



PROPUESTA DE DEFENSA DE TESIS DOCTORAL

**Innovación para el Modelo Proceso-Equipo en un Entorno
Sostenible**

Doctorando: Gregorio Ridaura Aldana

Director de Tesis: Carles Riba Romeva

Programa de Doctorado: Sostenibilidad

Departamento: Centro de Diseño de Equipos Industriales CDEI-UPC

Instituto de Sostenibilidad

Universidad Politécnica de Cataluña (UPC)

Junio, 2013

**Centro de Diseño de Equipos Industriales
CDEI-UPC**

Universitat Politècnica de Catalunya (UPC)
Llorens i Artigas 4, planta 0, edificio U, 08028
Barcelona, España
Tel: + 934 010 831, Fax: 934 011 989
<http://www.cdei.upc.edu>

Autor Correspondiente:
Gregorio Ridaura Aldana
Tel: + 93 401 08 30
ridaura@cdei.upc.edu

Contenido

1	Introducción.	1
1.1	Motivación de la tesis.	2
1.2	Experiencia laboral.	3
2	Antecedentes	
2.1	Sostenibilidad.	4
2.2	Manufactura sostenible.	5
2.3	Diseño sostenible.	6
2.4	Proceso sostenible.	7
3	Estado del arte	
3.1	Análisis del estado del arte	
	Comunicación en el diseño de Proceso-Equipo.	9
	Process family architecture y equipment portfolio architecture.	11
	Ingeniería modular.	13
	Knowledge management.	13
	Integración de consideraciones de sostenibilidad.	15
3.2	Conclusión.	16
3.3	Necesidad de formalizar una metodología.	17
4	Objetivos	
4.1	General.	18
4.2	Específicos.	18
5	Recursos.	19
6	Logros.	20
7	Plan de trabajo.	21
8	Bibliografía.	22
9	Publicaciones.	23

1 Introducción

Tradicionalmente el diseño de procesos parte de la detección de necesidades del proceso para las cuales una especificación es establecida [Pah-1996]. Dicha especificación limita la comunicación entre los diseñadores de proceso y equipo en la búsqueda de soluciones sostenibles para los procesos operativos. Sin embargo, es cada vez más evidente que el diseño de procesos y equipo son parte principal de la sostenibilidad de las plantas modernas.

Criterios de decisiones técnicas y económicas han sido guía del diseño de procesos y equipo, asegurando con esto que estos sean diseñados *justos para propósito*, tratando de que en toda decisión a tomar se maximice los retornos financieros de la inversión.

Una innovación en el diseño del modelo proceso-equipo, no podrá darse usando solo estos dos tipos de consideraciones separadas de las dimensiones medioambientales y sociales de la sostenibilidad.

La presente propuesta de tesis está dirigida, fundamentalmente, a definir un nuevo marco metodológico para el diseño paralelo del proceso operativo (Modelo Equipo-Proceso) en la manufactura de un producto dentro de un entorno sostenible.

Cabe mencionar que el objetivo principal de la tesis se centra en el desarrollo de la metodología mencionada y su posterior aplicación práctica.

11. Motivación de la tesis

Muchas compañías de manufactura siguen sus procedimientos internos o corporativos de introducción de nuevos productos, los cuales mencionan el diseño del proceso y equipo como dos puntos más dentro del calendario de actividades de la introducción de un nuevo número de parte, modelo o producto.

Así mismo, al final de la implementación del proceso operativo, las evaluaciones de sostenibilidad del proceso, no satisfacen una evaluación completa de la sostenibilidad de dicho proceso, limitando solo a conocer cuál es impacto ambiental de dicho proceso dentro del entorno local de la compañía.

La mayoría de estas compañías trabajan con proveedores externos para el diseño, desarrollo e implementación del equipo que se utilizara en el proceso operativo. La comunicación que se establece entre los diseñadores de proceso internos de la compañía (Ingenieros, de manufactura, Ingenieros de nuevos productos) con los proveedores de equipo externos se limita principalmente a una especificación. Esta limitación es la principal causa de la falta de comunicación o *comunicación sobre la pared* [Rib-2005] y todos los posibles resultados que pueda traer en la implementación de un proceso operativo, tales como retrabajos, atraso en los plazos de entrega, scrap de materiales y equipo, rediseños, fallos en los plazos de entrega de procesos. Etc., esto, sin tomar en consideración la afectación que estos resultados pueden traer a la sostenibilidad del proceso operativo.

Aunado a esto, en países donde no se tiene la tecnología en el diseño y desarrollo de equipos, México por ejemplo, esta relación se da a distancia, agregando aún más variables a esta limitante de comunicación, como la falta de tropicalización del equipo, situaciones ergonómicas, incumplimiento de regulaciones legales o ambientales propias de cada país, lenguaje, entre otras.

La propuesta de tesis en mención, busca formular la combinación entre el diseño de proceso y equipo de manera simultánea con el objetivo de minimizar los impactos que la posible falta de comunicación entre ambos grupos de diseñadores (proceso-equipo) puedan afectar la sostenibilidad de un proceso operativo.

En lo que concierne al contexto de aplicación, se proyecta a futuro contrastar los resultados mediante la aplicabilidad de la misma a diferentes procesos. Metal mecánico, Ensamble manual, Electrónico, Aeroespacial por mencionar algunos.

Finalmente, no se trata de hacer una aportación al estado del conocimiento de la teoría general existente para el diseño de procesos o equipos, sino más bien formular conocimiento nuevo a partir de las bases expuestas por la misma, una propuesta con una tendencia práctica.

1.2 Experiencia Laboral



Ingeniero de Manufactura 2002



Supervisor de Producción 2003



Ingeniero de Calidad
Ingeniero Six Sigma 2004



Supervisor de Producción
Líder de Sistemas de Calidad 2011



Gregorio Ridaura
Ingeniero Industrial / Doctorando
Centro de Diseño de Equipos
Industriales CDEI-UPC
ridaura@cdei.upc.edu
+ 34 93 401 08 31/34
2013



2 Antecedentes

2.1 Sostenibilidad

Como término Sostenibilidad, su primera mención se hizo dentro de la teoría para la utilización de Bosques, escrita por el jurista Alemán Hans Carlowitz en 1793. Esta teoría, planteo que el volumen de producción de la industria de hierro y plata, para la cual los arboles eran la fuente de energía, no podía ser superior a la velocidad de reproducción de los bosques [Mar-2006]. Como concepto de Desarrollo Sostenible, fue formalizado por primera vez en el documento conocido como Informe Brundtland (1987), fruto de los trabajos de la Comisión Mundial de Medio Ambiente y Desarrollo de Naciones Unidas, creada en la asamblea de las Naciones Unidas en 1983 [WCED-197].

Es a partir de este informe que se acotó el término "desarrollo sostenible", definiéndolo como:

“Aquel que asegura la satisfacción de las necesidades de las generaciones presentes sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones para satisfacer las propias”.

En 1992, Dicha definición se asumiría en el Principio 3º de la Declaración de la cumbre de Río; Cumbre de desarrollo y medio ambiente de carácter integrador, que permitió la aprobación de la de la Agenda 21, Programa con extensa definición de acciones dirigidas a la consecución de logros en materia de desarrollo sostenible. Dichas acciones involucraban a distintas organizaciones y grupos tales como gobiernos, autoridades locales, compañías industriales y asociaciones sociales.

En esta conferencia quedo esbozado el concepto de la siguiente forma:

“Con el objetivo de establecer una alianza mundial nueva y equitativa mediante la creación de nuevos niveles de cooperación entre los estados, los sectores clave de la sociedades y las personas, procurando alcanzar acuerdos internacionales en los que se respeten los intereses de todos y se proteja la integridad del sistema ambiental y el desarrollo mundial, reconociendo la naturaleza integral e interdependiente de la tierra, nuestro hogar”.

Para 1997, el tratado de Ámsterdam estipulo que “Las exigencias de la protección del medio ambiente deberán integrarse en la definición y realización de las demás políticas de la comunidad”. Esta condición era indispensable para lograr un crecimiento sostenible y respetuoso con el medio ambiente.

Una vez que se han presentado las definiciones y los entornos de aplicación del término “Desarrollo Sostenible”, queda claro que la sostenibilidad abarca varias dimensiones; abraza todas las facetas de la actividad humana (Industria, Construcción, Transporte) y esta provista de acciones locales mediante el redireccionamiento de las desigualdades que existen entre los países desarrollados los que se encuentran en vías de desarrollo.

2.2 Manufactura sostenible

El concepto de la Manufactura Sostenible se mencionó dentro del Departamento de Comercio de los Estados Unidos en Octubre de 2009, En este caso, al igual que el desarrollo naciente de otros campos, los esfuerzos se centraron en llevar a cabo una certera y adecuada definición del concepto de sostenibilidad en la manufactura, La cual se definió como :

“La creación de productos manufacturados que utilizan procesos que minimizan los impactos ambientales negativos, conservan energía y recursos naturales, son seguros para los empleados, las comunidades, los consumidores y son económicamente sólidos”.

Mientras que NACFAM [Nacfam-2009] (Consejo Nacional de Manufactura Avanzada de Estados Unidos) define la Manufactura Sostenible como:

“La Manufactura Sostenible incluye la fabricación sostenible de productos y la fabricación sostenible de todos los productos. El primer término incluye la fabricación de energía renovable, eficiencia energética, la construcción ecológica, y otros verdes y productos relacionados con la equidad social”.

Esta definición se unifica de los conceptos de que la define como "La creación de productos manufacturados que utilizan procesos que minimizan los impactos ambientales negativos, conservan energía y recursos naturales, son seguros para los empleados, las comunidades, los consumidores y son económicamente sólidos.

Tal como puede verse, el concepto de manufactura sostenible lleva implícito, la reducción del impacto ambiental causado por los procesos de fabricación, almacenamiento y transporte de productos.

Se compone de tres aspectos:

El aspecto ambiental de la manufactura sostenible, se describe como la preservación de la naturaleza para las subsecuentes generaciones, incluyendo la protección climática.

- Minimizando emisiones y desperdicios
- Usando energía y recursos eficientemente
- Minimizando el uso de sustancia peligrosas
- Protegiendo la biodiversidad
- Usando materiales y energía amigables con el medio ambiente

En el aspecto económico de la manufactura sostenible, basa su premisa en que la economía debe funcionar de tal manera que proporciona una base viable para el empleo y la prosperidad en el largo plazo. Respecto a la formación para el aseguramiento de la calidad en los procesos de fabricación, esto significa, por ejemplo, con los recursos de conocimiento para el aprendizaje permanente en las generaciones actuales y futuras que están siempre disponibles y actualizados, garantizando así la capacidad de ganancia y la prosperidad del individuo.

- Generando ventas y beneficios
- Creando Fuentes de empleo
- Impulsando la innovación
- Pagando impuestos responsablemente
- Combatiendo el soborno y la corrupción
- Contribuyendo a la economía local
- Invirtiendo en infraestructura

Y por último, el aspecto social, el cual considera al desarrollo de la sociedad como sociedad. Esto implica la creación de un equilibrio entre las fuerzas sociales, con miras a lograr una sociedad habitable que sea sostenible en el largo plazo. Respecto a la formación, esto significa, por ejemplo, ofrecer igualdad de oportunidades a la hora de acceder a los contenidos de aprendizaje independientemente de la ubicación geográfica de los miembros individuales de la sociedad. Los procesos de fabricación en la producción en masa requieren que los trabajadores que tienen una educación primaria y la necesidad de otros programas de capacitación personalizados que son independientes de los fabricantes y productos específicos.

- Buenas relaciones con la comunidad
- Cumpliendo con la ley
- Buenas condiciones de trabajo
- Respetando los derechos humanos
- Asegurando seguridad en los productos
- Tratando a proveedores honestamente

2.3 Diseño sostenible

Utilizado habitualmente en el contexto de las artes, ingeniería, arquitectura y otras disciplinas creativas, diseño se define como el proceso previo de configuración mental, "pre-figuración", en la búsqueda de una solución en cualquier campo.

Etimológicamente derivado del término italiano disegno dibujo, designio, signare, signado "lo por venir", el porvenir visión representada gráficamente del futuro, lo hecho es la obra, lo por hacer es el proyecto, el acto de diseñar como prefiguración es el proceso previo en la búsqueda de una solución o conjunto de las mismas. Plasmar el pensamiento de la solución mediante esbozos, dibujos, bocetos o esquemas trazados en cualquiera de los soportes, durante o posteriores a un proceso de observación de alternativas o investigación. El acto intuitivo de diseñar podría llamarse creatividad como acto de creación o innovación si el objeto no existe, o es una modificación de lo existente inspiración abstracción, síntesis, ordenación y transformación.

El diseño sostenible se trata de la unión entre los conceptos de diseño y desarrollo sostenible, en el que el diseño debe satisfacer las necesidades humanas mediante la funcionalidad y la estética, a la vez que debe respetar la naturaleza.

Los orígenes del diseño sostenible están en la década de 1970 cuando uno de los pioneros de los cambios dentro del diseño industrial, el italiano Víctor Papanek.

En su libro *Diseño Real: Ecología Humana y el cambio social* [Pap-1971], Papanek propone dentro del diseño sustentable tres principios:

- 1- Coherencia con los principios fundamentales del diseño, tanto sociales, culturales como ambientales.
- 2- El uso de materiales de baja intensidad energética, en referencia a la eficiencia de los sistemas de producción.
- 3- La alta calidad dentro del contexto, refiriéndose a la integración de los sistemas de producción y consumo dentro de un contexto de calidad de vida establecido por la misma comunidad.

2.4 Proceso sostenible

Partiendo de la definición de manufactura sostenible:

“La creación de productos manufacturados que utilizan procesos que minimizan los impactos ambientales negativos, conservan energía y recursos naturales, son seguros para los empleados, las comunidades, los consumidores y son económicamente sólidos”.

Un proceso sostenible, *seria aquel que minimiza los impactos ambientales negativos, conservan energía y recursos naturales.*

Un proceso de fabricación, es el conjunto de operaciones necesarias para modificar las características de las materias primas. Dichas características pueden ser de naturaleza muy variada tales como la forma, la densidad, la resistencia, el tamaño o la estética. Se realizan en ámbito de la industria.

Para la obtención de un determinado producto serán necesarias multitud de operaciones individuales de modo que, dependiendo de la escala de observación, puede denominarse proceso tanto al conjunto de operaciones desde la extracción de los recursos naturales necesarios hasta la venta del producto como a las realizadas en un puesto de trabajo con una determinada máquina-herramienta.

Durante la revisión literaria se observa que Hubka es uno de los autores que mejor describe los conceptos que integran el proceso operativo, en [Hub-Eder- 1988] hace las siguientes definiciones:

Operación: Acción elemental del proceso que transforma uno o más operandos a través de la combinación de efectos de varios operadores con la colaboración de un flujo secundario (Materiales, Energía e Información).

Operador: Elemento que produce un efecto a un operando dentro de un proceso. (Humanos, técnico o productos de equipo, y los operadores medioambientales)

Operandos: Elemento que es objeto del proceso de transformación (Organismo, material, energía o información)

Flujo secundario: Flujo de material, energía e información que contribuye a llevar a cabo el proceso pero no es objeto del proceso de transformación

Tarea y Operación: Elementos del proceso que son definidos a diferente nivel de precisión; Una *tarea* es una acción elemental que se debe llevar a cabo en el proceso y una *Operación* involucra la solución de trabajo para una o más tareas y debe estar asociada a con los operadores involucrados.

Proceso Operativo: Proceso en el cual el equipo de proceso trabaja como operador; Son también la serie de tareas (operaciones) y las relaciones involucradas en el proceso de manufactura o al proveer un servicio.

Sistema Operativo: Sistema formado por un proceso operativo y los operandos, operadores y flujos secundarios involucrados.

Equipo: Elemento del equipo (maquina, herramienta, fixture, instalación o programa) que participa en el proceso operativo como operador técnico.

Equipo de proceso: Productos de equipo involucrados en el mismo proceso operativo.

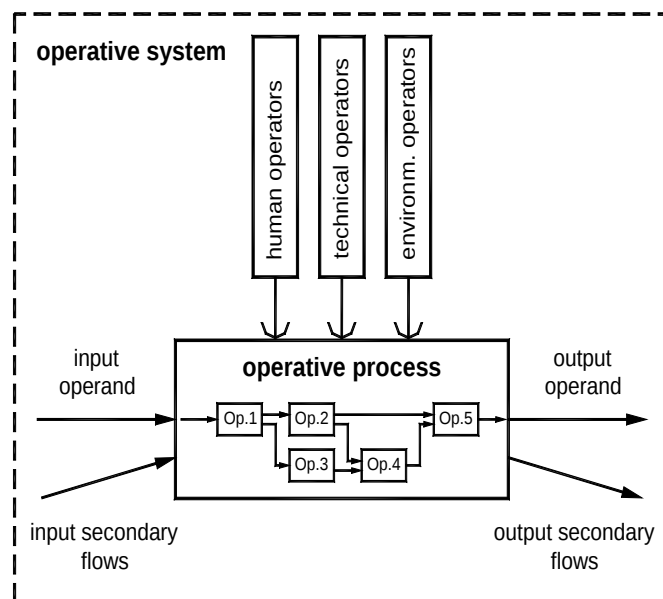


Figura 2.1 Proceso operativo y sistema operativo, [Hub-Eder- 1988]

3 Estado del arte

3.1 Análisis del estado del arte

Comunicación en el diseño de Proceso-Equipo

En el análisis del estado del arte se han analizado diversos artículos y publicaciones relacionadas con la sostenibilidad en procesos productivos, el diseño de procesos y equipos.

Como se ha determinado en apartado 1, el análisis de la literatura se enfoca en encontrar que se ha escrito referente al diseño de procesos y equipos de manera paralela en un entorno sostenible.

Descripción del problema de comunicación en el diseño de Proceso-Equipo

La innovación del modelo proceso-equipo en un entorno sostenible es un tema que ha sido tocado por autores de manera parcial, no como un todo., Algunos autores hacen referencia a la problemática asociada a falta de comunicación entre los diseñadores de proceso y los diseñadores de equipo, [Rib-2005] la define como *communication over the wall*, aquel tipo de comunicación a través de una especificación, que termina siendo una limitante para la innovación del proceso operativo.

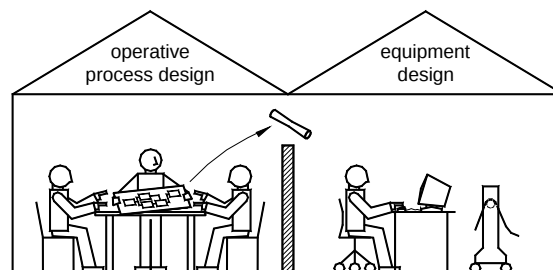


Figura 3.1. Comunicación sobre la pared, [Rib-2005]

Hubka y Eder [Hub-Eder 1992], [Hub-Eder 1996], mencionan que al considerar solo el equipo de producto, las funciones del producto y las tareas del proceso tienen correspondencia de una a una. Sin embargo, si tomamos en cuenta el proceso entero, la relación del proceso operativo y del equipo de proceso es mucho más rica y compleja. Esto, y las tareas asignadas a diferentes operadores llegan a ser una de las más esenciales actividades creativas durante la etapa de concepción del diseño.

En Miller [Mil-1999], se describe esta problemática como la *complejidad de tareas de diseño* y se vislumbra la oportunidad de reducir la gran cantidad de información que se mantiene escondida derivada de la interface con el proveedor.

Para LI Li, LI Mei y GAO Xuezhu [LI-LI-GAO-2010], la mayoría de las compañías tiene dos opciones para la obtención de su equipo de proceso 1.-Comprar a un proveedor, 2.- Empezar proceso de manufactura de su propio equipo.

En ambas opciones, los procesos de administración de mantenimiento, administración de equipos, clasificación de equipos y administración de la información de equipo continúan teniendo problemas para resolver situaciones prácticas, como la falta de una conexión cercana con la administración de procesos, de un canal de comunicación para las etapas principales del diseño de equipo, manufactura y mantenimiento.

Todas estas situaciones tienen un impacto en el tiempo de producción y en la calidad del producto así como en la reducción de la eficiencia del mantenimiento del equipo e incrementan los costos de administración.

LI Li, LI Mei y LAN Jiang [LI-LI-LAN-2010], mencionan que en la administración del equipo en la industria, existe una limitación, la cual se da por la cantidad insuficiente de contacto con la administración de procesos derivado del problema de comunicación en los canales de información y conocimiento durante el periodo de diseño manufactura y mantenimiento del equipo, el cual ha obstaculizado la mejora en la productividad y competitividad de la industria. Por lo tanto, los autores instan a establecer un sistema de administración y mecanismos para promover efectivamente el desempeño de la administración del equipo de la industria.

Por otro lado, Borisova [Bor-2006] nos dice que la mayoría del tiempo, la industria pasa por presiones para reducir sus tiempos de producción, a hacer frente a ciclos de vida de producto cortos y reducir costos. Cambios en las dinámicas de los mercados imponen la necesidad de una transformación rápida de las plantas de producción.

A un nivel técnico, la industria continua usando métodos tradicionales de confianza en el equipo existente, como ejemplo, menciona los tanques agitadores; los cuales son continúan siendo más frecuentemente utilizados para reactores, mezcladores, cristalizadores, tanques de almacenamiento etc. Por un lado, esto prueba la versatilidad y aplicabilidad de estos equipos para diferentes procesos y los cambios que se presenten en las necesidades de dichos procesos, pero por otro lado, la falta de innovación implicada en su uso, reduce la eficiencia y los beneficios en general de la planta.

Las industrias de procesos actualmente pasan por una serie de deficiencias acerca de la introducción de los nuevos productos y el desarrollo de sus procesos, junto con una relativa falta de investigación en esta área. Un nuevo enfoque al tradicional diseño de equipo es necesario en términos de la agilidad requerida.

Metodologías conceptuales

Process family architecture y equipment portfolio architecture.

En [Rib-2005], se articulan nuevos conceptos y denominaciones para explorar la relación entre un proceso operativo y el equipo de proceso con la intención de contribuir a construir una nueva metodología para el diseño de equipos

Los autores proponen la siguiente definición para lo que ellos llaman un “sistema de arquitectura”: Es un juego de reglas de construcción a cerca de los elementos de un producto o un proceso, su relación y la información involucrada, creada en las primeras etapas del proceso de diseño y administración (eventualmente modificable si el cambio es ventajoso). En el transcurso del proceso de desarrollo por un agente individual o colectivo (el arquitecto, quien actúa como un guía de diseño).

El concepto de arquitectura toma un carácter constructivo (cómo debe ser el sistema?), y requiere una representación ágil de herramientas, donde el concepto de estructura toma un carácter descriptivo (cómo es el sistema?) y requiere una representación más formal de sus herramientas.

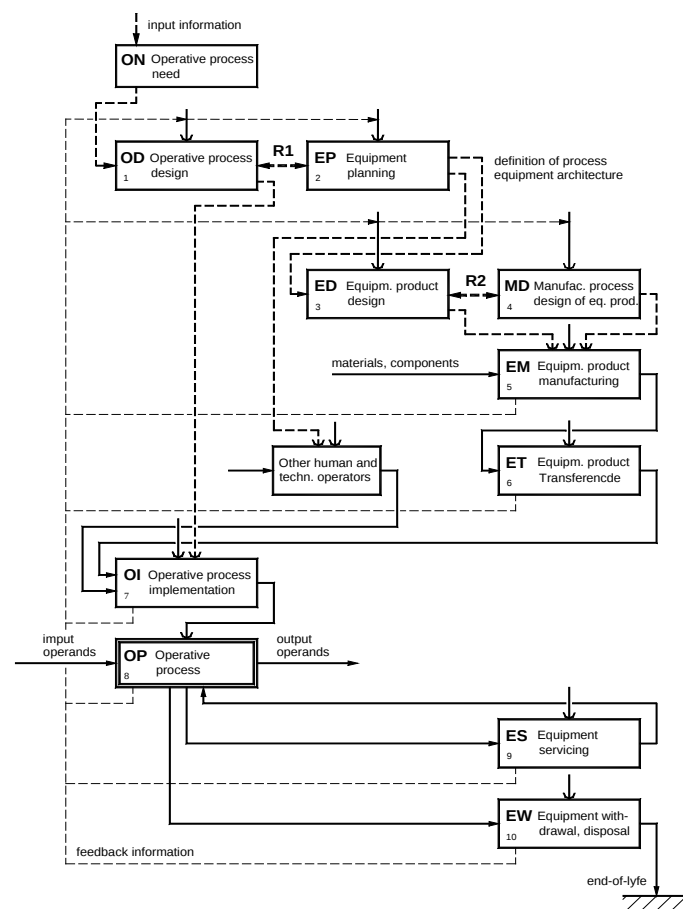


Figura 3.2. Adaptación del Modelo de Hubka & Eder, [Rib-2005]

Los autores mencionan conceptos como:

Process architecture

Un proceso definido como un grupo de tareas que intervienen en la manufactura de un producto o en la prestación de un servicio. Independientemente de su nivel de definición, es un set de reglas de construcción de los elementos de un proceso y sus relaciones entre sí.

Process family architecture

Consisten en las reglas de construcción para un set de una familia de proceso determinando tareas comunes y específicas, la secuencia y otras relaciones.

En base a estos dos conceptos se articulan definiciones como *process family architecture* y *equipment portfolio architecture*.

Process family architecture es definida como el resultado las reglas de construcción de los elementos, sus relaciones y prioridades del equipo de proceso.

Equipment portfolio architecture: Este concepto articula las relaciones entre una familia de proceso y su respectivo portfolio de equipo como resultado del establecimiento de reglas de construcción.

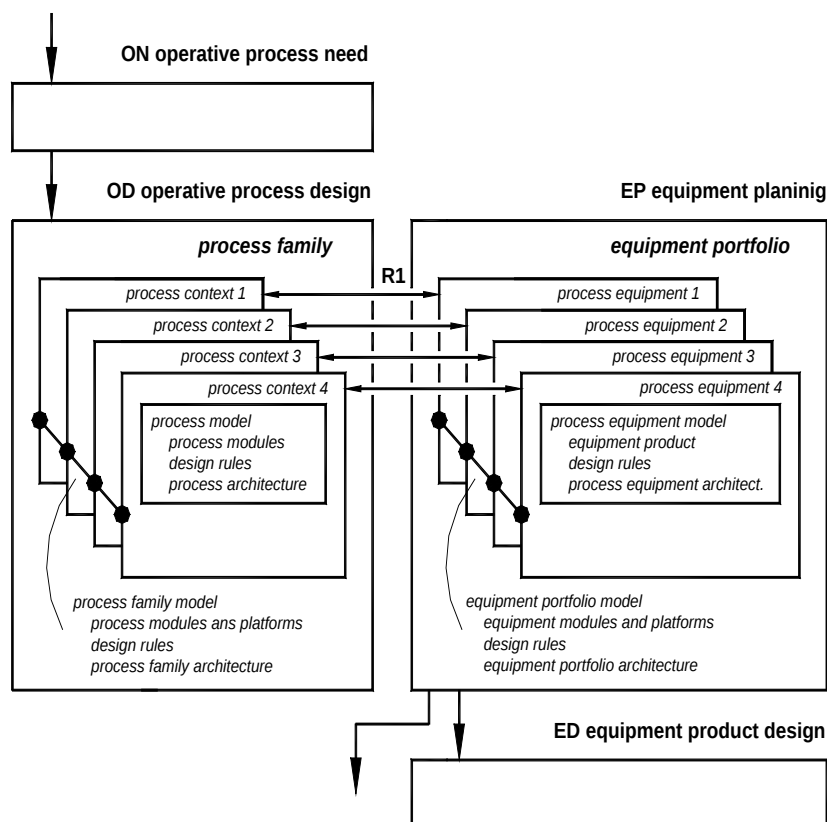


Figura 3.3. Relación entre una familia de proceso y su portfolio de equipo, [Rib-2005]

Los casos de estudio para la aplicación de este modelo se han desarrollado de manera satisfactoria para procesos de lavado y sistemas de recolección y transporte de basura; La arquitectura de del portfolio de equipo se desarrolló para ambos procesos.

Ingeniería modular

Antes, Miller introducía el concepto de Ingeniería Modular [Mil-1999], como un set de tareas que necesitan ser repartidas en unidades manejables llamadas paquetes de trabajo.

Permite el diseño, documentación, establecimiento y validación de proceso fácil y de manera rápida combinando y adaptando el conocimiento de diseño en módulos.

Es un principio estructural que tiene por objetivo utilizar cantidades similares de entregables repartidos en unidades funcionales y la combinación de estos, teniendo como requisito indispensable la estandarización y la interacción.

Beneficios de la Ingeniería modular se observan en ingeniería, producción y servicio ejemplo de este tipo de beneficios se ven en la implementaciones del grupo Novo Nordisk Engineering (NNE), el cual utiliza la modularidad de planta para estructurar conocimiento en el diseño, manejo de competencias, asegurar mejoras *on-going* diseño de entregables y su alcance en beneficio de la eficiencia del negocio desde la ingeniería.

Los casos de estudio muestran que la ingeniería modular puede ser utilizada para el manejo del conocimiento de diseño (*Design knowledge*) en un contexto de ingeniería. La ingeniería modular es una herramienta fuerte para el manejo de competencias y mejoras *on-going*. La iniciativa de arquitectura modular debe provenir de venir de la administración y no de un diseñador individual el cual puede solo ver los beneficios pero no tiene el poder para su implementación.

Knowledge management for self-equipment enterprise

LI Li, LI Mei y Lan Jiang [LI-LI-LAN-2010], definen la idea básica del knowledge management dentro de una compañía que elabora sus propios equipos de proceso, la cual puede ser expresada , como la cultura de soporte para la construcción de una base de datos de conocimiento dentro de la compañía a través de un sistema de información tecnológico; combinado con cada característica de los procesos y los requerimientos de su administración, para establecer un set diferente de información de conocimiento; Luego, el establecimiento de un canal de comunicación para cada proceso de la administración del equipo, realizando el flujo y el intercambio de la información, sirviendo como puente entre la conexión insuficiente de todos los procesos, así como resolviendo los problemas de cohesión y retroalimentación de los equipos de diseño operaciones y mantenimiento.

El conocimiento en toda la administración de los procesos puede ser dividido en los siguientes tres aspectos:

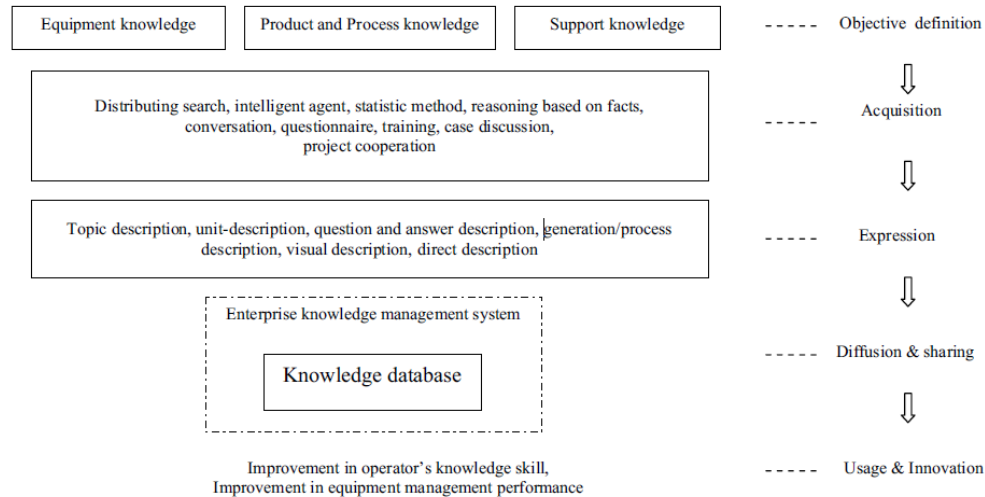


Figura 3.4 Plan de administración del conocimiento para self-made process equipment, [LI-LI-LAN-2010]

Después de la adquisición del conocimiento, este debe ser agregado dentro de la tienda de conocimiento, y los gerentes de este conocimiento revisaran y actualizaran en base a los métodos y principios relevantes que pueden ser llamados circulación efectiva de conocimiento.

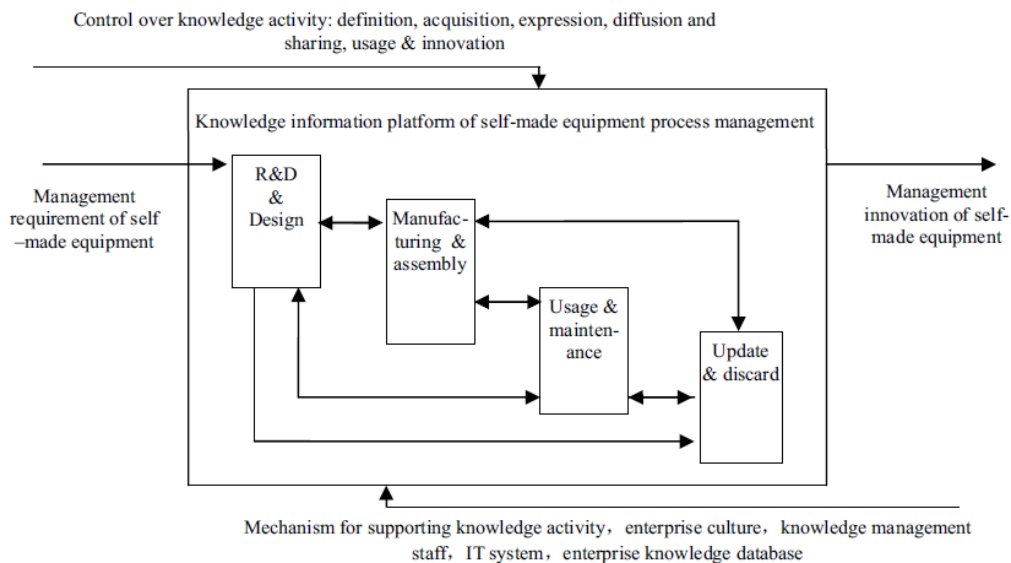


Figura 3.5 Modelo de gestión para todo el proceso de conocimiento self-made equipment, [LI-LI-LAN-2010]

Con la información compartiéndose en una base de datos, el departamento de diseño de equipo puede usar el máximo uso de ella como requerimientos de producto, tecnología del proceso de producción requerida, información estándar de partes, capacidad mecánica de las máquinas y su limitación, experiencia en la investigación en diseño, poner el equipo en producción pronto y cumplir con las tareas en tiempo.

En este modelo de gestión del conocimiento de equipos de proceso, todo proceso ha bien logrado un record de conocimiento y se ha agregado a la plataforma de administración de conocimiento, quien provee la oportunidad de tener una efectiva comunicación de conocimiento para compartirla con los técnicos relacionados, llevando a resoluciones de cohesión y retroalimentación de los problemas entre el diseño del equipo y el conocimiento en el mantenimiento, mejorando el desempeño y la promoción con el mínimo costo administrativo.

Integración de consideraciones de sostenibilidad dentro del proceso de diseño de procesos

En [Aza-Mil-Col14], se propone un método llamado Diseño de procesos para la sostenibilidad (PDfS), en dicho método los autores integran algunas consideraciones de sostenibilidad como es la identificación inicial del criterio de diseño sostenible y relevante para los stakeholders, la evaluación de alternativas para el criterio de sostenibilidad en la etapa de iniciación del proyecto.

En la etapa de diseño preliminar se agrega una evaluación preliminar de sostenibilidad además de una identificación de criterio sostenible.

Ya en la etapa de diseño detallado se debe realizar una evaluación completa de la sostenibilidad.

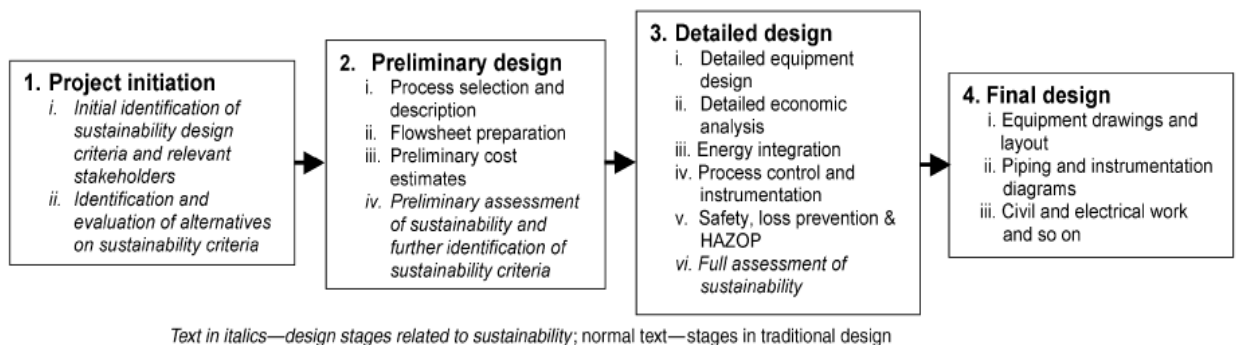


Figura 3.6 Estaciones en el proceso de diseño para sostenibilidad (adaptada de Azapagic et al., 2004^{a9}), [AZA-MIL-COL-2006]

3.2 Conclusiones

En el trabajo presentado, se han tomado en consideración diversos artículos y publicaciones que mencionan la existencia de un problema de comunicación entre los diferentes departamentos relacionados con la etapa de diseño dentro de una compañía y de algunas metodologías que se suman para la solución de esta falta de comunicación entre diseñadores de proceso y equipos.

Aunado a esto, mi experiencia de 12 años de trabajo en la industria, me da una perspectiva completa para decir que es claro que este problema de comunicación existe, que en caso de que se pueda implementar una de las metodologías analizadas, se podrá llegar a observar una mejora en el proceso de comunicación entre los departamentos relacionados al proceso operativo de una compañía.

En general las lecturas proponen la creación de plataformas de conocimiento interno en las compañías, la definición de canales de comunicación claros para compartir este conocimiento para una mejora en la comunicación interdepartamental, del establecimiento de arquitecturas de procesos y de arquitecturas de portafolios de equipo para entender la relación que existe entre las etapas de un proceso operativo y su portafolio de equipo de proceso.

La mayoría de las definiciones se quedan en un estado conceptual, no se especifica el uso de herramientas que permitan mejorar estas interacciones, el factor económico sigue siendo en la mayoría de las veces lo que motiva esta presión de mejorar las relaciones internas o la implementación de nuevas metodologías de trabajo a nivel diseño.

No son tomados en cuenta todos los criterios de sostenibilidad al momento de evaluar los procesos y equipo previo a su diseño.

Conceptos como el diseño de equipos, diseño de procesos (*process family architecture* y *equipment portfolio architecture*), Ingeniería modular, administración de conocimiento y de la integración de consideraciones de sostenibilidad en el diseño de procesos serán la base de lo que se pretende sea una metodología de diseño paralelo de procesos y equipos que tome en consideración la integración de la sostenibilidad en el diseño de procesos y equipos.

3.3 Necesidad de formalizar una metodología

Se plantea la necesidad de definir una metodología que relacione los siguientes conceptos:

- ❖ Innovación de equipo
- ❖ Diseño de equipo
- ❖ Interacción (Herramientas)
- ❖ Diseño de proceso
- ❖ Innovación de proceso
- ❖ Sostenibilidad

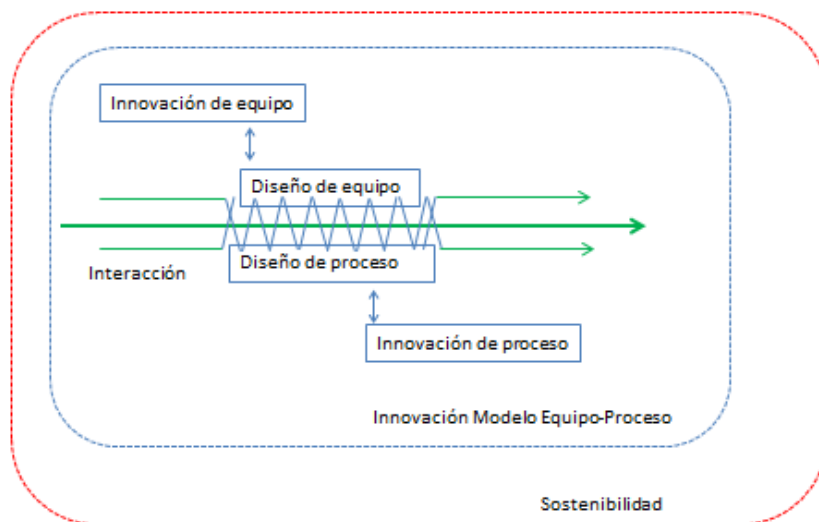


Figura 3.7 Diseño paralelo para sostenibilidad

En un contexto más específico, se pretende analizar el problema de la falta de comunicación que se da entre los diseñadores de proceso y los diseñadores de equipo, proponer herramientas para la mejora de los procesos de comunicación mencionados, incrementar los estados de retroalimentación entre ambos entes y como resultado de estas mejoras, llevar a un proceso de innovación sostenible continua.

4 Objetivo

4.1 Objetivo general

El objetivo general de la tesis, se centra en la obtención de una metodología para el diseño de procesos industriales y el diseño de equipo de manera paralela desde la perspectiva de la sostenibilidad.

4.2 Objetivos específicos

Como objetivos complementarios que ayudarán a desarrollar el objetivo principal de esta investigación se encuentran:

- Obtener una visión global de las herramientas existentes a nivel internacional y nacional para tener un punto de referencia de las aportaciones y mejoras que pueden hacerse en torno a la nueva metodología que se proyectará.
- Homogenizar criterios y metodologías de diseño y evaluación existentes en el sector industrial desde la perspectiva de la sostenibilidad.
- Evaluar la situación de la industria española dentro del entorno sostenible.
- Aportar una metodología de diseño y evaluación de tal manera que permita evaluar un proceso industrial y su equipo antes de su diseño.
- Definir indicadores que sean fácilmente evaluables y ajustables a la realidad del sector industrial.
- Mostrar la validez del modelo buscando su aplicación en alguna empresa del tejido industrial catalán.

5 Recursos

MATACHANA ha dispuesto que la implementación de la tesis doctoral mencionada se realice en su nueva fábrica, estas instalaciones son la sede de la planta de producción de esterilizadores, los departamentos de Ingeniería, I + D + I, un centro de formación y una sala de demostración con todos los equipos fabricados por la empresa.

Datos:

Nombre: ANTONIO MATACHANA, S.A.

Dirección: Calle Copérnic 8, 08860 Castelldefels.

Área: 6,200 m².

Plantilla: 66 Empleados.

Turnos: 1.

Certificaciones actuales: ISO 9001:2008, ISO 13485:2003, ISO 14001:2004.



CDEI-UPC

Centro de innovación tecnológica de la Universidad Politècnica de Catalunya con más de una década de experiencia realizando proyectos de investigación, transferencia de tecnología y acciones formativas

Datos:

Nombre: CENTRO DE DISEÑO DE EQUIPOS INDUSTRIALES CDEI-UPC

Dirección: C. Llorens Artigas, 4, planta 0, edificio U

Parc Tecnològic de Barcelona

08028 Barcelona



6 Logros

- Participación en el 15vo Concurso de Ideas Ambientales Sostenibles (15/05/2012), Proyecto CDEI: UPC Sostenible.
- Curso Auditor jefe en sistemas de gestión Energética basado en ISO 50001 (01-05/10/2012), Acreditado por IRCA - International Register of Certificated Auditors.
- Curso Herramientas para el análisis de la sostenibilidad de sistemas energéticos (25-27/07/2012), Universidad Jaume I, Castellón de la Plana, España.
- Docencia Master EMEI, Ingeniería mecánica y equipamiento industrial (13/02/2013), Diseño para eficiencia energética Fundación Politécnica de Cataluña.
- Proceso de internacionalización a México CDEI-UPC
I Jornada de innovación industrial
(16-31/04/2013) Mexicali, Querétaro, Ciudad de México.

Convenio de Recerca CETYS-CDEI
(12/06/2013) Rectorat UPC, Barcelona.
- Practicas Doctorales
(24/05/2013), Matacha S.A.
Castelldefels, Barcelona, España.

7 Plan de trabajo

En esta sección está definido el plan de trabajo y calendario de la tesis.

T1 Asignaturas Optativas:

Matricular al menos 3 materias en la maestría de sostenibilidad de la UPC a sugerencia del director de tesis / Tiempo: 12 meses.

Q3 Ecología industrial
@Joan de Pablo

Q2
Diseño sostenible
@Jordi Segalas

Q1
STD seminar 2013
@Instituto de sostenibilidad UPC.

Cursos, seminarios, conferencias, defensas de tesis.

T2 Revisión del estado del arte:

Consiste en hacer la revisión el estado del arte del tema de tesis.
Tiempo: 18 meses

T3 Propuesta metodológica:

Presentación de propuesta metodológica.
Tiempo: 24 meses

T4 Caso de estudio:

Aplicación de la metodología mediante un caso de estudio en una compañía catalana.
Tiempo: 30 meses

T5 Estancia:

Estancia doctoral dentro del Centro de diseño de equipos industriales, CDEI-UPC.
Tiempo: 36 meses

T6 Escritura de tesis y defensa:

Periodo de escritura de tesis.
Tiempo: 48 meses

8 Bibliografía

- [1] AZAPAGIC A.; MILLINGTON A.; COLLET A. [AZA-MIL-COL-2006] , *A methodology for integrating sustainability considerations into process design*. School of Engineering, University of Surrey, Guildford, Surrey, UK.
- [2] BORISSOVA A.; FAIRWEATHER M.; GOLTZ G.E.; [BOR-2006], *An Option Generation and Selection Methodology for Process Equipment Selection*. Research in Engineering Design, Springer-Verlag, London.
- [3] HUBKA, V.; EDER W.E.[Hub-Eder-1988], *Theory of Technical Systems*. A Total Concept Theory of Engineering Design , Springer-Verlag, BerlinHeidelberg.:
- [4] HUBKA, V.; EDER, W.E. [HUB-EDER-1992], *Engineering Design. General Procedural Model of Engineering Design*, Edition Heurística, Zürich.
- [5] HUBKA, V.; EDER, W.E. [HUB-EDER-1996], *Design Science. Introduction to the Needs, Scope and Organization of Engineering Design Knowledge*, Springer-Verlag, London.
- [6] LI LI; LI MEI; GAO XUEZHU [LI-LI-Gao-2010], *Management Pattern of Self-Made Equipment Entire Process in Manufacturing Enterprise Based on Knowledge Management*. International Conference on System Science, Engineering, Design, and Manufacturing Informatization, Shenzhen, P.R.China
- [7] LI LI; LI MEI; LAN JIANG [Li-LI-Lan-2010], *The Design and Application of Knowledge Management System for Enterprise Self-Made Equipment Entire Process*. International Conference on
- [8] MILLER,D. THOMAS [Mil-1999], *Modular Engineering in Production Plants*, International Conference on Engineering Design, Munich.
- [9] MARQUADT B., [Mar-2006], *A history of Sustainability. An Enviromental Concept in the History of Central Europe (1000-2006)*, Critic History No.32, Bogota.
- [10] NATIONAL COUNCIL FOR ADVANCED MANUFACTURING (NACFAM), [NACFAM-2009], *Sustainable Manufacturing*, EUA.
- [11] PAHL, G.; BEITZ, W. [Pah-1996] *Engineering design. A systematic approach*, 2nd revised edition, Springer-Verlag, London.
- [12] PAPANEK, VICTOR [PAP-1971], *Design for the Real World: Human Ecology and Social Change*, New York, Pantheon Books.
- [13] RIBA-ROMEVA, C.; COLL-RAICH, J.; LLORENS-CERVERA, S.; GENOVESE, P.A.; GOMA,R., FENOLLOSA-ARTES, F. [RIB-2005], *The operative process as a frame of reference for equipment portfolio design*, International Journal of Computer Integrated Manufacturing 18 (7) , pp. 537-549.
- [14] WORLD COMMISSION ON ENVIRONMENT AND DEVELOPMENT [WCED-1987], *Report of the World Commission on Environment and Development: Our Common Future*. Transmitted to the UN General Assembly as an Annex to document A/42/427 - Development and International Co-operation: Environment. Oxford,

9 Publicaciones

En proceso de escritura.