

● PRODUCTIVIDAD P.1

**LA PÉRDIDA DE MATERIALES EN LAS EDIFICACIONES: PRINCIPALES ESTUDIOS REALIZADOS EN BRASIL**

Ing. Carlos T. Formoso

● CALIDAD P.3

**LA PIRÁMIDE DE LA CALIDAD**

Ing. Pablo Orihuela A.

● SEGURIDAD P.6

**IMPLEMENTACIÓN DE UN PROGRAMA DE CAPACITACIÓN EN SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO**

Ing. Julio Roncal Montini

● SOSTENIBILIDAD P.8

**UN NUEVO RÉCORD EN EDIFICACIONES INTELIGENTES: FORUM CHRISBACH - DÜBENDORF - SUIZA**

Arq. Richard Valdivia Sisniegas

## Editorial ●

En tiempos de crisis, lograr el incremento de la productividad es un objetivo primordial. Por esto, una de las metas más importantes para reducir los costos en construcción debería ser el uso racional de los materiales en la obra, dado que éstos representan generalmente más del 50% del costo total de la misma.

Sin embargo, no se conocen estudios precisos que midan las pérdidas de materiales en la realidad peruana. Por eso en esta edición, como referencia, presentamos un artículo que describe dos estudios que monitorearon las pérdidas de materiales en procesos constructivos realizados en el Brasil.

También, le presentamos un interesante artículo sobre la calidad, y cómo ésta se obtiene logrando un adecuado equilibrio entre los costos, el tiempo y el alcance de los proyectos. El artículo menciona algunas técnicas y herramientas para mejorar la calidad de nuestras obras.

En el tema de la seguridad, esta vez, explicamos la importancia de tener un plan de capacitación en seguridad y salud; que a su vez, será la base para la implementación de un plan de seguridad para la obra.

Finalmente, en el artículo sobre sostenibilidad, se muestra cómo la tecnología y la construcción ayudan a la conservación de nuestro planeta.

Esperamos que esta edición sea de su agrado.

Comentarios y sugerencias a:

[construccionintegral@aasa.com.pe](mailto:construccionintegral@aasa.com.pe)

## > PRODUCTIVIDAD

# LA PÉRDIDA DE MATERIALES EN EDIFICACIONES: PRINCIPALES ESTUDIOS REALIZADOS EN BRASIL

Ing. Carlos T. Formoso

Ing. Civil, M.Sc., Ph.D., Profesor de NORIE-UFRGS, Porto Alegre – RS

### 1. INTRODUCCIÓN

La medición de las pérdidas es una forma eficaz para evaluar el desempeño de los sistemas de producción, ya que pueden indicar fácilmente las principales causas de las ineficiencias y las oportunidades de mejora. Comparado con las tradicionales medidas económicas de eficiencia, los índices de pérdidas son más eficaces para apoyar la gestión del proceso, ya que pueden explicar los costos operativos de una manera apropiada y generar información con un sentido más claro, creando las condiciones para la aplicación de sistemas de control descentralizados. De hecho, la eliminación de las pérdidas es una de las principales actividades para la mejora de los procesos en el Lean Production (Producción sin Pérdidas). Este enfoque de gestión se originó en Japón en los años 50, en la industria automotriz, con el desarrollo del Sistema de producción Toyota. Desde la década de los años 90, sus conceptos y principios se están difundiendo a otras industrias, incluyendo a la industria de la construcción.

Para recibir el Boletín Construcción Integral, inscribese en [www.acerosarequipa.com/construccion](http://www.acerosarequipa.com/construccion)

**Comité Editorial:** Departamento de Marketing Corporación Aceros Arequipa S.A. - Motiva S.A. Consultoría, Inmobiliaria y Construcción.

**Colaboradores:** Ing. Pablo Orihuela, Arq. Richard Valdivia Sisniegas, Ing. Carlos T. Formoso, Ing. Julio Roncal Montini.

**Edición, Diseño e Impresión:** Nueva Vía Comunicaciones S.A.C.

Los artículos publicados no reflejan necesariamente la opinión de Corporación Aceros Arequipa. Pueden ser reproducidos citando la fuente: Boletín Construcción Integral, Nº de Edición, Autor. **Distribución Gratuita.**

Este artículo presenta los principales resultados de dos investigaciones realizadas en 1993 y 1998, con la participación del Centro Orientado para la Innovación de Edificaciones (NORIE) y de la Universidad Federal de Rio Grande do Sul (UFRGS). Dichas investigaciones están relacionadas con pérdidas en la industria de la construcción. Estos estudios investigan las principales causas de pérdidas de materiales en esta industria, lo que indica el orden de magnitud de los residuos generados en el Brasil.

## 2. PRIMER ESTUDIO

El principal objetivo de este estudio fue investigar las causas de las pérdidas de materiales en las obras y proponer algunas directrices para evitar que esto ocurra. Fueron estudiadas cinco obras en la ciudad de Porto Alegre. Todas ellas eran construcciones de edificios de ocho a doce pisos, cuatro eran para vivienda y una para comercio. Fueron empleadas tecnologías tradicionales de construcción (concreto armado vaciado en sitio, muros de albañilería y tarrajes con mortero). Siete materiales fueron elegidos para ser monitoreados, por su importancia en términos de costo y su alto potencial para generar pérdidas. Cada obra fue directamente monitoreada durante un período de cuatro a cinco meses.

La tabla 1 muestra los porcentajes de pérdidas obtenidos en cada una de las obras para los siete materiales investigados. Además, se presentan los porcentajes promedio de estas pérdidas y los porcentajes típicos para cada material utilizados por las empresas brasileñas en sus presupuestos.

Tabla 1- Porcentaje de pérdidas de materiales obtenidas en el Primer Estudio

Material	Obra A (%)	Obra B (%)	Obra C (%)	Obra D (%)	Obra E (%)	Promedio (%)	Presupuestos (%)
Acero	18.8	27.3	23.0	7.9	18.3	19.1	20.0
Cemento	76.6	45.2	34.3	151.9	112.7	84.1	15.0
Concreto Permeado	10.8	11.8	17.4	0.8	25.2	13.2	5.0
Arena	27.1	29.7	21.0	109.8	42.2	45.8	15.0
Mortero	103.5	87.5	40.4	152.1	73.2	91.2	15.0
Bloques	39.9	8.2	36.0	26.5	- <sup>2</sup>	27.7	10.0
Ladrillos	45.2	15.2	20.0	27.3	- <sup>2</sup>	29.9	10.0

(2) Los datos de los bloques y ladrillos en las obra E no fueron considerados por la dificultad de recolectar datos.

Los resultados indican que las pérdidas de materiales en estas cinco obras fueron considerablemente superiores a las asumidas por las empresas constructoras en sus presupuestos. Por ejemplo, en el caso del mortero, la pérdida promedio fue seis veces mayor que la pérdida usual. Una de las conclusiones más importantes de este estudio está relacionada con la gran variabilidad en los índices de pérdida para cada material en diferentes obras. Por ejemplo, las pérdidas en bloques en la obra A fueron aproximadamente cinco veces más que en la obra B. Considerando que las empresas implicadas en los estudios eran relativamente similares, se puede inferir que una gran proporción de las pérdidas de materiales es evitable, ya que algunas obras

consiguieron alcanzar porcentajes relativamente pequeños de pérdidas para algunos materiales en el mismo contexto.

## 3. SEGUNDO ESTUDIO

Este amplio estudio fue desarrollado por un grupo de 15 instituciones de investigación. Participaron en el estudio 52 empresas constructoras. La mayoría de ellas (un 74%) eran empresas pequeñas – con menos de cien empleados – y un gran porcentaje de las mismas (un 71%) construía edificaciones comerciales y residenciales. En total, 69 obras, distribuidas en 12 estados brasileños, fueron monitoreadas por periodos comprendidos entre cuatro y seis meses. La mayoría de las obras eran edificaciones residenciales (un 78%) y empleaban tecnologías de construcción consideradas como tradicionales en el país (estructura de concreto armado o albañilería estructural, bloques de arcilla o de concreto, revestimiento de mortero, revestimiento cerámico, tubos de PVC, etc.).

La tabla 2 presenta los resultados del segundo estudio (1996-1998). Para algunos materiales, tales como arena, cemento, concreto, bloques y ladrillos, la muestra de las obras de construcción analizadas fue substancialmente mayor que en el primer estudio. Se puede observar que las pérdidas promedio alcanzadas en este estudio tuvieron el mismo grado de magnitud observado en el anterior, confirmando que los índices de pérdidas de materiales en la industria de la construcción son considerablemente altos. Además de esto, también fue encontrada una gran variabilidad en índices de pérdidas para todos los materiales, en diferentes obras. Por ejemplo, las pérdidas de cemento variaron entre 6% y 260%, en una muestra de 41 obras de construcción.

Tabla 2 – Porcentaje de pérdidas de materiales obtenidas en el Segundo Estudio

Material	Promedio (%)	Mediana (%)	Número de obras
Acero	10.3	10.6	12
Concreto Permeado	9.5	8.6	35
Cemento	73.7	45.2	41
Arena	47.5	40.7	24
Piedra	31.3	37.1	5
Cal	48	32.8	11
Mortero	59.8	32.6	8
Hormigón	182.2	173.9	4
Bloques de Arcilla	18	13.8	53
Bloques de Concreto	11.3	7.7	30
Ladrillos	52.2	78	5
Tejas	15.6	14.4	18
Tubos eléctricos	15.4	15.1	3
Cables Eléctricos	25.4	26.7	3
Tubo de agua/desague	19.9	14.8	7
Drywall	45.1	29.5	3
Pintura	15.3	14.6	4
Cerámicos	14	14	1

## 4. CONCLUSIONES

Los resultados confirmaron que el nivel de pérdidas de materiales fue considerablemente alto en los dos estudios

realizados y que muchas de esas pérdidas son previsible y evitables. La mayoría de las empresas desconocía la magnitud de sus pérdidas, pues sólo una pequeña parte de las obras estudiadas tenía registros organizados de entregas, de stocks y de consumo de materiales. El control en esas empresas era basado principalmente en medidas financieras globales, las cuales tienden a ser enfocadas en el pasado y normalmente no rastrean adecuadamente los costos operacionales. El análisis de las causas de las pérdidas indicó que una gran parte de las mismas está relacionada a las actividades de organización de las obras, tales como entrega de materiales, stock, manipulación y transporte interno, las cuales son normalmente obviadas por los sistemas de control.

Se debe resaltar que las pérdidas de materiales tienden a aumentar la parte de actividades que no agregan valor y también las pérdidas relacionadas a otros recursos, tales como a la mano de obra y a los equipos. Por ejemplo, el exceso de material que necesita ser comprado tiende a aumentar los stocks, la demanda del sistema de transporte y el esfuerzo necesario para remover los residuos de la obra.

Una estrategia para reducir las pérdidas en la industria en Brasil parece ser el estímulo al uso de materiales y componentes prefabricados, en sustitución a los materiales producidos en la obra, tales como mortero, concreto, y acero cortado y doblado. Sin embargo, muchas pérdidas pueden ser reducidas aún cuando las empresas continúen adoptando tecnologías de construcción tradicionales, debido a que la mayoría de las pérdidas son resultado de la ineficacia de los sistemas de gestión y no de la tecnología de producción. Además de eso, la mayoría de las acciones correctivas necesarias para la reducción de pérdidas tiene un costo relativamente bajo.

Los problemas gerenciales, en fases que preceden la producción, están entre las causas más importantes de las

pérdidas. Además destacan la falta de coordinación modular, la falta de compatibilidad entre componentes y elementos constructivos, el insuficiente detalle del proyecto, errores en la especificación de materiales, planificación inadecuada de las obras, errores en el abastecimiento de materiales, falta de planificación de la entrega de los materiales en la obra y de su distribución a los puestos de trabajo.

Finalmente, muchas pérdidas indirectas que fueron observadas en ambos estudios, fueron causadas principalmente por la falta de control dimensional de algunos componentes, tales como losas y vigas de concreto armado, revestimiento de mortero y contrapiso. Además de los costos de las pérdidas, estos problemas también resultan en una carga adicional innecesaria en la estructura y, para algunos elementos, como el yeso externo, contribuyen a aumentar la incidencia de manifestaciones patológicas. La prevención de estos problemas requiere acciones correctivas tanto en el proyecto cuanto en la fase de ejecución de la obra.

## 5. BIBLIOGRAFÍA

AGOPYAN, V.; SOUZA, U. E. L.; PALIARI, J. C. e ANDRADE, A. C. Alternativas para la reducción de desperdicio de materiales en las obras: informe final. Sao Paulo, EPUSP/FINEP/ITQC, 1998. Informe de Investigación.

ISATTO, E. L.; FORMOSO, C.T.; DE CESARE, C. M.; HIROTA, E. H. e ALVES, T. C. L. Lean construction: directrices y herramientas para el control de pérdidas en la construcción civil. Porto Alegre, SEBRAE/RS, 2000. 177 p.

SOIBELMAN, L. La pérdida de materiales en la construcción de edificaciones: su incidencia y control. Porto Alegre, Universidad Federal do Rio Grande do Sul, 1993. Disertación de Maestría.

## > CALIDAD

# LA PIRÁMIDE DE LA CALIDAD

Ing. Pablo Orihuela A.  
Gerente General Motiva S.A. , Profesor Asociado PUCP, MDI CENTRUM  
porihuela@motiva.com.pe www.motiva.com.pe

La gestión de un proyecto, bajo el enfoque del PMI, nos dice que los gerentes a menudo hablan de una triple restricción: 1). Cuánto va a costar el proyecto (COSTO), 2.) Cuánto va a durar el proyecto (TIEMPO), 3.) Cuáles son las características y funciones del producto y qué trabajo debe hacerse para

entregar este producto (ALCANCE).

## EL TRIÁNGULO DEL PROYECTO

Estas tres restricciones constituyen el denominado “Triángulo del Proyecto”. Cada lado representa a uno de estos factores.

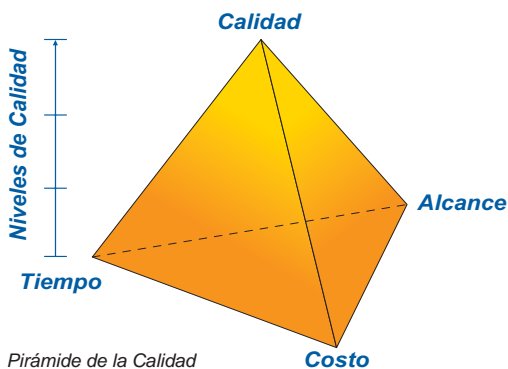


Este triángulo, así formado, nos evidencia la relación de dependencia que existe entre los tres factores, es decir, si un lado cambia y queremos mantener la superficie de la figura, los otros dos también se modificarán. Por ejemplo: si se reduce el presupuesto del proyecto (costo), es probable que necesitemos hacer algún ajuste en el producto que vamos a entregar o en los trabajos implicados en su producción (alcance) y esto redundará en alguna modificación de la programación (tiempo).

## EL NIVEL DE CALIDAD

Adicionalmente a estos tres factores, aparece un cuarto elemento que es la calidad, que es la resultante del grado de cumplimiento de los otros tres factores. Esto define el nivel de calidad.

En el tema de la calidad, al igual que en el de los alcances, también podemos diferenciar entre lo que significa la calidad del producto y la calidad del proceso.



La calidad del producto es relativa, ya que depende de las expectativas del cliente. Cada perfil de cliente tiene más o menos las mismas necesidades, pero diferentes deseos y valores (estos dos últimos son fuertemente influenciados por agentes externos, tales como el marketing, la cultura, la coyuntura, etc.). Por eso, cuando definimos los alcances del producto, requerimos adecuar sus características y funciones a las expectativas y al uso del cliente final o del mercado meta.

La calidad del proceso implica ejecutar la producción de la manera más eficiente posible, optimizando los trabajos que generan transformación, disminuyendo los que solamente contribuyen a ésta y tratando de eliminar todos aquellos procesos que generan pérdidas (filosofía Lean).

Por otro lado, cuando definimos el alcance del proyecto, requerimos especificar sólo el trabajo requerido. Esto nos permitirá controlar y diferenciar lo que está o no está incluido en el proyecto.

## LAS TÉCNICAS Y HERRAMIENTAS

Para trabajar los alcances del producto, existe una herramienta muy apropiada denominada QFD, propuesta por Yoji Akao, y que consiste en elaborar una matriz que ayuda a capturar la voz del cliente y traducirla en la voz del diseñador. Para garantizar su cumplimiento durante la ejecución, nos podemos apoyar en las acciones del QC (Control de calidad del producto mediante la inspección).

Para trabajar los alcances del proyecto, podemos usar los mapas mentales propuestos por Tony Buzan, metodología que nos ayuda de una forma lógica y natural a elaborar el EDT (Estructura descompuesta del trabajo), herramienta fundamental sugerida por el PMI y que consiste en elaborar una especie de árbol o diagrama donde se visualiza, en diferentes columnas, la descomposición del trabajo que vamos a realizar. Cada columna debe terminar con entregables claramente definidos. Para garantizar su cumplimiento, nos podemos apoyar con las acciones del QA (Aseguramiento de la calidad mediante la prevención).

## REFERENCIAS

- Guía del PMBOK. Tercera edición. ANSI/PMI 00-001-2004.
- Akao, J. y Manssur, G.(2003). "The leading edge in QFD: past, present and future", International Journal of Quality and Reliability Management, Volumen 20 N°1, West Yorkshire, England.
- [www.leanconstruction.org](http://www.leanconstruction.org)

## CONCLUSIONES

Podemos concluir que todos los involucrados en el sector construcción nos preocupamos mucho por los factores costo y tiempo, pero no le damos el mismo interés al alcance, elemento que al no ser explícitamente definido, genera frecuentemente grandes problemas y controversias. El grado de cumplimiento de estos tres factores nos proporciona el nivel de calidad alcanzado en el proyecto.

## > SEGURIDAD

# IMPLEMENTACIÓN DE UN PROGRAMA DE CAPACITACIÓN EN SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO

Ing. Julio Roncal Montini  
Profesor PUCP - Diplomado en prevención de riesgos en la construcción

**E**n el primer boletín, se presentó el modelo del plan de seguridad, salud y medio ambiente. En el segundo, se desarrolló la implementación de la matriz de control operacional, especificando las medidas preventivas para cada una de las actividades con altos riesgos. En esta oportunidad, se expondrán los principales criterios a tener en cuenta para implementar un programa de capacitación.

La capacitación de las personas es un elemento básico para el desarrollo de cualquier sociedad. Su aplicación al plano de las organizaciones posee un papel trascendental. De hecho, los procesos de capacitación han ido ocupando, a lo largo de los últimos años, el papel que les corresponde.

La capacitación no es más que un proceso de comunicación, a través del cual se produce una transferencia de información, desde un emisor hasta un receptor, y tiene como objetivo primordial en la empresa, concientizar al trabajador y a la gerencia que el buen funcionamiento de la seguridad y salud en el trabajo les conviene a todos. En ese sentido, dicha capacitación es necesaria para cualquier esfuerzo que tenga como objetivo prevenir accidentes y para ello es muy importante el buen desempeño e involucramiento del trabajador en su lugar de trabajo.

La empresa debe asegurarse que, tanto los trabajadores de planilla como cualquier persona bajo su control que realice tareas en su nombre, sea competente en la función que se le asigne, tomando como base una educación, formación o experiencia adecuadas, para lo cual es importante la planificación de la capacitación.

La gestión y establecimiento del Programa de Capacitación en Seguridad y Salud en el Trabajo comprende el planeamiento, organización, dirección, ejecución y control de las actividades encaminadas a identificar, evaluar y controlar todas aquellas acciones, omisiones y condiciones que pudieran afectar la salud o la integridad física de los trabajadores, daños a la propiedad, interrupción de los procesos productivos o degradación del ambiente de trabajo.

Como parte del programa de capacitación, se debe identificar las necesidades de conocimiento de los trabajadores, en función a los riesgos asociados a su actividad. Así se proporcionará la capacitación pertinente y eficaz para satisfacer estas necesidades.



*Capacitación en Seguridad*



Con la capacitación en seguridad y salud en el trabajo, la empresa busca que los empleados tomen conciencia de la importancia de sus actividades y de su comportamiento, acorde con las normas, procedimientos y estándares de trabajo seguro; así como también, de las consecuencias potenciales del incumplimiento con los procedimientos de operación especificados.

El programa debe contemplar métodos que incluyan a los empleados nuevos, así como el seguimiento continuo a todo el personal permanente de la empresa. La capacitación debe impartirse en forma oportuna y apropiada en los siguientes casos:

- Al momento de la contratación del trabajador, cualquiera sea su modalidad o duración.
- Durante el desempeño de su labor.
- Cuando se produzcan cambios en la función y/o puesto de trabajo y/o en la tecnología.



Un método consiste en una forma de ordenar la actividad de capacitación para conseguir los objetivos propuestos. Dicho esto, no hay un método mejor que otro, ningún método se aviene a todos los objetivos y circunstancias. Entonces, los factores a tener en cuenta en la elección del método a emplear son:

- El objetivo de la capacitación (cognoscitivo, psicomotor o afectivo).
- El contenido, referido no sólo a la cantidad sino también al nivel de dificultad del mismo.
- El tiempo.
- El espacio físico (aulas, materiales, equipos, separatas, etc), y
- El número de alumnos (es un condicionante básico, por sí mismo y en relación con el espacio y tiempo disponible).

Teniendo en cuenta estos aspectos, y en el desarrollo del programa de capacitación, es necesario obtener una retroalimentación respecto de lo planificado e implementado. Ésta se consigue mediante la evaluación, que consiste en constatar que lo programado ha sido eficaz, es decir, que se han cumplido los objetivos definidos en el programa. De no obtener la eficacia requerida, se debe tomar las medidas correctivas oportunas.

Para concluir, cabe resaltar que un programa de capacitación, requiere del compromiso de la gerencia y que éste no se refleje solamente en la inversión económica, en la infraestructura y en las horas hombre de los trabajadores destinadas a dicha actividad, sino también en el ejemplo de colaboración, apoyo y participación en las actividades del programa, que puedan transmitir los jefes y supervisores a sus trabajadores. De lo contrario, todo esfuerzo será en vano.

Por último, es importante recordar que los trabajadores o sus representantes tienen derecho a revisar los programas de capacitación y entrenamiento, y formular recomendaciones al empleador con el fin de mejorar la efectividad de los mismos.

## > SOSTENIBILIDAD

# UN NUEVO RÉCORD EN EDIFICACIONES INTELIGENTES: FORUM CHRIESBACH – DÜBENDORF - SUIZA

Arq. Richard Valdivia Sisniegas  
M.A.S. in Architecture and Sustainable Development  
rivald@peru.com

**D**übendorf, una población cerca de Zurich (Suiza), cuenta desde junio de 2006 con un edificio singular y de última generación: el Forum

Chriesbach. Desde la primera crisis del petróleo (1973), la reducción del consumo energético ha devenido en una política de estado en buena parte de los países europeos

ya ha influenciado en todos los campos, incluyendo el de la construcción (arquitectura e ingeniería). Década tras década, las nuevas reglamentaciones se han vuelto más estrictas en este sentido y, curiosamente, lo que para el común de arquitectos y constructores ha sido hasta ahora una exigencia, en el caso del Forum Chriesbach se transformó en “el objetivo” a lograr. De esta manera, el Forum es un edificio que se sitúa dentro de lo que podríamos llamar la búsqueda de la eficiencia y de la sostenibilidad, sin descuidar la calidad arquitectónica y constructiva; batiendo records con una etiqueta de presentación: “Zero Energy House”<sup>1</sup>.

refleje esos valores y los ponga en práctica por medio de un funcionamiento consecuente.

Para el director de Eawag, Ueil Bundi, el logro de esta edificación se basó fundamentalmente en 5 puntos importantes: 1) Visión y deseo de innovación por parte del cliente (Eawag/Empa), 2) Entendimiento, organización y capacidad de liderazgo por los servicios de construcción de las Instituciones de investigación 3) Apoyo de las autoridades que otorgan las licencias de construcción; 4) Talento, habilidades de innovación y facilidad de diseño de los arquitectos y planificadores; 5) Experiencia, conocimientos y habilidades de implementación del contratista y trabajadores.



Vista exterior del Forum Chriesbach.  
 Paneles automatizados móviles de vidrio serigrafado que proporcionan adaptación a las condiciones externas.  
 Foto: R. Valdivia S.

Fue un objetivo del concurso, que se tradujeran aspectos de su operatividad y estructura sostenible en una experiencia para los usuarios. De los seis estudios de arquitectura y planificación invitados a participar en el concurso, fue el de la firma Bob Gysin+Partner BGP quien recibió el encargo del diseño. El concepto propuesto para el edificio resolvió de manera eficiente los diversos requerimientos, previstos especialmente para el ciclo de vida de la edificación.

Los principales temas abordados en esta realización son:

a) **Controles inteligentes:** se usó lo último en tecnología de la Instalación Europea BUS (EIB: European Installation BUS) para iluminación

natural y artificial, control del deslumbramiento y sensores de temperatura. La iluminación artificial es operada por medio de multisensores que la adaptan de acuerdo con la iluminación natural disponible, maximizando de esta manera el ahorro de energía eléctrica. Para el confort térmico, se dispone de una estación meteorológica, cuyos registros sirven para que el edificio pueda adaptarse y aprovechar al máximo las condiciones naturales externas.

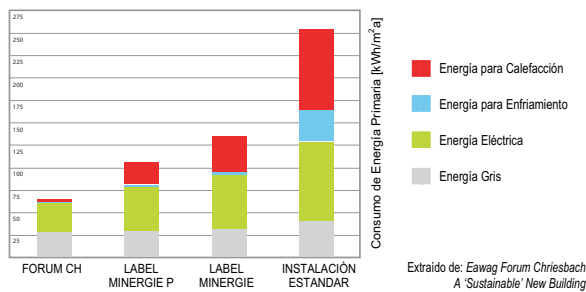
b) **Concepto energético:** reducción notable del consumo de la energía para refrigeración, calefacción e iluminación del edificio, de acuerdo a la estación del

El edificio pertenece a Eawag, un centro de investigación de la Escuela Politécnica Federal de Zurich, cuya misión es desarrollar soluciones de largo plazo para el problema del manejo del agua como recurso fundamental; contribuyendo de esta manera a un desarrollo económico y social importante en el futuro. Es así como de la necesidad de un edificio sede y de los objetivos como institución surge la idea de un concurso arquitectónico para la construcción de un edificio que

<sup>1</sup>“Zero Energy House” significa que el edificio no necesita energía o requiere muy poca para su funcionamiento. En el caso del Forum Chriesbach es menos de 3.2kWh/m2.año de energía para calentar en invierno o enfriar en verano (no incluye electricidad ni la energía gris de los materiales utilizados), siendo el valor estándar para edificios, según las últimas reglamentaciones, de 120-150 kWh/m2.año en el caso de Suiza. El standar MINERGIE se sitúa en 42 kWh/m2.año, mientras que el standar MINERGIE PLUS se sitúa en 30 kWh/m2.año. Existen sin embargo edificios de un consumo promedio de 200 kWh/m2.año debido a su antigüedad y al uso de instalaciones poco eficientes. Tener en cuenta las condiciones exigidas por el clima propio de la región, que en este caso exige mucha energía para calefacción debido a grandes períodos de frío extremo.

año (Ver figura 1). Se aprovechan, de esta manera, las condiciones exteriores para integrarlas a la eficiencia del funcionamiento del edificio. Uso de energías renovables: paneles fotovoltaicos que cubren un tercio de la demanda y paneles calentadores de agua al vacío. Se aprovecha el sub-suelo para atemperar el ingreso de aire exterior por medio de tuberías que se conectan con el sistema de ventilación.

FIGURA 1. COMPARACIÓN CON LOS ESTÁNDARES DE ENERGÍA EN SUIZA



c) **Manejo de aguas residuales y pluviales:** uso del sistema “NoMix toilets” que separa la orina para su tratamiento y generación de fertilizante, ahorrando además 80% del agua consumida en el uso del inodoro. El diseño de las azoteas aprovecha las aguas provenientes de las lluvias.

d) **Materialidad sostenible:** selección de materiales tomando en cuenta la “energía gris” de los mismos (la energía requerida para la extracción y fabricación de un producto), y otros parámetros como: capacidad de aislamiento en fachadas (exigido para climas extremos), inercia térmica (propiedad que indica la cantidad de calor que puede conservar un cuerpo y la velocidad con que la cede o absorbe del entorno), resistencia al fuego en caso de incendio (tratamiento ignífugo), funcionalidad, eficiencia económica, transporte, facilidad de puesta en obra y desmontaje, capacidad de reciclaje (concreto y plásticos reciclables), así como acabados no tóxicos, entre otros.

## EN RESUMEN:

El Forum constituye un ejemplo en el que la arquitectura responde a las aspiraciones comunitarias bajo exigencias de sostenibilidad e innovación tecnológica, demostrando que es posible una buena práctica sin descuidar la calidad arquitectónica y constructiva. Se constituye como el resultado de un trabajo en equipo bien organizado (cliente, arquitectos, ingenieros y constructores) que resuelve diferentes variables, desde la concepción, acogiendo los conocimientos técnicos y tecnológicos de avanzada y conjugándolos responsablemente para la obtención de un todo integrado. Asimismo, demuestra cómo una exigencia puede ser creativamente integrada a la concepción del proyecto, obteniendo un edificio que cumple con las aspiraciones sociales, económicas y medioambientales de su comunidad.

Mayor información: [www.eawag.ch](http://www.eawag.ch)



Vista interior del edificio Forum Chriesbach. Atrio central donde se aprovecha la iluminación natural y la ventilación. Constituye a la vez el espacio interior principal del edificio.  
Foto: R. Valdivia S.



**CORPORACION  
ACEROS AREQUIPA S.A.**

LIMA: Av. Enrique Meiggs 297, Pque. Internacional de la Industria y Comercio Lima y Callao-Callao 3-Perú.

Tlf. (51)(1) 517-1800 / Fax Central (51)(1) 452-0059

AREQUIPA: Calle Jacinto Ibáñez 111, Pque. Industrial. Arequipa-Perú

Tlf. (51)(54) 23-2430 / Fax. (51)(54) 21-9796

PISCO: Panamericana Sur Km. 240. Ica-Perú

Tlf. (51)(56) 53-2967, (51)(56) 53-2969 / Fax. (51)(56) 53-2971

LA PAZ: Calle 21 N° 8350, Edificio Monrroy Vélez Piso 9 Of. 1 y 2, Calacoto, La Paz-Bolivia.

Telefax: (591)(2) 277-4989, (591)(2) 277-5157, (591)(2) 211-2668, (591)(2) 214-5132. e-mail: [rep\\_areq@accelerate.com](mailto:rep_areq@accelerate.com)

[www.acerosarequipa.com](http://www.acerosarequipa.com)

e-mail: [mktng@acerosarequipa.com](mailto:mktng@acerosarequipa.com)