



ESTUDIO DE “INSPECCIÓN BASADA EN RIESGO” DE UNA UNIDAD DE ALQUILACIÓN CON HF

J. L. Ferrero²

Instituto de Tecnología “Prof. J. A. Sabato” – UNSAM – CNEA
Av. Gral. Paz 1499, San Martín, Prov. de Buenos Aires, Argentina.
E-mail: jlisandroferrero@yahoo.com.ar

RESUMEN

Este informe corresponde a un estudio de inspección basada en riesgo (RBI, ‘Risk Based Inspection’) de la Unidad de Alquilación con HF de la refinería SHELL CAPSA. Se describe la metodología aplicada para el desarrollo del RBI y se identifican equipos, materiales de construcción y mecanismos de degradación que intervienen en la unidad. La metodología permite definir máximos intervalos entre inspecciones, períodos y técnicas de inspección para todos los componentes de la unidad de alquilación. De esta forma, es posible detectar el deterioro del equipo en servicio antes de que ocurra la falla, y de esta forma evitarla.

Palabras clave: Inspección, Riesgo, RBI, Alquilación con HF

ABSTRACT

This report corresponds to a Risk Based Inspection (RBI) study of the HF Alkylation Unit from SHELL CAPSA refinery. To begin with, the RBI methodology is explained. Afterward, processes, equipment, materials of construction and corrosion mechanisms related to the unit are identified. With this methodology maximum inspection intervals, inspection frequencies, inspection techniques and inspection locations are defined for all the components of the alkylation unit. In this way, in service damage of the equipment can be detected before failure occurs, making possible to avoid it.

1. INTRODUCCIÓN

Se entiende por **inspección** al conjunto de actividades que deben realizarse para determinar la condición de un componente. Estas actividades incluyen: ensayos destructivos y no destructivos, mediciones, etc. Como consecuencia, para cada componente inspeccionado, se tiene siempre un *resultado de inspección*, que debe analizarse y documentarse.

Teniendo en cuenta que en la refinería SHELL CAPSA existen más de 1200 equipos estáticos, 300 tanques de almacenamiento y gran cantidad de cañerías, se llega a la conclusión

de que las tareas de inspección exigen gran cantidad de recursos. Es por ello que se recurre a diferentes metodologías para administrar estas tareas, siendo la Inspección Basada en Riesgo (RBI, ‘Risk Based Inspection’) una de ellas.

Las metodologías de inspección que utilizan “análisis de riesgo” se basan en parámetros operacionales, materiales de construcción, medio ambiente y condiciones reales de los equipos (luego de haber prestado servicio durante varios años). Este enfoque está reemplazando a los sistemas de “inspección basada en el tiempo”[1]; los cuales consisten en

² Director: Ing. A. Paolini (SHELL CAPSA)
Tutor: Dr. G. Duffó (CONICET)

la inspección periódica del 100% de los equipos.

Dentro de Shell, el RBI tiene un tratamiento en particular y una metodología propia. Dicha metodología se denomina S-RBI (SHELL-RBI) y es la empleada en este trabajo. La misma se basa en las mejores prácticas desarrolladas por Shell y cumple con API RP 580 [2].

Se puede definir al **riesgo** como la combinación entre la probabilidad de que ocurra un determinado evento y la consecuencia (generalmente negativa) asociada con ese evento [2]. En términos matemáticos, el riesgo puede definirse como el producto entre la probabilidad y la consecuencia de un dado evento. Se entiende por **criticidad** a la evaluación del riesgo inicial del evento.

En el presente trabajo, **probabilidad** hará referencia a la *susceptibilidad de falla* de un determinado componente de la unidad, debido a un mecanismo de corrosión previamente definido. Por otro lado, la **consecuencia** podrá ser económica, a la salud y seguridad o al medio ambiente.

Una vez introducidos estos conceptos, se puede definir el S-RBI como la implementación de estrategias de inspección para reducir el riesgo de falla a un nivel aceptable [3]. Por otro lado, a partir de un ranking de criticidades se pueden identificar los componentes de mayor riesgo de falla, que necesitan ser monitoreados con mayor detalle. De esta forma, es posible optimizar los programas de inspección y mantenimiento.

El enfoque principal de un estudio S-RBI es asegurar la **integridad**, es decir, la contención de todos los equipos estáticos; como así también optimizar las tareas de inspección. Los componentes que se analizan en este trabajo son: columnas, recipientes, intercambiadores de calor, hornos y cañerías.

El **acero al carbono** es el principal material de construcción en las unidades de alquiler con HF. El **Monel 400** (aleación 70Ni-30Cu) es más resistente al HF. Se lo utiliza en áreas donde la resistencia a la corrosión del acero al carbono es inadecuada o bien, donde la formación de la capa de fluoruro es perjudicial para el proceso. El **cuproniquel** (aleación 70Cu-30Ni) es utilizado en los tubos de intercambiadores de calor cuando el producto interior a los tubos es agua de enfriamiento.

2. DESARROLLO DE LA METODOLOGIA

El proceso S-RBI comienza con la generación de una **base de datos** que contiene toda la información relevante para evaluar la integridad de los equipos. Esta base de datos debe incluir: datos de proceso, datos de diseño, descripción y evaluación de los mecanismos de degradación, y una compilación de las historias de inspección de cada equipo y cañería de la unidad.

Luego, se deben definir y describir los **circuitos de corrosión** (CC) de la unidad. Un CC es una sección de la unidad que tiene materiales de construcción y condiciones de proceso "similares". Como consecuencia, un CC se encuentra expuesto a "similares" mecanismos de degradación. Los efectos de las paradas, puestas en marcha, casos de emergencia y condiciones de operación especiales deben tenerse en cuenta en la descripción de los CC. En este trabajo, se definieron 17 circuitos de corrosión. Debe destacarse que los equipos pueden estar subdivididos en más de un componente. Cada parte (que se le llamará "TAG") puede estar sometida a diferentes mecanismos de corrosión, por lo que pueden pertenecer a diferentes CC.

El paso siguiente es asignar los **modos de falla** relevantes a cada TAG del CC. Cada TAG puede tener asignado más de un modo de falla, por lo que el estudio S-RBI se realiza para cada combinación **TAG-Modo de Falla** posible. La unidad de alquiler posee en total 18 intercambiadores de calor, 10 recipientes, 5 columnas de fraccionamiento, 1 horno y 'gran cantidad' de cañerías, los cuales suman un total de 120 TAGs. Al asignar los modos de falla a cada TAG, se obtuvieron 175 combinaciones TAG-Modo de Falla a analizar.

A continuación, deben **evaluarse las criticidades** de todas las combinaciones TAG-Modo de Falla definidas. La evaluación de criticidades requiere de la evaluación de las probabilidades y consecuencias de falla. Ambas se presentan en una matriz, denominada **matriz de criticidades**. La **Figura 1** muestra una matriz de criticidades ilustrativa, basada en la que proporciona la API Publication 581 [4]. La misma no es exactamente la dada en la normativa ni tampoco en la empleada durante el

S-RBI, dado que esta última es de carácter confidencial. La **Figura 1** muestra cinco clases de probabilidades y cinco clases de consecuencias. La combinación da como resultado seis niveles de criticidad: N (Negligible), L (Low), M (Medium), MH (Medium High), H (High) y E (Extreme).

		CRITICIDAD					
		E	MH	MH	H	E	E
CLASE DE PROBABILIDAD	E	MH	MH	H	E	E	
	H	M	MH	MH	H	E	
	M	M	M	M	MH	H	
	L	L	L	M	MH	MH	
	N	N	L	M	M	MH	
CLASE DE CONSECUENCIA		N	L	M	H	E	

Figura 1 Matriz de criticidades

Las probabilidades de falla se evalúan respondiendo cuestionarios, dependiendo del modo de falla asignado al equipo. Las consecuencias de falla son independientes de los modos de falla asignados. Se evalúan respondiendo cuestionarios, que tienen en cuenta consecuencias en las siguientes áreas: económicas, de salud y seguridad y medio ambiente. La de mayor severidad es la que determina la clase de consecuencia del componente y se introduce en la matriz.

Una vez evaluadas las criticidades, según sea el nivel de las mismas, se tomarán diferentes medidas. Si la criticidad es N, en principio no es necesario realizar una inspección formal y/o plan de monitoreo (siempre y cuando esto cumpla con las regulaciones locales). Si la criticidad es H o E, se deberá realizar un análisis más detallado, que se encuentra fuera del alcance del S-RBI. Este análisis involucra una etapa de toma de decisiones, en la que se evalúa la aceptabilidad de estos riesgos con las distintas opciones de mitigación, teniendo además en cuenta un análisis costo/beneficio. Las combinaciones TAG-Modo de Falla con criticidades L, M o MH serán parte del estudio formal de S-RBI, que se describe a continuación.

El siguiente paso es la definición de un **índice de confianza** para cada combinación TAG-Modo de Falla. El mismo es un indicador de la

confiabilidad con la que se predice la probabilidad de falla. Dependiendo del modo de falla asignado, se responderán diferentes cuestionarios, a partir de los cuales se obtiene una “puntuación” que define el índice de confianza. En general, el índice de confianza depende de varios factores, como por ejemplo, la cantidad de inspecciones llevadas a cabo previamente. Esto significa que si el equipo ya tiene varias inspecciones (lo que forma parte de su historia); se obtiene un mayor índice de confianza.

El próximo paso es definir los **programas de inspección**. El objetivo de un programa de inspección es especificar y realizar las actividades necesarias para detectar el deterioro del equipo en servicio antes de que ocurra la falla y de esta forma evitarla. Muchas situaciones pueden llevar a la falla del equipo, tales como errores de diseño, defectos de fabricación, mal funcionamiento de dispositivos de control, daño progresivo, etc. De todas estas situaciones, la inspección estará destinada principalmente a la detección del daño progresivo. Los parámetros que definen un programa de inspección son: ubicación de la inspección, técnica a utilizar, alcance de la inspección e intervalo entre inspecciones.

Las tareas que surgen de un programa de inspección dependen de los mecanismos de corrosión que tengan asignados los componentes. Estos podrán ser dependientes del tiempo, no dependientes del tiempo y, como caso especial, corrosión bajo aislación (**CUI**, ‘*Corrosion Under Isolation*’).

Por último, para mantener el análisis S-RBI actualizado, se requiere de una **revisión regular** del mismo. Algunos eventos que sugieren realizar una revisión son: paradas de planta (planeadas o no), excursiones en la ventana operativa y cambios en la planta (incluyendo cambios en las condiciones de proceso).

2.1 MECANISMOS DE CORROSIÓN DEPENDIENTES DEL TIEMPO

Son mecanismos de degradación estables, tienen una velocidad de corrosión constante en el tiempo, la cual no cambia drásticamente cuando ocurren pequeñas variaciones en las condiciones de proceso. Los mecanismos de

este tipo asignados a la unidad son: Corrosión por HF, Corrosión Bajo Depósito, Corrosión por Agua de Enfriamiento y Corrosión por Soda Cáustica.

Dado que los mecanismos de corrosión dependientes del tiempo tienen una velocidad de corrosión definida, puede evaluarse la vida remanente asociada al componente. Para ello, primero se debe calcular el sobreespesor por corrosión remanente (**RCA**, 'Remanent Corrosion Allowance') según la siguiente ecuación:

$$RCA = CA - (Esp_{Nominal} - Esp_{Actual})$$

en donde **CA** ('Corrosion Allowance') es el sobre espesor por corrosión, $Esp_{Nominal}$ es el espesor nominal (espesor del ítem "comprado", incluyendo las tolerancias) y Esp_{Actual} es el espesor actual del equipo, medido en la última inspección. El **CA** corresponde a la máxima pérdida admisible por corrosión del espesor de pared. Este valor se define como la diferencia entre espesor de pared nominal y el mínimo admisible que asegure la integridad del equipo. De esta forma, la vida remanente (**VR**) de un componente se define como el cociente entre el **RCA** y la velocidad de corrosión (**VC**), que se obtiene de la medición de espesores a lo largo del tiempo.

$$VR = RCA(mm) / VC (mm/año)$$

El nivel de criticidad y el índice de confianza se combinan en una tabla de doble entrada (**Tabla 1**) para obtener un **Factor de Intervalo**. La **Tabla 1** es ilustrativa y no corresponde con la empleada durante el S-RBI, dado que es de carácter confidencial. El factor de intervalo es un número que, al multiplicarlo por la vida remanente, determina el **máximo intervalo entre inspecciones** (MII).

Factor de Intervalo		Índice de Confianza		
		1	2	3
Criticidad	M	0.1	0.2	0.3
	L	0.2	0.3	0.4
	N	0.3	0.4	0.5

TABLA 1 Determinación del Factor de Intervalo.

2.2 MECANISMOS DE CORROSIÓN NO DEPENDIENTES DEL TIEMPO Y CUI

La mayoría de estos mecanismos no son estables y pueden ocurrir en forma instantánea. Los mecanismos de este tipo asignados a la unidad son: Ampollado, Cavitación, Fatiga térmica y Fisuración Cáustica.

En estos casos, no es posible determinar la vida remanente del equipo, dado que los mecanismos de degradación dependen en mayor medida de las condiciones de proceso y a veces, están asociados a excursiones de la ventana operativa. Por lo tanto, es muy difícil establecer una velocidad de corrosión.

Si las condiciones de proceso no son controladas en forma adecuada pueden ocurrir cambios significativos en las velocidades de degradación. Por ello, en la mayoría de los casos las inspecciones basadas en tiempo no juegan un rol importante para prevenir la falla prematura en los equipos sujetos a estos mecanismos de degradación. Luego, se hace esencial el monitoreo del proceso mediante una ventana operativa. Para ello, se emplea una tabla similar a la **Tabla 1**, utilizando el índice de confianza y el nivel de criticidad. Sin embargo, lo que se obtiene es el **grado de monitoreo** que se le debe aplicar al equipo.

En general, para **CUI** no es posible realizar una estimación precisa de la vida remanente, ya que resulta difícil predecir el tiempo en que prevalece la humedad en cualquier tramo específico de un componente aislado. Por esta razón, Shell ha desarrollado diferentes "estrategias" de inspección, basadas en la experiencia. Cada una de estas estrategias recomienda diferentes actividades de inspección y mantenimiento a largo plazo, con lo que las futuras acciones dependerán de los resultados de la última inspección. La estrategia de inspección se determina combinando la criticidad con el índice de confianza en una matriz de estrategias (nuevamente, similar a la **Tabla 1**).

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 PROBABILIDADES DE FALLA, CONSECUENCIAS DE FALLA Y CRITICIDADES

La **Figura 2** muestra el diagrama correspondiente a las probabilidades de falla, obtenidas para cada combinación TAG-Modo

de Falla. Los diferentes colores representan los modos de falla más relevantes presentados en el estudio. Por simplicidad, se agrupa en color blanco al resto de los modos de falla.

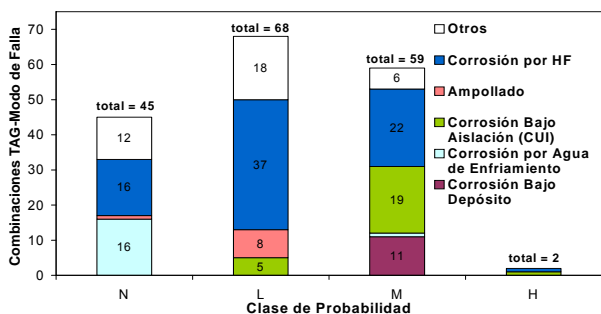


Figura 2 Probabilidades de Falla.

Se observa que casi todas las combinaciones TAG-Modo de Falla poseen clases de probabilidad N, L y M. Incluso, se esperaría que *la mayoría* de las combinaciones TAG-Modo de Falla tengan clases de probabilidades N y L. Sin embargo, existe una gran contribución de la clase de probabilidad M. Esto se debe principalmente a dos factores. Primero, las velocidades de corrosión asignadas a los mecanismos de degradación que dependen del tiempo fueron muy conservadoras. Este criterio fue adoptado para tener un mayor margen de seguridad. Segundo, la unidad opera en un rango de temperaturas tal que se tiene susceptibilidad a CUI. Debido a esto, la mayoría de los equipos que poseen aislación tienen clase de probabilidad M para este mecanismo de daño.

A partir de este estudio, se espera que con el tiempo y con el consecuente incremento en la cantidad de inspecciones, se alcance mayor precisión en la determinación de las velocidades de corrosión. De este modo se obtendrá mayor cantidad de probabilidades de falla clase N y L.

Se observa que el número de combinaciones TAG-Modo de Falla producida por Corrosión por HF es mayor que en los demás mecanismos de degradación. Además, se encuentra presente en las 4 clases de probabilidades. Esto se debe a que casi todas las corrientes de la unidad tienen HF, presentándose este mecanismo de daño con una gran variedad de velocidades de corrosión y probabilidades de falla.

La **Figura 3** muestra el diagrama correspondiente a las consecuencias de falla,

obtenidas para cada combinación TAG-Modo de Falla. En la figura se detallan los tipos de consecuencia posibles: económica, salud y seguridad o medio ambiente, graficando en cada caso sólo la de mayor clase.

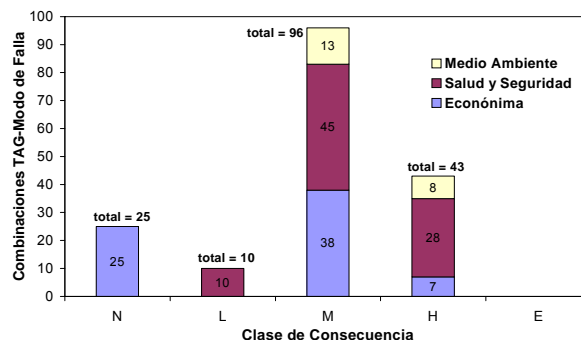


Figura 3 Consecuencias de Falla

En la **Figura 3** se observan 25 combinaciones TAG-Modo de Falla con consecuencia de falla despreciable. Es decir, la consecuencia clase N es simultáneamente despreciable en los 3 campos (económica, salud y seguridad y medio ambiente). Estos componentes, junto con las 10 combinaciones TAG-Modo de Falla de consecuencia L, tienen bajas consecuencias debido a que una falla del componente no tiene implicancias económicas, no afecta el medio ambiente y no tiene problemas significativos de salud y seguridad. La combinación de las consecuencias de estos componentes con la probabilidad de falla (no necesariamente baja) en la matriz de riesgo determinará la criticidad de los mismos.

Por otro lado, se observa mayor cantidad de combinaciones TAG-Modo de Falla que presentan clases de consecuencia M y H frente a las de clase N y L. Este hecho tiene dos contribuciones. Una de ellas proviene de la naturaleza tóxica del HF, en donde una falla de un componente podría causar graves consecuencias de salud y de medio ambiente. La segunda corresponde al factor económico, donde una falla implicaría una parada de planta. Según los días de parada, la consecuencia económica será clase M o H.

La **Figura 4** muestra el diagrama correspondiente a las criticidades. En este caso, se ha optado por discriminar los mecanismos de corrosión, tal como en la **Figura 2** de probabilidades de falla.

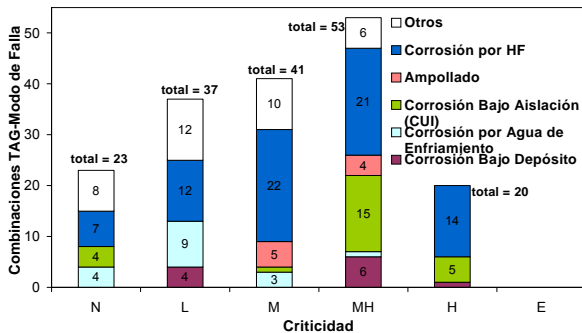


Figura 4 Gráfico de Criticidades

Para el entendimiento de este gráfico debe tenerse en cuenta el siguiente factor: las combinaciones TAG-Modo de Falla de la **Figura 4** son exactamente las mismas que las de la **Figura 2**, sin embargo se distribuyen en forma diferente debido a la combinación entre la probabilidad (**Figura 2**) y la consecuencia de falla (**Figura 3**) en la matriz de riesgo. Por ejemplo, en la **Figura 2** se observan 11 combinaciones TAG-Modo de Falla que tienen asignado Corrosión Bajo Depósito, todos ellos con probabilidad de clase M. Al combinar cada uno de ellos con las consecuencias correspondientes de la **Figura 3** en la matriz de riesgo, se obtienen 4 combinaciones de criticidad L (por tener menor consecuencia de falla), 6 de criticidad MH y 1 de criticidad H (por tener mayor consecuencia de falla). De la misma forma, ninguna de las dos combinaciones TAG-Modo de Falla que presentan probabilidad clase H de la **Figura 2** poseen criticidad E (por tener menor consecuencia). Se puede hacer el mismo análisis con el resto de las combinaciones TAG-Modo de Falla.

De modo similar a lo que ocurre en la **Figura 2**, se observa que el modo de falla Corrosión por HF se encuentra presente en las 6 clases de criticidades.

El estudio S-RBI se ha desarrollado de forma tal que una unidad que se encuentre operando bajo las condiciones de diseño, posea la mayor cantidad de equipos con un nivel de criticidad M. Como consecuencia, un diagrama de criticidades típico para dicha unidad debería tener una forma gaussiana. El diagrama de la **Figura 4**, obtenido de la unidad de alquiler, presenta una envolvente aproximadamente

gaussiana con su máximo desplazado hacia la derecha. Esto se debe a que las velocidades de corrosión asignadas fueron muy conservadoras.

3.2 MÁXIMO INTERVALO ENTRE INSPECCIONES

La **Figura 5** muestra el máximo intervalo entre inspecciones (MII) de las combinaciones TAG-Modo de Falla que tienen asignados mecanismos de degradación dependientes del tiempo.

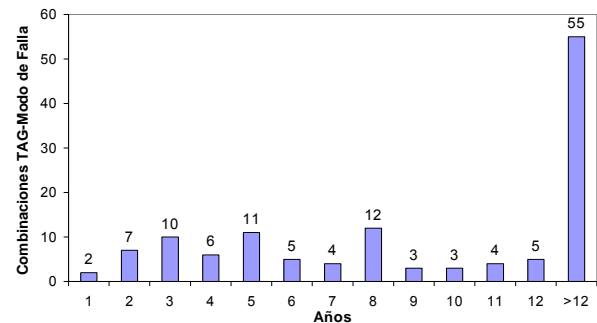


Figura 5 Máximo Intervalo entre Inspecciones.

Habitualmente, el período de inspección para los equipos y cañerías de la unidad es de 4 años (tiempo entre paradas programadas de la unidad). Sin embargo, en la **Figura 5** se observa que la mayoría de los equipos (aproximadamente el 80%) poseen MII mayores que 4 años, teniendo esto consecuencias económicas y operativas considerables en las tareas de inspección. Por otra parte, se observan 19 componentes que necesitarían una inspección cada tres 3 años o menos. Como resultado, el S-RBI permite distinguir los equipos que podrían inspeccionarse con mayor separación que la habitual, como también aquellos que requieren una atención más puntualizada.

Además, se observa gran cantidad de equipos (43%) que no necesitan ser inspeccionados hasta intervalos máximos de 12 años, pudiendo operar durante tres paradas sucesivas sin necesidad de inspeccionarlos.

3.3 INTERVALO ENTRE INSPECCIONES

Las **Figuras 6** y **7** muestran la cantidad de tareas de inspección definidas para todas las

combinaciones TAG-Modo de Falla en función de la frecuencia a la que deben realizarse dichas tareas. Las tareas de inspección de la **Figura 6** pueden realizarse “en línea”, mientras de las de la **Figura 7** deben realizarse durante las paradas de la unidad.

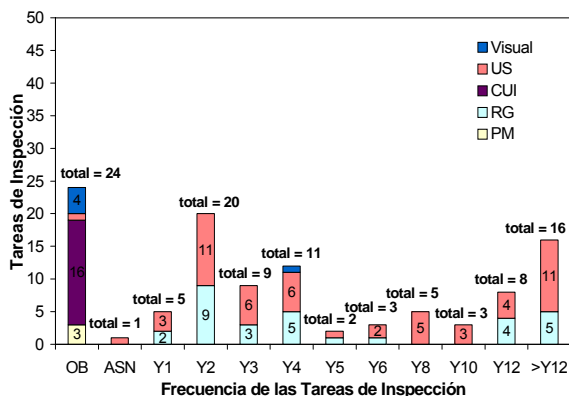


Figura 6 Frecuencia de las tareas de inspección a realizarse en línea.

Las **Figuras 6** y **7** tienen mayor cantidad de combinaciones TAG-Modo de Falla (respecto de la **Figura 5**) debido a que las tareas de inspección se definen para todos los mecanismos de degradación (dependientes del tiempo y no dependientes del tiempo). Además, en general se define más de una tarea de inspección por combinación TAG-Modo de Falla.

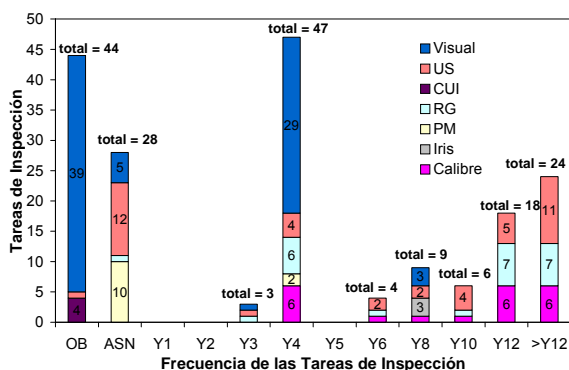


Figura 7 Frecuencia de las tareas de inspección a realizarse durante las paradas.

En las abscisas, la sigla OB ‘Oportunidad Base’, significa que la inspección debe realizarse cada vez que se tenga la oportunidad. La sigla ASN, ‘As Necessary’, significa que la inspección debe

realizarse cuando sea necesario (por ejemplo, “medir con ultrasonido sólo si la inspección visual indica daño en la pintura”).

La sigla CUI hace referencia a las diferentes estrategias de inspección asociadas a este mecanismo. Se ha convenido agrupar todas ellas en OB debido a que las frecuencias de inspección resultantes para cada componente son variables, dependiendo de los resultados de la última inspección.

Al comparar las **Figuras 5** y **7**, se observa que en la **Figura 7** se tiene mayor cantidad de inspecciones que deben realizarse cada 4 años y menor para intervalos mayores que 12 años. Este hecho tiene principalmente 2 contribuciones. La primera de ellas proviene de los equipos que están pintados en su interior, cuyas velocidades de corrosión han resultado ser bajas por el efecto de la pintura. Esto da como consecuencia períodos máximos entre inspecciones mayores que 12 años. Sin embargo, la pintura dura mucho menos que ese tiempo, por lo que debe inspeccionarse visualmente cada 4 años para comprobar su estado. En caso de que esta inspección visual indique que la pintura se encuentra deteriorada, es necesario medir el espesor del componente. Esto da origen a las 12 inspecciones ASN por ultrasonido que se observan en la **Figura 7**. La segunda contribución proviene de algunos equipos que tienen máximos intervalos entre inspecciones iguales a 5, 6 y 7 años (ver **Figura 5**), los cuales se decidió inspeccionarlos cada 4 años con la finalidad de que las inspecciones se realicen en las paradas generales de la unidad.

En la **Figura 7** se observan 42 tareas de inspección que deben realizarse con frecuencias mayores o iguales que 12 años, lo cual se debe a que los TAGs correspondientes poseen baja criticidad y alto índice de confianza. Esto resulta en una gran optimización de las tareas de inspección, centrándose las mismas en los TAGs de mayor criticidad y sin malgastar recursos en componentes que no necesitan ser inspeccionados en todas las paradas. Por otro lado, existen 39 inspecciones visuales OB, es decir, cada vez que se tenga la oportunidad, sólo para tener mayor tranquilidad de que el equipo se encuentra en buenas condiciones.

Por último, si se suma la frecuencia de inspección (**Figuras 6** y **7**) a la fecha de la última inspección de cada combinación TAG-



Modo de Falla, se obtiene la fecha de la *próxima* inspección. De esta forma, es posible obtener una lista de componentes con las fechas de las próximas inspecciones, junto con la técnica y mecanismo de degradación a inspeccionar.

4. CONCLUSIONES

- Se concluye que la metodología S-RBI reemplaza por completo las inspecciones basadas en el tiempo.
- La metodología permite identificar componentes de mayor criticidad, concediéndoles mayor atención. Por otro lado, la metodología también identifica componentes de criticidades despreciables, cuyos períodos de inspección resultan ser mayores que los habituales. De esta forma, se optimizan las tareas de inspección.
- La metodología permite elaborar, previo a la parada, una lista de componentes que necesitan ser inspeccionados, con la correspondiente técnica de inspección, alcance, etc. Es decir, es posible realizar con anterioridad una preparación y planificación de las tareas de inspección a realizarse en la parada. Esto conduce a un menor tiempo de paradas.
- El tiempo entre paradas puede ser mayor, ya que un análisis detallado por componente incrementa la confiabilidad del mismo. Además, con el uso de la metodología y las inspecciones subsiguientes, se obtienen mayores índices de confianza. Esto se traduce en mayores intervalos entre inspecciones. En un futuro, es posible obtener frecuencias de tareas de inspección tales que pueda extenderse el tiempo entre paradas.
- Se obtiene menor cantidad de paradas de emergencias: Esto se debe a que el análisis detallado que se hace por componente permite identificar los mecanismos de daño que actúan sobre el mismo y tomar acciones preventivas antes de que ocurra la falla.

5. REFERENCIAS

- [1] Shell Global Solutions. SGS Manual: RRM. Version 2. (Confidential)
- [2] API RECOMMENDED PRACTICE 580: Risk-Based Inspection. 1st ed, 2000.
- [3] Barrien P. Proceedings of the 53rd Annual Conference & Exposition; 1998 Mar 22-27; California, USA. Houston: Nace International; 1998.
- [4] API PUBLICATION 581: Risk-Based Inspection: Base Resource Document. 1st ed, 2000