

# CRITERIOS DE EVALUACIÓN DE CADUCIDAD Y OBSOLESCENCIA DE PROCESOS, APLICADO A LA CAJA COSTARRICENSE DE SEGURO SOCIAL

*Ronny Pacheco Segura  
Patricia Ramírez  
Carolina Vásquez*

## Resumen

La Ingeniería de Procesos debería preocuparse por identificar cuando un proceso productivo es obsoleto o caduco, es decir, no logra satisfacer la necesidad para el que fue creado o aquella ha desaparecido. Aunque a primera vista este problema parece sencillo, en realidad no siempre es transparente y la toma de decisión relacionada, no precisamente es oportuna. Existen muchas organizaciones complejas como los servicios de salud en Costa Rica, donde este tema adquiere vital importancia. En este contexto, los criterios y variables identificadas en otras disciplinas brindan una serie de criterios que permiten establecer los fundamentos de evaluación de desempeño de procesos productivos, en el ámbito de la CCSS, que sientan la base para que en futuras investigaciones se desarrollen modelos de decisión que permitan anticipar la necesidad de rediseñar, eliminar o crear nuevos procesos.

**Palabras clave:** Caducidad, obsolescencia, gestión de procesos, fiabilidad, mantenibilidad, disponibilidad.

## Abstract

Process Engineering should worry about identifying when a production process is obsolete or outdated, ie it does not satisfy the need for which it was created or the need disappeared. Although at first glance this problem seems simple, reality is not always transparent and decision making related, is not exactly timely. There are many complex organizations like health services in Costa Rica, where this issue is of vital importance. In this context, criteria and variables identified in other disciplines provide a set of criteria that establish the basis for performance evaluation of production processes in the CCSS environment, settles fundamentals for future research to develop decision making models for anticipating the need to redesign, delete or create new processes.

**Key Words:** Expiration, obsolescence, process management, reliability, maintainability, availability.

**Recibido:** de 20 • **Aprobado:** de 2014

## 1. INTRODUCCIÓN

Es común desarrollar proyectos que proponen nuevas formas de realizar las cosas, procesos de mejora sistémicos y graduales en algunos de los casos, en otros, cambios abruptos que reinventan los procesos de compañías u organizaciones.

Esta es una realidad tanto en la industria de producción manufacturera, como en servicios, instituciones públicas y los servicios de salud

no son una excepción, que deciden entre invertir en mejora continua o realizar un cambio radical de sus labores.

Existen en la literatura diferentes esfuerzos por evaluar y administrar los procesos, desde el ciclo de mejora de Deming hasta los modernos sistemas para el BPM (Siglas en inglés para Administración de Procesos de Negocio), todos estos con robustos componentes en los conceptos de monitorear y controlar.



También se evidencian esfuerzos para determinar rápidamente problemas y áreas de mejora a través de la evaluación del desempeño de los procesos; por ejemplo, el sistema de inteligencia para negocios propuesto por los investigadores Tan, Shen, Xu, Zhou y Li (2008), que evalúa el impacto de los procesos en el tiempo, calidad, servicio, costo, velocidad, eficiencia e importancia.

Todos estos sistemas establecen la evaluación del desempeño como el mecanismo proveedor de información para tomar decisiones sobre el futuro de los procesos, generalmente orientados a la mejora continua. Sin embargo, no es común encontrar criterios que permitan al tomador de decisiones establecer la necesidad de reemplazar el proceso existente por uno totalmente nuevo y de esta manera definir cuándo invertir en mantenimiento es más un cuidado paliativo y no una buena decisión.

En los servicios de salud este problema es tan común y rutinario cómo en otros ámbitos, sin embargo por estar relacionada la vida de las personas, la toma de decisiones es de particular importancia. La Caja Costarricense de Seguro Social (CCSS) en su Plan Estratégico Reajustado Macro Políticas 2013 – 2016, ha identificado a las Tecnologías en Salud como uno de los determinantes sociales de la salud (Caja Costarricense de Seguro Social, 2013), es decir una de las circunstancias complejas que influyen en la salud de las personas.

En armonía con este criterio, la CCSS (2013) deja claro en diferentes partes de su estrategia la necesidad de mejorar los procesos y la tecnología utilizada para realizar su función sustantiva, por ejemplo, su macro política en el eje de desarrollo indica lo siguiente:

“La institución fomentará el desarrollo de su talento humano basado en el compromiso y actitud positiva e invertirá de forma planificada en infraestructura y tecnologías, acorde con las necesidades de la población y las condiciones financieras de la institución, de manera que se fortalezca la prestación de los servicios.” (Caja Costarricense de Seguro Social, 2013)

Históricamente ha invertido grandes sumas de dinero en la inclusión de nuevas tecnologías, y es presumible pensar que ha tenido un impacto

en los procesos. En sus estados financieros auditados se puede observar que invirtió veintitrés mil setecientos millones de colones en el 2012 en la adquisición de mobiliario y equipo (Despacho Carvajal y Colegiados, 2013). Este monto, aproximadamente cuarenta y siete punto cuatro millones de dólares, se utilizaron para comprar equipo médico quirúrgico, mobiliarios clínico y hospitalario, equipo mecánico y eléctrico, según las notas técnicas de estos estado financieros. Es dable considerar que nuevas tecnologías representarán nuevos procesos, que buscan mayor eficacia y eficiencia, que podrían implicar cambios en los procesos sustantivos de prestación del servicio y posiblemente también en los de apoyo y estratégicos. Tal como se mencionó anteriormente, estos pueden representar cambios menores, sustitución o eliminación de diferentes procesos.

La sistematización por medio de la cual las instituciones realizan esta renovación en el tema de procesos debería ser equivalente al de tecnología, pero no siempre ocurre. En diferentes disciplinas se ha trabajado en establecer controles y sistematizar la toma de decisión referente a los cambios que indiquen una de dos cosas:

1. La necesidad para la cual se diseñó el proceso ha desaparecido, por lo tanto está caduco.
2. Este proceso ya no satisface la necesidad original para el que fue creado, por lo tanto es obsoleto.

### 1.1 Posibles escenarios

Los procesos productivos que actualmente se desarrollan surgieron porque en algún momento se tuvo una necesidad que obligó a establecer un conjunto de actividades que le permitieran convertir insumos en productos con determinadas características.

Conforme el giro de negocio y el mercado evolucionan, estas necesidades pueden cambiar y requerir adaptaciones de los procesos, que puede ir desde cambios menores hasta rediseños completos, tal como se muestra en la Figura 1.

Con el propósito de identificar si el modelado responde a la realidad de la CCSS, se contruyeron escenarios desde la experiencia



Figura 1. Diagrama de surgimiento y evaluación de la oportunidad de los procesos.

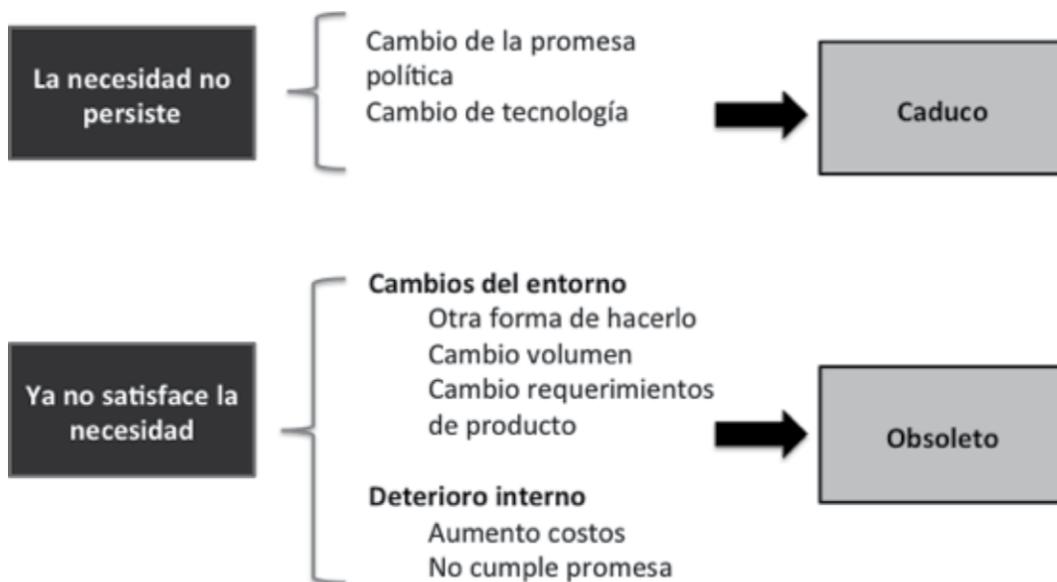


Figura 2. Posibles escenarios para caducidad y obsolescencia.

propia de los autores y con el concurso de las diferentes autoridades de esa organización, los que se representan en la Figura 2.

El propósito de este documento es exponer los criterios y las variables identificados para cada uno de estos escenarios construidos a partir del conocimiento de otras disciplinas, de la teoría general de ingeniería de procesos y de la experiencia en los servicios de salud; culminando con la vinculación entre criterios, variables y escenarios para determinar la pertinencia, completéz, robustez

y aplicabilidad que sirvan de fundamento para que en futuras investigaciones se diseñe un modelo de evaluación de desempeño de procesos en la CCSS.

## 2. METODOLOGÍA

La búsqueda de bibliografía referente a los criterios de caducidad y obsolescencia desde la óptica de Ingeniería de Procesos ha sido infructuosa, tanto en teoría general como

específicos de procesos de salud, por lo tanto, los autores han decidido canalizar este estudio exploratorio en dos direcciones con el propósito de identificar variables relacionadas:

1. Contactar a las autoridades de la Caja Costarricense de Seguro Social con el fin de determinar cuáles son los criterios que ellos utilizan con sus procesos.
2. Determinar cuáles son los juicios de valor que utilizan otras disciplinas para tomar estas decisiones.

El contacto con las autoridades de la institución de salud costarricense se realizó entre febrero y julio del 2013 en al menos tres reuniones en las cuales participaron en una ocasión tres gerentes, y en las restantes directores y jefes de departamento de las áreas administrativa, financiera y médica, donde se discutieron los temas y abordajes de los investigadores.

Posteriormente, se realizó una consulta bibliográfica, representativa y no exhaustiva, en la que se identificó que las disciplinas: ingeniería de mantenimiento de equipo e instalaciones, la administración de tecnología y la ingeniería de sistemas, son las que presentan avances sistematizados que llegan a técnicas y normas.

Con las variables identificadas y clasificadas por los teóricos, se establece la interrelación entre variables y criterios y se valora la pertinencia y completez.

Mediante la técnica de escenarios se evalúa la suficiencia en términos de la robustez y aplicabilidad de los criterios identificados, conforme las variables agregadas.

### 3. ANÁLISIS DE RESULTADOS

De la información pública expuesta en el sitio Web de la CCSS y de las reuniones con las autoridades ya citadas, no se identificó que la organización haya definido criterios de evaluación de la caducidad y obsolescencia, ni se utiliza sistemáticamente ninguna técnica ni norma.

Las disciplinas ya mencionadas han desarrollado criterios de evaluación y establecido variables de medición puntuales, no aplicados a una secuencia de operaciones como es el caso de los procesos. Pese a

esta debilidad, se determina que estos juicios pueden ser asimilables a la prestación directa de servicios de salud, y con una adecuada articulación resultan pertinentes a secuencias de actividades repetidas como se expone a continuación.

#### 3.1 Criterios y variables identificados

Autores reconocidos hacen uso desde larga data de la técnica RAM (Reliability, Availability, Maintainability, por sus siglas en inglés): fiabilidad, disponibilidad y mantenibilidad: Schneidewind, N (2008) y (2009); Zhaoguang Peng, Lu Yu, A. Miller, C. Johnson, Tingdi Zhao (2013); R.T. Knight (2013); S.R. Turnquist, M. Twombly, D. Hoffman (1989); N. Best (2004); B. Edson, b. Hansen y P. Larter (1996); M.A. Klement y W.J. Dawson (1992); M.J. Smith (1989); R.H. McFadden (1990); P. Wikstrom, L.A. Terens y H. Kobi (2000); IEEE (2013), J.H Willett, D.L. Harvey y G.H. Hagn (1998); W.A. Hansen, B.N. Edson, P.C. Larter (1992), H.H. Ammar, Y. Huang, R. Liu (1987).

Aunque se observan algunas leves diferencias en el alcance conceptual y en las variables de medición, en esta investigación se reunieron los elementos en común y se agregaron para la valoración de obsolescencia y caducidad, como se desarrolla a continuación.

##### 3.1.1 Disponibilidad

En este punto cabe señalar la diferencia conceptual entre la *disponibilidad del proceso* visto desde la ingeniería, y lo que la Organización Mundial de la Salud (2014) define como “Service Availability and Readiness”, entendida como *presencia física del servicio y capacidad de entrega*, resultando que en esa concepción el enfoque es hacia la evaluación de la utilización y disponibilidad de los recursos para prestar el servicio, y no en la valoración de la vigencia y el cumplimiento de las expectativas de la secuencia de actividades, única y repetible, que transforma los insumos en respuesta a una necesidad, perspectiva objeto de esta investigación.

En Ingeniería de Procesos el término “disponibilidad” (multiplicador utilizado para

calcular el Índice de Eficiencia General de lo Equipos - OEE, del inglés Overall Equipment Effectiveness-) es el *tiempo de trabajo de máquina / el tiempo de máquina planificado*, e interesa que tienda a ser la unidad, porque es la “*calidad o condición de disponible*”, tal como lo indica la Real Academia Española (2001).

La medición de la disponibilidad se puede hacer por las causas directas o por las consecuencias indirectas. Por ejemplo: paros de máquina no programados, tiempo de paro por reparaciones; o por las consecuencias indirectas como: costo de mantenimiento, costo de inventario de respuesto, pago de horas extra, tiempo hasta la próxima falla (Tiempo medio entre fallas) y eficiencia de la producción, como lo indican Mustakerov y Borissova (2013), resultando que el interés último es que los procesos estén disponibles.

De las variables citadas, muchas se pueden traducir fácilmente a un ambiente de procesos de atención directa a las personas en servicios de salud, por ejemplo el pago de horas extra; sin embargo fallos de máquina no programados o tiempo de paro por reparaciones podrían tener interpretaciones más elaboradas, sobretodo en servicios dónde no hay máquinas relacionadas. Así bien, ¿cuál es el equivalente en disponibilidad de procesos de un paro de máquina?, esto podría ser visto cómo cualquier interrupción en el servicio porque el proceso tuvo un funcionamiento indebido, por ejemplo, cuando un prestador de servicios de salud se excede en sus tiempos de alimentación, deja la capacidad productiva de la actividad, o del proceso mismo, temporalmente inhabilitados.

A diferencia de lo que ocurre en ingeniería de mantenimiento y de software, en el ámbito de procesos, en general, mediante la sistematización de la programación de la producción se pueden reducir tiempos de paro por descanso de los operadores, cambio de lotes de producción o mezcla de producto. En servicios de salud, por ejemplo la preparación de pacientes antes de ciertos exámenes de imageneología puede alargar el proceso de producción, estableciendo tiempos de inactividad de máquina, que es el costo mayor de la actividad, y con una adecuada sincronización de las tareas estos tiempos muertos podrían reducirse a cero. La valoración de signos vitales y otros indicadores básicos

para la salud puede ser hecha por personal con menor nivel de especialidad antes del ingreso a la consulta, reducción del tiempo de preparación que en ingeniería de manufactura se conoce como SMED (Del inglés Single Minute Exchange Dies), por lo tanto la aplicación directa de tiempos de paro de una actividad resultaría inapropiada en la evaluación de la secuencia de actividades, siendo que lo conveniente es la determinación de la completez funcional de la secuencia en periodos de tiempo, es decir, tiempo de paro del proceso.

### 3.1.2 Mantenibilidad

Según la Asociación Española para la Calidad (2014), mantenibilidad es “*la capacidad de un elemento, bajo determinadas condiciones de uso, para conservar, o ser restaurado a, un estado en el que pueda realizar la función requerida, cuando el mantenimiento se realiza bajo determinadas condiciones y usando procedimientos y recursos establecidos.*”

De esta definición se deducen variables importantes para este análisis debido a que especifica que las condiciones deben ser las mismas en procedimientos y recursos.

En este sentido (Kumar, 2012) advierte que el entorno varía, lo que puede obligar a modificar cómo y con qué se realiza la evaluación, por tanto, obliga a la revisión constante de las variables e indicadores de evaluación, acorde al escenario que enfrenta, siendo que el interés es que los costos de ajuste y estabilidad tiendan a ser menores.

La mantenibilidad puede ser afectada por un amplio número de otros factores como las habilidades del personal aplicando el mantenimiento, las tareas de mantenimiento a ser aplicadas al sistema, las herramientas usadas, avances en tecnología, nuevos estándares de diseño y arquitecturas de software, las aplicaciones de software, la aplicación a ser soportada, rotación del personal, muchas versiones, etc. Las tareas de mantenimiento pueden variar (op cit)

Otros autores expresan con respecto a mantenibilidad: “*Por lo tanto en la fase de diseño,*

*sólo tenemos que tener en cuenta los atributos que son accesibilidad, simplicidad, modularización, estandarización, identificación, capacidad de prueba y ergonomía*" (Lu & Sun, 2009). En este caso es evidente que se tienen algunos aspectos importantes de considerar como: modularización, estandarización y capacidad de prueba, que son relevantes como criterios de diseño de procesos.

Desde la perspectiva de los sistemas de información, mantenibilidad es un criterio crítico definido como:

Mantenibilidad: 1. La facilidad con que un sistema o componente de software se pueden modificar para cambiar o agregar capacidades, corregir falta o defecto, mejorar el rendimiento u otros atributos, o adaptarse a un entorno cambiante 2. La facilidad con que un sistema de hardware o componente puede ser retenida en o vuelva a alcanzar un estado en el que puede realizar sus funciones necesarias ... 5. velocidad y facilidad con la que un programa puede ser corregido o cambiado. (ISO - IEC-IEEE, 2011)

Se puede observar que esa definición incorpora conceptos como: facilidad para agregar capacidades, corregir defectos, mejorar rendimiento, y la velocidad a la que puede ser corregido o cambiado. Esto amplía significativamente los criterios identificados previamente.

Sobre este aspecto existe mucha literatura y no ha escapado a otros investigadores preguntarse respecto a la aplicabilidad del concepto a los procesos de negocios. En esta línea se identificó un intento de modelado de evaluación de mantenibilidad de sistemas informáticos a los procesos de negocios. El autor desarrolla aproximaciones interesantes en un esfuerzo por establecer la lógica de descendencia entre el análisis de sistemas, la mantenibilidad y el análisis de procesos. *"Para calidad interna y externa, la ISO/IEC 9126 categoriza los atributos de calidad de software en seis categorías.... Una de las seis categorías principales es mantenibilidad, la cual es luego subdividida en analizabilidad, cambiabilidad, estabilidad y capacidad de prueba."* (Turetken, 2013).

Desde este punto de vista es interesante establecer que la mantenibilidad es considerada

como atributo de calidad en la ingeniería de software, y además, establecida como una de las características principales que evidentemente son estudiadas desde el diseño. Sin embargo, para poder establecer un estudio más detenido de esta conceptualización, es necesario definir las partes en que ha sido subdividida, como se desarrolla a continuación.

Según la norma ISO 9126, citada por los autores Bouwers, Correira, Van Deursen, & Visser (2011), *analizabilidad* es la capacidad del proceso de determinar la causa raíz de un fallo, medida por ejemplo en tiempo o inversión de recursos.

Por su parte, *cambiabilidad* es definida por los autores Heitlager, Kuipers, & Visser (2007) como la medida de qué tan fácil o difícil es hacer adaptaciones al sistema. También se menciona:

Cuando se da una propuesta de cambio, los gestores de software y encargados de su mantenimiento necesitan hacer una estimación preliminar del efecto dominó desencadenado por la modificación, y decidir si aceptar, rechazar, o evaluar más la propuesta de cambio. (Sun, Li, & Zhang, 2012).

Este efecto dominó tiene que ver con cuánto trabajo extra debe realizarse cuando el cambio implica la afectación de diferentes componentes del sistema, en cierto modo implica el estudio total del trabajo a realizarse, no limitarse al estudio puntal de la modificación en sí.

La variable de *estabilidad* está relacionada con las condiciones del software mientras se da mantenimiento, es decir: *"¿qué tan fácil o difícil es mantener el sistema en un estado consistente durante las modificaciones?"* (Heitlager, Kuipers, & Visser, 2007). En los sistemas de cómputo estas implicaciones están referidas a todo un proceso de pruebas y diferentes niveles de evolución del software en su diseño; sin embargo, para un proceso la variedad de circunstancias son muchas, desde una afectación insignificante por lo sencillo de los cambios, hasta el sub contrato de operaciones, principalmente cuando los procesos afectan la salud de las personas.

Autores amplían el alcance de la categoría: *"estabilidad se refiere a los riesgos asociados con los efectos inesperados de las modificaciones"* (Kumar op cit), perspectiva

que genera variables de evaluación de riesgo aplicable a la secuencia de operaciones.

El concepto de capacidad de prueba (del inglés *testability*) se refiere a “*qué tan fácil o difícil es evaluar el sistema después de la modificación*” (Heitlager, Kuipers, & Visser, *op cit*) Está relacionado con lo que podríamos llamar el control de calidad de los cambios, es decir:

Capacidad de prueba se refiere a la habilidad de validar las modificaciones. Es una medida de qué tan fácil es crear criterios de prueba para el sistema y sus componentes, y ejecutar estas pruebas con el propósito de determinar si el criterio se cumple. Buena capacidad de prueba hace que sea más probable que los fallos en un sistema se pueden aislar de manera oportuna y eficaz. (Kumar, *op cit*)

En servicios de atención directa a las personas acontece el riesgo del arribo de enfermedades que podrían tener el carácter de epidemia, por ejemplo la consulta externa ante la gripe aviar, que requiere de procesos productivos en condiciones extraordinarias, ya sea por cambios en el volumen o diferenciación de tareas. El sistema de evaluación del proceso productivo debería ser capaz de diagnosticar si los tiempos de servicio son los requeridos para la atención de la situación específica por aumento en el volumen y por la creación de nuevas actividades de valoración como el *triage* (analizabilidad); y el riesgo de afectación al resto del sistema productivo por la transferencia de recursos (estabilidad); e identificar la capacidad de adaptarse él mismo o con aquellos que interactúa, por ejemplo al crearse mayor demanda de valoraciones de laboratorios (cambiabilidad); o el requerimiento de crear nuevos procesos y la capacidad de validar el impacto de las modificaciones para enfrentar nuevas condiciones impredecibles (capacidad de prueba). De manera tal que antes de la emergencia, el proceso debería poder diagnosticar sus habilidades y determinar si es obsoleto o debe ser modificado para enfrentar estas condiciones.

### 3.1.3 Fiabilidad

Organizaciones de nivel internacional definen la fiabilidad como “*La capacidad de un*

*sistema o componente para realizar sus funciones requeridas bajo las condiciones establecidas por un período de tiempo especificado*” (ISO - IEC- IEEE, 2011). Se establecen dos factores relevantes: el propósito del proceso es la satisfacción de la necesidad, y la temporalidad de la aplicación, lo que lleva nuevamente al objeto de esta investigación de determinar criterios de caducidad y obsolescencia.

La fiabilidad de los procesos de manufactura ha sido estudiada a través del tiempo y se han determinado algunas mediciones que son utilizadas en la industria para garantizar este tema, de esta manera An, Dai, & Zhao (2012) exponen algunos de los indicadores que pueden ser utilizados para evaluar la fiabilidad del proceso, entre ellos: porcentaje de producto bueno y eficiencia de producción, para realizar mediciones directas de la fiabilidad de los procesos; así como tiempo medio entre fallos técnicos (MTBTF) y el índice de capacidad del proceso (Cp), como medidas indirectas, resultando de interés aumentar la fiabilidad del sistema.

Se puede apreciar como los autores tratan al *tiempo medio entre fallos* ya sea como variable de fiabilidad o de disponibilidad. Está claro que es un indicador de interés para evaluar la obsolescencia.

Por su parte el *porcentaje de producto bueno*, es una medición de eficacia. La mención a la eficiencia de producción se relaciona con uso de recursos de los procesos, lo cual presupone un desempeño esperado, o incluso estándares.

Cuando se indica *productos buenos* supone la existencia de productos malos, y cuando se discute un *índice de capacidad de procesos*, se tiene por sentado que existen unos límites de especificación de las características que distingue entre los productos buenos o malos; lo cual en salud llevaría a la promesa de servicio y al nivel de riesgo permisible porque el entorno varía de un prestador a otro por el estado de los determinantes de la salud; en el tiempo, por la evolución de una patología; o entre clientes por la condición de coterminalidad de un servicio, lo que podría afectar el rendimiento y modificar las probabilidades de funcionamiento de un proceso, siendo que resultaría obsoleto en unas condiciones y otras no, de ahí la importancia de los criterios de prueba mencionados en el apartado anterior.

Hasta este punto se han identificado criterios, variables e indicadores de uso común en ámbitos diferentes a la prestación de servicios de salud, pero que son aplicables a éste.

### 3.2 Agregación de variables por criterio

Las variables citadas se agregaron por criterio como se muestra en la Tabla 1 donde se establece que dos variables son comunes a disponibilidad y fiabilidad, y las otras son exclusivas por criterio, lo que implica que para hacer una evaluación de un proceso, se requiere de la aplicación de los tres criterios complementados.

### 3.3 Verificación de completez y robustez

Con el propósito de valorar si estos elementos son suficientes y robustos a las condiciones observables en la CCSS, se hace una aplicación en los escenarios plausibles identificados en los primeros apartados.

La promesa de servicio en la CCSS en el ámbito de la atención integral a la salud está dominada por funciones asistenciales (Reglamento de Salud, vigente desde el 1 de julio de 1997). Un cambio en la promesa de servicio significa la introducción, eliminación o modificación del alcance de esa función asistencial, por ejemplo como ocurrirá con la fertilización in vitro. En este caso, los procesos disponibles serán afectados por exigencias de nuevas certificaciones de operación, equipamiento diferente, asignación de recurso existente a esta nueva prestación, entre otros. Para cada una de las variables se pregunta si el desempeño del o los procesos correspondientes podrían verse afectados y cuáles variables aplicarían en la evaluación.

Un cambio de política podría darse en el ámbito de la gestión o de la prestación, sea este último ejemplificado por una reciente resolución judicial que limita la prestación de servicios asistenciales a personas que no estén al día con las obligaciones hacia la institución, salvo caso de emergencia, lo que obliga al proceso a asegurar en los servicios de consulta externa el estado de morosidad del solicitante, eventualmente: a) el

**Tabla 1.** Variables agregadas por criterio.

| Variables  | Disponibilidad | Mantenibilidad | Fiabilidad |
|--|----------------|----------------|------------|
| Paro de proceso no programado  | x              |                |            |
| Tiempo de paro por reparaciones  | x              |                |            |
| Costo de mantenimiento   | x              |                |            |
| Pago por horas extra   | x              |                |            |
| Tiempo hasta la próxima falla  | x              |                | x          |
| Eficiencia de la producción  | x              |                | x          |
| Capacidad del proceso para determinar la causa raíz (Tiempo o inversión) |                | x              |            |
| Complejidad para hacer la adaptación al sistema                          |                | x              |            |
| Riesgo asociado a la modificación  |                | x              |            |
| Complejidad de mantener el sistema estable                               |                | x              |            |
| Complejidad para evaluar el sistema                                      |                | x              |            |
| Porcentaje de producto bueno   |                |                | x          |
| Índice de capacidad de proceso (Cp)                                      |                |                | x          |

pago previo, b) la negación de la prestación o c) remitirlo a urgencias si es del caso. En esta situación se observa la introducción de una alternativa de salida (negar el servicio), por tanto hay que evaluar la capacidad del proceso para ajustarse y su interrelación con otros, sea el caso relacionados con el área financiera.

Los cambios en la tecnología pueden ser por sustitución, renovación o introducción de nuevas formas de hacer, que impactan tanto en el modo de transformación como en los requerimientos de entrada y salidas, ejemplificado por la automatización de los laboratorios clínicos, en los que se modificó la forma en que se hacían los exámenes, la cantidad de recurso humano y la velocidad y el volumen de producción.

Los cambios en el entorno se generan de manera paulatina o abrupta, predecibles o no, con diferentes niveles de complejidad asistencial, como el caso del dengue que es recurrente, o extraño como la gripe aviar. Los procesos existentes se ponen a prueba por cambios en el volumen de la demanda y la velocidad del ajuste.

El deterioro interno se evidencia en la capacidad del proceso para satisfacer la necesidad inmediata o mediata, por ejemplo una intervención quirúrgica que no se puede realizar porque el quirófano no está disponible, o el aumento en las listas de espera.

En la Tabla 2 se describe el resultado de la asignación de variables pertinentes por escenario. Pertinentes porque son correspondientes a esa condición, tal que la lectura por filas expresa la robustez, y la revisión por columnas la completez.

Del cruce de asignación de las tablas 1 con 2, se establece que todos los criterios se complementan, que los cambios en los escenarios son cubiertos y que todas las variables son utilizadas en al menos un caso.

## CONCLUSIONES

La gestión natural de procesos debería considerar criterios de caducidad y obsolescencia que le permita a los tomadores de decisiones determinar oportunamente la

**Tabla 2.** Relación entre variables y escenarios.

| <b>Variables identificadas / Escenarios</b>                              | <b>Cambio en la promesa</b> | <b>Cambio en la política</b> | <b>Cambio en el entorno</b> | <b>Deterioro</b> |
|--|-----------------------------|------------------------------|-----------------------------|------------------|
| Paro de proceso no programado  | No aplica                   | Aplica                       | No aplica                   | Aplica           |
| Tiempo de paro por reparaciones  | No aplica                   | No aplica                    | No aplica                   | Aplica           |
| Costo de mantenimiento   | No aplica                   | Aplica                       | Aplica                      | Aplica           |
| Pago por horas extra   | Aplica                      | Aplica                       | Aplica                      | Aplica           |
| Tiempo hasta la próxima falla  | Aplica                      | Aplica                       | Aplica                      | Aplica           |
| Eficiencia de la producción  | Aplica                      | Aplica                       | Aplica                      | Aplica           |
| Capacidad del proceso para determinar la causa raíz (Tiempo o inversión) | Aplica                      | Aplica                       | Aplica                      | Aplica           |
| Complejidad para hacer la adaptación al sistema                          | Aplica                      | Aplica                       | Aplica                      | Aplica           |
| Riesgo asociado a la modificación  | Aplica                      | Aplica                       | Aplica                      | Aplica           |
| Complejidad de mantener el sistema estable                               | Aplica                      | Aplica                       | Aplica                      | Aplica           |
| Complejidad para evaluar el sistema                                      | Aplica                      | Aplica                       | Aplica                      | Aplica           |
| Porcentaje de producto bueno   | Aplica                      | Aplica                       | Aplica                      | Aplica           |
| Índice de capacidad de proceso (Cp)                                      | Aplica                      | Aplica                       | Aplica                      | Aplica           |

conveniencia de rediseñar, mantener o sacar de operación toda o una parte de la secuencia de operaciones. Sin embargo la tecnología imperante no lo considera sistemáticamente, aunque ya se tienen indicadores que podrían servir para este fin.

Estos criterios de disponibilidad, mantenibilidad y fiabilidad, de uso cotidiano en la ingeniería de mantenimiento y de software, se pueden adoptar o adaptar a la ingeniería de procesos en la prestación de servicios directos de salud en la CCSS.

Se determinó la pertinencia, completez, robustez y aplicabilidad de los criterios y variables identificados en condiciones ordinarias y extraordinarias plausibles de ocurrir en la CCSS, con lo que se logra el propósito del estudio.

Estos elementos sirven de referencia para formular un modelo de evaluación de desempeño del proceso en futuras investigaciones, en las que deberían establecerse indicadores, metas, tendencias y herramientas que ayuden al tomador de decisiones a realizar su trabajo.

También queda pendiente valorar el interés de algunas de estas variables como criterios de diseño de nuevos procesos.

## BIBLIOGRAFÍA

- Ammar, H., Huang, Y., & Liu, R. (1987). *Hierarchical models for systems reliability, maintainability and availability*. IEEE.
- An, J., Dai, W., & Zhao, Y. (2012). Reability Modeling for Mnuufacturing Process. *Pronostics & System Health Management Conference*. IEEE.
- Asociación Española Para la Calidad. (n.d.). <http://www.aec.es/web/guest/aec/quienes-somos>. Retrieved Abril 15, 2014, from Asociación Española Para la Calidad Web site: <http://www.aec.es/web/guest/centro-conocimiento/mantenibilidad>
- Barrantes Molina, M., & Prado Villeda, G. (2009). *Modelo para mejora para la gestion de operaciones para la Farmacia de Consulta Externa del Hospital Nacional de Niños*. Universidad de Costa Rica, Escuela de Ingeniería Industrial, San José.
- Best, N. (2004). *Reliability, availability and maintainability modeling - metrics and models*. IEEE.
- Bouwens, E., Correira, J. P., Van Deursen, A., & Visser, J. (2011). Quantifying the Analyzability of Software Architectures. *2011 Ninth Working IEEE/IFIP Conference on Software Architecture* (pp. 83-92). IEEE.
- Caballero González, E., Moreno Gelis, M., Sosa Cruz, M. E., Mitchell Figueroa, E., Vega Hernández, M., & Columbié Pérez, L. d. (n.d.). *Biblioteca virtual en salud, revistas médicas cubanas*. Retrieved 2014 йил 17-mayo from <http://bvs.sld.cu/revistas/infd/n1512/infd06212.htm>
- Caja Costarricense de Seguro Social. (2013). *Plan estratégico institucional reajustado macro políticas 2013 - 2016*. Caja Costarricense de Seguro Social, San José.
- Calvo León, J. I. (1998 йил 8-enero). *Binass, revistas jurídicas*. Retrieved 2014 йил 18-mayo from <http://www.binasss.sa.cr/revistas/rjss/juridica8/art3.pdf>
- CCSS. (2004). Análisis de situación en salud con enfoque de espacio-población para el nivel local. CENDEISS.
- CCSS. (2004). *El Sistema Nacional de Salud en Costa Rica*. CENDEISS.
- Chen, Y., Ding, Y., Jin, J. (., & Ceglarek, D. (2006). Integration of process-Oriented Tolerancing and Maintenance Planning in Design of Multistation Manufacturing Process. *Transactions on automation science and engineering* , 3, 440-453.
- Chlaeper Pedrazzini, L., & Infante-Castañeda, C. (1990). LA MEDICIÓN DE SALUD: PERSPECTIVAS TEÓRICAS Y METODOLÓGICA. *Salud Pública México*, 141-145.
- Cortés, N., & Méndez, D. (2011). *Modelo para potenciar la capacidad resolutiva del servicio de radiodiagnóstico por imágenes en la subred Hospital México-Hospital San Rafael de Alajuela-Carlos Luis Valverde Vega de San Ramón*. Universidad de Costa Rica, Escuela de Ingeniería Industrial, San José.

- Despacho Carvajal y Colegiados. (2013). *Estados Financieros y Opinión de los Auditores Independientes Caja Costarricense de Seguro Social Seguro de Enfermedad y Maternidad*. Retrieved from [http://portal.ccss.sa.cr/portal/page/portal/Gerencia\\_Financiera/Direccion\\_Financiero\\_Contable/Tab\\_estados\\_financieros\\_auditados](http://portal.ccss.sa.cr/portal/page/portal/Gerencia_Financiera/Direccion_Financiero_Contable/Tab_estados_financieros_auditados)
- Edson, B., Hansen, B., & Larter, P. (1996). *Software reliability, availability and maintainability engineering system (SOFT-RAMES)*. IEEE.
- García, G., Solís, A., & Vargas, J. A. (2014). *Diseño de un Sistema de Gestión de Operaciones para el Departamento de Hemato-Oncología del Hospital México*. Universidad de Costa Rica, Escuela de Ingeniería Industrial, San José.
- Gómez del Río, J. (2012). *Asociación Española Para la Calidad*. Retrieved from Asociación Española Para la Calidad Web Site: <http://www.aec.es/web/guest/centro-conocimiento/confiabilidad>
- Gurdián, A., Mora, J., & Obando, G. (2012). *Sistema de gestión de las operaciones para potencializar el uso de los recursos disponibles y aumentar la satisfacción en los servicios del Área de Salud Goicoechea 2*. Universidad de Costa Rica, Escuela de Ingeniería Industrial, San José.
- Hansen, W., Edson, B., & Larter, P. (1992). *Reliability, availability and maintainability expert system (RAMES)*. IEEE.
- Heitlager, I., Kuipers, T., & Visser, J. (2007). A practical model for measuring maintainability. *Sixth International Conference on the Quality of Information and Communications Technology* (pp. 30-39). IEEE.
- IEEE. (2013). *IEEE Draft Recommended practice for collecting data for use in reliability, availability and maintainability Assessment of industrial and commercial power systems*. IEEE.
- International Organization for Standardization. (2001). ISO/IEC 9126-1: Software engineering - Product quality - part 1: Quality model. ISO.
- ISO - IEC- IEEE. (2011). *Systems and software engineering - Vocabulary. International Standard ISO/IEC/IEEE 24765 (1 ed.)*. Switzerland.
- Johannesson, P., Bergman, B., Svensson, T., Arvidsson, M., Lönnqvist, A., Barone, S., et al. (2012, Enero 17). A Robustness Approach to Reliability. *Wiley Online Library*.
- Klement, M., & Dawson, W. (1992). *Lessons learned from the general dynamics reliability, availability and maintainability in computer-aided design - RAMCAD program*. IEEE.
- Knight, R. (2013). *Developing a reliability, availability and maintainability process*. IEEE.
- Kumar, B. (2012). A survey of key factors affecting software maintainability. *2012 International Conference on Computing Sciences*. 261 - 266: IEEE.
- Liu, Y., & Huang, H.-Z. (2010). Optimal Selective Maintenance Strategy for Multi-State Systems under Imperfect Maintenance. *IEEE Transactions on Reliability*, 59, 356-267.
- Lu, Z., & Sun, Y.-c. (2009). Maintainability Virtual Evaluation Method Based on Fuzzy Multiple Attribute Decision Making Theory for Civil Aircraft System. *IEEE*, 684 - 689.
- McFadden, R. (1990). *Developing a database for a reliability, availability and maintainability improvement program for an industrial plant or commercial building*. IEEE.
- Ministerio de Salud de Costa Rica. (2011). *Ministerio de Salud de Costa Rica*. Retrieved 2014 May 17 from [http://www.ministeriodesalud.go.cr/index.php/sobre-ministerio-modelo-conceptual-estrategico-ms/doc\\_view/310-modelo-conceptual-y-estrategico-de-la-rectoria-de-la-produccion-social-de-la-salud](http://www.ministeriodesalud.go.cr/index.php/sobre-ministerio-modelo-conceptual-estrategico-ms/doc_view/310-modelo-conceptual-y-estrategico-de-la-rectoria-de-la-produccion-social-de-la-salud)
- Ministerio de Salud, CCSS, OPS. (2004). *Perfil del sistema de servicios*.
- Mustakerov, I., & Borissova, D. (2013). An Intelligent approach to optimal predictive maintenance strategy defining. *Innovations in intelligent Systems and Applications (INISTA)* (pp. 1-5). IEEE.
- Organización Mundial de la Salud. (n.d.). *Organización Mundial de la Salud*. Retrieved

- Julio 15, 2014, from [http://www.who.int/healthinfo/systems/sara\\_introduction/en/](http://www.who.int/healthinfo/systems/sara_introduction/en/)
- Organización Mundial de la Salud. (2014). *Organización Mundial de la Salud*. Retrieved Abril 14, 2014, from Organización Mundial de la Salud Web site: [http://www.who.int/social\\_determinants/es/](http://www.who.int/social_determinants/es/)
- Peng, Z., Yu, L. M., Johnson, C., & Zhao, T. (2013). *A Probabilistic Model Checking Approach to Analysing Reliability, Availability and Maintainability of a Single Satellite System*. IEEE.
- Picado Chacón, G. (2006). Diez reflexiones sobre el financiamiento de la salud en Costa. *Gaceta Médica de Costa Rica, Suplemento No. 2*.
- Real Academia Española. (2001). *Real Academia Española*. Retrieved Abril 15, 2014, from Diccionario de la Real Academia Española: <http://www.rae.es/publicaciones/obras-academicas/diccionarios-de-la-real-academia-espanola>
- Reglamento de Salud, C. (vigente desde el 1 de julio de 1997). *Reglamento del Seguro de Salud*.
- Schneidewind, N. (2009). *Quantitative Methods to Ensure the reliability, maintainability and availability of computer hardware and software*. IEEE.
- Schneidewind, N. (2008). *Tutorial on Hardware and software Reliability, Maintainability and Availability*. IEEE.
- Smith, M. (1989). *Reliability, availability and maintainability of utility and industrial cogeneration power plants*. IEEE.
- Sun, X., Li, B., & Zhang, Q. (2012). A change proposal driven approach for changeability assessment using FCA - based impact analysis. *2012 IEEE 36th International Conference on Computer Software and Applications* (pp. 328 - 333). IEEE.
- Tan, W., Shen, W., Xu, L., Zhou, B., & Li, L. (2008). A Business Process Intelligence System for Enterprise Process Performance Management. *Transactions on Systems, man and cybernetics - Part C: Applications and reviews*, 38, 745 - 756.
- Turetken, O. (2013). Towards a maintainability model for business processes. Adapting a software maintainability model. *IEEE*.
- Turnquist, S., M, T., & Hoffman, D. (1989). *Space Station Freedom power: a reliability, availability and maintainability assessment of the proposed Space Station Freedom electric power system*. IEEE.
- Wikstrom, P., Terens, L., & Kobi, H. (2000). *Reliability, availability and maintainability of high - power variable - speed drive systems*. IEEE.
- Willett, J., Harvey, D., & Hagn, G. (1998). *A methodology for modeling the reliability, availability and maintainability (RAM) of a generic shortwave broadcast relay station, Nuclear Power Generating Station Operability Assurance Reliability, availability and maintainability application for maintainance management*. IEEE.
- Wu, X., Zhang, C., Li, Y., & Mu, G. (2011). Research on the Maintainability Analysis and Verification Methods of Armored Equipment Based on Virtual Reality Technology. *IEEE*, 866 - 869.

## **SOBRE LOS AUTORES**

**Ronny Pacheco Segura.** Universidad de Costa Rica, docente en la Escuela de Ingeniería Industrial. Máster en Ingeniería Industrial. Correo electrónico: ronny.pacheco@ucr.ac.cr.

**Ronny Pacheco Segura.** Universidad de Costa Rica, docente en la Escuela de Ingeniería Industrial. Máster en Ingeniería Industrial. Correo electrónico: ronny.pacheco@ucr.ac.cr,

**Ronny Pacheco Segura.** Universidad de Costa Rica, docente en la Escuela de Ingeniería Industrial. Máster en Ingeniería Industrial. Correo electrónico: ronny.pacheco@ucr.ac.cr,