

---

# INGENIERIA CONCURRENTENTE: HACIA UN DESARROLLO INTEGRADO DE PRODUCTOS Y SERVICIOS

## Perspectivas Tecnológicas para la Competitividad

FELIX LONDOÑO G.

### SINTESIS

Ingeniería concurrente es un término usado en medios académicos e industriales para referirse a un conjunto de herramientas, metodologías y cambios organizacionales propuestos para realizar un desarrollo integrado de productos y servicios. La ingeniería concurrente está relacionada con las prácticas y herramientas de manejo de la calidad total y, como tal, promete una ventaja competitiva a quienes la practican.

### INTRODUCCION

La aparición de la ingeniería concurrente no ha escapado al proceso de confusión que normalmente se da con la introducción de nuevos términos. Para entender el significado y los alcances de la ingeniería concurrente, el resto de este artículo examina sus orígenes y definición. Presenta la perspectiva tecnológica y la estrategia de implementación consideradas en **CERC (Concurrent Engineering Research Center)\***. Al final, a modo

---

\* *CERC* es un centro de investigaciones en ingeniería concurrente ubicado en *Morgantown, West Virginia*. Entre 1988 y 1992, el autor trabajó como investigador en el centro y participó en la definición y desarrollo de la arquitectura para ingeniería concurrente propuesta por *CERC*.

de conclusión, se hace un balance sobre el estado actual y las perspectivas de la ingeniería concurrente.

### ANTECEDENTES

Conceptualmente, la ingeniería concurrente se origina alrededor de transformaciones en los procesos de oferta y demanda. La competitividad es quizás uno de los factores de mayor importancia en este proceso. Hoy día se compete, a nivel mundial, para colocar -en los mercados internacionales- productos y servicios más complejos, menos costosos, de mejor calidad, en el menor tiempo posible. Como resultado, las herramientas, los procesos y las estructuras organizacionales usados en la producción de dichos productos y servicios se han ido transformando.

Dentro del conjunto de herramientas y tecnologías introducidas para atender los aspectos relacionados con el desarrollo de productos y servicios, el computador es ciertamente la herramienta que ha jugado el papel más importante.

---

FELIX LONDOÑO. Departamento de Informática y Sistemas, Universidad EAFIT.  
e-mail: flondono@sigma.eafit.edu.co.

---

El computador fue inicialmente una herramienta de procesamiento numérico usado en la realización de tareas muy especializadas. Posteriormente, se comenzó a usar también en tareas relacionadas con el procesamiento simbólico, para luego ser usado en tareas más complejas relacionadas con el manejo de esquemas de planes y acciones en el contexto del funcionamiento de las organizaciones. En este proceso de transformaciones, el computador ha pasado de ser una herramienta de uso individual a una herramienta de uso comunitario que facilita la realización y coordinación de tareas en una forma cooperativa. Esta transformación en el papel del computador como herramienta de apoyo a los procesos de producción, constituye un primer pilar del desarrollo de la ingeniería concurrente.

---

**La ingeniería concurrente está relacionada con las prácticas y herramientas de manejo de la calidad total y, como tal, promete una ventaja competitiva a quienes la practican.**

---

Las transformaciones en los procesos de la oferta y la demanda han obligado a que se haga una revisión de los métodos de trabajo usados en la producción de productos y servicios. Como resultado se perfilan, en forma de metodologías y herramientas, soluciones que prometen extender a los departamentos de diseño la automatización que hoy existe en las plantas de manufactura. La generación y adaptación de metodologías para atender el desarrollo de productos y servicios constituye un segundo pilar del desarrollo de la ingeniería concurrente.

Los cambios de metodologías y herramientas incluyen cambios en las estructuras organizacionales y en el entorno cultural. La consideración de estos cambios culturales y de las correspondientes transformaciones en las estructuras de las organizaciones constituye el tercer pilar del desarrollo de la ingeniería concurrente.

Históricamente, pueden señalarse algunos eventos relacionados con el origen de la ingeniería concu-

rrente. En 1987, la agencia de proyectos especiales de defensa de los Estados Unidos (*DARPA*) creó una comisión interdisciplinaria para investigar y evaluar las necesidades tecnológicas con el fin de mejorar los procesos de desarrollo de productos y servicios en los ambientes militar e industrial de los Estados Unidos. El equipo de trabajo estudió las prácticas del momento, tanto las propias como las extranjeras, en especial las japonesas.

Igualmente, el equipo promovió la organización de numerosos encuentros dentro de los Estados Unidos con el fin de propiciar discusiones para establecer diagnósticos sobre el estado de la productividad de los Estados Unidos frente a la competencia internacional. El equipo concluyó que era esencial desarrollar tecnologías avanzadas que permitieran considerar, en una forma simultánea, todos los aspectos del ciclo de vida en el proceso de desarrollo de productos y servicios (1).

En la misma época, la comisión de productividad industrial del *Massachusetts Institute of Technology* estaba examinando las debilidades de las firmas de los Estados Unidos en el marco de competitividad mundial (2). La comisión encontró dos problemas fundamentales. En primer lugar, la comisión indicó la falta de comunicación y de cooperación industrial tanto interna como externamente, debido a la rigidez y a las barreras impuestas por las jerarquías organizacionales. En segundo lugar, la comisión indicó la necesidad de considerar todos los aspectos del ciclo de vida de los productos en las etapas iniciales con el fin de garantizar el reconocimiento temprano de problemas que de no ser identificados a tiempo originarían altos costos en el proceso de re-diseño de los productos.

#### DEFINICION

A la ingeniería concurrente se le asocian términos tales como ingeniería simultánea y desarrollo integrado de productos. Adicionalmente, su alcance tecnológico está bastante cerca al considerado en el contexto de *CSCW (Computer Supported Cooperative Work)*. En lugar de discutir la equivalencia o la similitud de términos, a continuación se presenta la definición propuesta por el centro de Ingeniería Concurrente (3).

Ingeniería concurrente es:

**una metodología sistemática**

para el desarrollo integrado de productos que hace énfasis en

**dar respuesta a las expectativas de los usuarios**

y se fundamenta en

**los valores de trabajo en equipo de cooperación, confianza mutua y participación,**

de tal manera que

**el proceso de toma de decisiones**

procede con grandes intervalos de trabajo en paralelo por parte de todas las perspectivas consideradas en el ciclo de vida,

**sincronizado**

a través de breves intercambios

**con el fin de alcanzar consenso.**

Se ha indicado que en lugar de examinar la definición en forma secuencial, debe procederse con su lectura desde el centro hacia afuera, con base en el texto resaltado. La definición está fundamentada en los valores de trabajo en equipo de cooperación, confianza mutua y participación. La definición apunta a servir en último término las

expectativas del usuario final. La ingeniería concurrente es una metodología sistemática que mediante un proceso de toma de decisiones sincronizado permite alcanzar consenso entre las perspectivas relacionadas con el ciclo de vida del producto o servicio.

Fundamental en la definición, es la filosofía del trabajo en equipo. En el contexto de ingeniería concurrente, los equipos de trabajo se apoyan en un conjunto de herramientas computacionales que permiten extender el concepto a lo que se conoce como equipos de trabajo virtual. Un equipo de trabajo virtual consiste en un grupo de expertos que, ubicados en sitios geográficos distintos, usan un ambiente computacional para trabajar en una forma cooperativa en la realización de tareas específicas (Figura 1) (4).

#### PERSPECTIVA TECNOLÓGICA

Los elementos del ambiente computacional requeridos para permitir la práctica de la ingeniería concurrente se derivan del análisis del conjunto mínimo de transacciones que cualquier miembro de un equipo de trabajo necesita realizar (5).

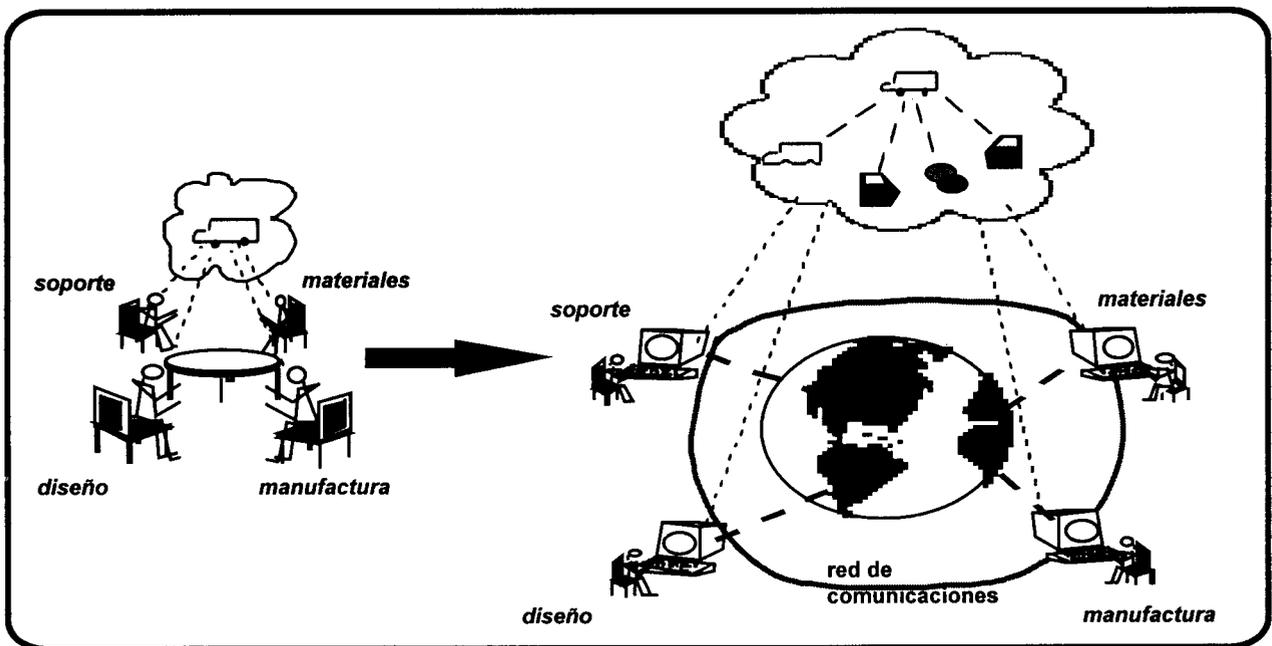


FIGURA 1  
EL EQUIPO DE TRABAJO VIRTUAL COMO FUNDAMENTO DE  
LA INGENIERIA CONCURRENTE

---

## **BUSCAR Y EXAMINAR INFORMACION**

La información se encuentra diseminada dentro de la organización en múltiples lugares y en múltiples formas de almacenamiento que van desde gabinetes de archivo hasta sistemas sofisticados de bases de datos. Los miembros del equipo de trabajo deben poder contar con procedimientos y herramientas que les permita usar esa información de una manera eficiente.

## **AGREGAR VALOR A LA INFORMACION**

Los miembros del equipo de trabajo deben estar en capacidad de realizar, mediante alguna de las otras transacciones, operaciones sobre la información generada.

## **INTERCAMBIAR Y COMUNICAR INFORMACION**

Poder compartir información es fundamental para la realización efectiva del ambiente de un equipo de trabajo virtual pero, hoy en día, la capacidad limitada de transporte de información de las redes impone restricciones en la realización de este tipo de transacción.

## **NEGOCIAR**

De la definición de ingeniería concurrente se concluye que el objetivo final consiste en alcanzar consenso entre las perspectivas relacionadas en el proceso de toma de decisiones. Los miembros del equipo de trabajo necesitan procedimientos y herramientas que les facilite llevar a cabo sus actividades de negociación.

## **TOMAR DECISIONES EN GRUPO**

La toma de decisiones en grupo es consecuencia de la participación y del concurso de varias perspectivas a lo largo del ciclo de vida del producto o servicio. Es necesario poner, a disposición de los miembros del equipo de trabajo, procedimientos y herramientas para facilitar el proceso de toma de decisiones en equipo.

## **ARCHIVAR INFORMACION**

La propiedad intelectual desarrollada por los equipos de trabajo debe ser almacenada para ser posteriormente re-utilizada en procesos de diseño o desarrollo de otros productos o servicios. El objetivo es almacenar en forma electrónica la

información que resulta del desarrollo de un producto o servicio, en tal forma que posteriormente pueda ser ubicada y examinada eficientemente.

## **ARQUITECTURA**

El examen de estas transacciones ha sido usado por **CERC** para derivar la propuesta de una arquitectura, basada en un ambiente computacional, para facilitar la práctica de la ingeniería concurrente (6)\*. Esta arquitectura está fundamentada en la provisión de los servicios que se discuten en la **Figura 2**.

## **SERVICIOS DE COMUNICACION**

Esencial para la operación de los equipos de trabajo virtual, es el poder contar con servicios de comunicación que le permita a miembros dispersos geográficamente, comunicarse entre sí y poder utilizar en forma remota, los recursos disponibles en sus ambientes de trabajo. El ambiente de comunicaciones debe proveer, entre otras, las siguientes funciones:

- Comunicación vía correo electrónico
- Interacción remota vía espacios virtuales compartidos
- Ejecución remota de aplicaciones

## **SERVICIOS DE COOPERACION**

Estos servicios deben facilitar las actividades de cooperación en el ambiente de trabajo. Las siguientes son algunas de las funciones que facilitan el trabajo cooperativo:

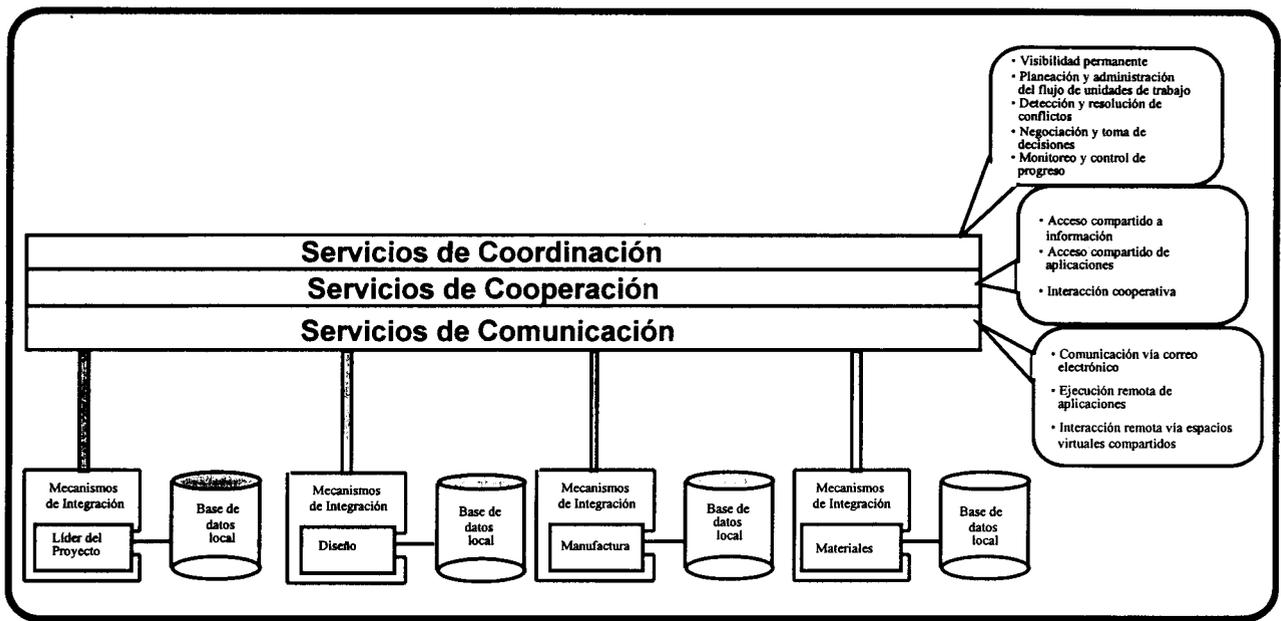
- Compartir información
- Compartir herramientas
- Conferenciar

## **SERVICIOS DE COORDINACION**

Coordinación es el proceso mediante el cual los esfuerzos individuales en el ambiente de trabajo son dirigidos hacia el logro de los objetivos establecidos para la fabricación de un producto o

---

\* Por razones de limitación de espacio, la figura presentada en este artículo ha sido simplificada por el autor. Los detalles completos de la arquitectura propuesta por **CERC** pueden ser consultados en (6).



**FIGURA 2**  
**ARQUITECTURA PARA FACILITAR LA PRACTICA DE**  
**LA INGENIERIA CONCURRENTE**

servicio (7). Para la operación de equipos de trabajo virtual, las tareas de coordinación se hacen más difíciles si se considera la naturaleza distribuida de sus miembros. Una arquitectura para apoyar los aspectos de coordinación provee las siguientes funciones:

- Funcionalidad para garantizar, a cada uno de los miembros participantes en un proyecto, visibilidad continua del producto o servicio en su proceso de evolución.
- Funcionalidad para la planeación, administración, control y monitoreo del flujo de unidades de trabajo.
- Funcionalidad para apoyar el proceso de toma de decisiones por parte de los grupos de trabajo.
- Funcionalidad para facilitar la rápida detección, negociación y resolución de conflictos.
- Funcionalidad para monitorear el producto o servicio en proceso de evolución y asegurar su convergencia hacia el producto o servicio deseado por el cliente.

La arquitectura propuesta por **CERC** se manifiesta como un ambiente computacional distri-

buido, compuesto por estaciones de trabajo dispersas geográficamente. El ambiente de trabajo en cada estación cuenta con un conjunto de aplicaciones propias en el contexto de trabajo de cada una de las perspectivas de los miembros del equipo de trabajo. La funcionalidad de estas aplicaciones se complementa en forma transparente -para el usuario- por herramientas que proveen los servicios de comunicación, cooperación y coordinación ya mencionados.

En la arquitectura propuesta por **CERC** se pueden resaltar los servicios hoy disponibles de comunicación, coordinación, acceso compartido a información, acceso compartido a aplicaciones y mecanismos para la integración de servicios y aplicaciones. Estos mecanismos de integración son los que permiten, en un momento dado, definir ambientes de trabajo especializados, para atender las necesidades de cada una de las perspectivas que componen un equipo de trabajo.

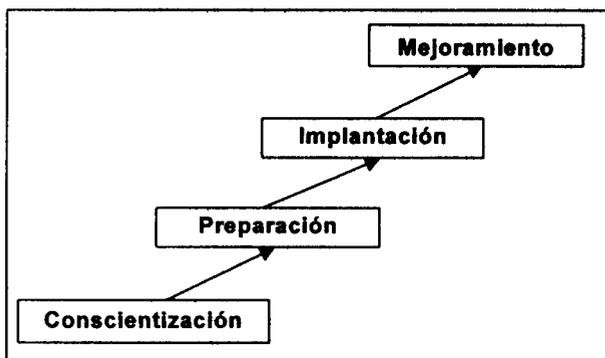
### HACIA UNA IMPLEMENTACION

La adopción exitosa de la ingeniería concurrente requiere una transformación por etapas al interior de la empresa (8). En primer lugar, requiere un cambio cultural, una disposición de la empresa misma a aceptar los principios y prácticas enmar-

cados bajo el concepto de Ingeniería Concurrente. En segundo lugar, debe existir un compromiso por mejorar aspectos de la empresa que pueden incluir la introducción de nuevas herramientas, el cambio de algunos de los procesos y una re-estructuración completa de la organización.

Una vez que los aspectos culturales y las modificaciones organizacionales han sido establecidos, se procede a buscar soluciones tecnológicas que habiliten la capacidad operacional de los diversos agentes de la organización.

Para la implantación de la ingeniería concurrente dentro de una organización, **CERC** ha propuesto una estrategia que comprende las siguientes etapas: concientización, preparación, implantación y mejoramiento (**Figura 3**). La etapa de concientización tiene como objetivo convencer a la dirección sobre los beneficios que representa para la organización el adoptar las prácticas de ingeniería concurrente.



**FIGURA 3**  
**HACIA UNA IMPLEMENTACION DE**  
**LA INGENIERIA CONCURRENTE**

La etapa de preparación tiene como objetivo disponer el entorno de la organización para poder llevar a cabo la etapa de implantación. La etapa de implantación tiene como objetivo realizar la re-estructuración organizacional, cambiar los procesos y poner en operación las soluciones tecnológicas requeridas. Una vez se ha logrado la etapa de implantación, viene la etapa de mejoramiento que tiene como objetivo buscar acciones de perfeccionamiento de las soluciones adoptadas en el proceso de instalación de la ingeniería concurrente dentro de la organización.

## CONCLUSIONES

El artículo ha presentado, en una forma general, el significado y alcances de la ingeniería concurrente. El examen de los antecedentes, definición, perspectiva tecnológica y estrategia para su implementación, muestran claramente que la ingeniería concurrente aparece como una disciplina que ofrece metodologías y tecnologías para hacer más eficiente el desarrollo integrado de productos y servicios.

Conceptualmente, la ingeniería concurrente sirve de soporte para la operación de las corporaciones virtuales. En este sentido, es claro que la ingeniería concurrente va a jugar un papel relevante en los procesos de modernización y apertura hacia economías de mercados abiertos. Las metodologías y tecnologías propuestas en el contexto de la ingeniería concurrente están adquiriendo un valor estratégico para muchas empresas en su proceso de participación en los mercados internacionales.

Considerando la perspectiva cultural y organizacional, es mucho lo que puede adelantarse para lograr la implantación de las metodologías y prácticas de la ingeniería concurrente en nuestro medio. Considerando la perspectiva tecnológica, se hace necesario desarrollar una infraestructura de comunicaciones que posteriormente pueda servir de soporte para la implantación de herramientas de apoyo a los procesos de cooperación y de coordinación.

La adopción exitosa de la ingeniería concurrente requiere una transformación por etapas al interior de la empresa. En primer lugar, requiere un cambio cultural, una disposición de la empresa misma a aceptar los principios y prácticas enmarcados bajo el concepto de Ingeniería Concurrente.

---

## REFERENCIAS

- (1) Winner, R. I., J. P. Pennell, H. E. Bertrend, and M. M.G. Slusarczuk. 1988. The Role of Concurrent Engineering in Weapons System Acquisition. IDA Report R-338 (DTIC #AD-A203-615). IDA, Alexandria, Va.
- (2) Berger S., M. L. Dertouzos, R. K. Lester, R. M. Solow, and L. C. Thurow. June 1989. "Toward a New Industrial America." Scientific American, Vol. 260 No. 6.
- (3) Reddy, R., R. T. Wood, and K. J. Cleetus, "DARPA Initiative: Encouraging New Industrial Practices," IEEE Spectrum, Vol. 28. No. 7, July 1991, p. 26-30.
- (4) Reddy, R. and R. T. Wood. Chairs. 1989. "DARPA Initiative in Concurrent Engineering", Proceedings of the First National Symposium on Concurrent Engineering. May. 23, 1989. Concurrent Engineering Research Center Morgantown , WV.
- (5) Reddy, R. Kankanahalli Srinivas, V. Jagannathan, and Raghu Karinithi. 1993. Computer Support for Concurrent Engineering. IEEE Computer. January 1993.
- (6) Cleetus, K. J., and Uejio, W. eds. 1989. Red Book of Functional Specifications for the DICE Architecture. Concurrent Engineering Research Center, West Virginia University, Morgantown, WV. 1989.
- (7) Londoño F., K. J. Cleetus, D. M. Nichols, S. Iyer, H. M. Karandikar, S. M. Reddy, S. M. Potnis, B. Massey, A. Reddy, and V. Ganti. 1992. Managing Chaos: Coordinating a Virtual Team. Proceedings First Workshop on Enabling Technologies for Concurrent Engineering. Vol. 1. Concurrent Engineering Research Center. West Virginia University, Morgantown, West Virginia.
- (8) Karandikar, H., M. E. Fotta, M. Lawson and R. T. Wood. 1993. Second IEEE Workshop on Enabling Technologies for Collaborative Enterprises, Morgantown, WV, April 20-22, 1993.