

CALIDAD Y PRODUCTIVIDAD

P. 1

LA SATISFACCIÓN BÁSICA DEL USUARIO EN PROYECTOS DE EDIFICACIÓN DE VIVIENDAS

Ing. Pablo Orihuela e Ing. Ángel Vidal

SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL

P. 4

INDICADORES DE GESTIÓN PARA SEGURIDAD

Eduardo Sosa, P. Eng., M. Sc., PMP

SOSTENIBILIDAD

P. 7

CUBIERTAS VEGETALES: DESAFÍOS EN CLIMAS SEMIÁRIDOS

Sergio Vera, Ph. D., y Felipe Victorero, M.Sc.

Editorial

Cincuenta años y un valioso aprendizaje

En cincuenta años al servicio de nuestros clientes, hemos andado un camino estimulante de éxitos y aprendizajes. Aquí estamos hoy, con muchos motivos de orgullo: un sólido liderazgo en el mercado, una imagen dinámica, programas de capacitación, soluciones especializadas, etc. . Esto no hubiera sido posible si no hubiéramos trabajado unidos, con la participación de muchos. Ese es nuestro principal aprendizaje: nada que valga realmente la pena se logra sin la ayuda de otros.

Aceros Arequipa es más que una siderúrgica. Más que acero de la mejor calidad, tecnología de punta y la búsqueda permanente de valor agregado. Preferimos aquello que tal vez no sea fácil de lograr, pero que vale la pena intentar.

Para que quede grabado en una imagen, la figura de un puente destaca en nuestro nuevo logo. Al apreciarla, recordamos que el puente que nos lleva más lejos es aquel que construimos juntos.

También nuestro servicio de Acero Dimensionado ha renovado su imagen este 2015 con un nuevo logo: **ACEDIM**. Fuimos pioneros al desarrollar este servicio para mejorar la productividad en la construcción y hoy, con más de 2500 obras construidas, mantenemos nuestro liderazgo en el sector, aportando eficiencia al proceso constructivo: mayor rapidez, cero mermas y ahorro de recursos.

Comentarios y sugerencias a
construccionintegral@aasa.com.pe

> CALIDAD Y PRODUCTIVIDAD

LA SATISFACCIÓN BÁSICA DEL USUARIO EN PROYECTOS DE EDIFICACIÓN DE VIVIENDAS

Ing. Pablo Orihuela, gerente general de MOTIVA S. A., profesor principal de la PUCP, p Orihuela@motiva.com.pe

Ing. Ángel Vidal, ingeniero civil, angelvid65@hotmail.com

Figura 1. Tipos de atributos y satisfacción del usuario.



Para poder ofrecer un producto y/o servicio que cubra las expectativas de los usuarios, las empresas deben tener claro no sólo cuáles son las necesidades de los clientes, sino también deben analizar sus deseos y evaluar sus niveles de satisfacción. De esta manera, dirigirán mejor sus esfuerzos a generar valor.

LA SATISFACCIÓN DEL USUARIO

Kano (1984) y Quezada (2008) distinguen tres tipos de atributos que

Si aún no lo ha hecho, inscríbese para seguir recibiendo su boletín en www.acerosarequipa.com/construccion

Comité Editorial: Gerencia Central de Marketing y Ventas Corporación Aceros Arequipa S.A. - Motiva S.A. Consultoría, Inmobiliaria y Construcción.

Colaboradores: M.Sc. Eduardo Sosa, Ing. Ph.D. Sergio Vera, M.Sc. Felipe Victorero, Ing. Angel Vidal, Ing. Pablo Orihuela.

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

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

tienen una gran influencia en la satisfacción del cliente (ver Figura 1): a) Atributos Obligatorios, cuya presencia no genera valor, pero su ausencia produce una alta insatisfacción, b) Atributos Proporcionales, que son los exigidos explícitamente por el cliente y generan un valor proporcional a su cumplimiento, c) Atributos No Esperados, que no son expresados explícitamente pero su presencia deleita al cliente, generando un valor agregado. De acuerdo a esta clasificación, nuestros esfuerzos deberían estar concentrados en cumplir cada vez mejor con los atributos proporcionales desarrollando innovaciones que permitan diferenciarnos de la competencia, ofreciendo productos de valor agregado.

Sin embargo, este artículo presenta un estudio en una muestra de 9 proyectos de edificación de viviendas, que nos confirma que en el sector construcción todavía el gran esfuerzo está concentrado en el cumplimiento de los atributos obligatorios que, según esta clasificación, no generan valor.

PROTECCIÓN DE DEFENSA DEL CONSUMIDOR

El artículo 79 de la Ley de Protección de Defensa del Consumidor, "Obligación de saneamiento del proveedor", considera que en el caso de venta de bienes futuros, el consumidor puede expresar su desaprobación sobre desperfectos, deficiencias u otras condiciones que desmejoren el valor del inmueble o que impidan o limiten su uso. "De presentarse alguna de estas situaciones, el consumidor puede exigir, a través de los mecanismos legales pertinentes, la reparación, la reducción del precio o la resolución o rescisión del contrato, según corresponda". Por otro lado, el artículo 80, "Servicio Posventa", indica que los períodos de garantía serán de 5 años para los aspectos estructurales (art. 1784 del Código Civil) y los que especifique el proveedor para los componentes o materiales; así mismo son obligatorias la entrega del manual de uso del propietario, la disposición de personal para la recepción de reclamos, así como la correspondiente respuesta dentro del plazo establecido por el proveedor a través de un procedimiento de atención de reclamos y quejas, sencillo y rápido que incluya el registro y seguimiento de los mismos.

ESTUDIO DE RECLAMOS

Se estudiaron 9 proyectos de vivienda en la ciudad de Lima cuyas empresas contaban con un sistema de administración de reclamos formal y documentado, de las cuales se recolectó un total de 4019 reclamos generados durante sus etapas de posocupación. Esta muestra no fue fácil de conseguir, ya que si bien la mayoría de empresas cumplen con la atención de los reclamos, no todas disponen de un historial confiable de los mismos. Para futuros estudios esta muestra debería ampliarse.

En la Tabla 1, podemos ver que se trata de proyectos grandes y pequeños, con estructuras aporticadas y de ductilidad limitada, y dirigidos a niveles socioeconómicos altos y bajos.

Tabla 1. Proyectos Estudiados

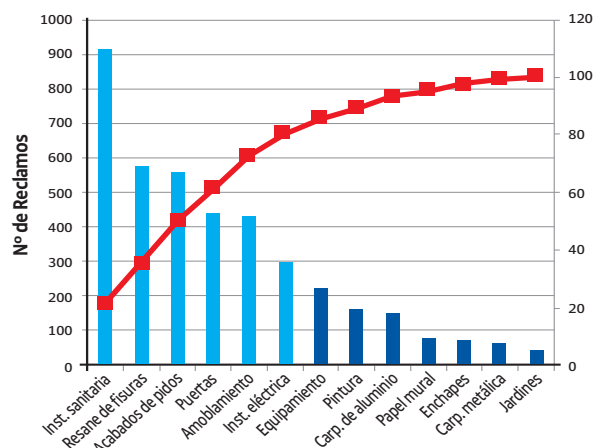
Proyecto	Estructura	N.S.E.	Nro. de Reclamos
1	Aporticada	Medio	1038
2	D. limitada	Medio	79
3	D. limitada	Bajo	635
4	Aporticada	Alto	797
5	Aporticada	Alto	90
6	Aporticada	Bajo	66
7	Aporticada	Medio	309
8	D. limitada	Bajo	205
9	Aporticada	Alto	800
			4019

Para hacer un análisis detallado de los reclamos en cada uno de estos 9 proyectos, se hizo una clasificación uniforme de los 4019 reclamos y se les agrupó en 13 clases de acuerdo a su especialidad. En la tabla que acompaña a la Figura 2, se puede apreciar que, si bien cada proyecto tiene sus propias distribuciones de reclamos, también es posible observar una tendencia en la frecuencia de los que son más repetitivos, independientemente de sus tipos de estructuras o niveles socioeconómicos.

Figura 2. Pareto de las clases de reclamos

Clase de Reclamo	Nº de Reclamos por Proyecto									T
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	
Inst. sanitarias	320	12	109	79	79	16	121	68	104	908
Resane de fisuras	55	10	260	77	2	6	26	12	127	575
Acabados de pisos	85	7	193	95	0	6	14	12	146	558
Puertas	144	28	30	74	4	11	31	29	87	438
Amoblamiento	36	4	8	211	2	12	19	32	105	430
Inst. eléctricas	132	7	9	69	2	4	35	12	30	300
Equipamiento	70	0	0	84	0	0	26	22	25	227
Pintura	37	1	2	61	0	4	15	5	35	161
Carp. de aluminio	55	6	24	31	0	5	12	11	11	155
Papel mural	25	0	0	0	0	0	0	0	56	81
Enchapes	50	4	0	8	1	2	5	2	0	72
Carp. metálica	29	0	0	8	0	0	5	0	26	68
Jardines									45	45
	1038	79	635	797	90	66	309	205	800	4019

Análisis de Pareto de los Reclamos



La Figura 2 muestra un análisis de Pareto de los reclamos agrupados en sus 13 clases. Aquí podemos ver que 3200 de los 4019 reclamos, es decir el 80 % de ellos, están concentrados en los 6 primeros grupos.

Las seis clases de reclamos predominantes son las siguientes: problemas con las instalaciones sanitarias, especialmente en la instalación y funcionamiento de los accesorios; fisuramiento en techos, paredes y zonas aledañas a las instalaciones, lo que se da en ambos sistemas estructurales; desperfectos en los pisos, desniveles, fallas, levantamientos, zócalos, tapajuntas; problemas con la carpintería de madera, especialmente con las puertas que no cierran bien, que están hinchadas, hongueadas, que tienen rasguños, que no les funciona la chapa; acabados en el amoblamiento, especialmente en proyectos de nivel socioeconómico alto; y no conformidades con las instalaciones eléctricas (Dávila, 2014).

En el cuadro de la Figura 2 se han iluminado en tonos grises los 3 reclamos más frecuentes de cada proyecto (el tono más oscuro es aquel de mayor frecuencia) y se puede ver que el grupo que se repite en todos ellos es el que corresponde a la especialidad de instalaciones sanitarias. La Tabla 2 muestra el detalle y frecuencia de estos reclamos:

Tabla 2. Reclamos más frecuentes

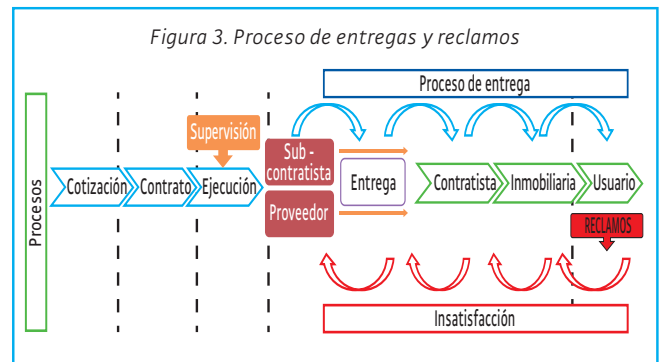
INSTALACIONES SANITARIAS	Reclamos	Cantidad
	No conformidad con la grifería	91
	Filtraciones	84
	Fugas de agua en baños	82
	Atoros en trampa de baños	74
	Atoros en trampa de cocinas	69
	Fugas en trampas de lavamanos	55
	Problemas con las llaves de duchas	45
	Trampas malogradas	42
	Rotura de caños	40
	Humedad en paredes	38
	Goteo en lavaderos de cocina	35
	Tubos de desagüe rotos	35
	Falta de presión de agua	34
	Mal funcionamiento de desagües	34
	No conformidades con tapas de inodoro	34
	Problemas con los tanques de inodoro	34
Fugas por las llaves de paso	29	
Cambios de sumidero	29	
Inundaciones	24	
	908	

LA PREVENCIÓN COMO LA MEJOR ALTERNATIVA

Estas fallas y errores en su gran mayoría son detectados por el cliente durante el uso del inmueble, motivo por el cual la reparación es un proceso de muy baja productividad, no solo por la coordinación de la fecha y hora con el propietario para la inspección y posterior reparación, sino que además la reparación de un elemento generalmente implica el deterioro de otros, como picados, desmontajes o retiros que luego tienen que ser repuestos y resanados nuevamente, por lo que un trabajo de reparación que podría tomar algunas horas se puede extender a días o semanas, con el consecuente incremento de la insatisfacción del cliente.

Hemos visto que uno de los reclamos más frecuentes recae sobre los trabajos de instalaciones sanitarias, especialidad que en la mayoría de los proyectos se ejecutan bajo la modalidad de subcontratos, trabajos que tienen como punto de partida una cotización y que, luego de que esta es aprobada por el contratista, pasan a ser ejecutados, supervisados y entregados.

La Figura 3 muestra una secuencia tradicional del proceso de ejecución de una partida subcontratada y la secuencia inversa del proceso de los reclamos:



En esta secuencia podemos ver que al término de los trabajos de la partida hay una entrega del subcontratista o proveedor al contratista, luego el contratista hace la entrega a la inmobiliaria, y finalmente la inmobiliaria hace la entrega al usuario. Cuando se genera una no conformidad, el usuario hace el reclamo a la inmobiliaria que le vendió el inmueble, la inmobiliaria reclama al contratista que le construyó la obra, y el contratista reclama a su vez al subcontratista que hizo esta partida. En esta cadena de responsabilidades, es fácil darse cuenta de que, si detectamos el error durante el proceso y no dejamos que este se propague aguas abajo, la cantidad de reclamos se reduciría drásticamente y se evitarían los problemas y pérdidas ocasionadas para todos los involucrados y, en especial, la insatisfacción del cliente.

Una buena práctica es exigir que las cotizaciones tengan formatos de contrato y que incluyan un *check list* de control para la supervisión y la recepción al momento de la entrega, es decir, usar un solo documento que nos sirva desde la cotización hasta la entrega. La clasificación de

los reclamos y los detalles de cada uno nos puede ayudar a la elaboración de este *check list*, para que no vuelvan a ocurrir o que su frecuencia disminuya.

En el caso de partidas realizadas por el propio contratista, la recomendación es hacer uso del concepto de la cadena cliente interno–proveedor interno, en la cual cada cuadrilla debería tener claro qué producto debe recibir y qué producto transformado debe entregar (Orihuela, 2009).

CONCLUSIONES

Si bien en otros sectores las empresas enfocan sus esfuerzos a la innovación de atributos generadores de valor agregado, creemos que en el sector construcción, nuestros esfuerzos todavía están enfocados en cumplir con los Atributos Obligatorios (clasificación de Kano), razón por la cual en el título de este artículo nos referimos a "Satisfacción Básica del Usuario".

Los 4019 reclamos analizados nos confirman lo dicho, ya que corresponden a fallas en el cumplimiento de estos atributos obligatorios, donde la especialidad con mayor frecuencia de reclamos es la de las instalaciones sanitarias.

Es conocido que el uso de técnicas de prevención y aseguramiento de la calidad, antes que la respuesta reactiva después de sucedidas las fallas, es la mejor alternativa para mejorar esta gran frecuencia de reclamos.

Finalmente, se debe resaltar que todos los reclamos analizados en este trabajo son reclamos tangibles o materiales, es decir, no hemos encontrado reclamos de factores intangibles, como puede ser la iluminación, ventilación, distribución, acústica, termicidad, etc. Además son reclamos generados durante la vida estática de las edificaciones, ya que ninguna de ellas ha pasado todavía por un sismo moderado o severo.

BIBLIOGRAFÍA

- Dávila, S. (2014), *La Gestión de Post Venta en Edificaciones de Vivienda*, tesis asesorada por el Ing. P. Orihuela para optar el grado de magíster, MDI CENTRUM Católica.
- Indecopi, *Código de Protección y Defensa del Consumidor*.
- Kano, J. (1984), "Attractive quality and must-be quality", *Hinshitsu (The Journal of Quality Control)*.
- Orihuela, P. (2009), "La relación cliente-proveedor al interior de una obra de construcción", boletín *Construcción Integral* de Aceros Arequipa, Nro. 4.
- Quezada, C. T. (2008), *Desarrollo de un modelo de valor para clientes de un producto inmobiliario mediante la metodología de Kano*, Santiago, Chile.
- Vidal, A. (2014), *Retroalimentación de proyectos de vivienda mediante la evaluación post ocupación*, tesis asesorada por el Ing. P. Orihuela para optar el grado de ingeniero civil, PUCP.

> SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL

INDICADORES DE GESTIÓN PARA SEGURIDAD

Eduardo Sosa, P. Eng., M. Sc., PMP, Infrastructure Manager City of St. Albert, Alberta, Canadá, sosasilv@ualberta.ca

INTRODUCCIÓN

Los indicadores de gestión son un medio de control de proyectos basados en mediciones oportunas que informen a los involucrados el estado de un área específica del proyecto en el ciclo de vida del mismo. Los indicadores de gestión deben ser lo suficientemente objetivos al grado de que el usuario lo pueda catalogar como claro, preciso y confiable.

El objetivo final de los indicadores es la toma de decisiones. Un indicador guiará a los involucrados en proyectos de ingeniería civil a una buena retroalimentación de las actividades que se están realizando. Es decir que a pesar de que los indicadores representan una base para la toma de decisiones, no es menos cierto que las decisiones se ven influenciadas por varios agentes y factores que tienen que ver con la naturaleza administrativa

del cuerpo gerencial, su perfil de administración y el organigrama de la empresa. Como los indicadores son utilizados por los directivos para la toma de decisiones es de suma importancia que estos entiendan correctamente lo que está transmitiendo cada indicador y cómo está relacionado con la práctica administrativa de la empresa.

GENERACIÓN DE INDICADORES

Pueden existir un sinnúmero de parámetros a los que los involucrados en proyectos de ingeniería civil le quieran dar seguimiento, pero no todos los indicadores se catalogan como útiles o necesarios para una empresa o industria. Un indicador correcto debe ser lo suficientemente importante como para que se justifique su manejo, operación y seguimiento. Cada acción que se tome tiene un costo, lo que le da mayor importancia a que

un indicador sea verdaderamente necesario y que su uso produzca retribuciones en alguna área productiva o con una acción que aporte valor a la empresa.

Como los indicadores se usarán en la etapa de control, es muy importante poseer metas para comparar el desempeño que va teniendo cada indicador. Así, cada indicador debe poseer un rango en el que se considere correcta su ejecución, otro en el que se deba poner atención a esa área y otra en la que se deban tomar medidas correctivas de inmediato. Sobre todo, el control debe estar fundamentado sobre datos confiables que representen verídicamente lo que ocurre en la empresa.

Para la generación de indicadores para proyectos, Stewart (2001) ofrece las siguientes sugerencias:

- Limitar a 20 indicadores o menos.
- Basar las mediciones en revisiones de proyectos y no en números arbitrarios.
- Relacionar la misión, visión y objetivos de la organización y ajustarse a los cambios de las estrategias de alto nivel.
- Ver objetivos y mediciones tácticas y estratégicas pasadas, presentes y futuras.
- Las mediciones deben servir para dar seguimiento a las mejoras.

INDICADORES DE SEGURIDAD

En términos de seguridad, al utilizar los indicadores pretendemos crear reflejo tangible del grado de gestión del proyecto en términos de parámetros predefinidos de seguridad. Es decir que nuestra meta en el uso de estos indicadores no es solo controlar los proyectos sino también comunicar, alinear y enfocar a los involucrados en los proyectos de ingeniería civil en términos de seguridad. Por lo anterior, los indicadores deben ser utilizados como un medio para la evaluación, comunicación y control de los recursos con el fin de prevenir incidentes de obra.

PARÁMETROS DE SEGURIDAD

Los parámetros de gestión de seguridad son los puntos a monitorear en el desarrollo de la vida del proyecto. Una extensa revisión bibliográfica nos proporcionó los 25 parámetros de seguridad que mostrados en la Tabla Nro.1.

DESARROLLO DE INDICADORES



Seis indicadores fueron creados en base a los 25 parámetros anteriores y teniendo en cuenta las consideraciones para la generación de indicadores aquí presentadas. Los indicadores de seguridad desarrollados son:

1. Indicador de amenazas y planes: Busca que se lleve a cabo el diseño de equipos, edificaciones, accesibilidades y seguridades articulares para prevenir ataques en contra de las edificaciones, personas, propiedad e información (Matthews y otros, 2006). Además busca que las prácticas de contratación, terminación, asuntos de espacios de trabajos y respuestas a emergencias estén debidamente organizadas y que exista una correcta seguridad de información (computadoras, redes, facilidad de computadoras y de comunicación verbal).

2. Indicador de alineación de involucrados: Busca que los involucrados en el proyecto estén trabajando de manera armonizada y tolerable para desarrollar y cumplir con un uniforme y bien definido conjunto de objetivos del proyecto con el fin de mejorar la seguridad (Matthews y otros 2006, CII 1997).

3. Indicador de retroalimentación a la seguridad: Busca que la retroalimentación con miras a mejorar el plan de seguridad este contemplada en el ciclo de vida del proyecto (CII 1997).

4. Indicador de control físico del proyecto: Busca que aquellas áreas físicas que deben ser controladas para garantizar una óptima seguridad del lugar físico de la obra estén debidamente identificadas y controladas (Matthews y otros, 2006).

5. Indicador de diseño seguro: Busca que la seguridad sea considerada desde la etapa de diseño y la implicación de este en el programa de obra para asegurar la puesta en marcha de los elementos de seguridad que se diseñen (CII 1997).

6. Indicador de documentación de seguridad: Busca que los documentos de seguridad (como documentos imprescindibles para el buen desempeño de la seguridad en la obra) estén disponibles en el proyecto, junto con una correcta señalización y sistemas de avisos (Matthews y otros, 2006).

EVALUACIÓN DE INDICADORES DE SEGURIDAD

El sistema de evaluación sugerido consiste en calcular el porcentaje de cumplimiento. Con base en el cumplimiento de los parámetros (columna A de la Tabla 1), se calcula el porcentaje de cada indicador (columna B). La puntuación del ciclo de vida (columna C) es un promedio simple de estos porcentajes. El ejemplo mostrado en la Tabla 1 muestra la evaluación de un proyecto cualquiera.

Ciclo de vida	Indicadores	Parámetros de seguridad (fuente)	Puntuación		
			Parámetro (A)	Indicador (B)	Ciclo de vida (C)
Planeamiento y presupuesto	Amenazas y planes	Identificación de posibles actos malévolos.	Sí	50 %	85 %
		Identificación de posibles efectos adversos.	No		
	Alineación de involucrados	Existencia de gestor de seguridad como miembro del equipo del proyecto	Sí	77%	
		El liderazgo del proyecto está bien definido, es eficaz y responsable.	Sí		
		Claridad de prioridades de costo, tiempo y alcance del proyecto.	No		
	Retroalimentación a la seguridad	Sistema de incentivos que promuevan el logro de los objetivos del proyecto.	Sí	100 %	
	Diseño seguro	Implicación del diseño en el programa de obra.	Sí	100 %	
	Documentación de seguridad	Existencia de documentos de avisos.	Sí	100 %	
		Existencia de señalizaciones.	Sí		
Buen uso de lista de verificación, simulaciones y diagramas de flujo.		Sí			
Diseño definitivo	Amenazas y planes	Existencia de plan de seguridad física.	Sí	75 %	70 %
		Existencia de plan de seguridad personal.	Sí		
		Existencia de plan de seguridad de información.	Sí		
		Identificación de fuentes de amenazas.	No		
	Diseño seguro	Economía (buen manejo) del diseño del proyecto en términos de seguridad.	Sí	100 %	
	Documentación de seguridad	Existencia de matrices de control de documentos.	No	33 %	
		Existencia de registro de ubicación de planos.	No		
Historial de correspondencia del proyecto.		Sí			
Construcción	Retroalimentación a la seguridad	Preguntas de retroalimentación de seguridad durante la construcción.	Sí	50 %	65 %
		Preguntas preventivas de seguridad durante la construcción.	No		
	Control físico del proyecto	Seguridad en los accesos.	Sí	80 %	
		Seguridad en el perímetro de la obra.	No		
		Seguridad en los lugares en vulnerabilidad.	Sí		
		Seguridad en el almacén de materiales.	Sí		
		Seguridad en los sitios de interfaz entre maquinaria y personal.	Sí		

CONCLUSIÓN

En este artículo se mostró un grupo de seis indicadores de seguridad basados en 25 parámetros obtenidos a través de investigación bibliográfica. Estos indicadores constituyen una manera práctica de resumir los aspectos importantes de la gestión la seguridad. Al mismo tiempo, proveen un método de evaluación para las diferentes etapas del ciclo de vida proyectos que pueden ser moldeados de acuerdo a las necesidades de los administradores de proyectos.

REFERENCIAS

- American Petroleum Institute and National Petrochemical and Refiners Association (API/NPRA), *Security vulnerability assessment methodology for*

the petroleum and petrochemical industries, API, Washington, D.C., 2003.

- Construction Industry Institute (CII), *Design effectiveness*, RS8-1, Austin, Tex., 1986.
- Construction Industry Institute (CII), *Alignment during pre-project planning*, IR 113-3, Austin, Tex., 1997.
- Matthews, Benjamin; Sylvie, Jonathan R.; Lee, Sang-Hoon; Thomas, Stephen; Chapman, Robert; y Gibson, G. Edward; "Addressing Security in Early Stages of Project Life Cycle"; *J. Mgmt. in Engrg.*, Volume 22, Issue 4, 2006, pp. 196-202.
- Stewart, W.(), "Balanced Scorecard for projects", *Project Management Journal*, marzo del 2001, pp. 38-53.

> SOSTENIBILIDAD

CUBIERTAS VEGETALES: DESAFÍOS EN CLIMAS SEMIÁRIDOS

Sergio Vera, Ph. D., Académico del Departamento de Ingeniería y Gestión de la Construcción e investigador del Centro de Desarrollo Urbano Sustentable, Escuela de Ingeniería, Pontificia Universidad Católica de Chile.
 Felipe Victorero, M.Sc., Arquitecto, jefe de la Sección de Ingeniería Integral en Construcción Sustentable, DICTUC, www.iicos.cl.

Según datos del Banco Mundial, un poco más del 50% de la población del planeta vive en zonas urbanas, y se espera que este porcentaje aumente por sobre el 60% para el año 2030. Una de las principales consecuencias de este fenómeno ha sido que las ciudades han debido expandirse en forma acelerada para poder hacer frente a este aumento en la población urbana, ocupando espacios naturales preexistentes y muchas veces modificando el entorno sin reparar en las consecuencias. Este crecimiento poco planificado muchas veces se ve reflejado en serios problemas ambientales, los cuales pueden afectar gravemente la salud y calidad de vida de las personas. Algunos de los problemas más recurrentes, asociados al crecimiento urbano, son la contaminación ambiental, contaminación acústica, inundaciones como consecuencia de la reducción de permeabilidad del suelo, aumento de las temperaturas urbanas (efecto de isla de calor), aumento en el consumo de energía de edificios, pérdida de la biodiversidad y reducción de las áreas verdes.

Lo anterior ha significado que en los últimos años, la sociedad ha incentivado el desarrollo de una nueva generación de construcciones comprometidas con el medioambiente y la comunidad, fomentando tecnologías sustentables. Ejemplo de estas iniciativas pueden ser apreciados en diferentes países, donde el desarrollo de políticas públicas y la innovación tecnológica han posibilitado construcciones más sustentables y que permiten mejorar la calidad de vida de las personas.

Una de las tecnologías más prometedoras que está siendo ampliamente investigada y aplicada a proyectos de edificios nuevos y existentes en diferentes partes del mundo, es la de los muros y techos vegetales o “verdes” (Ver figuras 1 y 2.).

Estas cubiertas vegetales consisten en sistemas tecnológicos “multicapa” que permiten incorporar vegetación viva a la envolvente de una edificación. Estos sistemas, si bien han sido utilizados por el humano hace siglos, comenzaron a ser usados en su forma moderna a partir de la década de los años sesenta en Alemania, donde investigadores y diseñadores comenzaron a incorporarlos a edificaciones debido a sus variados beneficios.

Figura 1: Muro vegetal de edificio en Tokio, Japón.
(Fuente: Sergio Vera)



Figura 2: Techo vegetal de Hotel Hangaroa en Isla de Pascua, Chile.
(Fuente: Felipe Victorero)

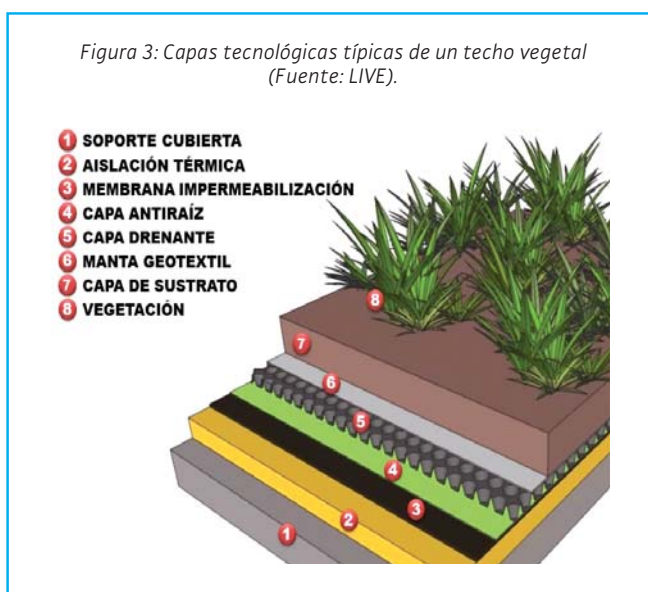


Las funciones de las principales capas tecnológicas de techos vegetales son los siguientes. (Ver Figura 3.)

- Soporte estructural: Estructura de techo que soporta las cargas (ej.: losa de concreto, estructura de acero liviana). Debe contar con una pendiente mínima de 1 %.
- Impermeabilización: Prevenir transferencia de agua líquida proveniente del riego y/o lluvia a los ambientes interiores.
- Aislación térmica: Incrementar la resistencia térmica del techo, de manera que se logre reducir ganancias y pérdidas de calor.

- Capa drenante: Dependiendo del tipo de dren, esta puede cumplir funciones diversas, como facilitar escurrimiento de agua, controlar escorrentía de agua, y retener humedad.
- Capa geotextil: Permite el paso de agua desde el sustrato a la capa drenante, pero retiene las partículas finas.
- Sustrato: Es el medio de soporte de la vegetación. El espesor mínimo de sustrato es rara vez inferior a 10 cm, y pueden llegar a superar fácilmente los 50 cm en algunos casos.
- Vegetación: Deben ser plantas aptas para su uso en cubiertas vegetales y con bajos requerimientos hídricos y de mantención.

Figura 3: Capas tecnológicas típicas de un techo vegetal (Fuente: LIVE).



Dependiendo de las condiciones climáticas y características del techo, las capas aislante térmica y drenante podrían no ser necesarias en climas semiáridos templados. Sin embargo, esto requiere evaluaciones detalladas sobre el desempeño térmico, hidráulico y biofísico del techo vegetal. En el caso de muros vegetales, las capas tecnológicas varían significativamente y existe gran diversidad de soluciones tecnológicas en el mercado. Los beneficios de las cubiertas vegetales pueden ser divididos en dos niveles, siendo los primeros relativos al edificio, como la reducción del consumo de energía de climatización, mejora de la aislación acústica, mejora de la calidad del aire interior, incremento de la superficie útil y plusvalía. Segundo, estas tecnologías también tienen impacto a nivel urbano, como la reducción del efecto isla de calor, el control de las escorrentías de aguas lluvias para evitar inundaciones en climas lluviosos, la reducción de la polución ambiental, disminución de la contaminación acústica, incremento de las áreas verdes urbanas, fomento del desarrollo de la biodiversidad urbana y aumento de los ecosistemas disponibles para la fauna local.

En la actualidad, las tecnologías de cubiertas vegetales han tomado un gran impulso en países como Canadá, Estados Unidos, otros del norte de Europa, del este y sudeste asiáticos, donde las condiciones climáticas con abundantes

precipitaciones permiten un fácil desarrollo de este tipo de sistemas vivos. Son también estos países los que se encuentran a la vanguardia en el desarrollo de tecnologías y políticas públicas para incentivar su uso, y exportan estas tecnologías al resto del mundo. El gran éxito de las cubiertas vegetales en los países antes mencionados también ha incentivado en los últimos años la introducción de este tipo de sistemas a otros países con climas más áridos, los cuales se caracterizan por alta radiación solar, temperaturas de medias a altas, y bajas o nulas precipitaciones. Ejemplo de esto último es el edificio del centro financiero del Banco Santander ubicado en Madrid, España, que tiene la mayor superficie de cubierta vegetal del planeta.

La expansión en el uso de sistemas de cubiertas vegetales a otros países con climas más áridos que los países de desarrollo de estas tecnologías, no ha estado exenta de dificultades. Esto ya que los sistemas de cubiertas generalmente no se han diseñado para estas condiciones climáticas, lo que puede resultar en muerte o deterioro de la vegetación, altos consumo de agua y altos costos de mantenimiento. Aquí radica el desafío del diseño, construcción y operación de cubiertas vegetales en climas semiáridos, donde aplicar diseños y tecnologías importadas no necesariamente asegura un buen desempeño térmico y biofísico. Esto se ve agravado por la falta de conocimientos de los diseñadores de cubiertas vegetales, que especifican soluciones que podrían presentar un mal desempeño. Por ejemplo, un catastro realizado en la zona central de Chile por la Pontificia Universidad Católica de Chile, muestra que más del 75 % de la vegetación utilizada en techos y muros vegetales es de medio a alto requerimiento hídrico, lo cual no es sustentable debido a la alta demanda de agua para riego y altos costos de mantenimiento.

Es debido a esto último que iniciativas como las desarrolladas por el Laboratorio de Infraestructura Vegetal de Edificios (LIVE) de la Pontificia Universidad Católica de Chile, resultan de especial interés. (Ver figura 4.)

Figura 4: Laboratorio de Infraestructura Vegetal de Edificios, LIVE (Fuente: LIVE).



Este laboratorio ha dedicado los últimos dos años de existencia al desarrollo e investigación de sistemas y protocolos de diseño para sistemas de cubiertas vegetales en climas semiáridos.

Además, a través de DICTUC, LIVE ofrece diferentes servicios profesionales tanto para proyectos como para proveedores de tecnologías, y destacan entre estos el diseño interdisciplinario de techos vegetales, la evaluación técnica de propuesta o alternativas de muros y techos vegetales para la toma de decisiones por parte del mandante y proyectista, la inspección técnica especializada de la construcción de cubiertas vegetales, el desarrollo de propuesta de mejoramiento de techos y muros vegetales existentes, investigación y desarrollo de productos para empresas proveedoras, certificación y caracterización de soluciones de cubiertas vegetales y de capas tecnológicas, y cursos de formación para profesionales arquitectos, paisajistas, ingenieros y constructores.

REFERENCIAS

Vera, S., et al., 2014. *Soluciones Integrales de Cubiertas*

Vegetales Sustentables para Edificios Comerciales-Industriales en Climas Semiaridos de Chile. INNOVACHILE 12IDL2-13630. Santiago: Pontificia Universidad Católica de Chile.

Dvorak, B., "Comparative Analysis of Green Roof Guidelines and Standards in Europe and North America", *Journal of Green Building*, Vol. 6 (2) 2011, pp. 170-191.

2002. *Guideline for the planning, execution and upkeep of green-roof sites.* 1st ed. Bonn: Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau.

Lawlor, G., et al., 2006. *Resource Manual for Municipal Policy Makers.* 1st ed. Canada: Canada Mortgage and Housin Corporation.

Snodgrass, E. & McIntyre, L., 2010. *The Green Roof Manual: A Professional Guide to Design, Installation, and Maintenance.* Timber Press

Cantor, S., 2008. *Green Roofs in Sustainable Landscape Design.* W.W. Norton & Company



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

REPRESENTACIONES AREQUIPA

LA PAZ: Av.Muñoz Reyes No 26, Edificio Torre Grandeza, Planta baja-I, Calacoto, La Paz-Bolivia.
Tlf.(591)(2) 277-5157.

E-mail: marketing@repareq.com

www.acerosarequipa.com

Encuétranos en:   