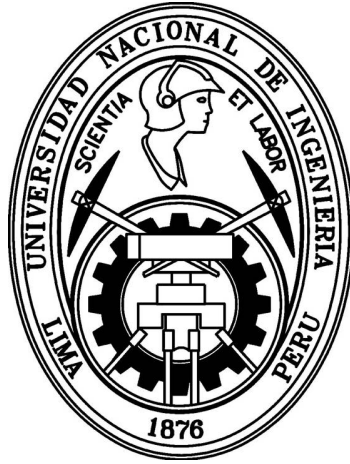


Universidad Nacional de Ingeniería
Facultad de Ingeniería de Petróleo



**"Control y Supervisión de Embarques
de Petróleo Crudo"**

**Titulación por Examen Profesional
para optar el Título Profesional de
Ingeniero de Petróleo**

**Enrique Francisco Flores Arciniega
Promoción: 1963**

**Lima - Perú
1995**

A la memoria de mis padres

A mi adorada esposa

A mis queridos hijos

Índice

- A. Introducción
- B. Objetivos
- C. Operaciones de Supervisión y Control
 - I. Tanques de Tierra y Laboratorio del Terminal de Carga
 - II. Buque-tanque en el Terminal de Carga
 - III. Buque-tanque en el Terminal de Descarga
 - IV. Tanques de Tierra y Laboratorio del Terminal de Descarga
- D. Supervisión y Control de Descarga de Crudo con operaciones de alije
- E. Recomendaciones

Control y Supervisión de Embarques de Petróleo Crudo

A. Introducción

- Los Contratos de Compra/Venta de Petróleo Crudo en el mercado internacional se efectúan generalmente por volúmenes considerables, a fin de abastecer de este hidrocarburo a las grandes refinerías de los países no productores o con déficit en sus balances producción-demanda.

Para su transporte de los centros de producción o terminales a las refinerías se utiliza la vía marítima, por lo que los buques-tanque dedicados a este servicio, han sido construidos cada vez con mayor capacidad, con la finalidad de abaratar los fletes, habiéndose puesto en operación en la década de los años 70, naves de hasta 500 MTM de DWT, lo que representa más de 3.0 MMBLS.

- En nuestro país, como consecuencia de la declinación de los campos productores del noroeste y de la selva, así como a la falta de una adecuada política petrolera, se viene importando Crudos de Ecuador y Colombia y hace algunos años se adquirió Crudos de Bolivia y Venezuela.
- Desde hace dos años aproximadamente, nuestras operaciones de recepción de importaciones de Petróleo Crudo, se han hecho más complejas, al efectuarse descargas parciales a otros buques-tanque en bahía (alijes); con la finalidad de evitar un mayor costo de navegación,

por utilizarse un primer puerto alejado para bajar el calado del buque (La Pampilla), y poder ingresar a un puerto con limitaciones de calado (Talara).

- Las operaciones de carga, transporte y descarga de Petróleo Crudo, originan riesgos, los cuales dado los altos volúmenes que se movilizan por cada embarque, pueden representar fuertes sumas de dinero; siendo los riesgos más comunes: excesivas normas en tránsito, pérdidas por evaporación y manipuleo, alto contenido de agua salada, especificaciones diferentes a las solicitadas, etc. No se considera, debido a que en todos los contratos de asegura el cargamento íntegramente.
- Para cubrir estos riesgos y asegurarse, tanto el comprador como el vendedor, que la calidad y cantidad son las indicadas en el contrato, utilizan los servicios de compañías inspectoras de reconocida solvencia técnica y moral, para el Control y Supervisión de la operación de carga/descarga, tanto en el puerto de origen, como en el de destino y sus decisiones son respetadas por ambas partes.

En el Perú las compañías inspectoras para poder efectuar esta labor, deben estar inscritas en el Registro Público de Hidrocarburos.

B. Objetivos

- Este trabajo pretende ser una guía, para que el futuro Ingeniero de Petróleo conozca la técnica utilizada para supervisar y controlar los embarques de petróleo crudo de exportación o importación, transportados por vía marítima o fluvial.
- Que pueda ser utilizado en su vida profesional para el control del trabajo que desarrollan los inspectores de las compañías supervisoras.
- Dotar de conocimientos en esta área al estudiante de nuestra facultad, para que en el futuro pueda abrirse un nuevo campo de trabajo.
- También puede ser utilizado para supervisión de embarques de productos derivados del petróleo como gasolinas, kerosene, Diesel, turbo residuales, etc., ya que el procedimiento de control de volúmenes y calidad en tierra y nave es similar, cambiando sólo las especificaciones por controlar.

C. Operaciones de Supervisión y Control

- Las operaciones de Supervisión y Control de la Cantidad y Calidad de un embarque de Petróleo Crudo, se efectúan generalmente por dos inspectores, tanto en el puerto de carga, como en el de descarga, en los siguientes puntos:
 - I. Tanques de Tierra y laboratorio del Terminal de Carga.
 - II. Buques-tanque en el Terminal de Carga.
 - III. Buques-tanque en el Terminal de Descarga.
 - IV. Tanques de Tierra y laboratorio del Terminal de Descarga.

I. Tanques de Tierra y Laboratorio del Terminal de Carga

Para el Control y Supervisión de los Tanques de Tierra durante la carga, se siguen los siguientes pasos:

1. El inspector de la compañía contratada, solicita información de la calidad y cantidad de Petróleo Crudo requeridos en el Contrato de Compra/Venta y coordina con el supervisor de Movimiento de Crudo del Terminal el Plan de Carga.
2. Acompañado con un representante del Terminal, mide los Tanques de Tierra destinados al embarque, asegurándose que se utilice la wincha correcta y las pastas detectoras del "Nivel de Crudo" y "Corte de Agua" apropiadas.

De preferencia debe medir por el método indirecto o ullages, y de no ser posible por el método directo o sondaje (Anexo N° 1). Debe efectuar por lo menos dos medidas en cada tanque, o las que sean necesarias para asegurarse que obtiene una medida acertada.

Al terminar la medición se procede a tomar la temperatura de cada tanque a fin de poder obtener el factor de corrección por temperatura y efectuar el ajuste a 60° F.

En tanques con volúmenes considerables de Crudo se toman tres niveles y se promedian para encontrar la temperatura media del tanque.

3. Se toman muestras de tres (3) niveles de Crudo de cada tanque de acuerdo al método ASTM-D-4057, asegurándose previamente que los recipientes se encuentran limpios y secos:
 - Una muestra a un pie (1´) debajo del nivel de Crudo (tapa).
 - Una muestra en el centro de la altura del nivel de Crudo (centro).
 - Una muestra a un pie (1´) del fondo del tanque (fondo).
4. Mediante el uso de los "Sellos Numerados" se bloquean todas las válvulas de los tanques de Crudo medidos y muestreados, para asegurarse que no habrá variación de volumen, y se prepara un reporte al respecto.
5. En el laboratorio del terminal, se verifica personalmente la Gravedad API de cada tanque, utilizándose el método ASTM-D-287, y de igual forma mediante este método se encuentra la Gravedad API promedio del Volumen de Crudo Total a embarcarse (promedio ponderado), este

dato así como el volumen estimado a transferir al buque, son comunicados de inmediato a la nave y al inspector a bordo para que se pueda preparar el "Plan de Carga o Estiba". Asimismo, se determina el contenido de agua y sedimentos de cada tanque, de acuerdo al método ASTM-D-1796.

6. Disponiéndose de las medidas de Crudo y Agua de cada tanque, así como de la gravedad API y Temperatura promedio de éstos, se procede a calcular el volumen de Crudo Inicial a 60°F, de la siguiente forma:
 - Se determina en la tabla de cada tanque el Volumen de Crudo y Agua que corresponde al nivel medido.
 - Se resta el Volumen de Agua del Volumen de Crudo, encontrándose el Volumen de Crudo Bruto a Temperatura Observada.
 - Se determina en la tabla ASTM-6A, el factor de corrección a 60°F, utilizándose la Gravedad API y la Temperatura Promedio del Crudo en cada tanque.
 - Se multiplica el Factor de Corrección a 60°F encontrado por el Volumen de Crudo Bruto a Temperatura Observada para cada tanque, obteniéndose el Volumen Bruto a 60°F Inicial del embarque (Ver anexo N°2).1

7. Del plan de carga coordinado con el supervisor del terminal, se determina si el desplazamiento de líneas de tierra y submarinas al buque, incrementará o reducirá el Volumen Total Embarcado, para considerarlo en el Volumen Final Entregado.

8. Para iniciar el embarque se rompen los sellos de los tanques que iniciarán la carga, y durante ésta se verifica el régimen de carga para calcular el Tiempo Estimado de Embarque.
9. Al término del cargamento se supervisa el desplazamiento de líneas, y se calcula el Volumen que queda en las tuberías o que ha sido desplazado al buque, en función del diámetro y de la longitud de las líneas.
10. Se procede a la medición final de los tanques, para determinar el volumen que queda en el fondo de éstos, denominado Volumen Bruto a 60°F; es decir descontándose el Agua Libre.

Se debe tener especial cuidado con el "Corte de Agua", para verificar que no se ha transferido agua de los Tanques de Tierra al buque.

Para efectuar el cálculo del Volumen Remanente Final en los Tanques de Tierra, se toman temperaturas del fondo de cada tanque y se procede a determinar el factor de corrección de acuerdo a lo indicado en el punto 5. (Anexo N°3).

Seguidamente se calcula la Gravedad API promedio ponderado del embarque y se efectúan las pruebas de laboratorio solicitadas en el contrato, principalmente:

- Destilación: Método ASTM-D-86
- Contenido de sal: Método ASTM-D-3230
- Azufre: Método ASTM-D-11252

El contenido de Agua Y Sedimentos y la Gravedad API se ha calculado previamente de los datos de cada tanque. Con los resultados de las pruebas se procede a elaborar el Reporte de Calidad. (Anexo N°4).

11. Finalmente se calcula el Volumen de Crudo Embarcado restando del Volumen Inicial en tanques el Volumen Final y descontando el Volumen correspondiente al Agua y Sedimentos de cada tanque. A este volumen habría que incrementarle o descontarle el volumen en líneas según sea el caso. (Ver Anexo N° 4).

El volumen generalmente en barriles o metros cúbicos a 60°F brutos y netos, según los términos del contrato, necesariamente es convertido en galones o litros, toneladas largas y métricas, siendo este volumen el consignado, o sea, el Volumen de Crudo negociado (Anexo N°3). Asimismo, disponiéndose de los datos del volumen recibido por el buque, se calcula la diferencia, revisándose las medidas en caso de que ésta sea muy elevada.

Para calcular el peso en toneladas largas se utiliza la tabla ASTM N° 11, encontrándose el Factor de Conversión en función de la Gravedad API promedio ponderado del cargamento.

De igual forma para el cálculo de toneladas métricas se determina el factor de la tabla ASTM N° 13, en función de la Gravedad API promedio ponderado.

II. Buque-tanque en el Terminal de Carga

El inspector al arribar al buque-tanque, se presenta al comando del buque e inicia su labor de Control y Supervisión con los siguientes pasos:

1. Verificar que el buque se encuentre bien posicionado en el amarradero o puerto, a fin de evitar daños tanto a la nave como a las instalaciones del Terminal.
2. Anotar las horas de arribo del buque o Aviso de Alistamiento (Notice of Readiness), fondeo, autoridades a bordo, Buque Libre de Plática (Free Practique Granted), conexión de mangueras, inicio del deslastre y va registrando posteriormente todas las ocurrencias importantes para poder preparar su Reporte de Estadía (Time Log).
3. Solicita al oficial de carga de la nave información sobre el Plan de Carga o Estiba, tanques receptores, última carga recibida en ellos; para asegurarse que los Remanentes no afecten la calidad final del Crudo Embarcado, pudiendo exigir su lavado para evitar contaminaciones, como en el caso de gasolinas plomadas, ya que el TEL puede contaminar el Crudo.
4. De verificarse que los tanques tienen volúmenes pequeños de Crudo u otros hidrocarburos no contaminantes, se procede a calcular el Remanente a Bordo (Remaining on Board), utilizándose la fórmula Wedge, desarrollada en programas computarizados y simplificada en las tablas del buque (Anexos N° 7, 8 y 9).

5. Posteriormente se procede a bloquear las válvulas de carga de los tanques que no sean utilizados, mediante el uso de sellos numerados y se miden los tanques de combustible o carboneras de la nave.
6. Al inicio del cargamento se anota la hora en el Reporte de Estadía, así como datos adicionales del término del deslastre, conexión de mangueras o brazos de carga y todas las ocurrencias que afecten el Tiempo Neto de Carga (Lay Time).
7. Al término del cargamento, luego de anotar la hora de este evento, se procede a tomar ullages de todos los tanques en compañía del oficial del buque responsable del cargamento y del representante del terminal efectuándose las siguientes acciones:
 - Medir los tanques receptores de la nave, para determinar Nivel de Crudo y Corte a Agua, efectuando tres mediciones por tanque, o cuantas sean necesarias para asegurar resultados confiables, utilizando las pastas detectoras de nivel necesarias.
 - Se debe determinar el ángulo de inclinación longitudinal del buque o trimado y de inclinación transversal o escorado, originados por el oleaje, a fin de poder corregir los resultados de los ullages.
8. Se procede a sacar muestras corridas de los tanques de a bordo, siguiendo el procedimiento establecido en el método ASTM-D-4057, de forma similar que en muestreo de los Tanques de Tierra, preparándose tres (3) muestras compositivas o Contramuestras del Embarque; una de ellas es enviada al Laboratorio del Terminal, la

segunda se entrega al Oficial de Carga del buque, quedando la última en poder del Inspector Independiente. Estas Contramuestras deben ser previamente selladas y tener una tarjeta de registro donde se indique: procedencia, nombre de la nave, fecha del cargamento, hora de muestreo, tipo de Crudo y cualquier información que sea relevante.

9. Para el cálculo del Volumen de Crudo Bruto Embarcado a 60°F se efectúan los siguientes pasos (Anexo N°10).
 - Las medidas del nivel del Volumen de Crudo y Agua se deben corregir con las tablas de trimado y escorado del buque.
 - En las tablas del buque, se determina el Volumen de Crudo a temperatura observada y Agua Libre.
 - Se resta el Volumen de Crudo al Volumen de Agua Libre, encontrándose el Volumen de Crudo Bruto a temperatura observada.
 - Disponiéndose de las temperaturas promedio de cada tanque y de la Gravedad API del Crudo Embarcado, se procede a determinar el factor de corrección por temperatura, utilizando la Tabla ASTM-6A.
 - Se multiplica el Volumen de Crudo Bruto a temperatura observada por su correspondiente factor de temperatura, encontrándose el Volumen de Crudo Bruto a 60°F.
 - De haberse determinado Remanente a Bordo (ROB), se resta al Volumen de Crudo Bruto, el Volumen Remanente del buque, encontrándose el Volumen Total de Crudo Bruto Embarcado a 60°F.

- Al Volumen de Crudo Bruto Total Embarcado a 60°F se le resta el Volumen de Agua y Sedimentos determinado en el laboratorio, siendo el resultado el Volumen de Crudo Neto Total Embarcado a 60°F.
- Seguidamente se solicita al Inspector de turno el Volumen Neto de Crudo a 60°F transferido al buque a fin de determinar si la diferencia entre lo cargado y lo recibido a bordo no es significativa, y caso de serlo; se revisan todas las mediciones y cálculos, tanto en tierra como en el buque, de mantenerse diferencias de más del 0.2%, se debe cursar una Carta Protesto para que quede constancia y se extienda el control del Volumen de Crudo Neto Embarcado al arribo al puerto de descarga.
- Para terminar, el Inspector de a Bordo, de igual forma que el Inspector de Tierra, calcula el volumen en galones, toneladas largas y toneladas métricas, pasando estos datos a formar el documento denominado Conocimiento de Embarque (Bill of Lading), que tiene valor comercial y puede ser negociado.
- Finalmente, completa su Registro de Estadía (Time Log), anotando la hora de término del embarque, de entrega de documentos, buque desamarrado, zarpe, etc. (Anexo N° 11).

III. Buque-tanque en el Terminal de Descarga

Al arribar el buque al puerto de descarga, las acciones de Supervisión y Control son efectuadas por dos (2) inspectores, uno de ellos en las instalaciones de tierra y el segundo en el buque-tanque, este último sigue los siguientes pasos:

1. Al llegar a la nave se presenta al oficial encargado de la carga y solicita copia de los siguientes documentos:
 - Conocimiento de Embarque (Bill of Lading).
 - Reporte de Ullages en el Puerto de Carga (Ullage Report).
 - Reporte de Calidad del Crudo Embarcado (Quality Report).

Estos documentos son utilizados para verificar diferencias o mermas en tránsito y determinar si la calidad del Crudo corresponde a lo indicado en el Contrato de Compra/Venta.

2. Verificar que el buque se encuentra bien posicionado en el puerto o amarradero a fin de evitar daños tanto a la nave, como a las instalaciones del Terminal.
3. Procede a sacar muestras de todos los tanques que contienen Crudo, a fin de preparar tres (3) muestras compositivas, una de ellas es entregada al Oficial de Carga, como contramuestra la segunda es enviada al Inspector de Tierra, para ser analizada en el laboratorio y poder verificar si las especificaciones del Reporte de Calidad, tales como: Contenido de Agua y Sedimentos, Gravedad API, viscosidad, contenido de sal, contenido de azufre, etc., son las correctas. La tercera queda en poder del Inspector.

Se hace notar que el contenido de Agua y Sedimentos puede variar en viajes largos, al asentarse por gravedad parte del agua que se encontraba emulsionada con el Crudo en el Puerto de Carga, quedando como Agua Libre y disminuyendo el BS&W.

4. Se procede a tomar ullages, corte de agua y temperatura a todos los tanques para efectuar el cálculo del volumen de crudo a bordo.

De igual forma que el caso de medición del Crudo en el Puerto de Carga, se efectúan las correcciones por trimado o escorado del buque, usando las tablas de corrección correspondientes, se toman todas las precauciones indicadas por esta operación a fin de obtener medidas confiables.

5. Disponiéndose de las medidas de ullages corregidas de Crudo, Agua Libre y temperaturas de todos los tanques, se procede a calcular el Volumen de Crudo Embarcado a 60°F, utilizándose las tablas de medición del buque y la Gravedad API de la muestra compositiva, de igual forma que el caso del Puerto de Carga.
6. Se procede a preparar en forma secuencial el Reporte de Estadía (Time Log), anotando todos los eventos importantes desde el arribo del buque, hasta su zarpe.
7. Al inicio del desembarque, se calcula el régimen de descarga para determinar la duración estimada de la operación y comunicar al Inspector de Tierra este dato para programar sus acciones de control.

8. Al término de la descarga, se procede a verificar si los tanques se encuentran secos, de lo contrario se calcula el Remanente a Bordo utilizando la Fórmula Wedge, indicada anteriormente.
9. Se determina el Volumen de Crudo Descargado restando del Volumen Inicial a 60°F el Volumen Remanente a 60°F y se comunica al Inspector de Tierra el Volumen de Crudo Descargado a 60°F, asimismo se solicita información respecto al Volumen Total Recibido para determinar si la diferencia se encuentra dentro de los límites permisibles.
10. Se completa el Reporte de Estadía (Time Log) con los datos finales de hora de término de la descarga, Inspección de tanques, desconexión de mangueras, práctico a bordo, tiempo de lastre en caso de hacerlo, buque desamarrado, zarpe, etc.

IV. Tanques de Tierra y Laboratorio del Terminal de Descarga

Estas acciones de Supervisión y Control son encaminadas a determinar si el Crudo adquirido cumple con las especificaciones solicitadas y si el volumen corresponde al indicado en el Conocimiento de Embarque (Bill of Lading), es decir, si el Crudo descargado tiene la Calidad y Cantidad registrados en el Contrato de Compra/Venta.

Los pasos a realizar son los siguientes:

1. Previo al arribo del buque, el Inspector independiente nominado para la Supervisión y Control de la descarga solicita las características del Contrato, como especificaciones máximas y mínimas, volumen, porcentaje máximo de diferencia permisible, etc.

Como diferencia permisible, originada principalmente por BS&W y mermas en tránsito; si los contratos no lo incluyen, se considera internacionalmente como máximo el 0.5% de diferencia entre el Volumen de Crudo Neto a 60°F indicado en el Conocimiento de Embarque o Bill of Lading (Cantidad Vendida a Facturar) y el Volumen de Crudo Neto a 60°F, recibido en los Tanques de Tierra.

2. Al arribo de la nave el Inspector solicita a su contraparte en el buque los documentos siguientes:
 - Conocimiento de Embarque (Bill of Lading).
 - Reporte de Calidad (Quality Report).
 - Reporte de Ullages (Ullages Report).

Así como cualquier información que pueda ser necesaria para el control del cargamento.

3. Solicita al Supervisor del Terminal el Plan de Carga, los tanques que recibirán el cargamento, el estado de las líneas de carga (llenos con Crudo o agua) y como quedarán al final del embarque.
4. Procede a medir los Tanques de Tierra, mediante medida indirecta de preferencia (ullage) o por Sondeo y tomar el Corte de Agua, tomando asimismo, temperaturas de cada tanque para calcular el Volumen Inicial de Crudo en Tanques a 60°F.
5. Saca muestras del fondo de los tanques, siguiendo el método ASTM-D-4057; en caso de que alguno de los tanques tenga un volumen considerable de Crudo, se toma una muestra corrida.
6. En el laboratorio procede a supervisar la determinación de las Gravedades API de los tanques a 60°F y el contenido de Agua y Sedimentos, utilizando los métodos ASTM-D-287 y ASTM-D-1796, respectivamente.
7. Con las medidas de los tanques y sus tablas de calibración fiscalizadas, así como con los datos de temperatura, Gravedad API y contenido de Agua y Sedimentos, se procede a calcular los volúmenes iniciales de Crudo Neto a 60°F de los Tanques de Tierra, siguiendo el procedimiento indicado para el caso de los Tanques de Tierra del Terminal de Carga.
8. Se retira la muestra compositiva de los tanques del buque y se procede a analizarla en el laboratorio, determinándose si coinciden con las especificaciones solicitadas en el contrato, como Gravedad API, viscosidad, contenido de agua y sedimentos (BS&W), contenido de agua y sedimentos (BS&W), contenido de azufre, contenido de sal,

destilación, etc. De estos datos la Gravedad API y el BS&W sirven para calcular el Volumen Final Descargado.

9. Al término del embarque y luego de un tiempo de reposo para el último tanque receptor, se procede a medir los Tanques de Tierra y efectuar el Corte de Agua, determinándose también la temperatura de cada tanque.
10. Con esta información se procede a calcular el volumen final de crudo neto a 60°F en los tanques de tierra y el volumen de crudo recibido neto a 60°F, restándole al Volumen Final el Volumen Inicial de Crudo Neto a 60°F indicado en el punto 7 y aumentando o restando el Volumen en Líneas, según sea el caso.
11. Se solicita al Inspector a Bordo el Volumen de Crudo Neto y Bruto descargado del buque y se procede a preparar el Reporte Final de Análisis Cuantitativo a 60°F (Quantitative Analysis) donde se determina el porcentaje de diferencia, como se indica en el Anexo 12.

Ese Reporte; conjuntamente con el Reporte de Cálculo de Volumen de Crudo Bruto y Neto a 60°F y su conversión en galones, toneladas largas y toneladas métricas (Shore Tanks Report), así como el Reporte de Calidad (Quality Report), completan el informe del Inspector de Tierra.

12. En caso que las diferencias entre el Volumen de Crudo Neto a 60°F del conocimiento de embarque (Bill of Lading) y el Volumen de Crudo Neto a 60°F recibido en los Tanques de Tierra (Shore Tanks Report), sea mayor a 0.50% , se cursa una Carta Protesto al buque, haciendo constar la diferencia.

Este documento, así como el Análisis Cuantitativo (Quantitative Analysis) son utilizados por el receptor de la carga para hacer el reclamo correspondiente.

Es importante la comunicación oportuna al cliente, ya que tanto el comprador como el vendedor desean saber de inmediato, el resultado de la supervisión y control de su embarque, así como cualquier eventualidad que se presentase en las operaciones de carga/descarga, por lo que la Empresa Inspectora debe presentar de inmediato y de preferencia en idioma inglés, el reporte correspondiente.

Se considera que una operación de control y supervisión, no es eficiente, si no es reportada oportunamente; es decir al término de la carga/descarga.

D. Supervisión y Control de Descargas de Crudo con Operaciones de Alije.

Como mencionáramos en la introducción, desde hace aproximadamente dos años, se vienen efectuando en nuestro país importaciones de Crudo con descargas parciales a otra nave y posteriormente el resto de Crudo a las instalaciones de tierra.

Esta operación de transbordo de un buque a otro en alta mar o en bahía, se denomina "Alije" y requiere de habilidad y experiencia en el personal de maniobra, pues consiste en juntar un buque con otro y transbordar el crudo parcialmente utilizando mangueras.

Para evitar el rozamiento de las naves y amortiguar los golpes que les origina el movimiento de las olas, se hace uso de unos implementos conocidos como "Defensas Yokohama", que consisten en grandes cilindros de caucho especial que evitan el contacto entre ambos buques.

En las operaciones de Supervisión y Control con alije la única diferencia que existe con una descarga convencional, es que se efectúan dos operaciones adicionales; la descarga parcial de Crudo del buque que efectúa el transbordo y la recepción por parte del buque recibido.

Los pasos adicionales a una descarga común serían los siguientes:

1. En el buque que efectuará la descarga parcial de Crudo se toman ullages, corte de agua y temperaturas a todos los tanques de a bordo y utilizando la Gravedad API del Crudo a bordo, se calcula el Volumen Bruto Inicial de Crudo a 60°F, de acuerdo al método descrito anteriormente.

2. Se procede a sacar muestras corridas de todos los tanques involucrados, y se preparan tres muestras compositivas, entregándose una al responsable de la descarga como contramuestra, la segunda es enviada al Laboratorio de tierra para su análisis y la tercera queda en poder del Inspector.
3. El buque receptor generalmente se encuentra con los tanques vacíos, por lo que sólo debe verificar que estén secos y limpios, para evitar que puedan contaminar el Crudo a recepcionarse.
4. El Inspector debe preparar un Reporte de Estadía (Time Log), anotando la hora de arribo de ambos buques al puerto (Notice of Rading), hora de inicio y término de la maniobra de abordamiento, conexión de mangueras, inicio de la transferencia, etc.
5. Al término del transbordo, toma ullages, Corte de Agua y Temperaturas de los tanques de Crudo que no han quedado secos y calcula el Volumen de Crudo Bruto Final a 60°F.
6. Restando del Volumen de Crudo Bruto Inicial a 60°F, el Volumen de Crudo Bruto Final a 60°F, obtiene el Volumen de Crudo Bruto total transferido a 60°F, o sea la cantidad alijada.
7. En el buque receptor, al término de la transferencia se toman ullages, corte de agua y temperaturas y se calcula el Volumen de Crudo Bruto Total a 60°F recepcionado, utilizando la Gravedad API promedio determinada en el Laboratorio de Tierra, a este volumen se le resta el correspondiente al BS&W, determinado también en el Laboratorio de Tierra, obteniéndose el Volumen de Crudo Neto a 60°F recibido.

8. Posteriormente el buque alijado, completa su descarga en las instalaciones de tierra, siguiendo los pasos indicados para una descarga convencional.

Los reportes son similares a los ya descritos para una descarga de Crudo sin alije, con la adición del cálculo del volumen alijado y recibido en la otra nave, pudiendo analizarse la descarga de esta última en caso de diferencias que excedan el 0.5%. Para la preparación del reporte de Análisis Cuantitativo a 60°F (Quantitative Analysis), se considera como recibidos la suma del volumen alijado medido en el buque receptor, más el volumen recepcionado en los tanques de tierra.

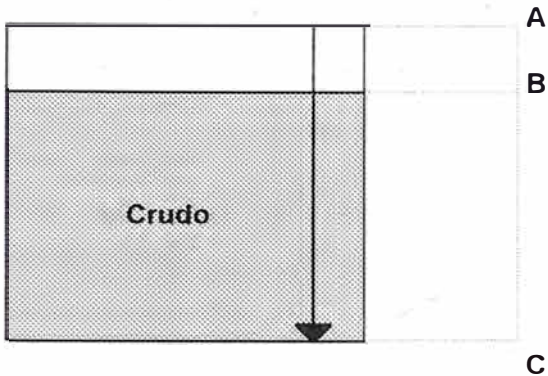
E. Recomendaciones

- a. Verificar el posicionamiento de la nave para evitar daños a las instalaciones, así como derrames de crudo.
- b. Informar de inmediato en caso de fugas o derrames a fin de que se active el Plan de Contingencia y se informe de inmediato a las autoridades.
- c. Tomar las medidas de los tanques y sacar las muestras personalmente utilizando los métodos adecuados.
- d. Coordinar el Plan de Carga y determinar el estado de las líneas de embarque.
- e. Verificar personalmente el análisis de las muestras en el laboratorio.
- f. No olvidar medir todos los tanques de combustible del buque (carboneras).
- g. Poner "Cartas Protesto" por cualquier anomalía, con copia a la Capitanía de Puerto respectiva.
- h. Hacer firmar todos los documentos y reportes al comando de la nave y Jefatura del Terminal.
- i. Reportar a la brevedad resultados a los clientes.

Anexo 1

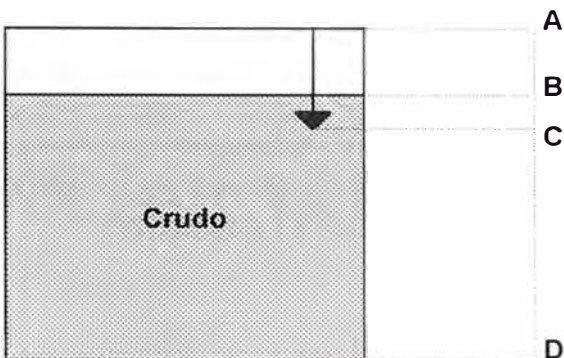
Medición de Tanques

Medida directa o sondaje



AC = Vacío General
Nivel de crudo = BC

Medida Indirecta o Ullaje



AD = Vacío General
AC = Medida de Cinta
BC = Ingreso de Plomada

Nivel de crudo = $AD - (AC - BC)$

Nota: Se recomienda utilizar la medida indirecta, ya que evita que sedimentos sólidos, waipes o deformaciones del fondo del tanque, afecten la medición.

Anexo 2

Ejemplo de Cálculo del Volúmen Inicial de Crudo en Tanques de Tierra a 60° F

Pies.pulg.octavos	Tanque #1	Tanque #2	Tanque #3	Tanque #4	Tanque #5
Fecha de medición	04/03/93	04/03/93	05/03/93	05/03/93	05/03/93
Nivel de crudo	38.00.3	38.00.4	38.06.1	32.03.3	36.01.3
Nivel de agua	00.02.5	01.00.5	00.07.7	00.01.1	00.02.7
Vol. de crudo a Temp.Obs.Bls.	76,493.90	76,527.52	77,519.70	59,684.84	72,638.13
Vol. de agua, Bls.	418.00	2,097.46	1,289.71	164.58	451.96
Vol. de crudo bruto a Temp. Obs. Bls.	76,075.49	74,430.06	76,229.28	59,530.26	72,186.17
Gravedad API	28.5	28.8	29.4	29,1	28.7
Temp. en ° F.	79	77	80	76	73
Factor de corrección de temperatura	0.9917	0.9917	0.9911	0.993	0.9943
Vol. de crudo bruto a 60° F - Bls.	75,444.00	73,872.00	75,552.00	59,114.00	71,775.00

Nota: El contenido de agua y sedimentos se descuenta para el cálculo del volúmen de crudo a 60° F neto embarcado.

Anexo 3

Ejemplo de Calculo del Volúmen Final de Crudo en Tanques de Tierra a 60° F

Pies.pulg.octavos	Tanque #1	Tanque #2	Tanque #3	Tanque #4	Tanque #5
Fecha de medición	05/03/93	05/03/93	06/03/93	05/03/93	05/03/93
Nivel de crudo	01.07.4	01.04.7	01.10.2	02.06.3	11.11.8
Nivel de agua	00.06.5	01.02.7	01.01.0	00.01.1	00.02.5
Vol. de crudo a Temp.Obs.Bls.	3,255.44	2,803.23	3,723.89	4,662.84	24,115.45
Vol. de agua, Bls.	1,088.82	2,467.12	2,179.38	164.58	418.41
Vol. de crudo bruto a Temp. Obs. Bls.	2,166.62	336.11	1,344.51	4,498.26	23,697.04
Gravedad API	28.50	28.80	29.40	29.10	28.70
Temp. en ° F.	78.00	78.00	79.00	77.00	77.00
Factor de corrección por temperatura	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99
Vol. de crudo bruto a 60° F - Bls.	2,150.00	333.00	1,532.00	4,465.00	23,522.00

Nota: El contenido de agua y sedimentos no se descuenta para el cálculo del volúmen de crudo a 60° F neto embarcado.

Anexo 4

Ejemplo de Reporte de Calidad (Quality Report)

Especificaciones		Métodos			Resultados Comp. de Tierra	
Gravedad API		ASTM-D-287			28.9	
BSW. % Vol.		ASTM-D-1796			0.14	
Viscosidad-CST-38° F		ASTM-D-445			14.2	
Cont. de Sal LB/1000 Bls		ASTM-D-3230			11.5	
Azufre		ASTM-D-1552			1.1	
	Tanque #1	Tanque #2	Tanque #3	Tanque #4	Tanque #5	
API	28.5	28.8				
BS&W	0.25	0.1				

Anexo 5

Ejemplo de Calculo del Volúmen Embarcado de Crudo Neto a 60° F

Tanques de Tierra

Barriles	Tanque #1	Tanque #2	Tanque #3	Tanque #4	Tanque #5
Vol. Inicial Bruto a 60° F	75,444	73,872	75,552	59,114	71,775
Vol. Final Bruto a 60° F	7,150	333	1,532	4,465	33,522
Vol. Embarcado Bruto a 60° F	73,249	73,539	74,020	54,649	48,253
Volúmen de agua y sedimentos	183	74	59	55	87
Vol. embarcado Neto a 60° F	73,111	73,465	73,961	54,594	48,166

Total Embarcado

Vol. de crudo de tanques de tierra neto a 60° F	Vol. de crudo en líneas a 60° F (*)	Volúmen total embarcado neto a 60° F
323,297	936	322,361

* El volúmen de crudo en líneas, se ha restado en este caso, asumiendo que las líneas submarinas se encontraban vacías del embarque y al término quedaron llenas, aunque podrían sumarse en el caso contrario.

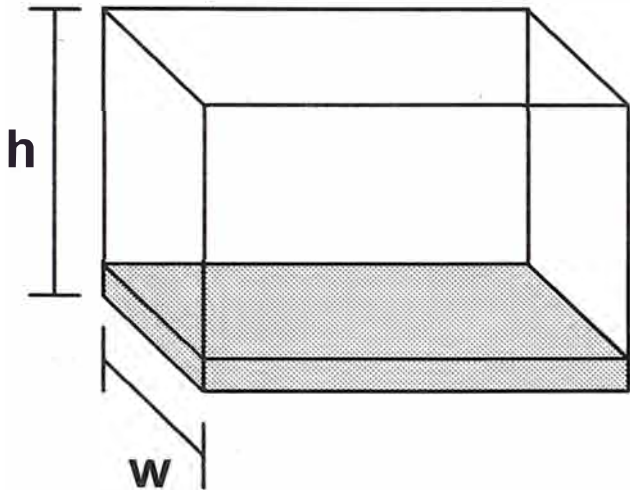
Anexo 6

Ejemplo de Reporte Final del Volúmen y Peso de Crudo Embarcado

	Volúmen Bruto	Volúmen Neto
Barriles a 60° F	322,819	322,361
Galones a 60° F	13,558,398	13,539,162
Toneladas largas	44,461.86	44,390.79
Toneladas métricas	45,175.29	45,111.,20

Anexo 7

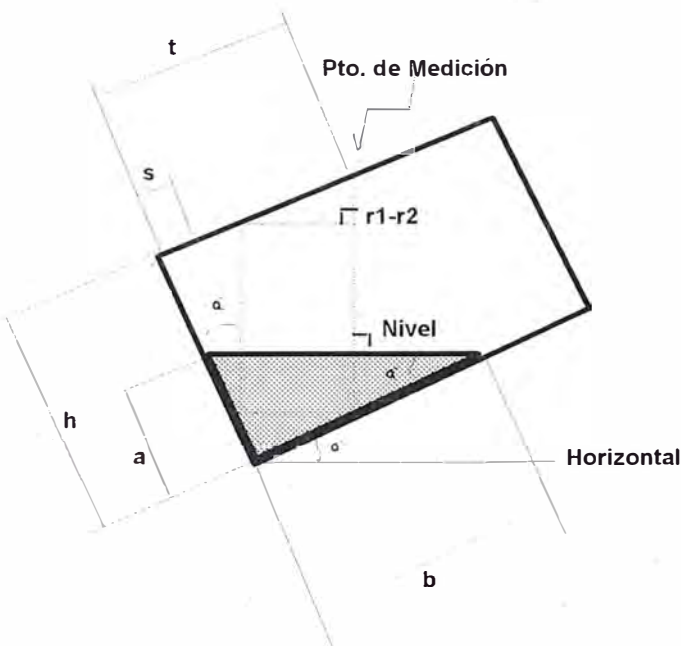
Deducción de la Fórmula Wedge



$$\tan \alpha = \frac{\text{Trim}}{\text{Esl.}}$$

$$A = \frac{a \cdot b}{2} \quad A = \frac{1}{2} \cdot \frac{r1}{\sin \alpha} \cdot \frac{r2}{\cos \alpha}$$

$$A = \frac{(r2)^2}{\text{Sen } 2\alpha} \dots\dots\dots (1)$$



$$r1 - r2 = (t - s) \tan \alpha \text{ donde } s = h \tan \alpha \dots\dots\dots (2)$$

$$r1 = r2 + (t - s) \tan \alpha \dots\dots\dots (3)$$

reemp. (2) en (3)

$$r1 = r2 + (t - h \tan \alpha) \tan \alpha \dots\dots\dots (4)$$

reemp. (4) en (1)

$$A = \frac{(r2 + (t - h \tan \alpha))^2}{\text{sen } 2\alpha}$$

Multiplicando por W para obtener volumen:

$$A \cdot W = \frac{(r2 + (t - h \tan \alpha))^2}{\text{sen } 2\alpha} \cdot W$$

$$v = \frac{(r2 + (t - h \tan \alpha))^2}{\text{sen } 2\alpha} \cdot W$$

Anexo 8

Programa Para Resolver Fórmula Wedge

```
10 CLS: PRINT"                FORMULA WEDGE"
20 CLEAR:CLS:RETORNO$=CHR$(13)
50 CLS;INPUT"INTRODUCIR TIPO DE UNIDADES:          METROOS(M)
    PIES(S) ==> "; U$
55 IF U$<>"M" AND U$<>"p"THEN 50
57 IF U$="M" AND UN$="METROS": FFACT=1/0.15898 ELSE
    UN$="PIES":FFACT=1/5.6145
60 CLS: INPUT"CALADO POPA= "; CPO, "CALADO PROA = ";
    CPRO, "ESLORA = "; ESL
70 INPUT "ALTURA TANQUE = "; H, "DISTANCIA PTO. MEDIC. = ";
    T, "VALOR DE SONDEO = "; R2, "ANCHO DE TANQUE = ";W
80 TRIM = CPO-CPRO: ANG=ATN(TRIM/ESL)
100 V= (R2+(T-H*TAN(ANG))*TAN(ANG))2/SIN(2*ANG)*W
103 BARRS = V*FFACT
105 CLS: PRINT "TRIMADO(";UN$;")="; TRIM; RETORNO$; "ANGULO = ";ANG
120 CLS: PRINT "VOLUMEN:"; RETORNO$; "BARRILES = ";
    ROUND(V*FFACT,-4)
130 CLS: PRINT "METROS CUB = "; ROUND(BARRS*0.15898,-4);
    RETORNO$; "PIES CUB = "; ROUND(BARRS*5.6145,-4)
160 GOTO 20
```

ANEXO N°9

EJEMPLO DE CALCULO DE REMANENTE A BORDO Y REPORTE RESUMEN

TANQUE Nº	SONDAJE CRUDO		TOTAL VOL DES	SONDAJE AGUA		VOL CRUDO A OBS (2)	VOL CRUDO A 80°F
	MEBIDA	CORREC		MEBIDA	CORREC		
1 C	—	—	—	—	—	—	—
2 C	0.01	<1>	2.4	—	—	2.4	2.4
3 C	—	—	—	—	—	—	—
4 C	0.01	<1>	2.4	—	—	2.4	2.4
5 C	0.01	<1>	0.8	—	—	0.8	0.8
1 B	—	—	—	—	—	—	—
5 B	0.03	<1>	0.8	—	—	0.8	0.8
SUP B	0.02	<1>	1	—	—	1	1
1 S	—	—	—	—	—	—	—
5 S	—	—	—	—	—	—	—
SUP S	—	—	—	—	—	—	—
TOTAL BY MTS			7.2			7.2	7.2

NOTAS - (1) FACTOR DE TRAMADO UTILIZADO

(2) EL VOLUMEN A TEMPERATURA OBSERVADA ES IGUAL AL NO PODRSE TOMAR API NI TEMPERATURA DEBIDO A SER RESIDUOS

RESUMEN A BORDO			
GRATEDAD API	28.9	BLS BRUTOS A 80°F	45
CALADO DE PUPA	4.8	GAL BLS A 80°F	1890
CALADO DE PIRIA	8.4	FACTOR VOL/PESO	0.13773/0.13904
RESERVAO	—	TON LARGAS	8.2
CONDICION DEL MAR	POCO MOVIDO	TENMETRICAS	8.3

ANEXO N° 10

EJEMPLO DE CALCULO DEL VOLUMEN BRUTO
A 60°F EN EL BUQUE (SHIP TANKS REPORT)

TANQUE N°	ULLAJE CRUDO		TOTAL VOL. CR EN M ³	ULLAJE AGUA		VOLUMEN GRUESO A TOMP OBSERV.	TOMP.	°API A 60°F	FACTOR DE CORREC.	VOLUMEN GRUESO A 60°F
	MEDIDA	CORREC.		MEDIDA	CORREC.					
1 C	7.61	—	7, 672.3	—	—	7672.6	82	28.9	0.9903	7, 598.2
2 C	8.91	—	7, 900.9	—	—	7900.9	84	28.9	0.9888	7, 810.8
3 C	8.90	—	8, 848.8	—	—	8848.8	84	28.9	0.9888	8, 745.9
4 C	7.22	—	7, 681.8	—	—	7681.8	84	28.9	0.9888	7, 594.0
5 C	12.10	—	5, 595.6	—	—	5395.6	82	28.9	0.9903	5, 541.3
1 B	2.58	—	3, 488.5	—	—	3488.5	82	28.9	0.9903	3, 454.7
5 B	2.59	—	2, 483.7	—	—	2483.7	82	28.9	0.9903	2, 459.6
SLP B	3.20	—	1, 687.0	—	—	1687	82	28.9	0.9903	1, 650.8
1 S	3.34	—	2, 890.1	—	—	2890.1	80	28.9	0.9912	2, 864.7
5 S	3.19	—	2, 398.7	—	—	2798.7	80	28.9	0.9912	2, 375.8
SLP S	3.09	—	1, 679.4	—	—	1679.4	80	28.9	0.9912	1, 664.6
TOTAL EN M ³			52, 302.9			52, 302.9	7.2			51, 710.2

RESUMEN A BORDO			
GRAVEDAD API	28.9	BLS. BRUTOS A 60°F	325, 247
CALADO DE POPA	10.2	GAL. RTS. A 50°F	138, 6074
CALADO DE PROA	10.2	FACTOR VOL./PESO	0.13773/0.13994
ESCORZADO	—	TON. LARGAS	44, 798.17
CONDICION DEL MAR	POCO MOVIDO	TON. METRICAS	45, 515.07

ANEXO N° 11

EJEMPLO DE REPORTE DE ESTADIA DE UN BUQUE (TIME LOG) DE CRUDO

REPORTE N° : _____
INSPECTOR : _____
FECHA : _____

TERMINAL : _____
BUQUE : _____
OPERACION : _____

FECHA	HORA	ACTIVIDADES
05/03/93	08:00	BUQUE ARRIBA AL PUERTO (AVISO DE ALISTAMIENTO)
"	09:00	AUTORIDADES A BORDO
"	10:00	BUQUE LIBRE DE PLATICA
"	10:05	INSPECTOR A BORDO
"	10:10	SE INICIA CONEXION DE MANGUERAS
"	11:00	MANGUERAS CONECTADAS
"	11:05	SE INICIA DESLASTRE LIMPIO AL MAR
"	12:00	TERMINA DESLASTRE
"	13:10	TANQUES SECOS Y LIMPIOS
"	14:00	SE INICIA CARGA DE CRUDO
06/03/93	19:00	TERMINA CARGA DE CRUDO
"	19:30	ULLAGES, CORTE DE AGUA Y TEMPERATURA
"	20:20	MUESTRAS TOMADAS
"	21:00	VOLUMEN DE CRUDO CALCULADO
"	22:00	MANGUERAS DESCONECTADAS
"	22:30	PRACTICO A BORDO
"	23:00	BUQUE SALE DEL AMARRADERO Y ZARPA

ANEXO N° 12

EJEMPLO DE ANALISIS CUANTITATIVO (QUANTITATIVE ANALYSIS) A 60°F

COMPARACION DE CANTIDADES EN TIERRA SHORE QUANTITIES COMPARISSON

	BLS. BRUTOS GROSS BBLs.	BLS. NETOS NET. BBLs.
CONSIGNADO / BILL OF LADING	322, 819	322, 361
RECIBIDO EN / RECEIVED AT	321, 637	321, 179
DIFERENCIA / DIFFERENCE	1, 182	1, 182
PORCENTAJE / PERCENTAGE	0.37	0.37

COMPARACION DE CANTIDADES EN BUQUE VESSEL QUANTITIES COMPARISSON

	BBLs. BRUTOS GROSS BBLs.
TERMINAL DE CARGA / LOADING TERMINAL	325, 447
TERMINAL DE DESCARGA / DISCHARGE TERMINAL	324, 918
DIFERENCIA / DIFFERENCE	529
PORCENTAJE / PERCENTAGE	0.16