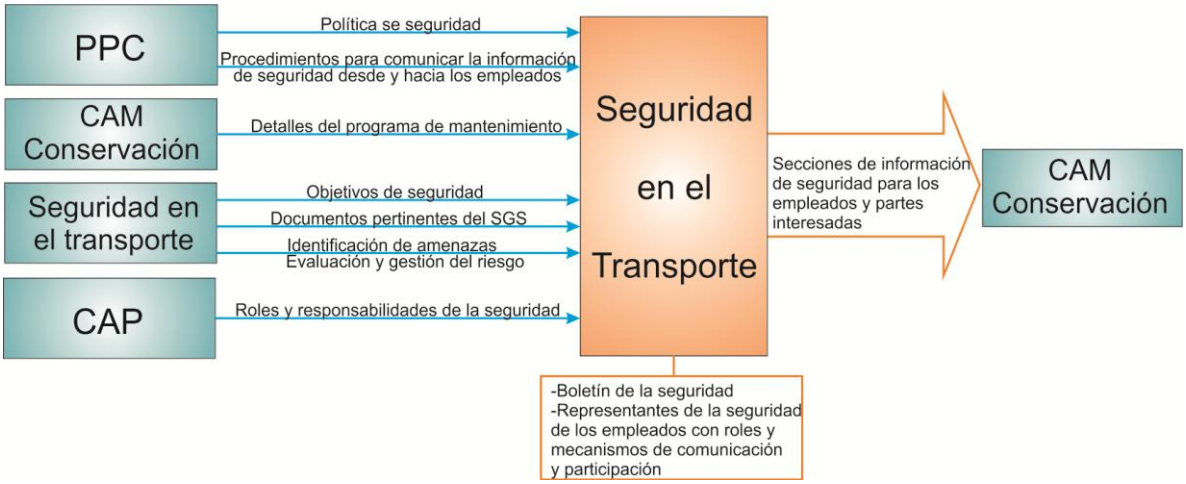



**Ilustración 21. Flujos de información requeridos para la ejecución de la Comunicación en la seguridad. Fuente: Elaboración propia, 10 de Septiembre de 2012.**

### 3.1.3.4 Control operacional

Es importante llevar el control de las actividades de seguridad, para ello conviene establecer y mantener prácticas que aseguren la aplicación de medidas de control donde éstas se requieran para controlar los riesgos de seguridad operacional en todo proceso de transporte, cumplir con la política y los objetivos de seguridad y actuar conforme a los requisitos legales y otros

La definición de las entradas, la ejecución del proceso y las salidas de este criterio, son expuestas en la Tabla 22, en donde se aprecia que para realizar el control operacional del SGS, se necesita de información proveniente de PPC, CAM: Transporte, Control de la Fabricación y seguridad del transporte, por ejemplo el bloque CAM: Control de la Fabricación proporciona un informe de las actividades y mitigación de amenazas identificadas como un riesgo significativo, de igual manera CAM: Transporte suministra los registros para demostrar conformidad con los requisitos del SGS, permitiendo llevar el control de la puesta en marcha del SGS. Por otra parte, el desarrollo de estos criterios es ejecutado en el bloque de seguridad en el transporte y la información obtenida es enviada |a los bloques CAP, CAD y CAM: Transporte, los cuales se encargan de comunicar la información pertinente a los bloques involucrados, a partir de los flujos de información establecidos.

**Tabla 22 Definición de las Entradas, Proceso y Salidas de Control Operacional**

| | | |
|---|---|---|
| PPC | Entradas | Política de seguridad. |
| | | Requisitos legales, regulatorios y otros. |
| Seguridad en el transporte | | Objetivos de seguridad. |
| | | Resultado de la identificación de amenazas a la seguridad, evaluación y gestión de riesgo. |
| CAM: Control de la fabricación | | Actividades y mitigación de amenazas identificadas como un riesgo significativo |
| CAM: Transporte | | Registros para demostrar conformidad con los requisitos del SGS. |
| Seguridad en el transporte | Proceso | Establecer procedimientos para controlar los riesgos identificados, documentando a éstos en los casos donde una falla en hacerlo pudiera ocasionar incidentes, emergencias u otras desviaciones de la política y los objetivos de seguridad. |
| | | Revisar con regularidad los procedimientos de gestión del riesgo para garantizar su conveniencia y efectividad, y los cambios que se identifican como necesarios implementarlos. |

**Tabla 22. (Continuación)**

| | | |
|---|---|---|
| CAP | Resultado | Procedimientos de control operacional |
| CAM: Transporte | | Instrucciones de operación. |
| CAD | | Instrucciones de mantenimiento |

Fuente: Elaboración Propia, 11 de Septiembre de 2012

En la Ilustración 22 se presentan los flujos de información requeridos para la ejecución del Control Operacional.

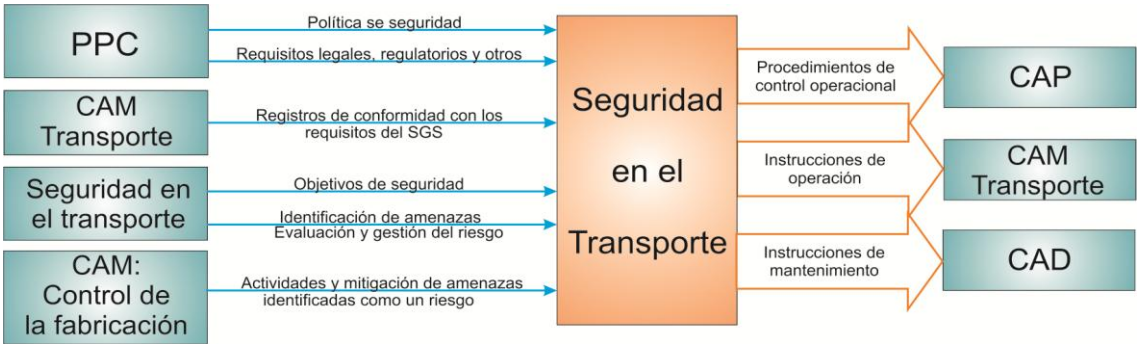



**Ilustración 22. Flujos de información requeridos para la ejecución del Control Operacional. Elaboración propia, 11 de Septiembre de 2012.**

### 3.1.3.5 Preparación y respuestas ante emergencias y recuperación de la seguridad.

La preparación, respuesta y recuperación consiste en las medidas que se deben seguir antes o después de un incidente de seguridad, la preparación hace referencia a los planes, preparaciones y acciones preventivas que se implementan siguiendo eventos o crisis de seguridad no planeados. El desarrollo de planes de respuesta, procedimientos y procesos permiten afrontar un incidente potencial y dar respuesta a todos los potenciales eventos de seguridad identificados a través del proceso de identificación y evaluación del riesgo.

Los bloques funcionales como: CAM: Control de la fabricación, Fabricación de piezas/montaje y Conservación, proporcionan las entradas para la preparación, respuesta y recuperación de la seguridad, tal y como se aprecia en la Tabla 23, por ejemplo CAM: Conservación facilita información referente a los servicios de emergencia, mejores prácticas de seguridad usadas en procesos similares, informes de seguridad, mantenimiento y adiestramiento, de igual manera CAM: Fabricación de piezas/montaje es quien suministra las ordenes de conservación/ reparación, necesarias para llevar un adecuado control del estado de las instalaciones y equipos, la información suministrada por los bloques funcionales, permite llevar un seguimiento de las prácticas de prevención y respuesta ante emergencias exitosas o fallidas, así como también realizar una correcta

planificación de las mimas. Por otra parte la información obtenida mediante el desarrollo de este criterio, se ejecuta en el bloque seguridad del transporte y posteriormente es enviada al bloque funcional PPC, el cual a partir de los flujos de información establecidos en el capitulo anterior suministra la información pertinente los diferentes bloques del modelo SF.

**Tabla 23 Definición de las Entradas, Proceso y Salidas de Preparación y Respuestas ante Emergencias y Recuperación de la Seguridad**

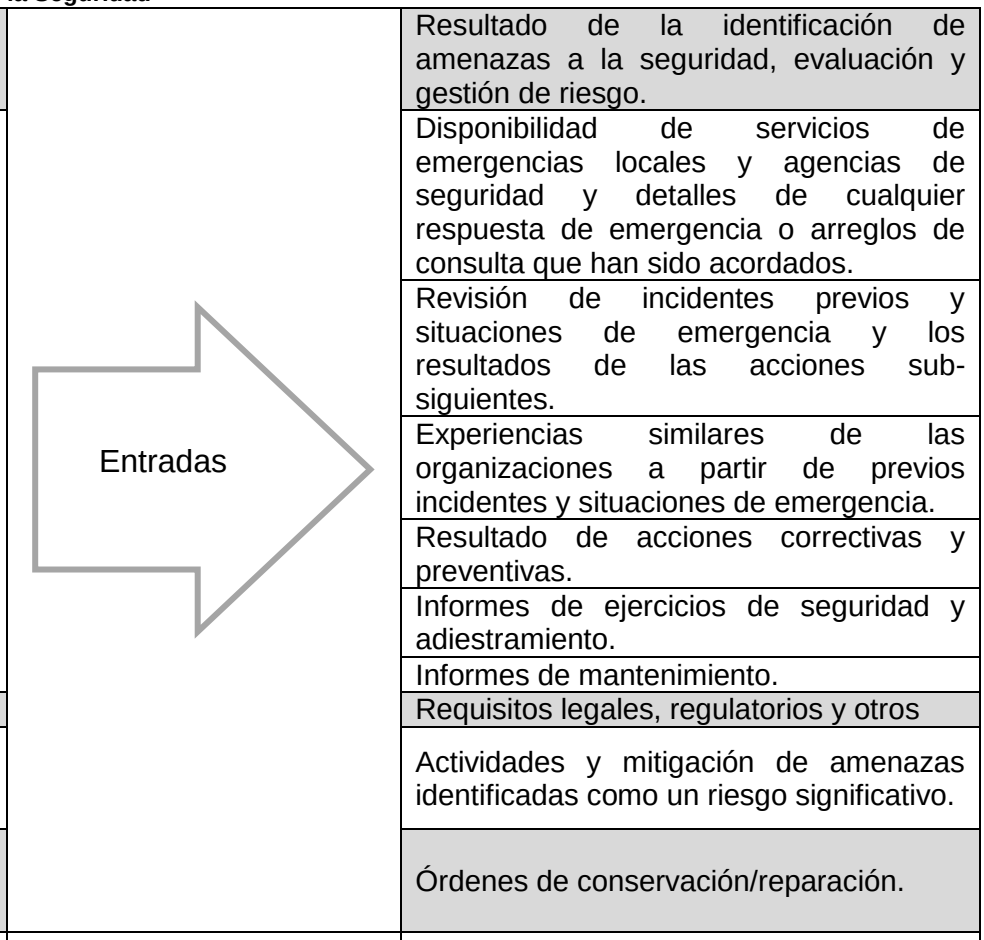
| | | |
|---|---|---|
| Seguridad en el transporte |  | Resultado de la identificación de amenazas a la seguridad, evaluación y gestión de riesgo. |
| CAM: Conservación | | Disponibilidad de servicios de emergencias locales y agencias de seguridad y detalles de cualquier respuesta de emergencia o arreglos de consulta que han sido acordados. |
| | | Revisión de incidentes previos y situaciones de emergencia y los resultados de las acciones sub-siguientes. |
| | | Experiencias similares de las organizaciones a partir de previos incidentes y situaciones de emergencia. |
| | | Resultado de acciones correctivas y preventivas. |
| | | Informes de ejercicios de seguridad y adiestramiento. |
| | | Informes de mantenimiento. |
| PPC | | Requisitos legales, regulatorios y otros |
| CAM: Control de la fabricación | | Actividades y mitigación de amenazas identificadas como un riesgo significativo. |
| CAM: Fabricación de piezas/montaje | | Órdenes de conservación/reparación. |
| Seguridad en el transporte | | Desarrollar un plan de recuperación de seguridad y respuesta de emergencia. |
| | | Identificar las necesidades de equipo de seguridad y proporcionar el equipo en la cantidad adecuada. |
| | | Levar a cabo simulacros y ejercicios de práctica en un marco de tiempo predeterminado. |

**Tabla 23. (Continuación)**

| | | |
|---|---|---|
| CAM: Conservación | Resultado | Planes y procedimientos documentados de respuesta ante emergencias y de recuperación de la seguridad |
| | | Lista de equipo de seguridad |
| | | Registros de prueba para el equipo de seguridad. |
| | | Simulacros y ejercicios de práctica |
| | | Análisis y recomendaciones de los resultados de simulacros y ejercicios de práctica |

Fuente: Elaboración Propia, 12 de Septiembre de 2012

En la Ilustración 23 se presentan los flujos de información requeridos para la Preparación y Respuestas ante Emergencias y Recuperación de la Seguridad.

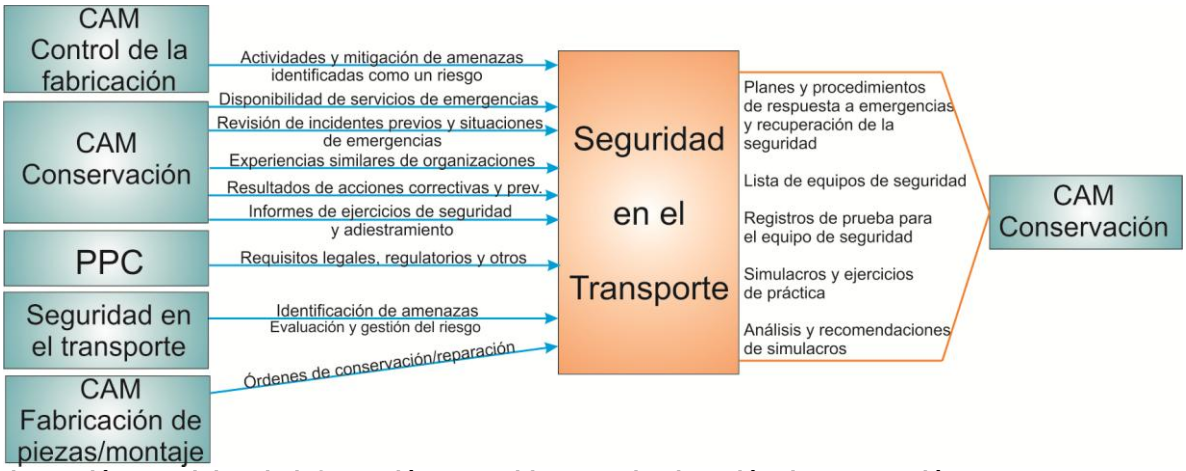



**Ilustración 23. Flujos de información requeridos para la ejecución de Preparación y Respuestas ante Emergencias y Recuperación de la Seguridad. Elaboración propia, 12 de Septiembre de 2012.**

### 3.1.4 Verificación y Acción Correctiva

Una vez implementado el SGS es de vital importancia realizar un monitoreo continuo que permita efectuar mediciones, supervisión y evaluación del desempeño del sistema de seguridad, de esta manera se cumplirán acciones preventivas reduciendo así el número de acciones correctivas.

Para realizar el proceso de verificación y acción correctiva se tienen en cuenta cuatro criterios, tal como se indica en la Ilustración 24, éstos criterios están basados en los elementos definidos por la norma ISO 28000 y contendidos en el grupo de verificación y acción correctiva de acuerdo a la división presentada en la Ilustración 11.

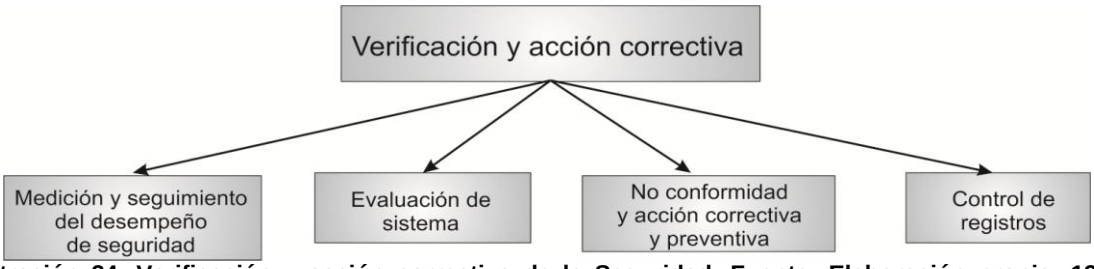



**Ilustración 24. Verificación y acción correctiva de la Seguridad. Fuente: Elaboración propia, 13 de Septiembre de 2012.**

### 3.1.4.1 Medición y Seguimiento del Desempeño de Seguridad

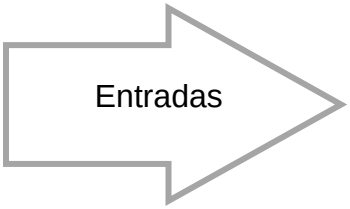
Es importante hacer seguimiento y medición del desempeño del SGS, para ello se establecen y se mantienen procedimientos que permitan identificar los indicadores claves de desempeño de seguridad a través de todo el proceso.

Para realizar la medición y seguimiento del desempeño de seguridad, se necesita conocer la política y los objetivos de seguridad, los resultados de la ejecución de programas, los registros de entrenamiento, el estado de la conservación, el avance de los objetivos, entre otros, dicha información, proporciona los datos necesarios para medir el desempeño de la seguridad, mediante técnicas analíticas o estadísticas, esta información es proveniente de bloques funcionales como CAP, CAQ, CAM: Conservación, Transporte y Banco de pruebas, tal y como se especifica en la Tabla 24. Por otra parte, el desarrollo de este criterio es ejecutado en el bloque de CAQ y posteriormente es enviada a los bloques funcionales CAP, CAQ, CAM: Banco de pruebas y CAD.

**Tabla 24 Definición de las Entradas, Proceso y Salidas de Medición y Seguimiento del Desempeño de Seguridad**

| | | |
|---|---|---|
| Seguridad en el transporte | Entradas | Resultado de la identificación de amenazas a la seguridad, evaluación y gestión de riesgo. |
| | | Objetivos de seguridad |
| PPC | | Requisitos legales, regulatorios, las mejores prácticas. |
| | | Política de seguridad |
| CAM: Banco de pruebas | | Prueba de equipos de seguridad y registros de calibración. |
| CAM: Conservación | | Registros de entrenamiento. |
| | | Estado de conservación. |
| CAM: Transporte | | Registros para demostrar conformidad con los requisitos del SGS. |
| CAM: Fabricación de piezas, Banco de pruebas | | Libro de registros. |

**Tabla 24. (Continuación)**

| | | |
|---|---|---|
| CAQ |  | Resultados de la ejecución del programa. |
| CAP | | Avance en el logro de los objetivos. |
| | | Informe de inspección de seguridad. |
| | | Desempeño de la seguridad tanto histórico como actual. |
| | | Conformidad con los requisitos legales estatutarios y otros requisitos de reglamentación sobre seguridad. |
| CAQ | | Incorporar seguimiento proactivo y reactivo |
| | | Medir el desempeño de la seguridad |
| | | Mantener de manera apropiada los equipos usados para la seguridad |
| | | Inspeccionar los equipos y el sistema de seguridad. |
| | | Llevar registros de la inspección. |
| | | Identificar técnicas analíticas, estadísticas u otras técnicas necesarias para evaluar una situación de seguridad, investigar un incidente o falla de seguridad o para ayudar en la toma de decisiones respecto de la seguridad. |
| CAP | | Procedimientos para el seguimiento de la efectividad de las prácticas de seguridad, cronogramas de inspección y listas de control. |
| | | Listas de control. |
| | | Listas de equipos de seguridad. |
| CAQ | | Informe sobre no conformidades |
| CAM: Banco de pruebas | | Pruebas de equipos de seguridad y registros de calibración |
| CAD | | Actividades y resultados de mantenimiento. |

Fuente: Elaboración Propia, 13 de Septiembre de 2012

### 3.1.4.2 Evaluación del Sistema

La definición de procedimientos eficaces para revisar y evaluar los planes de seguridad, los procedimientos y capacidades de la organización para cumplir su política y objetivos de seguridad permiten asegurar que éstos se mantengan actualizados y en concordancia con los cambiantes requisitos y necesidades. Los cambios necesarios deben realizarse de manera oportuna.

En la Tabla 25, se evidencia la información necesaria para realizar la evaluación del sistema, esta información proviene de bloques funcionales como: CAM: Conservación, CAQ, CAP y seguridad en el transporte, por ejemplo el bloque CAQ

brinda el informes de no conformidades, los resultados de la evaluación de la seguridad anteriores y de la ejecución del programa, esta información ayuda a la identificación de aciertos y errores del sistema, y sumado a la información proveniente de los otros bloques, se puede establecer la conveniencia y efectividad del sistema. Por otra parte se obtiene que la evaluación del sistema es realizada por el bloque de seguridad en el transporte, parte de la información obtenida es contenida en este bloque y el resto es distribuida entre los bloques funcionales CAP y PPC según corresponda para realizar las modificaciones requeridas.

**Tabla 25 Definición de las Entradas, Proceso y Salidas de Evaluación del Sistema**

| | | |
|---|---|---|
| CAM: Conservación | Entradas | Informes de incidentes y/o riesgos. |
| | | Resultados de los ejercicios de planificación y preparación para incidentes. |
| Seguridad en el transporte | | Resultado de la identificación de amenazas a la seguridad, evaluación y gestión de riesgo. |
| CAQ | | Informes de no conformidades |
| | | Resultados de la evaluación de la seguridad anteriores |
| | | Resultados de la ejecución del programa. |
| CAP | | Avance en el logro de los objetivos. |
| | | Desempeño de la seguridad tanto histórico como actual. |
| PPC | | Requisitos regulatorios cambiantes. |
| Seguridad en el transporte | Proceso | Realizar revisiones, a intervalos apropiados, del SGS para establecer y asegurar su continua conveniencia y efectividad |
| CAP | Resultado | Procesos y desempeño mejorados. |
| PPC | | Cumplimiento legal. |
| Seguridad en el transporte | | Evidencia de las evaluaciones, de la eficacia, de las acciones preventivas y correctivas tomadas. |
| | | Actualización de identificación de amenazas a la seguridad, evaluación y gestión de riesgo. |

Fuente: Elaboración Propia, 14 de Septiembre de 2012

En la Ilustración 25 se presentan los flujos de información requeridos para la evaluación del sistema de Seguridad.

**Ilustración 25. Flujos de información requeridos para la evaluación del sistema de Seguridad. Fuente: Elaboración propia, 14 de Septiembre de 2012.**

### 3.1.4.3 No conformidad y Acción correctiva y preventiva.

El principal propósito de definir procedimientos para informar, evaluar y/o investigar emergencias, incidentes de seguridad y no conformidades, es poder prevenir que ocurran situaciones indeseadas, identificando y manejando las causas originales. Además, permiten la detención, análisis y eliminación de causas potenciales de no conformidades, incluyendo las que resultan de fallas y errores humanos, del sistema, proceso o equipo.

La definición de las entradas, la ejecución del proceso y las salidas de este criterio, son expuestas en la Tabla 26, en donde se aprecia que para identificar las no conformidades, las acciones correctivas y preventivas, se necesita de información proveniente de CAD, CAQ, CAM: Conservación y banco de pruebas,, por ejemplo el bloque CAD brinda estándares técnicos y métodos para operaciones y funciones de mantenimiento, lo cual es de utilidad para la identificación de acciones preventivas, de igual manera CAM: Conservación suministra el plan de emergencia, informes de mantenimiento y de incidentes, lo cual ayuda a la definición de acciones correctivas y no conformidades. Por otra parte, el desarrollo de este criterios es ejecutado en el bloque de seguridad en el transporte y parte de los resultados del son contenidos por este bloque y el resto son enviados a los bloques CAP y CAQ, los cuales se encargan de comunicar la información pertinente a los bloques involucrados a partir de los flujos de información establecidos en el capitulo dos.

**Tabla 26 Definición de las Entradas, Proceso y Salidas de No Conformidad y Acción Correctiva y Preventiva**

| | | |
|---|---|---|
| CAP | Entradas | Procedimientos. |
| CAD | | Estándares técnicos y métodos para operaciones y funciones de mantenimiento. |
| Seguridad en el transporte | | Resultado de la identificación de amenazas a la seguridad, evaluación y gestión de riesgo. |
| CAQ | | Informe de no conformidades |
| CAM: Conservación | | Plan de emergencia. |
| | | Incidentes de seguridad e informes de amenaza a la seguridad. |
| | | Informes de mantenimiento y servicio para el equipo de seguridad |
| | | Programa de mantenimiento preventivo. |
| | | Resultado de acciones preventivas y correctivas. |
| CAM: Control de la fabricación | | Actividades y mitigación de amenazas identificadas como un riesgo significativo. |
| CAM: Banco de pruebas | | Pruebas de equipos de seguridad y registros de calibración. |
| Seguridad en el transporte | Proceso | Preparar procedimientos documentados para garantizar que se investiguen los incidentes y las no conformidades de seguridad y que se inicien acciones preventivas y/o preventivas. |
| | | Analizar las no conformidades e incidentes de seguridad. |
| | | Evaluar la efectividad de las investigaciones e informes de seguridad. |
| | | Mantener un registro de incidentes de seguridad. |
| CAP | Resultado | Procedimiento sobre incidente de seguridad y no conformidad. |
| | | Evidencia de evaluaciones de la eficacia de las acciones correctivas y preventivas tomadas. |
| CAQ | | Informes y registros de no conformidades. |
| Seguridad en el transporte | | Informes actualizados de identificación de amenazas a la seguridad, evaluación y gestión de riesgo. |

Fuente: Elaboración Propia, 15 de Septiembre de 2012

En la Ilustración 26 se presentan los flujos de información requeridos para la evaluación de la No conformidad y Acción correctiva y preventiva de seguridad.

**Ilustración 26. Flujos de información requeridos para tener en cuenta la No conformidad y Acción correctiva y preventiva. Fuente: Elaboración propia, 23 de Agosto de 2012.**

### 3.1.4.4 Control de Registros

Para demostrar el cumplimiento de los requisitos del SGS es conveniente mantener registros que soporten el sistema de gestión, éstos deben prepararse, mantenerse, ser legible y estar adecuadamente identificados.

En la Tabla 27, se evidencia la información necesaria para realizar y mantener el control de registros, esta información proviene de bloques funcionales como: PPC, CAM: Entrada de Mercancías y Transporte, por ejemplo el bloque PPC brinda las órdenes de autorización para localizar y tener acceso a los documentos, datos e información, lo que permite mantener un control de los documentos confidenciales y administrar el acceso a ellos. Por otra parte se obtiene que este criterio es desarrollado por el bloque de seguridad en el transporte, y el resultado obtenido es administrado por el mismo bloque

**Tabla 27 Definición de las Entradas, Proceso y Salidas de Control de Registros**

| | | |
|---|---|---|
| CAM: Conservación | Entradas | Registros de entrenamiento. |
| | | Resultado de las acciones correctivas y preventivas. |
| | | Informes de ejercicios de seguridad y adiestramiento. |
| CAP | | Informes de inspección de seguridad |
| PPC | | Órdenes de autorización para localizar y tener acceso a los documentos, datos e información. |

**Tabla 27. (Continuación)**

| | | |
|---|---|---|
| CAQ | Entradas | No conformidades de seguridad |
| | | Resultados de la evaluación y ejecución de programa de la seguridad |
| CAM: Entrada de mercancías | | Informes de control |
| CAM: Transporte | | Registros para demostrar conformidad con los requisitos del sistema de gestión de seguridad. |
| Seguridad en el transporte | | Actas de las reuniones de seguridad. |
| | | Resultados de identificación de amenazas a la seguridad, evaluación y gestión de riesgo. |
| Seguridad en el transporte | Proceso | Documentar totalmente los registros de seguridad. |
| | | Mantener los registros en un lugar seguro, de tal manera que se pueda acceder a ellos fácilmente y estén protegidos contra en deterioro. |
| | | Proteger los registros de seguridad críticos de cualquier daño como corresponda y exija la ley. |
| | Resultado | Procedimientos para la identificación, mantenimiento y disposición de los registros de seguridad. |

Fuente: Elaboración Propia, 16 de Septiembre de 2012

En la Ilustración 27 se presentan los flujos de información requeridos para el control de registros de seguridad.

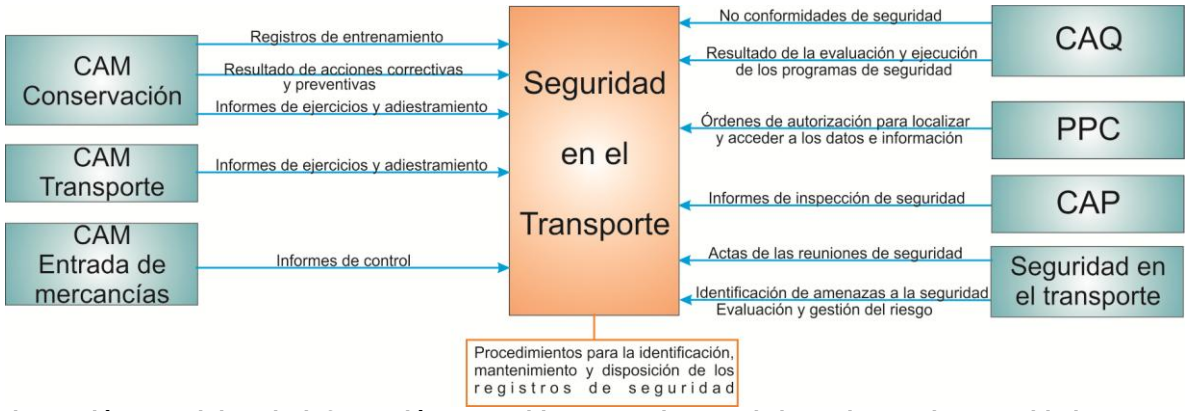



**Ilustración 27. Flujos de información requeridos para el control de registros de Seguridad. Fuente: Elaboración propia, 16 de Septiembre de 2012.**

Es conveniente que la alta gerencia revise la operación del SGS, de tal manera que se evalué si se está implementando correctamente y si continua siendo conveniente y eficaz para el logro de los objetivos y política de seguridad, así como también, permita establecer si la política de seguridad sigue siendo apropiada para el proceso, de lo contrario esta revisión conduce a realizar cambios en la política que promuevan la mejora del sistema.

De acuerdo al desarrollo de los criterios definidos para el SGS se identifica la necesidad de establecer un orden de implementación para obtener una correcta operación del sistema. Esto obedece a que la norma ISO 28000 estipula la secuencia de los cuatro elementos en los que se clasifican los criterios anteriormente definidos, garantizando una correcta planeación, operación y evaluación del sistema; del mismo modo, el orden especificado para la ejecución los criterios contenidos en cada grupo permite la formulación de cada uno, puesto que las entradas de cada criterio consideran los resultados de la ejecución del criterio anterior y de los flujos de información establecidos por el modelo SF resultante.

En este orden de ideas, se especifica una guía que contiene cada uno de los pasos a seguir para lograr un correcto diseño del SGS que permita la aplicación de cada uno de los criterios establecidos en este capítulo.

# 4 GUÍA DE APLICACIÓN DE CRITERIOS DE DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN PARA LA SEGURIDAD EN EL TRANSPORTE DE PETRÓLEO Y EJEMPLIFICACION AL CASO DE ESTUDIO.

En este capítulo se desarrolla la guía de aplicación de criterios de diseño de un sistema de gestión para la seguridad en el transporte de un producto, para posteriormente ser ejemplarizada en el proceso de transporte de petróleo (ver ejemplificación completa en el Anexo H).

Los datos necesarios para la ejemplificación fueron proporcionados por la empresa SWCOL, empresa colombiana con 17 años de experiencia en los sectores de energía, petróleo y gas, biocombustibles y fuentes alternativas de energía en actividades de automatización, sistemas SCADA, sistemas de medición de hidrocarburos, entre otras. Esta empresa cuenta entre sus clientes más notables al Oleoducto de Colombia y al Oleoducto Central.

Por razones de seguridad y acuerdos de confidencialidad adquiridos con la empresa, alguna información técnica del caso de estudio es omitida en el desarrollo de la ejemplificación, así como también es necesaria la variación de determinados datos. Por otra parte se tienen en cuenta principalmente las actividades operativas pertinentes para realizar la gestión de la seguridad del proceso de transporte.

## 4.1 Guía de Aplicación de Criterios de Diseño de un SGS en el Transporte.

En la Tabla 28 se especifica la secuencia sugerida para realizar satisfactoriamente el diseño de un SGS en el transporte, ésta contiene ocho actividades principales, éstas son: recopilar la información, describir el proceso, establecer la relación entre las áreas y divisiones de la empresa con los bloques funcionales definidos en el modelo SF aplicado, evaluar el cumplimiento de la información requerida por el SGS en el caso de estudio, realizar la política de seguridad, hacer la planificación de la seguridad, realizar la implementación y operación del sistema, y finalmente realizar los procesos de verificación y acción correctiva. De igual manera se describe el propósito de cada paso y su justificación.

Por otra parte, se debe tener en cuenta que cada una de las actividades descritas están complementadas por sus respectivas fases y sub-fases que ayudan al buen desempeño de cada etapa, éstas fases se presentan de manera detallada en la Tabla 29.

El desarrollo de la guía de Aplicación de Criterios de Diseño de un SGS en el Transporte es descrito específicamente en el Anexo G, al igual que la explicación detallada de cada actividad.

**Tabla 28. Actividades de la Guía de Aplicación de Criterios, Propósito y Justificación**

| Actividad | Propósito | Justificación |
|---|---|---|
| **1. Recopilar la información** | Obtener la información referente a la descripción de las operaciones y recopilar las diferentes fuentes que la contienen. | Contar con la información que permita conocer la manera como se ejecuta el proceso en el caso de estudio, y de esta manera identificar el intercambio de información generado y obtener todos los datos necesarios para el SGS y la descripción de la secuencia operativa del proceso de transporte. |
| **2. Describir el Proceso.** | Identificar la secuencia de operación y la manera como se ejecuta el proceso de transporte. | Obtenidas y estudiadas las fuentes de información, se procesan con el fin de obtener una descripción del proceso de transporte que permita determinar las necesidades de la empresa y entender el procesamiento de órdenes establecidos del mismo proceso. |
| **3. Relación Empresa (Caso de Estudio) - Modelo SF** | Determinar la relación entre las diferentes áreas y divisiones de la empresa con los bloques funcionales definidos en el modelo SF aplicado. | Con la descripción detallada del proceso de transporte se procede a establecer la relación entre las Áreas y Divisiones de la Empresa con los Bloques Funcionales definidos en el Modelo SF, con el fin de verificar y encontrar los diferentes flujos de información establecidos en el modelo SF Aplicado. |
| **4. Evaluar el cumplimiento de la información requerida por el SGS en el Caso de Estudio** | Comparar la información necesaria para el bloque de seguridad en el transporte con la información recopilada para el proceso de transporte caso de estudio.. | Una vez identificados los bloques funcionales del modelo SF inmersos en las áreas y divisiones de la empresa, se verifica y evalúa la existencia de la información requerida por el bloque de seguridad en el transporte y por tanto por el SGS. |
| **5. Realizar la Política de Seguridad** | Determinar el compromiso de la alta gerencia respecto a la seguridad y formular la política de seguridad. | Dados los flujos de información necesarios y su origen dentro de la organización, se aplica el criterio: Política de gestión de la seguridad (elemento 1 de la norma ISO 28000) con la finalidad de redactar el compromiso de la organización ante la seguridad en el transporte. |
| **6. Hacer la Planificación de la Seguridad** | -Establecer metas de seguridad y elegir los medios para alcanzar dichas metas.<br>- Definir el programa de gestión de la seguridad.<br>-Identificar amenazas a la seguridad y posibles riesgos del proceso. | Una vez Identificados los flujos de información necesarios, su origen dentro de la organización y el propósito de seguridad en el transporte establecido por la política de seguridad, se aplica el grupo de criterios: Planificación de la Seguridad, (elemento 2 de la norma ISO 28000) con la finalidad de identificar amenazas y posibles riesgos a la seguridad, establecer los objetivos y metas de seguridad, identificar los requisitos de seguridad y definir el programa de gestión de la seguridad. |

**Tabla 28. (Continuación)**

| Actividad | Propósito | Justificación |
|---|---|---|
| **7. Realizar la Implementación y Operación del Sistema** | Ejecutar y poner en marcha el programa de la gestión de la seguridad que dará cumplimiento a la política y a los objetivos de seguridad propuestos. | A partir de los flujos de información necesarios, su origen dentro de la organización, el propósito de seguridad en el transporte, las metas de seguridad y los medios para alcanzarlas y basados en el programa de gestión de la seguridad en el transporte se aplica el grupo de criterios: Implementación y operación del SGS (elementos de la norma ISO 28000) con la fincalidad de definir los responsables del SGS, los planes de entrenamiento, el plan de respuesta ante emergencia, realizar la comunicación del SGS y realizar el control operacional del mismo. |
| **8. Realizar los procesos de Verificación y Acción Correctiva** | Realizar un monitoreo continuo que permita efectuar mediciones, supervisión y evaluación del desempeño del sistema de seguridad. | Los pasos anteriores permiten la correcta planificación e implementación del SGS. El programa de gestión de la seguridad es desarrollado con el fin de definir las operaciones de seguridad requeridas por el sistema, entre ellas, asegurar el cumplimiento de actividades de monitoreo y supervisión, una vez implementado el sistema, que permitan la continua actualización del mismo, de esta manera se aplica el grupo de criterios: Verificación y acción correctiva,(elemento 3 de la norma ISO 28000) con la finalidad de realizar la medición y desempeño del SGS, realizar la evaluación del mismo y llevar un control de registros necesarios para evidenciar las actividades realizadas. |

Fuente: Elaboración propia, 29 de Noviembre de 2012.

**Tabla 29. Guía para el diseño de un SGS en el transporte.**

| Secuencia | Actividad | Fases | Sub-Fases |
|---|---|---|---|
| 1 | Recopilar la información. | -- | -- |
| 2 | Describir el Proceso. | 2.1 Hacer la descripción del General del Proceso. | -- |
| | | 2.2 Realizar la descripción y Caracterización de las Actividades del Proceso. | -- |

**Tabla 29. (Continuación)**

| Secuencia | Actividad | Fases | Sub-Fases |
|---|---|---|---|
| 3 | Establecer la relación entre las Áreas y Divisiones de la Empresa con los Bloques Funcionales definidos en el Modelo SF Aplicado. | 3.1. Identificar y describir las áreas de la organización. | -- |
| | | 3.2. Identificar la relación las áreas y divisiones de la organización con los bloques funcionales en el Modelo SF Aplicado. | -- |
| 4 | Evaluar el cumplimiento de la información requerida por el SGS en el Caso de Estudio. | -- | -- |
| 5 | Realizar la Política de Seguridad.[21] | 5.1. Planificar, investigar y coordinar la política. | -- |
| | | 5.2. Ejecutar la Evaluación y revisión independiente de la política. | |
| | | 5.3. Aprobación de la política por parte de las directivas. | |
| 6 | Hacer la Planificación de la Seguridad | 6.1 Realizar la Evaluación de Riesgos [22] | 6.1.1. Identificar de los Escenarios de Amenaza. |
| | | | 6.1.2 Clasificar las Consecuencias |
| | | | 6.1.3. Realizar la clasificación de la Posibilidad de Incidentes de Seguridad |
| | | | 6.1.4 Evaluar el puntaje para Incidentes de Seguridad |
| | | | 6.1.5 Desarrollar de Contramedidas |

**Tabla 29. (Continuación)**

| Secuencia | Actividad | Fases | Sub-Fases |
|---|---|---|---|
| 6 | Hacer la Planificación de la Seguridad | 6.1 Realizar la Evaluación de Riesgos [22] | 6.1.6 Implementar las Contramedidas |
| | | | 6.1.7 Evaluar las Contramedidas |
| | | | 6.1.8 Repetir del Proceso |
| | | | 6.1.9 Continuación del Proceso |
| | | 6.2 Identificar Requisitos de Reglamentación | 6.2.1. Identificar legislación pertinente. |
| | | 6.2 Identificar Requisitos de Reglamentación | 6.2.2. Efectuar el seguimiento de controles legislativos y actualización |
| | | 6.3 Establecer Objetivos y Metas de Seguridad [23] | 6.3.1 Realizar la identificación de las Necesidades de Seguridad de la Organización |
| | | | 6.3.2 Identificar los Beneficios y los Beneficiarios |
| | | | 6.3.3 Identificar los Objetivos |
| | | 6.4 Desarrollar los Programas de gestión de la seguridad | 6.4.1. Realizar la descripción y Análisis de los Procesos de Trabajo |
| | | | 6.4.2 Efectuar la definición del Nuevo Plan de Trabajo |
| | | | 6.4.3 Repetir el Proceso |
| 7 | Realizar la Implementación y Operación del Sistema | 7.1 Definir la Estructura y Responsabilidades para la Gestión de la Seguridad | 7.1.1. Definir el personal que hará parte del sistema de Gestión de la Seguridad y asignar responsabilidades. |

**Tabla 29. (Continuación)**

| Secuencia | Actividad | Fases | Sub-Fases |
|---|---|---|---|
| 7 | Realizar la Implementación y Operación del Sistema | 7.1 Definir la Estructura y Responsabilidades para la Gestión de la Seguridad | 7.1.2 Definir las responsabilidades de la alta gerencia para el Sistema de Gestión de la Seguridad. |
| | | 7.2 Realizar la Planeación de la Competencia, entrenamiento y toma de conciencia | 7.2.1. Definir y divulgar conceptos de entrenamiento. |
| | | | 7.2.2. Establecer programa de entrenamiento. |
| | | | 7.2.3. Asignar personal de respuesta a emergencias con sus respectivas funciones |
| | | | 7.2.4. Revisar y Actualizar el Personal de Respuesta a Emergencias |
| | | | 7.2.5. Establecer Programa de Calificación y Competencia |
| | | 7.3 Establecer los Procedimientos de Comunicación | 7.3.1. Señalización del oleoducto. |
| | | | 7.3.2. Señalización de instalaciones. |
| | | 7.4.Planificar el Control Operacional | -- |
| | | 7.5 Elaborar el Plan de Preparación y Respuesta ante Emergencias y Recuperación de la Seguridad [24]. | 7.5.1.Estipular las brigadas de emergencia |
| | | | 7.5.2 Elaboración del Plan de Respuesta a Emergencias |
| | | | 7.5.3 Simulacro de Evacuación |
| | | | 7.5.4.Actualizaciones y mantenimiento periódico del plan |

**Tabla 29. (Continuación)**

| Secuencia | Actividad | Fases | Sub-Fases |
|---|---|---|---|
| 8 | Realizar los procesos de Verificación y Acción Correctiva | 8.1 Definir el Procedimiento de Medición y Seguimiento del Desempeño de Seguridad | -- |
| | | 8.2 Especificar la Secuencia de Evaluación del Sistema | 8.2.1. Lista de chequeo de planes, documentos y registros del SGS |
| | | | 8.2.2. Realizar el Análisis de los resultados de la medición del desempeño y la evaluación de riesgos. |
| | | | 8.2.3. Identificar las necesidades actuales del sistema y planificar acciones de mejoramiento. |
| | | 8.3 Realizar Procedimientos para No conformidad y Acción correctiva y preventiva | 8.3.1. Establecer la interpretación y aplicación para la empresa de cada uno de los conceptos: No conformidad, Acción correctiva y preventiva |
| | | 8.4 Definir el Plan de Control de Registros [25] | 8.4.1Generación de los registros |
| | | | 8.4.2 Elaboración de la Lista Maestra de Registros |
| | | | 8.4.3 Revisión de los Registros de Seguridad |
| | | | 8.4.4 Definir el plan de Archivo de los Registros de seguridad en medio impreso o digital |

Fuente: Elaboración Propia, 20 de Septiembre de 2012

## 4.2 Ejemplificación de la Guía de Aplicación de Criterios de Diseño de un SGS en el Transporte.

Recordando que no se encuentra entre los objetivos de este proyecto la aplicación, en este estudio se realiza únicamente la ejemplificación al proceso de transporte, las actividades de implementación y ejecución de la guía serán simplemente descritas.

### 1. Recopilación de la información

La ejecución de la encuesta descrita en el Anexo F en la empresa caso de estudio, permitió la recopilación de la información del proceso de transporte de crudo.

### 2. Descripción del Proceso

#### 2.1. Descripción General del Proceso

La descripción general del proceso, así como conceptos importantes para el desarrollo de esta guía se presenta en el Anexo H.

#### 2.2. Descripción y Caracterización de las Actividades del Proceso

##### 2.2.1. Entrada de Producto

La puesta en marcha del sistema de transporte inicia con la introducción moderadamente rápida y constante de un flujo continuo de petróleo en uno de los extremos del ducto, el crudo es proveniente de los pozos de propiedad de los proveedores del oleoducto. Para permitir el ingreso de este crudo, es necesario un registro de producto aceptado expedido por el departamento de compras del oleoducto.

Posteriormente inicia las actividades de recibo de producto, las cuales son control de presión, medición, calibración, verificación de la calidad y almacenamiento. En esta etapa se dispone de un sistema de recibo para la línea, que incluye: una trampa para recibo de raspadores, válvulas de bloqueo motorizadas y/o manuales, válvulas de alivio, drenaje, venteo, medición, instrumentación de control y protección de la línea.

Es necesario el control de la presión de la línea, el cual mantiene la línea llena y protege los sistemas de recibo, medición, calibración y almacenamiento, sosteniendo la presión dentro de los rangos de diseño.

En la operación siguiente, el crudo recibido es pre-filtrado, mediante un filtro tipo canasta, acto seguido se realiza la medición del crudo, en donde se determina el caudal, volumen, presión y temperatura del crudo recibido, el sistema cuenta con un medidor ultrasónico para control de fugas y manejo operacional del sistema.

Se supervisa la calidad del producto a través de un sistema de monitores de calidad, el cual determina las características de densidad, contenido de agua y los sedimentos para liquidar el volumen neto de crudo despachado, además, antes de los pre-filtros se tiene en cada línea un toma muestras automático para recoger el crudo para los análisis de laboratorio. Finalmente, el crudo es almacenado.

Para el almacenamiento la estación cuenta con 9 tanques de almacenamiento, los cuales tienen instalaciones adecuadas para recibir crudo, después de pasar por los

sistemas de medición a la llegada. Cada uno de los tanques tiene las siguientes características: Tanque de techo flotante, con 120' (36.576 m) de diámetro por 30' (9.144 m) de altura y una capacidad de 58853.00 bls (barriles estándar de petróleo).

### 2.2.2. Despacho y Transporte de Crudo

Las diferentes operaciones de las estaciones y terminales son programadas en una forma tal que el movimiento de crudo se realiza de acuerdo con un plan. La Aplicación de Programación del Oleoducto recibirá como una entrada la información del plan realizado en el Proceso de Nominaciones. Este proceso define el plan de operaciones en forma mensual, este proceso se realiza en un calendario en el cual a más tardar el día 15 de cada mes se emiten las nominaciones en firme para cada una de las corrientes del mes siguiente y tentativas para dos meses más. La información proveniente del proceso de nominaciones sirve de base para la programación y objetivo contra el cual se mide el desempeño de la operación.

La programación del oleoducto interactúa con los procesos de nominaciones, mantenimiento y condiciones reales en el transcurso de los periodos programados, para obtener el plan detallado de movimiento de crudos de las estaciones, líneas y puntos de entrada o salida de crudos del oleoducto

Durante el mes (M-1), se realiza la programación en firme para un “Mes Programado” (M) y una tentativa para el mes siguiente (M+1), de acuerdo con el calendario de eventos que se describe más adelante.

- Eventos en el ciclo de programación:

- El Programador Oleoducto recibe el plan de entregas y despachos proveniente del proceso de nominaciones para el mes (M) el día 6 de cada mes.
- El Programador Oleoducto utiliza las cifras anteriores y el programa Preliminar (con ventanas de 5 días) de retiros en el terminal marítimo existente para el mes M y produce el programa detallado del oleoducto para la parte restante del mes (M-1) y el programa oficial para el mes M.
- El Programador Oleoducto realiza una corrida especial en la cual adiciona la información correspondiente al siguiente mes (M+1), utilizando información recibida en el proceso de nominaciones y la generada específicamente para esta actividad por los productores de crudo.

Al menos una vez a la semana (o cuando sea requerido) el Programador Oleoducto actualiza la información correspondiente al desempeño real de las operaciones de acuerdo con los reportes diarios y genera un programa detallado de las operaciones a realizar en cada una de las estaciones, a fin de cumplir con los objetivos. Se crea el reporte con alcance de ocho (8) días para el Centro de Control.

- Criterios Generales de programación del oleoducto
  - Los volúmenes de crudo recibidos de producción son transportados hasta su destino final en el menor tiempo posible.

- Un programa es posible (no necesariamente eficiente), sólo si los inventarios que se generan en las estaciones se encuentran todo el tiempo dentro de los límites de la capacidad máxima a remanente de almacenamiento.

De acuerdo a la programación del oleoducto se puede o no realizar el transporte de crudo, esta determina los parámetros del transporte. Una vez aceptada, se realiza el despacho de crudo, para ello se efectúa primero una medición de despacho, para lo cual se cuenta con un sistema de medición desde los tanques de almacenamiento, este determina el caudal, volumen, presión y temperatura del crudo despachado.

El sistema de medida, consta de: cuatro brazos cada uno compuesto por: un filtro de canasta, un medidor de desplazamiento positivo, una válvula de seguridad, drenaje, instrumentación de control y válvulas de bloqueo manuales y motorizadas.

Posteriormente se realiza el bombeo del crudo hacia la estación final, para este, se tiene un grupo de bombas Booster que consta de 7 unidades en paralelo, de las cuales seis están en operación y una disponible, cada unidad está compuesta de: un motor eléctrico tipo vertical, una bomba centrífuga vertical, un múltiple, instrumentación y un sistema de control automático. El sistema también cuenta con un grupo de bombas principales que consta de 5 unidades en serie, de las cuales cuatro están en operación y una disponible, tres unidades están montadas sobre un patín, compuestas de: Un motor eléctrico, una bomba centrífuga horizontal, instrumentación, un acople, un sistema de control automático (PLC) y protección de las líneas. Entonces el crudo que sale de tanques, pasa por el múltiple de succión, luego por las bombas Booster y las unidades principales, para ser despachado hacia la Estación final.

El transporte de crudo es supervisado a través de diferentes RTU (*remote terminal unit*) ubicadas a los largo del oleoducto, las cuales son las encargadas de recibir y transmitir los datos recolectados por los diferentes instrumentos de medición, hacia el centro de control. De esta manera en el centro de control, se tiene pleno conocimiento en tiempo real de la localización de los baches o parcelas de crudo que están siendo transportados y se detecta cualquier fuga de crudo durante la operación de transporte.

### 2.2.3. Recepción y Almacenamiento Final

Una vez que el crudo llega a su destino, se realizan las operaciones de entrada de producto y almacenamiento especificadas en la primera etapa.

## 3. Relación de las áreas y divisiones de la empresa con los bloques funcionales definidos en el modelo SF aplicado.

### 3.1 Identificación y descripción de las Áreas y Divisiones de la Organización

- **GERENCIA DE SUMINISTRO Y VENTAS:** Tiene como función establecer los planes y presupuestos de ventas, de modo que se planifiquen las acciones tomando en cuenta los recursos necesarios y disponibles para llevar a cabo dichos planes. De igual manera, se calcula la demanda para pronosticar las ventas y los suministros requeridos para cumplir con lo ofertado.

- **GERENCIA DE TRANSPORTE:** La Gerencia de Transporte está conformada por las siguientes áreas operativas: Sala de Control, Planeamiento Operativo, Programación de Transporte, Balance & Medición y Control de Calidad. El grupo de operadores de Sala de Control está liderado por el responsable de sala de control, quien reporta directamente al Responsable de Transporte, contando a su vez con el apoyo de Planeamiento Operativo, Balance & Medición y Control de Calidad.

  - **Sala de Control:** La función principal del responsable de la Sala de Control es planificar, controlar y supervisar las operaciones del sistema de Transporte de crudo de acuerdo con las normas de seguridad, regulaciones, estándares, procedimientos y obligaciones contractuales, de manera que se garantice el transporte y las entregas de los productos transportados a los respectivos clientes en forma segura, confiable y eficiente, utilizando los recursos técnicos, operativos y humanos disponibles.

  - **Planeamiento Operativo:** Esta área tiene por función principal analizar, programar y coordinar las salidas de servicio que impliquen tareas de mantenimiento, obras de ampliación y/o reparación de los ductos, de acuerdo con los procedimientos generales de la estación y las normas nacionales, con el propósito de optimizar el uso de las instalaciones disponibles, asegurando el funcionamiento del sistema de transporte.

  - **Programación de Transporte:** El responsable de esta área debe encargarse de la programación del transporte para cada mes, teniendo en cuenta el almacenamiento y la capacidad que se tiene para diseñar el programa, con la función de supervisar el seguimiento del envío de crudo de acuerdo a la programación establecida.

  - **Balance & Medición:** Tiene como función principal analizar, controlar y validar los datos de las mediciones de productos de acuerdo con los procedimientos establecidos y normativas acogidas, con el propósito de certificar la medición para la confección de balances de planta, dentro de las normas de calidad, seguridad y estándares fijados.

  - **Control de calidad:** Tiene por función principal ejecutar todas las tareas relacionadas con el control de calidad de los productos transportados, contando para ello con elementos portátiles de medición como con un laboratorio para llevar a cabo las distintas determinaciones, aplicando estándares fijados.

- **GERENCIA DE MANTENIMIENTO:** La misión de esta gerencia es aplicar las mejores prácticas adaptadas a las características propias del sistema de transporte por ductos, con la finalidad de lograr una operación eficiente y segura que permita preservar la armonía entre la comunidad, el medio ambiente y la integridad del sistema.

  - **Supervisión de mantenimiento:** Es el área responsable de la supervisión de mantenimiento de los diferentes equipos involucrados en el proceso de transporte,

como lo son: los equipos rotativos, los instrumentos de superficie y los ductos; con el objetivo de realizar solicitudes de acciones correctivas y /o preventivas.

- **Ejecución de Mantenimiento:** Esta área tiene por objetivo principal, ejecutar y registrar, autónomamente, las actividades de mantenimiento en el campo según programas y procedimientos, asegurando la protección del proceso, de la comunidad, del medio ambiente, integridad y confiabilidad de las instalaciones.

- **GERENCIA DE SEGURIDAD Y MEDIO AMBIENTE:** Esta gerencia establece que la Seguridad Industrial y el cuidado ambiental forman parte indisoluble de todas las actividades que se desarrollen e cualquiera de las áreas ya sean operativas, comerciales y/o administrativas.

### 3.2. Relación de las Áreas y Divisiones de la organización

Considerando que el sistema de Gestión diseñado en el presente proyecto está estructurado mediante bloques funcionales pertenecientes al modelo de flujo de datos funcional aplicado; se hace necesario identificar la concordancia de éstos en las actividades y roles empresariales del caso de estudio. En la Tabla 30 se presenta la relación entre las actividades que se realizan en el caso de estudio y las funciones de los modelos utilizados. Cabe aclarar que solo se tomaron las actividades competentes al SGS.

**Tabla 30. Relación de las Áreas y Divisiones de la organización y los Bloques Funcionales del Modelo.**

| Áreas caso de estudio | División | Bloque funcional | Función ISA |
|---|---|---|---|
| Gerencia de suministro y ventas | Departamento de Ventas | **VENTAS, CAM: Expedición** | Comercialización y ventas |
| | Departamento de Compras | **COMPRAS, CAM: Entrada de mercancías** | Adquisición |
| Gerencia de Transporte | Sala de Control | **CAM: Fabricación** | Control de la producción |
| | Planeamiento Operativo | **PPC** | Procesamiento de órdenes. Control de la producción |
| | Programación del Transporte | **CAP** | Programación de la producción |
| | Balance & Medición | **CAM: Almacén** | Control de Inventario de Productos |
| | Control de Calidad | **CAQ** | Aseguramiento de la Calidad |
| Gerencia de Mantenimiento | Planificación de Mantenimiento | **CAP** | Control de la producción |
| | Supervisión de Mantenimiento | **CAM: Banco de Pruebas** | Aseguramiento de la Calidad |
| | Ejecución de Mantenimiento | **CAM: Conservación** | Administración de Mantenimiento |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Gerencia de Seguridad, Ambiente y Salud | Departamento de Seguridad | **SEGURIDAD EN EL TRANSPORTE** | -- |
| | Departamento de Medio Ambiente | | |

Fuente: Elaboración Propia, 21 de Septiembre de 2012

## 4. Evaluación del Cumplimiento de la Información Requerida por el SGS en el Caso de Estudio

En la Tabla 31 se presentan algunas relaciones establecidas entre la información necesaria para el sistema de gestión de la seguridad y la información generada en el caso de estudio, indicando el bloque funcional al cual debería pertenecer y la manera como se cumple con los requisitos en el caso de estudio. Para evaluar dicho cumplimiento pueden existir tres opciones, que Si se cumpla, que No se cumpla o que se cumpla de manera Parcial. La relación completa se presenta el Anexo F.

**Tabla 31. Evaluación del cumplimiento de la información requerida por el SGS.**

| Información del SGS | Bloque funcional | Caso de estudio | comentario |
|---|---|---|---|
| Política y Objetivos pertinentes al proceso. | PPC | PARCIAL | Existe una política y unos objetivos en general para el desempeño de la organización, la cual abarca en parte el proceso de transporte específicamente. |
| Programa de producción y Programa de embalaje. | | SI | Se realiza una programación por mes del crudo a despachar a los diferentes destinos. |
| Seguimiento de cargas. | | SI | Se realiza un seguimiento mediante la supervisión por el sistema SCADA. |
| Informe de requisitos legales aplicables y otros requisitos que suscribe la organización en relación con sus amenazas y riesgos para la seguridad. | | PARCIAL | Se cumple con las normas API, la Ley 39, los Decretos 1056, 3683, 0283 y 2008, mas no se hace una continua actualización de los requisitos legales hasta no ser exigidos. |
| Instrucciones para determinar la aplicación de requisitos y reglamentación de seguridad. | | SI | Se siguen los estándares y procedimientos sugeridos por las normas. |
| Procedimientos para asegurar que la información pertinente de gestión de la seguridad se comunica hacia y desde los empleados relevantes, contratistas y otras partes interesadas. | | NO | La información pertinente a la seguridad se comunica informalmente hacia y desde los empleados, mas no existen procedimientos formales para llevar a cavo esta operación. |

Fuente: Elaboración Propia, 21 de Septiembre de 2012

## 5. Política de Seguridad

Para el caso de estudio se define la siguiente política para el sistema de gestión de la seguridad en el transporte:

> *"La empresa caso de estudio se compromete a documentar, implementar y mantener el Sistema de Gestión de la Seguridad, con el fin de mejorar continuamente la integridad de sus ductos y proporcionar un alto nivel de seguridad en el proceso de transporte de crudo a los diferentes destinos, prestando con ello también protección al público en general, a sus empleados y al medio ambiente.*
> *La responsabilidad y compromiso de nuestros empleados deben asegurar que se realicen todos los esfuerzos para preservar la seguridad en el transporte de crudo, evitando daños a las estructuras y ductos, y demás bienes de la empresa.*
> *La empresa es responsable de proveer los medios y recursos necesarios para que se ejecuten todas las medidas necesarias para garantizar el cumplimiento del Sistema de Gestión de la Seguridad para el proceso de transporte.*
> *Adicionalmente, la empresa caso de estudio tomará las previsiones que estén a su alcance para asegurar que sus actividades cumplan con las leyes, estatutos, regulaciones y códigos de seguridad para la industria petrolera emanados de las autoridades colombianas."*

## 6. Planificación de la Seguridad

### 6.1. Evaluación de riesgos

#### . 6.1.1. Identificación de los Escenarios de Amenaza

Las amenazas más comunes y su escenario, son descritas y clasificadas en la Tabla 32

**Tabla 32. Identificación de los Escenarios de Amenaza.**

| ESCENARIOS DE AMENAZA | DESCRIPCIÓN DE LA AMENAZA | Código |
|---|---|---|
| **Intromisión por parte de agentes externos** | Tomas clandestinas | 1 |
| | Material defectuoso | 2 |
| | Atentados terroristas | 3 |
| | Instalaciones y proyectos asociados | 4 |
| | Evaluación inadecuada de materiales | 5 |
| **Alteración de la Información** | Violación de permisos de acceso | 6 |
| | Acceso local o remoto a la base de datos no autorizado | 7 |
| | Posibles fallas en los servidores | 8 |
| **Integridad de la carga** | Alteraciones químicas no autorizadas en el producto | 9 |
| | Sustancias presentes en la carga | 10 |
| **Riesgos del proceso** | Corrosión externa | 11 |
| | Golpe Mecánico | 12 |
| | Falla de la soldadura transversal | 13 |
| | Golpe de ariete | 14 |
| | Fisura por sobrepresión | 15 |
| | Falla de la abrazadera | 16 |
| | Fuga en la válvula | 17 |
| | Ruptura de monoblock | 18 |

**Tabla 32. (Continuación)**

| ESCENARIOS DE AMENAZA | DESCRIPCIÓN DE LA AMENAZA | Código |
|---|---|---|
| **Riesgos del proceso** | Pérdida de metal externa e interna | 19 |
| | Fugas, fisuras, quemaduras y defectos en soldaduras. | 20 |
| | Abolladuras, plana o con concentración de esfuerzos | 21 |
| | Erosión y desgaste | 22 |
| | Laminación del ducto | 23 |
| | Fatiga y fatiga térmica | 24 |
| | Fallas de equipo | 25 |
| | Falta o fallas en procedimientos operativos y programas de mantenimiento | 26 |
| | Falla de empaques | 27 |
| | Mal funcionamiento de equipos de control | 28 |
| | Corrosión interna | 29 |
| **Consideraciones Asociaciones y autoridades Gubernamentales** | Planes de Ordenamiento territorial | 30 |
| | Problemas de orden público | 31 |
| **Otros** | Sobre-esfuerzo por movimientos terrestres | 32 |
| | Clima frio | 33 |
| | Rayos | 34 |
| | Lluvias intensas e inundaciones | 35 |

Fuente: Elaboración Propia, 21 de Septiembre de 2012

### 6.1.2 Clasificación de las Consecuencias

Es fundamental determinar todos los posibles daños generados después de un incidente de seguridad y clasificarlos para definir a cuales consecuencias se les debe dar prioridad. Las consecuencias pueden ser clasificadas por niveles de gravedad como un nivel alto, medio o bajo y según el daño generado como impacto por muerte o lesión, económico, ambiental o todas las anteriores.

El desarrollo completo de este numeral se presenta en el Anexo F.

### 6.1.3 Clasificación de la Posibilidad de Incidentes de Seguridad

En esta etapa se identifica la posibilidad de que cada incidente de seguridad ocurra en un activo particular, esta posibilidad se puede clasificar como un nivel alto, medio o bajo. En la Tabla 33 se presenta la clasificación de las posibilidades para el caso de estudio, por ejemplo: La posibilidad de que exista una toma clandestina es alta, y la posibilidad de que ocurra una falla en procedimientos operativos y en programas de mantenimiento tiene un nivel medio.

**Tabla 33. Posibilidad de Incidentes de Seguridad.**

| Nivel | Consecuencia | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 |
| Alto | x | | x | | | x | | | | | x | | | | | | | | | | x | x | | | | | | | | x | | | | |
| Medio | | | | x | x | | x | | | | | x | | x | | | x | | | x | | | | | x | x | | x | x | | | x | | |
| Bajo | | x | | | | | | x | x | x | | | x | | x | x | | x | x | | | | x | x | | x | | | x | | x | | x | x |

Fuente: Elaboración Propia, 22 de Septiembre de 2012

### 6.1.4 Puntaje para Incidentes de Seguridad

Realizar puntajes para incidentes de seguridad, es útil para determinar cuándo se deben usar contramedidas para incidentes de seguridad específicos, puesto que la identificación de las contramedidas se requiere para incidentes de seguridad que tengan un puntaje alto tanto en posibilidad como en consecuencias, al igual que para los que alcanzan puntajes en posibilidad media y consecuencias altas.

A continuación se presenta la Tabla 34, en donde se realiza dicha puntuación, para así poder realizar la identificación de las contramedidas pertinentes para el caso de estudio o por el contrario la respectiva documentación. Por ejemplo: Es necesario la creación de contramedidas para los incidentes 1 y 3, puesto que tienen un nivel de consecuencia y de posibilidad alto, de igual manera, se deben considerar los incidentes 6, 11,21 y 22, estos tienen menor prioridad porque poseen un nivel de consecuencia baja, pero un nivel posibilidad alto, por otra parte los incidentes 4, 7, 17 y 33 serán simplemente documentados debido a que tienen un nivel de consecuencia bajo y posibilidad media, y por ello no necesitan atención inmediata.

**Tabla 34. Puntaje para Incidentes de Seguridad.**

| Clasificación de las posibilidades | | Alta | | | | Media | | | Baja | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Clasificación de las consecuencias | Alta | 1 | | 3 | | 20 | 28 | 29 | 13 | 15 | 16 | 18 |
| | | | | | | | | | 24 | 32 | 34 | |
| | Media | 31 | | | | 5 | 12 | 14 | 2 | 8 | 19 | |
| | | | | | | 25 | 26 | | | | | |
| | Baja | 6 | 11 | 21 | 22 | 4 | 7 | 17 | 9 | 10 | 23 | 27 |
| | | | | | | 33 | | | 30 | 35 | | |

Fuente: Elaboración Propia, 22 de Septiembre de 2012

### 6.1.5 Desarrollo de Contramedidas

El propósito del desarrollo de contramedidas, es la reducción de la posibilidad de que el escenario de amenazas a la seguridad tenga éxito o la reducción del peligro que pueda ser causado por los escenarios de amenaza a la seguridad a un nivel en el que ya no se requieran contramedidas adicionales.

De acuerdo al análisis realizado en el paso anterior se desarrollaron las contramedidas necesarias y descritas de manera general en el Anexo F.

### 6.1.6 Implementación de Contramedidas

Las contramedidas generadas representan un cambio en las prácticas operativas y necesitan ser promulgadas e implementadas de acuerdo con la planificación de la organización, para asegurar que los recursos adecuados están disponibles y se maneja el impacto sobre otras operaciones.

Para el caso de estudio, se evalúan las operaciones y el desarrollo de las actividades del proceso para determinar si se están siguiendo algunas de estas prácticas, y se encuentra que se utilizan contramedidas, tales como: la redundancia de equipos de control, utilización de software especializado en detención de fugas, permisos de acceso, envío regular de marranos inteligentes, entre otras. Para la implementación de las contramedidas restantes es necesario que sean planificadas las actividades y recursos requeridos y que estas programaciones sean sometidas a aprobación por parte de las autoridades del proceso y de la organización.

### 6.1.7 Evaluación de las Contramedidas

Las contramedidas implementadas deben ser evaluadas en cuanto a su eficacia para reducir las posibilidades y las consecuencias hasta que el riesgo para la seguridad no requiera que se consideren contramedidas adicionales. Para ello se aplica nuevamente el análisis de riesgo sugerido.
La contramedida que logre esto se considera eficaz y se debería incluir en el informe de evaluación de la seguridad.

Para el caso de estudio, las contramedidas existentes son evaluadas nuevamente y se encuentra que el riesgo por mal funcionamiento de equipos de control tiene una posibilidad menor debido a la redundancia de equipos, que permite que si algún equipo falla, la información suministrada por el sistema siga siendo confiable. Sin embargo no se puede considerar esta contramedida como eficaz puesto que las consecuencias generadas siguen siendo altas.

### 6.1.8 Repetición del Proceso

Después de que se han desarrollado y evaluado contramedidas eficaces, se continúa el proceso para el siguiente escenario de evaluación de amenazas a la seguridad, hasta agotar la lista de escenarios.

Para el caso de estudio no se han identificado contramedidas eficaces, por tanto se debe repetir el proceso hasta encontrar una contramedida eficaz para cada amenaza.

### 6.1.9 Continuación del Proceso

Es fundamental que se haga seguimiento continuo a la seguridad, para asegurar que las medidas de seguridad se lleven a cabo en la forma prevista, y que el proceso de evaluación se realice de acuerdo con las necesidades.
Para el caso de estudio se necesita de un plan de mejoramiento continuo, que realice evaluaciones y modificaciones periódicas de riesgos y contramedidas, en intervalos de tiempo más cortos, para así garantizar la adecuada identificación de riesgos de acuerdo a las condiciones del contexto, tiempo y espacio.

## 6.2 Requisitos de Reglamentación
### 6.2.1 Identificar la legislación pertinente y otros requisitos

En el caso de estudio se tiene el cumplimiento de todos los requisitos legales de la industria petrolera Colombiana, mencionados en el capítulo 1, adicionalmente, se cumple con las normas API (American Petrolium Institute).

### 6.2.2 Seguimiento de controles legislativos y actualización.

Para efectos del caso de estudio se establece en el Anexo F el procedimiento en el que se debe consignar el seguimiento y actualización de controles legislativos. Este procedimiento es desarrollado y evaluado por el personal de seguridad, para posteriormente ser enviado, revisado y aprobado por el área de planeación.

## 6.3 Objetivos y Metas de Seguridad
### 6.3.1 Identificación de las Necesidades de Seguridad de la Organización

La información del proceso recopilada a partir de la encuesta, el análisis de riesgos realizado en el numeral anterior y principalmente los requerimientos de seguridad derivados de la política de seguridad permitieron identificar las necesidades de seguridad del proceso, las cuales son:

- Proteger al público en general, a sus empleados y al medio ambiente.
- Proporcionar un alto nivel de seguridad en el proceso de transporte de crudo.
- Mejorar continuamente la integridad de los ductos de transporte.
- Convencer a los clientes de la responsabilidad de entregas oportunas y seguras.
- Concientizar, responsabilizar y comprometer a los empleados que deben asegurar que se realicen todos los esfuerzos para preservar la seguridad.

### 6.3.2 Identificación de los Beneficios y los Beneficiarios.

Con la implementación de un sistema de seguridad y dando respuesta a las necesidades identificadas se favorece no solo a la organización y sus clientes, sino

también a las comunidades cercanas a la zona de influencia del oleoducto y al desarrollo de la flora y fauna de la misma. Por ejemplo:

- Incrementar el nivel de seguridad en el proceso podría garantiza una menor pérdida de crudo debido a fugas, lo que se traduce en un aumento de las utilidades de la organización, también ayuda a la fidelización de los clientes puesto que este hecho permitirá que reciban el producto requerido en cantidades y tiempo apropiados. Además se está protegiendo al medio ambiente de sufrir daños ocasionados por la contaminación generada por las fugas de crudo.

### 6.3.3 Identificación de los Objetivos

De acuerdo a las necesidades de seguridad reconocidas para el caso de estudio se presentan en el Anexo F los objetivos planteados para el caso de estudio, así como las metas, métricas y frecuencia de verificación de los mismos.

## 6.4 Programas de Gestión de la Seguridad

### 6.4.1. Descripción y Análisis de los Procesos de Trabajo

Esta información es recogida mediante la encuesta aplicada y los diferentes manuales encontrados en el estudio del caso.

### 6.4.2 Definición del Nuevo Plan de Trabajo

#### 6.4.2.1 Valoración de Peligros y Amenazas a la Integridad del Ducto

El proceso de valoración de peligros y amenazas se debe realizar periódicamente o cada vez que un cambio en la operación (producto, presión, temperatura), condiciones de la tubería (material, revestimiento, envejecimiento) y en el ambiente (sistemas de tuberías paralelos, variantes), puedan introducir peligros que puedan convertirse en amenazas a la integridad del ducto. El proceso de valoración de peligros y amenazas se efectúa de acuerdo a los pasos estipulados en la evaluación del riesgo, arrojando el mismo resultado.

#### 6.4.2.2 Valoración de Áreas de Consecuencia

El operador del sistema de seguridad del caso de estudio, debe identificar las áreas de consecuencia a lo largo y ancho del corredor que atraviesa el oleoducto. La valoración de áreas de consecuencia contiene su significancia cualitativa (alta, media y baja) y cuantitativa (volúmenes de derrame, áreas afectadas) de acuerdo a la información disponible. La valoración de la consecuencia identifica y determina las áreas, que pueden ser afectadas directa (sobre el derecho de vía) e indirectamente (fuera del derecho de vía). La actualización de los mapas de consecuencias de todo el sistema realiza después del recorrido programado cada cinco años, pero las revisiones documentales se hacen regularmente con la nueva información recibida. Las consideraciones que se tienen en cuenta para la preparación de la valoración en el caso de estudio se exponen en el Anexo F, así como la definición de las áreas de alta consecuencia.

#### 6.4.2.3 Valoración de Riesgos

El operador del sistema de seguridad del caso de estudio, debe diseñar e implementar el proceso de valoración que permite identificar, estimar, evaluar y priorizar los riesgos. La valoración considera todos los factores que reflejan condiciones de riesgo en un segmento del oleoducto, y provee una guía que debería ser considerada en el análisis, estimación y evaluación de riesgos de ductos. Los elementos que son considerados en la valoración se describen en el Anexo F.

#### 6.4.2.4 Evaluación de Resultados y Programación de Medidas

El operador del sistema de seguridad debe tomar rápida acción para atender todas las condiciones anormales que se descubran mediante las valoraciones de seguridad o mediante el análisis de la información. Para atender estas condiciones el operador evaluarlas y remediar aquellas que puedan reducir la seguridad del oleoducto.

El operador debe poder demostrar que las acciones de mitigación de una condición asegurarán que es poco probable que la condición represente una amenaza en la integridad del oleoducto a largo plazo.

Una reducción temporal en la presión de operación no puede exceder los 365 días sin que el operador haya tomado acciones de mitigación adicionales, con el fin de garantizar la seguridad del oleoducto.

Para la consecución del resultado deseado el operador debe realizar el hallazgo de una condición y programar las actividades de mitigación (ver el desarrollo de estos conceptos en el Anexo F)

#### 6.4.2.5 Medidas de Prevención, Mitigación y Monitoreo

El operador del sistema de seguridad debe tomar medidas para mitigar, prevenir y monitorear las consecuencias de una potencial falla de una tubería.

Las medidas que se deben considerar para prevención, mitigación y monitoreo se describen en el Anexo F.

#### 6.4.2.6 Plan de Valoración de Seguridad Continua

El operador del sistema de seguridad debe llevar a cabo una valoración continua tan frecuente como sea necesario, para asegurar la integridad del oleoducto. La frecuencia de la valoración debe basarse en los factores de riesgo específicos del oleoducto. La valoración debe considerar, como mínimo, los resultados de la valoración de la seguridad continuas, el análisis de la información y las medidas mitigación, prevención y monitoreo.

Las instrucciones para la valoración de la seguridad continua se describen en el Anexo F.

### 6.4.2.6 Plan de Medición del Desempeño

El sistema de gestión y programa de seguridad, debe incluir métodos para medir si el manejo de la seguridad de cada segmento del oleoducto es efectivo protegiendo el público, el ambiente y asegurando una operación confiable y segura. El operador del sistema seguirá un proceso de toma de decisiones para definir y monitorear indicadores de desempeño internos y externos. El operador debe anualmente revisar los indicadores requeridos por USA PHMSA y NEB Canadá y los voluntarios de API Pipeline Performance Tracking System para un referente de desempeño, si aplica.

### 6.4.3 Repetición del Proceso

En el caso de estudio, la repetición del proceso se efectúa de acuerdo al plan de valoración y mejoramiento continuo.

## 7. Realizar la Implementación y Operación del Sistema

### 7.1 Definir la Estructura y Responsabilidades para la Gestión de la Seguridad

### 7.1.1 Definición del personal que hará parte del sistema de Gestión de la Seguridad y asignación de responsabilidades

Para el caso de estudio se tiene que el personal implicado para el Sistema de Gestión de la Seguridad es el que pertenece a las áreas de Transporte, mantenimiento, ventas, y compras, descritas en el numeral 3.1 y presentadas en la Ilustración 28

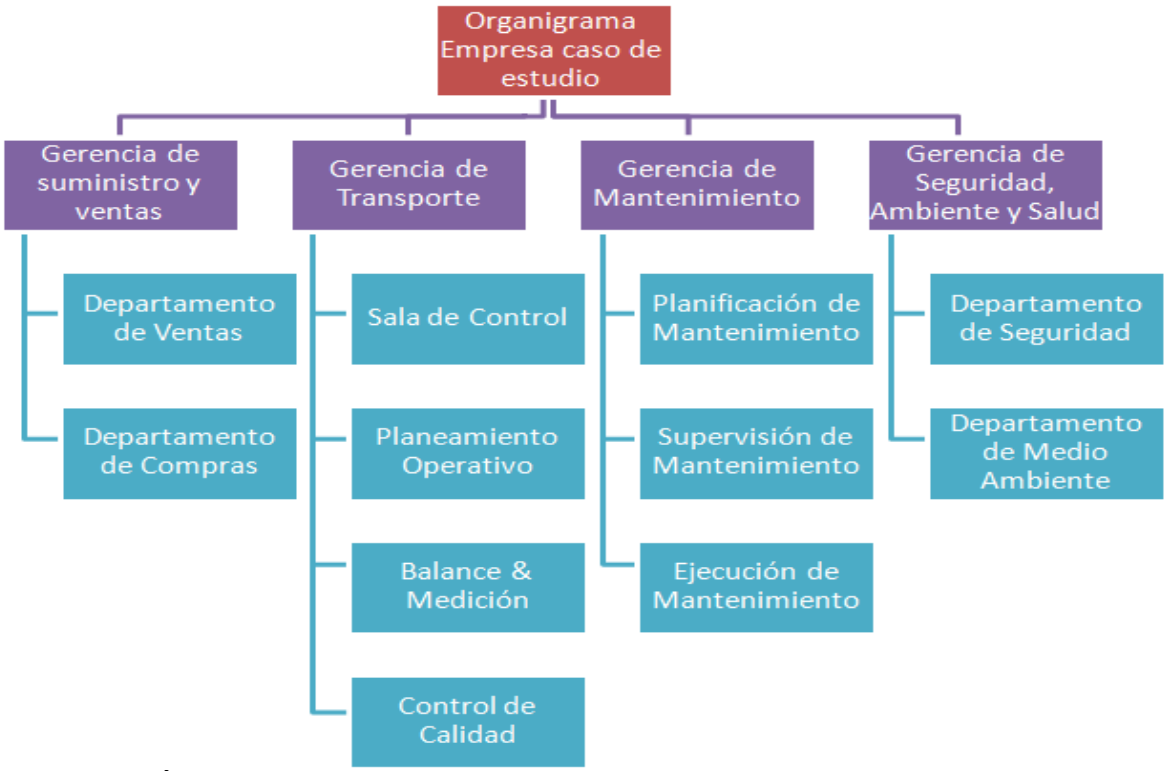



**Ilustración 28. Áreas y Divisiones de la organización Caso de Estudio.**

Para la implementación del sistema se asignan algunas personas de cada área como miembros directos del sistema, sin embargo, todos los empleados están obligados a conocer y aplicar las directrices del Sistema de Gestión de la Seguridad.

- **Gerencia de Transporte**
  - **Sala de Control**
    - Coordinar y supervisar la operación diaria del sistema de transporte.
    - Confeccionar el programa operativo de transporte, inyecciones y entregas.
    - Optimizar las operaciones del sistema de gestión de la seguridad en el transporte.
    - Restar colaboración en la elaboración y ejecución de los trabajos de reparación, mantenimiento, obras y proyectos.
    - Supervisar el buen manejo de los requisitos y necesidades de los sistemas informáticos y nuevas instalaciones mecánicas para el sistema de transporte por ductos.

  - **Planeamiento operativo**
    - Analizar los requerimientos de obras y trabajos de mantenimiento e integridad fijando tiempo, tipo de trabajo e impactos en el sistema de transporte.
    - Definir y elaborar el instructivo de salidas de servicio y el cronograma de actividades para la operación.
    - Informar a las áreas y organismos internos o externos el operativo de salidas de servicio y el cronograma de actividades.
    - Proporcionar soporte técnico a la sala de control en la ejecución de obras y trabajos.
    - Analizar la configuración y el estado de estaciones y ductos mediante simulaciones de corto y largo plazo.
    - Definir para las salidas de servicio las condiciones de operación, preparando los documentos internos y externos necesarios.
    - Supervisar y actualizar periódicamente los modelos y/o sistemas de detección de fugas en los ductos.

  - **Balance & medición.**
    - Analizar y controlar los datos de medición para la emisión de los balances correspondientes.
    - Realizar seguimiento a las medidas de seguridad durante el proceso de transporte del crudo.
    - Certificar los datos de la medición.
    - Recomendar acciones correctivas de acuerdo a lo establecido en los protocolos de medición de la seguridad.
    - Verificar que se cumplan con las normas específicas de seguridad establecidas.
    - Optimizar la capacidad de transporte disponible.
    - Manejar el sistema de nominaciones, autorizaciones, asignaciones y balances.

- Hacer que los registros de construcción, mapas y el histórico de la operación se encuentren disponibles.
- Determinar cuáles instalaciones del oleoducto o segmentos del mismo están localizados en áreas que requerirían una respuesta inmediata por parte de la organización para prevenir peligros hacia la población, proteger al ambiente en caso de presentarse fallas o inadecuado funcionamiento de las instalaciones.

- **Control de Calidad del sistema de seguridad**
  - Calibrar y usar adecuadamente los equipos de medición y pruebas para evaluar la calidad de las medidas de seguridad establecidas en el proceso.
  - Verificar, mantener y/o mejorar la calidad de los diferentes tipos de crudo transportados por los ductos de la organización.
  - Evaluar y reportar inconsistencias en el desarrollo del Sistema de Gestión de la Seguridad.
  - Recolectar los datos necesarios para reportar causas accidentes según se establece en el sistema de gestión de HSE.

Las responsabilidades e instrucciones para demás divisiones se describen en el Anexo F.

Cabe aclarar que debe existir un equipo de trabajo que integre la brigada de emergencia, conformado por personas pertenecientes a la empresa, capacitadas y entrenadas para tal fin.

### 7.1.2 Definición de las responsabilidades de la Alta Gerencia para el Sistema de Gestión de la Seguridad.

Para el caso de estudio se tiene una alta gerencia muy comprometida con mantener y mejorar el sistema de seguridad, dado que éste es uno de los objetivos más críticos e importantes para la organización. Para ello se cuentan con las siguientes responsabilidades:

- Tener completa disposición para reunir esfuerzos y coordinar el personal en pro al cumplimiento de las responsabilidades exigidas para el sistema de seguridad.
- Definir objetivos y metas para las operaciones y procesos.
- Estos objetivo y metas serán específicos, cuantificables, alcanzables, y susceptibles de seguimiento en forma eficaz, se basaran específicamente en las necesidades y mejoras que requiere la organización y el sistema de seguridad.
- Exigir la fijación de objetivos para cada proyecto y para cada operación.
- Realizar seguimiento del desempeño frente a los objetivos y con resultados de indicadores mensualmente para su revisión y comentario.

### 7.2 Realizar la Planeación de la Competencia, entrenamiento y toma de conciencia

Para el caso de estudio se toman las siguientes medidas:

Una tarea calificada es una actividad, identificada por el operador, que:

- Se realiza en las instalaciones del oleoducto;
- Es una tarea de operaciones y mantenimiento;
- Se realiza como un requisito del presente Marco Regulatorio; y
- Afecta la operación o la integridad del oleoducto.

Es necesario que los operadores conozcan con claridad los términos usados en los entrenamientos y demás situaciones.

### 7.2.1 Definición y Divulgación de Conceptos de entrenamiento

a. **Condiciones anormales de operación:** Es una condición identificada por el operador, que pueda indicar un mal funcionamiento de un componente o la desviación de las condiciones normales de operación que pueda:

   - Indicar que la condición excede los límites de diseño; o
   - Resultar peligroso para las personas, el medio ambiente, la operación o las propiedades.

b. **Evaluación***:* Es un proceso establecido y documentado por el operador para determinar la habilidad de un individuo para ejecutar una tarea calificada, mediante cualquiera de los siguientes métodos:

   1. Examen escrito;
   2. Examen oral;
   3. Revisión del historial de desempeño en el trabajo;
   4. Observación durante:
      - Desempeño en el trabajo;
      - Entrenamiento durante el trabajo;
      - Simulacros;

c. **Calificado:** Significa que un individuo ha sido evaluado y puede:

   1. Realizar las tareas calificadas asignadas; y
   2. Reconocer y reaccionar ante condiciones operativas anormales.
   3. Considerado competente si su tarea asignada ha sido previamente realizada bajo supervisión; o conocimiento particular o específico del sitio, operación o trabajo ha sido previamente obtenido y verificado.

### 7.2.2. Programa de Entrenamiento

El operador debe establecer e implementar un programa de entrenamiento para capacitar controladores, mantenedores, personal de integridad y de respuesta a emergencias.

### 7.2.3 Personal de respuesta a emergencias

El operador debe establecer e implementar un programa de entrenamiento continuo para capacitar al personal de respuesta a emergencias en:

- Ejecutar los procedimientos de atención de emergencias descritos en Plan de Respuesta a Emergencias, relacionados con sus responsabilidades.
- Conocer las características y peligros de los crudos transportados.
- Reconocer las condiciones que podrían causar emergencias, predecir las consecuencias del inadecuado funcionamiento o falla de las instalaciones, así como de los derrames de crudo y tomar las acciones correctivas apropiadas.
- Tomar las acciones necesarias para controlar cualquier fuga accidental, minimizar el riesgo de incendio, explosión, toxicidad o daños ambientales.
- Aprender acerca de las posibles causas, tipos, tamaños y consecuencias de incendios y el uso adecuado extintores portátiles y otros tipos de equipos que se encuentre disponible en el sitio para el control de incendios, incluyendo donde sea posible, un simulacro de una condición de emergencia en el oleoducto.

### 7.2.4 Revisiones y Actualizaciones del Personal de Respuesta a Emergencias

En intervalos que no excedan los 15 meses pero al menos una vez cada año calendario, el operador deberá:

- Revisar el desempeño del personal en el logro de los objetivos establecidos, en el programa continuo de entrenamiento en respuesta a emergencias.
- Realizar los cambios apropiados al programa de entrenamiento en respuesta a emergencias según sea necesario para asegurar su efectividad.
- El operador debe demandar y verificar que sus supervisores tengan un profundo conocimiento de aquellos procedimientos establecidos en Plan de Respuesta a Emergencias de los cuales sean responsables de asegurar su cumplimiento.

### 7.2.5 Programa de Calificación y Competencia

El operador del sistema de seguridad debe tener y seguir un programa escrito de calificación para controladores, mantenedores, personal de respuesta a emergencias. El programa debe contener disposiciones para:

- Identificar tareas calificadas;
- Asegurar, a través de la evaluación, que los individuos que desarrollen tareas calificadas están calificados;
- Permitir a los individuos que no están calificados de acuerdo con este numeral realizar una tarea calificada si son dirigidos y observados por un individuo que está calificado.
- Evaluar a un individuo, si el operador tiene razones para creer que su desempeño en la ejecución de una tarea calificada contribuyó con un accidente.
- Evaluar a un individuo, si el operador tiene razones para creer que ya no está calificado para realizar una tarea calificada.
- Comunicar los cambios que afecten las tareas calificadas a los individuos que las realizan.

- Identificar aquellas tareas calificadas en que las cuales se requiere la evaluación de las calificaciones de los individuos y los intervalos en que debe realizarse.
- Proporcionar entrenamiento, tan como se requiera, para asegurar que los individuos que ejecuten tareas calificadas tengan el conocimiento y las habilidades necesarias para realizarlas de tal forma que asegure la operación segura de las instalaciones del oleoducto.

### 7.3 Procedimiento de Comunicación

Para el caso de estudio se presentan las siguientes consideraciones:Cada miembro de la organización debe conocer el Sistema de Gestión de la Seguridad y tiene la obligación de comunicarlo al personal que ingrese a las instalaciones de la compañía.

- Los operadores y demás entes de la empresa deben participar activamente en la identificación y evaluación de los riesgos de seguridad y generar opiniones sobre dichos aspectos.
- El operador debe contar con un sistema de comunicaciones para la transmisión de la información necesaria para la operación segura del sistema de oleoductos

El sistema de comunicaciones de equipos debe como mínimo, incluir los medios para:

1. Monitorear los datos operacionales requeridos en el Manual de responsabilidades de Operación y Mantenimiento.
2. Recibir información del personal del operador, el público y las autoridades públicas acerca de condiciones anormales o de emergencia y enviar esta información al personal apropiado o a las agencias gubernamentales para tomar acciones correctivas.
3. Realizar comunicaciones verbales de dos vías entre el centro de control y el sitio de operaciones anormales y de emergencias.
4. Comunicarse con los departamentos de bomberos, policía y demás autoridades durante condiciones de emergencia, incluyendo desastres naturales.

#### 7.3.1 Señalización del Oleoducto

Considerar:

- El operador debe ubicar y mantener señalización mediante marcadores sobre el oleoducto de acuerdo con lo siguiente.
    a. Los marcadores deben estar ubicados en cada cruce de carretera pública, en cada cruce de ferrocarril y en número suficiente a lo largo de cada línea enterrada de tal forma que se conozca la ubicación con precisión.
    b. Se deben señalizar las áreas donde el oleoducto sea superficial o accesible a la población y las áreas en desarrollo para prevenir invasiones al derecho de vía.

- El marcador debe mencionar por lo menos lo siguiente sobre un color de fondo contrastante:
    a. La palabra “Advertencia”, “Precaución” o “Peligro” seguida de las palabras “Tubería de Petróleo”, en letras de por lo menos 1 pulgada (25 milímetros) de altura con aproximadamente un trazo de ¼ pulgada (6.4 milímetros), excepto en áreas urbanas fuertemente desarrolladas.
    b. El nombre del operador y un número telefónico (incluyendo el código de área) donde se pueda contactar al operador en cualquier momento en caso de una emergencia.

- Los marcadores deberán ser inspeccionados y mantenidos periódicamente asegurando su legibilidad y visibilidad.
- No se requieren marcadores de línea en los siguientes casos:
    a. Para oleoductos enterrados localizados costa afuera o en cruces subterráneos y en otros cuerpos de agua.
    b. En áreas urbanas fuertemente desarrolladas, tales como centros de negocios donde la colocación de los marcadores sea impráctica y no servirían su propósito para el cual han sido ideados.
    c. En sitios donde los entes gubernamentales mantienen registros de las estructuras subterráneas.

### 7.3.2 Señalización de Instalaciones

- El operador debe mantener señales visibles al público alrededor de cada estación de bombeo y áreas de tanques. Cada señal debe incluir el nombre en donde se puede contactar al operador en cualquier momento.
- Se deben ubicar señales apropiadas para servir como advertencia en las áreas clasificadas o riesgosas.
- Las áreas clasificadas y de alto voltaje deberán señalizarse y aislarse adecuadamente.
- Señalización de prohibido fumar debe ser ubicada en áreas clasificadas o riesgosas.
- Señalización de precaución debe ubicarse en donde puedan encontrarse substancias peligrosas o tóxicas.
- En donde exista el peligro de una operación errónea debido a la similitud de las tuberías, éstas se deben identificar adecuadamente mediante señales, letreros o códigos de colores.

## 7.4. Planificar el Control Operacional

Para el caso de estudio se toman los instructivos operacionales descritos en las responsabilidades y roles organizacionales, así como también se debe verificar el cumplimiento y divulgación de toda la señalización y comunicación del sistema de seguridad.
Sin embargo, pese a los instructivos mencionados anteriormente, se plantean unos requisitos generales que se deben tener en cuenta en el control operacional de la organización:

- El operador deberá operar o mantener el sistema de oleoductos con un nivel de seguridad igual o superior al exigido por el presente sistema y los procedimientos operacionales, de mantenimiento, integridad y de respuesta a emergencias del mismo.

- Cuando el operador descubra cualquier condición que pueda afectar adversamente la operación segura del sistema de seguridad en el transporte por oleoductos, deberá corregirla dentro de un periodo de tiempo razonable. Sin embargo, si la condición es de tal naturaleza que representa un peligro inmediato a las personas, el medio ambiente o la propiedad, el operador no podrá operar la parte afectada del sistema hasta que sea corregida la condición insegura.

- El operador del sistema de oleoductos deberá preparar y seguir el manual de procedimientos para realizar las actividades normales de operación y mantenimiento y para manejar las actividades anormales de operación. De la misma forma deberá preparar y seguir el Plan de Respuesta a Emergencias.

- El Manual de Operación y Mantenimiento y el Plan de Respuesta a Emergencias deben ser revisados en períodos que no excedan 15 meses pero al menos una vez cada año calendario, realizando los cambios apropiados que aseguren que cumplen con su propósito.

- Las actualizaciones del Manual de Operación y Mantenimiento y del Plan de Emergencias deben estar basadas en:
  1. Consideraciones de seguridad
  2. Conocimiento de las instalaciones
  3. Experiencia de la operación y mantenimiento
  4. Sólidos principios de ingeniería
  5. Fluidos transportados

- El operador debe informar a todas las personas asociadas con actividades de operación y mantenimiento acerca de los procedimientos que se deben seguir y hacer que estas personas tengan a su disposición las partes relevantes del Manual de Operaciones, Mantenimiento y del Plan de Respuesta a Emergencias, en los sitios en donde se ejecuten estas actividades.

**7.5 Elaborar el Plan de Preparación y Respuesta ante Emergencias y Recuperación de la Seguridad.**

Para el caso de estudio, la política de seguridad, el marco legal, la identificación, evaluación y valoración de los riesgos y la ejecución de las medidas de diminución de riesgos han sido descritas en fases anteriores, por tanto se procede a realizar la identificación de operación anormal.

1. **Operación Anormal**
   Se debe incluir procedimientos que proporcionen seguridad cuando se exceden los límites operacionales para:

a. Responder a, investigar y corregir la causa de:

- Cierre no intencional de válvulas o paradas (shutdowns) no intencionales.
- Aumento o disminución de la presión o caudal, fuera de los límites normales de operación.
- Pérdida de comunicaciones
- Operación de cualquier dispositivo de seguridad
- Cualquier otro mal funcionamiento de un componente, desviación de la operación normal o error humano que pudiera poner en peligro a las personas, al medio ambiente o la propiedad.

b. Verificar las variaciones en la operación normal en suficientes puntos críticos una vez la operación anormal ha finalizado para determinar que el sistema puede operar en forma segura y mantiene su integridad.

c. Corregir las variaciones en las condiciones de operación normal en los equipos y controles de presión y caudal.

d. Notificar al personal responsable del operador cuanto se tenga conocimiento de una operación anormal.

e. Establecer la efectividad de los procedimientos de condiciones anormales y tomar acciones correctivas cuando se encuentren deficiencias, mediante la evaluación periódica de la respuesta del personal y procesos del operador del sistema.

**2. Brigadas de emergencia:** La estructura del comité de emergencia del caso de estudio y las definición de sus responsabilidades y roles está planteado en el paso de definición de responsabilidades y roles desarrollado anteriormente.

**3. Plan de Respuesta a Emergencias**

El Plan de Respuesta a Emergencias debe incluir procedimientos que proporcionen seguridad cuando ocurra una condición de emergencia, que cumplan con los parámetros establecidos en el decreto ley 321 de 1999 – Plan Nacional de Contingencia, incluyendo:

a. Recibir, identificar y clasificar las notificaciones de eventos que requieran respuesta inmediata por parte del operador o que exijan notificación al departamento de bomberos, policía u otras entidades públicas competentes y la comunicación de este evento al personal apropiado del operador para tomar las acciones correctivas.
b. Responder pronta y efectivamente a cada tipo de emergencia, incluyendo el incendio o explosión que ocurra cerca o que directamente involucre una instalación del oleoducto, la liberación accidental de crudo, fallas operativas que causen condiciones peligrosas y desastres naturales que afecten las instalaciones del oleoducto.
c. Tener personal, equipo, instrumentos, herramientas y materiales disponibles como sea necesario en la escena de una emergencia.

Los demás ítems del Plan de Respuesta a Emergencias se presentan en el Anexo F.

4. **Simulacro de Evacuación y Respuesta**Se realiza de acuerdo a la secuencia definida en la fase de creación del programa de entrenamiento.
5. **Actualizaciones y mantenimiento periódico del plan**

- **Realización de nuevos análisis de riesgo:** Se ejecuta de acuerdo a lo estipulado en el paso de Evaluación de riesgos.
- **Investigación de causas:** Es realizado por la división de control de calidad del sistema y entregado al encargado del plan de emergencia como un reporte de causas de incidentes.

## 8. Procesos de Verificación y Acción Correctiva

### 8.1 Definir el Procedimiento de Medición y Seguimiento del Desempeño de Seguridad

Considerando que el sistema aun no ha sido implementado en el caso de estudio, no es posible llevar a cabo esta fase para demostrar el nivel de desempeño y la eficacia del sistema. Sin embargo se inicia el monitoreo dando instrucciones de revisar periódicamente los indicadores para obtener un referente de desempeño

### 8.2 Especificar la Secuencia de Evaluación del Sistema

Para el caso de estudio es identificado el cumplimiento de los requisitos del sistema, sin embargo debido a que aun no ha sido implementado no se puede definir los planes de mejoramiento. La lista de chequeo y demás desarrollo de esta fase en el Anexo F.

### 8.3 Realizar Procedimientos para No conformidad y Acción correctiva y preventiva

#### 8.3.1. Interpretación y aplicación para la empresa de cada uno de los conceptos: No conformidad, Acción correctiva y preventiva

Para el caso de estudio se interpretan y se aplican estos conceptos de la siguiente manera:

- *No conformidades:*
  Se definen las no conformidades como la consecuencia de:

  - Incumplimiento de los requisitos específicos del sistema de gestión de la seguridad en el transporte.
  - Incumplimiento de pedidos de venta con las especificaciones establecidas para el producto.
  - Incumplimiento de requisitos del cliente o parte interesada externa.
  - Incumplimiento de requisitos legales, estatutarios y otros requisitos.
  - Incidencias de proveedores.

Una no conformidad y/o desviación puede ser detectada por cualquier persona y en cualquier momento de la actividad y no solo en las auditorias.

- *Acciones correctivas*
  Es la acción tomada para eliminar la causa de una no conformidad de un defecto de cualquier otra situación detectada.

  Para ello el responsable de control de la calidad en el proceso de transporte definirá con la colaboración de las personas que considere oportunas:

  - Las acciones a seguir para solucionar la no conformidad y para asegurar que no se repita.
  - Los responsables de llevar a cabo estas acciones.
  - La fecha terminación de estas acciones.
  - El responsable de su evaluación (que habitualmente será el propio responsable de control de la calidad)

  Si esta evaluación diera un resultado negativo, se procedería a proponer nuevas acciones correctivas para la solución de la no conformidad.

- *Acción preventiva:*
  Es la acción que tiene como objeto:

  - Anticiparse para eliminar la causa de una potencial No conformidad.
  - Mejorar el servicio y la calidad del transporte de los diferentes tipos de crudos.

  Cualquier miembro de la organización que detecte una posibilidad de mejora o solución a problemas potenciales deberá comunicarse con el coordinador de transporte quien analizará su viabilidad. Para ello el coordinador de transporte definirá con la colaboración de las personas que considere oportunas:

  - Las acciones a seguir para llevar a cabo la acción preventiva.
  - Los responsables de llevar a cabo estas acciones
  - La fecha de terminación de estas acciones
  - El responsable de su evaluación.

En el Anexo G se describe el formato para reportar una no conformidad, una acción correctiva y/o una acción preventiva.

**8.4 Definición del Plan de Control de Registro**

**s. Documentos y Registros del Programa de Gestión de la Seguridad**

Además de las consideraciones específicas para la identificación y mantenimiento de los registros el operador del sistema debe tener disponibles para revisión durante una inspección o auditoría los siguientes documentos y registros:

- El documento escrito de sistema de gestión y programa de seguridad.
- Documentos que soporten las decisiones y análisis incluyendo cambios en las áreas de consecuencia y cualquier modificación, justificación, variación, desviación y determinaciones realizadas, así como las acciones que se tomaron para implementar y evaluar cada elemento del programa de seguridad.
- Información de los incidentes o fallas del oleoducto.
- Formatos y listas maestras de registros. (Ver Anexo I).

# 5 CONCLUSIONES Y TRABAJOS FUTUROS

- A partir del análisis realizado del estándar ISA 95 y de la norma ISO 28000, se logró establecer los requerimientos necesarios para efectuar un adecuado diseño del Sistema de Seguridad en el Transporte, estos requerimientos son incluidos y complementados por el modelo Siemens FIET, permitiendo la identificación de las funcionalidades y los flujos de información normalizados para el proceso de transporte.

- En el estudio del modelo de flujo de datos funcional se tienen en cuenta además de las funciones de administración del envío e inventario de producto, todas las funciones que participan en el proceso de transporte, lo que permite obtener una descripción detallada del proceso y un constante flujo de información entre las áreas de planeación y las áreas operativas de la empresa.

- El desarrollo de este proyecto arrojó resultados satisfactorios que dan cumplimiento al objetivo general planteado, que pretende especificar una guía de aplicación de criterios para desarrollar las etapas de diseño de un sistema de gestión de seguridad en el transporte de petróleo para la empresa SWCOL siguiendo la norma ISO 28000 con base en el estándar ISA-95 y el modelo Siemens FIET, definiendo los bloques funcionales, las interfaces de un sistema básico de seguridad en el transporte y los flujos de información necesarios entre los ámbitos del Modelo SF.

- El uso del modelo SF permitió especificar la guía de aplicación del sistema de seguridad, éste organiza la empresa en ámbitos funciónales encargados de realizar funciones propias de planeación, ejecución, verificación de los procesos y propone flujos de materiales y de información entre los diferentes ámbitos integrando y coordinando de esta forma la información necesaria para el sistema de gestión.

- En la ejecución de la ejemplificación se aprecia que la empresa caso de estudio desarrolla la mayoría de las actividades propuestas en el modelo Siemens FIET aplicado, demostrando que:

    - La empresa caso de estudio, cuenta con un buen manejo de sus actividades, proporcionando los aspectos básicos para su buen funcionamiento.

    - El flujo de datos identificado dentro de esta investigación, proporciona una buena definición de las actividades realizadas para el proceso y necesarias para la seguridad en el transporte.

- El desarrollo de la guía de aplicación de criterios de diseño de un SGS en el momento de hacer la ejemplificación evidencio que:

    - La aplicación de cada una de las fases debe realizarse en el orden propuesto, ya que, el resultado de cada fase se convierte en la entrada o insumo para la realización de la siguiente fase.

    - En algunas fases, no es indispensable la realización de todas las actividades planteadas para lograr el objetivo propuesto; cada empresa puede adecuar la guía de aplicación de acuerdo a su tamaño, y requerimientos del proceso específicos.

- A través de la ejemplificación de la guía para la empresa caso de estudio, se comprobó que esta herramienta es de gran utilidad para las empresas que deciden adoptar por primera vez un sistema de gestión de la seguridad en el proceso de transporte, puesto que les brinda una orientación completa para el diseño del sistema. La empresa SWCOL, mostró su conformidad con los resultados obtenidos, y manifiesta que la guía propuesta puede ser de utilidad para la implementación de este tipo de sistemas en el proceso de transporte de petróleo.

Por otra parte, culminado este trabajo se recomienda:

- Realizar la ejemplificación del sistema de gestión de la seguridad en procesos de transporte que correspondan a una actividad diferente al transporte de petróleo por oleoducto, siguiendo la guía planteada, de tal manera, que se pueda validar el desarrollo de la misma y posteriormente elaborar conclusiones a partir de los resultados en los diferentes casos, en pro del mejoramiento de la propuesta.

- Realizar la implementación de un sistema de gestión de la seguridad en el transporte diseñado a partir de la guía de aplicación de criterios propuesta, con el fin de verificar la funcionalidad y eficiencia del sistema obtenido.

- Diseñar Sistemas de Gestión de la Seguridad para otros procesos, tomando como base el análisis de los referentes estudiados es este proyecto.

# 6 BIBLIOGRAFÍA


[1] F. Pauw. “La Importancia Y Necesidad De Las Normas ISO 28000”. 2010. Disponible en: http://www.revistadintel.es/Revista/Numeros/Numero6/Normas/pauw.pdf [Acceso en: Abril 4, 2012].

[2] ANSI/ISA-95.00.01. "Control System Integration. Part 1, Models And Terminology. International Society For Measurement And Control". International Society of Automation. Disponible en: www.ISA.org. [Acceso en Noviembre 15, 2010].

[3] Revista de Dirección y Administración de Empresas." La Integración De Sistemas De Gestión Basados En Estándares Internacionales: Resultados De Un Estudio Empírico Realizado En La Capv". Año 2007. Disponible en: http://www.enpresa-donostia.ehu.es/p256-content/es/contenidos/informacion/euempss_revista/es_revista/adjuntos/Revista14_08.pdf. [Acceso en febrero 24, 2012].

[4] NTC-ISO 28000. "Sistemas De Gestión De La Seguridad para La Cadena De Suministro". Instituto Colombiano De Normas Técnicas Y Certificación. año 2007. Disponible en: http://www.icontec.org.co/ [Acceso en febrero 15, 2012 ]

[5] CARDONA, Eliana. “ISO 280000 Sistema de Gestión de Seguridad de la Cadena de Suministro”. 2012. Disponible en: http://gestioncalidadiso.blogspot.com/2012/05/iso-280000-sistema-de-gestion-de.html [Acceso en: Abril 4, 2012].

[6] GRUPO I+D AUTOMATICA INDUSTRIAL. Panorama de la Norma ISA 95. Popayán: Universidad del Cauca, 2005.

[7] MUÑOZ, Steven y VIDAL, Yesid. Aplicación de la Norma ISA S95 a un caso de estudio. Popayán, 2007. Trabajo de Grado (Ingeniero en Automática Industrial). Universidad del Cauca. Facultad de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones. Departamento de Instrumentación y Control.

[8] INSTRUMENTATION, SYSTEMS AND AUTOMATION SOCIETY. ISA S95.00.01. Enterprise - Control System Integration. Part 1, Models and Terminology. International Society for Measurement and Control. 1995.

[9] INSTRUMENTATION, SYSTEMS AND AUTOMATION SOCIETY. ISA S95.00.02. Enterprise - Control System Integration. Part 2, Object Model Attributes. International Society for Measurement and Control. 2001.

[10] INSTRUMENTATION, SYSTEMS AND AUTOMATION SOCIETY. ISA S95.00.03. Enterprise - Control System Integration. Part 3, Activity Models of Manufacturing Operations Management. International Society for Measurement and Control. 2005.

[11] INSTRUMENTATION, SYSTEMS AND AUTOMATION SOCIETY. ISA

S95.00.04. Enterprise - Control System Integration. Part 4, Object models and attributes for Manufacturing Operations Management.

[12] INSTRUMENTATION, SYSTEMS AND AUTOMATION SOCIETY. ISA S95.00.05 Enterprise - Control System Integration. Part 5, Business to manufacturing transactions.

[13] “El Petróleo y su mundo: Introducción”. Disponible en: http://www.ecopetrol.com.co/especiales/elpetroleoysumundo/sumundo.htm. [Acceso en julio 11, 2012].

[14] “El Petróleo y su mundo: orígenes”. Disponible en: http://www.ecopetrol.com.co/especiales/elpetroleoysumundo/exploracion2.htm. [Acceso en julio 11, 2012].

[15] ISBN 958-97505-8-3 " La cadena del petróleo en Colombia". Primera Edición 2005. Disponible en: http://www.upme.gov.co/Docs/Cadena_Petroleo_2004.pdf [Acceso en junio 10, 2012].

[16] AZCONA, Juan Pedro. "Transporte y Distribución de Hidrocarburos Planificación de un Sistema de Transmisión de Gas Natural Estudios de Impacto Ambiental y de Riesgos en Ductos". Disponible en: http://www.monografias.com/trabajos11/tradis/tradis.shtml [Acceso en junio 12, 2012].

[17] ACemCO. ASOCIACION COLOMBIANA DE EMPRESAS COMERCIALIZADORAS DE COMBUSTIBLE. Normatividad. Disponible en: http://www.acemco.com.co/normatividad.htm [Acceso en junio 25, 2012].

[18] GOMEZ, Diana y MANQUILLO, Carlos. Adecuación del Modelo Siemens a las Normas ISA S88 e ISA S95 con aplicación ilustrativa a caso de estudio. Popayán, 2007. Trabajo de Grado (Ingeniero en Automática Industrial). Universidad del Cauca. Facultad de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones. Departamento de Instrumentación y Control.

[19] Guía de buenas prácticas de seguridad para la cadena de suministro de la pequeña y mediana empresa. Disponible en: http://www.basccolombia.org/archivos-generales/cartillapymes.pdf. [Acceso en marzo 10, 2012].

[20] O.Baque. “Evaluación de Riesgos Físicos en una Agencia de Distribución de acuerdo al Sistema BASC”, Tesis de pregrado, Ingeniería Industrial. Escuela Superior Politécnica Del Litoral Ecuador 2008. Disponible en: http://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/10670/1/D-39726.pdf. [Acceso en marzo 6, 2012].

[21] "Guía para elaborar Políticas Corporativas" Disponible en: http://api.ning.com/files/u2gdYg06meFYaRrQcaCxfptLmTGcy2B8wrTgigBnj7JnOKqK3ya3pQkNHSxKqyYB-

dFWd0WaYHhFvTBKv9bkG8b921Boq3f*/guia_para_elaborar_politicas_v1_0.pdf [Acceso en septiembre 20, 2012].

[22] NTC-ISO 28001. "Sistemas De Gestión De La Seguridad Para La Cadena De Suministro. Mejores Prácticas para Implementar Evaluaciones y Planes para la Seguridad de la Cadena de Suministro. Requisitos y Orientación". Instituto Colombiano De Normas Técnicas Y Certificación. año 2007.

[23] "Siete pasos para el establecimiento de metas y objetivos corporativos". Disponible en: http://www.gestiopolis.com/canales/gerencial/articulos/28/objetivos.htm [Acceso en septiembre 20, 2012].

[24] "Elaboración del plan de emergencias". Disponible en: http://www.fiso-web.org/imagenes/publicaciones/archivos/2429.pdf [Acceso en septiembre 20, 2012

[25] "Control de registros del sistema de gestión de la calidad". Disponible en: http://www.ins.gob.pe/insvirtual/images/normatividad/procadm/PRA-CNSP-006%20Control%20de%20registros%20del%20SGC.pdf [Acceso en septiembre 24, 2012].