



Universidad de las Ciencias Informáticas
Facultad 9

**Propuesta de Plataforma Informática Integral (PII) para
la informatización de las áreas claves de una
refinería.**

**Trabajo de Diploma para optar por el título de
Ingeniero en Ciencias Informáticas**

Autora:

Amaray Fernández Morales.

Tutor:

Lic. José Angel Lago Graverán.

Co-Tutor:

Ing. Alleyne Antonio Formoso Mieres.

Ciudad de la Habana, junio de 2009.

“Año de 50 Aniversario del Triunfo de la Revolución”

“Da el primer paso con fé, no tienes que ver todas las escaleras, tan solo da el primer paso”

Martin Luther King.

DEDICATORIA

A mi sobrina.

AGRADECIMIENTOS

A mi familia por apoyarme en estos cinco años, que no han sido fáciles para mí lejos de ellos.

A mi novio por todo el cariño, la calma y los consejos que me ha dado en esta etapa.

A mis amigas del alma que donde quiera que estemos seguiremos siendo amigas.

Sin ustedes la universidad y esta tesis hubiesen sido distintas.

A todos gracias de corazón.

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Declaro que soy el único autor de este trabajo y autorizo a la Universidad de las Ciencias Informáticas a hacer uso del mismo en su beneficio.

Para que así conste firmo la presente a los ____ días del mes de _____ del año _____.

Autora: Amaray Fernández Morales.

Tutor: Lic. José Angel Lago Graverán.

DATOS DE CONTACTO

Tutor: José Angel Lago Graverán.

Título de la especialidad de graduado: Lic. Ciencia de la Computación.

Centro Laboral: Universidad de las Ciencias Informáticas.

Categoría Docente: Asistente.

Correo electrónico: joseangel@uci.cu

Co-Tutor: Alleyne Antonio Formoso Mieres.

Título de la especialidad de graduado: Ingeniería Industrial.

Centro Laboral: Universidad de las Ciencias Informáticas.

Categoría Docente: Asistente.

Correo electrónico: alleyne@uci.cu

RESUMEN

La industria de la refinación de crudo se desarrolla mundialmente de manera acelerada. Sin embargo la informatización de los procesos de flujo informativo queda prendida a las ataduras del software propietario o la caducidad de antiquísimos métodos de recolección y preservación de información, dificultando las operaciones sobre la misma. Problemas de esta índole se identificaron en Refinerías tales como “El Palito”, en Venezuela, y “Níco López”, en Cuba, durante la conceptualización de las mismas. Ambas refinerías se analizan en el presente trabajo.

El objetivo principal de este trabajo es presentar una propuesta de Plataforma Informática Integral para informatizar las áreas claves de una refinería, basándose en una “Refinería Referencia” diseñada a partir de la homologación realizada entre las refinerías analizadas. La estructuración presentada por el trabajo de tesis consta de un primer capítulo donde se realiza un acercamiento teórico a los procesos tanto de flujo material, como informativo, referentes a los entornos abordados. En el capítulo 2 se realiza un análisis completo de ambos casos de estudio, se realiza la homologación de los procesos de flujo informativo a los cuales se les identificaron puntos en común y se propone el diseño de una “Refinería Referencia”. En el tercer capítulo se describe la propuesta de Plataforma Informática Integral, dando así cumplimiento al objetivo principal de la investigación, además se realiza la evaluación de la misma.

PALABRAS CLAVES

Refinería, procesos de refinación, procesos de flujo material, procesos de flujo informativo.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO 1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	5
INTRODUCCIÓN.	5
EPÍGRAFE 1 PROCESO DE REFINACIÓN.....	5
<i>Concepto de Refinación</i>	5
<i>Concepto de Refinería</i>	6
<i>¿Por qué se refina el crudo?</i>	6
<i>Definición de “Refinería Referencia”</i>	7
PROCESOS DE SEPARACIÓN FÍSICA.	7
<i>Destilación atmosférica</i>	7
<i>Destilación al vacío</i>	8
PROCESOS DE CONVERSIÓN.	9
<i>Alquilación</i>	9
<i>Isomerización</i>	10
<i>Reformación Catalítica</i>	10
<i>Craqueo Catalítico Fluido</i>	11
<i>Hidrocraqueo</i>	12
<i>Hidrodesulfuración</i>	12
PROCESOS DE FLUJO INFORMATIVO.	13
PROCESOS DE FLUJO INFORMATIVO EN LA REFINERÍA “ÑICO LÓPEZ”.	14
<i>Funcionamiento operativo de las áreas</i>	14
<i>Estado operativo de las áreas y chequeo a solución de afectaciones</i>	14
<i>Control de inventario de tanques</i>	14
<i>Confeción del YIELD</i>	15
<i>Control de operaciones de planta y movimiento de productos</i>	15

<i>Control de salida de productos</i>	15
PROCESOS DE FLUJO INFORMATIVO EN LA REFINERÍA “EL PALITO”	15
<i>Certificación de mediciones e inventarios de tanques</i>	15
<i>Programación de operaciones con buques</i>	16
<i>Gestión de Información de operaciones con buques</i>	16
<i>Coordinación y chequeo de actividades de mantenimiento</i>	16
<i>Atención a Necesidades de Formación</i>	16
<i>Funcionamiento operativo de las plantas</i>	17
<i>Gestión de actividades de laboratorios</i>	17
<i>Control de situaciones de Corrosión</i>	17
<i>Coordinación de reparaciones de equipos estáticos y tuberías</i>	18
<i>Evaluación de procesos</i>	18
EPÍGRAFE 2 DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN PROBLEMÁTICA	18
EPÍGRAFE 3 ANÁLISIS DE SOLUCIONES EXISTENTES.	19
<i>PI@nt@</i>	20
<i>Soluciones internas de empresas petroleras</i>	21
<i>LIMS</i>	22
<i>Módulo Multi Period – Optimizador XPRESS</i>	23
CONCLUSIONES DEL CAPÍTULO	24
CAPÍTULO 2 ANÁLISIS PREVIO Y DISEÑO DE LA “REFINERÍA REFERENCIA”	26
INTRODUCCIÓN	26
EPÍGRAFE 1 ANÁLISIS DE LOS CASOS DE ESTUDIO	26
REFINERÍA “ÑICO LÓPEZ”	26
<i>Descripción estructural de las áreas claves</i>	27
<i>Roles involucrados en los Procesos de Flujo Informativo identificados</i>	28
<i>Artefactos principales identificados en los Procesos de Flujo Informativo</i>	29
REFINERÍA “EL PALITO”	31

<i>Descripción estructural de las áreas claves</i>	31
<i>Roles involucrados en los Procesos de Flujo Informativo identificados</i>	33
<i>Artefactos principales identificados en los Procesos de Flujo Informativo</i>	34
EPÍGRAFE 2 IDENTIFICACIÓN DE LOS PROCESOS HOMÓLOGOS EN LAS REFINERÍAS ESTUDIADAS.....	36
EPÍGRAFE 3 DISEÑO DE LA “REFINERÍA REFERENCIA”.....	43
<i>Descripción de las áreas claves de la “Refinería Referencia”</i>	43
<i>Descripción de roles fundamentales para la “Refinería Referencia”</i>	45
<i>Artefactos generados y utilizados en la “Refinería Referencia”</i>	46
<i>Diseño de los Procesos de Flujo Informativo en las áreas claves de la “Refinería Referencia”</i>	48
CONCLUSIONES DEL CAPÍTULO.....	57
CAPÍTULO 3 PROPUESTA DE PLATAFORMA INFORMÁTICA INTEGRAL.....	59
INTRODUCCIÓN.....	59
EPÍGRAFE 1 DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA DE PLATAFORMA INFORMÁTICA INTEGRAL.....	59
<i>Sistema de Gestión Operacional de Áreas</i>	60
<i>Sistema de Control de Inventario de Tanques</i>	62
<i>Sistema de Gestión de Laboratorio</i>	64
<i>Sistema de Gestión de Mantenimiento</i>	66
<i>Sistema de Control de Inspecciones</i>	67
<i>Sistema de Gestión de Operaciones con Buques</i>	69
EPÍGRAFE 2 DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA DE DISTRIBUCIÓN FÍSICA DE LA PLATAFORMA INFORMÁTICA INTEGRAL.....	72
<i>Descripción del modelo de despliegue propuesto</i>	72
<i>Caracterización y ventajas del protocolo SOAP</i>	75
EPÍGRAFE 3 EVALUACIÓN DE LA PROPUESTA.....	76
<i>Evaluación por el Método de Multicriterio de Expertos</i>	76
<i>Análisis de los resultados de la evaluación de la propuesta</i>	78
CONCLUSIONES DEL CAPÍTULO.....	84

CONCLUSIONES	85
RECOMENDACIONES	87
REFERENCIAS	88
BIBLIOGRAFÍA	90
ANEXOS	92
<i>Anexo 1 Proceso: Funcionamiento operativo de las áreas.</i>	<i>92</i>
<i>Anexo 2 Proceso: Estado operativo de las áreas y chequeo a solución de afectaciones.</i>	<i>95</i>
<i>Anexo 3 Proceso: Control de inventario de tanques.</i>	<i>97</i>
<i>Anexo 4 Proceso: Confección del YIELD.</i>	<i>97</i>
<i>Anexo 5 Proceso: Control de operaciones de planta y movimiento de productos.</i>	<i>98</i>
<i>Anexo 6 Proceso: Control de salida de productos.</i>	<i>100</i>
<i>Anexo 7 Proceso: Certificación de mediciones e inventarios de tanques.</i>	<i>100</i>
<i>Anexo 8 Proceso: Programación de operaciones con buques.</i>	<i>101</i>
<i>Anexo 9 Proceso: Gestión de Información de operaciones con buques.</i>	<i>104</i>
<i>Anexo 10 Proceso: Coordinación y chequeo de actividades de mantenimiento.</i>	<i>107</i>
<i>Anexo 11 Proceso: Atención a Necesidades de Formación.</i>	<i>109</i>
<i>Anexo 12 Proceso: Funcionamiento operativo de las plantas.</i>	<i>109</i>
<i>Anexo 13 Proceso: Gestión de actividades de laboratorios.</i>	<i>113</i>
<i>Anexo 14 Proceso: Control de situaciones de Corrosión.</i>	<i>116</i>
<i>Anexo 15 Proceso: Coordinación de reparación de equipos estáticos y tuberías.</i>	<i>117</i>
<i>Anexo 16 Proceso: Evaluación de procesos.</i>	<i>118</i>
<i>Anexo 17 Encuesta aplicada al panel de expertos.</i>	<i>120</i>
<i>Anexo 18 Datos de los Expertos a quienes se le aplicó la encuesta.</i>	<i>123</i>
GLOSARIO DE TÉRMINOS Y SIGLAS	125

ÍNDICE DE FIGURAS.

<i>FIGURA 1 ÁREAS CLAVE DE LA REFINERÍA “ÑICO LÓPEZ”</i>	27
<i>FIGURA 2 ÁREAS CLAVE DE LA REFINERÍA “EL PALITO”</i>	32
<i>FIGURA 3 ÁREAS CLAVE DE LA “REFINERÍA REFERENCIA”</i>	44
<i>FIGURA 4 DISTRIBUCIÓN DE LOS SISTEMAS POR ÁREAS</i>	73
<i>FIGURA 5 DISTRIBUCIÓN DEL HARDWARE SEGÚN LA UBICACIÓN DE LOS SISTEMAS</i>	73
<i>FIGURA 6 MODELO DE DESPLIEGUE PROPUESTO PARA LA “REFINERÍA REFERENCIA”</i>	74

ÍNDICE DE TABLAS.

<i>TABLA 1 PROCESOS HOMÓLOGOS DE LOS CASOS DE ESTUDIO</i>	37
<i>TABLA 2 SISTEMA DE GESTIÓN OPERACIONAL DE ÁREAS (FUNCIONALIDADES-ACTIVIDADES A AUTOMATIZAR)</i>	60
<i>TABLA 3 SISTEMA DE CONTROL DE INVENTARIO DE TANQUES (FUNCIONALIDADES-ACTIVIDADES A AUTOMATIZAR)</i>	63
<i>TABLA 4 SISTEMA DE GESTIÓN DE LABORATORIO (FUNCIONALIDADES-ACTIVIDADES A AUTOMATIZAR)</i>	65
<i>TABLA 5 SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO (FUNCIONALIDADES-ACTIVIDADES A AUTOMATIZAR)</i>	66
<i>TABLA 6 SISTEMA DE GESTIÓN INSPECCIONES (FUNCIONALIDADES-ACTIVIDADES A AUTOMATIZAR)</i>	68
<i>TABLA 7 SISTEMA DE GESTIÓN DE OPERACIONES CON BUQUES (FUNCIONALIDADES-ACTIVIDADES A AUTOMATIZAR)</i>	69
<i>TABLA 8 RESULTADO DE EXPERTOS SEGÚN LOS CRITERIOS ESTABLECIDOS</i>	81
<i>TABLA 9 ORDENAMIENTO DE LOS RANGOS DE PUNTAJES LIGADOS A CADA UNO DE LOS CRITERIOS DEL CUESTIONARIO.</i>	82



INTRODUCCIÓN

La industria petrolera a nivel mundial crece y se desarrolla cada vez con mayor fuerza. El aporte económico que genera la refinación de petróleo hace que se busquen nuevos caminos en pos del desarrollo de esta, apuntando tanto hacia el perfeccionamiento de procesos industriales, así como a la organización y control de los procesos de flujo informativo que se generan en una refinería.

Existen diferentes tipos de refinerías como son las de conversión baja, media y profunda. En las mismas se obtienen varios productos como: LPG¹, gasolina, keroseno, gasóleo, fuel oíl, naftas² (Premium, súper, normal, regular), disolventes, JP³, aceites lubricantes, asfalto, carbón de coque, parafinas, azufre líquido, etc. Toda esta serie de productos son obtenidos a partir del tratamiento del crudo a través de los diferentes procesos químicos, entre los que se encuentran: Destilación⁴ Atmosférica y al Vacío, Alquilación, Isomerización, Reformación de Nafta, Craqueo⁵ Catalítico, Hidrodesulfuración, Reformado Catalítico, Desasfaltización, Hidrocraqueo, entre otros, que en su conjunto conforman el mecanismo necesario para la refinación de petróleo.

Este conjunto de procesos industriales genera un cúmulo importante de información, que necesariamente debe ser controlada para que se conozca el estado del funcionamiento de la refinería. Lo más idóneo en estos tiempos de tecnología es contar con sistemas informáticos que gestionen todos estos procesos de flujo informativo. Desde luego que lo ideal sería una plataforma que contenga un conjunto de sistemas interoperables entre sí, que gestionen toda la información.

¹ LPG: Gas Licuado de Petróleo.

² Nafta: Fracción ligera del petróleo natural, que se obtiene en la destilación de la gasolina.

³ JP: Propulsor de jet.

⁴ Destilación: Operación que se realiza calentando cuerpos sólidos y, recogiendo los gases y vapores que se desprenden.

⁵ Craqueo: acción de craquear. Romper por elevación de temperatura, las moléculas de ciertos hidrocarburos con el fin de aumentar la porción de los más útiles. A veces, además de aumentar la temperatura se emplean catalizadores.



Capítulo 1. Fundamentación Teórica

A nivel mundial existen refinerías que poseen algo similar. Un ejemplo es el caso del sistema PI@nt@, desarrollado por la multinacional CEPESA, el cual ha sido implantado en las refinerías que este posee en España, Canadá y Brasil. Dicho sistema ha proporcionado ahorro en los costes, integración en los datos, facilidad de uso, lo que demuestra que es bien conveniente contar con un sistema integral que gestione la información que se genera continuamente en una refinería.

En la región latinoamericana, se ha detectado que en algunos países que poseen resultados en la industria petrolera, existen deficiencias en el tema de la informatización de los procesos de flujo informativo que se llevan a cabo en una refinería. Se ha observado que en muchas ocasiones se encuentran implantados sistemas con bastante atraso en cuanto a tecnología de software para el manejo de la información, elaborados de forma artesanal y con falta de interoperabilidad entre ellos. Además de que muchos de los sistemas en existencia son de factura propietaria.

Similarmente ocurre en las refinerías con las que contamos en nuestro país. La informatización de los procesos de flujo informativo se encuentra en una fase de desarrollo muy atrasada, los programas son caducos, no cubren la totalidad de las necesidades y muchos datos no son guardados en formato digital. Toda la situación anteriormente descrita trae como consecuencia la demanda de una pronta solución.

En nuestra universidad se destinan esfuerzos en la búsqueda de soluciones informáticas para la industria petrolera. El presente trabajo es una muestra de los tantos estudios que se realizan. Con el mismo se propone una plataforma para la informatización de los procesos de flujo informativo, que de solución a la demanda de las áreas claves de una refinería. Se menciona genéricamente “una refinería”, debido a que el proceso de refinación de petróleo a nivel mundial tiene similitudes, esto se debe a que en la mayoría de las industrias que se dedican a dicho trabajo producen productos similares a través de procesos análogos, los mismos derivados del crudo se obtienen en cualquiera de las latitudes del planeta, donde exista y esté en explotación tan precioso mineral. Por supuesto esto está sujeto en buena medida al diseño industrial de la refinería en cuestión.



Capítulo 1. Fundamentación Teórica

El proyecto de “Conceptualización de Soluciones para Refinerías”, realizó un estudio de negocio en las refinerías “El Palito”, en Venezuela y “Ñico López”, en Cuba, para el desarrollo del presente trabajo será tomado este como punto de referencia. El mencionado estudio arrojó como resultado que la información que generan los procesos industriales, posee un mecanismo de preservación y actualización atrasado, atado además a la dependencia privativa de diversos software. Esto se traduce en que existen sistemas, algunos bastantes caducos, que no son interoperables. Los que trae como consecuencia inconsistencia en la información.

A raíz de esta problemática se plantea como **problema a resolver** la siguiente interrogante: ¿Qué solución informática es la ideal para informatizar los procesos de las áreas claves de una Refinería?

En la búsqueda de la solución a este problema la investigación toma como **objeto de estudio** los procesos enmarcados en las áreas claves de las Refinerías de Petróleo.

El **campo de acción** estará enmarcado en la informatización de la integración de los procesos de flujo informativo en las áreas claves de las Refinerías de Petróleo.

Para encontrar una solución que corresponda a las necesidades existentes es necesario plantearse como **objetivo general**: Diseñar una propuesta de plataforma informática para informatizar los procesos en las áreas claves de una Refinería de Petróleo.

La **Idea a Defender** de este trabajo es la siguiente: Si se obtiene una conceptualización de los procesos en las áreas clave, entonces se podrá dar una propuesta de solución informática integral para informatizar el manejo de la información que se genera en estas áreas.

El desarrollo de esta investigación estará guiado por las siguientes tareas:

- Documentar los procesos industriales de la Refinería Referencia.
- Documentar los procesos del flujo informativo de la Refinería Referencia.
- Crear los documentos visión de los sistemas propuestos.
- Diseñar la Plataforma Informática Integral.



La realización de las tareas conllevó al uso de los siguientes métodos:

Métodos Teóricos: Posibilitan el estudio y la caracterización del objeto de investigación, los empleados en este trabajo son:

- Histórico-Lógico: Analiza la trayectoria del objeto de la investigación, describe las etapas principales por las que transita y los vínculos históricos que posee. Los métodos lógicos manifiestan la lógica interna del desarrollo del fenómeno y hallan el conocimiento más profundo de su esencia.
- Análisis y Síntesis: El análisis permite descomponer y distinguir los elementos de un todo y revisar ordenadamente cada uno de ellos por separado. La síntesis Tiende a reconstruir un todo, a partir de los elementos estudiados por el análisis.

Métodos Empíricos: Analizan y explican el análisis preliminar del objeto de la investigación, dando las características del objeto. El contenido que se obtiene con su uso está basado en la experiencia y lleva una elaboración.

- Entrevista: La entrevista es una conversación guiada por preguntas, pero no rígidamente atada a ellas, se realiza entre el entrevistador y el entrevistado para obtener información. Constituye un medio para obtener conocimiento cualitativo acerca del objeto de investigación.

La connotación que contiene este trabajo está fundamentada en que brindará para el Polo Productivo “Petrosoft” una documentación valiosa para los futuros proyectos, en cuanto al manejo de información en las refinerías. Esta propuesta de Plataforma Informática Integral viabilizará y agilizará la identificación de los servicios y sistemas, en sentido final, que se le pueden ofertar al cliente, según corresponda, lo cual posibilita que la identificación sea en un período menor de tiempo.



CAPÍTULO 1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.

Introducción.

La refinación de crudo está conformada por un conjunto de procesos químicos que se llevan a cabo en una industria dedicada a la transformación de esta sustancia en productos más aprovechables. Dicha industria es conocida por una Refinería de Petróleo. Donde los procesos de flujo material rinden constantemente información necesaria para el chequeo y control de la calidad de los productos deseados. Los procesos de flujo informativo, que se generan a raíz de los primeros, son también una parte fundamental dentro de la refinería. El control de estos últimos es necesario para un correcto funcionamiento de la entidad.

En este capítulo se hace una descripción de los procesos de flujo material para entender el funcionamiento de todo este andamiaje. Además se describen los procesos de flujo informativo detectados en las refinerías analizadas. Se detalla la situación actual en que se encuentra la informatización de estos procesos antes mencionados y descritos a continuación. También se hace referencia a algunas soluciones puntuales y generales en materia de software para la industria petrolera.

Epígrafe 1 Proceso de Refinación.

Concepto de Refinación.

La refinación es el proceso que se encarga de la transformación de los hidrocarburos en productos derivados (8), o sea, es la conversión del crudo en diferentes productos más acabados y libres de impurezas. Como bien se define el término de refinación por la Real Academia de la Lengua Española: Hacer más fino o más puro algo, separando las heces y materias heterogéneas o groseras. (2) Desde luego refinación está guiada por una serie de pasos que van depurando el producto final. Estos pasos son conocidos como Procesos de Refinación, los cuales son reacciones en presencia de presión y temperatura acorde a lo que se necesita obtener.



Concepto de Refinería.

Una refinería genéricamente se puede definir como: Fábrica o instalación industrial donde se refina un producto. (2) Por supuesto existen diferentes tipos de refinería, dado así por el compuesto sobre el que se aplican el proceso de refinación.

Por ejemplo están las refinerías de azúcar en las que se obtiene azúcar refinado. Donde se aplican diferentes procesos de refinación al azúcar crudo que se obtiene directamente de los centrales o ingenios a partir de la caña. Eliminando las impurezas y proporcionando un acabado más completo para el consumidor.

También existen refinerías de aceite vegetal donde se elimina el olor y el sabor desagradables del aceite virgen. Aquí además se le agregan preservativos derivados del hidrocarburo tolueno⁶ como son los aceites minerales, lo que ayuda a que no se vuelvan ranciosos y no cambien de color mientras se comercializan. Igualmente se observa que es sometido el aceite virgen a un conjunto de procesos de refinación para la obtención de un producto con mayor calidad.

Por otro lado existen las Refinerías de Petróleo. La cuales se puede definir como: Complejo de instalaciones en el que el petróleo crudo se separa en fracciones ligeras y pesadas, las cuales se convierten en productos aprovechables o insumos. (1) O sea sería una instalación industrial en la que se transforma al petróleo crudo en productos útiles a través de diferentes procesos de refinación. Este trabajo está basado en el funcionamiento de este tipo de refinería.

¿Por qué se refina el crudo?

Primeramente es necesario entender que es el crudo, sustancia que se define como: (...) líquido aceitoso, de color oscuro, olor característico, más ligero que el agua, constituido por una mezcla de hidrocarburos líquidos naturales, que se encuentra generalmente almacenado en rocas del interior de la corteza terrestre. (9) Crudo o petróleo, es considerado un hidrocarburo, ya que su composición química está basada en carbono e hidrógeno. Este aceite mineral, como también se le conoce, en el estado que se encuentra en el momento de su extracción no es muy utilizable, por lo que es necesario someterlo al proceso de refinación. O sea esta mezcla

⁶ Tolueno: Líquido derivado del benceno, que se emplea como disolvente en la industria química y, principalmente, en la fabricación de trinitrotolueno



formada por una serie de sustancias con diferentes puntos de ebullición⁷, necesita ser fraccionada para que se obtengan productos derivados de la misma, más afines al mercado.

Definición de “Refinería Referencia”.

El término de “Refinería Referencia” proviene del planteamiento de una refinería plantilla o modelo, el cual es elaborado partiendo del análisis de refinerías reales. Supone una idea intencionalmente estándar de los procesos de flujo material e informativo que se presentan en situaciones reales.

Procesos de separación física.

Los procesos de separación física son los primeros aplicados en el proceso de refinación de petróleo. Estos permiten el fraccionamiento de una mezcla en sus diversos componentes sin modificar la estructura molecular, de modo que la suma de los constituyentes sea igual a la mezcla inicial.

Destilación atmosférica.

La destilación atmosférica se basa en los diferentes puntos de ebullición de cada componente que conforman la mezcla, según esto se obtienen los diferentes productos a distinta altura en la torre de destilación.

Se realiza en una columna de destilación o fraccionamiento en cuyo interior están dispuestas de forma ordenada una serie de “platos⁸” en los que se recogen los líquidos condensados. A medida que el plato rebosa el líquido va descendiendo plato a plato, intercambiando calor con los vapores ascendentes. Las fracciones más pesadas condensan en los platos inferiores y las más ligeras en los de la parte alta de la columna. A diferentes alturas de la columna unos platos especiales permiten la extracción lateral, fuera de la columna, del líquido. (3)

⁷ Punto de ebullición: es la temperatura a la cual la presión de vapor del líquido es igual a la presión del medio que rodea al líquido.

⁸ Platos: consistentes en bandejas de acero perforadas, colocadas a intervalos desde la cima hasta el fondo. Existen diferentes tipos: perforado, de válvulas, de casquete burbujeo.



La temperatura a la que se somete el crudo dentro de la columna de destilación, es variable en dependencia del tipo de crudo, aunque no debe superar los 370°C, ya que después de esta temperatura ocurre el craqueo térmico.

Como el número de elementos constituyentes del petróleo es muy grande, es imposible separarlos uno por uno. En cambio, mediante este método de destilación, las distintas fracciones -livianas y pesadas- se separan gradualmente unas de otras. (...)En la parte superior de la torre se obtienen gases etano, propano y butano, mientras que debajo se logran fracciones con punto de ebullición más elevado, como nafta, querosene, gas oíl liviano y gas oíl pesado. Debajo queda una fracción más pesada, llamada crudo reducido. (10)

Las variables que se controlan en la ejecución de este proceso son: la temperatura de transferencia, de corte y de cabeza, además de la presión de trabajo y la inyección de vapor. El chequeo de las mismas garantiza la calidad del proceso.

Destilación al vacío.

La entrada a este proceso son los productos del fondo⁹ de la torre de destilación atmosférica. En la torre de vacío se recuperan las fracciones de gasóleo remanentes en el residuo de la destilación atmosférica.

Los procesos de la destilación al vacío de crudo de fondo son para producir un mayor rendimiento de destilados de líquido y de material pesado. (5)

La alimentación una vez calentada en el horno se introduce en la columna en la zona de flash. La temperatura en esta zona suele estar restringida a unos 410 – 415°C para evitar el cracking de residuo. (3)

Al igual que el proceso de destilación atmosférica en la destilación al vacío se chequean las variables: de temperatura de transferencia y de corte, además de la inyección de vapor, y por supuesto la variable que más marca la diferencia entre estos dos procesos es la presión de trabajo.

⁹ Productos de fondo: son los productos más pesados que van al fondo de la torre de Destilación Atmosférica. Parte de ellos se convierten en residuos.



Procesos de Conversión.

Los procesos de conversión tienen como objetivo: Modificar la estructura molecular y por consiguiente, las características físico-químicas de los hidrocarburos¹⁰ o de las fracciones sometidas a estas transformaciones que son llevadas a cabo con aumento o disminución del número de moléculas. (4) Estos procesos son los encargados de elevar la obtención de productos más cotizados en el mercado, como es el caso de la gasolina.

Alquilación.

La alquilación es un proceso de síntesis química que consiste en la reacción de olefinas¹¹ ligeras con hidrocarburos saturados dando lugar a hidrocarburos saturados de cadena ramificada con alto índice de octano¹². (...) requiere un catalizador¹³ de naturaleza ácida fuerte, como el ácido fluorhídrico (HF) o el ácido sulfúrico (H₂SO₄). (5)

El proceso se emplea para la combinación de isobutano con olefinas tales como propileno o butileno para producir componentes para la gasolina de alto octanaje. El isobutano logrado mediante el proceso de isomerización se emplea como carga para su alquilación con propileno, butileno, amilenos u olefinas de alto punto de ebullición. (11)

En sentido general es la unión de olefinas ligeras con isobutano¹⁴ para obtener como resultado gasolina alquilada. Este proceso contiene varias variables acompañantes que dan la medida de la calidad con la que se está ejecutando el mismo. Las variables principales son: la temperatura de reacción, la fuerza del ácido, la relación HF/HC¹⁵ y la presión de la reacción.

¹⁰ Hidrocarburos: compuestos saturados formados únicamente por átomos de carbono e hidrógeno.

¹¹ Olefinas: compuesto que presenta al menos un doble enlace Carbono-Carbono.

¹² Índice de octano: Índice de calidad de la gasolina para motor, el cual se obtiene por comparación con el isoctano.

¹³ Catalizador: Agente o sustancia capaz de acelerar o retardar una reacción, sin alterar el resultado final de la misma. Sustancia que aumenta la velocidad de un proceso químico sin consumirse en la reacción

¹⁴ Isobutano: es un compuesto orgánico perteneciente a los alcanos.

¹⁵ HF/HC: Es la relación Ácido Fluorhídrico-Hidrocarburo.



Isomerización.

El proceso de isomerización consiste en un reordenamiento de la estructura de las moléculas de los hidrocarburos, de manera que los productos obtenidos presentan mayor octano que los de partida. Por ejemplo, los hidrocarburos de cadena lineal, se transforman en hidrocarburos ramificados. Este proceso se realiza sobre catalizadores basados en platino sobre un soporte ácido, operando a temperaturas entre 150 y 300 °C y alta presión, en atmósfera de hidrógeno.

(12) Dicho catalizador está basado en gg-alúmina.

Este proceso está regulado por un conjunto de variables. Su medición garantiza la calidad de los productos salidos del mismo. Dichas variables son: la temperatura, la presión, la relación hidrógeno a hidrocarburo y la velocidad espacial del catalizador.

Reformación Catalítica.

El proceso de reformación catalítica es uno de los más importantes para la mayoría de las refinerías modernas. El objetivo original de este fue el de mejorar las naftas de bajo octanaje, de destilación primaria del petróleo crudo, y así obtener compuestos de mayor octanaje mediante la promoción catalítica. (...) Las naftas o gasolinas que se derivan de las diferentes fuentes de crudo varían considerablemente en cuanto a su factibilidad para ser reformadas. Esta factibilidad está determinada principalmente por la concentración de los diferentes tipos de hidrocarburos presentes en la alimentación, tales como parafinas, naftenos y aromáticos. (13)

Las reacciones químicas que conducen a estos cambios están guiadas por un catalizador bien definido en virtud de las condiciones de funcionamiento. (...) Las reacciones químicas de los catalizadores de la reformación catalítica están agrupadas de acuerdo a los respectivos tipos de hidrocarburos (20).

La entrada a este proceso son los cortes de Nafta que se obtiene por la destilación primaria. Dichos cortes poseen un número de octanaje muy bajo, con respecto lo que se quiere obtener para el mercado. Por esta razón es necesario modificar la estructura química de los compuestos que integran a las Naftas, lo cual se obtiene a través este proceso. Convirtiendo parafinas lineales en aromáticos, someténdolas a presión moderada y altas temperaturas. Además utiliza un catalizador basado en platino.



Las condiciones típicas para la ejecución de este proceso están basadas en el control de la temperatura, la presión y el rango de H_2 ¹⁶ que posea. Estas serían las principales variables a seguir.

Craqueo Catalítico Fluido.

Al proceso de descomposición o desintegración molecular o crepitación térmica se le bautizó “cracking”, onomatopéyicamente¹⁷ craqueo, craquear. (11) El objetivo de este procesos es: Convertir selectivamente los gasóleos y el residual de materias primas de mayores valores craqueados, a productos tales como: olefinas ligeras, gasolina y destilados. (5)

En este proceso la rotura de las grandes moléculas del VGO¹⁸ da lugar a moléculas de hidrocarburos en el rango de la destilación de las Gasolinas y los Gasóleos, además de LPG, un residuo pesado que se utiliza en la formulación de Fuel oíl y por último coque que se utiliza como fuente de energía para el propio proceso. (3)

Como su nombre lo indica, el elemento más importante en este tipo de proceso es el catalizador, cuya función es actuar como un absorbente para depurar la carga de materia indeseable y obtener del craqueo de gasóleos y aceites diesel, gasolinas de alto octanaje. El catalizador puede ser hecho de arcillas, metales o material sintético en forma granular, de pelotas, de pastilla, de cápsulas, etc. (11)

Para el control de este proceso tan importante en la refinación de crudo, se manejan algunas variables: la temperatura de reacción, el precalentamiento de carga y la 0RG ¹⁹, la relación de reciclo, la actividad del catalizador, la velocidad espacial del catalizador, la velocidad de circulación, la conversión, el requerimiento de aire y la relación catalizador-carga.

¹⁶ H_2 : Dihidrógeno, primer elemento de la tabla periódica. En condiciones normales es un gas incoloro, inodoro e insípido, compuesto de moléculas diatómicas.

¹⁷ Onomatopéyicamente: Vocablo que imita o recrea el sonido de la cosa o la acción nombrada.

¹⁸ VGO: Gasoil de vacío.

¹⁹ Temperatura de 0RG : temperatura en el lecho denso del regenerador.



Hidrocraqueo.

Proceso de hidrotreatmento a alta severidad en el cual un hidrocarburo reacciona con hidrógeno en presencia de un catalizador bifuncional para producir la ruptura de moléculas pesadas e hidrogenación y así convertir parcial o totalmente la corriente en productos de mayor valor agregado. (5)

Con la alimentación compite con el FCC²⁰ pero sus productos, al ser hidrogenados, presentan una mejor calidad, en especial los destilados medios. (3)

Además es un: Proceso catalítico de hidroconversión profunda. Tiene aplicaciones en el mejoramiento de las características de crudos pesados y en la conversión profunda de residuales de refinerías. Convierte más del 90 % del residuo al vacío. Tiene alta capacidad de remoción de metales. Consume poco hidrógeno. El producto logrado por el hidrógeno es estable. Produce muy baja cantidad de coque, pero sí alto rendimiento de productos líquidos. (11)

Para que funcione correctamente este proceso es necesario que se controlen una serie de variables, entre las que se encuentran: la temperatura del reactor, la velocidad espacial, la presión parcial de hidrógeno, la relación hidrógeno-carga y el reciclo de carga no convertida.

Hidrodeshulfuración.

Este proceso consiste en un tratamiento por adición de hidrógeno para remover azufre y nitrógeno, además de saturar los compuestos insaturados. Sumándosele a ello, la remoción de contaminantes, estabilización de productos.

Hidrotreatmento o tratamiento catalítico con hidrógeno para remover material dudoso proveniente de fracciones de petróleo para reaccionar selectivamente con hidrógeno en un reactor con temperatura relativamente alta a presión moderada. Estos materiales objetables incluyen, pero no exclusivamente limitado al, azufre, nitrógeno, olefinas y aromáticos. (19)

²⁰ FCC: Craqueo Catalítico Fluido.



La Hidrodesulfuración es un proceso de refinación que utiliza un catalizador selectivo (productos químicos granulados utilizados para acelerar una reacción), en combinación con una corriente de gas rica en hidrógeno, para eliminar los compuestos de azufre, nitrógeno, oxígeno, cloruros y compuestos metálicos, así como para saturar las olefinas presentes en el diesel. También se elimina agua, obteniéndose un producto seco y libre de impurezas. Todas estas mejoras en las gasolinas se logran con poca o ninguna pérdida del producto. (14)

La eliminación de azufre se realiza mediante la reacción con hidrógeno para dar lugar a sulfhídrico en algunas condiciones de operación que dependen del nivel de azufre deseado en el producto final. (...) La reacción viene catalizada por tres grandes grupos de catalizadores: Cobalto-Molibdeno²¹, de Níquel- Molibdeno y de Níquel-Wolframio todos ellos soportados sobre alúmina. (3)

Las variables acompañantes de este proceso petroquímico son: la velocidad espacial del catalizador, la presión parcial de hidrógeno y la relación hidrógeno-hidrocarburo. El control de las mismas proporciona que el proceso se desarrolle en condiciones adecuadas.

Procesos de Flujo Informativo.

Los procesos de flujo informativo son el conjunto de operaciones, interrelacionadas entre sí que se llevan a cabo en el interior de una organización. La información que se genera en una entidad se encuentra circulando en el interior de la misma. Es precisamente a este movimiento, expresado en forma de flujo de información la base de los procesos de flujo informativo. Un conjunto de procesos de flujo informativo conforman un entorno de negocio, constituido por estos además de los llamados procesos de negocio y que se definen como: (...) un conjunto estructurado de actividades, diseñado para producir una salida determinada o lograr un objetivo. Los procesos describen cómo es realizado el trabajo en la empresa y se caracterizan por ser observables, medibles, mejorables y repetitivos. (21)

²¹ Molibdeno: es un metal esencial desde el punto de vista biológico y se utiliza sobre todo en aceros aleados.



El estudio de los procesos de flujo informativo, en el presente trabajo, tienen su principio fundamentado en el análisis de los procesos de negocio que ocurren en los ambientes analizados.

Procesos de Flujo Informativo en la Refinería “Ñico López”.

En las áreas claves de la Refinería “Ñico López” se identificaron los siguientes procesos de flujo informativo:

Funcionamiento operativo de las áreas.

Los roles que intervienen en este proceso de negocio son: el Tecnólogos de Procesos Químicos y el Operador de Planta. Ellos son los encargados de realizar una revisión y un seguimiento del funcionamiento operativo de las áreas. En dependencia del estado de las mismas y las eventualidades que en esta se puedan presentar, se elabora un informe en consecuencia a lo acontecido. (Ver Anexo 1)

Estado operativo de las áreas y chequeo a solución de afectaciones.

En este proceso interviene el Despachador, los Directores de las diferentes áreas y los Operadores de áreas. Ellos se encargan de revisar las tareas y operaciones diarias que se realizan, actualizar el estado operativo de las áreas, o sea reflejarlo en la Hoja de Lectura de rendimiento de la planta. Además se controla la calidad de los productos y se verifica el estado de la solución de las afectaciones y averías. (Ver Anexo 2)

Control de inventario de tanques.

En este proceso el Despachador realiza el control de inventario para conocer la disponibilidad de productos en la refinería. Esta operación se ejecuta con una frecuencia diaria, para conocer con la cantidad de producto que se cuenta. (Ver Anexo 3)



Confección del YIELD.

El Despachador y el Tecnólogo de Procesos Industriales ejecutan el proceso de negocio donde se actualiza el estado operativo de las plantas y además se confecciona el YIELD²² diario y mensual, que es el artefacto que contiene la programación diaria y mensual de las operaciones en la planta, según el estado de la misma. (Ver Anexo 4)

Control de operaciones de planta y movimiento de productos.

Entre el Tecnólogo de Procesos Industriales de Despacho y el Operador MAP se reciben y transmiten las órdenes de trabajo que se llevan a cabo en la planta. Además se lleva el control de las operaciones de planta y los movimientos de productos internos, los destinados a clientes y los inyectos a planta. (Ver Anexo 5)

Control de salida de productos.

Este proceso de negocio controla la salida de productos por cualquier vía, donde el Tecnólogo de Procesos Industriales de Comercial hace el balance de combustibles y el control de inventarios de productos. (Ver Anexo 6)

Procesos de Flujo Informativo en la Refinería “El Palito”.

En las áreas claves de la Refinería “El Palito” se identificaron los siguientes procesos de flujo informativo:

Certificación de mediciones e inventarios de tanques.

El Supervisor de Control de Procesos (Recibo y Suministro), los Operadores de Campo y el Supervisor de Sección, se encargan de la certificación de las mediciones de tanques, de la revisión y actualización del inventario de tanques, además de hacerse un cierre de mismo y se hace un Informe de la Gestión Mensual con el contenido del Libro de Guardia. (Ver Anexo 7)

²² Documento YIELD: Donde se expresa los datos de consumo energéticos, rendimiento de la materia prima y la producción en un período determinado



Programación de operaciones con buques.

En este proceso de negocio participan diferentes roles entre los que se encuentran: el Coordinador Programación de Operaciones, el Analista de Productos(Programación de Operaciones), el Supervisor de Productos Blancos y Negros(Recibo y suministro), el Supervisor de Turno (Recibo y Suministro), el Supervisor Control de Procesos (Recibo y Suministro). Estos roles son los encargados de elaborar la programación de buques tanto diaria, como mensual, hacer la formulación de mezclas, según el Inventario de Insumos, actualizar el Registro de Bombeo, y desde luego la supervisión de dichas mezclas. Además se encargan de elabora las estrategias operacionales, elaborar el informe mensual de inventario y actividades ejecutadas, y realizar la programación, el monitoreo y control de parámetros de planta. **(Ver Anexo 8)**

Gestión de Información de operaciones con buques.

El proceso de conformación de la documentación de operaciones con buques y la elaboración del informe del análisis de demoras potenciales para el arribo de buques, es responsabilidad del Personal de Recibo y Suministro, el Supervisor de Turno (Terminal Marino), el Supervisor de Sección (Terminal Marino) y el Analista de Operaciones (Terminal Marino). Además ellos obtienen las facturas de recobro y servicios portuarios. Realizan la confección de volúmenes recibidos semanalmente, y elaboran las nóminas de tiempo y de combustible marino entregado. Por último confeccionan de Informe de Gestión Mensual. **(Ver Anexo 9)**

Coordinación y chequeo de actividades de mantenimiento.

El Supervisor de Campo y el Técnico de Campo coordinan las actividades de mantenimiento necesarias. Estas son supervisadas, no solo con el fin de que sean correctamente realizadas, sino con el objetivo de propiciar las condiciones operativas necesarias para la realización de las mismas. Además se actualiza el libro de diario con lo sucedido en el turno correspondiente. **(Ver Anexo 10)**

Atención a Necesidades de Formación.

Este proceso de negocio se ejecuta entre los Supervisores y Superintendente. Donde se elabora y aprueba el Plan de Detección de Necesidades de formación de los obreros. **(Ver Anexo 11)**



Funcionamiento operativo de las plantas.

Durante la ejecución de este proceso se hace un seguimiento y control de las variables de procesos de flujo material, con el objetivo de chequear que estén en los rangos permitidos y la producción se realice según las especificaciones emitidas. El Supervisor de control de procesos, el Supervisor de Sección, el Superintendente de Gestión de Plantas, hacen un control del estado operacional de las plantas, supervisan las actividades operacionales, y verifican el correcto funcionamiento del departamento. **(Ver Anexo 12)**.

Además de los procesos de negocio identificados en las áreas, se encontraron otros de importancia para el funcionamiento de estas, son aquellos que se realizan en las áreas de apoyo, que a continuación se exponen.

Gestión de actividades de laboratorios

En la prestación de servicios de análisis de muestras, tanto para clientes internos como externos está basado este proceso. Donde regularmente intervienen: la Gerencia de Automática Informática y Telecomunicaciones, Mantenimiento, la Gerencia Técnica, el Superintendente de Turno, los Supervisores de cada Área de Operaciones, el Supervisor de Laboratorio, el Laboratorista Integral y Superintendente de Laboratorio. Previo a la elaboración de los lineamientos y prioridades de cada jornada, se lleva a cabo la discusión de las actividades del turno. Posteriormente se procede a realizar el análisis de las diferentes muestras, ya sean especiales o rutinarias, o bien muestras de exportación nacional e internacional. Para ejecutar la publicación de los resultados obtenidos, se hace con anterioridad, una revisión de los mismos en grupo. Se genera un certificado de calidad el cual debe ser aprobado por el Supervisor de Laboratorio. Finalmente se crean diferentes informes en correspondencia de los análisis y tramitaciones realizadas en el Laboratorio. **(Ver Anexo 13)**

Control de situaciones de Corrosión

El fundamento de este proceso se basa en el control de situaciones de corrosión tanto en líneas como equipos con el fin de mantener la confiabilidad operacional de las plantas. Este proceso es llevado a término por el Supervisor de Corrosión. Para ejecutar el mismo se basa en un conjunto de actividades, las cuales consisten en un chequeo constante de las variables



operacionales de cada planta, para conocer el comportamiento de cada proceso. En presencia de una solicitud de selección o corroboración de metalurgia, se busca el archivo apropiado y se emiten las recomendaciones pertinentes. (Ver Anexo 14)

Coordinación de reparaciones de equipos estáticos y tuberías

Para mantener la continuidad operativa de las unidades a través de las reparaciones de los equipos estáticos y tuberías, el Supervisor de Inspección de Conversión y Tratamiento, ejecuta un Plan de Inspección Diario. Además de que realiza auditorias de actividades en talleres foráneos, complementa inspecciones de emergencias y elabora un Informe Mensual donde se reflejan los Aspectos Resaltantes, las Notas de Inspección (NDI) generadas, ejecutadas y pendientes. (Ver Anexo 15)

Evaluación de procesos

En la evaluación de los procesos en las diferentes plantas participan disímiles roles como son: el Analista de Procesos de Alquilación, el Analista de Procesos de Tratamiento y Oxigenado, el Analista de Procesos de Efluentes y tratamiento de aguas residuales, el Analista de Procesos de Movimiento de Crudos y Productos (MCP), el Analista de Proceso de tratamientos de aguas de calderas, el Supervisor de Conversión y Tratamiento, el Supervisor de MCP , el Supervisor Servicios Industriales, el Supervisor de Destilación y Especialidades y el Supervisor de Diseño y Proyecto. Para realizar las evaluaciones de procesos, primeramente se ejecuta una valoración preliminar sobre los defectos en cuanto a diseño se refieren y posteriormente lo evaluación desde el punto de vista económico. (Ver Anexo 16)

Epígrafe 2 Descripción de la situación problemática.

En los ambientes de negocio analizados para el desarrollo del presente trabajo se han detectado problemas de carencias y deficiencias en cuanto a la informatización de los procesos de flujo informativo. En ambas refinerías estudiadas la escasez de software para el control de los procesos de flujo informativo, y la ineficiencia de los existentes, se hace vigente en gran medida.



Si se analiza por un lado la Refinería “El Palito”, encontraremos en buena medida software que responden a necesidades parciales en el interior de la refinería. Son varios los productos adquiridos con el fin de informatizar los procesos, que se encuentran dedicados a un área y que portan como comportamiento la falta de interoperabilidad con otros sistemas existentes. Existen aún datos que son almacenados mediante simples documentos de textos, lo que no facilita ninguna operación sobre esta información. Se puede encontrar tanto software producido de forma artesanal, como programas con tecnología caduca. Paquetes de programas son adquiridos por la refinería para sufragar algunas necesidades, pero varios son por períodos limitados de tiempo. Además que el software propietario es dominante en este entorno.

Por otro lado y de forma bastante semejante en la Refinería “Ñico López” se encuentran algunos programas de producción interna, que se basan en una simple implementación para resolver un problema muy puntual. Varios de estos son desarrollados en herramientas propietarias, cada vez más centrados en resolver algo específico y menos orientados a una solución integral. No se garantiza una interoperabilidad entre los sistemas con los que se cuenta, por lo que los datos almacenados en un sitio no pueden ser aprovechados por otro sistema. Muchos datos son almacenados en hojas de cálculo, en las que se realizan las operaciones necesarias, pero que de igual manera la conservación y consulta de los mismos se vuelve engorroso. Además algunos datos aún se preservan e intercambian en formato duro, lo que demuestra un atraso tecnológico considerable.

Toda esta situación puede causar problemas de duplicado e inconsistencia de la información, lo que en algunas ocasiones puede acarrear incluso pérdida de la misma. El acceso a esta se encuentra limitado en cuanto a rapidez y facilidad de alcance. Por lo que se demanda un sistema o conjunto de sistemas interoperables entre sí que contribuyan a suplir las necesidades existentes en una refinería.

Epígrafe 3 Análisis de soluciones existentes.

Actualmente se conocen algunas soluciones para apoyar el flujo informativo en Refinerías. Ya sea en áreas específicas de esta o integrando todo el flujo informativo que circula en el interior



de una Refinería. A continuación se exponen ejemplos de soluciones generales y específicas para las diferentes áreas de una refinería.

PI@nt@.

Una de las soluciones que en el mundo están implantadas es el sistema integral PI@nt@. Realizado por la multinacional CEPSA. Este sistema proporciona un modo de acceso único a los múltiples sistemas de información, que existen en las refinerías ubicadas en España, Canadá y Brasil.

Antes de la implantación de PI@nt@, la situación que existía en estas refinerías, era de difícil control en el manejo de los procesos informativo. Existían en explotación, varios sistemas, como: Honeywell TDC-3000, Plant Scape, Yokogawa CS-3000, SCADA²³ Icerberg, Delta V, entre otros. Todos estos sistemas eran los que proporcionaban la principal información, en cuanto al histórico de procesos, la gestión de laboratorios, la planificación de crudos, la gestión medio ambiental, los sistemas de inventario, etc.

“A comienzos de 2001 se comenzó a plantear la necesidad de utilizar las nuevas tecnologías web basadas en estándares de mercado para disminuir la dificultad que suponía integrar y gestionar toda la información en una plataforma común.” (6)

Por lo que se analizó la posibilidad de que el sistema fuera desarrollado sobre el entorno de Microsoft. Dentro de las tecnologías utilizadas para la creación de este sistema se encuentran: .NET, Remoting, XML, SOAP, OLEBD, ADO .NET, OPC, Web Services, ASP .NET, C#, C+, Visual Basic .NET.

El sistema quedó montado con tres módulos fundamentales: las fuentes que acceden al sistema, las cuales son las más cercanas a la fabricación; un segundo módulo llamado PI@nt@ núcleo, la cual está formada por las tecnologías .NET de acceso a datos y donde reside la

²³ SCADA: Sistema para el registro de datos y control de supervisión. Diseñado para el trabajo sobre ordenadores destinados al control de la producción, comunicándose con los dispositivos de campo.



lógica del negocio; y un tercer módulo dedicado a Programas/Aplicaciones, donde se gestiona toda la interacción con los usuarios finales del sistema.

PI@nt@ ha reportado beneficios desde su implantación, como la reducción de costos, la integración de datos, un aumento en la productividad del sistema, se logró una independencia de los distintos fabricantes, el sistema se confeccionó de forma escalable y brindando para los usuarios mayor facilidad de uso.

Soluciones internas de empresas petroleras.

Algunas empresas petroleras, como es el caso de PDVSA, han optado por la implementación de sistemas propios para el control del flujo informativo en algunas de sus refinerías. A continuación se exponen algunos ejemplos de software desarrollado para un área en específico en una refinería.

SIMP

El Sistema Integrado de Movimiento de Petróleo (SIMP) fue concebido por la compañía ekosys especializada en la creación de soluciones tecnológicas como energía y minas, telecomunicaciones, entre otros. Es un producto que creado para la filial de Maraven perteneciente a PDVSA entre los años 1993 y 1996 y utilizado aún en la actualidad por varias entidades como: Lagunillas, Puerto Miranda y Refinería Cardón.

La principal situación que se pretendía resolver con la implantación del mismo era el control y supervisión de los movimientos de crudos en el interior de la refinería. Haciendo un seguimiento, de dichos movimientos, en los patios de tanques y en las terminales de embarque.

El sistema contempla la definición y registro de las disponibilidades de crudos y productos para el mes, las cuales sirven de insumo para establecer el programa de nominaciones y luego el programa diario de embarques en función de la capacidad y disponibilidad de las facilidades del terminal. (16)

Dentro de las principales facilidades que brinda se encuentran:

- Cálculo de los volúmenes y masa manejados en cada transacción.
- Monitoreo de la información en tiempo real.



- Emisión de documentación oficial y reportes de control.

Entre otras. Lo que proporcionaba la eliminación de documentación manual.

SILCO

Sistema de Inspección de Lazos para la Confiabilidad Operacional (SILCO). La aplicación da apoyo al grupo de Ingeniería de Confiabilidad en la sección de Inspección de Equipos y Corrosión en lo que refiere al desgaste de las tuberías y equipos de las instalaciones que conforman las plantas de la Refinería por efectos corrosivos.

Es un software desarrollado por Applied BioSystems bajo la concepción de la arquitectura Cliente-Servidor. Para su implementación fue utilizado Power Builder. Es una aplicación dirigida al área de Mantenimiento.

LIMS

Algunas soluciones específicas para un área determinada en una refinería también son desarrolladas con mucho éxito. Aunque precisamente este es el inconveniente latente que poseen, ya que solo resuelven una parte de las tantas necesidades que se pueden encontrar en una refinería.

StarLIMS

Un ejemplo de ellos es Sistema de Administración de Información en Laboratorios. Puesto en práctica en varios laboratorios a nivel mundial, ya sea para el trabajo con fármacos, o en una organización de supervisión ambiental, o en un hospital o para una unidad de control de procesos de una refinería.

StarLIMS es la herramienta más poderosa para gestionar procesos complejos, asegurar conformidad reguladora y promover la colaboración en el laboratorio y la empresa. StarLIMS V10 es un LIMS (Sistema de Gestión de Información de Laboratorio) diseñado para una amplia variedad de laboratorios operando en muchas disciplinas científicas industriales. StarLIMS consolida procesos de negocio en una única y compatible plataforma con informes comprensibles, y con capacidades de supervisión sobre la red de trabajo. El resultado principal



es resaltar el manejo de datos y la facilidad de compartirlos dentro del laboratorio y a través de la empresa. (17)

Ha sido puesto en práctica por disímiles empresas petroleras como PDVSA, PETROPERU y Petrobras. Diferentes son los proveedores de este tipo de software.

Thermo Scientific

Un ejemplo de ello es uno de los Sistemas Thermo Scientific para la Gestión de Información de laboratorios (LIMS). Sistema que es aplicable en la industria petroquímica. Es de mucha utilidad en una refinería, debido a que el control de la calidad de los productos que se obtienen, necesitan un chequeo periódico y constante. Se integra con facilidad al Sistema de Gestión de Información de Procesos, para garantizar que todos los análisis de muestras se lleven a cabo cuando sea necesario y para optimizar la eficiencia de los procesos de producción. (17)

LabWare LIMS

También desarrollado por la empresa LabWare encontramos otra solución para la Gestión de Información de Laboratorio mundialmente reconocida. Posee una arquitectura escalable. Puede ser de acceso centralizado o descentralizado. Aplicable en la industria de fármacos y la petroquímica fundamentalmente.

Gracias a su completa funcionalidad para seguimiento de muestras, certificación de usuarios, gestión de instrumentos, auditoría, y planificación de muestras e informes, así como muchas otras funciones, LabWare LIMS cumple las Buenas Prácticas de Laboratorio (...). (18)

Módulo Multi Period – Optimizador XPRESS

RPMS, Sistema de Modelado Petroquímico de Refinería, es el encargado de la elaboración del Plan de Refinación en las refinerías de PETROPERU desde el año 1995. El mismo permite un modelamiento confiable de la carga de una refinería en un determinado período. Sin embargo es necesario que se le agreguen algunas facilidades para beneficiar la producción. Un ejemplo de ello es la optimización de los planes de refinación, la reducción del tiempo de pronósticos volumétricos anuales y la optimización de los niveles de inventario.



Los requerimientos planteados, de acuerdo con el Informe Técnico N^o GEOP-021-2006 del Departamento de Control Operativo, son cubiertos por el módulo Multi Period complementario al RPMS, el cual integra varios períodos hallando el resultado óptimo para el conjunto, otorgando mayor celeridad²⁴ en la preparación de los planes de refinación. Asimismo, para el funcionamiento del módulo mencionado es necesario utilizar el Optimizador XPRESS. (15)

Este software es propiedad de la empresa Honeywell, la cual es proveedora a su vez de los módulos complementarios del mismo.

Mediante la adquisición de estos módulos se proporciona mejoras en la elaboración para varios períodos de tiempo de los Planes de Refinación, en la evaluación y selección de crudo, celeridad en la preparación de los planes, en el pronóstico de paradas para mantenimiento, en la elaboración del Presupuesto Operativo Anual y el planteamiento de inversiones, así como la optimización de la administración de Inventarios.

Conclusiones del Capítulo.

Después de analizar la situación existente en el ambiente de negocio estudiado, se han identificado como problemas medulares:

- La duplicación e inconsistencia de la información.
- Acceso limitado a información de necesaria consulta por múltiples roles.
- Pérdida en ocasiones de alguna información.
- Redundancia por la recolección múltiple.
- Sistemas de factura propietaria, con mantenimiento dependiente de sus productores privados.
- Sistemas artesanales por personal interno a la refinería desarrollados en herramientas propietarias.

²⁴ Celeridad: Se refiere a velocidad, prisa, urgencia, premura, para la ejecución de algo.



Capítulo 1. Fundamentación Teórica

Se puede concluir que es una necesidad imperiosa que se conforme un sistema o un conjunto de sistemas interoperables entre sí, que controlen de forma integral los procesos de flujo informativo que son el resultado de la ejecución de los procesos de flujo material.



CAPÍTULO 2 ANÁLISIS PREVIO Y DISEÑO DE LA “REFINERÍA REFERENCIA”.

Introducción.

El objetivo fundamental de este capítulo es realizar un análisis de los casos de estudio seleccionados para la conformación de la propuesta, o sea, la Refinería “Nico López” y “El Palito”. El estudio se centra en un conjunto de aspectos: la descripción de las áreas claves que componen la refinería, los roles involucrados en los diferentes procesos de flujo informativo identificados y los artefactos que generan y manipulan los mismos.

En este capítulo se refleja además el diseño de la “Refinería Referencia”, basado en el análisis previo, antes mencionado, quedando conformada esta por los mismos aspectos que se analizaron en los casos de estudio.

Epígrafe 1 Análisis de los casos de estudio.

Refinería “Nico López”

En el municipio de Regla, Ciudad de la Habana, se encuentra ubicada La Refinería “Nico López”, la cual debe su nombre a un mártir de la gesta revolucionaria cubana, quien fuera el organizador de las Brigadas Juveniles del Movimiento 26 de Julio. Perteneciente a la empresa Cubapetróleo, CUPET, esta industria posee un promedio diario de refinación de 125 000 Barriles de crudo.

El modo de recibo del crudo a procesar es mediante poliductos y barco. Los productos obtenidos y destinados para la comercialización son trasladados en barco, pipa o tren.



Descripción estructural de las áreas claves.

La Refinería “Nico López” cuenta con un número importante de áreas. Para la realización del presente estudio se tomaron en cuenta las áreas identificadas como claves en el desempeño y ejecución de los procesos fundamentales en la refinería. En la figura se recrea una idea de la distribución de las áreas principales.

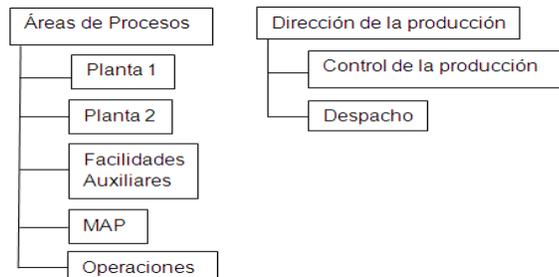


Figura 1 Áreas clave de la Refinería “Nico López”.

En la figura aparecen un par de áreas de importancia en la refinería, son aquellas que encontramos dentro de la Dirección de Control de la Producción, pero que no están vinculadas directamente con el desarrollo de los procesos de refinación. Se encuentran reflejadas en dicha figura, ya que se hace alusión a ellas en algunos procesos de negocios identificados durante el estudio del marco teórico del primer capítulo del presente trabajo. Las áreas consideradas como realmente claves se detallan a continuación.

Planta 1 que es el área que se encarga del desarrollo de los procesos petroquímicos de destilación atmosférica y al vacío. Es donde se da comienzo a los procesos de refinación de crudo, los cuales son el primer paso para la obtención de productos tan cotizados como la gasolina, gas licuado, keroseno, entre otros.

Los productos obtenidos en esta primera etapa no son completamente aprovechables, o sea que no son obtenidos con la toda la calidad, ni en la cantidad demandada, por lo que el siguiente paso será someterlos a procesos de conversión, los cuales se llevan a cabo en el área de **Planta 2**.

El buen funcionamiento de todos los procesos que se ejecutan en las áreas anteriormente descritas, depende en gran medida de lo que le proporciona el área de **Facilidades Auxiliares**.



Capítulo 2 Análisis previo y diseño de la “Refinería Referencia”.

Es desde aquí donde se suministran los servicios básicos para el funcionamiento de la industria, como: el agua, la luz eléctrica y el vapor, entre otros.

Desde luego existe un área especializada en el Almacenaje y Movimiento de Productos (**MAP**), donde se concentran los productos tanto obtenidos a través de los diferentes procesos de refinación, así como aquellos que son inyectados durante dichos procesos. Además en esta área se almacenan aquellos productos finalmente destinados a clientes.

El área de **Operaciones** está encargada principalmente del control de movimientos por conceptos de ventas de productos destinados a clientes. En esta área se inspeccionan y se vigilan las mediciones de tanques, los movimientos de recepción y salidas de productos así como procesos de carga de productos.

Roles involucrados en los Procesos de Flujo Informativo identificados.

Con el estudio teórico realizado en el Capítulo 1, se abordó el conjunto de Procesos de Flujo Informativo que conforman el ambiente de negocio presente en la Refinería “Nico López”. En cada uno de estos se observó la interacción de diferentes roles. La descripción funcional de cada uno de ellos en la refinería se presenta a continuación.

Una de las principales responsabilidades que tiene el **Director de área** es la supervisión del cumplimiento de las actividades que se realizan. Este se encarga además de orientar las acciones diarias a realizar y de emitir los reportes del comportamiento del área diariamente, de garantizar la capacitación del personal que está bajo su dirección.

El encargado de hacer cumplir los parámetros y normas establecidas, así como velar por el correcto funcionamiento operativo de los procesos que se realizan en cada área es el **Tecnólogo de Procesos Químicos o Tecnólogo de Procesos Industriales**. Además se encarga de llevar el control diario de las operaciones y procesos tecnológicos, para actuar en consecuencia ante cualquier problema o deficiencia que exista desde el punto de vista técnico.

El rol encargado de estar en contacto directo con los equipos que hay en el campo es el **Operador de Planta**. Su labor fundamental se centra en velar por el funcionamiento de las instalaciones tecnológicas, en sentido general conocer el estado operacional de los equipos,



Capítulo 2 Análisis previo y diseño de la “Refinería Referencia”.

además de controlar el comportamiento de los parámetros operacionales, a través de la recogida de datos directamente del campo.

La misión principal que cumple el **Despachador** es el de controlar el desarrollo de todas las actividades relacionadas con la producción en la refinería. Es el encargado de recepcionar el estado operativo de las plantas para elaborar algunos consolidados.²⁵ Además es el responsable de mantener informadas a todas las áreas de las diferentes tareas a realizar durante el día.

Artefactos principales identificados en los Procesos de Flujo Informativo.

Durante el estudio de los Procesos de Flujo Informativo se identificaron un conjunto de artefactos, varios de ellos carentes de digitalización o almacenados en sistemas que no suplen todas las necesidades operativas sobre los datos que contienen un determinado artefacto. Esto proporciona un retardo para la consulta y la ejecución de operaciones sobre las mismas. Dentro de los artefactos encontrados están:

Las **Hojas de Lectura** constituyen uno de los artefactos más importantes y de más uso. Son llenadas a diario por los Operadores de Planta, son consultadas también por el Tecnólogo de Procesos Químicos. En ellas se refleja el conjunto de parámetros y variables de procesos que se generan durante la refinación de crudo. Son de mucha utilidad para el control de la calidad de la producción. Se encuentran en formato duro.

Una refinería trabaja las 24 horas del día. Turno tras turno de trabajo se controlan de la misma manera cada uno de los procesos que ocurren en cada área. En todos los turnos laborales se deja reflejado en el **Libro Diario** lo que sucede cotidianamente, cualquier situación que ocurra en la planta, sea favorable o no.

En una refinería pueden darse una serie de eventualidades de cualquier índole, las cuales son reflejadas en el **Libro de Incidencias**. Algunas de las eventualidades que pueden ser reflejadas son: averías, fallos y operaciones no concluidas. Además se registran los resultados de las inspecciones diarias a cada área.

²⁵ Consolidado: informe resumen.



Capítulo 2 Análisis previo y diseño de la “Refinería Referencia”.

En el área de despacho existe un artefacto muy importante conocido por **Libro de Reporte**, el cual es actualizado por el Despachador. Es utilizado para el control del estado del plan operativo de las plantas, en él se registran las averías e incidencias, además de registrarse el chequeo de la solución de afectaciones en un área determinada.

En el **Libro del Tecnólogo** son reflejados los datos de la inspección realizada al patio de tanques, colocándose en este un consolidado de los datos de tiempo de asiento de cada tanque, así como la eficiencia de las bombas o si existe algún salidero en cualquier línea. En sentido general se registra en él un resumen de las operaciones realizadas.

El **Informe de Diario** es conformado por el Tecnólogo de Procesos Químicos o Tecnólogo de Procesos Industriales, el cual registra un balance de los elementos operacionales de la planta en conjunto con los resultados de laboratorio. Agrega además los datos de pérdidas y de consumo de combustible para la producción de vapor.

Las condiciones operacionales de cada área deben estar en óptimo estado, por lo que una avería debe ser correctamente reparada a tiempo para que no afecte en gran medida los niveles de producción, ni desemboque en algún hecho de mayor envergadura. Es entonces en el **Informe de Averías** donde se registra el estado de la planta, se reflejan las averías, las medidas de mantenimiento a aplicar y el estado después de la aplicación de estas. Por lo que sirve de registro de control de este tipo de situaciones.

En el **Inventario de Tanques** se registran los datos de las entradas en el mes, la pérdida real y las salidas totales de producto. Además de la disponibilidad de productos en tanques.

Los datos consolidados del Inventario de Tanques, más la recopilación de todos los problemas observados durante el mes en el Área de Operaciones, son reflejados en el **Informe Técnico** describiéndose allí el desempeño de dicha área.

Con una frecuencia diaria y mensual se confecciona el **YIELD** donde son reflejados los datos de consumo energético, la disponibilidad de materia prima y el estado operativo de la planta.

A partir del Programa de Productos, que también pasa a formar parte de los datos que están en el **Libro de Órdenes y Operaciones Diarias**, es que se conforma el programa diario de operaciones a realizar que estará descrito en este artefacto.



Capítulo 2 Análisis previo y diseño de la “Refinería Referencia”.

Para registrar los diferentes movimientos que se realizan en la refinería existen una serie de artefactos entre los que se encuentra el **Modelo de Trasiego** para gestionar los movimientos internos de la planta, para el control de los movimientos destinados a clientes se encuentra el **Modelo de Mercado** y para registrar los inyectos entre tanques se encuentra el **Modelo de Chorro**.

Para hacer un resumen de todos los movimientos de combustible que se generan en la refinería, de manera general, existe un artefacto denominado **Balance de Combustible General y por Vías**, donde se refleja dicha información.

Refinería “El Palito”

La Refinería “El Palito” está ubicada en las costas del estado Carabobo y procesa actualmente un promedio de 130 mil barriles de crudo por día. Este complejo de PDVSA se encarga del suministro de combustible al centro occidente del país. (8) En la actualidad se hace una reestructuración del área de refinación para proceder al procesamiento de crudos pesados y extra pesados.

Posee como principal modo de entrega de sus productos un sistema de bombas y poliductos que cubren la región central de Venezuela. Posee más de 40 años de experiencia en la refinación de crudo.

Descripción estructural de las áreas claves.

La Refinería “El Palito” está estructurada por un conjunto de gerencias. Cada gerencia a su vez está constituida por un conjunto de áreas que controlan diferentes procesos dentro de la refinería. Esto da la medida de las dimensiones que posee dicha instalación. En la figura aparecen las gerencias de mayor peso en el proceso de refinación de petróleo y las áreas que fueron analizadas para la confección del presente trabajo.



Capítulo 2 Análisis previo y diseño de la “Refinería Referencia”.

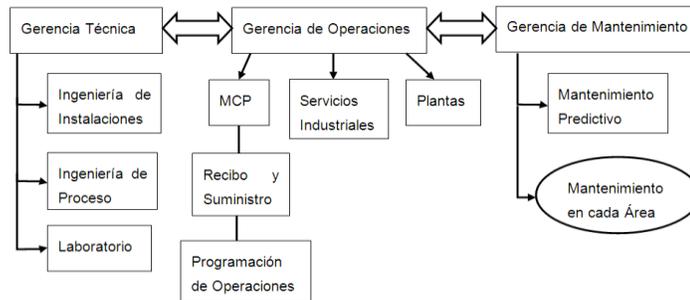


Figura 2 Áreas clave de la Refinería “El Palito”.

A continuación se brinda una breve descripción de cada una de las gerencias que aparecen en la figura, así como las áreas que conforman a cada una de ellas.

Dentro de la **Gerencia Técnica** existen un conjunto de áreas las cuales se encargan del seguimiento de los equipos estáticos y rotatorios que se encuentran en las áreas de refinación. Así como la parte de laboratorio para el análisis de las muestras de productos, lo cual garantiza la calidad de los mismos. Por último se puede encontrar algunas áreas dedicadas a la gestión administrativa y económica de la refinería.

Formando parte de esta gerencia se encuentra el área de **Ingeniería de Instalaciones**, la cual está encargada de la inspección de los equipos de campo. Es la responsable de identificar y controlar las soluciones de corrosión, tomando las medidas pertinentes o haciendo las recomendaciones necesarias según la envergadura de la situación.

También se puede encontrar el área de **Ingeniería de Procesos**, cuyo personal estará distribuido por cada una de las áreas implicadas en el proceso de producción. Además será la encargada de llevar a cabo el diseño de proyectos en caso de que sean requeridos cambios en alguna estructura para el apoyo al proceso de refinación.

También perteneciente a esta gerencia se encuentra el área de **Laboratorio**, sobre la cual recae la responsabilidad del control de la calidad de los productos que se generan en la refinería. Además de obtener conocimiento de cómo está funcionando cada equipo en el que se realizan los diferentes procesos, lo que se entiende en consecuencia de los resultados que se gestionan a partir de las muestras analizadas por dicha área.



Capítulo 2 Análisis previo y diseño de la “Refinería Referencia”.

Por otra parte y muy vinculada a la anterior está la **Gerencia de Mantenimiento** que extiende su labor a través de todas las áreas que intervienen en el proceso de refinación. Además se especializa personal en el mantenimiento predictivo²⁶ y las reparaciones mayores, así como en otras áreas de apoyo a la obtención de derivados del crudo.

Las dos gerencias anteriormente descritas son de vital importancia para el desempeño exitoso de la **Gerencia de Operaciones** sobre la que recae el mayor peso en la refinería, en cuanto a lo que producción se dice. Aquí es donde se controla todo el proceso de refinación, desde el almacenamiento de crudo, hasta el procesamiento de este y la comercialización de los productos que se obtienen. Además de controlar también los servicios básicos que apoyan la razón de ser de la industria.

Aquí se encuentra ubicada un área especializada en el Movimiento de Crudos y Productos, **MCP**, donde se chequean tanto los movimientos internos como destinados a clientes, así como los inyectos a planta. Aquí reside el crudo inicial en su proceso de asentamiento y se almacenan los productos obtenidos del proceso de refinación y listos para el mercado.

La correcta realización del proceso de refinación depende en gran medida de la factibilidad con que este logre hacerse, es por ello que existe un área dedicada específicamente a la facilitación de los procesos petroquímicos que se llevan a cabo, la cual se denomina **Servicios Industriales**. El vapor, el agua, el aire, son parte de los servicios que brinda.

El área de **Plantas** es la que está completamente inmersa en la producción. Dicha área está constituida por varias plantas, donde se llevan a cabo un conjunto de procesos químicos. Mantiene relación con la mayoría de las áreas que existen en la refinería.

Roles involucrados en los Procesos de Flujo Informativo identificados.

Un número importante de roles intervienen en los procesos de flujo informativo identificados en la Refinería “El Palito”. Los cuales son descritos de manera genérica a continuación.

El personal que se encuentra directamente en contacto con los equipos de campo es conocido por **Operador de Campo, Técnico de Campo o Consolista**. Este rol es el responsable del

²⁶ Mantenimiento Predictivo: Es un mantenimiento programado que se realiza con el objetivo de evitar el deterioro de los equipos.



Capítulo 2 Análisis previo y diseño de la “Refinería Referencia”.

seguimiento directo de las variables de procesos, del chequeo del estado de las operaciones, así como los equipos que se encuentran en el área donde operan.

El seguimiento técnico de cada proceso es llevado a cabo por el **Analista de Procesos** de las diferentes áreas que existen en la refinería. Este rol está vigente tanto en las áreas de producción como en aquellas que son de apoyo a las primeras.

El cumplimiento de cada una de las actividades orientadas, de las normas establecidas y de lineamiento elaborados, son algunas de las responsabilidades que posee el **Supervisor**. Este rol está vigente en cada una de las áreas y se especializa en la inspección de diferentes actividades. Existen supervisores de campo, de turno, de control de procesos y de laboratorio, entre otros.

De igual manera en cada área existe el **Superintendente** que es el encargado de garantizar el control administrativo y estratégico de la unidad. En las plantas su papel se centra en mantener la confiabilidad operacional de estas. En el área de laboratorio es el principal responsable de verificar la calidad de los productos provenientes de las plantas.

El encargado de analizar las muestras enviadas al área de Laboratorio es el **Laboratorista Integral**, quien las analiza y las manda a publicar. Esta es de las actividades más importantes que se desarrollan en el proceso de refinación, ya que da la medida de la calidad con que se realiza el mismo.

Durante la inspección de los equipos de campo, se puede detectar la aparición de corrosión en los mismos. Este reconocimiento es llevado a cabo por los **Inspectores de Inspección y Corrosión** quienes se encargan de hacer las recomendaciones pertinentes según el caso que se presente.

Un rol que juega un papel fundamental en una refinería es el **Técnico de Mantenimiento**. Este se encarga de solucionar los problemas producidos por avería, o simplemente se dedica a la realización del mantenimiento preventivo o predictivo al que es sometido el equipamiento.

Artefactos principales identificados en los Procesos de Flujo Informativo.

Al realizarse el estudio de los Procesos de Flujo Informativo se detectaron un conjunto de artefactos que son generados y utilizados por los diferentes roles en la refinería. La información



Capítulo 2 Análisis previo y diseño de la “Refinería Referencia”.

que se maneja a través de los mismos es de vital importancia para el desempeño correcto de todos los procesos involucrados en la refinería. Principalmente se identificaron los siguientes artefactos:

El registro de los parámetros operacionales se realiza en las denominadas **Hojas de Lectura**. Estas son manipuladas por los Operadores de Campo y por los Supervisores principalmente. De ellas se obtiene información importante sobre el estado operativo de la planta.

En el **Libro Diario** es donde se deja la constancia de las actividades realizadas por cada turno de trabajo. Es aquí donde se refleja cada acontecimiento relevante para dar un seguimiento y control de la operatividad de la planta.

Una refinería trabaja diariamente y sin descanso, por lo que los equipos y líneas están propensos al deterioro lo que puede provocar una avería, o puede ocurrir alguna falla en la ejecución de un proceso, este tipo de incidentes son reflejados en el **Libro de Incidencias**. El cual constituye un historial de los problemas que se enfrentan en cada planta.

Cada turno de guardia debe emitir un **Reporte de Guardia**, donde deben aparecer todos los acontecimientos ocurridos durante el transcurso de dicho turno, un resumen de la situación de la planta y cualquier anomalía detectada. Este reporte mantiene informado a la dirección de la planta de la situación a la salida de cada guardia. Por supuesto todo esto sale del propio **Libro de Guardia** donde queda registrado para el turno siguiente lo acontecido en este.

En la refinería se cuenta con un patio de tanques. En este están almacenados tanto el crudo a procesar como aquellos productos finalmente obtenidos después de concluido el proceso de refinación. El control de la disponibilidad de productos en existencia se lleva a cabo a través del **Inventario de tanques**. Dicho inventario es para llevar el control del movimiento de productos.

Otros artefactos que son de interés en el área de MCP son el **Cierre de Productos Blancos y Negros**, donde se refleja un consolidado de los movimientos de dichos productos y el **Reporte de Volúmenes de Producto**, que se elabora a partir del control del volumen de productos con que se cuenta, para tener un control de los mismos.

A partir de la serie de artefactos que controlan el estado operacional de la planta se elabora un **Informe del Estado de las Operaciones**. Dicho informe es emitido para los directivos de planta con el objetivo que tengan conocimiento de cómo se están ejecutando los procesos de



Capítulo 2 Análisis previo y diseño de la “Refinería Referencia”.

producción. Uno de los artefactos que tributan a su elaboración es el **Informe Diario y Mensual** que se realiza con los datos del comportamiento diario de los parámetros de planta.

Las operaciones que se realizan con buques generan un conjunto de artefactos de importancia. Primeramente aparece **Programa Mensual de Buques**, donde se refleja cómo se comportarán los arribos de estos en el período de un mes. Este artefacto constituye un apoyo para la confección del **Programa Diario de atraques de Buques**, que refleja la planificación con una frecuencia diaria. Sin embargo todos esos programas están sujetos a los contratiempos que se puedan presentar en el atraque de cada barco, lo cual es reflejado en el **Informe de Análisis de Demoras Potenciales**, que muestra un análisis con respecto al arribo planificado y el realmente ejecutado.

El **Informe de Gestión Mensual** es confeccionado a partir de un consolidado que se realiza con lo que se haya registrado en el Libro de Guardia. En esencia tendrá aquellos acontecimientos relevantes que hayan ocurrido en el mes.

Epígrafe 2 Identificación de los procesos homólogos en las refinerías estudiadas.

Después de haber realizado un análisis completo de las dos refinerías tomadas como casos de estudio para el desarrollo de este trabajo, se puede hablar del conjunto de similitudes que ambas poseen. Primeramente desde el punto de vista de Procesos de Flujo Material, los cuales son bastante comunes para todas las refinerías a nivel mundial. Por otra parte se puede citar la similitud que se observa entre algunos Procesos de Flujo Informativo. Lo que lleva a conformar la idea de un conjunto de procesos de este tipo que se comportan de forma homóloga. A continuación se relacionan los procesos que contienen actividades similares, las cuales constituyen un punto de contacto entre los procesos existentes en ambas refinerías.



Tabla 1 Procesos homólogos de los casos de estudio.

Procesos de flujo informativo de la RÑL	Procesos de Flujo informativo de la RELP
<p>Control de inventario de tanques.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Control de inventarios <ul style="list-style-type: none"> – El Despachador recibe diariamente los datos de inventario de asfaltos disponibles por parte del Área de MAP (Movimiento y Almacenaje de Productos). – Con estos datos elabora el inventario de asfaltos y lo envía a la distribuidora. – El Despachador recibe desde la Terminal 221²⁷ y MAP los datos de inventario en tanques y de PUMAGAS²⁸ los datos de disponibilidad de gas licuado (LPG). – Registra la información recibida en el registro de inventario en tanques. <p>Control de operaciones de planta y movimiento de productos.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Control de las operaciones en la planta 	<p>Certificación de mediciones e inventarios de tanques.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cierre de inventario <ul style="list-style-type: none"> – El Supervisor de Control recibe el Inventario de parte de los Operadores de Campo. – Revisa la información y emite el inventario ya revisado y actualizado al Superintendente de Turno. • Certificación de mediciones en tanques <ul style="list-style-type: none"> – El Supervisor de Control recibe las Boletas de Medición de los Operadores de Campo y obtiene las Mediciones de los Tanques de Consola. – Analiza los datos y según sus consideraciones emite las Certificaciones de las Mediciones a Exportación Marina (MCP/ Terminal

²⁷ Terminal 221: Por donde se controlan las Ventas y Operaciones hechas por camiones, ferrocarriles u oleoductos.

²⁸ PUMAGAS: Empresa cliente del gas producido en la refinería Níco López.



Capítulo 2 Análisis previo y diseño de la “Refinería Referencia”.

<ul style="list-style-type: none"> - El Operador de Planta se encarga de registrar diariamente en el Modelo Trasiego los movimientos internos de la planta, en el modelo Mercado se registran los movimientos destinados a clientes y en el modelo Chorro se registran los inyectos entre tanques.(Documento SR71) - Se encarga de hacer medidas cada cuatro horas para controlar los movimientos en los tanques y diariamente se hace un cierre a las 6:00 PM. - El Operador de Planta se encarga de realizar las coordinaciones con el Sistema M-44 y Despacho para operaciones en la planta y verifica si los tanques tienen certificado para realizar movimientos. - Reporta operaciones no concluidas y fallos en el Libro de Incidencias. 	<p>Marino) y a SISCO (Distribución Venezuela)</p>
<p>Funcionamiento operativo de las áreas.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Confección de Informes. <p>Informe de Averías</p> <ul style="list-style-type: none"> - Como resultado del trabajo pueden producirse averías o diferentes problemas que influyen en el correcto 	<p>Coordinación y chequeo de actividades de mantenimiento.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Supervisión de los trabajos de mantenimiento - El Técnico consulta los Lineamientos diarios recibidos del Supervisor y determina si se trata de una muestra



Capítulo 2 Análisis previo y diseño de la “Refinería Referencia”.

<p>funcionamiento del proceso tecnológico.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Si existe avería en algún equipo, el Tecnólogo de Procesos Químicos informa al Jefe de planta para que realice la solicitud de mantenimiento. - El Tecnólogo de Procesos Químicos se encarga de chequear que el mantenimiento se realice eficientemente. - Actualizan la información en el expediente de equipos. - Una vez realizada la revisión del estado de las áreas, elabora un informe de Averías y lo entrega al Especialista principal de Control Operacional (Dirección Técnica). - En el caso del Tecnólogo de Procesos Químicos de Operaciones, refleja los datos en el Libro del Tecnólogo. <p>Estado operativo de las áreas y chequeo a solución de afectaciones.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Chequeo del estado de solución de afectaciones y averías - El Despachador solicita al especialista del área donde se está realizando la reparación el estado de dicha tarea. - El especialista informa del estado de las 	<p>rutinaria.</p> <ul style="list-style-type: none"> ◆ En caso de que la muestra es rutinaria, el Técnico de Campo toma la muestra y la coloca en el punto asignado para su recogida por el personal de laboratorio. ◆ En caso de que la muestra sea especial el Técnico de Campo recibe de parte del Supervisor de Campo la notificación de tomar la muestra. <ul style="list-style-type: none"> ○ El Técnico de Campo toma la muestra y la lleva directamente al Laboratorio. - El técnico de campo se encarga de propiciar las condiciones operativas y de seguridad adecuadas al personal encargado del mantenimiento y garantizar mediante la supervisión directa, la calidad de los trabajos de mantenimiento. - El Técnico de Campo notifica verbalmente al Supervisor de campo todas las incidencias que impliquen la solicitud de un posible servicio de mantenimiento. Refleja en el Libro Diario todas las incidencias ocurridas durante su turno de trabajo,
---	--



Capítulo 2 Análisis previo y diseño de la “Refinería Referencia”.

<p>labores de reparación al Despachador.</p> <ul style="list-style-type: none"> - El Despachador refleja en el programa de averías y en el libro de reportes del despacho la información recibida. 	<p>quedando actualizado este libro.</p>
<p>Funcionamiento operativo de las áreas.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Seguimiento del funcionamiento operativo de las áreas. <ul style="list-style-type: none"> - Los Tecnólogos de Proceso Químicos son los encargados de velar por el correcto funcionamiento de cada una de las áreas y tienen una relación directa con los operadores de las áreas de procesos. - Los Operadores de Planta son los encargados de garantizar el funcionamiento en las instalaciones tecnológicas, controlar el comportamiento de los parámetros operacionales y de los equipos. - En el caso de las áreas de Planta 1, Planta 2, y Facilidades auxiliares estos datos son reflejados en un documento denominado Hojas de Lectura. - En el caso del área de MAP, los datos son reflejados en un documento denominado SR71. - En el caso de Operaciones estos datos son expresados en documento 1602, 	<p>Funcionamiento operativo de las plantas.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Seguimiento y control de variables de proceso y estado operacional de la plantas. <ul style="list-style-type: none"> - El Supervisor de Control de Procesos (Consolista) es el técnico encargado de supervisar en tiempo real el funcionamiento de la planta, dándole seguimiento a través de los sistemas SCADA y elementos convencionales (Indicadores, registradores, PLC, etc.) a todas las variables y parámetros asociados a la misma. Además de lo anterior, el Consolista se apoya vía radio en los técnicos de campo y operadores del área para darle cumplimiento a las instrucciones operacionales. Se apoya también en los procedimientos de trabajo. - El Consolista promueve el seguimiento de los equipos que están en mantenimiento a través del intercambio directo con los técnicos



Capítulo 2 Análisis previo y diseño de la “Refinería Referencia”.

<p>pero este no es revisado después por el Tecnólogo de Procesos Químicos.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Los Tecnólogos de Procesos Químicos (Planta 1, Planta 2, Facilidades Auxiliares, MAP) reciben de los operadores la información del comportamiento de los parámetros operacionales a partir de los datos expresados en los diferentes documentos. En el caso de Operaciones el Tecnólogo de Procesos Químicos realiza el chequeo de cada uno de los parámetros de forma directa. - Registran los datos en hojas Excel, analizan e interpretan la información, realizan cálculos de indicadores y verifica que los parámetros de operación se encuentren dentro de los límites permitidos. - Consultan los resultados de muestras de laboratorio arrojados por el sistema M44 y verifican que las condiciones de estas satisfagan las especificaciones correspondientes a cada producto - Durante el día verifican que el proceso funcione correctamente y en caso de que existan problemas hace las indicaciones necesarias para encontrar las causas de los mismos y darle 	<p>de campo.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Informa periódicamente, de forma verbal al Supervisor de Sección, el estado de los equipos que se encuentran en mantenimiento - El Consolista está atento a cualquier señal de alarma, incidente o accidente que se produzca en cualquier equipo o área de la planta. Esta información la obtiene a través de los sistemas SCADA y elementos convencionales (Indicadores, registradores, PLC, etc.). - Ante la ocurrencia de una alarma, el Consolista sigue el procedimiento establecido para estos casos, ejecuta las correcciones pertinentes y de ser necesario se apoya en los técnicos de campo y operadores del área vía radio. Esto es válido también, para el caso de incidentes (Ej.: una fuga) o accidente. - En dependencia de la envergadura del suceso acciona los mecanismos de seguridad correspondientes. - Refleja en el Libro de Trabajo los pormenores de las alarmas (las significativas), del incidente o del accidente y las medidas operativas
--	---



Capítulo 2 Análisis previo y diseño de la “Refinería Referencia”.

<p>solución.</p>	<p>tomadas.</p> <ul style="list-style-type: none"> – En casos significativos, elabora un informe extraordinario dirigido al Supervisor de sección. – El Consolista refleja, en el Libro de Incidencias, todos los eventos que van aconteciendo en el funcionamiento de la planta durante su turno de trabajo. – Al final de la jornada actualiza al Consolista del turno entrante de todo lo acontecido en la instalación y en el estado en que le entrega la misma.
<p>Control de salida de productos.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Confección de Balance de Combustible mensual – Al final de mes se realiza un Balance de Combustible General y Por Vías para obtener la forma de distribución de los productos. – Después de conciliado se le entrega a Economía 	<p>Gestión de Información de operaciones con buques.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Confección de Informe de Gestión Mensual. – El Supervisor de Sección analiza la información contenida en el Archivo de Información de Gestión de Terminal Marino. Este informe contiene los datos de los Buques, la cantidad de volúmenes despachados y recibidos, las demoras de buques, las demoras por servicios portuarios, entre otros datos. – Partiendo del análisis de toda la información el Supervisor de Sección



Capítulo 2 Análisis previo y diseño de la “Refinería Referencia”.

	<p>confecciona el Informe de Gestión Mensual.</p> <ul style="list-style-type: none">- El Supervisor de Sección entrega el Informe de Gestión Mensual al Superintendente y a Programación y Economía.
--	--

Epígrafe 3 Diseño de la “Refinería Referencia”.

Después de realizar un análisis exhaustivo de las dos refinerías tomadas como casos de estudio, es conveniente proceder a realizar un diseño completo de la refinería referencia. Desde luego ello se realiza a partir de la experiencia acumulada, en el estudio realizado, y completándose por supuesto con el conjunto de procesos que de forma homóloga fueron identificados.

Descripción de las áreas claves de la “Refinería Referencia”.

La estructura de la “Refinería Referencia” está basada en las áreas claves para la producción de derivados del petróleo. Además la constituyen un conjunto de aquellas áreas que de cierta manera tienen un impacto directo sobre las que son consideradas como claves, dicho de otra forma, que brindan apoyo a las actividades que se desarrollan en estas.



Capítulo 2 Análisis previo y diseño de la “Refinería Referencia”.

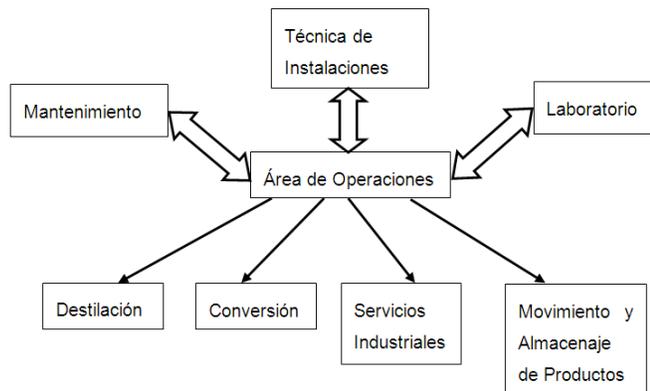


Figura 3 Áreas clave de la “Refinería Referencia”.

Como muestra la figura la “Refinería Referencia” está compuesta por 3 áreas, Mantenimiento, Laboratorio y Técnica de Instalaciones, que apoyan al Área de Operaciones, que contiene a su vez a 4 áreas, que pueden ser consideradas como claves dentro del proceso de refinación.

Dentro de las áreas claves se encuentra **Destilación**, en esta planta es donde se realiza la destilación primaria de los productos, donde se fracciona el crudo primeramente a temperatura atmosférica y después en condiciones de vacío. Está estrechamente relacionada con el resto de las áreas que aparecen en la “Refinería Referencia”.

Los productos obtenidos mediante la destilación primaria, no todos contienen la suficiente calidad, o sea, que puede ser explotado más su potencial, para ser comercializables, por lo que es necesario que se continúe trabajando sobre ellos. La planta que se encarga de los procesos siguientes a la destilación, es la planta de **Conversión**. Igualmente que la planta de Destilación, esta posee relación con el resto de las áreas que forman parte de la “Refinería Referencia”.

El correcto funcionamiento de las áreas donde se desarrollan los procesos petroquímicos dependen en gran medida de aquellos servicios que sirven de apoyo a estos, para ello existe un área llamada **Servicios Industriales** que es la encargada de suministrar agua de alta, media y baja presión, electricidad, aire comprimido, vapor y agua de enfriamiento, entre otras cosas.

En el área de **Movimiento y Almacenaje de Productos** (MAP) se encuentran tanto el crudo sin procesar como aquellos productos obtenidos a partir de este. Desde luego que en ella existe un control fundamental sobre los movimientos de insumos que se realizan. Esta área está estrechamente relacionada con las áreas de Destilación y Conversión.



Capítulo 2 Análisis previo y diseño de la “Refinería Referencia”.

Dentro de las áreas que sirven de apoyo a todo el proceso de refinación de crudo está el área de **Mantenimiento**. Un refinería trabaja sin descanso, esto propicia el desgaste de su equipamiento o la ruptura de los mismos, por dicha razón es necesario que exista un área que se encargue de dar el mantenimiento pertinente a los equipos de campo. Las labores de las que se ocupa esta área pueden ser tanto de reparación como preventivas. Mantenimiento está estrechamente relacionado con todo lo que constituye el área de Operaciones.

El área encargada de la evaluación de los equipos tanto estáticos como rotatorios, para la prevención o detección de situaciones de corrosión, es la denominada **Técnica de Instalaciones**. El personal que aquí opera es el encargado de realizar una serie de inspecciones a los equipos de campo en busca de este tipo de situaciones, para recomendar las soluciones pertinentes. Se encuentra estrechamente relacionada con todo lo que conforma el Área de Operaciones.

Finalmente y para que haya una fidelidad completa en el proceso que se está efectuando, existe en la “Refinería Referencia” un área de **Laboratorio**. Aquí es donde se analizan las muestras recogidas durante el proceso de refinación, con el fin de garantizar la calidad de los productos salientes de este. Dicha área se encuentra estrechamente relacionada con todo lo que conforma el área de Operaciones.

Descripción de roles fundamentales para la “Refinería Referencia”.

Formando parte de los procesos de flujo informativos que se han seleccionado, tras el análisis de los casos de estudio, se encuentran un conjunto de roles, definidos para la “Refinería Referencia”. A continuación se describen dichos roles.

Cada área que forma parte de la “Refinería Referencia” tiene al frente un **Director de Área**. Este rol es el encargado de orientar y supervisar el cumplimiento de las actividades del área, además emitir los reportes del comportamiento de la planta diariamente.

El **Tecnólogo de procesos Químicos** es el encargado de velar por el correcto funcionamiento de cada una de las áreas. En sus manos está la toma de un conjunto de decisiones en correspondencia de determinadas situaciones, ya que es un personal calificado y capacitado para cumplir con ello. Se encarga de inspeccionar que las actividades diarias se cumplan a



Capítulo 2 Análisis previo y diseño de la “Refinería Referencia”.

cabalidad, que la planta trabaje dentro de los parámetros operacionales establecidos, así como velar por la calidad de los productos. Está alerta ante las situaciones que requieran la intervención del personal de mantenimiento.

Directamente operando con los equipos de campo se encuentra el **Operador de Planta**, que es el encargado de garantizar el funcionamiento en las instalaciones tecnológicas, controlar el comportamiento de los parámetros operacionales y de los equipos. Es considerado el principal eslabón para el control de la producción, ya que está constantemente en contacto con ella.

El rol llamado **Despachador** es el encargado de recepcionar el estado operativo de las plantas para elaborar algunos consolidados. En sentido general es quien controla que el estado operativo de la planta sea óptimo y quien lo informa a la dirección de la refinería.

En el área de laboratorio se encuentra el rol de **Laboratorista**, el cual es el responsable del análisis de las muestras recogidas durante el proceso de refinación para ser evaluadas. Además se encarga de publicar los resultados que se obtengan de las mismas.

El encargado de la formulación de mezclas y dietas para llevar a cabo la producción en la refinería, es el **Analista de Productos**. Quien además verifica que se cumplan los lineamientos determinados para que se realice esta operación.

La responsabilidad de la elaboración de la programación de atraques de buques en el puerto recae sobre el **Analista de Operaciones**. Verifica además que las mediciones en tierra y en buque sean las correctas, encargándose de registrar cualquier tipo de anomalía en el Libro de Incidencias.

Quien se encarga de realizar la inspección de los equipos estáticos y rotatorios es el **Inspector de Corrosión**. Dicha inspección puede ser solicitada o simplemente rutinaria, guiada a través de un Plan de Inspección que debe seguir dicho rol. Además es el responsable de dar las recomendaciones pertinentes antes una situación de corrosión.

Artefactos generados y utilizados en la “Refinería Referencia”.

En el diseño de la “Refinería Referencia” no pueden faltar aquellos artefactos que son generados y manipulados por los diferentes roles que en ella intervienen. A continuación se describen los que principalmente se identificaron.



Capítulo 2 Análisis previo y diseño de la “Refinería Referencia”.

En las **Hojas de Lectura** se registran todos los parámetros de planta, correspondientes al funcionamiento de la misma. Son generadas principalmente por los Operadores de Planta, que se encuentran directamente en el campo, pero también son consultadas por el Tecnólogo de Procesos Químicos. De ellas se extrae mucha de la información que se consolida para la generación de varios informes que más adelante serán descritos, además que son una de las fuentes que nutre el estado operacional de la planta.

Las actividades que se realizan en cada turno laboral son registradas en el **Libro Diario**, el cual es actualizado por el Tecnólogo de Procesos Químicos. Este artefacto es de gran importancia para hacer un seguimiento al funcionamiento del proceso de refinación.

Cualquier eventualidad que suceda en la refinería queda registrada en el **Libro de Incidencias**. Entre los roles que lo manipulan se encuentra el Operador de Planta y el Tecnólogo de Procesos Químicos.

Las actividades que se realizan diariamente en la planta son planificadas en un **Programa de Operaciones Diarias**, que se basa entre otras cosas en los **Lineamientos Diarios** que son emitidos. Dicho programa debe ser seguido por el personal que opera en el área, o sea, por el Operador de Planta y el Tecnólogo de Procesos Químicos.

Para conformar el Informe Diario es necesario realizar un consolidado con los parámetros de planta, indicadores y muestras de laboratorio. El Tecnólogo de Procesos Químicos es quien se encarga de elaborarlo. Otro de los informes que confecciona este rol es el **Informe de Averías**, el cual es utilizado para registrar el estado de la planta, reflejar las averías, la medida de mantenimiento a aplicar y el estado después de la aplicación de esta. Además del **Informe Técnico** donde se refleja un condensado de todos los informes que realiza dicho rol con una frecuencia mensual.

Otro de los informes que realiza el Tecnólogo de Procesos Químicos es **Informe Consolidado de Consumo Energético y Materias Primas**, donde se reflejan los datos de consumo energético, la disponibilidad de materia prima y el estado operativo de la planta. Además confecciona también el **Informe Mensual** se refleja un condensado de los valores de producción diaria, el parte de Mantenimiento Preventivo y el estado operacional de las plantas. Otro artefacto de importancia que elabora dicho rol es el **Informe de Aspectos Resaltantes**,



Capítulo 2 Análisis previo y diseño de la “Refinería Referencia”.

donde refleja las actividades de connotación benéfica o mejora para la refinería, ya sea una parada de planta no planificada, la baja carga proporcionada a alguna planta o lo registrado en las Notas Técnicas.

Por otra parte es de suma importancia que se registren los datos de la disponibilidad de productos. Para esto existe un artefacto conocido como **Inventario de Tanques**, donde se reflejan todos los movimientos que se realizan con los diferentes productos, ya sean internos o destinados a clientes. Este informe se realiza en el área de Movimiento y Almacenamiento de Productos donde además este control de movimiento de productos se chequea a través del **Registro de Bombeo**, que da la medida de la circulación de los productos en la refinería.

La **Programación de Buques** es realizada con el objetivo de tener el control de los arribos de estos al puerto. Esta programación proporciona información para la creación de otros artefactos como el **Informe de Demoras Potenciales**, donde se registran las posibles demoras que puedan tener los buques en consecuencia de imprevistos.

En el área de laboratorio se genera un informe de importancia, el **Informe de Resultado de Análisis**, el cual contiene todo lo referente a las muestras analizadas. En el caso de que exista alguna anomalía en los resultados de dichas muestras se realiza un informe denominado **Informe de Desviaciones**, ambos informes son generados por el Laboratorista.

Diseño de los Procesos de Flujo Informativo en las áreas claves de la “Refinería Referencia”

Gestión de Inventario en Tanques.

- **Emisión de órdenes diarias.**
 - El Tecnólogo de Procesos Químicos confecciona el Programa de Operaciones Diarias. Esta información debe ser separada por áreas y transmitida a todos los Operadores de Planta de la Refinería.
 - El Operador de Planta registra en el Programa de Operaciones Diarias lo orientado por el Tecnólogo de Procesos Químicos.
- **Realización de mediciones e inventarios de tanques**



Capítulo 2 Análisis previo y diseño de la “Refinería Referencia”.

- Se reciben diariamente los datos de disponibilidad de productos en los tanques por parte del Operador de Planta. Así como los movimientos de los productos, tanto los que son utilizados para el consumo de las plantas, como los que son destinados a clientes.
- En coordinación con el laboratorio se certifica que el producto tenga la calidad requerida.
- Se chequea la certificación de dicho producto.
- Se registra la información recibida en el Inventario de Tanques.
- Si existe algún fallo en el proceso el Tecnólogo de Procesos Químicos se registra en el Libro de Incidencias.

Chequeo de trabajos de mantenimiento.

- **Chequeo de trabajos de mantenimiento**

- Diariamente se chequea el estado de la planta y se programan las actividades de mantenimiento necesarias, reflejadas en un Plan de actividades de mantenimiento Preventivo y Predictivo, o por averías, según los resultados obtenidos del chequeo.
- El Tecnólogo de Procesos Químicos alerta en caso de avería y realiza la solicitud de mantenimiento, también conocida como Aviso de Trabajo. Registra dicha eventualidad en el Libro Diario.
- El Tecnólogo de Procesos Químicos es el encargado de chequear que el mantenimiento se realice correctamente y que para realizar el mismo existan las condiciones necesarias.
- Actualiza la información en el expediente del equipo y se realiza un Informe de Averías.

Funcionamiento operativo de las áreas.

- **Funcionamiento Operativo de las áreas.**



Capítulo 2 Análisis previo y diseño de la “Refinería Referencia”.

- El Operador de Planta vela por el comportamiento de los parámetros operacionales y de los equipos.
- Estos datos son reflejados por el Operador de Planta en el documento que destine a ello, pueden ser las Hojas de Lectura, según la planta donde labore, y dichos datos son enviados al Tecnólogo de Procesos Químicos.
- El Tecnólogo de Procesos Químicos analiza si se encuentra en los márgenes normales.
- Si existe algún problema el Tecnólogo de Procesos Químicos toma las decisiones pertinentes para la darle solución.
- Cualquier eventualidad es registrada en el Libro de Incidencias.
- **Confección de informes.**
 - El Tecnólogo de Procesos Químicos se encarga de realizar diferentes informes para registrar el estado de las operaciones de planta.
 - Realiza un Informe Diario que recoge todos los elementos operacionales, (parámetros de planta, indicadores, muestras de laboratorio etc.)
 - Realiza un Informe de Averías con el estado de las áreas.
 - Realiza un Informe Técnico donde refleja un condensado de todos los informes con una frecuencia mensual.
- **Confección de Informe Consolidado de Consumo Energético y Materias Primas Diario y mensual**
 - El Tecnólogo de Procesos Químicos consulta los datos del consumo energético y de rendimiento de materia prima.
 - Elabora un reporte de los energéticos.
 - Consulta la información del estado operativo de las áreas.
 - Basado en los datos del rendimiento de la materia prima, el reporte de los energéticos y la información de las plantas elabora un Informe Consolidado de



Capítulo 2 Análisis previo y diseño de la “Refinería Referencia”.

Consumo Energético y Materias Primas diario. Al final de mes se realiza el un Informe Consolidado de Consumo Energético y Materias Primas acumulado que contiene los valores de ese período.

- Tanto el Informe Consolidado de Consumo Energético y Materias Primas diario como el acumulado se envían a la dirección.
- **Confección de Informe de Aspectos Resaltantes.**
 - El Tecnólogo de Procesos Químicos reúne la información de aquellas actividades que más aportaron beneficios o mejoras para la refinería. Situaciones enfrentadas de: baja carga, paradas no planificadas, notas técnicas, entre otras.
 - Emite el Informe de Aspectos Resaltantes.
 - El Despachador revisa dicho informe y lo entrega a la dirección de la refinería.
- **Control de actividades operacionales de la planta.**
 - El Tecnólogo de Procesos Químicos recibe la información del estado operacional de la planta, basándose en los Lineamiento Diarios emitidos por el mismo, chequea si las actividades se están realizando correctamente y revisa si existe alguna anomalía y demás.
 - Elabora una Guía Operacional de la planta con la información relevante recibida y la envía al Director del Área y al personal de mantenimiento.
 - El conjunto de esta información, más los valores de producción diaria, más el parte de Mantenimiento Preventivo, conforman el Informe Mensual que es enviado al Director del Área.

Control de movimiento de productos.

- **Control diario de salida de productos.**
 - Diariamente el Tecnólogo de Procesos Químicos recibe la información de movimientos, operaciones y mediciones desde el área de Movimiento y Almacenaje de Productos.



Capítulo 2 Análisis previo y diseño de la “Refinería Referencia”.

- Con estos datos se confecciona el Inventario de Productos para controlar los movimientos de productos.
- **Control de movimiento de productos.**
 - Diariamente el Tecnólogo de Procesos Químicos registra el movimiento de productos por cualquier vía.
 - Al final del mes realiza un balance con esta información.
- **Confección semanal de Volúmenes Recibidos-Despachados.**
 - El Tecnólogo de Procesos Químicos analiza la información referente a los movimientos realizados.
 - Partiendo de dicho análisis, se realiza un consolidado de la información y confecciona el Informe Semanal de Volúmenes Recibidos-Despachados.

Programación de operaciones con buques.

- **Elaboración de Programa mensual de Buques**
 - El Analista de Operaciones a partir de las necesidades registradas por los arribos en el puerto se elabora un Programa Mensual de arribo de buques.
- **Elaboración de programación diaria de arribo de buques.**
 - El Analista de Operaciones a partir de la programación mensual se hace un estimado de la programación diaria del arribo de buques al puerto.
- **Operaciones con buques.**
 - El Analista de Operaciones analiza la Programación Diaria de Buques y se ajusta a la realidad en dependencia de las demoras de los buques u otras incidencias imprevistas, según Informe de Demoras Potenciales.
 - El Analista de Operaciones recibe y registra las mediciones en Buques y en Tierra.
 - Verifica si existen diferencias para proceder al despacho del buque.
 - Registra en el Libro de Incidencias, cualquier operación adversa ocurrida.



Capítulo 2 Análisis previo y diseño de la “Refinería Referencia”.

- Registra en el Informe de Diario las operaciones realizadas.

Formulación de dietas y mezclas.

- **Formulación de mezclas de productos.**

- El Analista de Productos recibe el Inventario de Insumos y el Registro de Bombeo, las calidades de los productos a preparar, desde Laboratorio y un reporte de demandas del mercado.
- Analiza la información recibida.
- Consulta el Programa Mensual de Buques y las Normas Internacionales de Calidad de los productos a preparar.
- Determina si existe déficit de algún insumo. Si es positivo, plantea una solución.
- Realiza la formulación de mezclas de productos según especificaciones y las incluye en los Lineamientos Diarios de Operación.

- **Elaboración de Estrategias Operacionales.**

- El Analista de Productos realiza la elaboración de las Estrategias Operacionales basándose en los Lineamientos Diarios de Operaciones, en la Programación de Buques, en el Informe de Calidades de Productos, proveniente del Laboratorio y el estado de las operaciones.
- Una vez elaboradas las Estrategias de Operaciones, son informadas a todas las áreas.

- **Supervisión de realización de dietas y mezclas.**

- La realización de las dietas y mezclas depende de un conjunto de información, la cual proviene de los Lineamientos Diarios, las mediciones de los tanques que aparecen en el Inventario de Tanque y del Laboratorio recibe Informes de pruebas realizadas a productos.
- El Analista de Productos verifica que los datos recibidos se encuentren entre los valores permisibles, garantizando la calidad del proceso.



Capítulo 2 Análisis previo y diseño de la “Refinería Referencia”.

- Elabora el Cierre de Productos Blancos y Negros y el Informe de Estado de Operaciones.
- **Elaboración Informe Mensual de Inventario y actividades realizadas.**
 - Para la elaboración del Informe mensual de Inventario es necesario hacer un consolidado con lo que se encuentra reflejado en el Informe Diario de Operaciones.
 - El Analista de Productos elabora el informe, el cual es enviado a los interesados en el mismo.
- **Programación, Monitoreo y Control de Parámetros.**
 - Los Lineamientos Operacionales son discutidos por el Tecnólogo de Procesos Químicos y el Operador de Planta.
 - Una vez discutidos los lineamientos, se procede a programar las mezclas y realiza el arranque.
 - Se monitorea y controla constantemente las dietas y mezclas de productos.
 - El Tecnólogo de Procesos Químicos refleja en el Libro Diario de Operaciones todas las actividades realizadas durante el día en la planta.

Gestión de Laboratorio.

- **Elaboración de lineamientos y prioridades de la Jornada.**
 - Para la elaboración de los lineamientos y prioridades de la jornada se toma en cuenta las necesidades de cada planta en específico.
 - ◆ Se verifican si existen muestras especiales.
 - ◆ Se buscan las especificaciones y la necesidad específica del examen.
 - Se elabora una la lista de actividades prioritarias.
- **Análisis de Muestras Rutinarias.**
 - El Laboratorista recibe la información de los análisis que se deben realizar para cada una de las muestras recolectadas proveniente de la solicitud realizada por el Tecnólogo de Procesos Químicos.



Capítulo 2 Análisis previo y diseño de la “Refinería Referencia”.

- Se realizan los análisis correspondientes.
- Si existe alguna anomalía, se realiza un Informe de Desviaciones.
- **Análisis de Muestras Especiales.**
 - El Laboratorista recibe la muestra especial a analizar y el dígalo correspondiente a través del Tecnólogo de Procesos Químicos.
 - Se le realizan los análisis correspondientes.
 - Si existe alguna anomalía, se realiza un Informe de Desviaciones.
- **Análisis de Muestras de exportación Nacionales e Internacionales**
 - El Laboratorista recibe la nominación emitida por el cliente con la muestra a analizar.
 - Se realizan los análisis a cada una de las muestras. Los datos resultantes son publicados y se emite un Certificado de Calidad.
 - En dependencia de si es un cliente Nacional o Extranjero se realizan los procedimientos pertinentes.
- **Publicación de resultados de análisis rutinarios y de muestras especiales.**
 - El Laboratorista publica los resultados de los análisis realizados a las muestras
 - Dicho resultado es de mucha importancia para el área de Operaciones.
- **Elaboración de Certificados de Calidad.**
 - El Laboratorista recibe los resultados aprobados de parte de su superior en el laboratorio.
 - Elabora el Certificado de Calidad y lo envía directamente a su superior en el laboratorio.
- **Aprobación de Certificados de Calidad.**
 - El superior encargado de aprobar el Certificado de Calidad recibe este de parte del Laboratorista.
 - El certificado aprobado es enviado a quien solicitud la certificación del producto, en el Área de Operaciones.
- **Generación de Informes.**



Capítulo 2 Análisis previo y diseño de la “Refinería Referencia”.

- El Director de Área recibe el resultado de los análisis efectuados por los Laboratoristas y el informe de inventario de equipos por verificar.
- En dependencia del contenido del Informe, elabora recomendaciones pertinentes.
- Elabora informes que envía a las entidades implicadas.
 - ◆ Informe de Resultados de los Análisis Rutinarios.
 - ◆ Informe de Resultados de los Análisis para Certificaciones.

Chequeo y solución de situaciones de corrosión.

- **Seguimiento diario a variables operacionales.**
 - El Inspector de Corrosión recibe los resultados de las muestras analizadas en el Laboratorio.
 - Examina la información compendiada y confecciona un plan de muestreo para cada una de las unidades de planta.
 - Chequea el cumplimiento del plan de muestreo formulado.
- **Selección o Corroboración de Metalurgia.**
 - Una solicitud de corroboración con metalurgia puede provenir de las áreas que forman parte del Área de Operaciones, de parte de Tecnólogo de Procesos Químicos, o del Área de Mantenimiento, procedente del personal de dicha área.
 - El Inspector de Corrosión consulta la documentación técnica referente a la metalurgia.
 - Realiza un análisis de la información y se emite un Informe de Corrosión para hacer las recomendaciones necesarias.
 - Genera una Nota de Inspección y se envía al área que lo requiera.

Gestión de reparación de equipos.

- **Ejecución de Plan diario de Inspección.**
 - El Inspector de Corrosión diariamente consulta el Plan de Inspección.
 - Realiza las inspecciones correspondientes, ya sean la inspección visual y medición de espesores para equipos estáticos y líneas respectivamente.



Capítulo 2 Análisis previo y diseño de la “Refinería Referencia”.

- Recopila los datos de las inspecciones.
- En dependencia del resultado de las inspecciones se emiten las Notas de Inspección.
- Dicha Nota de Inspección es guardada.
- **Inspección de Emergencias.**
 - El Inspector de Corrosión recibe la solicitud de inspección de emergencia desde las áreas que componen el área de Operaciones, realizada por el Tecnólogo de Procesos Químicos, o desde el área de Mantenimiento, realizada por el personal de esta área.
 - Realiza la inspección.
 - Genera la Nota de Inspección y se emite a la gerencia solicitante de la inspección.
 - La Nota de Inspección es conservada.
- **Elaboración de Informe mensual.**
 - Para elaborar el Informe Mensual es necesario hacer una recopilación de los aspectos resaltantes, las Notas de Inspección generadas, ejecutadas y pendientes, además de los avances de planes de inspección.
 - Se emite el Informe Mensual.

Conclusiones del Capítulo.

En este capítulo se describió el estudio minucioso realizado en la Refinería “El Palito” y en la Refinería “Ñico López”, apoyado de las fichas de negocio que fueron confeccionadas en las entrevistas allí realizadas. Se demostró con dicho análisis las similitudes que existen en ambas refinerías y se realizó la homologación de un conjunto de procesos de flujo informativo existentes en ambos casos. Se observó la evidente necesidad de una solución para el conjunto de necesidades identificadas en ambos entornos.

Debido a la posibilidad de estandarización de los procesos de flujo informativos identificados, se elaboró al final de este capítulo una propuesta completa de una “Refinería Referencia”. Dicha propuesta cuenta con todos los aspectos de una refinería real, desde las áreas que la



Capítulo 2 Análisis previo y diseño de la “Refinería Referencia”.

componen hasta los roles que participan en los diferentes procesos de flujo informativo y los artefactos que se generan y se manipulan por los mismos.



CAPÍTULO 3 PROPUESTA DE PLATAFORMA INFORMÁTICA INTEGRAL.

Introducción.

Este capítulo tiene como objetivo fundamental reflejar la descripción de los sistemas propuestos a formar parte de la “Refinería Referencia”. De cada uno de los sistemas se recrea una visión general en cuanto las oportunidades que brinda su implantación, a quien está dirigido el sistema y las funcionalidades candidatas que formarán parte de él. Desde luego que en la descripción de cada sistema aparece el proceso o los procesos de negocio correspondiente a cada sistema. Además se detalla una descripción del modelo físico propuesto y una caracterización del protocolo SOAP²⁹, utilizado para brindar servicios.

La evaluación realizada a la propuesta efectuada se coloca al finalizar el capítulo. Donde se refleja el criterio de los especialistas para la puesta en práctica de la Plataforma Informática Integral.

Epígrafe 1 Descripción de la propuesta de Plataforma Informática Integral.

Para la conformación de la propuesta de Plataforma Informática Integral se siguió como principio, un análisis profundo de los procesos de flujo informativo diseñados para la “Refinería Referencia”, además de las necesidades reflejadas en las fichas de negocios procedentes del estudio realizado en las Refinerías “El Palito” y “Ñico López”. Tomando como punto de partida esto, se lista un conjunto de funcionalidades candidatas para cada uno de los sistemas en cuestión. La garantía de la interoperabilidad entre los sistemas propuestos se evidencia en la

²⁹ SOAP: Protocolo Simple de Acceso a Datos, en sus siglas en inglés Simple Object Access Protocol.



Capítulo 3 Descripción de la Propuesta de Plataforma Informática Integral.

forma de intercambio de información seleccionada, para lo que se eligió el protocolo SOAP. El conjunto de sistemas que conformarán la plataforma brindarán un conjunto de servicios en dependencia de las demandas existentes. Es válido resaltar el valor agregado que se le deposita al producto con la recomendación de implementación de este sobre plataforma libre. Además la propuesta contiene una recomendación de distribución física basada en la estructura de la “Refinería Referencia”, pero que puede variar en dependencia de las condiciones que posea el ambiente en el que será puesta en práctica la propuesta.

Sistema de Gestión Operacional de Áreas.

Este sistema tiene como objetivo fundamental informatizar las actividades presentes en los flujos informativos: **Funcionamiento operativo de las áreas y Formulación de dietas y mezclas (Ver Capítulo 2, Epígrafe 3)**. Se diseña como una pieza fundamental dentro de la Plataforma Informática Integral, ya que cubre las principales necesidades de las áreas claves **(Ver definición en Capítulo 2, Epígrafe 3)**. Este sistema posibilitará controlar los datos y variables provenientes del flujo material, y realizar una manipulación flexible de estos, brindando posibilidades de consulta y emisión de reportes de determinada información y administrando además un histórico de datos al alcance de ser consultado en cualquier momento. El sistema se encuentra dirigido al personal del Área de Operaciones, donde se incluye el conjunto de áreas claves que posee la refinería. A continuación se relacionan las funcionalidades candidatas propuestas para informatizar las actividades correspondientes.

Tabla 2 Sistema de Gestión Operacional de Áreas (Funcionalidades-Actividades a automatizar)

Roles.	Proceso de flujo informativo.	Actividades del Proceso de flujo informativo.	Funcionalidades candidatas.
Director de Área. Tecnólogo de Procesos	Funcionamiento operativo de las áreas.	Funcionamiento Operativo de las áreas.	Gestión de Hojas de Lectura. Gestión del Libro de Incidencias.



Capítulo 3 Descripción de la Propuesta de Plataforma Informática Integral.

Químicos. Operador de Planta. Despachador.		Confección de informes.	Confeccionar Informe Diario. Confeccionar Informe Técnico. Confeccionar Informe de Averías.
		Confección de Informe Consolidado de Consumo Energético y Materias Primas Diario y mensual.	Confeccionar Informe Consolidado de Consumo Energético y Materias Primas Diario y Mensual.
		Confección de Informe de Aspectos Resaltantes.	Confeccionar Informe de Aspectos Resaltantes.
		Control de actividades operacionales de la planta.	Confeccionar Lineamientos Diarios. Confeccionar Guía Operacional.
	Formulación de dietas y mezclas.	Formulación de mezclas de productos.	Confeccionar dietas y mezclas.
		Programación, Monitoreo y Control de Parámetros.	Gestión del Libro Diario.
	Referencias a Fichas de actividades de negocio.		
	Fichas de actividades del		Confeccionar reporte de carga de planta.



Capítulo 3 Descripción de la Propuesta de Plataforma Informática Integral.

	negocio, Refinería “El Palito”: “Supervisor de campo” “Analista de productos”		
	Ficha de Actividades de Negocio, Refinería “Ñico López”: “Jefe de operaciones”		Confeccionar reporte de estado operacional de planta.

Sistema de Control de Inventario de Tanques.

La propuesta de este sistema se fundamenta en la informatización de las actividades que conforman los procesos de flujo informativo: **Gestión de inventarios de tanques y Control de movimiento de productos (Ver Capítulo 2, Epígrafe 3)**. Es necesario para el correcto funcionamiento de una refinería el conocimiento de la cantidad de productos con los que cuenta en su patio de tanques, de ahí que este sistema es de vital importancia dentro de la industria. Precisamente con un enfoque al control de los datos de inventario de tanque se diseña este sistema, para poder obtener un balance de materiales y con esto, un control de las mermas en la producción. Brindará además posibilidades de consulta y emisión de reportes de información, y desde luego la preservación de un histórico de la misma. El sistema se encuentra dirigido principalmente para el personal del Área de Movimiento y Almacenaje de Productos. Usuarios que podrán contar con las funcionalidades que se muestran en la siguiente tabla, correspondiendo a las actividades que informatizan las mismas:



Capítulo 3 Descripción de la Propuesta de Plataforma Informática Integral.

Tabla 3 Sistema de Control de Inventario de Tanques (Funcionalidades-Actividades a automatizar)

Roles.	Proceso de flujo informativo.	Actividades del Proceso de flujo informativo.	Funcionalidades candidatas.
Tecnólogo de Procesos Químicos. Operador de Planta.	Gestión de Inventario de Tanques.	Emisión de órdenes diarias.	Gestionar Programación de Operaciones Diarias.
		Realización de mediciones e inventarios de tanques.	Gestionar datos de disponibilidad de productos en tanques. Emitir certificación de mediciones. Gestionar movimientos internos de productos. Gestionar movimientos de productos destinados a clientes. Realizar cierre de inventarios de tanques.
	Control de movimiento de productos.	Confección semanal de Volúmenes Recibidos-Despachados.	Gestionar Informe semanal de volúmenes recibidos y despachados.
Referencias a Fichas de actividades de negocio.			
Ficha de Actividades de Negocio, Refinería “El Palito”:			Gestionar Informe de Registro de Bombeo.



Capítulo 3 Descripción de la Propuesta de Plataforma Informática Integral.

	<p>“Analista de productos”</p> <p>“Supervisor de productos blancos y negros”</p>		
	<p>Ficha de Actividades de Negocio, Refinería “El Palito”:</p> <p>“Supervisor de productos blancos y negros”</p>		<p>Gestionar Inventario de productos blancos y negros.</p>

Sistema de Gestión de Laboratorio.

Con el objetivo de informatizar las actividades y artefactos que se manipulan, dentro del proceso de flujo informativo **Gestión de Laboratorio (Ver Capítulo 2, Epígrafe 3)** se propone este sistema, el cual posibilita la gestión de las actividades de laboratorio desde el punto de vista de las necesidades que presentan las áreas claves de la refinería. Además este sistema controlará la emisión de los certificados de calidad generados por el laboratorio y contribuye a facilitar la elaboración de informes y reportes necesitados por un determinado usuario.

Este sistema se encuentra dirigido al personal de Laboratorio y al personal de las áreas claves, principalmente al Tecnólogo de Procesos Químicos. Este es quien se encarga de la solicitud de análisis de muestra, lo que es llevado a cabo por el personal de Laboratorio. Para que este proceso se realice exitosamente es necesario la implementación de un conjunto de funcionalidades, que se expresan a continuación con las actividades que las mismas informatizan:



Capítulo 3 Descripción de la Propuesta de Plataforma Informática Integral.

Tabla 4 Sistema de Gestión de Laboratorio (Funcionalidades-Actividades a automatizar)

Roles.	Proceso de flujo informativo	Actividades del Proceso de flujo informativo	Funcionalidades candidatas
Laboratorista. Tecnólogo de Procesos Químicos.	Gestión de Laboratorio.	Elaboración de lineamientos y prioridades de la Jornada.	Gestionar Lineamientos y prioridades
		Análisis de Muestras Rutinarias	Gestionar Informe de Desviaciones. Gestionar análisis de muestras.
		Análisis de Muestras de exportación Nacionales e Internacionales Elaboración de Certificados de Calidad. Aprobación de Certificados de Calidad	Emitir Certificado de Calidad.
		Generación de Informes.	Gestionar Informe de Resultados de análisis.
		Referencias a Fichas de actividades de negocio.	
Ficha de Actividades de Negocio, Refinería “El Palito”: “Supervisor de laboratorio”		Gestionar Plan de Equipos a Verificar.	



Capítulo 3 Descripción de la Propuesta de Plataforma Informática Integral.

	Ficha de Actividades de Negocio, Refinería “El Palito”: “Superintendente de laboratorio”		Gestión de Inventario de Reactivo.
--	--	--	------------------------------------

Sistema de Gestión de Mantenimiento.

Una refinería es una industria que trabaja a tiempo completo por lo que los equipos que existen en ella tienden al desgaste. Por esta razón existe un área dedicada al mantenimiento del equipamiento de refinación. En los procesos de flujo informativo **Chequeo de trabajos de mantenimiento (Ver Capítulo 2, Epígrafe 3)** se expresan un conjunto de dichas actividades a informatizar. Por esta razón se propone el Sistema de Gestión de Mantenimiento, el cual agiliza la gestión de las actividades de mantenimiento, posibilitando el conocimiento de los avisos de trabajos, la elaboración de los planes de mantenimiento y la gestión de informes según las necesidades del personal de mantenimiento. Además proporcionan la preservación del histórico de datos necesarios para consultas.

Este sistema se encuentra dirigido al personal del Área de Mantenimiento y al personal del Área de Operaciones, ya que estos últimos son los que requieren los servicios que brinda el personal de mantenimiento. Para la correcta gestión del conjunto de actividades que se ejecutan relativos a esta área, se proponen un conjunto de funcionalidades candidatas que a continuación se expresan relacionadas con las actividades a informatizar:

Tabla 5 Sistema de Gestión de Mantenimiento (Funcionalidades-Actividades a automatizar)

Roles.	Proceso de flujo informativo.	Actividades del Proceso de flujo informativo.	Funcionalidades candidatas.
Personal de	Chequeo de	Chequeo de trabajos de	Gestionar Plan de



Capítulo 3 Descripción de la Propuesta de Plataforma Informática Integral.

Mantenimiento. Tecnólogo de Procesos Químicos.	trabajos de mantenimiento.	mantenimiento.	Actividades de Mantenimiento Predictivo y Preventivo. Gestionar solicitud de mantenimiento por averías. Gestionar Aviso de Trabajo.
	Referencias a Fichas de actividades de negocio.		
	Ficha de Actividades de Negocio, Refinería “El Palito”: “Coordinador”, de cada área		Gestionar Informe Diario de Actividades de Mantenimiento.

Sistema de Control de Inspecciones.

El Área de Técnica de Instalaciones es la encargada de la supervisión de los equipos de campo y el control de las situaciones de corrosión. Para que dichas actividades se desarrollen en tiempo y forma, y además exista un control estricto de la ejecución correcta de las mismas, se hace necesaria la implantación de un sistema informático que garantice el control de los procesos de flujo informativo: **Chequeo y solución de situaciones de corrosión y Chequeo de reparación de equipos (Ver Capítulo 2, Epígrafe 3)**. De ahí surge la propuesta de un sistema que posibilite la gestión de la solicitud y respuesta de las necesidades de inspección y que flexibilice el acceso al Expediente de Equipos de manera más eficiente y rápida. Dicho sistemas además debe ayudar con la gestión de las Notas de Inspección y Notas Técnicas. Además que posibilitará la confección de los informes correspondientes. Todo esto se expresa a través de las siguientes funcionalidades candidatas, propuestas a formar parte del Sistema de



Capítulo 3 Descripción de la Propuesta de Plataforma Informática Integral.

Control de Inspecciones, orientado al personal del Área de Técnica de Instalaciones y el Área de Operaciones:

Tabla 6 Sistema de Gestión Inspecciones (Funcionalidades-Actividades a automatizar)

Roles	Proceso de flujo informativo	Actividades del Proceso de flujo informativo	Funcionalidades candidatas	
Inspector de Corrosión. Tecnólogo de Procesos Químicos.	Chequeo y solución de situaciones de corrosión.	Seguimiento diario a variables operacionales.	Gestionar Plan de Inspecciones.	
		Selección o Corroboración de Metalurgia.	Gestionar Informe de Corrosión. Gestionar Notas de Inspección.	
	Gestión de reparación de equipos.	Ejecución de Plan diario de Inspección.	Gestionar Plan de Inspecciones. Gestionar Notas Técnicas.	
		Inspección de Emergencias.	Gestionar solicitud de inspección de emergencia.	
		Elaboración de Informe mensual.	Gestionar Informe Mensual.	
	Referencias a Fichas de actividades de negocio.			
	Ficha de Actividades de Negocio, Refinería “El Palito”:		Gestionar solicitud de auditoría.	



Capítulo 3 Descripción de la Propuesta de Plataforma Informática Integral.

	“Supervisor de inspección de Conversión y Tratamiento”		
	Ficha de Actividades de Negocio, Refinería “El Palito”: “Supervisor de inspección de Conversión y Tratamiento”		Consultar Expediente de Equipos.

Sistema de Gestión de Operaciones con Buques.

Varios de los movimientos de productos en una refinería se realizan mediante buques. Es por ello que el Área de MAP según refleja en las actividades pertenecientes al proceso de flujo informativo: **Programación de operaciones con buques (Ver Capítulo 2, Epígrafe 3)**, se necesita un sistema que gestione las operaciones con buques. Partiendo de esta razón es que se hace la propuesta del Sistema de Gestión de Operaciones con buques para que se viabilice el proceso de consulta del Expediente de Buques, la gestión de la Programación de Atraques y el Informe de Demoras Potenciales. Posibilitando el conocimiento de los datos relativos a las operaciones con buques, mediante reportes y desde luego la preservación de dicha información en históricos. Este sistema está dirigido al personal del Área de MAP. El sistema contará con las siguientes funcionalidades candidatas relacionadas a las actividades a informatizar:

Tabla 7 Sistema de Gestión de Operaciones con Buques (Funcionalidades-Actividades a automatizar)

Roles	Proceso de flujo	Actividades del Proceso	Funcionalidades
-------	------------------	-------------------------	-----------------



Capítulo 3 Descripción de la Propuesta de Plataforma Informática Integral.

	informativo	de flujo informativo	candidatas
Analista de Operaciones.	Programación de operaciones con buques.	Elaboración de Programa mensual de Buques.	Gestionar Programación Diaria y Mensual de Buques.
		Elaboración de programación diaria de arribo de buques.	Confeccionar programación de atraques.
		Operaciones con buques.	Gestionar Informe de Demoras Potenciales. Registrar mediciones en buques. Comparar mediciones en buques y en tierra.
Referencias a Fichas de actividades de negocio.			
	Ficha de Actividades de Negocio, Refinería "El Palito": "Supervisor de turno"		Confeccionar Boletas de Aforación.
	Ficha de Actividades de Negocio, Refinería "El Palito": "Analista de Operaciones" Ficha de Actividades de Negocio,		Gestionar Expediente de Operaciones con Buques.



Capítulo 3 Descripción de la Propuesta de Plataforma Informática Integral.

	Refinería “El Palito”: “Supervisor de turno”		
	Ficha de Actividades de Negocio, Refinería “El Palito”: “Analista de Operaciones”		Gestionar Informe de Combustible Marino Entregado.
	Ficha de Actividades de Negocio, Refinería “El Palito”: “Analista de Operaciones”		Gestionar Informe de Gestión Mensual del Terminal.

En sentido general se puede expresar que la plataforma tendrá un conjunto de características comunes entre todos los sistemas que a continuación se exponen:

- Inserción y modificación de información incorporada directamente por un usuario.
- Reportes de información según el criterio de selección del cliente.
- Confección de informes a partir de consolidados de datos.
- Exportar información a formatos Excel, Word y PDF.
- Asignación de permisos a usuarios, según el privilegio que les dé el negocio.
- Preservación del histórico de las operaciones realizadas por cada usuario.
- Oferta de funcionalidades y datos de interés para otros sistemas a través de Servicios.

Todo esto cubre en sentido general lo demandado por los procesos de flujo informativo. Queda por resaltar que cada uno de estos sistemas está sujeto a las dependencias siguientes:



Capítulo 3 Descripción de la Propuesta de Plataforma Informática Integral.

- Solución sobre plataforma libre.
- Publicación de Servicios para acceder a las funcionalidades del sistema.

La Plataforma Informática Integral quedaría compuesta por 6 sistemas que cubren las principales necesidades de las áreas claves y las áreas de apoyo. Se sugiere sea elaborada sobre plataforma libre y con la utilización de servicios.

Epígrafe 2 Descripción de la propuesta de distribución física de la Plataforma Informática Integral.

La propuesta de distribución física que se realiza está basada en las características estructurales definidas en el diseño de la “Refinería Referencia”. Para ello se contempla la idea de la existencia de sistemas recolectores de datos como SCADA. Además se potencia sobre la idea de una infraestructura tecnológica bastante contemporánea a la actualidad.

Descripción del modelo de despliegue propuesto.

La definición de la arquitectura física del sistema se representa a través del Modelo de Despliegue. Su diseño lo determina la captura de las características del ambiente donde se implantará la plataforma en cuestión. Dichas características son: sistema operativo, hardware, software de interfaz, capacidades de la red y soporte. Todo esto tributará a la caracterización de cada sistema, determinando dónde y cómo se desplegará. El diseño físico estará sujeto también a la confiabilidad que proporcione el sistema, la copias de seguridad y soporte de las que esté dotado este. El modelo de arquitectura física puede refinarse durante el desarrollo del producto.

Primeramente mediante dos figuras se ofrece una visión de la ubicación dentro de la estructura de la refinería de los sistemas que componen la Plataforma Informática Integral y la relación software-hardware que se propone.



Capítulo 3 Descripción de la Propuesta de Plataforma Informática Integral.

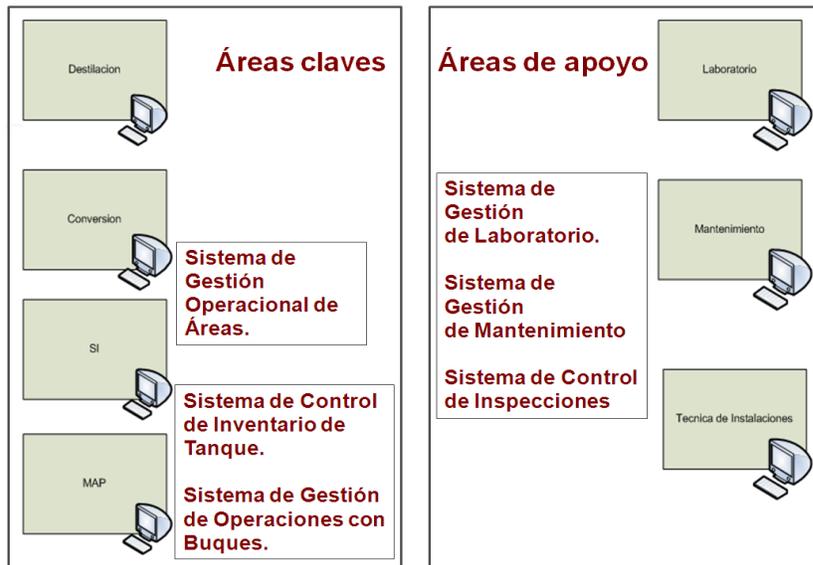


Figura 4 Distribución de los sistemas por áreas.

La figura 4 recrea, según la estructura definida para la “Refinería Referencia”, la distribución de los sistemas por áreas. Lo cual da la idea de cómo “físicamente” se posicionarán los sistemas en la refinería.

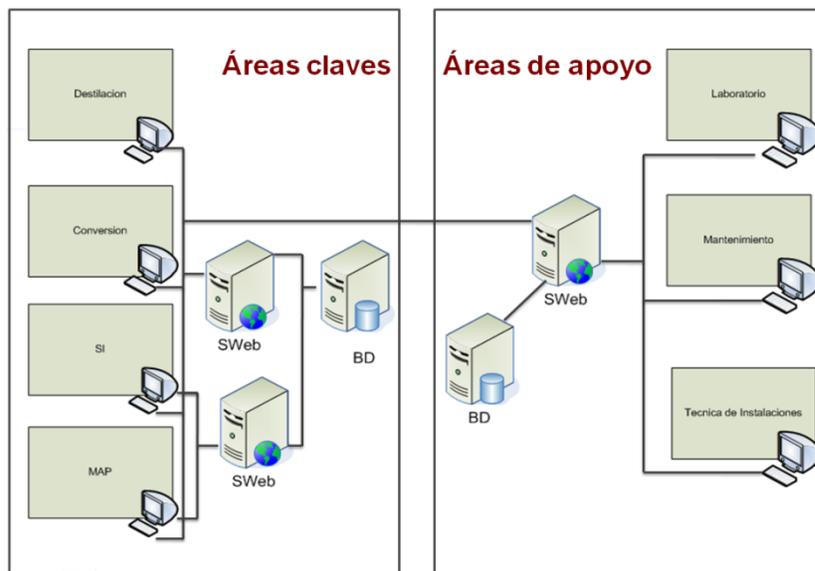


Figura 5 Distribución del hardware según la ubicación de los sistemas.



Capítulo 3 Descripción de la Propuesta de Plataforma Informática Integral.

En la figura 5 se puede observar una representación similar a la de la figura anterior, para denotar la correspondencia software-hardware que se propone, igualmente representada sobre las áreas de la refinería.

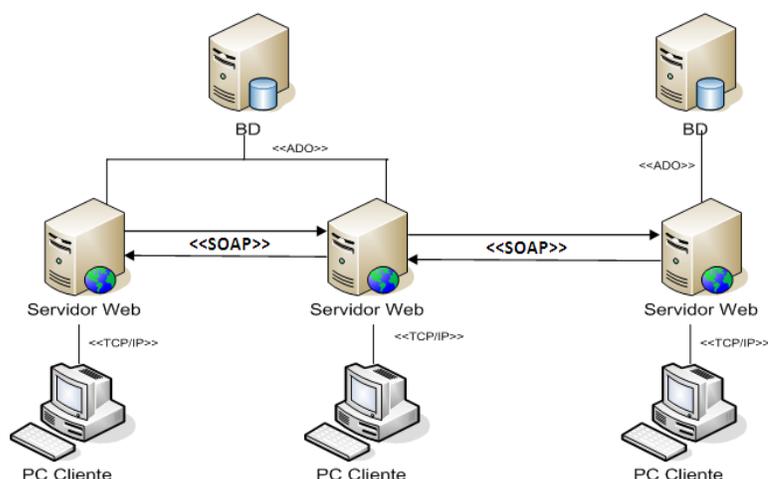


Figura 6 Modelo de Despliegue propuesto para la “Refinería Referencia”.

El Modelo de Despliegue representado en la figura 6 es la propuesta de la arquitectura física que se determina para la Plataforma Informática Integral. A continuación se hace una descripción de los componentes que lo conforman.

Dos servidores de Base de Datos:

- BD con los datos provenientes de SACADA u otro sistema recolector de datos y de las variables de proceso de flujo material.
- BD Con los datos insertados por usuarios de los diferentes sistemas que componen la plataforma.

Tres servidores de aplicación.

- Servidor de Aplicación para Sistema de Gestión Operacional de Áreas.
- Servidor de Aplicación para Sistema de Control de Inventario de Tanque y Sistema de Gestión de Operaciones con Buques.



Capítulo 3 Descripción de la Propuesta de Plataforma Informática Integral.

- Servidor de Aplicación para Sistema de Gestión de Laboratorio, Sistema de Control de Inspecciones, Sistema de Gestión de Mantenimiento.

Las PCs Clientes.

- Puestos de trabajos desde donde se realizarán las peticiones de gestión de la información.

De esta manera quedan descritos los componentes del Modelo de Despliegue propuesto para representar la distribución de la Plataforma Informática Integral. Los protocolos de comunicación representados, ADO para la comunicación con la base de datos y TCP/IP para la comunicación de los clientes con los servidores de aplicación. Además la utilización del protocolo SOAP para la interacción de los sistemas mediante servicios.

Caracterización y ventajas del protocolo SOAP.

SOAP, Protocolo Simple de Acceso a Datos. Su predecesor el protocolo XML-RPC, creado en 1998 por David Winer. A partir del interés que despertó XML-RPC en grandes compañías como IBM y Microsoft fue creado SOAP. Concebido para la comunicación entre aplicaciones mediante HTTP, con un formato de mensajes en XML y que permite atravesar firewalls. La seguridad de la transferencia de los mensajes SOAP se garantiza mediante la utilización del estándar OASIS, validado por la IBM y SUN, con adquisición gratuita.

Ventajas del protocolo SOAP.

- Es interoperable entre cualquier plataforma. Debido a que es implementado con los estándares existentes puede ejecutarse en plataformas con dichos estándares.
- No está asociado con ningún lenguaje. SOAP no especifica una API, lo que no lo ata a ningún lenguaje. La implementación de la API se le deja al lenguaje de programación seleccionado.
- No se encuentra fuertemente asociado a ningún protocolo de transporte. Sus mensajes pueden ser transportados por cualquier protocolo de transferencia de texto.
- Reutiliza los estándares ya existentes. Utiliza XML para la codificación de mensajes y HTTP y SMTP como medio de transporte de mensajes.



Capítulo 3 Descripción de la Propuesta de Plataforma Informática Integral.

La utilización de servicios sobre el protocolo SOAP, garantiza la existencia de interoperabilidad entre aplicaciones. Por esta razón, unido al conjunto de ventajas anteriormente expresadas, se seleccionó este protocolo para la comunicación entre los sistemas que componen la propuesta de Plataforma Informática Integral. Además de ser un protocolo recomendado para este fin por la W3C³⁰.

Epígrafe 3 Evaluación de la propuesta.

Evaluación por el Método de Multicriterio de Expertos.

Para realizar un pronóstico existen dos tipos de métodos generales: los de base objetiva y los de base subjetiva. Los métodos objetivos se basan en la utilización de técnicas matemáticas para procesar determinada información. Esta técnica, en el caso de la evaluación de situaciones cuya evolución produzca incertidumbre, no es conveniente aplicarla. Esta razón deja por alternativa el método de base subjetiva basado en la experiencia y conocimiento de personas valoradas como expertos.

El objetivo fundamental de este método es hacer una comprobación teórica, midiendo la calidad de la investigación y el impacto que esta pueda tener en la práctica. Generalmente la evaluación multicriterio de expertos se encuentra asociada a los conceptos:

- **Decisión:** Elección de una de las alternativas posibles para solucionar un problema.
 - **Alternativas:** Cada una de las soluciones posibles a un problema, dotadas de ventajas e inconvenientes diferentes.
 - **Criterios:** Distintos aspectos de la realidad que inciden de alguna manera en las ventajas o inconvenientes de las alternativas disponibles como soluciones al problema.
- (23)

Definición del objetivo.

Antes de aplicar el método, se debe enmarcar el objetivo: Evaluación de la calidad de la propuesta de Plataforma Informática Integral para informatizar las áreas claves de una refinería

³⁰ W3C: Consorcio de la Web, en sus siglas en inglés, World Wide Web Consortium.



Capítulo 3 Descripción de la Propuesta de Plataforma Informática Integral.

y valoración de la utilidad de la misma para la identificación de soluciones potenciales, en el negocio de la refinación, por el polo Petrosoft.

Selección de los expertos.

Se le denomina experto, tanto al individuo en sí como a un grupo de personas u organizaciones capaces de ofrecer valoraciones conclusivas de un problema en cuestión y hacer recomendaciones al respecto a sus momentos fundamentales con un máximo de competencia. (24)

Para la valoración de la propuesta se efectúa la selección de 7 expertos, ya que se plantea que la cantidad debe ser mayor o igual a 7 (**Ver Anexo 18**). Los mismos deben contar con una reconocida experiencia y prestigio profesional, avalados por su calificación científico-técnica, conocimiento de sobre Refinación, conocimientos sobre Procesos de información y conocimientos sobre Informática. Además deben haber obtenido resultados satisfactorios en la producción o la investigación. Se necesita que los expertos cuenten con una serie de características, como son:

- Competencia.
- Creatividad.
- Disposición a participar en la encuesta.
- Conformidad.
- Capacidad de análisis.
- Espíritu colectivista y autocrítico.
- Efectividad de su actividad profesional.

Elaboración de la encuesta.

La encuesta se elaboró enfocada hacia la factibilidad de la aplicación de la propuesta por el polo productivo Petrosoft. Se indaga a través de ella además por un conjunto de alternativas que ofrecen una idea del valor investigativo y la contribución de la propuesta. Finalmente quedó conformada por 5 preguntas dirigidas a los expertos y con la característica de la manipulación



Capítulo 3 Descripción de la Propuesta de Plataforma Informática Integral.

de su criterio de manera anónima. Se le agrega además las opciones de recomendar cambios, adiciones u omisiones (**Ver Anexo 17**)

Elección de la metodología.

El Método de la Preferencia es el más empleado, por su exactitud, objetividad y rapidez. Permite superar las limitaciones, relacionadas con la complejidad de su aplicación y del procesamiento de los datos y alcanzar una imagen integral y más amplia de la posible evolución del resultado científico sometido a valoración, reflejando las valoraciones individuales de los expertos, las cuales podrán estar fundamentadas, tanto en un análisis estrictamente lógico como en su experiencia intuitiva, y a la vez facilita el correspondiente análisis estadístico. (22)

La evaluación de la propuesta se realiza a través del Método de la Preferencia, de forma individual y anónima por escrito los expertos emiten sus criterios de evaluación, sus opiniones y las deficiencias encontradas en la propuesta.

Ejecución de la metodología.

La ejecución de la metodología se lleva a cabo mediante el envío (mediante correo electrónico) y la aplicación en formato duro de la encuesta al conjunto de expertos seleccionados. A través de la encuesta se recopilan los criterios ya sean mejoras o inconsistencias en a propuesta efectuada.

Análisis de los resultados de la evaluación de la propuesta.

El 100 % de los expertos consideran que la propuesta facilitará la identificación de posibles sistemas en el negocio de refinación. Al respecto fueron emitidos los siguientes criterios:

El experto 4 argumenta:” Porque la propuesta está realizada precisamente sobre la base del diagnóstico de los sistemas utilizados actualmente en las actividades de las refinerías, las necesidades de informatización, lo que permite la conceptualización de las soluciones informáticas que apoyen la ejecución de los procesos.”

El experto 5 valora que: “Basado en la experiencia de la UCI no existen o son de complicado acceso, compilaciones como esta que describan un negocio. Es suficientemente abarcadora



Capítulo 3 Descripción de la Propuesta de Plataforma Informática Integral.

para garantizar la visión global y sin perder esta perspectiva, describe los detalles suficientes para entender la esencia de los procesos.”

El experto 6 expone su observación expresada de la siguiente manera:” Porque la propuesta muestra los nexos físicos y de información necesarios para una operación más eficiente de la refinería y por lo tanto sirve como guía a la hora de reestructurar y/o modificar los aspectos y áreas que así lo requieran.”

Todos los expertos coincidieron en que con esta propuesta se abarcan las necesidades principales que se reflejan en las áreas claves de una refinería, respondiendo afirmativamente a la segunda interrogante de la encuesta. Los criterios adicionales que se exponen por varios de los expertos se reflejan a continuación.

El experto 4 explica:” Porque la propuesta responde a las necesidades comprendidas en el estudio del negocio de las Refinerías, específicamente en la ejecución de las diferentes actividades en las áreas clave.”

El quinto experto manifiesta que:”Se describen las áreas que establecen diferencias significativas del negocio de refinación con otros negocios de la industria petrolera, que tienen un peso clave en el buen funcionamiento de sus procesos o que impactan de manera sensible con su gestión de la rentabilidad del negocio. Aunque desde una perspectiva global como solución integral, se describen los detalles suficientes para comprender el funcionamiento y por tanto las necesidades de estas áreas.”

El experto 6 recomienda basándose en su conocimiento:” Porque tengo experiencia en el tema y la propuesta es abarcadora. No obstante debo señalar que se obvió, por ejemplo, lo relacionado con el soporte material (accesorios, equipos, materiales, insumos, herramientas, etc) y técnico (asesoría, trabajos especializados, fuerza calificada, etc) que se deriva de cualquier operación de mantenimiento, planificado o no, y de cómo sería el tratamiento de la información o el flujo informático que se impone con vistas a garantizar lo anterior. No obstante debo recalcar que este señalamiento no empaña en lo más mínimo el valor de la propuesta.”

La totalidad de los expertos consultados coinciden en que la propuesta es aplicable a negocios de refinación futuros. Los argumentos que expresaron algunos de ellos se exponen a continuación:



Capítulo 3 Descripción de la Propuesta de Plataforma Informática Integral.

El experto 4 al hacer sus consideraciones al respecto expone que: “La propuesta se nutre de la información recopilada en el diagnóstico de los sistemas utilizados actualmente en las actividades de las refinerías y muestra la posibilidad de aplicación de sistemas informáticos que gestionen los procesos de flujo de información, de manera que se pueda controlar la información generada en la ejecución de las actividades y conocer de esta forma el funcionamiento de cada una de las áreas.”

El experto 6 refleja en su explicación que la propuesta es aplicable: “Porque el proceso de informatización de la sociedad cubana ya es un hecho y la industria del presente y del futuro, sea del petróleo o de cualquier otra rama, no pueden pretender alcanzar los niveles de eficiencia que demanda la esfera de la producción sin el concurso de una base informática consecuente con sus procesos.”

El 57.1% de los expertos estuvieron de acuerdo en que el conjunto de sistemas propuestos son suficientes para el cubrimiento de las necesidades que presentan las áreas claves de una refinería.

El experto 2 señala de forma positiva que: “El conjunto de sistemas se perfila como una solución que cubre todas las necesidades identificadas en la “Refinería Referencia”.”

De igual manera el experto 4 agrega que:” El conjunto de sistemas propuestos responde a las necesidades principales de las áreas claves de las refinerías.”

El 42.9 % expresa que no está completamente de acuerdo y expone sus criterios.

El experto 3 explica que:” No sé ni creo que alguno de nosotros sepa, el negocio es demasiado complejo y extenso como para atreverse a afirmar eso”

El experto 5 agrega una recomendación al cúmulo de sistemas propuestos, exponiendo que:” La propuesta no contempla un sistema para realizar ingeniería de procesos. Me refiero a la posibilidad de realizar actividades como simulaciones para la toma de decisiones u optimización de los procesos. Aunque parece ser que el modelo de refinería común recibe esta información como servicios externos sería deseable contar con la posibilidad de poder hacer estas actividades “en caliente”, o por lo menos contar con un sistema que asegurara una comunicación oportuna entre la refinería y los proveedores de este tipo de servicios.”



Capítulo 3 Descripción de la Propuesta de Plataforma Informática Integral.

El experto 6 también recomienda otra propuesta de posible sistema a su entender necesaria para hacer más completa la propuesta, lo cual es tomado como recomendación para este trabajo. A continuación el criterio del experto:” Porque faltó, como ya expliqué antes en el punto 2, lo relacionado con el tratamiento de la información con miras a garantizar la base material y técnica necesarias derivadas de las operaciones de mantenimiento y de las inversiones menores.”

Como parte de la evaluación de la propuesta aparecía en la encuesta una sección para ponderar un criterio según aspectos o características que pudiera contener la investigación. Dichos aspectos son los siguientes:

1. Nivel de calidad de la Investigación.
2. Aportes científicos novedosos.
3. Novedad científica de la investigación.
4. Necesidad de uso de la propuesta.
5. Satisfacción de las necesidades de la producción en el polo.
6. Nivel de comprensión.
7. Facilidades de uso.
8. Nivel de adaptación a diferentes entornos de producción de SW.
9. Contribución a la identificación de sistemas potenciales para este tipo de negocio.
10. Posibilidades de aplicación.

Los resultados recopilados por las opiniones de los expertos se relacionan a continuación.

Tabla 8 Resultado de expertos según los criterios establecidos

Expertos \ Criterios	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	5	4	4	5	5	5	5	5	5	5
2	4	4	4	5	5	4	4	4	5	5
3	5	3	3	5	3	5	5	5	5	3
4	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5



Capítulo 3 Descripción de la Propuesta de Plataforma Informática Integral.

5	5	4	4	4	5	5	5	4	5	5
6	5	4	4	5	5	5	5	5	5	5
7	4	3	3	4	4	4	4	3	5	4

Tabla 9 Ordenamiento de los rangos de puntajes ligados a cada uno de los criterios del cuestionario.

Expertos \ Criterios	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	6.5	1.5	1.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5
2	3.5	3.5	3.5	8.5	8.5	3.5	3.5	3.5	8.5	8.5
3	7.5	2.5	2.5	7.5	2.5	7.5	7.5	7.5	7.5	2.5
4	6	6	6	4	6	6	6	6	6	6
5	7.5	2.5	2.5	2.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5
6	6.5	1.5	1.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5
7	6.5	2	2	6.5	6.5	6.5	6.5	2	5	6.5

Los resultados obtenidos en la tabla de rangos de puntajes ligados se sumaron para obtener los R_j , lo que proporciona los valores de S_j .

$$S_j = \sum_{i=1}^m R_{ij} \quad \text{Valores de } S_j: 44.0; 19.5; 19.5; 42; 44; 44; 44; 44; 34.5; 47.5; 44.$$

Donde:

m: cantidad de expertos.

Para obtener la media de los rangos se realiza la sumatoria de S_j y se divide entre la cantidad de criterios analizados para la evaluación.



Capítulo 3 Descripción de la Propuesta de Plataforma Informática Integral.

$$\bar{S} = \frac{\sum_{i=1}^n S_j}{n} = \frac{383}{10} = 38.3 \quad \text{Media de los rangos.}$$

Donde:

n: cantidad de preguntas o aspectos.

Suma de cuadrados de las desviaciones de sumas de los Rangos.

$$S = \sum_{j=1}^n (\bar{S} - S_j)^2 = 982$$

Factor de Correlación, ejemplo para la primera fila.

$$T_i = \frac{\sum_{i=1}^r (t^3 - t)}{12} = \frac{(8^3 - 8) + (2^3 - 2)}{12} = \frac{510}{12} = 42.5$$

Donde:

t: cantidad de veces que se repiten los números en la tabla de rangos de derecha a izquierda.

Los valores que no se repiten no se tienen en cuenta.

Esta operación se realiza con cada experto y luego se procede a la sumatoria del resultado de cada uno.

$$\sum T_i = 232$$

Coeficiente de concordancia de Kendall.

$$W = \frac{12 S}{m^2(n^3 - n) - m \sum_{i=1}^m T_i} = \frac{11784}{46886} = 0.25$$

Prueba de significación para W.

$$X^2 = m(n - 1)W = 7(10 - 1) * 0.25 = 15.75$$

Cálculo de la diferencia

$$df = n - 1 = 9 \quad ; \quad X^2_{(9;0.001)} = 27.88$$

Se puede decir que si existe concordancia en el trabajo de los expertos, ya que se cumple que:



Capítulo 3 Descripción de la Propuesta de Plataforma Informática Integral.

$$X_{real}^2 < X_{(\alpha, c-1)}^2 \quad 15.75 < 27.88$$

Finalmente se le dio la oportunidad a cada experto de que plasmara en la encuesta algún criterio adicional que podían ser cambios, adiciones o supresiones a realizar sobre la propuesta. Uno de los expertos realizó sus consideraciones:

El experto 3 expresa que: “La propuesta ciertamente está basada en los estudios realizados por nuestro equipo fundamentalmente en la refinería El Palito, y cubre las necesidades fundamentales de software de gestión detectadas en esa entidad, pero aunque estos resultados hayan sido avalados posteriormente en una refinería nuestra, considero demasiado prematuro como para considerar que tenga una alta probabilidad de que se aplique. Digo esto último porque el trabajo realizado en El Palito fue demasiado superficial, y si considero que partiendo de lo obtenido en ese proyecto, se tienen elementos para, con estudios más profundos, fortalecer la propuesta que se hace con nuevos elementos que sin duda aparecerían.”

Se considera que los resultados de la evaluación realizada a la propuesta son satisfactorios, teniendo presente las acotaciones recibidas, las cuales pasan a formar parte de las recomendaciones del trabajo de diploma.

Conclusiones del Capítulo.

En este capítulo se realizó una descripción de los sistemas que componen la propuesta de “Refinería Referencia”. Descripción que es complementada con los Documentos Visión de cada uno de los sistemas propuestos, elaborados como artefactos de este Trabajo de Diploma. Se aborda además en uno de los epígrafes sobre la propuesta de distribución física de la plataforma basada en la estructura de la “Refinería Referencia”.

Finalmente se realiza una evaluación de la propuesta por un conjunto de 7 expertos que concuerdan en que la propuesta consta de calidad y aplicabilidad futura. Se recopiló en las encuestas realizadas criterios que contribuyen a la mejora del trabajo.



CONCLUSIONES

El control de la información que se genera y se manipula en una refinería es de gran importancia para la ejecución adecuada de los procesos de flujo informativo que ocurren en dicho lugar. El objetivo de este trabajo es garantizar la informatización de dichos procesos en las áreas claves de una refinería. Al término de este trabajo el objetivo planteado se encuentra cumplido con la propuesta de Plataforma Informática Integral y se llega a las siguientes conclusiones:

- Se determinaron las deficiencias existentes en cuanto a la falta de informatización de los procesos de flujo informativo en los casos de estudio tomados para la realización del presente trabajo, a través del análisis detallado de las fichas de negocio confeccionadas por el proyecto de “Conceptualización de Soluciones para Refinerías” en las dos refinerías tomadas como casos de estudio “Ñico López” y “El Palito”.
- Se estudiaron minuciosamente los aspectos fundamentales: procesos de flujo material e informativo, estructura, roles y artefactos; en ambas refinerías.
- Se homologaron los procesos de flujo informativo que poseían correspondencia en ambas refinerías.
- Se realizó una propuesta de diseño para la “Refinería Referencia”, con los mismos aspectos que constituyen una refinería real. Se incluyó en esta propuesta un diseño de procesos de flujo informativo tanto para las áreas claves como para las de apoyo.
- Se concretó una propuesta de Plataforma Informática Integral compuesta por 6 sistemas, para lo cual se partió de la descripción de los procesos de flujo informativo diseñados para la “Refinería Referencia”, las necesidades recogidas en las fichas de negocio pertenecientes a los casos de estudio y los documentos de descripción de servicios realizados durante la conceptualización de la refinería “El Palito”. Además se propuso un conjunto de funcionalidades candidatas, para los sistemas, basadas en las propias necesidades identificadas.
- Se presentó una propuesta de distribución física basado en la estructura de la “Refinería Referencia”, además de proponerse la utilización de SOAP como protocolo para la



Conclusiones

implementación de servicios y de esta manera que existiese interoperabilidad entre los sistemas propuestos.

La utilidad de la Plataforma Informática Integral viene dada por las facilidades que puede brindar esta para la identificación de sistemas potenciales a aplicar en el negocio de refinación, lo que es de importancia para el polo Petrosoft de la Facultad 9. Sin embargo es necesario continuar la profundización en este tema buscando el perfeccionamiento.



RECOMENDACIONES

En el presente trabajo se realizó una propuesta de Plataforma Informática Integral para informatizar las áreas claves de una refinería, por lo que es aplicable al negocio de la refinación, se recomienda:

- Incrementar el conjunto de áreas pertenecientes a una refinería, buscando un mayor alcance de la plataforma.
- Profundizar en el estudio de las áreas claves abordadas, con la recopilación de información más a fondo de cada ambiente de negocio.
- Analizar nuevas áreas, que vayan más allá de las claves, para homologar otros procesos de flujo informativo de ser posible, y así actualizar y perfeccionar la aplicabilidad de la plataforma.
- Extender la propuesta de “Refinería Referencia” a refinería de conversión profunda.



REFERENCIAS

1. **Esquivel, Iván Angel.** PEMEX, Petóleos Mexicanos. *PEMEX, Petóleos Mexicanos*. [En línea] 1 de agosto de 2007. [Citado el: 23 de marzo de 2009.] <http://www.pemex.com>.
2. **RAE .** *Diccionario de la Lengua Española-Vigésima segunda edición*. 2009.
3. **González, Ing. José Angel Álvarez.** *Base Material.Introducción a la Industria Petrolera*. 2007.
4. **Ministerio de Planificacion Federal Inversión Pública.** Secretaria de Energía de Argentina. *Secretaria de Energía de Argentina*. [En línea] [Citado el: 7 de marzo de 2009.]
5. **Hidrocarburos", Personal de la revista "Procesamiento de.** *Refining Processes 2004, Handbook*. 2004.
6. **PI@nt@:** *acceso unico a todos los sistemas de información y control sobre .NET*. **CEPSA**. España : s.n., 2004.
7. **Informatics-brochure0907-ES.** Thermo Scientific. [En línea] [Citado el: 12 de marzo de 2009.]
8. **PDVSA.** Petróleos de Venezuela, S.A. *Petróleos de Venezuela, S.A.* [En línea] PDVSA. [Citado el: 23 de marzo de 2009.] <http://www.pdvsa.com>.
9. *Diccionario Enciclopedico Ilustrado Océano I*.
10. **REPSOL, YPF.** Capítulo 2. *Manual de Combustibles*.
11. **Barberii, Efraín E.** *El pozo ilustrado*. s.l. : Lagoven S.A, 1985.
12. **REPSOL.** Todo sobre REPSOL. *Todo sobre REPSOL*. [En línea] REPSOL, YPF, 2000 - 2009. [Citado el: 31 de marzo de 2009.]
13. *Validación experimental de un modelo matemático para el proceso de reformación catalítica de naftas*. **Jorje Ancheyta J., Enrique Aguilar R.** 1, Mexico : Instituto Mexicano del Petróleo, 1993, Vol. 9.



14. *Antiensuciantes IMP, benéficos para la reducción de contaminantes presentes en las corrientes de hidrocarburos de tipo gasóleo.* **Ángeles, Verónica Manríquez.** 8, México : Lideres Mexicanos, 2005, Vols. El mundo del petroleo, volumen 1.
15. **Victor Chávarri S., Gerente del Dto de Sistemas y Procesos.** *Adquisición del módulo Multi Period complementario al del software RPMS Y del optimizador XPRESS. Informe Técnico Previo de Evaluación de Software. Num 002-SIPR-2006.* Perú : PETROPERU, 2006.
16. **ecosys.** ecosys. ecosys. [En línea] [Citado el: 5 de abril de 2009.] <http://www.ekosys.com/>.
17. **STARLIMS.** STARLIMS. *STARLIMS.* [En línea] STARLIMS Corporation, 2009. [Citado el: 6 de abril de 2009.]
18. **LabWare.** LabWare LIMS Solutions. *LabWare LIMS Solutions.* [En línea] LabWare. Inc., 2009. [Citado el: 6 de abril de 2009.] <http://www.labware.com/lwweb.nsf>.
19. **David S. J. “Stan” Jones and Peter R. Pujad´O.** *Handbook of Petroleum Processing.* Dordrecht, The Netherlands : Springer, 2006. ISBN-10 1-4020-2819-9 (HB), ISBN-13 978-1-4020-2819-9 (HB), ISBN-10 1-4020-2820-2 (e-book), ISBN-13 978-1-4020-2820-5 (e-book).
20. **Parkash, Surinder.** *Refining Processes Handbook.* United States of America : Elsevier, 2003. ISBN: 0-7506-7721-X.
21. **Quintana, Claudia Jiménez.** *Tesis de Magíster “Indicadores de Alineamiento entre Procesos de Negocios y Sistemas.* Chile : Universidad de Concepción, 2002.
22. *Los métodos de evaluación de expertos para valorar resultados de las investigaciones.* **Fernández, R.** Cuba : MES, 2006, Vol. Folleto sobre métodos de evaluación de expertos.
23. **Sendra, J.B.** *SIG y evaluación de multicriterio.* España : Universidad de Alcalá, 2006.
24. *El metodo delphy y la perspectiva del hidrógeno.* **Durand, R.** España : Revista "Metra", 1971.



BIBLIOGRAFÍA

1. **Esquivel, Iván Angel.** PEMEX, Petóleos Mexicanos. *PEMEX, Petóleos Mexicanos*. [En línea] 1 de agosto de 2007. [Citado el: 23 de marzo de 2009.] <http://www.pemex.com>.
2. **RAE .** *Diccionario de la Lengua Española-Vigésima segunda edición*. 2009.
3. **González, Ing. José Angel Álvarez.** *Base Material.Introducción a la Industria Petrolera*. 2007.
4. **Ministerio de Planificacion Federal Inversión Pública.** Secretaria de Energía de Argentina. *Secretaria de Energía de Argentina*. [En línea] [Citado el: 7 de marzo de 2009.]
5. **Hidrocarburos", Personal de la revista "Procesamiento de.** *Refining Processes 2004, Handbook*. 2004.
6. **PI@nt@:** *acceso unico a todos los sistemas de información y control sobre .NET. CEPSA*. España : s.n., 2004.
7. **Informatics-brochure0907-ES.** Thermo Scientific. [En línea] [Citado el: 12 de marzo de 2009.]
8. **PDVSA.** Petróleos de Venezuela, S.A. *Petróleos de Venezuela, S.A.* [En línea] PDVSA. [Citado el: 23 de marzo de 2009.] <http://www.pdvsa.com>.
9. *Diccionario Enciclopedico Ilustrado Océano I*.
10. **REPSOL, YPF.** Capítulo 2. *Manual de Combustibles*.
11. **Barberii, Efraín E.** *El pozo ilustrado*. s.l. : Lagoven S.A, 1985.
12. **REPSOL.** Todo sobre REPSOL. *Todo sobre REPSOL*. [En línea] REPSOL, YPF, 2000 - 2009. [Citado el: 31 de marzo de 2009.]
13. *Validación experimental de un modelo matemático para el proceso de reformación catalítica de naftas.* **Jorje Ancheyta J., Enrique Aguilar R.** 1, Mexico : Instituto Mexicano del Petróleo, 1993, Vol. 9.
14. *Antiensuciantes IMP, benéficos para la reducción de contaminantes presentes en las corrientes de hidrocarburos de tipo gasóleo.* **Ángeles, Verónica Manríquez.** 8, México : Lideres Mexicanos, 2005, Vols. El mundo del petroleo, volumen 1.



15. **Victor Chávarri S., Gerente del Dto de Sistemas y Procesos.** *Adquisición del módulo Multi Period complementario al del software RPMS Y del optimizador XPRESS. Informe Técnico Previo de Evaluación de Software. Num 002-SIPR-2006.* Perú : PETROPERU, 2006.
16. **ecosys.** ecosys. ecosys. [En línea] [Citado el: 5 de abril de 2009.] <http://www.ekosys.com/>.
17. **STARLIMS.** STARLIMS. *STARLIMS.* [En línea] STARLIMS Corporation, 2009. [Citado el: 6 de abril de 2009.]
18. **LabWare.** LabWare LIMS Solutions. *LabWare LIMS Solutions.* [En línea] LabWare. Inc., 2009. [Citado el: 6 de abril de 2009.] <http://www.labware.com/lwweb.nsf>.
19. **David S. J. "Stan" Jones and Peter R. Pujad'O.** *Handbook of Petroleum Processing.* Dordrecht, The Netherlands : Springer, 2006. ISBN-10 1-4020-2819-9 (HB), ISBN-13 978-1-4020-2819-9 (HB), ISBN-10 1-4020-2820-2 (e-book), ISBN-13 978-1-4020-2820-5 (e-book).
20. **Parkash, Surinder.** *Refining Processes Handbook.* United States of America : Elsevier, 2003. ISBN: 0-7506-7721-X.
21. **Quintana, Claudia Jiménez.** *Tesis de Magíster "Indicadores de Alineamiento entre Procesos de Negocios y Sistemas.* Chile : Universidad de Concepción, 2002.
22. *Los métodos de evaluación de expertos para valorar resultados de las investigaciones.* **Fernández, R.** Cuba : MES, 2006, Vol. Folleto sobre métodos de evaluación de expertos.
23. **Sendra, J.B.** *SIG y evaluación de multicriterio.* España : Universidad de Alcalá, 2006.
24. *El metodo delphy y la perspectiva del hidrógeno.* **Durand, R.** España : Revista "Metra", 1971.
25. **Refining-Petrochemicals-Chemicals-Engineering.** Multiple draw off Columns: Operating variables. *Atmospheric distillation and at vacuum. Refinement and courts.* s.l. : ENSPM Formation Industrie, 2001.
26. **Dubois, René A.** *Introducción a la Refinición del Petróleo.* s.l. : Eudeba, 2006.
27. **Hidrocarburos", Personal de la revista "Procesamiento de.** *Refining Processes 2008 Handbook.* 2008.
28. **Carro, Prof y Especialista de Refinación. Dolores.** Curso: "Introducción a la Industria Petrolera". Ciudad de la Habana : UCI, 2009.



ANEXOS

Anexo 1 Proceso: Funcionamiento operativo de las áreas.

Descripción del procedimiento:

- **Revisión inicial.**
 - Los Tecnólogos de Procesos Químicos de las áreas de Planta 1³¹, Planta 2³², Facilidades Auxiliares³³, Operaciones³⁴ y MAP (Movimiento y Almacenaje de Productos)³⁵ al comenzar el día de trabajo realizan un bosquejo mínimo de los principales parámetros de la planta, revisa los equipos, y verifica si no existe ningún problema, para después informar los detalles en el consejo de cada área.
 - Específicamente el Tecnólogo de Procesos Químicos de Planta 2 refleja los datos en un documento denominado Eval Corto³⁶.
 - El Tecnólogo de Procesos Químicos participan en los consejos de las respectivas áreas. En esta reunión se discuten los problemas del día anterior y se organizan y planifican las actividades a realizar durante el día. El Tecnólogo de Procesos Químicos a partir del bosquejo realizado, informa si detectó algún problema.
 - Ya una vez informado del orden del día y de los demás detalles importantes procede a realizar su trabajo.
- **Seguimiento del funcionamiento operativo de las áreas.**
 - Los Tecnólogos de Procesos Químicos son los encargados de velar por el correcto funcionamiento de cada una de las áreas y tienen una relación directa con los

³¹ Planta 1: Donde se realiza la destilación primaria del crudo, a presión atmosférica y al vacío.

³² Planta 2: Aquí se llevan a cabo los procesos de conversión.

³³ Facilidades Auxiliares: Área dedicada a brindar los servicios básicos de la refinería: electricidad, gas, agua, vapor, aire, refrigeración, calor.

³⁴ Operaciones: Área especializada en la venta de productos.

³⁵ MAP: Donde se controlan los movimientos externos e internos de la refinería.

³⁶ Eval Corto: Informe diario.



operadores de las áreas de procesos.

- Los Operadores de Planta son los encargados de garantizar el funcionamiento en las instalaciones tecnológicas, controlar el comportamiento de los parámetros operacionales y de los equipos.
- En el caso de las áreas de Planta 1, Planta 2, y Facilidades auxiliares estos datos son reflejados en un documento denominado Hojas de lectura³⁷.
- En el caso del área de MAP, los datos son reflejados en el Documento SR-71³⁸.
- En el caso de Operaciones estos datos son expresados en Documento 1602³⁹, pero este no es revisado después por el Tecnólogo de Procesos Químicos.
- Los Tecnólogos de Procesos Químicos (Planta 1, Planta 2, Facilidades Auxiliares, MAP) reciben de los Operadores de Planta la información del comportamiento de los parámetros operacionales a partir de los datos expresados en los diferentes documentos. En el caso de Operaciones el Tecnólogo de Procesos Químicos realiza el chequeo de cada uno de los parámetros de forma directa.
- Registran los datos en hojas Excel, analizan e interpretan la información, realizan cálculos de indicadores y verifica que los parámetros de operación se encuentren dentro de los límites permitidos.
- Consultan los resultados de muestras de laboratorio arrojados por el Sistema M-44⁴⁰ y verifican que las condiciones de estas satisfagan las especificaciones correspondientes a cada producto.
- Durante el día verifican que el proceso funcione correctamente y en caso de que existan problemas hace las indicaciones necesarias para encontrar las causas de los mismos y darle solución.

³⁷ Hojas de lectura: Documento donde se registran periódicamente los parámetros operacionales recogidos en el campo

³⁸ Documento SR-71: Modelo de Trasiago, Mercado y Chorro.

³⁹ Documento 1602: Informe Diario de inventarios físicos de productos a granel.

⁴⁰ Sistema M-44: Desde donde se consultan los resultados de laboratorio.



- **Confección de Informes.**

Informe diario (Minuta)

- Los Tecnólogos de Procesos Químicos recogen todos los elementos operacionales, (parámetros de planta, indicadores, muestras de laboratorio etc.)
- Con los elementos operacionales recogidos durante el día, los Tecnólogos de Procesos Químicos Planta 1, Planta 2, Facilidades Auxiliares, MAP) elaboran un Informe Diario denominado Minuta y lo entregan al Especialista principal de Control Operacional (Dirección Técnica). Este informe expresa una síntesis del estado de la planta además incluye la evaluación de los parámetros de la planta.
- En el caso del Tecnólogo de Procesos Químicos de Operaciones, refleja el resumen del día en el Libro del Tecnólogo⁴¹.

Informe de Averías

- Como resultado del trabajo pueden producirse averías o diferentes problemas que influyen en el correcto funcionamiento del proceso tecnológico.
- Si existe avería en algún equipo, el Tecnólogo de Procesos Químicos informa al Jefe de planta para que realice la solicitud de mantenimiento.
- El Tecnólogo de Procesos Químicos se encarga de chequear que el mantenimiento se realice eficientemente.
- Actualizan la información en el Expediente de Equipos⁴².
- Una vez realizada la revisión del estado de las áreas, elabora un informe de Averías y lo entrega al Especialista principal de Control Operacional (Dirección Técnica).
- En el caso del Tecnólogo de Procesos Químicos de Operaciones, refleja los datos en el Libro del tecnólogo.

Informe técnico.

⁴¹ Libro del tecnólogo: Donde se reflejan los datos de interés para Tecnólogo de Procesos Químicos.

⁴² Expediente de equipo: Aquí se reflejan todas las operaciones de reparación y mantenimiento sobre el equipo.



- El Tecnólogo de Procesos Químicos recopila la información reflejada en los diferentes informes realizados durante el mes y confecciona el Informe Técnico. Este informe es entregado al especialista Principal de Control Operacional. Este informe Técnico se confecciona con frecuencia mensual, trimestral, semestral y anual.
- De forma específica el Tecnólogo de Procesos Químicos del área de Planta 1 recibe de la Dirección de Producción el Documento YIELD de donde extrae la información de crudo total corrido mensual. Del Director de la UEB de planta 1, recibe los datos de consumo real de productos químicos, y las Hojas de Parada y Arrancada de donde extrae cantidad de días de parada de planta 1 para obtener el total de días operacionales, e incluye cada uno de estos valores en el Informe Técnico.
- De forma específica, el Tecnólogo de Procesos Químicos de Operaciones recibe del Analista de producción y ventas, un resumen mensual donde aparecen los datos del Inventario Disponible (Inventario Inicial más todas las entradas en el mes), la pérdida real y las salidas totales, un resume de todos los problemas que tuvieron los diferentes equipos hasta final de mes e incluye toda esta información en el Informe Técnico.

Anexo 2 Proceso: Estado operativo de las áreas y chequeo a solución de afectaciones.

Descripción del procedimiento:

- **Orientación sobre tareas y operaciones diarias**
 - El Despachador participa diariamente en la reunión que se realiza con todos los directores de las diferentes áreas.
 - Consulta el Libro de Instrucciones y Tareas Diarias⁴³.
 - Realiza las tareas y ejecuta las instrucciones que están pendientes en el Libro de

⁴³ Libro de Instrucciones y Tareas Diarias: Aquí se registran las instrucciones y tareas diarias a ejecutar en una planta.



Instrucciones y Tareas Diarias.

- **Actualización del estado operativo de las áreas**

- El Despachador recibe vía telefónica el estado de cumplimiento de cada una de las tareas planificadas por las diferentes áreas.
- Recibe los datos del rendimiento y consumo energético de cada una de las plantas.
- Refleja la información recibida en la Hoja de Lectura de rendimiento en planta y en la Hoja de Lectura de consumo energético de las áreas.
- En el caso del área de Marítimo el Despachador solicita vía telefónica el estado de las operaciones a realizar en el puerto.
- El especialista del área de Marítimo informa al Despachador los datos asociados a cada operación realizada.
- El Despachador refleja la información recibida en el Programa Diario de Buques⁴⁴.
- Registra en el Libro Diario⁴⁵ de reportes el estado del plan operativo de las áreas.

- **Chequeo del control de calidad**

- El Despachador consulta en el Sistema M-44 el resultado del análisis de las muestras enviadas al laboratorio y verifica si éstas tienen la calidad necesaria.
- En caso de que no tengan la calidad requerida, informa al responsable del área que envió las muestras al laboratorio, para que tomen las medidas pertinentes con vista a mejorar la calidad del producto.
- El Despachador actualiza el Libro de Reportes⁴⁶ del despacho con los datos de la incidencia.
- El Despachador chequea el estado de los ajustes realizados para mejorar la calidad

⁴⁴ Programa Diario de Buques: Aquí se reflejan las operaciones con buques.

⁴⁵ Libro Diario: Donde se registra todo lo acontecido en el turno.

⁴⁶ Libro de Reportes: Para registrar las incidencias por falta de calidad en un producto y una rotura o avería en la planta.



del producto analizado.

- Actualiza el Libro de Reportes del despacho con la información recogida en el paso anterior.
- **Chequeo del estado de solución de afectaciones y averías**
 - El Despachador solicita al especialista del área donde se está realizando la reparación el estado de dicha tarea.
 - El especialista informa del estado de las labores de reparación al Despachador.
 - El Despachador refleja en el Programa de Averías⁴⁷ y en el Libro de Reportes de despacho la información recibida.

Anexo 3 Proceso: Control de inventario de tanques.

Descripción del procedimiento:

- **Control de inventarios**
 - El Despachador recibe diariamente los datos de inventario de asfaltos disponibles por parte del Área de MAP.
 - Con estos datos elabora el Inventario de Asfaltos⁴⁸ y lo envía a la distribuidora.
 - El Despachador recibe desde la Terminal 221 y MAP los datos de inventario en tanques y de PUMAGAS los datos de disponibilidad de gas licuado (LPG).
 - Registra la información recibida en el registro de inventario en tanques.

Anexo 4 Proceso: Confección del YIELD.

Descripción del procedimiento:

⁴⁷ Programa de averías: Para registrar las averías detectadas y el estado de las reparaciones a las mismas.

⁴⁸ Inventario de Asfaltos: Donde se registra la disponibilidad de asfaltos.



- **Actualización del estado operativo de plantas**
 - El Despachador recibe los datos del rendimiento y consumo energético de cada una de las plantas.
 - Refleja la información recibida en la Hoja de Lectura de rendimiento en planta y en la Hoja de Lectura de consumo energético de las plantas.
 - Recibe vía telefónica el estado de cumplimiento de cada una de las tareas planificadas por las diferentes áreas.
 - Registra en el Libro Diario de reportes el estado del plan operativo de las plantas.
- **Confección de YIELD Diario y mensual**
 - El Tecnólogo de Procesos Industriales de Despacho consulta los datos del consumo energético y de rendimiento de materia prima primaria.
 - Elabora un reporte de los energéticos.
 - Consulta la información del estado operativo de las áreas.
 - Basado en con los datos de los rendimientos de la materia prima, el reporte de los energéticos y la información de las plantas elabora un YIELD diario. Al final de mes se realiza el YIELD acumulado que contiene los valores de ese período.
 - Tanto el YIELD diario como el acumulado se envían a la Dirección de la refinería.

Anexo 5 Proceso: Control de operaciones de planta y movimiento de productos.

Descripción del procedimiento:



- **Emisión de órdenes de operaciones diarias**
 - El Tecnólogo de Procesos Industriales asiste al Consejo diariamente. Se conforma el Programa donde se organizan y planifican las actividades a realizar durante el día y que tributa al Libro de Órdenes⁴⁹ de MAP.
 - En esta reunión el Tecnólogo de Procesos Industriales, informa si detectó algún problema y si se dejó de cumplir alguna operación en las plantas programada en el Programa del día anterior.
 - El Operador de MAP recepciona y transmite las órdenes provenientes de despacho.
 - Discute el programa de productos con despacho y llena el Libro de Órdenes de las Operaciones Diarias, donde el Operador se encarga de separar por área de trabajo las operaciones y se las transmite a los operadores.

- **Control de las operaciones en la planta**
 - El Operador se encarga de registrar diariamente en el modelo Trasiego los movimientos internos de la planta, en el modelo Mercado se registran los movimientos destinados a clientes y en el modelo Chorro se registran los inyectos entre tanques. (Documento SR71).
 - Se encarga de hacer medidas cada cuatro horas para controlar los movimientos en los tanques y diariamente se hace un cierre a las seis de la tarde.
 - El Operador se encarga de realizar las coordinaciones con Sistema M-44 y despacho para operaciones en la planta y verifica si los tanques tienen certificado para realizar movimientos.
 - Reporta operaciones no concluidas y fallos en el Libro de Incidencias⁵⁰.

⁴⁹ Libro de Órdenes: Donde se registran las órdenes diarias para ejecutar en la planta.

⁵⁰ Libro de Incidencias: Donde se registran todas las incidencias en un turno.



Anexo 6 Proceso: Control de salida de productos.

Descripción del procedimiento:

- **Control diario de salidas de productos**
 - El Tecnólogo de Procesos Industriales recepciona los datos de las salidas de productos basados en las mediciones reales de la entrega que envía la Terminal 221.
 - De no efectuarse la salida por estas vías el Tecnólogo de Procesos Industriales concilia con Aeropuerto o Marítima para obtener los datos para la emisión de la factura.
 - La factura se envía a la Distribuidora para cobrar al cliente relacionado con la entrega.
- **Confección de Balance de Combustible mensual**
 - Al final de mes se realiza un Balance de Combustible General y Por Vías para obtener la forma de distribución de los productos.
 - Después de conciliado se le entrega a Economía
- **Control de inventario.**
 - Diariamente el Tecnólogo de Procesos Industriales recibe el SR-71 provenientes de MAP de donde se obtienen los movimientos, operaciones y mediciones entre los tanques.
 - Se consultan las mediciones reales de los productos entregados provenientes de los reportes de la Terminal 221, Aeropuerto o Marítima.
 - Con estos datos se confecciona el Inventario de productos para generar las ventas y llevar el parte comercial del día.

Anexo 7 Proceso: Certificación de mediciones e inventarios de tanques.

Descripción del procedimiento:



- **Certificación de mediciones en tanques**
 - El Supervisor de Control recibe las Boletas de Medición⁵¹ de los Operadores de Campo y obtiene las Mediciones de los Tanques de Consola.
 - Analiza los datos y según sus consideraciones emite las Certificaciones de las Mediciones a Exportación Marina (MCP/ Terminal Marino) y a SISCO (Distribución Venezuela).
- **Cierre de inventario**
 - El Supervisor de Control recibe el Inventario de Tanque de parte de los Operadores de Campo.
 - Revisa la información y emite el Inventario de Tanque ya revisado y actualizado al Superintendente de Turno.
- **Realización de Informe de Gestión Mensual**
 - El Supervisor de Control consulta el Libro de Guardia, el cual resume las actividades realizadas, diariamente.
 - Ya consultado el Libro de Guardia, consolida la información y elabora el Informe de Gestión Mensual, el cual es entregado al Supervisor de Sección de Recibo y Suministro.

Anexo 8 Proceso: Programación de operaciones con buques.

Descripción del procedimiento:

- **Elaboración de Programa mensual de Buques**
 - El Coordinador de Programación de Operaciones participa en las reuniones de coordinación mensual de operaciones.

⁵¹ Boletas de medición: donde se registran las mediciones obtenidas en el campo.



- El Coordinador de Programación de Operaciones elabora el Programa Mensual de Buques a partir de necesidades planteadas y emite una copia al Terminal Marino.
- **Elaboración de programación diaria de arribo de buques**
 - El Coordinador de Programación de Operaciones recibe la Nominación de Buques desde Corporativo y consulta el Programa Mensual de Buques⁵².
 - El Coordinador de Programación de Operaciones confecciona la Programación Diaria de Atraque y la envía al Terminal Marino.
- **Formulación de mezclas de productos**
 - El Analista de Productos de Programación de Operaciones recibe el Inventario de Insumos⁵³ y el Registro de Bombeo desde Recibo y Suministros, las calidades de los productos a preparar desde Laboratorio, un Reporte Diario desde Distribución Venezuela, la Guía Operacional y el Plan Semanal desde Programación y Economía
 - Analiza la información recibida, consulta el Programa Mensual de Buques y las Normas Internacionales de Calidad de los productos a preparar.
 - Determina si existe déficit de algún insumo.
 - En caso afirmativo, es decir si se detecta déficit en algún insumo, el Analista de Productos procede a la importación del mismo de ser necesario.
 - Realiza la formulación de mezclas de productos según especificaciones y las incluye en los Lineamientos Diarios de Operación que son enviados a Recibo y Suministros, Ingeniería de Procesos, Gerencia de Operaciones y a Programación y Economía.
- **Elaboración de Estrategias Operacionales**
 - El Supervisor de Productos de Recibo y Suministros recibe un conjunto de informaciones para poder elaborar las Estrategias de Operaciones. Recibe los Lineamientos Operacionales Diarios⁵⁴ y la Programación de Buques de parte de

⁵² Programa Mensual de Buques: Aquí se registra el pronóstico mensual de arribo de buques y las operaciones con los mismos.

⁵³ Inventario de Insumos: Donde se registra la materia prima con la que se cuenta.

⁵⁴ Lineamientos Operacionales Diarios: Guía para la realización de las operaciones diarias en la planta.



Programación de Operaciones. Recibe el Informe de Calidades de Productos de parte del Laboratorio. También recibe el Informe de Estado de Operaciones de parte del Supervisor de Turno.

- Elabora las Estrategias de Operaciones.
- Una vez elaboradas las Estrategias de Operaciones, el Supervisor de Productos los entrega al Supervisor de Turno, al Supervisor de Control, a los Técnicos de Campo y al Operador de Primera.
- **Supervisión de realización de dietas y mezclas**
 - El Supervisor de Turno recibe de los Supervisores de Productos (blancos y negros) los Lineamientos de Programación Diarios, del personal de campo recibe las Boletas de Mediciones en tanques, de la Sala de Control recibe Información de patio de tanques (mediciones de cantidades de productos en tanques, estado de equipos, etc.), y del Laboratorio recibe Informes de pruebas realizadas a productos.
 - El Supervisor de Turno supervisa que los datos recibidos se encuentren entre los valores permisibles, garantizando la calidad del proceso.
 - El Supervisor de Turno a partir de la información recibida elabora el Cierre de Productos Blancos y Negros que entrega a los Supervisores de Productos, el Informe de Estado de Operaciones que entrega al Superintendente de Turno, y el Reporte de Volúmenes de Productos que entrega a Distribución Venezuela.
- **Elaboración Informe Mensual de Inventario y actividades realizadas**
 - El Supervisor de Productos recibe el Informe Diario de Operaciones de parte del Supervisor de Turno.
 - El Supervisor de Productos realiza un consolidado de la información recibida y elabora el Informe Mensual de Inventario.
 - Finalmente el Supervisor de Productos envía el Informe Mensual de Inventario a Contabilidad del Petróleo.
- **Programación, Monitoreo y Control de Parámetros**
 - El Supervisor de Control recibe los Lineamientos Operacionales de parte del



Supervisor de Productos.

- El Supervisor de Control discute y explica los Lineamientos recibidos con los Operadores.
- Ya discutidos los lineamientos el Supervisor de Control procede a programar las mezclas y realiza el arranque.
- Una vez iniciado el proceso el Supervisor de Control monitorea y controla constantemente las dietas y mezclas de productos.
- Finalmente el Supervisor de Control confecciona el Libro Diario de Operaciones donde recoge y describe todas las actividades realizadas durante el día en la planta.
- EL Supervisor de Control entrega este libro al Superintendente MCP, al Supervisor de Sección, a los Técnicos de Campo y a los Operadores.

Anexo 9 Proceso: Gestión de Información de operaciones con buques.

Descripción del procedimiento:

- **Conformación de Documentación de Operaciones con Buques**

- El Supervisor de Turno recibe varios datos. Recibe la Nominación de Buques del Corporativo Caracas, recibe los Datos de Arribo de la Compañía Naviera y la Programación Diaria de parte de Programación de Operaciones.
- Analiza toda la información y realiza los ajustes que considere en la Programación Diaria, emitiendo una Programación Diaria ajustada a la situación real, donde se tiene en cuenta las demoras de los buques y otras incidencias imprevistas.
- Recibe las Mediciones en Buques y las Mediciones en Tierra (Boletas de Aforación) de parte del Buque y de Recibo y Suministro respectivamente.
- Introduce los datos recibidos en el Sistema RD⁵⁵.

⁵⁵ Sistema RD: Sistema especializado para el área de Recibo y Despacho.



- Una vez introducidos los datos el Supervisor de Turno determina si existen diferencias entre los datos de tierra y los datos del buque.
 - ◆ En caso negativo se procede a realizar el despacho del barco.
 - Una vez despachado el barco el Supervisor de Turno conforma la documentación .Esta documentación es el Expediente 30, donde aparecen registradas todas las operaciones realizadas desde el arribo del buque hasta que zarpa.
 - El Supervisor de Turno entrega el Expediente 30 a las autoridades del Buque y a Gestión de Terminal Marino.
 - El Supervisor de Turno archiva el Expediente 30.
 - En caso afirmativo se emite una Carta de Protesta a Caracas y finaliza el procedimiento.
- El Supervisor de Turno registra en el Libro de Incidencia cualquier operación o evento ocurrido durante su jornada laboral.
- Elabora un Informe Diario donde recoge todas las operaciones e incidencias que tuvieron lugar durante el día.
- Entrega el Informe Diario al Supervisor de Sección y a Programación de Operaciones.
- **Elaboración de Informe de Análisis de Demoras Potenciales**
 - El Analista de Operaciones consulta las Hojas de Tiempo⁵⁶ de los Expedientes 30 archivados.
 - El Analista de Operaciones analiza las demoras de los buques.
 - Partiendo del análisis realizado el Analista de Operaciones confecciona el Informe de Análisis de Demoras Potenciales.
 - El Analista de Operaciones entrega el Informe de Análisis de Demoras Potenciales a

⁵⁶ Hojas de Tiempo: Donde se registra el tiempo de cada buque.



la Superintendencia y al Analista de Reclamos de Caracas.

- **Elaboración de Informe de Facturas de Recobros y servicios portuarios**
 - El Analista de Operaciones consulta el Expediente 30.
 - El Analista de Operaciones analiza los datos del Expediente 30 y determina si el buque es fletado PDVSA.
 - En caso afirmativo el Analista de Operaciones introduce los datos del buque en el Sistema RD y finaliza el procedimiento.
 - En caso negativo el Analista de Operaciones procede a confeccionar la factura.
 - Una vez confeccionada la factura la entrega a la Agencia Naviera, a Finanzas Internacionales y a Contabilidad del Petróleo.
- **Confección Semanal de Volúmenes Recibidos despachados.**
 - El Analista de Operaciones consulta el archivo de Expedientes 30, realizando un análisis y estudio detallado de toda la información.
 - Partiendo de la información consultada el Analista de Operaciones realiza un consolidado de la información y confecciona el Informe Semanal de Volúmenes Recibidos-Despachados.
 - El Analista de Operaciones entrega este informe al Superintendente MCP, al Analista de Productos, a Programación y Economía, a Programación de Operaciones, a MENPET y a la Aduana.
- **Elaboración de Informes de Nóminas de tiempo y de Combustible marino entregado.**
 - El Analista de Operaciones recibe el Desglose de Tiempo de parte del Supervisor de Turno.
 - El Analista de Operaciones consulta el Cuadro de Guardia.
 - Después de haber analizado ambos documentos, el Analista de Operaciones genera el Informe de Nóminas de Tiempo, el cual entrega al Analista de Nóminas de MCP.



- El Analista de Operaciones consulta la información a través del Sistema RD.
- El Analista de Operaciones analiza y consolida toda la información.
- El Analista de Operaciones partiendo con toda la información genera el Informe de Combustible Marino entregado.
- El Analista de Operaciones entrega el Informe de Combustible Marino entregado a Contabilidad del Petróleo, al Superintendente y al Supervisor de Sección.
- **Confección de Informe de Gestión Mensual.**
 - El Supervisor de Sección analiza la información contenida en el Archivo de Información de Gestión de Terminal Marino. Este informe contiene los datos de los Buques, la cantidad de volúmenes despachados y recibidos, las demoras de buques, las demoras por servicios portuarios, entre otros datos.
 - Partiendo del análisis de toda la información el Supervisor de Sección confecciona el Informe de Gestión Mensual.
 - El Supervisor de Sección entrega el Informe de Gestión Mensual al Superintendente y a Programación y Economía.

Anexo 10 Proceso: Coordinación y chequeo de actividades de mantenimiento.

Descripción del procedimiento:

- **Coordinación de la realización de las actividades de mantenimiento especificadas en la programación diaria (el día a día).**
 - El Supervisor de Campo participa en las reuniones diarias con todos los supervisores y Superintendentes de Operaciones y Mantenimiento. Se intercambian criterios y se ajustan las tareas de operación y de mantenimiento así como se le da seguimiento a los trabajos pendientes.
 - El Supervisor de Campo emite los Lineamientos Diarios de operación al Técnico de Campo especificando las prioridades en las labores a realizar. Garantiza las condiciones técnicas y de seguridad en el área de modo que el personal de



mantenimiento pueda realizar su trabajo de modo eficiente y en un marco de seguridad adecuado y a su vez designa un Técnico como Supervisor de los trabajos de mantenimiento.

- **Supervisión de los trabajos de mantenimiento**

- El Técnico consulta los Lineamientos Diarios recibidos del Supervisor y determina si se trata de una muestra rutinaria.
 - ◆ En caso de que la muestra es rutinaria, el Técnico de Campo toma la muestra y la coloca en el punto asignado para su recogida por el personal de laboratorio.
 - ◆ En caso de que la muestra sea especial el Técnico de Campo recibe de parte del Supervisor de Campo la notificación de tomar la muestra.
 - ◆ El Técnico de Campo toma la muestra y la lleva directamente al Laboratorio.
- El Técnico de Campo se encarga de propiciar las condiciones operativas y de seguridad adecuadas al personal encargado del mantenimiento y garantizar mediante la supervisión directa, la calidad de los trabajos de mantenimiento. Entre los trabajos de mantenimiento por los que debe responder se encuentra el Recibimiento, alineación y puesta en marcha de equipos, para lo cual debe responder por las siguientes tareas:
 - ◆ Desmontar o desalinear el equipo del proceso.
 - ◆ Realizar seguimiento y supervisión del trabajo de mantenimiento programado.
 - ◆ Montar y poner en servicio (alinear) el equipo una vez reparado, así como proceder a la puesta en marcha del mismo en presencia del personal involucrado (personal de mantenimiento, inspectores preventivos y predictivos, etc).
- El Técnico de Campo notifica verbalmente al Supervisor de Campo todas las incidencias que impliquen la solicitud de un posible servicio de mantenimiento.
- Refleja en el Libro Diario todas las incidencias ocurridas durante su turno de trabajo, quedando actualizado este libro.

- **Actualización de Libro de trabajo.**



- El Supervisor de Campo es el encargado de registrar en el libro de guardia las incidencias ocurridas en el turno, a partir de lo reflejado por los técnicos de campo.

Anexo 11 Proceso: Atención a Necesidades de Formación.

Descripción del procedimiento:

- **Elaboración de e DNF (Plan de Detección de Necesidades de Formación)**
 - El Supervisor recibe las solicitudes de superación de cada persona según su perfil ocupacional y valora sus necesidades de formación más importantes.
 - El Supervisor registra en un modelo las necesidades de formación de cada trabajador y envía al Superintendente para su aprobación.
- **Aprobación de DNF**
 - El superintendente recibe de parte de los Supervisores el documento de Detección de las Necesidades de Formación, lo revisa, aprueba y envía a la Gerencia de Recursos Humanos.

Anexo 12 Proceso: Funcionamiento operativo de las plantas.

Descripción del procedimiento:

- **Seguimiento y control de variables de proceso y estado operacional de la plantas.**
 - El Supervisor de Control de Procesos (Consolista) es el técnico encargado de supervisar en tiempo real el funcionamiento de la planta, dándole seguimiento a través de los sistemas SCADA y elementos convencionales (Indicadores, registradores, PLC, etc.) a todas las variables y parámetros asociados a la misma. Además de lo anterior, el Consolista se apoya vía radio en los Técnicos de Campo y Operadores del área para darle cumplimiento a las instrucciones operacionales. Se apoya también en los procedimientos de trabajo.
 - El Consolista promueve el seguimiento de los equipos que están en mantenimiento a



través del intercambio directo con los Técnicos de Campo.

- Informa periódicamente, de forma verbal al Supervisor de Sección, el estado de los equipos que se encuentran en mantenimiento.
- El Consolista está atento a cualquier señal de alarma, incidente o accidente que se produzca en cualquier equipo o área de la planta. Esta información la obtiene a través de los sistemas SCADA y elementos convencionales (Indicadores, registradores, PLC, etc.).
- Ante la ocurrencia de una alarma, el Consolista sigue el procedimiento establecido para estos casos, ejecuta las correcciones pertinentes y de ser necesario se apoya en los técnicos de campo y operadores del área vía radio. Esto es válido también, para el caso de incidentes (Ej.: una fuga) o accidente.
- En dependencia de la envergadura del suceso acciona los mecanismos de seguridad correspondientes.
- Refleja en el Libro de Trabajo⁵⁷ los pormenores de las alarmas (las significativas), del incidente o del accidente y las medidas operativas tomadas.
- En casos significativos, elabora un informe extraordinario dirigido al Supervisor de sección.
- El Consolista refleja, en el Libro de Incidencias, todos los eventos que van aconteciendo en el funcionamiento de la planta durante su turno de trabajo.
- Al final de la jornada actualiza al Consolista del turno entrante de todo lo acontecido en la instalación y en el estado en que le entrega la misma.
- **Supervisar actividades operacionales de la planta**
 - Recibe por correo electrónico informes de parte de los Operadores de Campo, estos informes reflejan la situación de la planta y cualquier anomalía detectada. Además este informe también es registrado en el Reporte de Guardia, donde es consultado

⁵⁷ Libro de Trabajo: Donde el Consolista refleja lo ocurrido en su horario de trabajo.



por los operadores de consola.

- El Supervisor de Sección recibe diariamente información del Supervisor de Control de Procesos, del Supervisor de Campo, Técnicos de Campo y Equipo de Confiabilidad (Inspección y Corrosión, Ingenieros de Procesos, Mto Predictivo, Laboratorio, etc.) acerca del estado operacional de la planta, estado de labores de mantenimiento, etc.
- Elabora la guía diaria de estado operacional de la planta con la información relevante recibida, la archiva, y envía copia a su Superintendente, Operadores, Técnicos, personal de Mto,
- El Supervisor Lleva un control detallado de los indicadores de su área, entiéndase trabajos realizados vs. trabajos planificados, retrasos, causas de los retrasos, etc.
- Envía periódicamente por correo al Superintendente los indicadores de gestión registrados, es decir el Informe de Indicadores de Gestión.
- El Coordinador Mecánico constantemente supervisa el tiempo de trabajo de todos los operadores bajo su mando. Diariamente confecciona una planilla con el tiempo de trabajo de cada operador (jornada ordinaria, horas extras, compensatorios, etc) y la entrega personalmente a su Supervisor, el cual los revisa y lo aprueba
- El Supervisor recibe de parte del Coordinador Mecánico una planilla con el tiempo de trabajo de cada operador.
- Revisa detalladamente estos datos y los registra en el Sistema SIRET⁵⁸. Estos datos también son consultados y aprobados por el Superintendente
- El Supervisor realiza diariamente un informe donde refleja el trabajo realizado, el por ciento de la labor concluida, el por ciento de la labor pendiente y las incidencias o eventos ocurridos.
- A partir de estos datos envía por correo el Informe Diario al Planificador de Mantenimiento, al Planificador de Operaciones, al Programador de Operaciones, al

⁵⁸ Sistema SIRET: Sistema Integral de Reportes de Tiempo del Trabajador.



Programador de Mantenimiento y a su Superintendente.

- El Supervisor de Sección Obtiene datos de varias fuentes para confeccionar el Informe Mensual, por ejemplo: consulta el InfoPlus⁵⁹ para obtener los valores de producción diarios y los promedia, consulta el Libros de Reporte de Guardia de donde toma los hechos más relevante del mes, además consulta la ruta de chequeo semanal que recibe de parte de Mantenimiento Preventivo y los datos de químicos de parte de Control de Químicos.
- Analiza y consolida toda la información recibida y partiendo de ella elabora el Informe Mensual que entrega a la Superintendencia.
- **Verificación del correcto funcionamiento del departamento**
 - El Superintendente participa activamente en las Reuniones de Confiabilidad y en las Reuniones de Equipos Naturales. En ambas reuniones se organizan y planifican todos los trabajos a realizar con la participación de representantes de todas las gerencias y departamentos. En la reunión de Equipos Naturales se hace énfasis en las actividades diarias a realizar y en las Reuniones de Confiabilidad se da seguimiento a todas las actividades planificadas, para establecer los por cientos de avance, de retraso, las causas de las demoras o dificultades y si es necesario se modifican las estrategias de trabajo.
 - Participa continuamente en reuniones con la gerencia, pueden ser reuniones con su gerencia o con la gerencia general de toda la Refinería. En estas reuniones el Superintendente trasmite el estado actual de desempeño de su departamento e informa detalladamente de todo el funcionamiento del mismo
 - El Superintendente recibe de parte de los Supervisores los Informes Mensuales de cada una de sus áreas respectivas.
 - Revisa y consolida toda la información.
 - Con toda la información consolidada, elabora un Informe Mensual que envía a la

⁵⁹ InfoPlus: Donde se recoge los datos del comportamiento de las variables del proceso.



Gerencia.

- Recibe periódicamente por correo de parte de los Supervisores los indicadores de gestión registrados, es decir el Informe de Indicadores de Gestión.
- El Superintendente revisa el Informe y lo presenta a la Gerencia.
- El Superintendente recibe de parte de los Supervisores el Registro de Tiempo de cada trabajador, lo revisa, aprueba y entrega a la Gerencia de Finanzas.

Anexo 13 Proceso: Gestión de actividades de laboratorios.

Descripción del procedimiento:

- **Discusión de las actividades del turno**
 - El Supervisor de Turno presenta en la Reunión de Operaciones el Informe de Laboratorio con el estado de los análisis realizados anteriormente y recomendaciones. En esta reunión participan Gerencia AIT⁶⁰, Mantenimiento, Gerencia Técnica, Superintendente de Turno y supervisores de cada área de Operaciones.
 - Se discuten los puntos de interés correspondiente a cada una de las áreas.
- **Elaboración de lineamientos y prioridades de la Jornada**
 - En dependencia de los acuerdos tomados en la reunión, los Supervisores de planta hacen cambios en cada una de sus plantas si es necesario.
 - ◆ Si existen muestras especiales se buscan las especificaciones y la necesidad específica del examen.
 - El Supervisor de Laboratorio conforma la lista de actividades prioritarias y se reúne con su personal para transmitir los lineamientos.

⁶⁰ Gerencia AIT: Gerencia de Automática Informática y Telecomunicaciones.



- **Análisis de Muestras Rutinarias**
 - El Laboratorista Integral recibe la información del APRIL⁶¹ correspondiente a los análisis que se deben realizar para cada una de estas muestras.
 - Se realizan los análisis
 - Se pasan los resultados obtenidos al APRIL.
- **Análisis de Muestras Especiales**
 - El Laboratorista Integral recibe por parte del Superintendente de Operaciones la muestra a analizar y el dígalo correspondiente.
 - Se le realizan los análisis correspondientes y los resultados se cargan al APRIL.
- **Análisis de Muestras de exportación Nacionales e Internacionales.**
 - El Laboratorista Integral recibe la nominación emitida por el cliente por medio de la Gerencia de Operaciones, esta llega a laboratorio con la muestra a analizar.
 - Se realizan los análisis a cada una de las muestras.
 - Los datos resultantes son cargados al APRIL y se emite un Certificado de Calidad para que sea firmado por el Supervisor y entregado a Operaciones.
 - ◆ Si el producto del cual se obtuvo la muestra es para un cliente nacional operaciones le entrega el certificado a Distribución.
 - ◆ En caso de ser para un cliente extranjero, operaciones le entrega el certificado al inspector de carga.
- **Revisión de resultados por grupos.**
 - Se revisa toda la data de los resultados de los análisis realizados en el turno.
 - Las características no críticas de los exámenes se muestran inmediatamente que estos se ejecuten.
 - Las características críticas de los exámenes se muestran inmediatamente al Supervisor para que este las apruebe y se publiquen los resultados.
 - ◆ Si existen desviaciones se elabora un informe para volver a realizar análisis.

⁶¹ APRIL: Este sistema indica los análisis a realizar para cada muestra.



- ◆ Si las desviaciones se producen nuevamente se elabora un informe de no conformidad y es presentado en la reunión de actividades de turno y emitido directamente a Operaciones.
- ◆ Se emite la aprobación de resultados.
- **Publicación de resultados de análisis rutinarios**
 - El Laboratorista Integral recibe los resultados aprobados de parte del Supervisor de Laboratorio.
 - Publica los resultados de los análisis rutinarios. Este resultado es utilizado por todas las gerencias de la refinería, además del Supervisor de Laboratorios.
- **Publicación de resultados de análisis de muestras especiales**
 - El Laboratorista Integral recibe los resultados aprobados de parte del Supervisor de Laboratorio.
 - Publica y envía los resultados de los análisis Especiales a la Gerencia Operaciones.
- **Elaboración de Certificados de Calidad.**
 - El Laboratorista Integral recibe los resultados aprobados de parte del Supervisor de laboratorio.
 - Elabora el Certificado de Calidad y lo envía directamente al Supervisor de Laboratorio.
- **Aprobación de Certificados de Calidad**
 - El Supervisor de Laboratorio recibe el Certificado de Calidad de parte del Laboratorista Integral para ser aprobado.
 - Una vez revisado el certificado se aprueba y se envía a la Gerencia operaciones.
 - El Supervisor se encarga de redactar un informe al superintendente con los resultados de los análisis efectuados por los Laboratoristas y un informe de equipos verificar.
- **Generación de Informes**
 - El Superintendente recibe de mano de los Supervisores el Informe de los Resultados de los análisis efectuados por los Laboratoristas y el Informe de Inventario de



Equipos por verificar.

- Analiza el contenido del Informe, elabora recomendaciones y se presentan en informes a las entidades implicadas. Estos informes son:
 - ◆ Informe de Resultados de los Análisis Rutinarios de los Procesos de Refinería (Operaciones, Mantenimiento y Gerencia Técnica).
 - ◆ Informe de Resultados de los Análisis para Certificaciones (Gerencia de Operaciones).
 - ◆ Informe de Ambiente al departamento de Ambiente (Gerencia de Ambiente e Higiene Ocupacional).
 - ◆ Informe de Volúmenes y Calidades (Ministerio de Energía y Petróleo (MENPET)).

Anexo 14 Proceso: Control de situaciones de Corrosión.

Descripción del procedimiento:

- **Seguimiento diario a variables operacionales**
 - El Supervisor de Corrosión recibe datos de análisis de Laboratorio. (APRIL)
 - Analiza la información recopilada y elabora un plan de muestreo para cada una de las unidades de planta a través del Sistema de Inspección de Lazos para la Confiabilidad Operacional (SILCO).
 - Da seguimiento al cumplimiento del plan de muestreo emitido.
- **Selección o Corroboración de Metalurgia**
 - Se recibe de la Gerencia de Operaciones o Mantenimiento la solicitud de selección o corroboración de metalurgia (vía correo electrónico).
 - Consulta el Archivo de Ingeniería de Instalaciones en busca de documentación técnica asociada a la metalurgia (documento de Mecanismo de Degradación, archivos de reportes de fallas de equipos, normas, etc.).
 - Analiza la información y se envía un Informe de Corrosión a Ingeniería de Procesos para que haga las recomendaciones necesarias.



- Genera una NDI y la envía a la gerencia que la requiera.
- Guarda la NDI generada en el Archivo de Ingeniería de Instalaciones.

Anexo 15 Proceso: Coordinación de reparación de equipos estáticos y tuberías.

Descripción del procedimiento:

- **Ejecución de Plan diario de Inspección.**
 - Se consulta el Plan de Inspección y se determinan las inspecciones a realizar en el día.
 - Se procede a realizar las inspecciones (visual y medición de espesores) para equipos estáticos y líneas respectivamente.
 - Los datos recopilados en las inspecciones de líneas son descargados en el sistema SILCO.
 - De acuerdo a los resultados de las inspecciones se elaboran las Notas de Inspección (NDI). Estas NDI se emiten a Gerencia de Mantenimiento/Conversión y Tratamiento, con copia a Gerencia de Operaciones.
 - Se guarda la NDI en el Archivo de Ingeniería de Instalaciones.
- **Auditoría de Actividades en talleres foráneos.**
 - Se recibe la solicitud de auditoría en talleres foráneos por parte de la Gerencia de Mantenimiento.
 - Se audita la construcción de los equipos en talleres foráneos.
 - Se elaboran la NDI correspondiente y se envían a la Gerencia de Mantenimiento.
 - Se guarda la NDI en el Archivo de Ingeniería de Instalaciones.
- **Inspección de Emergencias.**
 - Recibe solicitud de inspección de emergencia por parte de la Gerencia de Mantenimiento o Gerencia de Operaciones.
 - Realiza inspección.
 - Genera NDI y la emite a la gerencia solicitante.



- Se guarda la NDI en el Archivo de Ingeniería de Instalaciones.
- **Elaboración de Informe mensual**
 - Se recopilan los aspectos resaltantes, NDI generadas, ejecutadas y pendientes, avances de planes de inspección.
 - Se elabora el Informe Mensual.
 - Se envía al Gerente de Gerencia Técnica.

Anexo 16 Proceso: Evaluación de procesos.

Descripción del procedimiento:

- **Realización de evaluaciones de Procesos**
 - Diariamente se recopila la información de las unidades de planta involucradas.
 - ◆ Data del comportamiento de las variables de proceso (InfoPlus o data de consola).
 - ◆ Resultado de los análisis de laboratorio (APRIL).
 - ◆ Reportes de Consolista diarios (Gerencia de Operaciones).
 - ◆ Planos de Instrumentación (SIMDE, Planoteca).
 - ◆ Hoja de vida de equipos.
 - Se detectan optimizaciones o mejoras a los procesos.
 - En dependencia de la complejidad de lo detectado se utilizan simuladores (mayor complejidad) o se realiza un control estadístico (menor complejidad).
 - Se genera una Nota Técnica con los resultados del estudio realizado.
 - ◆ Si el resultado conlleva a una solución de manejo de cambio se emite la Nota Técnica a Ingeniería de Instalaciones/Ingeniería de Planta para que realicen lo presentado en la nota.
 - ◆ Si el resultado requiere de la realización un proyecto, se emite la Nota Técnica a Ingeniería de Proceso/ Diseño y proyecto para que se ejecuta la fase de visualización.



- ◆ En caso que el resultado tenga implicaciones menores se envía la Nota Técnica a Operaciones, con copia a las demás áreas implicadas (ejemplo: Laboratorio, AIT, etc.).
- **Realización de evaluación preliminar.**
 - El Supervisor de Diseño y Proyecto recibe de las demás áreas de la superintendencia de Ingeniería de Procesos la necesidad de una mejora de planta. (Nota Técnica).
 - Realizan especificaciones técnicas preliminares.
 - Evalúan si la próxima etapa del proyecto pueden ser ejecutada por el personal de esta área.
 - ◆ Si no es ejecutado por este personal, se envía las especificaciones técnicas a la Gerencia de Contratación para contratar una empresa que asuma la ejecución. Se define un responsable que de seguimiento a la ejecución de las actividades definidas para la fase en que se encuentra el proyecto.
 - ◆ Si es ejecutado por este personal se define un responsable para que ejecute las actividades definidas para la fase en que se encuentra el proyecto.
 - ◆ El proyecto consta de diferentes fases, Visualización, Conceptualización, y Diseño Básico de Proceso.
 - Visualización.
 1. Planificación y seguimiento de la ejecución de las actividades del proyecto.
 2. Recopilación de datos en campo.
 3. Simulación de procesos.
 4. Balance de materia y energía.
 5. Búsqueda de información.
 - Se determina si será realizada esta etapa del proyecto por los Ingenieros de Diseño y Proyecto o por terceros.
 - ◆ En caso que sea desarrollado por el personal de Diseño y Proyecto se designa un líder. De ser necesario se contrata personal para que brinden apoyo en la realización de esta etapa del proyecto.



- ◆ En caso que sea desarrollado por una contratista se envían las especificaciones del proyecto a la Gerencia de Contratación.
- Se generan los documentos correspondientes a la fase de ejecución en la que se encuentre el proyecto (en este caso Visualización).
- Se genera el DSD para evaluar posibilidad de pasar a la próxima fase.
- Requerimiento de evaluación económica del proyecto.
- ◆ Se envía a Programación y Economía el DSD.
- **Realización de Evaluación Económica.**
 - Programación y Economía recibe el DSD y los requerimientos de evaluación Económica. Realiza la evaluación económica. En caso que sea un proyecto relacionado con ambiente o con seguridad operacional devuelve como resultado la opción a menor costo, en otro caso devuelve la TIR y VPN.
 - El Grupo de Decisión determina si el proyecto continúa.
 - Se pasa a la próxima fase en caso que el proyecto continúe.
 - ◆ Conceptualización. Se realizan las mismas actividades que en la fase de Visualización, con la diferencia que a este nivel se reducen las incertidumbres respecto a la etapa de Visualización.
 - ◆ Diseño Básico de Proceso. Se realizan las mismas actividades que en la fase de Conceptualización, con la diferencia que a este nivel se reducen las incertidumbres respecto a la etapa de Conceptualización. Los estimados en esta etapa son estimados clase II.

Anexo 17 Encuesta aplicada al panel de expertos.

Estimado profesor (a):

Usted ha sido seleccionado por sus conocimientos en el área de refinación, en procesos de información y sus conocimientos de informática, además de la experiencia que lo avala en el trabajo en el negocio de refinación, para evaluar la propuesta de Plataforma Informática Integral para una “Refinería Referencia”. Esta propuesta se basa en el estudio y análisis previo de dos



casos de estudio, la Refinería “El Palito”, Venezuela y la Refinería “Nico López”, Cuba. El estudio de negocio realizado, en ambas instituciones, concilió una serie de procesos homólogos tanto desde el punto de vista industrial como informativo, lo cual constituyó el fundamento para el diseño de la “Refinería Referencia”. Sobre el diseño de esta refinería se basa la propuesta de Plataforma Informática Integral.

1- ¿Considera usted que la propuesta facilitará la identificación de posibles soluciones en el negocio de refinación?

Sí___ No___ ¿Por qué?

2- ¿Considera usted que la propuesta abarca las necesidades principales que se reflejan en las áreas claves de una refinería?

Sí___ No___ ¿Por qué?

3- ¿Considera usted que la propuesta sea aplicable a negocios de refinación futuros?

Sí___ No___ ¿Por qué?

4- ¿Considera usted que el conjunto de sistemas propuestos son suficientes?

Sí___ No___ ¿Por qué?

5- Para realizar la valoración general de la propuesta emita su criterio cuantitativo en un rango de puntuación de 1 a 5 puntos. A continuación se expone los niveles de puntuación:

5- Excelente

4- Es muy buena, sin embargo se pudo haber perfeccionado.

3- Es Buena.

2- Es insuficiente.

1- Se recomienda que no sea considerada una alternativa a valorar, pues no se cumple con el objetivo de la investigación.



Indicadores	Alternativas	5	4	3	2	1
A1	Nivel de calidad de la Investigación.					
A2	Aportes científicos novedosos.					
A3	Necesidad de uso de la propuesta.					
A4	Satisfacción de las necesidades de la producción en el polo.					
A5	Nivel de comprensión.					
A6	Facilidades de uso.					
A7	Nivel de adaptación a diferentes entornos de producción de SW.					
A8	Contribución a la identificación de sistemas potenciales para este tipo de negocio.					
A9	Posibilidades de aplicación.					

Si desea emitir algún criterio adicional colocarlo en esta sección:

- Cambios

- Adiciones



- Supresiones

Para finalizar, se le comunica que sus criterios y opiniones se manejarán de forma anónima, además se le agradece por anticipado su valiosa colaboración y se está seguro que sus sugerencias contribuirán a perfeccionar la propuesta realizada. Muchas gracias por su cooperación y se le pide disculpa por las molestias ocasionadas.

Gracias por su colaboración.

Anexo 18 Datos de los Expertos a quienes se le aplicó la encuesta.

Identificador del Experto.	Título de especialidad graduado	de de Centro trabajo	Participación en la conceptualización	
			“El Palito”	“Ñico López”
E1	Ing. Industrial	UCI	X	
E2	Ing. Informático	UCI	X	X
E3	Lic. Ciencia de la Computación	UCI	X	
E4	Ing. Industrial	UCI	X	X
E5	Lic. Ciencia de la Computación	UCI	X	



E6	Ingeniería Química en Procesos e Ingeniería en Controles Automáticos.	CEDAI (Centro de Automatización Integral).	X	
E7	Ing. Informático	UCI	X	



GLOSARIO DE TÉRMINOS Y SIGLAS

ADO: Protocolo de comunicación con los servidores de Base de Datos.

Áreas claves: Áreas fundamentales para el desarrollo exitoso de la refinación de crudo.

Artefacto: Resultado tangible y manipulable.

HTTP: Protocolo de transferencia de hipertexto usado para la comunicación web.

IBM: International Business Machines Corporation.

MAP: Movimiento y Almacenaje de Productos, área donde se encuentra el patio de tanques de la refinería y desde se producen los movimientos de productos.

MCP: Movimiento de Crudos y Productos, área destinada al almacenamiento de los productos de la refinería, desde donde se realizan los movimientos de los mismos.

OASIS: Estándar de seguridad gratuito y abierto para los Web Services.

Proceso: Conjunto de pasos o etapas necesarias para llevar a cabo una actividad

Proceso de flujo informativo: Conjunto estructurado de actividades, diseñado para producir una salida determinada o lograr un objetivo.

Proceso de flujo material: Número finito de pasos que guían la obtención de un producto.

Rol: Responsabilidad o papel que desempeña determinada persona.

Sistema: Conjunto de procesos, hardware, software, instalaciones y personas necesarios para realizar un trabajo o cumplir un objetivo.

SMTP: Protocolo Simple de Transferencia de Correo, presente en la capa de aplicación.

SOAP: Protocolo Simple de Acceso a Datos, basado en mensajes XML para la comunicación entre sistemas.

SUN: Empresa informática productora de semiconductores y software.

TCP/IP: Protocolo de Control de Transmisión (TCP) y Protocolo de Internet (IP).

XML: Metalenguaje de etiquetas que permite definir una gramática en específico. Es un estándar para el intercambio de información entre diversas plataformas.

W3C: Consorcio de la Web.