



PERÚ

Ministerio
de Vivienda, Construcción
y Saneamiento



Volumen III

ESCENARIOS FUTUROS HACIA UNA CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE

Estudio

ELABORACIÓN DE MEDIDAS SOBRE LA CONSTRUCCIÓN
Y SU RELACIÓN CON EL CAMBIO CLIMÁTICO

Equipo FORO CIUDADES PARA LA VIDA

Mg. Arq. Liliana Miranda Sara

Msc. Urb. Eduardo Neira Ávalos

Msc. Arq. Richard Valdivia Sisniegas

MSc. Arq. Rocío Torres Méndez

Econ. Jorge Oroza Manrique

Msc. Isabel Fernandez Lainez

Lima 2014

Financiado por:

LA COOPERACIÓN BELGA
AL DESARROLLO



Operado por:



CIES
consorcio de investigación
económica y social

Con la participación de:



Agencia Peruana de Cooperación Internacional

APCI



CTB AGENCIA BELGA
DE DESARROLLO

CONTENIDO

Volumen III:

Escenarios Futuros Hacia una Construcción Sostenible

INTRODUCCIÓN.....	277
1 RESUMEN EJECUTIVO	279
2 CAMBIO CLIMÁTICO Y CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE.....	282
3 ESCENARIOS DE LA CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE.....	284
3.1 EL MÉTODO DE LOS ESCENARIOS	285
3.2 RESILIENCIA, TRANSICIÓN Y TRANSFORMACIÓN	289
3.3 METODOLOGÍA UTILIZADA PARA DEFINIRLOS ESCENARIOS DE LA CONSTRUCCIÓN	291
3.4 FUERZAS IMPULSORAS	292
3.5 PERSPECTIVAS DEL ESCENARIO PASIVO (BAU)	298
3.6 EL ESCENARIO DE TRANSICIÓN (E1).....	299
3.7 EL ESCENARIO DE LA TRANSFORMACIÓN (E2).....	300
3.8 CUADRO RESUMEN DE ESCENARIOS POR FUERZAS IMPULSORAS.....	300
4 INDICADORES PARA UNA CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE EN EL PERÚ	305
4.1 CERTIFICACIONES AMBIENTALES EN EL MUNDO	305
4.2 HACIA UN SISTEMA DE EVALUACIÓN DE LA SOSTENIBILIDAD	307
4.3 DESCRIPCIÓN DE PARÁMETROS PARA LA DETERMINACIÓN DE LOS INDICADORES PARA LA CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE Y LA SITUACIÓN ACTUAL.....	309
4.4 SELECCIÓN DE INDICADORES	314
4.4.1 <i>Indicadores de Materiales</i>	314
4.4.2 <i>Indicadores de Residuos de Construcción y Demolición - RCD</i>	318
4.4.3 <i>Indicadores de Calidad Ambiental Exterior</i>	323
4.4.3.1 El Coeficiente de Área Natural (CAN) o Factor de Área para Biotopo (FAB).....	325
4.4.4 <i>Indicadores de Calidad Ambiental Interior</i>	334
4.4.5 <i>Indicadores de Energía</i>	337
4.4.6 <i>Indicadores de Eficiencia Hídrica:</i>	344
4.4.7 <i>Indicadores relacionados a Movilidad</i>	348
4.5 DEFINICIÓN DE INDICADORES CUANTIFICADOS PARA EL CÁLCULO DE ESCENARIOS.....	351
4.5.1 <i>Materiales de Construcción</i>	351
4.5.2 <i>Sobre Residuos de Demolición y Construcción</i>	351
4.5.3 <i>Área Natural o Verde</i>	351
4.5.4 <i>Energía</i>	353
4.5.5 <i>Eficiencia Hídrica</i>	353
4.5.6 <i>Reducción de residuos domésticos</i>	354
4.6 CONCLUSIONES SOBRE INDICADORES SELECCIONADOS.....	354
5 AHORROS DE LA CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE POR TIPO DE ESCENARIOS	356
5.1 COSTOS – BENEFICIO EN LA CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE.....	356
5.2 EJEMPLOS INTERNACIONALES DE AHORRO CON ECO TECNOLOGÍAS: MÉXICO Y ESPAÑA	358
5.3 ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS DE CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE POR ESCENARIO	360
5.4 AHORROS EN MATERIALES EN VIVIENDA NUEVA.....	363
5.5 AHORROS EN ENERGÍA EN VIVIENDA NUEVA, EXISTENTE Y EN EDIFICIO COMERCIAL EXISTENTE.....	364
5.5.1 <i>Eficiencia energética</i>	364

5.5.2	<i>Costo de energía de principales artefactos domésticos</i>	365
5.5.3	<i>Estimación de costos de energía en vivienda de socioeconómico C.</i>	366
5.5.4	<i>Estimación de costos de energía y consumo energético en edificio comercial de uso de oficinas</i> 368	
5.5.5	<i>Productos en el mercado que ofrecen ahorros de consumo en energía</i>	371
5.5.6.	<i>Recomendaciones para ahorro en el consumo de energía.</i>	379
5.6	AHORROS EN AGUA EN VIVIENDA (NUEVA, EXISTENTE) Y EN EDIFICIO COMERCIAL EXISTENTE	380
5.6.1	<i>Consumo y ahorro de agua según escenarios en vivienda</i>	381
5.6.2	<i>Consumo de agua en edificio de oficinas</i>	383
5.6.3	<i>Recomendaciones para ahorro en el consumo de agua</i>	385
5.7	COMPARACIÓN DE COSTOS DE VIVIENDA DE TRANSICIÓN Y VIVIENDA CONVENCIONAL	385
6	BENEFICIOS DE LA CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE	390
6.1	INSTRUMENTO FULL CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE	390
6.2	VARIABLES ANALIZADAS	391
6.3	PRINCIPALES AHORROS	391
6.4	RESULTADOS	392
7	IMPACTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA CONSTRUCCIÓN Y POSIBLES MEDIDAS DE ADAPTACIÓN 394	
7.1	MITIGACIÓN Y ADAPTACIÓN	394
7.2	MEDIDAS DE MITIGACIÓN Y ADAPTACIÓN EN LA CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE	395
8	RETOS PARA PROMOVER LA CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE	397
9	CONCLUSIONES	403
10	BIBLIOGRAFÍA	406
11	LISTADO DE TABLAS, GRÁFICOS Y FIGURAS	409
11.1	TABLAS	409
11.2	GRÁFICOS	411
11.3	FIGURAS	411

INTRODUCCIÓN

Este capítulo corresponde a la fase de **Escenarios Futuros hacia una Construcción Sostenible** (Producto 3) del estudio “*Elaboración de medidas sobre la construcción y su relación con el cambio climático*”, elaborado por el equipo de consultores del Foro Ciudades Para La Vida por encargo de la Dirección Nacional de Construcción del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, con el apoyo de la Cooperación Técnica Belga – CTB y el Consorcio de Investigación Económico y Social – CIES. El estudio completo cuenta con tres informes parciales a saber: 1. Diagnóstico situacional de la construcción en el Perú y su relación con el cambio climático, 2. Escenarios futuros hacia una construcción sostenible, y 3. Medidas, acciones e indicadores para migrar a un modelo de construcción sostenible.

El objetivo general del Estudio es proponer a la Dirección Nacional de Construcción (DNC) del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS) lineamientos para orientar al Sector Construcción en el desarrollo de políticas nacionales de crecimiento “verde” y desarrollo bajo en carbono, mediante la elaboración de un *Estudio sobre el Sector Construcción y su relación con el Cambio Climático*.

Los objetivos específicos del Estudio son:

1. Obtener un Diagnóstico Situacional de las edificaciones, considerando todo su ciclo de vida en relación al impacto ambiental que generan respecto al Cambio Climático.
2. Elaborar una matriz con indicadores, que incluya los escenarios futuros o proyecciones en caso se siga o se modifique parcialmente el actual modelo de desarrollo, o se renueve totalmente por otro modelo de construcción.
3. Proponer acciones con indicadores para implementar el modelo de construcción elegido en el corto, mediano y largo plazo.
4. Fortalecer las capacidades de la DNC con instrumentos técnicos y de gestión que le permitan mejorar la aplicación de sus funciones de investigación, normalización, asistencia técnica, difusión y promoción de la construcción.
5. Fortalecer las capacidades y vincular los esfuerzos de los demás sectores vinculados a la construcción y el ambiente.

El propósito de este informe está en relación con el objetivo específico 2 del Estudio, y pretende demostrar la conveniencia de promover alternativas de Construcción Sostenible

en el Perú según la realidad local de las regiones, debido a que facilitan la adecuación de las estructuras físicas y urbanas a las condiciones del cambio climático y mitigan sus efectos sobre la calidad de vida de los habitantes como el confort térmico, la disponibilidad de agua y energía, la conservación y recuperación de áreas verdes, la salud pública, entre otros. Para ello, el estudio compara proyecciones de tres posibles escenarios futuros de la construcción, definidos en términos de los resultados de aplicar medidas de mitigación y adaptación al cambio climático, concluyendo en la conveniencia social, económica y ambiental de promover cambios en los modelos constructivos.

El capítulo está organizado en nueve secciones: en la primera sección se presenta el Resumen Ejecutivo y las principales conclusiones de este informe, la segunda sección da cuenta de la relación entre el Cambio Climático y la Construcción Sostenible.

En la tercera sección, luego de una breve introducción sobre el método de los escenarios y la forma cómo los hemos desarrollado en este Estudio, presentamos los tres escenarios a futuro y las fuerzas impulsoras que desencadenan los cambios entre un escenario y otro. A estos escenarios los hemos denominado: (1) Escenario Pasivo (BAU), (2) Escenario de Transición (E1) y (3) Escenario de Transformación (E2). El primer escenario (BAU) corresponde a la proyección futura si continuamos con la situación actual, el segundo (E1) considera que se modifique parcialmente el actual modelo de desarrollo de la Construcción, y el tercero (E2) a que se renueve totalmente por otro modelo de construcción más ecoeficiente.

La cuarta sección está abocada a presentar los indicadores utilizados para caracterizar los escenarios descritos. Luego de una breve presentación de los sistemas de indicadores más utilizados en el mundo, se abordan los indicadores específicos de este estudio y los cuantifica para cada uno de los escenarios descritos de acuerdo a una serie de parámetros nacionales e internacionales.

La quinta sección presenta ahorros estimados en cada escenario en términos de materiales, energía y agua, tanto para viviendas nuevas y existentes, como para edificios comerciales basados en información de costos reales de mercado.

La sexta sección presenta los beneficios económicos proyectados por cada uno de los indicadores señalados. Estos han sido calculados sobre la base de los costos indicados en la sección anterior y utilizando un instrumento desarrollado para calcular costos de políticas públicas denominado FULL.

La séptima sección presenta una relación de posibles impactos del cambio climático en la construcción, así como algunas medidas destinadas a mitigar dicho impacto y facilitar la adaptación de las construcciones al cambio climático.

La octava sección desarrolla una relación no exhaustiva de retos para promover la Construcción Sostenible en materia de normas, políticas, gestión, sensibilización social y educación como medidas para adaptarse al cambio climático.

Finalmente, la novena sección está destinada a presentar las principales conclusiones del presente informe.

1 RESUMEN EJECUTIVO

Cambio climático y construcción sostenible. Como bien es sabido, el cambio climático es un fenómeno directamente relacionado a la actividad humana que altera la composición atmosférica mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima. Sus efectos son diversos y se expresan básicamente en cambios extremos en las condiciones climáticas. Este fenómeno afecta directamente la calidad de la vida en el planeta.

Para combatirlo, los países aplican acciones de mitigación destinadas a reducir los factores que causan el cambio climático, como la reducción en las emisiones de gases efecto invernadero mediante el uso de energías renovables, y las acciones de adaptación destinadas a adecuar usos y costumbres a las nuevas condiciones climáticas, como por ejemplo el uso racional del agua.

La construcción y el uso de las edificaciones consume más del 40% de la energía, el 50% de los materiales producidos, genera más de 50% de los residuos y en promedio pasamos un 90% del tiempo dentro de alguna edificación. En tal sentido, los países deben hacer grandes esfuerzos para adaptar sus construcciones y puedan hacer frente a las nuevas condiciones climáticas extremas mediante lo que se denomina la construcción sostenible.

Escenarios. A efectos de diseñar futuras políticas de construcción sostenible, en la sección 3 de este Estudio hemos trazado tres escenarios diferentes que nos permitirán imaginar el futuro de la construcción en el país en los próximos 30 años.

El primero, denominado escenario tendencial o **pasivo**¹, supone lo que ocurriría con las construcciones dentro de treinta años, en el caso de no tomar ninguna medida de mitigación y adaptación al cambio. Como es de suponer, se trata de un escenario crítico en el que abunda la escasez y se deteriora la calidad de vida de los habitantes.

El segundo escenario, se denomina **de Transición**, supone que dentro de treinta años SE adoptarían algunas eco tecnologías, lo cual habrá facilitado la adaptación de las edificaciones al cambio climático mejorando la calidad de vida de los habitantes.

Finalmente, el tercer escenario, denominado **de Transformación**, imagina un futuro en el cual se han adoptado gran cantidad de medidas de adaptación y mitigación (ver tercera columna del cuadro de la sección 3.7), lográndose mejorar el nivel de confort de las personas.

Estos escenarios fueron delineados sobre la base de **fuerzas impulsoras** que condicionan las características de uno y otro escenario. De acuerdo a los 30 expertos consultados² (ver lista en el Anexo 3), las principales fuerzas impulsoras identificadas fueron:

- i. la voluntad política de las autoridades y dirigentes nacionales para impulsar políticas y normas dirigidas a promover y desarrollar la construcción sostenible en el país;
- ii. la disponibilidad de agua para consumo y generación de energía;
- iii. la evolución del cambio climático y del calentamiento global; y
- iv. el acceso a tecnologías adecuadas para la construcción sostenible.

Asimismo, se identificaron otras fuerzas impulsoras de segundo y tercer orden relacionadas a la gobernanza, la densidad poblacional y la rentabilidad económica.

Indicadores. Los indicadores propuestos en la sección 4, han sido planteados con el propósito de evaluar el desempeño y la magnitud de diversos aspectos que determinan la condición de sostenibilidad de las edificaciones. El estudio hace un repaso por los sistemas de evaluación de indicadores más conocidos a nivel mundial y desarrollo un conjunto de indicadores que deberán ser tomados en cuenta para formular un sistema de evaluación nacional que considere los diferentes climas y condiciones naturales del país.

¹ En inglés “business-as-usual”,

² En el Taller Regional América Latina Academia de Ciudades y Cambio Climático, organizado por Foro Ciudades para la Vida y el Programa ONU Hábitat. Lima, 4 – 8 noviembre 2013. Se cita el anexo 3 la lista de participantes)

Asimismo, tomando con base diversas fuentes de información nacional e internacional, traza las magnitudes que deberán tener los principales indicadores para cada uno de los escenarios proyectados de la construcción. Así, por ejemplo, en lo concerniente a materiales de construcción, se estima que es posible un ahorros del 2% y 5% para los escenarios de Transición y Transformación, respectivamente en Lima. En el caso de las áreas verdes en zonas urbanas se estiman de 4 m²/persona a 8 m²/persona en los escenarios futuros, en cuanto a la energía, se estiman ahorros del 40% y 60% respectivamente para cada escenario futuro, y en materia de consumo de agua se estiman ahorros del 30% y 53% respectivamente.

La selección de variables e indicadores fueron determinadas en base a los siguientes parámetros:

- i. Indicadores de materiales de construcción
- ii. Indicadores de residuos de construcción y demolición – RCD
- iii. Indicadores de calidad ambiental exterior
- iv. Indicadores de calidad ambiental interior
- v. Indicadores de energía
- vi. Indicadores de eficiencia hídrica
- vii. Indicadores de movilidad urbana

Ahorros. En la sección 5 se enfoca los posibles ahorros económicos que se pueden obtener en los principales indicadores seleccionados, mediante la modificación de hábitos de consumo y el cambio tecnológico. Las proyecciones de gasto se realizan sobre la base de precios reales y actuales de una serie de productos existentes en el mercado nacional.

Sobre la base de esta información, el estudio utiliza una herramienta de cálculo financiero denominado *Full Construcción Sostenible*, mediante el cual se estiman ahorros y beneficios económicos para cada uno de los escenarios trazados. Cabe indicar que se trata de un ejercicio de cálculo cuyos resultados dependen fundamentalmente de la precisión de la información utilizada y cuyos resultados pueden modificarse de acuerdo al valor de las variables consideradas. Vale decir que si bien este instrumento está sellado para evitar la manipulación de sus fórmulas, queda disposición del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento para el uso posterior.

Finalmente, el estudio presenta un conjunto de alternativas para mitigar y adaptar las edificaciones a los efectos de cambio climático, así como también traza los principales

retos que plantea el desarrollo de la construcción sostenible en el Perú, materia que es tratada en el tercer capítulo de este informe de consultoría.

2 CAMBIO CLIMÁTICO Y CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE

La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático³ (CMNUCC), en su Artículo N° 1, define el cambio climático como “cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables”. La CMNUCC diferencia, pues, entre el cambio climático atribuible a las actividades humanas que alteran la composición atmosférica y la variabilidad climática atribuible a causas naturales.

El cambio climático y la atención por los efectos presentes y futuros que esto puede generar es cada vez más una preocupación manifiesta en declaraciones internacionales y nacionales y motivo de compromisos de gobiernos y gobernantes; sin embargo aún son poco visibles (o manifiestos) los avances que se están dando desde el sector construcción y no hay conciencia de la relevancia que este sector tiene con relación al cambio climático, según lo mencionado arriba.

Según el World Resource Institute⁴, la construcción consume más del 40% de la energía, el 50% de los materiales producidos, genera más de 50% de los residuos y en promedio pasamos un 90% del tiempo dentro de alguna edificación. El consumo desmedido de energía en las edificaciones tiene entre sus causas principales el inadecuado diseño arquitectónico (selección de materiales, orientación de la edificación, dimensiones de los ambientes, falta de iluminación o ventilación natural, etc.) debido a que no contempla las condiciones climáticas locales ocasionando un inadecuado ambiente interior. Las personas que cuentan con recursos económicos tratan de solucionar su problema mediante la adquisición de artefactos como estufas, cocinas de fogón, aire acondicionado, lámparas, ventiladores, etc., mientras que las que no cuentan con recursos económicos deben sufrir las consecuencias de la incomodidad hasta llegar a peligros en la salud como las neumonías ocasionadas por heladas. Asimismo, muchas veces los artefactos generan efectos secundarios o colaterales en la salud de las personas, produciendo el síndrome del edificio enfermo.

³. http://unfccc.int/portaal_espanol/items/3093.php

⁴. www.wri.org

Promover la construcción sostenible tiene que ver entonces con impulsar la mitigación y adaptación ante el cambio climático, contribuyendo de este modo al desarrollo sostenible. Entendemos la construcción sostenible como un “proceso holístico que busca restaurar y mantener la armonía entre el ambiente natural y el sistema construido y crear asentamientos humanos que afirman la dignidad humana y fortalecen la economía con equidad” (Chrisna du Plesis).

Como veremos más adelante en este documento y en el simulador desarrollado en el marco de esta consultoría, la construcción sostenible puede generar ahorros significativos respecto a la construcción tradicional, lo que puede contribuir a generar tanto la demanda como los recursos que garanticen su viabilidad y sostenibilidad futura. Pero estos cambios requieren, por un lado, la generación y promoción de una demanda real, así como el desarrollo normativo que la incentive y/o determine por mandato legal.

Los estudios realizados por el Foro Ciudades para la Vida con usuarios, empresas constructoras, académicos y expertos, indican que este cambio tecnológico podría llevar una década más y para reducir este tiempo, superando barreras y resistencias, las propuestas se tendrían que adecuar, tanto a los requerimientos que los usuarios planteen (para lo cual campañas de mercadeo así como de formación y capacitación serían imprescindibles), como aprobar incentivos u obligaciones con nueva normativa, por ejemplo, Ordenanzas Municipales promoviendo el incremento del verde urbano, sea con techos como paredes verdes, así como también la implementación del Reglamento de Gestión de Residuos de la Construcción y Demolición.

Desde nuestro punto de vista se puede afirmar que existen dos procesos de construcción: convencional (formal e informal) y otro que bordea el ilegal. La innovación tecnológica, como hemos visto en el diagnóstico realizado es mínima, los procesos constructivos en el Perú son masivamente conservadores y albergan muy poco espacio para la innovación. El proceso convencional formal está desarrollado por el Estado y el sector privado, mientras que el proceso convencional informal está desarrollado por el propietario de la casa o edificio que generalmente desarrolla procesos de autoconstrucción y auto-urbanización. La esperanza de que estos procesos incluyan conceptos de eco-eficiencia y sostenibilidad en la construcción aún es limitada a menos que incluyan y demuestren ahorros significativos así como la disponibilidad de materiales en el actual mercado de la construcción. El desarrollo de propuestas de construcción con tecnologías limpias es limitado, está aún en etapa experimental. Estas iniciativas,

implementadas en su mayoría por algunas empresas, ONG y centros de investigación, no están preparadas para ser incorporadas dentro de estos procesos de construcción.

Generalmente, el cambio tecnológico requiere por lo menos de una generación para que se consolide. Por ejemplo en el Perú, la transición del adobe y quincha al mal llamado material “noble” fue un proceso que tomó impulso desde 1930 hasta 1950, para establecerse en los años setenta e incluirse en los sistemas de normas nacionales. Esto se realizó mientras que se fue dejando de lado la construcción con adobe y el uso de sistemas tradicionales, para finalmente ser prohibidos, y será hacia fines de los años ochenta que se incorpora el cambio tecnológico.

Existe una serie de anécdotas curiosas (por no decir dramáticas), en donde profesionales que habían completado sus estudios de postgrado en el extranjero, retornaban con un enfoque más flexible y una mentalidad abierta hacia el uso de tecnologías tradicionales que cuando se fueron. La influencia de los cambios tecnológicos en los países desarrollados y el culto para “modernizar” (personificado en productos de consumo y patrones de países desarrollados), está conduciendo al mercado a reclamar madera ecológicamente certificada, productos sin asbesto, y sistemas de ahorro y reciclaje de energía y agua. Estos adelantos abren un abanico de oportunidades de las que los países en desarrollo podrían beneficiarse.

Por esta razón, en este estudio nos hemos concentrado en demostrar los ahorros significativos que reporta el cambio constructivo tanto en energía, agua como en materiales para efectos de incentivar la difusión de procesos innovadores y más sostenibles en la construcción.

Es casi redundante insistir en que la actividad de la construcción es una eficiente industria para el desarrollo; la falta de vivienda e infraestructura urbana, como muchos de los problemas que afecta a la mayoría de la población, requiere de inversión del sector construcción. Por ejemplo, la mayoría de ciudades sufren de grandes deficiencias en infraestructura en el país, menos del 10% trata sus desechos y muchos de ellos no tienen un adecuado abastecimiento de agua, sistemas de recolección de basura, e infraestructura física y recreacional.

3 ESCENARIOS DE LA CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE

Aquí presentamos tres posibles escenarios futuros de la Construcción en el Perú proyectados a 30 años (2014 - 2044) y formulados a la luz de los efectos del cambio climático y el calentamiento global.

El primero, denominado escenario **Pasivo** (BAU)⁵, supone lo que ocurrirá con las edificaciones dentro de treinta años en el caso de no aplicar ninguna medida de mitigación y adaptación al cambio climático. Como es de suponer, se trata de un escenario crítico en el que abunda la escasez y se deteriora la calidad de vida de los habitantes.

El segundo escenario, denominado de **Transición**, también supone un futuro a treinta años en el que se han implementado algunas normas y medidas importantes de mitigación y adaptación al cambio climático, se han acentuado los hábitos domésticos de ahorro en el consumo de agua y energía, y las eco tecnologías ahorradoras son cada vez más frecuentes en la industria de la construcción.

Y, el tercer escenario, denominado de **Transformación**, supone una realidad aún más equilibrada producto de la demanda masiva de diseños bioclimáticos en las nuevas construcciones, la masificación en los hábitos de ahorro de agua y energía, el interés mayoritario por reducir emisiones de GEI, y el desarrollo de un mercado nacional de productos reciclados.

3.1 El Método de los Escenarios

Los escenarios son instrumentos que nos permiten conocer de qué manera podría cambiar determinada situación y cómo podría afectarnos. Por lo general, se basan en un conjunto de supuestos que permiten imaginar situaciones futuras.

El uso de los escenarios para determinar cursos de acción no es una práctica nueva. De hecho, el diseño de escenarios ha sido, de una u otra manera, una práctica frecuente desde los primeros años de la civilización. Los métodos para hacerlo han sido muy variados, abarcando desde los oráculos griegos y las prácticas de quiromancia hasta complejos cálculos científicos sobre la evolución del universo.

Las técnicas modernas de construcción de escenarios surgieron en el campo militar durante los años de la post guerra (1945) para orientar el desarrollo de armas

⁵En inglés, “*business-as-usual*”.

estratégicas en el contexto de la guerra fría. Posteriormente esas técnicas fueron perfeccionadas por empresas petroleras durante la crisis del petróleo de la década de 1970 y luego adaptadas a otros contextos políticos y sociales. En el contexto ambiental, el método fue aplicado por primera vez por la Comisión Brundtland en 1987 y posteriormente utilizado en la Conferencia Mundial sobre Ambiente y Desarrollo de Río de Janeiro⁶. A partir de entonces el método ha sido ampliamente utilizado para efectuar estudios ambientales a nivel local, regional y global.

Sin embargo, la mayoría de los escenarios ambientales conocidos son meramente exploratorios puesto que no se tiene certeza de la evolución precisa que adoptarán los cambios en el ambiente ocasionados por la acción humana. De este modo, se construyen sobre la base de un conjunto de fuerzas impulsoras que cada persona o grupo de interés considera clave para determinar la evolución de la situación. En este sentido, cada escenario está compuesto de creencias personales, valores, supuestos, visiones e intereses diferentes y a veces contradictorios.

Los escenarios han sido definidos como “descripciones posibles y a menudo simplificadas de cómo puede desarrollarse el futuro de acuerdo a un conjunto coherente de supuestos y relaciones impulsoras”⁷. Pueden ser definidos de manera cualitativa o cuantitativa, o por una combinación de ambos. También pueden reflejar supuestos impulsores del cambio o bien describir las consecuencias o los resultados de un proceso específico. Aunque la mayoría de los casos se basan en narrativas escritas, también es posible comunicarlas a través de otros lenguajes como los números, las gráficas y otros.

Los escenarios resultan muy útiles en contextos en los que no se tiene una clara comprensión de las relaciones causales dentro de un sistema, por lo que resulta difícil cuantificarlas. A pesar de que muestran diferentes formas de percibir la evolución de una situación, los escenarios no pretenden ser predicciones ni demostrar una verdad fehaciente, sino simplemente buscan estimular, provocar y comunicar visiones de lo que el futuro puede depararnos. En este sentido, la técnica es muy utilizada en la evaluación del cambio ambiental para explorar la incertidumbre acerca de las consecuencias de las acciones humanas sobre el ambiente y las respuestas de la sociedad al cambio climático.

Tipos de escenarios

⁶. Mark D. A. Rounsevelland Marc J. Metzger. Developing qualitative scenario storylines for environmental change assessment. Advanced Review. Volumen 1, Julio /Agosto 2010. John Wiley & Sons, Ltd.

⁷. MA. *Ecosystems and Human Well-Being: Findings of the Scenarios Working Group of the Millennium Ecosystem Assessment*. Washington DC: Island Press; 2005.

La literatura contiene un gran número de definiciones acerca de los escenarios, a veces diferentes y hasta contradictorios, lo que ha llevado al desarrollo de muchas tipologías y metodologías de escenarios. En la tabla se muestra una comparación de los métodos de escenarios en cuanto a su prominencia, credibilidad y legitimidad.⁸

Comparación de los métodos de escenarios en cuanto a su Relevancia, Credibilidad y Legitimidad			
Tipo de Método de Escenarios	Relevancia (Relevante para los tomadores de decisiones)	Credibilidad (Procura adecuarse a los métodos científicos)	Legitimidad (Incorpora valores divergentes)
Exploratorio	Medio. Cuando el foco de atención tiene relevancia política	Medio. El método más aplicado en una gran cantidad de estudios.	Bajo - Medio. Muy dependiente de las creencias y valores de analistas involucrados
Normativo	Alto. Enfocado en un futuro deseable.	Bajo - Medio. Dificultad para resolver incertidumbres en la trayectoria hacia el futuro deseado.	Bajo - Medio. Muy dependiente de las visiones de analistas involucrados.
Más de lo Mismo. (<i>business-as-usual</i>)	Alto. Políticamente relevante y basada en la extrapolación	Bajo. Sobre la base de los procesos actual es sin alternativas y desarrollos inciertos.	Medio - Alto. Basado en valores y creencias.
Participativo	Alto. Escenarios trazados por actores relevantes	Bajo – Medio. Limitado a los modelos mentales de los actores involucrados.	Medio - Alto. Dependiente de los actores involucrados
Probabilístico	Bajo – Medio. Complejidad creciente dificulta la comunicación.	Alto. Basado en una representación formal de la incertidumbre	Bajo – Medio. Puede verse afectado por la complejidad de los mensajes a comunicar.
Métodos de escala (<i>Scaling Methods</i>)	Alto. El aumento la visibilidad temática reforzando el rol de los actores participantes	Bajo - Alto. Depende de, si la escala introduce nueva información o si es simplemente una representación gráfica	Bajo – Medio. Depende de la aceptación del método por parte de los actores involucrados.

Fuente: Elaboración propia sobre la base del estudio de Cash DW, Clark WC, Alcock F, Dickson NM, Eckley N, Guston DF, Jager J, Mitchell RB. "Knowledge system for sustainable development". PNAS 2003.

Tabla 13

Las ciencias ambientales tienden a aplicar los métodos Exploratorios, Normativos y "Más de lo mismo". Los escenarios Exploratorios se relacionan más con un modelo de lógica intuitiva y describen posibles situaciones evolutivas de desarrollo, permitiendo comparar una amplia gama de situaciones diferentes, por lo general de 20 a 100 años en el futuro.

Los escenarios Normativos enfocan resultados deseados a futuros, por lo cual tienen un cierto paralelismo con la Prospectiva. En este caso, describen una serie de eventos y relaciones causales que conducen de la condición actual al futuro deseado. Inherente a esta forma de pensar que pueden existir diferentes vías que convergen en el mismo resultado deseado.

⁸. La clasificación alta, media y baja refleja las opiniones de los autores. Los métodos de Escenario que figuran en este cuadro no son necesariamente excluyentes entre sí.

Y, los escenarios Más-de-lo-mismo (en inglés *business-as-usual*), que supone la evolución natural de las cosas sin intervención política alguna (el escenario de *no hacer nada*), se utilizan normalmente en el análisis de políticas de corto plazo para explorar consecuencias relativamente conocidas en contextos regulatorios. El valor y la factibilidad de estos escenarios disminuyen con el tiempo, a pesar de que se utilizan regularmente para definir casos de referencia contra las cuales se comparan otros tipos de escenarios exploratorios o normativos.

En este estudio desarrollaremos un escenario basado en el método *Más-de-lo-mismo* referido a la construcción de edificaciones en el contexto de los impactos del Cambio Climático, el cual será comparado con *escenarios Normativos* de mediano y *escenarios Exploratorios* de largo plazo.

La construcción de escenarios

Como ya se ha dicho, los escenarios son instrumentos de planificación útiles en contextos en los que es difícil pronosticar resultados, ya sea por la complejidad de las fuerzas impulsoras, la sensibilidad a interferencias imprevistas o por su dependencia de las decisiones humanas. Sin embargo, la clave para la construirlas es su coherencia interna⁹. Un escenario puede revelar sólo una de muchas posibilidades de desarrollo, pero lo que lo distingue de un concepto arbitrario es la consistencia interna de las hipótesis que la definen. Esa coherencia es fácil de lograr, sobre todo en escenarios contruidos sobre la base de afirmaciones y contextos complejos que sólo permiten análisis cualitativo.

El proceso de construcción de escenarios consiste en identificar posibles consecuencias de una situación en proceso de evolución, tratando de resaltar las fuerzas que impulsan el proceso en diferentes direcciones. Para ello es necesario establecer una secuencia lógica de posibles eventos a fin de mostrar cómo una situación actual puede evolucionar hacia una situación futura.

Existen diferentes métodos para construir escenarios, pero todos transitan más o menos por el mismo proceso. En la figura adyacente se presenta un resumen de las cinco etapas genéricas de construcción de escenarios.

⁹ M. Porter, 1985: *Competitive Advantage*. Free Press, Nueva York).

Etapas en el Desarrollo de Escenarios

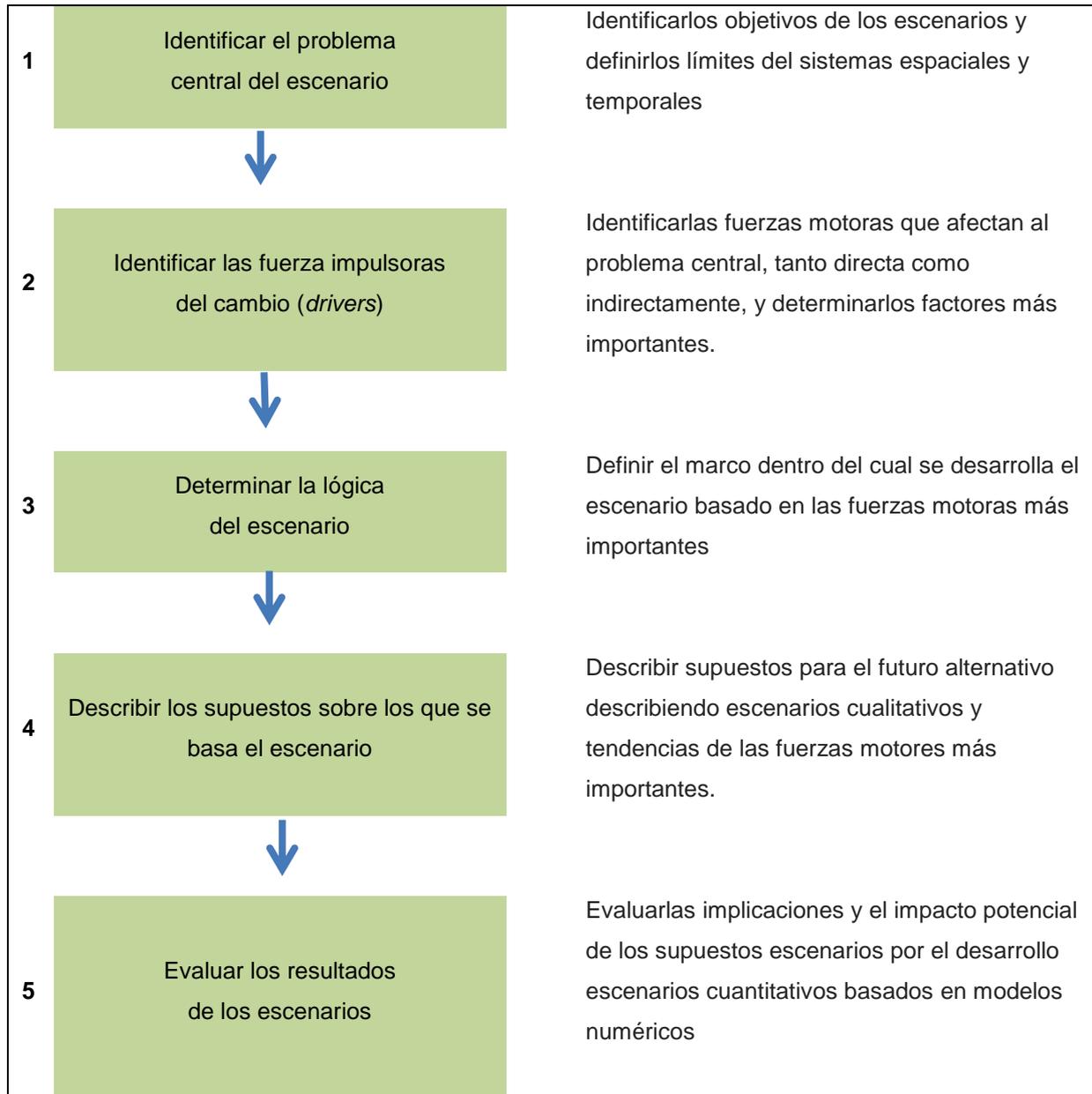


Tabla 14

3.2 Resiliencia, transición y transformación

En la investigación sobre cambio climático y la metodología de construcción de escenarios el concepto de resiliencia tiene una especial preponderancia. Pelling (2010), clasifica las prácticas de adaptación en tres: resiliencia, transición y transformación. Se define la resiliencia como la capacidad humana de asumir con flexibilidad situaciones límite y ser capaz de sobreponerse a ellas. Hay una necesidad de flexibilidad a nivel individual, organizacional y sistémico con cada nivel siendo capaz de responder a circunstancias impredecibles de cambio. Al contrario, apoyarse en sistemas de control rígidos que buscan la estabilidad tiende a erosionar y facilitar el colapso de los sistemas socioeconómicos y físicos. Instituciones descentralizadas autónomas incrementan la resiliencia porque pueden actuar más rápidamente y responder a las necesidades y sugerencias locales.

En 4 décadas de investigación en resiliencia el foco de atención se ha movido de la resiliencia de los sistemas ecológicos a la resiliencia de los sistemas socio-ecológicos, analizando la relación intrínseca entre los sistemas humanos y naturales. O'Brien et al (2011) ha descrito la diferencia entre “moverse hacia atrás” (o recuperarse hacia la situación anterior) que Handmer and Dovers (1996) la describen como resiliencia “reactiva”(o tipo 1) respecto a “moverse hacia adelante”, entendida esta última como resiliencia “pro-activa” (o tipo 3). Pelling describe las formas de responder a amenazas externas según la modalidad, el objetivo que se plantean, el ámbito, el foco en la política y el aprendizaje social, en el cuadro adjunto solo reproducimos sus ideas respecto al objetivo, ámbito y foco en la política para cada tipo de intervención.

Formas de responder a amenazas externas según Pelling

	Resiliencia	Transición	Transformación
Objetivo	Persistencia funcional en un medio ambiente cambiante	Reconocer el potencial completo del sistema a través del ejercicio de derechos	Reconfigurar las estructuras del desarrollo
Ámbito	Cambios en la tecnología, gestión organizacional y en las prácticas o hábitos	Cambio en las prácticas de gobernanza como ejercicio de derecho	Reformas en la política económica, normas culturales y/o paradigmas científicos
Foco en la Política	Construcción "resiliente a desastres"	Implementación de responsabilidades legales y públicas y de los actores privados, ejercitando sus derechos como ciudadanos	Nuevos discursos políticos

Fuente: Pelling (2010)- Tabla 15

La resiliencia “pro-activa” en la mayoría de definiciones requiere cambios radicales tanto en estructuras sociales, políticas y económicas como en lo institucional. Otras características de una resiliencia activa y proactiva es que los sistemas son flexibles, tienen la capacidad de manejar incertidumbres y manejar resultados inesperados, con cambios ahora como en el largo plazo y ambos considerados esenciales.

La resiliencia proactiva requiere que las prácticas de adaptación inadecuadas sean reformuladas y las raíces de las causas de la insostenibilidad sean controladas. La resiliencia proactiva se basa en el aprendizaje incremental, donde los sistemas de información son participativos y altamente variables pero siempre todo puede salir mal igual. Este tipo de resiliencia está asociada a las medidas de transformación.

3.3 Metodología utilizada para definir los escenarios de la construcción

Los tres escenarios que presentamos en este informe fueron delineados sobre la base del enfoque de Pelling en base a las tres estrategias de adaptación, resiliencia, transición y transformación, aunque se optó por denominar el escenario de resiliencia como escenario tendencial o pasivo (escenario BAU). Luego, se identificaron un conjunto de fuerzas impulsoras con la participación de más de 30 profesionales e investigadores nacionales y extranjeros, a quienes se les pidió que respondieran a cinco preguntas relacionadas con sus percepciones y supuestos sobre los escenarios de la construcción sostenible en el futuro; entre las preguntas planteadas, se les solicitó que identificaran las principales fuerzas impulsoras (drivers) que determinarían la evolución de cada escenario. Luego del análisis correspondiente y que pasamos a reseñar, se identificaron la relación de fuerzas impulsoras considerados como las principales o prioritarias que determinarían la evolución de los escenarios.

Este ejercicio fue realizado en el marco de dos talleres referidos al tema de Construcción y el Cambio Climático¹⁰. Las cinco preguntas fueron las siguientes:

¿Qué ocurriría si el sector de la construcción en el Perú no incorpora mecanismos de sostenibilidad en las edificaciones para adaptarse a los efectos del cambio climático?

¹⁰El primer taller fue realizado el 3 de octubre de 2013 en un auditorio del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, durante la presentación del informe de Diagnóstico de la Construcción Sostenible que forma parte de este estudio. El segundo taller tuvo lugar el 5 de noviembre 2013 en el marco del seminario internacional denominado “*Taller Regional de América Latina Academia de Ciudades y Cambio Climático*”.

¿Cuáles son los restos claves para promover la construcción sostenible en el contexto del cambio climático?

¿Cuáles son las oportunidades y desafíos ante estos escenarios?

¿Cuáles son las fuerzas impulsoras que harían viable una Estrategia exitosa para la promoción de la construcción sostenible en el Perú?

¿Cuáles son los costos, el margen de recuperación/perdida y beneficios de cada escenario y estrategia?

Posteriormente, en el curso del taller de preparación de este informe realizado en el MVCS¹¹, solicitamos a los asistentes que calificaran las fuerzas impulsoras previamente identificadas de acuerdo a la pertinencia e importancia que tengan para la determinación de los escenarios de la construcción. Cabe mencionar que muy pocos de los participantes reseñaron potenciales costos de cada estrategia o escenario.

3.4 Fuerzas impulsoras

De acuerdo a los resultados de las consultas efectuadas y con los aportes del Foro Ciudades para la Vida y su equipo consultor, las principales fuerzas impulsoras que delinean los escenarios futuros de la construcción sostenible en el Perú son las siguientes:

Ambientales:

- Evolución del cambio climático: Si bien es una fuerza impulsora que este estudio reconoce como importante, no es percibido ni considerado en el cálculo de los agentes del cambio, e incluso muchas veces es negado (en psicología esta reacción se conoce como *disonancia cognitiva*).
- Disponibilidad de agua, eficiencia hídrica y energética: Subida de temperatura ambiente, riesgo de sequía y derretimiento de glaciares debido al calentamiento global además de sobreutilización del acuífero reduce fuentes de agua para consumo, poca capacidad de ahorro en el consumo humano y riesgos para la producción de energía por la alta dependencia a la generación por hidroeléctricas. Necesidad de ahorro y eficiencia energética incluyendo energías renovables.
- Calidad del entorno, suelos y áreas verdes: La disponibilidad y localización en suelo seguro, la expansión de la ciudad por crecimiento demográfico sin afectar áreas

¹¹Taller de presentación del PPT del presente informe. MVCS, 28.01.2014.

sensibles ecológicamente y las áreas naturales y vivas, verdes dentro y alrededor de la ciudad. La protección del paisaje y la naturaleza como fuentes naturales de protección ante fenómenos climáticos extremos.

- Entorno construido: El crecimiento demográfico, el nivel de densidad constructiva en algunas zonas urbanas y los riesgos de hacinamiento, por reducirse el área de la vivienda y aumentar el número de personas por viviendas.
- Materiales¹²: La disponibilidad y uso eficiente de materiales locales y sin tóxicos. Diseños modulares y que incluyen materiales reciclados y reciclables. Análisis del ciclo de vida de los productos.
- Residuos Sólidos Domésticos y de la Construcción: La reducción de la generación de residuos, la separación, reciclaje, tratamiento y rehusos tanto de los residuos domésticos como de los materiales y elementos de la construcción.

Demográficas:

- Crecimiento demográfico: La tasa de crecimiento demográfico nacional si bien está decreciendo, generalmente por la reducción de los movimientos migratorios, la población sigue aumentando en las ciudades.
- Nivel de urbanización: Aproximadamente más del 70% de la población nacional vive en ciudades, manteniéndose la tendencia hacia una mayor concentración urbana.
- Densidad poblacional: Incremento del número de personas por hectárea, lo que significa menor cantidad de suelo por persona generándose riesgos de tugurización e insuficiencia de equipamiento, infraestructura y servicios en zonas urbanas consolidadas.

Sociales:

- Pobreza absoluta: Expresado en Porcentaje a nivel nacional.
- (Des)igualdad socio económica: Medido a través del Coeficiente de Gini.
- Exclusión social: Expresado a través del índice de vulnerabilidad social (IVS).

Culturales:

- Resistencia/aceptación al cambio: Grado de información y sensibilización de la población respecto al cambio climático y a la necesidad de adaptar los sistemas constructivos a las nuevas condiciones climatológicas

Económicas:

¹² Las fuerzas impulsoras de materiales y residuos han sido adicionados por el equipo consultor a pesar de que no fueron resultado del aporte de los expertos puesto que los consideramos de vital importancia su incorporación como fuerzas impulsoras en la definición de los escenarios.

- Crisis global y el crecimiento económico del país. Atracción de capitales y empresas extranjeras que aportan innovaciones tecnológicas.
- Primacía del rendimiento económico sobre la sostenibilidad ambiental.
- Capitales financieros para promover el cambio tecnológico, la formación de un mercado local de productos para la construcción sostenible y estimular la demanda por la construcción sostenible desde las familias (aplicando cambios a sus viviendas ya en uso) y hasta las empresas.

Tecnológicas:

- Acceso a tecnologías y procesos constructivos: adecuados para la construcción sostenible.

De gestión:

- Voluntad política: para abordar de manera concertada la problemática del cambio climático y la construcción sostenible, para impulsar políticas acertadas y marcos normativos adecuados y, sobre todo, para mejorar la gestión concertada (intersectorial y público/privado) y participativa.
- Gobernanza: Capacidad del MVCS para promover la Construcción Sostenible.
- Informalidad en el Sector Construcción: de la cual es responsable la mayor parte de los agentes participantes en la industria de la Construcción
- Corrupción: que impera en la industria de la Construcción

La finalidad de identificar estas fuerzas impulsoras en el proceso participativo de definición de escenarios y el grado de importancia que los actores principales otorgan a estas variables, como son la voluntad política para promover la construcción sostenible, la disponibilidad de agua y el cambio climático entre los ya mencionados, permiten un diseño y planificación más acertado de las medidas a tomar en el sector para promover la construcción sostenible, puesto que estas fuerzas impulsoras son fuerzas fuera del control del sector y los actores claves en el mismo y requieren que las medidas a plantearse para lograr el escenario de transición o de transformación se encuentren orientadas claramente a modificar la situación de estas fuerzas de tal forma que se desarrollen favorablemente, tanto desde el corto, mediano como el largo plazo, tal y como será explicado en el siguiente Capítulo de medidas.

Las consultas hechas a los expertos¹³ nos han permitido clasificar las fuerzas impulsoras por **rangos de importancia**. Se identificaron cuatro factores mayoritariamente considerados como **muy importantes** para la definición de escenarios futuros de la Construcción.

Estos son, en orden de prioridad:

1. La voluntad política de las autoridades y dirigentes nacionales para impulsar políticas y normas dirigidas a promover y desarrollar la construcción sostenible en el país.
2. La disponibilidad de agua para consumo y generación de energía.
3. La evolución del cambio climático y del calentamiento global.
4. El acceso a tecnologías adecuadas para la construcción sostenible.

Es destacable la unanimidad con la cual los actores identifican como muy importante o crítico la disponibilidad de agua para el consumo y generación de energía, sin embargo no hay quienes identifiquen el cambio climático como un factor importante y decisivo en la evolución del sector.

En un **segundo rango de importancia** para la delimitación de escenarios futuros de la construcción se mencionan:

5. El incremento de la densidad poblacional urbana
6. La gobernanza entendida como la manera de gobernar el aparato público para lograr un equilibrio entre el Estado, la sociedad civil y la economía de mercado.
7. La tensión entre la rentabilidad económica del capital y la sostenibilidad ambiental.

Es de resaltar que hay más actores que consideran que el incremento de la densidad poblacional urbana es más importante o relevante respecto al crecimiento demográfico.

Otros factores que se consideran importantes pero en menor medida son:

8. La disponibilidad de suelos y áreas verdes.
9. El crecimiento demográfico
10. La pobreza

En relación al factor pobreza y desigualdad socio-económica, no nos sorprende que las respuestas de la mayoría de los encuestados (predominantemente del campo de la tecnología y las ciencias) lo han indicado como factor poco importante, en la construcción de los escenarios. Igualmente sorprende que si bien se le da importancia al factor

¹³ En este caso aún no se incorporaron las fuerzas impulsoras ambientales de materiales y residuos.

gobernanza casi no se reconozcan los problemas de corrupción que claramente aparecieron en el análisis FODA (ver capítulo Diagnóstico).

Algunos de los encuestados consideran sin importancia los aspectos o factores culturales o de resistencia al cambio, cuando depende en gran medida de la capacidad de los empresarios, de los constructores, de los usuarios, el superar esas barrera y tener visiones innovadoras que conlleven a la adaptación y al cambio; y permita estar preparados ante los potenciales impactos del Cambio climático, tal como vienen alertando los expertos del IPCC y clarificado aún más en el último informe AR5 del 2014 (Informe: Impactos, vulnerabilidad y Adaptación) ¹⁴. En todo caso, es curioso que si bien se da prioridad al tema del cambio climático en sí mismo, no se priorizan las barreras o nivel de aceptación por los actores.

Finalmente cabe también resaltar que la mayoría de los encuestados esperan de la voluntad política para que se den ciertos cambios e iniciativas, indicando adicionalmente en su mayoría que la gobernanza es clave. Contradictoriamente es muy significativo que esa misma mayoría considera poco importante los factores de informalidad y la corrupción en el sector, sería muy interesante y objeto de un análisis más profundo sobre las causas de las mencionadas opiniones al respecto. Presentamos a continuación el cuadro resumen con las respuestas anteriormente analizadas:

¹⁴ En Abril del 2014 ha sido el primero en que se supera las 400ppm (partículas por millón) de CO₂ en la atmósfera de los últimos 800.000 años (Fuente: NOAA Administración Nacional de la Atmósfera y Océanos de Estados Unidos)

TABLA DE VALORIZACIÓN DE FUERZAS IMPULSORAS (Tabla 16)

TABLA DE VALORIZACIÓN DE FUERZAS IMPULSORAS				
FUERZAS IMPULSORAS	VALORIZACIÓN			
	0 Sin importancia	1 Poco Importante	2 Importante	3 Muy importante
AMBIENTALES				
• Evolución del cambio climático	1	2	3	8
• Disponibilidad de agua y energía		1	3	10
• Disponibilidad de suelos y áreas verdes		6	6	2
• Entorno construido	1	6	5	2
DEMOGRÁFICAS				
• Crecimiento demográfico		6	6	2
• Incremento de la urbanización	1	6	4	3
• Incremento de la densidad poblacional urbana		2	8	4
SOCIALES				
• Pobreza absoluta	1	6	6	1
• (Des)igualdad socio económica	1	7	6	
• Exclusión social		9	5	
CULTURALES				
Resistencia/aceptación al cambio	2	2	4	5
ECONÓMICAS				
• Crisis global y crecimiento económico		1	6	6
• Rendimiento económico vs sostenibilidad ambiental		1	7	6
• Capitales para impulsar construcción sostenible		4	4	6
TECNOLÓGICAS				
• Acceso a tecnologías adecuadas para la construcción sostenible		2	5	7
DE GESTIÓN				
• Voluntad política		1	1	12
• Gobernanza		3	8	3
• Informalidad		7	5	2
• Corrupción	2	7	3	2

Fuente: Elaboración Propia en base al taller mencionado en el Anexo 3.-

Finalmente, como parte de la metodología, para efectos de poder describir cada escenario adecuadamente, y para efectos de poder describir cada una de las fuerzas impulsoras identificadas, en su mayoría factores de carácter externo y por tanto fuera de control en la elaboración de propuestas de políticas y estrategias, se han utilizado una

serie de indicadores relevantes, científicos y universalmente reconocidos así como algunos de los trabajados y propuestos en este estudio, determinando las unidades de medición para la descripción de las características claves de cada una de estas fuerzas impulsoras para cada escenario y así poder construirlos con la mayor rigurosidad posible.

3.5 Perspectivas del escenario Pasivo (BAU¹⁵)

El escenario Pasivo supone una realidad a 30 años plazo en el que el cambio climático se ha ido acentuando pero la sociedad no ha tomado medidas para mitigar sus efectos ni adaptarse a las nuevas condiciones. Eso implica que los criterios de rentabilidad económica seguiría imponiéndose sobre los de sostenibilidad ambiental, como también que se reduciría la disponibilidad de agua y energía eléctrica, que se mantendría la tendencia del crecimiento poblacional y la densificación urbana, como que se mantendrían los diseños inapropiados y las tecnologías inadecuadas, etc.,

Se trata de un escenario que no está adaptado a los efectos del cambio climático. Suponiendo una elevación de la temperatura terrestre en 3 o más grados centígrados, particularmente en las ciudades o zonas construidas, lo cual reduciría la disponibilidad de agua dulce debido al derretimiento de las cumbres nevadas. A pesar de ello, no existirían programas masivos de ahorro de agua ni de reciclaje de aguas utilizadas, a lo cual se agregará una proyección del déficit de infraestructura hídrica actual.

El crecimiento demográfico se mantendría en 1.5% anual, el *Coefficiente de Gini* (desigualdad y pobreza) sería similar al del 2010 (0,741), y la tasa de urbanización se mantendrá en 77%, incrementándose la densidad urbana (habitantes por metro cuadrado) y manteniéndose la disponibilidad de áreas verdes en zonas residenciales de media densidad en 2.79 m² por persona agravando la situación de discomfort por olas de calor.

La industria de la Construcción mantendría un crecimiento positivo con la presencia de capitales extranjeros, los que a pesar de su aporte a la modernización de las tecnologías constructivas no sería suficiente para difundir el uso de tecnologías sostenibles en las viviendas (agua, energía y materiales). Tampoco se habría desarrollado un mercado (oferta y demanda) de profesionales, equipos y productos financieros orientados a la construcción sostenible, y se mantendrían los porcentajes de construcción informal cercanas al 70%.

¹⁵ “Business as usual”

Todo esto configura un escenario de escasez de agua y energía, elevación de precios de servicios públicos, del suelo urbano y de las viviendas, debido al aumento de la demanda y escasez de recursos, una mayor densificación, reducción de áreas verdes, mayor contaminación atmosférica y sonora, así como nuevas formas de exclusión social, problemas de salud pública, baja competitividad y pérdidas económicas en general.

3.6 El escenario de Transición (E1)

El escenario de Transición también imagina una realidad dentro de treinta años, pero en el que se observa la implementación de algunas medidas de mitigación y adaptación al cambio climático. A pesar de que el escenario supone una elevación de la temperatura en 2 a 3 grados centígrados con respecto a la actual, lo cual implicaría una reducción de la disponibilidad de agua dulce en 10%, la adopción de medidas de mitigación y adaptación como la reducción en el consumo del orden del 15%, impedirían que crezca el desabastecimiento actual y tal vez se logre una mejor distribución del recurso agua entre la población. Asimismo, se reciclaría aproximadamente el 15% de las aguas residuales.

El crecimiento demográfico se reduciría a 1.3% anual, el Coeficiente de Gini habría mejorado a 0,65, y la tasa de urbanización se elevaría a 78%, incrementándose la densidad urbana. A pesar de ello, habría una mayor disponibilidad de áreas verdes hasta alcanzar los 5 m² por persona.

La industria de la Construcción mantendría su crecimiento positivo, con una progresiva incorporación de tecnologías sostenibles tanto en los procesos constructivos como en el uso de las edificaciones. A su vez, el mercado financiero como el de equipos ofrecerá productos para tecnologías sostenibles y crecerá el número de profesionales especializados en Construcción Sostenible.

Por su parte, las instituciones públicas impulsarán políticas y normas de construcción sostenible, lográndose reducir la informalidad en la construcción al 50% y controlar los niveles de corrupción.

En general, tendríamos un escenario con menor gasto de energía, tanto en los procesos de construcción como en el uso de las edificaciones, mayor eficiencia en el uso del agua, un incremento en la utilización de materiales locales y la reutilización de materiales desechados y, por lo tanto, un mejor ordenamiento urbano y de los sistemas de transporte público.

3.7 El escenario de la Transformación (E2)

El escenario de Transformación (E2), también previsto para los próximos 30 años, hace referencia a un medio antrópico equilibrado y adaptado al cambio climático. A pesar de que supone una reducción de la disponibilidad de agua dulce en 25% con respecto a la situación actual, habrá mejorado la eficiencia en su consumo, el reciclaje y el reuso directo del mismo.

El crecimiento demográfico se habría reducido a 1.0% anual, el Coeficiente de Gini habría mejorado a 0,50, y la tasa de urbanización se elevaría a 80%. A pesar de ello, habría una mayor disponibilidad de áreas verdes hasta alcanzar los 8 m² por persona, mejorándose la situación de confort y controlándose en forma natural las olas de calor dentro de las ciudades.

La industria de la Construcción mantendría el crecimiento positivo, con un mayor número de empresas nacionales que utilizan regularmente tecnologías sostenibles tanto en los procesos constructivos como en el uso de las edificaciones, debido a un aumento de la demanda por este tipo de construcciones. A su vez, la oferta de servicios financieros para la construcción Sostenible habría crecido en 20%, en tanto que la oferta de equipos y suministros sostenibles ocuparía el 45% del mercado. Asimismo, la gran mayoría de profesionales de la construcción –formales e informales- aplicarán tecnologías sostenibles.

En general, es un escenario en el que los habitantes experimentarían mayor seguridad y confort debido a edificaciones adaptadas a las nuevas condiciones climáticas (materiales y diseños), mayor acceso a agua y a energía a menor costo, mejor calidad de aire, mayor cantidad de áreas verdes por habitante, y las ciudades serán más ordenadas y menos contaminadas.

3.8 Cuadro resumen de escenarios por fuerzas impulsoras

Las cifras en mención en el siguiente cuadro son supuestos de los que partimos para configurar los escenarios.

Fuerzas Impulsoras e Indicadores por Escenarios (Tabla 17)

FUERZAS IMPULSORAS	ESCENARIO PASIVO (BAU)	ESCENARIO DE TRANSICIÓN (E1)	ESCENARIO DE TRANSFORMACIÓN (E2)
AMBIENTALES			
Evolución del Cambio Climático ¹⁶	• Sube 3 + grados	• Sube 2 a 3 grados	• Sube 2 grados
Agua ¹⁷	• Escasez de agua • No se ahorra • No reciclamos (Lima reusa 5%) • Falta infraestructura	• Reduce disponibilidad 10 %, • Distribución más balanceada • Reducimos el consumo 15% • Reciclamos 15 % y reusamos 5%	• Reduce disponibilidad 25 % • Distribución equitativa • Reducimos consumo 25% • Reciclamos 45 % y reusó 25 %
Calidad del entorno	• s/d	• 3 personas / habitación • 10 m2 construidos / persona en viviendas en promedio	• 2,5 personas / habitación • 14 m2 construidos / persona en las viviendas en promedio
Calidad Ambiental Exterior (verde urbano)	• 2.79 m ² / persona en Lima	• 5 m ² / persona • Control de expansión en áreas verdes y agrícolas	• 10 m ² / persona • Se preserva y amplía verde
Materiales	• Se mantienen al 100% en nuevas construcciones	• Se ahorra un 2% de materiales en nuevas construcciones	• Se ahorra un 5% de materiales en nuevas construcciones
Energía	• Se mantiene un consumo promedio de 3.24kw-h/mes/m2	• Se reduce un 40% del consumo, a 1.94 kW-h/mes/m2 con comportamiento ahorrador usuario + ecotecnologías	• Se reduce un 60% del consumo a 1.29kW-h/año/m2 con comportamiento ahorrador+ecotecnologías+renovables
Eficiencia Hídrica	• Se mantiene un promedio de 62m ³ /persona/año (170lt/día/persona)	• Se reduce 30% llegando al estándar internacional de 43.4 m3/persona/año (120lt/persona/día)	• Se reduce 53% llegando al óptimo sostenible de 29.14m3/persona/año (80lt/persona/día)
Residuos Sólidos Domésticos	• Se mantiene a 0.78kg/persona/día	• Se reduce a 0.508kg/persona/día	• Se reduce a 0.313kg/persona/día
Residuos Sólidos de Construcción	• 0.4 m ³ RCD / m2 construido	• 0.3 m ³ RCD / m2 construido	• 0.2 m ³ RCD / m2 construido
Tasa de crecimiento demográfico nacional ¹⁸	• 1,5%	• 1,3%	• 1,0%

¹⁶Según el informe *Cambio Climático 2013. Bases físicas. Resumen para responsables de política. Contribución del Grupo de Trabajo I al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático*. IPCC, el calentamiento global está asociado a un cambio climático que tiene causas antropogénicas. Esta teoría predice que el calentamiento global continuará si lo hacen las emisiones de gases de efecto invernadero. Según dicho informe, durante el período 1951 – 2010 se observó un calentamiento global de aproximadamente entre 0,6º C y 0,7º C, e indica que es probable que temperatura global de la superficie continúe aumentando entre 1,1 a 6,4 °C durante el siglo XXI.

¹⁷ Kosow, H, Leon, C and Shutze, M (2013) "ESCENARIOS PARA EL FUTURO – LIMA Y CALLAO 2040, Escenarios CIB, storylines & simulación LiWatoool . <http://www.lima-water.de/documents/scenariobrochure.pdf>. También se han utilizado estudios de modelamiento hidrológico de la Autoridad Nacional del Agua, 2013 así como del IWS, de la Universidad de Stuttgart, del Proyecto LiWa 2012, modelamiento hidrológico elaborados por el Dr. Andrea Bardossy y Alejandro Chamorro.

¹⁸ Tasa de Crecimiento Promedio Anual Perú 1940-2007 (%)				
1940-1961	1961-1972	1972-1981	1981-1993	1993-2007
2,2	2,9	2,5	2,2	1,5

Fuente: INEI, Censos Nacionales y proyecciones INEI, ver proyecciones INEI luego del censo 2003, en link: <http://www.unfpa.org.pe/publicaciones/publicacionesperu/INEI-Peru-Bol36-Estimaciones-Proyecciones-1950-2050.pdf> (en este texto ver gráfico 8 con la hipótesis media (oficial) de proyección poblacional al 2050).

Urbanización ¹⁹	• 77%	• 78%	• 80%
SOCIALES			
Desigualdad y pobreza	• Coeficiente Gini ²⁰ : 0,741 (2013) • Pobreza tendencial 27,8% • Índice vulnerabilidad socio económica tendencial.	• Coeficiente de Gini: 0,65 • Pobreza baja a 22% del total ²¹ • Índice vulnerabilidad socio económica en alza en zonas de mayor impacto.	• Coeficiente Gini: 0,50 • Pobreza baja a 15% del total • Índice vulnerabilidad socio económica en baja en general.
EDUCATIVOS Y CULTURALES			
Información y Sensibilización	• Incipiente incorporación de tecnologías sostenibles. • Usuarios desconocen tecnologías sostenibles	• Progresiva incorporación de tecnologías sostenibles. • Usuarios conocen y aceptan tecnologías sostenibles	• Constructores y usuarios demandan más tecnologías sostenibles que convencionales • Usuarios conocen y exigen tecnologías sostenibles
ECONÓMICAS			
Crecimiento económico	• Empresas extranjeras incorporan tecnologías sostenibles	• Incorporación tecnologías sostenibles en alza.	• Empresas nacionales adoptan tecnologías sostenibles.
Financiamiento	• Reducido financiamiento para tecnologías sostenibles	• Crece 5% financiamiento para la tecnológica sostenibles	• Crece 20% financiamiento para la tecnológica sostenibles
TECNOLÓGICAS			
Tecnologías eco-eficientes	• Incipiente mercado de productos para construcción sostenible. • Pocos profesionales especializados en construcción sostenible.	• Oferta de tecnologías y productos sostenibles crece en 20% • Crece número de profesionales en construcción sostenible.	• Oferta de tecnologías y productos sostenibles crece en 45% • Mayoría de profesionales de la construcción conocen y usan tecnologías sostenibles.
DE GESTIÓN			
Gobernanza	• No hay política de promoción de construcción sostenible.	• Gobierno Nacional impulsa construcción sostenible.	• Gobiernos regionales y locales impulsan construcción sostenible
Informalidad	• 30% de construcciones formales.	• 50% de construcciones formales.	• 70% de construcciones formales.

Elaboración: Liliana Miranda Sara, Foro Ciudades para la Vida

Cambio Climático y tendencias observadas hacia Islas de Calor en Lima Metropolitana

En el informe del IPCC AR5 (Informe: Impactos, adaptación y vulnerabilidad del cambio climático, Marzo 2014) del grupo expertos 1 recientemente publicado se indica que la subida de temperatura global sería de al menos 2 grados a más. En el caso de Perú la Segunda Comunicación Nacional, que se encuentra en actualización, en su versión anterior indica una menor subida de temperatura a nivel nacional. Pero se tiene que considerar que la temperatura

¹⁹ “Según proyecciones al 2011, en el Perú se tienen 23 conglomerados urbanos con población superior a 100,000 habitantes, 10 conglomerados urbanos tienen una demanda efectiva superior a las 1,000 viviendas y 85 conglomerados urbanos tienen población superior a 20,000....Al 2011, el 6.5% de los conglomerados urbanos que son mayores a 50,000 habitantes (39 de 602) reúnen al 80.7% de la población urbana nacional: gran número de poblaciones pequeñas y dispersas...Lima tiene el 50% del déficit cuantitativo de vivienda y las 10 ciudades más pobladas reúnen más del 70% de dicho déficit”. Landaure, Juan F. “El estado de las ciudades del Perú y del Mundo”: Vivienda, suelo urbano y ciudades del Perú (2013).

²⁰ El índice Gini mide la desigualdad en los ingresos. El valor 0 representa igualdad absoluta y 1 desigualdad absoluta. Para el año 2013 el Gini de Perú era de 0,741.

²¹ “La pobreza en el país se redujo de un 54,7% en el 2001 a 31,3% en el año 2010 y para el 2011 muestra una cifra de 27,8%”. CEPAL, Panorama social de América Latina 2012

en las zonas urbanas o construidas normalmente son más altas del promedio que en áreas rurales o naturales. Igualmente, para ejemplificar mejor esta información, se cuotea abajo a un estudio de expertos del SENAMHI sobre temperaturas en Lima que indica que la subida de temperatura está claramente en alza e incluso mayor a 3 grados (tanto para arriba como para abajo). Adjuntamos mapas del análisis de islas de calor en Lima de la década anterior y que como se puede observar se encuentran en el orden de - 3 grados como de + 2,4. Sería pertinente hacer estudios más exhaustivos acerca del efecto de islas de calor en zonas urbanas, en las ciudades más pobladas y por zonas climáticas, discrepamos con SENAMHI sobre realizar estudios a nivel nacional, lo que le corresponde al Ministerio es realizar estudios en zonas construidas en ciudades. Por ende, dentro de las propuestas de investigación se incorporarán estos estudios para poder hacer un seguimiento más preciso de este fenómeno.

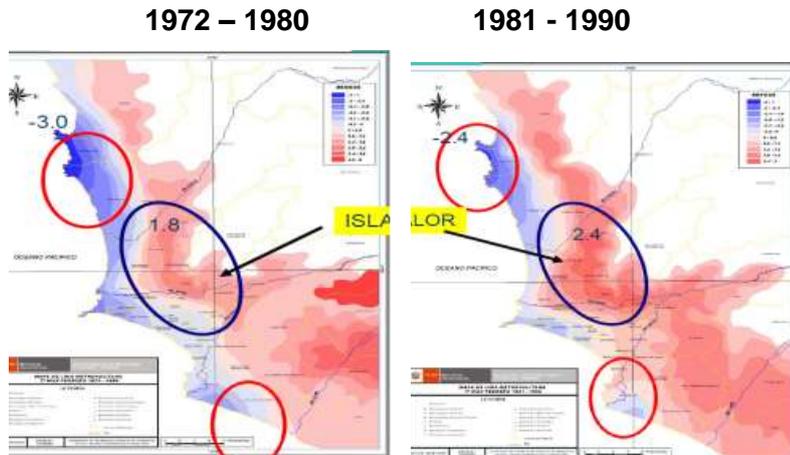
Según estudios del SENAMHI y como ocurre en el caso de las grandes urbes del planeta, así como por ejemplo, la ciudad de Lima Metropolitana ha generado cambios diversos tanto en su entorno inmediato, en su paisaje natural (previo a la ciudad), como en la atmósfera colindante y, por sus características, se ha convertido en un espacio significativamente más cálido que este entorno natural, dando lugar a un micro clima propio, generando islas de temperatura, predominantemente, de calor.

Estas islas de temperatura, se caracterizan por elevar las temperaturas extremas (sean mínimas o máximas), que se vienen presentando en Lima, con variaciones en distintos meses, por ejemplo, entre las década del 80 y 90, durante el mes de febrero y como se muestra en el mapa adjunto, la isla de calor que había sido identificada entre 1972-1980, ha crecido abarcando gran parte de la zona central de la ciudad, la zona con mayor densidad poblacional (desde los distritos frente a la Costa Verde incluyendo casi toda la zona urbana consolidada de la ciudad) indicando una subida de temperatura de hasta 2.4 grados (ver mapa zonas en rojo) afectando los distritos del centro, noreste y sudeste de la ciudad.

Mientras que se observa que los distritos costeros debido a la presencia del mar no sufren de mayor incremento de temperatura aunque con tendencia a aumentar igualmente, en este caso, se reduce de - 3 a - 2.4 grados, particularmente en el extremo norte de la ciudad, tal como también se puede observar en el mapa adjunto en azul.

Estas zonas podrían ser consideradas como de mayor vulnerabilidad ante un incremento esperado de al menos otros dos grados de **temperatura en la ciudad frente al cambio climático.**

ISLAS DE CALOR EN LIMA METROPOLITANA (Grafico 13)



Fuente: SENAMHI 2009

Este estudio fue realizado por la Dra. Silvestre del SENAMHI, publicado en el 2009, ver Miranda y Chavez (2013)²².

²² Liliana Miranda y Sandro Chavez, "Perfil y Escenarios Climáticos de Lima Metropolitana" publicado en la revista Actualidad Gubernamental (2013).

4 INDICADORES PARA UNA CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE EN EL PERÚ

Los indicadores son útiles para evaluar el desempeño y la magnitud de diversos aspectos que determinan la condición de sostenibilidad de las edificaciones. Dado que este tipo de evaluación no puede ser aplicada de manera universal para todas las edificaciones del planeta, se construyen sistemas de evaluación cuyos indicadores y magnitudes se adaptan a cada situación específica. Sin embargo, muchos países y regiones que aún no han diseñado sus propios sistemas de evaluación, utilizan sistemas diseñados para otras realidades porque son bastante conocidos a nivel mundial.

En este sentido, se inicia con una breve presentación de los sistemas de evaluación más populares a nivel mundial y una justificación de la necesidad de formular un sistema de evaluación propio para el Perú que reconozca las diferencias regionales.

4.1 Certificaciones ambientales en el mundo

El rol que desempeñan las ciudades y sus edificios en la problemática ambiental ha sido considerado en todas las Conferencias de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo denominadas *Cumbre de la Tierra*: Estocolmo 1972, Rio 1992, Johannesburgo 2002 y Rio + 20 (2012). Ello ha dado lugar a la formulación de numerosos sistemas de evaluación para determinar el impacto ambiental de las construcciones. La mayor parte de estos sistemas consideran los siguientes parámetros:

▪ Contaminación y Emisiones GEI	• Consciencia y Educación del usuario, funcionamiento
▪ Calidad Ambiental Interior, Salud y Bienestar	• Gestión, Mantenimiento y Operación, Calidad Económica
▪ Eficiencia hídrica	• Innovación y Proceso de Diseño, Características Verdes
▪ Materiales y Recursos, Desechos y Reciclaje	• Ubicación y Enlaces, Transporte
▪ Energía y Atmósfera, Energías Renovables	• Ciudades Sostenibles, uso de tierras y Ecología

Sin embargo, muchos expertos mencionan que cada sistema de evaluación responde a condiciones geográficas, sociales y culturales específicas, dado lo cual es posible encontrar diferencias en los criterios y parámetros de evaluación, así como en las ponderaciones de cada caso. En los siguientes cuadros se observan comparaciones entre diversos sistemas de evaluación:

SECCIONES CONSIDERADAS POR LOS SISTEMAS DE CERTIFICACIÓN COMPARADOS

Sistema de Certificación	Energía y Atmósfera	Eficiencia Hídrica	Materiales y Recursos	Energías Renovables	Contaminación y Emisiones	Calidad Ambiental Interior	Salud y Bienestar	Calidad Económica	Paisaje y Ecología	Sitio Sostenible	Residuos y Reciclaje	Transporte/Ubicación y Enlaces	Mantenimiento/Operatividad	Administración	Aspectos Socio-Culturales	Función	Conciencia Usuario/Educación	Innovación/Proceso de Diseño
DGNB	■	■	■	■	■	—	■	■	—	□	■	■	■	■	■	■	—	—
Green Star	■	■	■	—	■	■	●	—	■	—	—	■	—	■	—	—	□	■
BREEAM	■	■	■	—	■	—	■	—	■	—	■	●	—	■	—	—	■	—
CASBEE	■	■	■	■	■	■	—	—	■	□	—	—	□	—	—	■	—	—
LEED	■	■	■	●	●	■	□	—	—	■	●	□	—	●	—	—	—	■
BCA Green Mark	■	■	●	●	—	■	●	—	●	—	●	●	—	●	—	—	●	—

- Totalmente considerados como tópicos
 □ Parcialmente considerados como tópicos
 ● Totalmente considerados como un indicador
 ○ Parcialmente considerados como un indicador
 — No considerado

Extraído de: LIU, Gang; NOLTE, Ingo; POTAPOVA, Anna; MICHEL, Sophie; RUCKERT, Klaus. *Longlife Comparison of worldwide certification systems for sustainable buildings*. Faculty VI, Department of Architecture, Chair Design and Structure, Technische University Berlin. Ponencia en el SET 2010 – 9th International Conference on Sustainable Energy Technologies: Shangai, China. 24-27 August, 2010. (Tabla 18)

Nota: “**Totalmente considerado como tópico**” significa que se toma en cuenta como gran parámetro con diversos indicadores a demostrar. “**Totalmente considerado como indicador**” significa que es un indicador claro que sirve para demostrar la puntuación para la obtención de un parámetro. “**Parcialmente considerado como tópico**” indica que es tomado como un parámetro para una parte de la edificación (por ejemplo: para la certificación CASBEE, el mantenimiento y operatividad es un parámetro que no se puede aplicar al 100% de todas las instalaciones de una edificación, por lo que se asume hasta cierto porcentaje del volumen o área construida de la edificación o solamente los sistemas de acondicionamiento, dependiendo del tipo de proyecto). “**Parcialmente considerado como indicador**” implica que es un indicador aplicable a un porcentaje del área o volumen de la edificación; o en todo caso, significa que es un indicador no obligatorio pero que puede ayudar a justificar cierta ponderación para determinado parámetro. “**No considerado**” significa que no se toma en cuenta en ningún momento.

COMPARACIÓN DE ESTRUCTURAS Y CATEGORÍAS (Tabla 19)

	LEED	BREEA	CSH	Green star	Miljöbygg	VERDE
--	------	-------	-----	------------	-----------	-------

	NC	M				
Energía & Atmosfera	31%	23%	29%	20%	24%	37%
Materia / Desechos	12%	14%	30%	17%	12%	33%(*)
Emisiones/Contaminación		13%	4%	13%		
Ambiente Interior /salud	13%	14%	11%	19%	53%	11
Ubicación / Ecología	26%	11%	8%	6%		10%
Agua	10%	6%	9%	8%	12%	(*)
Gestión	8%	11%	8%	8%		4%
Transporte		9%		8%		
Objetivos Máximos	110	105	107	148	-	-
Elementos Asesorados (Obligatorio)	37 (8)	105 (4)	34 (7)	62 (2)	17 (17)	42(42)
LEED 2009 New Construction BREEAM New construction 2011-non domestic CSH - Code for Sustainable Homes 2009 ("Version of BREEAM") Green Star Office ver. 3 Miljöbygg is the Swedish tool Miljöbyggnad VERDE NC RO				% de crédito posible en cada categoría		

Extraído de: MACIAS, Manuel. *La Certificación Ambiental de Edificios en Europa. El caso de España*. Exposición en la Maestría en Arquitectura y Sostenibilidad. Universidad Ricardo Palma. Lima 20 de Abril de 2012.

4.2 Hacia un sistema de evaluación de la sostenibilidad

El Perú es un país megadiverso que posee una gran variedad de regiones bioclimáticas y por ende, una diversidad de sistemas constructivos. Por ello, un sistema de evaluación de la sostenibilidad de sus edificaciones debe tomar en consideración esta diversidad a fin de ajustar indicadores y magnitudes a cada zona específica de su territorio. Dado que el alcance de este estudio es limitado para analizar las condiciones de cada región, centra su atención en un enfoque territorial amplio para que pueda tolerar la diferencia de nuestra realidad y hacerse más viable en el largo plazo. Se asume que dicho enfoque ofrece una serie de retos de entendimiento y comprensión, de formación técnica y versatilidad profesional que deberá formar parte del cambio que las medidas a tomar exijan en el tiempo. Esto no implica que en un futuro, cada región del país deba desarrollar sus propios sistemas de evaluación de la sostenibilidad de sus construcciones.

Al respecto de estas diferencias, observemos el ejemplo de los *techos verdes*. En localidades lluviosas, el mantenimiento de la cobertura vegetal en las edificaciones resulta mucho más eficiente y económico que en localidades donde escasean las lluvias, y en los que el riego debe efectuarse con el agua potable de la red o de aguas previamente filtradas, lo cual exige un tratamiento diferente entre los indicadores de evaluación. Asimismo, en localidades con altas temperaturas como las amazónicas, el *techo verde* incrementa la inercia térmica conservando y reteniendo el calor, convirtiéndose así en un elemento que no aporta a refrescar la edificación sino a volverla sofocante.

Es por ello que sugerimos que el **futuro código de Construcción Sostenible en el Perú** sea formulado sobre la base de un sistema de indicadores desarrollados específicamente para las diversas regiones climáticas, que favorezca la innovación tecnológica y el desarrollo de la industria nacional de la construcción, ello requerirá de tiempo y esfuerzo de recolección de data a largo plazo. Para ello, se deberán tomar en cuenta clasificaciones existentes como el *Mapa de Zonificación Sísmica* elaborado por el Comisión Multisectorial de Reducción de Riesgos para el Desarrollo en 2003, esto con el objetivo de que el desarrollo de indicadores también pueda involucrar temas de vulnerabilidad y desastres; así como el *Mapa Climático para diseño arquitectónico* de 2005 (RAYTER, FUSTER, ZUÑIGA, 2005)²³ que ha sido tomado por el MCVS como oficial o la *Zonificación Climática del Territorio Peruano para efectos del diseño Arquitectónico* elaborado por Martín Wieser (2011)²⁴ cuyo aporte es el de proponer ponderaciones básicas sobre ciertas estrategias que ayudan, como se verá más adelante, a una toma de decisión acerca de ciertos aspectos.

En un primer acercamiento, dichos mapas de zonificación pueden ser la base para determinar zonas posibles para la realización de indicadores y escenarios diferenciados para una mejor aplicabilidad. Es necesario aclarar que la diversidad de zonas de clima para la introducción de nuevos estándares puede dificultar y ampliar la necesidad de investigaciones para la obtención de información precisa y confiable, lo cual requiere de mucho tiempo. Por ello, para el presente informe se recomienda, por motivos prácticos una reducción al criterio de 'zonas climáticas'²⁵, donde se agrupan grupos de zonas para una simplificación de recomendaciones. Si bien el Mapa Climático para Diseño Arquitectónico aprobado por el MCVS (2009) es adecuado para criterios de diseño local, es necesario aclarar que para aproximarse a un conjunto de medidas para la construcción sostenible (que va más allá de lo 'bioclimático') no necesariamente se regiría a dicha clasificación de manera estricta ya que exigiría una cuantiosa validación de datos para el establecimiento de indicadores con los que no se cuenta en la actualidad. De otro lado, como se verá más adelante, algunos indicadores pueden ser aplicados a nivel nacional y otros a nivel local.

²³ RAYTER, FUSTER, ZUÑIGA, *Mapa Climático para Diseño Arquitectónico*. Convenio Senamhi-MVCS. 2009.

²⁴ WIESER, Martín. Cuadernos 14. *Consideraciones Bioclimáticas en el Diseño Arquitectónico: El Caso Peruano*. Departamento Académico de Arquitectura. Pontificia Universidad Católica del Perú. 2011.

²⁵ Las zonas que se indican en las tablas de Opciones para Indicadores son "Zonas Climáticas" pues son zonas resumidas para el presente estudio, evitando el término 'bioclimático' que puede confundirse con la zonificación propuesta por el MCVS y porque el término 'bioclimático' no está estandarizado para su comprensión de todos los sectores de la construcción tanto en el Perú como en otras partes del mundo.

Por ello, para el presente informe se ha elaborado el siguiente cuadro donde se trata de agrupar en zonas climáticas ‘oficiales’ para simplificar su aplicabilidad al criterio de zonas climáticas resultantes:

POSIBLES ZONAS PARA EL ESTABLECIMIENTO DE INDICADORES LA TABLA MUESTRA CIERTA EQUIVALENCIA DE TRES MAPAS CON CRITERIOS DISTINTOS Y ZONAS CLIMÁTICAS RESULTANTES PARA EL PRESENTE ESTUDIO				
Nº DE ZONAS	ZONIFICACION CLIMATICA: 9 (MVCS, 2009)	Clasificación climática: 8 (Wieser, 2011)	Clasificación sísmica: 3 (cmrrd, 2003)	Clasificación establecida en el Estudio: 4
1	Desértico Marino	Litoral Tropical	Zona 1	LITORAL
2		Litoral Sub Tropical		
3	Desértico	Desértico		DESÉRTICO
4	Interandino Bajo	Continental Templado	Zona 2	CONTINENTAL DEL MONTAÑA
5	Mesoandino	Continental Frío		
6	Altoandino	Continental Muy Frío		
7	Nevado			
8	Ceja de Montaña	Selva Tropical Alta	Zona 3	SELVA TROPICAL
9	Subtropical Húmedo	Selva Tropical Baja		
10	Tropical Húmedo			

Elaboración: Richard Valdivia S. (Tabla 20) Foro Ciudades para la Vida

4.3 Descripción de Parámetros para la determinación de los Indicadores para la Construcción Sostenible y la Situación Actual

Luego de una revisión de diversas certificaciones ambientales para la edificación en el escenario mundial, y conociendo la realidad del país, se plantea los siguientes indicadores que podrían ser tomados en cuenta para una sostenibilidad completa e integral de la edificación desde un punto de inicio, pudiendo ser implementada en la medida de lo posible a lo largo del tiempo. Cada uno de los parámetros o variables proporcionan una amplitud de indicadores que abarcan fases de procesos (extracción, transporte, construcción, uso, demolición) como temáticas de procesos (ambiental, social, económicas, de gestión, técnicas) y aspectos de los procesos (arquitectónicos y urbanos). A continuación se da una explicación de los principales parámetros que pueden albergar grupos de indicadores. Los indicadores por escenarios para el rubro se detallan en el punto 4.6 Conclusiones sobre los indicadores seleccionados.

Materiales de Construcción: Los indicadores de materiales están referidos al empleo de materiales para la construcción, teniendo en cuenta el origen y procedencia, extracción, procesamiento, distribución, puesta en obra, mantenimiento y posibilidad de reciclado, así como diversos impactos que causan en el ambiente y a la salud. Se pueden ver procesos de análisis “cuna a la puerta de fábrica” (Cradle to Gate), “cuna a la tumba” (Cradle to Cradle), y en general el “Análisis del Ciclo de Vida” (ACV – ISO 14040) que es el estudio del ciclo de vida de un material que puede ser parcial o total. En el Perú se vienen

generando las primeras investigaciones de Análisis del Ciclo de Vida, sin embargo, todavía es muy escasa la data acerca de la extracción, fabricación y transporte de materiales de construcción, ni tampoco del destino y el impacto en la salud y en el ambiente de los escombros generados en demoliciones y excavaciones.

Residuos Sólidos de Construcción y Demolición. Estos indicadores están referidos a la generación de desechos sólidos durante la construcción, el mantenimiento y uso de las edificaciones, así como en los procesos de demolición y desmantelamiento del mismo. Se aspira a que el uso del edificio pueda favorecer actividades de segregación y reciclaje tanto en lo que respecta a residuos de la construcción y demolición como en lo que refiere a los residuos domiciliarios cotidianos. En el Perú la gestión integrada de residuos sólidos aún es un tema pendiente en la agenda de las autoridades municipales. Sobre los residuos sólidos de la construcción y demolición, se puede indicar que algunos municipios de Lima como el Rímac han logrado contabilizar que estos llegan a ser el 95% de los residuos depositados en espacios públicos.²⁶ La ausencia de un sistema de gestión de los RCD ha causado la disposición de estos residuos, sobre todo los provenientes de obras menores, en lugares no adecuados y no autorizados en el mismo distrito donde se ubica la obra o en un lugar cercano. Se ven afectados los espacios públicos, entre otros, vías, parques, cuerpos de agua (marinos y continentales), playas, acantilados y fajas marginales de ríos. Sobre los residuos domiciliarios cotidianos, en muchos casos los residuos son depositados al aire libre sin tratamiento previo, situación que se agrava con el crecimiento poblacional y la expansión de áreas urbanas; a lo que se suma que en los últimos diez años la generación per cápita de residuos creció en un 40%, alcanzando el año 2009, a 0,782 kg/hab/día. La composición física de los residuos sólidos es predominantemente materia orgánica (48,2%), compuesta principalmente por restos de alimentos. Los materiales de evidente potencial de reciclaje son casi 21% (plástico, papel, cartón, metales, vidrio)²⁷.

Calidad Ambiental Exterior. Los indicadores de calidad ambiental exterior están referidos a los impactos que generan las edificaciones en los entornos urbanos o naturales, como por ejemplo, el impacto que tiene la densificación urbana en la reducción de áreas verdes por habitante. Al respecto, según el MINAM en 2005 la ciudad de Lima tenía un promedio de 1,92 m² por habitante, cifra que incluía arenales y espacios abiertos sin vegetación o en estado de abandono, por lo que se estima que la proporción de áreas verdes por habitante es todavía mucho menor, y largamente distante de los 10 a 15 m² por habitante

²⁶ Municipalidad Distrital del Rímac. Plan de Gestión de Residuos de la Construcción y Demolición depositados en espacios públicos y de obras menores. 2013

²⁷ MINAM. Informe 2009. Dirección General de Calidad Ambiental Situación Lima – Perú.

recomendados por la Organización Mundial de la Salud MS²⁸. Otra fuente señala que el promedio de Lima, según el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) del 2008, es de 2,9 m² por persona²⁹, cifra que es aún muy baja en comparación del estándar exigido. El deterioro de la calidad del aire, debido fundamentalmente a las emisiones provenientes de las fuentes móviles, es otro de los problemas que afecta a las principales ciudades del país³⁰.

Calidad Ambiental Interior. Los indicadores de calidad ambiental interior están referidos a la calidad del ambiente al interior de las edificaciones en términos de confort térmico, luminosidad, acústica, calidad del aire y del agua interiores, ya sea de manera pasiva/natural o activa/artificial. Así, muchas veces la mala calidad de las edificaciones o los diseños inapropiados generan sensaciones térmicas de excesivo frío o calor causando problemas de salud a sus ocupantes y obligando a regular el clima interior mediante artefactos consumidores de energía (aire acondicionado, ventiladores, estufas, etc.). No se cuenta con información precisa, por lo que el desarrollo de indicadores a nivel nacional requiere de investigaciones más complejas y específicas para cada zona climática del país, teniendo en cuenta la diversidad de aspectos relacionados (térmica, lumínica, acústica, etc.).

Energía. Los indicadores de energía están referidos a la eficiencia energética planteada desde la fase de proyecto, al ahorro del consumo de energía para diversos usos del edificio en sus diversas variantes como climatización, luminarias y electrodomésticos, además de la integración de las energías renovables y alternativas como complemento adecuado. Como se sabe, hoy en día el contexto de la producción de energía eléctrica en Perú es crítico puesto que casi el **56%**³¹ de su producción se genera en centrales hidroeléctricas, con tendencia a disminuir y cuyo abastecimiento de agua está seriamente amenazado por el cambio climático. El complemento más práctico a la falta de energía hidráulica sería las fuentes fósiles (gas y petróleo) con lo que se contribuiría cada vez más a las emisiones de CO₂ y todo lo que ello significa.

Eficiencia Hídrica. En este caso, los indicadores están referidos al consumo y ahorro de agua en las edificaciones. Como es sabido de acuerdo a un estudio del *Tyndall Center for Climate Change Research*, el Perú es uno de los diez países más vulnerables a los

²⁸(MINAM, 2011) Plan Nacional de Acción Ambiental. PLANAA 2011-2021. Ministerio del Ambiente 2011.pág. 21.

²⁹ El Comercio. DOMINGO 23 DE OCTUBRE DEL 2011 <http://elcomercio.pe/lima/sucesos/lima-hace-falta-plan-integral-manejar-areas-verdes-noticia-1322267>.

³⁰ i(MINAM, 2011) Plan Nacional de Acción Ambiental. PLANAA 2011-2021. Ministerio del Ambiente 2011.pág. 21.

³¹ MINEM, Indicadores del Subsector Eléctrico por Regiones 2010. Ver Mapa de Potencia Instalada y Producción de Energía Eléctrica 2010.

efectos negativos del cambio climático en el mundo. Se habla de la pérdida del 22% de la superficie de nuestros glaciares en los últimos 30 años, que a la vez son el 71% de los glaciares tropicales del mundo³², considerando que la mayor parte de su población se ubica en zonas desérticas sin lluvias y cuyo abastecimiento de agua depende exclusivamente de los ríos alimentados por los deshielos afectados por el calentamiento global. Sobre la emisión de desagües, los indicadores en este rubro estarían referidos al tratamiento de los desagües y a la reutilización de las aguas en la edificación o sus alrededores. Al respecto, un estudio de SUNASS³³ del 2007 determinó que en el país se trataban el 29,1% de las aguas residuales domésticas urbanas a través de 143 plantas de tratamiento, vertiéndose el resto a los cauces de los ríos, lagos, y al mar.

- Relación con la Movilidad. Los indicadores en este rubro están referidos al efecto que producen las edificaciones en la movilidad pública, así como su influencia en las posibilidades de reducción del transporte motorizado, fomentando el uso del transporte público de calidad o la movilidad peatonal y otros medios rodantes no motorizados. Las ciudades del Perú tienden actualmente al crecimiento del parque automotor debido al aumento del poder adquisitivo³⁴ y se tiene aún la gasolina más contaminante de la región, por lo que se hace necesaria la implementación de aspectos de movilidad sostenible desde la edificación así como en las habilitaciones urbanas. El deterioro de la calidad del aire, debido fundamentalmente a las emisiones provenientes de las fuentes móviles, es otro de los problemas que afecta a las principales ciudades del país³⁵. Estudios revelan que el número de accidentes de tránsito y mortalidad es uno de los más altos de la región sudamericana y genera problemas serios de salud pública³⁶. El número de heridos por accidentes automovilísticos casi se ha duplicado de 27,747 (2001) a 52,667 (2012). El promedio de fallecidos por accidentes se mantiene en el promedio llegando a 3,273 el año 2012³⁷. Problemas derivados del tráfico y el estrés ciudadano comienza a incrementarse en las urbes del Perú. La reputación de ciudades como Lima a nivel mundial se hace cada vez más preocupante pues evidencia falta de competitividad urbana en un mundo globalizado. El ruido del claxon, las carreras entre combis, los semáforos en rojo que nadie respeta, las metidas de 'nariz' entre carros, los peatones irreflexivos... Todos los irritantes detalles que hacen de nuestra capital una de las ciudades con el tráfico más caótico del mundo, son puestos al descubierto en el

³² <http://www.minam.gob.pe/cambioclimatico/por-que-el-peru-es-el-tercer-pais-mas-vulnerable-al-cambio-climatico/>

³³ SUNASS (2008). Diagnóstico situacional de los sistemas de tratamiento de aguas residuales en las EPS del Perú y propuestas de solución. Lima-Perú.

³⁴ BBVA, Situación Automotriz Perú 2011.

³⁵ (MINAM, 2011)

³⁶ MEDRI GONZALES, Enrique. Seguridad Vial en el Mundo, Diagnóstico y Perspectivas en el Perú. Consejo Nacional de Seguridad Vial. Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Lima.2012.

³⁷ Oficina de Estadística del Estado Mayor General PNP - MININTER

documental No manejes aquí (Don't drive here) de la prestigiosa cadena Discovery Channel.³⁸

En muchos de los aspectos mencionados, el establecimiento de indicadores deberá tener en cuenta la diversidad del territorio nacional y su adecuación requerirá una diferenciación de acuerdo al contexto local, mientras que en otros se pueden asumir escenarios nacionales generales.

De otro lado, las implicancias para la edificación o para lo urbano variarán de acuerdo al grado de relación con las variables, sin embargo la posibilidad de generar indicadores dentro de una variable para los aspectos (Arquitectónico/Urbano) es muy posible. Una primera propuesta trata de diferenciar aspectos para la calificación ambiental de los edificios donde se puedan establecer indicadores de tipo nacional y uniforme así como otros de tipo local y diversificado.

CATEGORIZACIÓN DE LOS PRINCIPALES PARÁMETROS DE INDICADORES DE CONSTRUCCIÓN PARA SU APLICACIÓN A NIVEL NACIONAL O LOCAL					
Nº	Aspecto ó Parámetros	Aplicación Nacional	Aplicación Local	Relación con lo Arquitectónico	Relación con lo Urbano
1	Materiales	X		X	
2	Residuos Sólidos - RCD	X		X	X
3 ^a	Calidad Ambiental Interior		X	X	
3b	Calidad Ambiental Exterior		X	X	X
4	Energía		X	X	X
5	Recurso Hídrico		X	X	X
6	Relación con la Movilidad	X		X	X

Elaboración: R. Valdivia S. Foro Ciudades para la Vida.

Si bien el **Comité Permanente de Construcción Sostenible** ha aprobado la promoción inmediata de sólo 4 aspectos (Agua, Energía en Iluminación, Energía Solar y Transmitancia Térmica), el presente informe no se limita a establecer dichos parámetros por los siguientes motivos:

- Los 4 aspectos de promoción inmediata no garantizan una sostenibilidad mínima, pues el estándar internacional exige como parámetros mínimos los que se mencionan en la tabla.
- Los 4 aspectos mencionados son indicadores parciales que pueden ser claramente introducidos en los parámetros mencionados.
- Aspectos como **Energía para Iluminación** no puede ser considerado como parámetro pues un indicador que sólo involucra un porcentaje del consumo de energía de los edificios. Existen otros indicadores como energía total en sistemas de aire acondicionado (para enfriar o calentar) que son

³⁸ Diario Perú 21. 20 de Agosto de 2013. *Discovery Chanel* dedica reportaje al caótico tráfico de Lima.

tan o más importantes en el consumo de energía de los edificios y los cuales deben estar incluidos como indicadores en el parámetro Energía.

- Aspectos como **Energía Solar**, también van incorporados dentro del rubro energía, y sólo pueden ser aplicables luego de lograr una Eficiencia Energética en las edificaciones, criterio que si no es tomado en cuenta podría generar la inviabilidad de la integración de la Energía Solar.
- Aspectos como **transmitancia térmica** es un indicador que va incorporados dentro del rubro energía, para lograr una Eficiencia Energética, entre otros aspectos como la hermeticidad o el grado de transparencia que pueden influir tanto o más en el consumo de energía de una edificación.
- Los 6 parámetros mencionados en la tabla pueden ser considerados los ideales y determinan un objetivo mayor de sostenibilidad para los edificios y ciudades del Perú.

El presente informe reconoce que los 4 aspectos que promueve el Comité Permanente de Construcción Sostenible son un avance, pero estos pueden ser parte de un paquete mayor que garantice la sostenibilidad a largo plazo de la construcción en el Perú.

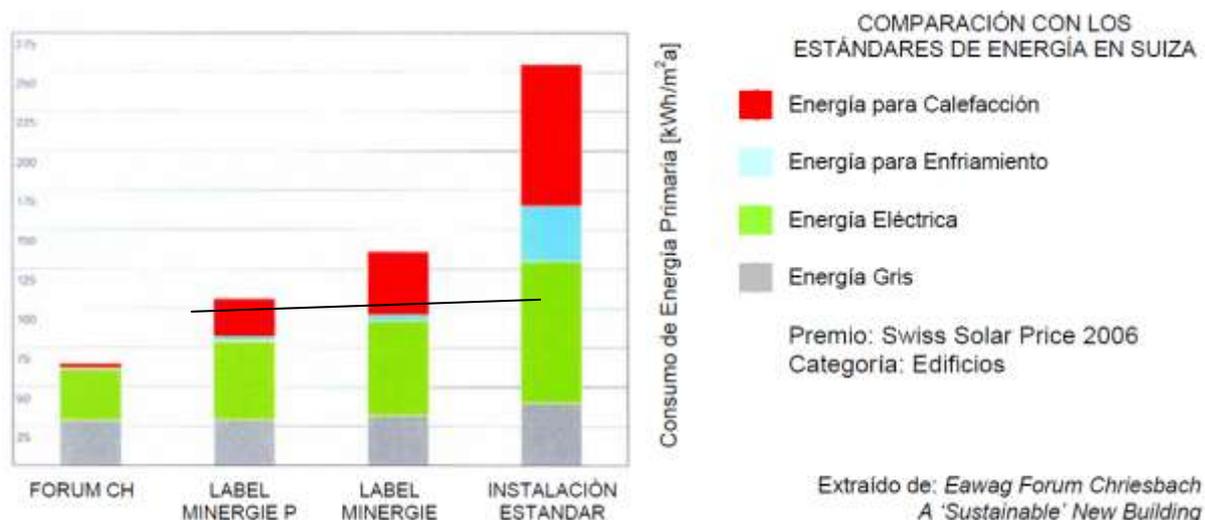
4.4 Selección de indicadores

En los siguientes cuadros se hace una selección de los indicadores posibles para cada uno de los parámetros necesarios para la construcción. Para ello se ha investigado en las diversas certificaciones y normativas y se ha tratado de hacer una adaptación a diferentes contextos que ofrece el país.

4.4.1 Indicadores de Materiales

El tema implica dos aspectos: la cantidad de material ahorrado, reusado, reciclado y la calidad en términos de energía incorporada, energía gris, energía inducida, así como toxicidad, e impactos en la salud y el ecosistema.

Reducción de Materiales: En primer lugar se toma como una opción simple y eficaz la reducción de cantidades de materiales a usar en la obra. Sin embargo, a pesar de que esto puede llegar a ser 20% de un edificio a nivel internacional (ver gráfico), para el caso del Perú se debe tomar en cuenta que el porcentaje de reducción va a variar de acuerdo a los diferentes contextos.



Fuente: Eawag Forum Chriesbach, A 'Sustainable' New Building. 2006. Eawag Forum Chriesbach. Dubendorf-Suiza (grafico 14)

Como se observa en el cuadro del reporte de un edificio Minergie (Forum Chriesbach en Dubendorf- Suiza), la cantidad de energía gris (energía de fabricación, transporte y puesta en obra de los materiales) no es mucha para un edificio que bate records en consumo de energía.

Según las recomendaciones bioclimáticas de diseño (WIESER, 2011) la tendencia para la distribución de inercia térmica (masa y peso de la construcción) debe ser según la región climática con cierta ponderación. Con esta ponderación se ha hecho un paralelo para la zonificación climática aprobada por el MCVS (2009):

RECOMENDACIÓN A NIVEL DE INERCIA TÉRMICA PARA DISTINTAS REGIONES DEL PAÍS (Tabla 21)				
Nº DE ZONAS	ZONIFICACION CLIMATICA MCVS (2009)	Clasificación climática (Wieser, 2011)	Leyenda	
1	Desértico Marino	Litoral Tropical	1	Recomendable
2		Litoral Sub Tropical	2	Imprescindible
3	Desértico	Desértico	2	Imprescindible
4	Interandino Bajo	Continental Templado	2	Imprescindible
5	Mesoandino	Continental Frío	2	Imprescindible
6	Altoandino	Continental Muy Frío	2	Imprescindible
7	Nevado			
8	Ceja de Montaña	Selva Tropical Alta	1	Recomendable
9	Subtropical Húmedo	Selva Tropical Baja	-2	Peligroso
10	Tropical Húmedo			

Basado de: Plano de Zonas Bioclimáticas aprobado por el MCVS (2009) en paralelo con la zonificación propuesta de WIESER, M. (2011). *Consideraciones Bioclimáticas en Diseño Arquitectónico: El Caso Peruano*. Lima. PUCP. Pág. 55.

En la costa, habiéndose observado procesos de urbanización en los cuales se ha tratado de maximizar el ahorro de materiales para reducir costos, se ha llegado a una eficiencia

nociva al punto de reducir inercia en la edificación, lo cual la hace inconfortable en verano e invierno, debiendo recurrir a sistemas artificiales para aliviar el confort térmico. En la sierra, habiéndose observado procesos de frío extremo e imitación de la arquitectura de la costa se puede decir que hay un déficit de inercia, por lo que la sugerencia sería incrementar el volumen de materiales sobre todo en el casco portante y envolvente de la edificación. En la selva, teniendo en cuenta que existe una necesidad de ventilación considerable es donde la masa del edificio puede ser reducida al máximo teniendo en cuenta el uso de materiales livianos y muy perforados. Esto se puede resumir en el siguiente cuadro:

PROPUESTA DE PORCENTAJES DE VOLUMEN DE MATERIAL A REDUCIR EN EDIFICACIONES NUEVAS DE ACUERDO A CADA GRUPO DE REGIONES.			
Nº DE ZONAS	ZONIFICACION CLIMATICA MVCS (2009)	Zonas Climáticas Resultantes para el presente informe	Recomendación de reducción (el signo menos significa reducir, el signo más significa aumentar)
1	Desértico Marino	1	-1%
2			
3	Desértico	2	-1%
4	Interandino Bajo	3	+2%
5	Mesoandino		
6	Altoandino		
7	Nevado		
8	Ceja de Montaña	4	-1%
9	Subtropical Húmedo		-2%
10	Tropical Húmedo		

Elaboración: Richard Valdivia, Foro Ciudades para la Vida (Tabla 22)

Para el presente estudio no se dan cifras sobre indicadores de reciclaje o reuso de materiales pues dichos aspectos es variable de acuerdo a cada proyecto y cada caso. Certificaciones como BREEAM³⁹ indican que este criterio se puede lograr con medidas como:

- Usando guías de materiales de clasificación 'A'
- Reduciendo el Material a usar:
 - Reusando de estructuras/fachadas.
 - Usando materiales reciclados
- Reduciendo el impacto del material
 - Usando madera o materiales naturales
- Usando elementos clave del edificio.

Es necesario aclarar que la tendencia internacional trata de lograr este parámetro y sus indicadores mediante el uso de guías y declaración de materiales existentes, con la comprensión del concepto de Análisis de Ciclo de Vida de los materiales, y con

³⁹ http://www.breeam.org/page_1col.jsp?id=48

investigaciones sobre procesos de diseño modular que tomen en cuenta el tipo de materiales a usar y en diversos tipos de clima.

A continuación se plantea una tabla de opciones de indicadores conocidos internacionalmente y que son motivo de investigaciones a profundidad para cada para cada localidad y cada tipología de proyecto quedando su desarrollo a futuras investigaciones especializadas.

TABLA DE OPCIONES DE INDICADORES INTERNACIONALES – MATERIALES (Tabla 23)

Opciones de Indicadores de Materiales						
Selección	Naturales	Renovable		% de volumen o peso de material renovable a utilizar en la construcción		
		No Renovable		% de volumen o peso de material no renovable a utilizar en la construcción		
	Industriales			% de volumen o peso de material proveniente de la industrialización.		
Extracción y Fabricación ACV “Cradle to Gate”	Entradas	Impacto en Ecosistemas	Recursos	(*) Elaboración de ACV para materiales de mayor impacto ambiental (si o no)		
			Flora	(**) Cotejo con listados de Declaración de Materiales (si o no)		
			Fauna	m ³ ó m ² de material etiquetado o certificado		
		Impacto en la Salud	Enfermedades	40	El Energía Incorporada MJ/Kg	
			Emisiones	CO2	CI Carbono Incorporado KgCO2/kg	
				CO	CO2 equivalente KgCO2 e/kg	
		SO2				
		Residuos	NO			
			Contaminantes			
			Sólidos			
		Salidas	Impacto en Ecosistemas	Recursos		
				Flora		
	Fauna					
	Impacto en la Salud		Enfermedades			
			Emisiones	CO2		
				CO		
	SO2					
	Residuos		NO			
			Contaminantes			
			Sólidos			
	Residuos		Líquidos			
	Traslado	Materiales cercanos a la obra		Desde fuente de extracción	Km recorridos desde la fuente de extracción	
			Desde fábrica	KgCO2/km recorrido desde la fuente de extracción		
Construcción	Consumo mínimo de material			Km recorridos desde la fábrica		
	Uso eficiente de materiales			KgCO2/km recorrido desde la fábrica		
	Proceso de Construcción LEAN			m ³ ó m ² de material usado por área útil.		
	Uso de materiales certificados			m ³ ó m ² de residuos		
t e n	Durabilidad del edificio			Si o no (para grandes conjuntos residenciales o grandes obras)		
				m ³ ó m ² de material etiquetado o certificado		
				Años de vida útil proyectada		

⁴⁰ HAMON, Geoff & JONES, Craig. Inventory of Carbon & Energy (ICE). Sustainable Energy Research Team (SERT) Department of Mechanical Engineering, University of Bath, UK. 2008. Disponible en: www.bath.ac.uk/mech-en/sert/embodied/

Reciclabilidad /Reuso	Adaptabilidad del edificio			Emisiones durante su vida útil
				Modulación estructural y posibilidad de modificaciones o ampliaciones
				Altura de entre pisos (que permite flexibilidad y cambio de usos en el tiempo)
	Desmontaje de materiales			m ³ ó m ² de material desmontable
	Reutilización de materiales			m ³ ó m ² de material reutilizado
	Reciclaje de materiales			m ³ ó m ² de material reciclado
	Desmontaje del edificio			m ² construido desmontable
Reuso de edificios			m ² construido reusado	
Reciclaje de edificios			m ² construido reciclado	

- * Los ACV (Análisis de Ciclo de Vida) son análisis específicos, por lo que no se pueden mencionar valores para indicadores. Una forma de integrar dicho concepto como indicador es la solicitud de dicho estudio para la selección de los materiales de mayor impacto a usar en el proceso constructivo.
- ** Las Declaraciones de Materiales son guías que dan a conocer los aspectos negativos de cada material específico, así como las consecuencias en diversos aspectos, por lo que no se pueden mencionar valores para indicadores. Una forma de integrarlos como indicador es la solicitud de cotejar dichas guías para la selección de los materiales a usar que puedan considerarse de mayor impacto ambiental.

4.4.2 Indicadores de Residuos de Construcción y Demolición - RCD

La medición de residuos de construcción implica dos aspectos: la cantidad de material demolido y reciclado, y la calidad de la recolección, tratamiento y disposición final. Existe un *Reglamento para la Gestión y Manejo de los Residuos de las Actividades de Construcción y Demolición*⁴¹, en el que se regulan los procesos que se deben seguir para el tratamiento de los residuos de la construcción. Se reconocen como técnicas el reciclaje y reutilización de dichos residuos. En el siguiente cuadro se plantean algunos escenarios extraídos de documentos encontrados para darse una idea para establecer valores de reducción de RCD.

⁴¹ Arq. Marissa Andrade Gambarini. MCVS. 2013. Exposición sobre REGLAMENTO PARA LA GESTIÓN Y MANEJO DE LOS RESIDUOS DE LAS ACTIVIDADES DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN.

COMPARACIÓN DE ESCENARIOS PLANTEADOS A NIVEL DE RCD (Tabla 24)			
	Escenario Pasivo (BAU)	Escenario de Transición (E1)	Escenario de Transformación (E2)
Directive on the Landfill of Waste (1999/31/EC). Unión Europea. Válido para residuos de la construcción	Reducción al 75% (1995)	Reducción al 50% (2013)	Reducción al 35% (2020)
Plan Nacional de Acción Ambiental (MINAM 2011) Válido para todos los residuos en general	El 30% de residuos sólidos reutilizables son reciclados(2012)	El 60% de los residuos sólidos reutilizables son reciclados(2017)	-El 100% de los residuos sólidos reutilizables son reciclados (2021)

El servicio de recojo y disposición de residuos sólidos provenientes de las actividades de construcción y/o demolición de inmuebles y vías es ejecutado por algunas Municipalidades. Para ello han establecido documentos de ámbito local que les facilite el desarrollo de la actividad: Municipalidad de Lima, Santiago de Surco y Comas.

El establecimiento de indicadores de gestión permite medir y calcular la generación, tratamiento y disposición final en escombreras de los residuos de construcción y demolición. Para ello se establecerán indicadores como:

- M^3 de RCD por m^2 de construcción
- M^3 de RCD por valor de la obra medida en números de UIT
- Generación per cápita de residuos de construcción (M^3 RCD/Hab/Año)
- M^3 de residuos de construcción reciclados por año
- M^3 de residuos de construcción dispuestos finalmente en escombreras por año
- Nº de escombreras informales tratadas
- Nº de licencias de construcción otorgadas cada año
- Porcentaje de licencias de construcción otorgadas respecto al total de construcciones realizadas en la jurisdicción.
- Nº de escombreras formales operativas en la jurisdicción
- Nº de plantas de tratamiento de residuos de construcción operativas en la jurisdicción

De acuerdo a estadísticas de CAPECO, entre 1995-2004 Lima Metropolitana concentró el 68% del área total construida en el país, en consecuencia deducimos que también generó el 68% de los residuos de construcción y demolición.

Años	Área Construida Estimada Lima Metropolitana Miles de m ²	Área Construida estimado Perú Miles de m ²	% de Área Construida Lima/Perú
1984	4,658.0	910.2	51.2%
1985	3,494.0	604.3	57.8%
1986	13,175.0	2,740.2	48.1%
1987	6,619.0	1,342.1	49.3%
1988	1,086.6	2,063.0	53%
1989	545.0	964.8	56%
1990	1,175.7	2,019.8	58%
1991	966.4	1,528.7	63%
1992	1,241.4	2,242.7	55%
1993	981.1	1,459.5	67%
1994	1,536.5	2,449.3	63%
1995	1,558.5	2,469.4	63%
1996	1,419.0	2,309.1	61%
1997	1,516.2	2,073.5	73%
1998	1,348.2	1,811.1	74%
1999	1,225.7	1,646.4	74%
2000	981.9	1,413.7	69%
2001	722.8	1,027.8	70%
2002	842.8	1,198.5	70%
2003	1,642.6	2,147.2	76%
2004	1,665.4	3,235.7	51%

Fuente Cámara Peruana de la Construcción – CAPECO (Tabla 25)

Por otro lado, el volumen de residuos de construcción y demolición generado en un año es superior al de basura urbana. Se estima, por ejemplo, que en Chile el volumen de residuos de construcción y demolición (RCD) es aproximadamente de 236 kg/hab./año y en Brasil es de 450 kg/hab./año. Sobre esta base, podemos estimar que en Perú la producción per cápita de RCD es cercana a los 200 Kg/hab./año, equivalentes a 5´443,158 toneladas (dato estimado).

A modo de ilustración, presentamos información recopilada por el FCPV sobre volumen y disposición de residuos de construcción en algunas provincias del país.

GENERACIÓN DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN EN PROVINCIAS DEL PERÚ 2005, 2006 Y 2007 (Tabla 26)			
Provincia	Volumen generado	Lugares depositados	Situación
Jaén	4 TM/día	Sector Fila Alta, a una distancia de 7 Km. Ribera de la quebrada Amojú parte baja, carretera Jaén-Chiclayo, en solares abandonados, etc.	No se planifica el manejo de escombros
Hualgayoc Bambamarca	3 m ³ / día	En riberas de los ríos Llaucano y Maygasbamba, laderas de los cerros	No se planifica el manejo de escombros
Mariscal Nieto		Son arrojados en las quebradas, torrenteras, y otros son esparcidos en riberas del río	No se manejan, pero poseen ordenanzas sobre infracciones del mal manejo
Callao	Volumen muy variable (ver tabla N°2)	En barrancos, cauces de los ríos y espacios como la Playa Oquendo.	
Huaylas	No se registran.	En vertederos (ver tabla N° 3)	No se manejan

Elaboración: Foro Ciudades para la Vida. 2007. Con información proporcionada por Municipalidades provinciales

A continuación se plantea una tabla de opciones de indicadores conocidos internacionalmente y que son motivo de investigaciones a profundidad para cada para cada localidad y cada tipología de proyecto quedando su desarrollo a futuras investigaciones especializadas.

Opciones de Indicadores de Residuos de Construcción (Tabla 27)			
Residuos Sólidos	Construcción y Demolición	Residuos de Construcción y Demolición ⁴²	Generación de residuo de construcción y demolición (toneladas/área construida)
			Extracción doméstica de materiales de construcción por área de nueva construcción (ED/PA)
			Residuos de Construcción y Demolición generados por área de nueva construcción (RCDG/PA)
			Indicador combinado de ED y RCDG por área de nueva construcción (ED+RCDG/PA)
		Minimización y recuperación de los residuos generados en la construcción y demolición ⁴³	- Reciclaje o reutilización de un 60 % de los residuos generados en la construcción y demolición (RCD) - Separación en origen del 100 % de los residuos peligrosos contenidos en RCD.
		Uso de materiales reutilizables, reciclados y renovables en obras	Entre un 25-30 % de materiales reciclados deben utilizarse en las obras.
		Separación de Residuos de Construcción	m ² de área de obra destinada para separación
		Gestión de Residuos separados	Contrato de servicios con compañías de reciclaje o disposición: no – si -> características
		Separación de residuo de demolición	m ² de área de obra destinada para separación m ³ o toneladas generadas de demolición
		Gestión del residuo de demolición	Contrato de servicios con compañías para disposición: no – si -> características
Uso	Separación de residuos inorgánicos	m ² de área destinada para separación en origen en la unidad de vivienda o conjuntos residenciales m ³ o litros disponibles de almacenamiento por tipo de residuo (papel, vidrio, etc.) # de tachos disponibles para separación en origen por	

⁴²(WATSON, David; MILIOS, Leonidas; BAKAS, Ioannis; HERCZEG, Márton; KJAER, Birgitte (CRI); TOJO, Naoko (IIEEE), 2013)

⁴³AGENCIA DE ECOLOGIA URBANA DE BARCELONA. Plan Especial de Indicadores de Sostenibilidad Ambiental de la Actividad Urbanística de Sevilla. 2006

	vivienda
Separación de residuos orgánicos	m ² de área destinada para separación en origen
	m ³ ó litros disponibles de almacenamiento
	# de tachos disponibles para separación en origen por vivienda
Gestión de la basura seleccionada	Contrato de servicios con compañías de reciclaje: no – si -> características
	Disponibilidad de tachos adecuados: no – si -> características
Separación de residuos inorgánicos ⁴⁴ GL=Gobiernos Locales	% de residuos sólidos reaprovechados.
	% de GL priorizados con programas de reciclaje.
	Tasa de reciclaje en los GL priorizados.
	Tasa de reaprovechamiento de residuos sólidos del ámbito municipal en los GL priorizados.
Tratamiento y disposición final de los residuos sólidos del ámbito municipal.	%de residuos sólidos no reutilizables del ámbito municipal tratados y dispuestos adecuadamente.
	% de residuos sólidos del ámbito municipal reciclados.
Minimización de los sistemas de recogida de los residuos sólidos urbanos en el espacio público y proximidad del usuario al sistema de recogida. ⁴⁵	- m de Proximidad del usuario al sistema de recogida. Los puntos de acopio de los flujos selectivos no deberán ser más lejanos que los de la fracción resto (no superiores a los 100 metros).
	- m2 de Reservas de espacio en las viviendas y los locales comerciales para el almacenaje de residuos hasta su disposición.
	- Separación de los circuitos de recogida selectiva de residuos de actividades económicas. no – si -> características
	- Cumplir los requerimientos especificados en el urbanismo de los tres niveles (subsuelo, superficie, altura) para el sistema de recogida neumática. no – si -> características
	- Cumplir los requerimientos especificados en el urbanismo de los tres niveles (subsuelo, superficie, altura) para el sistema de recogida puerta a puerta. no – si -> características
	- Cumplir los requerimientos especificados en el urbanismo de los tres niveles (subsuelo, superficie, altura) para el sistema de recogida de contenedores en superficie. no – si -> características
	- Cumplir los requerimientos especificados en el urbanismo de los tres niveles (subsuelo, superficie, altura) para el sistema de recogida de contenedores escondidos. no – si -> características
	- Incluir un plan de gestión de los residuos generados en la construcción y demolición: no – si -> características
Reserva de espacios para los procesos de autocompostaje y huertos urbanos	- Habilitar espacios en las azoteas de los edificios y zonas verdes para el compostaje doméstico o comunitario. no – si -> características
	- La actividad de auto compostaje se puede complementar con la promoción de huertos urbanos en parcelas con una superficie mínima de 30 m ² .
Instalación de Puntos Limpios	Instalación de puntos limpios para la recogida de fracciones reutilizables, reciclables o peligrosas, no recogidas mediante el resto de sistemas de recogida ordinarios, a una distancia máxima de la población equivalente a 10 minutos andando.
Manipuleo ⁴⁶	% de material recuperable colectado.
	Total de desecho recolectado comparado con el desecho generado (%)
Participación Social	% Viviendas que separan desechos (de un número total de

⁴⁴(MINAM, 2011)

⁴⁵AGENCIA DE ECOLOGIA URBANA DE BARCELONA. Plan Especial de Indicadores de Sostenibilidad Ambiental de la Actividad Urbanística de Sevilla. 2006

⁴⁶(ARMIJO, Carolina; PUMA, Adriana; OJEDA, Sara,; 2011)

		Recuperación y Tratamiento	viviendas)
			% de población dispuesta a participar en la separación de desechos
			% de comentarios a favor del reciclaje
			% de desecho reciclable recuperado
			Total de toneladas recuperadas comparada con el total generado (%)

4.4.3 Indicadores de Calidad Ambiental Exterior

En el país, como en otras partes del mundo, se promueve el concepto de Ciudades para la Vida como una expresión del desarrollo sostenible que ofrece una adecuada calidad de vida a sus habitantes mediante oportunidades para una vida sana, segura, productiva y solidaria en armonía con la naturaleza y el entorno rural, las tradiciones culturales y los valores espirituales. Todos los habitantes de una ciudad deben tener garantizado el derecho al uso y goce de la ciudad y de la vivienda, entendiendo a éstos como el derecho a:

- Un lugar adecuado para vivir en condiciones que favorezcan la integración plena a la vida urbana.
- Acceder a los equipamientos sociales, a las infraestructuras y a los servicios.
- Desarrollar apropiadamente las actividades sociales y económicas.
- Usufructuar de un hábitat culturalmente rico y diversificado que protege su patrimonio histórico.
- Acceder a un ambiente sano así como a paisajes y ecosistemas naturales.

El indicador más usado en este parámetro es el m²/hab de área verde o natural por habitante. Según varias fuentes, la Organización Mundial de la Salud (OMS) en su preocupación por la salud ambiental ha intervenido en el tema y ha establecido que es necesario que cada ciudad tenga 8 m² de área verde por habitante como proporción mínima. Pero como superficie óptima ha establecido entre 10 y 15 m² por habitante. Otras fuentes en el Perú indican que estudios más recientes de la Defensoría del Pueblo, del INAPMAS entre otros sobre el tema señalan que la proporción de áreas verdes por habitante en Lima está muy por debajo de los de 8 m² por habitante. Desde entonces, el boom inmobiliario solo estaría empeorando la situación.⁴⁷ Finalmente se ha encontrado que los estándares internacionales establecen de 8 a 15 metros para considerar como

⁴⁷ <http://publimetro.pe/actualidad/noticia-menos-3-m2-areas-verdes-habitante-1736>. Viernes 04 de noviembre del 2011, 08:48

saludable una urbe⁴⁸. Sobre el particular se presenta el siguiente cuadro que marca algunas cifras referenciales de este indicador en algunas ciudades del mundo.



Fuente: <http://imaginacolima.blogspot.com/2011/03/cuantos-metros-cuadrados-de-area-verde.html>, MARCELINO VÁZQUEZ, marcelino.vazquez@ipco.gob.mx. Gráfico elaborado para la ciudad de Colima (México). El gráfico muestra la Información sobre población esta referenciada al Censo de Población y Vivienda 2005 del INEGI a nivel de manzanas, puesto que aun no se ha publicado la información a nivel AGEB del Censo elaborado en el 2010. (Gráfico 15)

Sin embargo, el Reglamento de Acondicionamiento Territorial y Desarrollo Urbano – RATyDU (DS 004-2011 VIVIENDA) y el Reglamento Nacional de Edificaciones - RNE (DS N° 011-2006-VIVIENDA) establecen porcentajes de áreas verdes y recreación hasta por debajo del 1 metro cuadrado por habitante en habilitaciones de alta densidad, contraviniendo las recomendaciones de la Organización Mundial de la Salud - OMS de al menos 10 metros cuadrados de área verde por habitante, de los cuales 8 m² deberían ser aportes incluidos en el área de la propia habilitación urbana y 2 m² en parques metropolitanos.

CALCULO DE ÁREAS VERDES SEGÚN RNE Y RAT Y DU Y OMS						
RATyDU vigente	TIPO DE DENSIDADES	RDB	RDM	RDM	RDA*	RDA
	DENSIDAD NETA (número de personas)	110	330	330	1,200	1,200
	APLICADO A UNA HECTAREA (en m2)	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000
RNE vigente	% VERDE SEGÚN RNE	8	8	8	8	15
	Equivalente en M2 por Hectárea	1,000	1,000	900	800	1,700
	M2/habitante área verde RESULTANTES (por DENSIDAD, RNE y ORD. MML 1016)	9.09	2.73	2.42	0.83	1.42
OMS	M2/Hab recomendados por OMS	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00

⁴⁸ <http://www.andina.com.pe/espanol/Noticia.aspx?id=WpnRP8t209M=#.U3P23U1OWN0> Visto el 14 de enero del 2014, 08:48

	Área total m2 de Verde requerida	880	2,640	2,640	9,600	9,600
--	---	-----	-------	-------	--------------	--------------

Fuente: Arq. José Rodríguez y Liliana Miranda. Artículo: ¿Viviendas y Barrios Sostenibles en el contexto del cambio climático? Artículo en edición no publicado. En base a Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE), Reglamento de Acondicionamiento Territorial y Desarrollo Urbano (RATyDU) vigentes al 2013 (Vivienda) y OMS. Elaboración propia (* Habilitación Tipo 5 con construcción simultánea).

Se sabe de la necesidad de la integración del Área Natural en las ciudades. La calidad ambiental de una ciudad implica la toma en cuenta de la cantidad y calidad del área natural, así como su integración en los espacios públicos y privados. Desde tiempos del higienismo se ha remarcado su aporte psicológico, a la mejora de la calidad del aire y el carácter recreativo, y cada vez más se acepta los beneficios en reducción del stress, mejora del confort, reducción de los efectos de las islas de temperatura (calor o frío) además de mejorar el valor de venta o renta de los inmuebles. El comprender el aspecto natural para cada localidad implica incorporar las condiciones del paisaje natural y construido, las condiciones físicas del territorio, así como explorar en más detalle su aporte a la mitigación y la adaptación al cambio climático.

En un contexto de cambio climático su aporte al nivel de adaptación (amortiguador de olas de calor, filtración de lluvias extremas, generación de sombra, etc.) así como a nivel de mitigación (captura de CO₂, equilibrio térmico, uso de jardines biofiltro para tratamiento y reciclaje de aguas grises, etc.) indica que su importancia se ve redoblada. La re-naturalización de la condición humana en la ciudad se convierte en una necesidad creciente frente al crecimiento urbano en todas partes del mundo y los efectos del cambio climático, ya que ambos retarán a la calidad de vida en las ciudades.

4.4.3.1 El Coeficiente de Área Natural (CAN) o Factor de Área para Biotopo (FAB)

Una solución propuesta en Berlín por el Departamento del Senado para el Desarrollo Urbano (Senatsverwaltung Für Stadtentwicklung) de Alemania permite introducir un nuevo criterio de parámetro urbanístico, lo que podría llamarse en Perú el Coeficiente de Área Natural (CAN) o Factor de Área para Biotopo (FAB). Desde 1990 se viene implementando este coeficiente en Berlín, debido a que los terrenos de las ciudades que experimentan un alto grado de uso se ven seriamente limitadas en su funcionamiento para el ecosistema como:

- Alto grado de impermeabilización
- Reducción del nivel del agua subterránea
- Rápida evacuación del agua de lluvia vía suelo o pavimentos permeables o a lugares de precipitación considerable hacia lugares de drenaje y/o desagüe.
- Reducción de hábitats para animales y vegetales debido a la poca disponibilidad de área natural
- Falta de humedad

Se trata de un factor de área para Biotopo: FAB, o en inglés BAF (*Biotope area factor*), similar a los parámetros urbanos y expresa la porción de área en un terreno que sirve como ubicación para plantas (árboles, arbustos o plantas bajas) o que asume otra función para el ecosistema (ej: pozas, suelo rocoso, arena, etc.). El FAB contribuye a estandarizar y poner en términos concretos los siguientes objetivos:

- Salvaguarda y mejora de microclimas y la higiene atmosférica
- Salvaguarda y desarrollo de la función del suelo y el balance hídrico
- Creación y realce de la calidad del hábitat para biodiversidad (plantas y animales)
- Mejoramiento de la calidad del ambiente residencial

Este puede ser establecido como obligatorio en proyectos de habilitación urbana, planes y diseño urbano para zonas seleccionadas y de similar estructura en la ciudad. El FAB implica formas urbanas de uso – residencial, comercial y de infraestructura – y formula un estándar ecológico mínimo para cambios de estructuras, de uso de suelo y nuevos desarrollos inmobiliarios. Incluye todas las áreas potencialmente a ‘naturalizar’, tales como: patios, techos, balcones y muros exteriores. Es aplicable a varios tipos de desarrollos y usos de estructuras. Como se muestra en el siguiente cuadro, el FAB para nuevas estructuras se ubica entre .30 y .90 como se puede observar en el cuadro adjunto.

Metas para el Factor de Area de Biotopo (FAB) Berlín (Tabla 29)		
Modificaciones / Ampliaciones / Sitios de Construcción Se crea espacio adicional residencial o aumento del grado de cobertura (GC) o Factor de Edificación del 1er nivel respecto al suelo		Nuevas Estructuras
GC	FAB	
Unidades residenciales (con uso residencial solamente y mixto pero no uso comercial para espacios abiertos)		
Hasta 0.37	0.60	0.60
De 0.38 a 0.49	0.45	
Por encima de 0.50	0.30	
Uso comercial (solo uso comercial y mixto y uso comerciales para espacios abiertos)		
	0.30	0.30
Uso habitual en áreas claves empresas comerciales, centros de negocios y administración y para uso general		
	0.30	0.30
Servicios Públicos (Para objetivos públicos y culturales)		
Hasta 0.37	0.60	0.60
De 0.38 hasta 0.49	0.45	
Por encima de 0.50	0.30	
Colegios (colegios de educación General ,Centros vocacionales, Complejos educativos facilidades deportivas		
	0.30	0.30
Escuela de enfermería y centro de salud de día		
Hasta 0.37	0.60	0.60
De 0.38 hasta 0.49	0.45	
Por encima de 0.50	0.30	
Infraestructura Técnica		
	0.30	0.30

Fuente: Senate Department for Urban Development and the Environment. Württembergische Straße 6, 10707 Berlin.

http://www.stadtentwicklung.berlin.de/umwelt/landschaftsplanung/bff/index_en.shtml

Calculando el FAB

El FAB expresa el ratio del área de la superficie ecológica efectiva al total del área del terreno

$$\text{FAB} = \frac{\text{Ecológicamente efectiva Área de superficie Verde y Natural}}{\text{Área total del lote}}$$

En este cálculo, las partes individuales de un terreno son ponderadas de acuerdo a su 'valor ecológico'.

**PONDERACION DE TIPOS DE SUPERFICIES NATURALES Y SU EMPLEO
PARA EL CÁLCULO DEL FAB (Tabla 30)**

Tipos de superficies y factores de ponderación		Ejemplo de Cálculo
Superficies impermeables	0.0	En un terreno de 479 m² se tienen los siguientes tipos de superficies: 21m^2 superficie de concreto $\times 0.0 = 0.00\text{ m}^2$ 79m^2 área cubierta de vegetación $\times 1.0 = 79.0\text{ m}^2$ 100m^2 pavimento de mosaico $\times 0.3 = 30.0\text{ m}^2$ 10m^2 muros cubiertos de verde $\times 0.5 = 5.0\text{ m}^2$ 41m^2 techo verde $\times 0.7 = 29.0\text{ m}^2$ Total = 143m^2 FAB= 143 / 479 = 0.2985
Parcialmente impermeabilizadas	0.3	
Superficies semi-naturales	0.5	
Superficie vegetal baja (plantas de suelo), desconectada del suelo	0.5	
Superficie vegetal mediana (plantas de suelo, arbustos), desconectada del suelo	0.7	
Superficie vegetal grande (plantas de suelo, arbustos y árboles), conectada al suelo	1.0	
Infiltración de agua de lluvia por m2 de área de techo	0.2	
Jardín vertical	0.5	
Techo verde	0.7	

Fuente: Senate Department for Urban Development and the Environment. Württembergische Straße 6, 10707 Berlin.

http://www.stadtentwicklung.berlin.de/umwelt/landschaftsplanung/bff/index_en.shtml

Aspectos Legales:

En ciudades como Berlín, u otras ciudades el FAB puede ser establecido inicialmente en planes de paisaje y protección de la naturaleza como un parámetro de planificación ambiental, lo que en el Perú sería incluido en los **parámetros urbanísticos y para las nuevas habilitaciones urbanas**. Sin embargo, puede ser usado en todos los proyectos y áreas ya desarrolladas como una guía para medidas ambientales. También puede ser implementado en las ciudades del Perú dentro de los **parámetros urbanísticos edificatorios** en los cambios de zonificación y como parte de las exigencias al momento de formular un proyecto y para cada licencia de construcción. Establecer el FAB como un requisito en los permisos de construcción en el caso de Berlín ya ha demostrado muy buenos resultados para incrementar el verde urbano que en particular en las ciudades de la costa peruana es muy escaso.

El FAB demuestra que a pesar de un alto grado de construcción en un lugar (por ejemplo: centros urbanos, áreas densificadas y tugurizadas, etc.), la superficie de área natural puede ser repuesta y aumentada con parámetros apropiados y estudiados para cada lugar contribuyendo tanto al paisaje, la recuperación de la biodiversidad, como también a la calidad ambiental de las ciudades. Para el caso de Lima y las ciudades de la costa peruana, una ciudad con carencia de lluvias y vegetación debido a la ausencia de políticas ni inversión para esto, se sugiere evaluar el establecimiento de este coeficiente

como requisito en los proyectos de arquitectura, habilitaciones urbanas y cambios de uso y zonificación.

Como se ha visto, la demanda de aporte de área natural mínima por persona en una ciudad es de 10m²/hab, de los cuales 2 de estos son para las áreas verdes metropolitanas o de la ciudad y 8 m² para ser incorporados como aporte en cada nueva habilitación urbana. Se requiere aún precisar adicionalmente el porcentaje de participación de los lotes (área libre) y de las edificaciones existentes como aporte de área natural adicional dentro del barrio o habilitación urbana ya existente. El FAB podría también ser incorporado en sistemas voluntarios de certificación en calidad de experimentación para cubrir este vacío.

Habilitaciones y Barrios Existentes:

Para el caso de las zonas urbanas, habilitaciones o barrios ya existentes, con déficit de áreas verdes y naturales, las edificaciones y viviendas pueden contribuir con áreas para ser tomadas en cuenta como **aporte compensatorio de área natural o verde** gracias a la aplicación ponderada del coeficiente FAB a incluirse en los parámetros edificatorios, así como a la solicitud de cambios de uso que impliquen aumento de densidad poblacional, ya que, como se ha visto anteriormente, los aportes actuales para área natural o área verde, y la no existencia del requisito de incrementar espacios públicos, verdes o equipamiento ante los sucesivos aumentos de densidad, viene generando un déficit alarmante en las ciudades, lo que es un tema que la normativa del sector todavía aún tiene pendiente de resolver.

Nuevas Habilitaciones:

Para el caso de las habilitaciones nuevas el coeficiente FAB puede ser aplicado como **aporte adicional compensatorio** (al barrio o a la ciudad), y teniendo en cuenta que la normativa actual sea corregida y a la nueva habilitación **si** le correspondería aportar como mínimo 8m²/hab de área natural.

En el siguiente cuadro se aprecia el grado de aporte de área natural y el déficit de un proyecto típico, con el mayor FAB posible que se ha logrado dentro de las condiciones de la reglamentación actual. Asimismo se aprecia lo sugerido para las nuevas habilitaciones urbanas. La propuesta se basa en que para el caso de las nuevas habilitaciones las viviendas unifamiliares tengan un aporte mayor al mínimo de 8, pues se requiere subir o compensar el aporte (deficitario) tanto del área metropolitana o barrios existentes desde la nueva habilitación. Para el caso de las habilitaciones urbanas o en

conjuntos residenciales o multifamiliares se requiere también elevar el aporte para el área metropolitana y también el aporte de la habilitación. Se adjunta un cuadro con una primera propuesta de cómo se podría aplicar.

APORTE Y DÉFICIT DE ÁREAS NATURALES EN HABILITACIONES URBANAS Y DENTRO DEL LOTE					
Aporte propuesto de Área Natural	Habilitaciones Urbanas Existentes Multifamiliar	Propuesta para Nuevas Habilitaciones Urbanas			
		Uni y Bifamiliar		Multifamiliar	
Escenarios	BAU	Transición	Transformación	Transición	Transformación
Aporte a las Áreas Metropolitanas	2.00m ² /hab	2.00m ² /hab	2.00m ² /hab	2.00m ² /hab	2.00m ² /hab
Aporte de la Habilitación	0.79m ² /hab ⁴⁹	2.50m ² /hab	8.00m ² /hab	5.00m ² /hab	8.00m ² /hab
Total	2.79m²/hab	4.50m²/hab	10.00m²/hab	5.00m²/hab	10.00m²/hab
Déficit	-7.21m²/hab	-5.50m²/hab	-----	-3.00m²/hab	-----
Área libre y natural dentro del Lote (compensatoria)	0.49m ² /hab ⁵⁰	1.50m ² /hab	2.00m ² /hab	2.50m ² /hab	7.00 m ² /hab

Elaboración: R. Valdivia y L. Miranda. Foro Ciudades para la Vida (Tabla 31)

Como lograr dichas metas:

- A nivel metropolitano: Garantizando que se respeten los aportes y reservas de áreas para parques zonales mínimos recomendables de 2 m² por persona según los estándares internacionales, incluyendo el requisito de ampliación del verde y/o incluyendo la aplicación del coeficiente de área natural a cada solicitud de cambio de uso que implique aumento de densidad y promoviendo la intangibilidad de áreas agrícolas y sensibles ecológicamente así como generando reservas naturales y paisajísticas con la finalidad de aumentar las zonas naturales frente la urbanización acelerada.

- A nivel de habilitaciones: Ampliando los aportes para áreas naturales, particularmente realizando este cálculo no en base a porcentajes respecto al área del terreno a habilitar sino en base al indicador de 8 m² de área natural o verde por persona, ampliando el espacio natural dentro de las bermas laterales y centrales, reduciendo el

⁴⁹ Arq. José Rodríguez y Liliana Miranda. Artículo: ¿Viviendas y Barrios Sostenibles en el contexto del cambio climático? Artículo en edición no publicado. En base a Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE), Reglamento de Acondicionamiento Territorial y Desarrollo Urbano (RATyDU) vigentes al 2013 (Vivienda) y OMS. Elaboración propia (* Habilidadación Tipo 5 con construcción simultánea).

⁵⁰ Datos reales proyecto Conjunto Residencial Kallpa, empresa Tarpuy S.A.C en Ca. Palas Atenea, Mz S, Lote 23. Urb. La Campiña, Chorrillos, licencia aprobada por Municipalidad de Chorrillos en 2014. Zonificación RDM de 8 pisos sin azotea. Arquitectura: Richard Valdivia Sisniegas. CAP 6600. Se intentó en el proyecto ofrecer la mayor cantidad de área natural posible dentro del conjunto residencial y aplicando la normativa actual. Área del terreno: 2574.40m², para 570 habitantes, Área natural: 326.72m² (distribuidos en 234.52m² con suelo natural y 92.20m² sin conexión a suelo natural). Cálculo ponderado FAB=281.62m²/570hab, FAB=0.1093.

espacio para los autos, (asociado a políticas para la movilidad sostenible hacia la mejora de un transporte público, uso de ciclovías y favoreciendo senderos peatonales con área natural integrada) y generando mixtura urbana.

- A nivel del lote: Uso del coeficiente FAB con áreas ponderadas según el tipo de vegetación. Reduciendo pavimentos impermeables, reduciendo áreas para estacionamiento (evitando estacionamientos subterráneos al 100% del tamaño del lote que impidan plantar árboles o el desarrollo de vegetación que requiera de área natural conectada con el suelo) y diseñando las áreas libres y retiros que permitan el desarrollo de la vegetación en base a colindancias con los lotes vecinos. Cabe remarcar que con la herramienta FAB puede considerarse también áreas naturales desconectadas del suelo como muros y techos.

A continuación se plantea una tabla de opciones de indicadores conocidos internacionalmente, cuyos valores específicos son motivo de investigaciones a profundidad quedando su desarrollo a futuras investigaciones especializadas. Para este parámetro se puede hacer la diferenciación de acuerdo a las zonas climáticas.

Tabla 32

Opciones de Indicadores para Calidad Ambiental Exterior				Zonas climática			
				1	2	3	4
Calidad Ambiental Exterior	INSERCIÓN EN PAISAJE	Área Natural o "Verde"	m2 de área natural sin sótano o construcción inferior	○	○	○	○
			m2 de área natural sin impermeabilización de suelo natural (*)			○	○
			# de árboles por persona	○	○	○	○
			# de árboles por m2 construido	○	○	○	○
			m2 de área de techo 'natural' ó 'verde'(**)			○	○
		Alineamiento y Perfil Urbanos	Alineamiento con vecinos no – si -> características	○	○	○	○
			Conservación del Perfil urbano no – si -> características	○	○	○	○
		Uso mixto en 1er piso y/o mezanine	m2 de comercio/ educación / servicios	○	○	○	○
			% de área comercial / educativa / servicio	○	○	○	○
		Espacio Público	m2 de espacio público a la calle	○	○	○	○
	Arboles	# árboles en retiro	○	○	○	○	
		# árboles en vereda	○	○	○	○	
		m2 de área natural en retiro	○	○	○	○	
	ESPACIO PÚBLICO	Prohibición de condominios cerrados ⁵¹	no – si -> características	○	○	○	○
		Dotación de árboles según la proyección vertical de sombra en suelo	% Porcentaje mínimo de horas útiles de confort al día (50%) considerando el espacio disponible y a partir de la dotación de árboles por metro cuadrado de espacio público. (***)	○	○		○

⁵¹AGENCIA DE ECOLOGIA URBANA DE BARCELONA. Plan Especial de Indicadores de Sostenibilidad Ambiental de la Actividad Urbanística de Sevilla. 2006.

	Potencial de habitabilidad térmica en espacios urbanos	% Porcentaje mínimo de horas útiles de confort al día (50%) en el espacio público. Garantizar al menos una franja de confort al día de al menos 3 hrs. consecutivas.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
	Disposición de postes sin contaminación lumínica	Nº de artefactos adecuados de lámparas, disposición e inclinación de luminarias y proyectores con el fin de proyectar con la máxima eficiencia energética y evitar la contaminación por reflexión de luz (luz intrusiva nocturna).	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
MIXTURA URBANA	Galerías de servicios	%/hás o m2 de incorporación de galerías de servicios en los planes de infraestructuras para la ordenación de las redes de servicios urbanos.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
	Diseño e introducción de las TIC en el mobiliario urbano	Nº de paneles informativos en el mobiliario urbano (paradas de autobús) a una distancia menor de 300 metros desde cualquier punto de la ciudad.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
	El reparto entre actividad y residencia	% Porcentaje mínimo (30%) de superficie de techo edificatorio para albergar personas jurídicas	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
	Superficie mínima de los locales	% Porcentaje mínimo (80%) de los locales situados en planta baja, deben sumar superficies comprendidas entre 50 y 200 m ² .	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
	La proporción de actividades de proximidad	% Porcentaje mínimo (10%) del total de personas jurídicas, de carácter cotidiano (actividades de proximidad)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
				<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
ARBOLES Y BIODIVERSIDAD	Acceso de los ciudadanos a espacios verdes	- Metros de distancia de acceso a un espacio verde mayor de 2.000 m ² a una distancia menor de 200 metros - Metros de distancia de acceso a un espacio verde mayor de 5.000 m ² a una distancia menor de 750 metros - Metros de distancia de acceso a un espacio verde mayor de 1 Ha. a una distancia menor de 2 Km. - Metros de distancia de acceso a un espacio verde mayor de 10 Ha. a una distancia menor de 4 Km.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
	Dotación de árboles en el espacio público	-Nº de árboles por m2 de superficie construida (un árbol cada 20 m ² de superficie construida). - Área mínima de verde urbano por habitante. (mínimo 10m ²) - Nº de árboles sobre vereda según tipología de calle (mínimo 200 árboles/Km. en doble alineación en calles de red básica; mínimo de 400 árboles/Km. en doble alineación o más, en calles de la red secundaria (interiores de supermanzana).	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
	Corredores verdes	% Porcentaje mínimo de trama vial: 5% de la trama estrictamente urbana debe ser corredor verde.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
	Una segunda capa de biodiversidad en altura: Cubierta Natural o Vegetal	% Porcentaje mínimo de la superficie total con cubierta Natural o Vegetal: 30%. (***)			<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
	Una segunda capa de biodiversidad en altura: enverdecimiento de fachadas	- Área en m2 de recubrimiento vegetal de fachadas, en caso de presentarse medianeras de dos o más plantas de	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

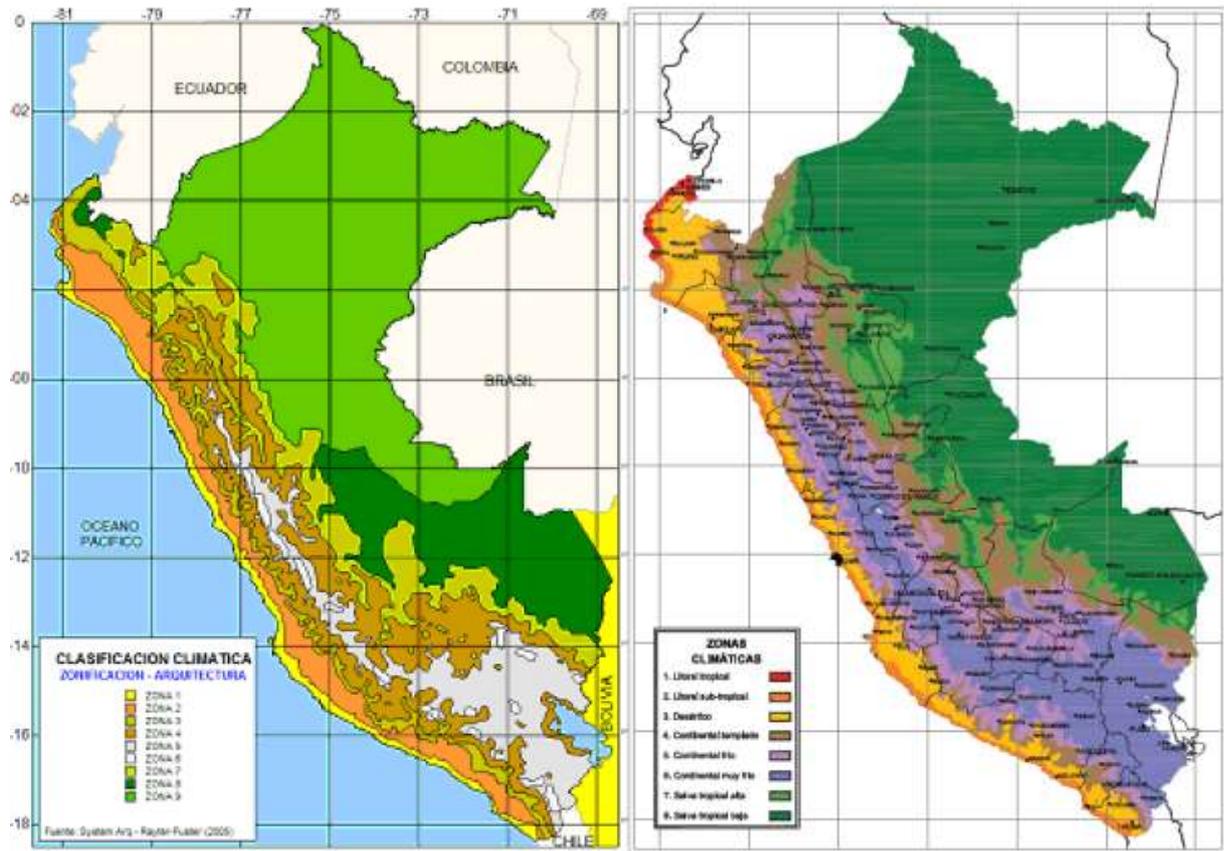
	y balcones	diferencia entre dos edificaciones adyacentes. - Área mínima en m2 de balcones que permita la existencia de jardineras (superficie mínima total de un metro cuadrado, que ocupen no más de un 50% de la superficie del balcón).				
	Reserva de espacio libre en interiores de manzana	% Porcentaje mínimo de la superficie interior de manzana para zonas libres de construcción, destinadas a jardín o patio comunal, de acceso libre para todos los ciudadanos y con suelo permeable: 30%	○	○	○	○
	Contaminación acústica	Niveles sonoro inferiores de 65 dbA para el 60% de la población.	○	○	○	○
		Niveles sonoros entre 65 y 70 dbA para el 15% de la población.				
		Niveles sonoros entre 70 y 75 dbA para el 25% restante de la población.				
		- Km de vías básicas con asfalto sonoreductor				

Notas:

- * Acerca de los m2 de área natural sin impermeabilización de suelo natural, es necesario reconocer que la disponibilidad de lluvia y del recurso agua en las zonas del litoral y de desierto es escasa por lo que el factor de impermeabilización de suelos no necesariamente es determinante.
- ** Sobre los m2 de área de techo 'natural' ó 'verde', es necesario reconocer que la disponibilidad de lluvia y del recurso agua en las zonas del litoral y de desierto es escasa, lo que conllevaría a un consumo mayor de agua; o en todo caso, dicho indicador debería estar sujeto al uso de agua proveniente del tratamiento de aguas grises, amarillas o negras, lo que encarecería a nivel económico dicha opción.
- *** Sobre el porcentaje mínimo de horas útiles de confort al día (50%) considerando el espacio disponible y a partir de la dotación de árboles por metro cuadrado de espacio público, para zonas andinas, donde el problema puede llegar a ser el frío y se requiere algo de ganancia solar para fachadas y espacios abiertos se deberá reducir o no tomar en cuenta la exigencia. De otro lado, en las zonas altoandinas por encima de 3000msnm las especies de árboles que puedan cubrir dichos requerimientos son escasas. El indicador es más adecuado para zonas donde se llegan a tener altas temperaturas.
- **** Sobre el % Porcentaje mínimo de la superficie total con cubierta Natural o Vegetal: 30%, es necesario reconocer que la disponibilidad de lluvia y del recurso agua en las zonas del litoral y de desierto es escasa, lo que conllevaría a un consumo mayor de agua; o en todo caso, dicho indicador debería estar sujeto al uso de agua proveniente del tratamiento de aguas grises, amarillas o negras, lo que encarecería a nivel económico dicha opción.

4.4.4 Indicadores de Calidad Ambiental Interior

Este grupo de indicadores está fuertemente asociado con la diversidad climática del país. Al respecto, todo tipo de acondicionamiento interno dependerá de la región climática donde se encuentre. Elaborar indicadores para cada uno de ellos es una tarea pendiente.



Clasificación de Climas para Diseño Arquitectónico

Zona 1	: Desértico Marino
Zona 2	: Desértico
Zona 3	: Interandino bajo
Zona 4	: Mesoandino
Zona 5	: Altoandino
Zona 6	: Nevado
Zona 7	: Ceja de Montaña
Zona 8	: Sub Tropical Húmedo
Zona 9	: Tropical Húmedo

Zonificación Climática para efectos de diseño Arquitectónico

Zona 1	: Litoral Tropical
Zona 2	: Litoral Sub-Tropical
Zona 3	: Desértico
Zona 4	: Continental Templado
Zona 5	: Continental Frío
Zona 6	: Continental Muy Frío
Zona 7	: Selva Tropical Alta
Zona 8	: Selva Tropical Baja

Clasificación de Climas para el Diseño Arquitectónico Rayter-Zuñiga-Fuster 2008.

Extrado de: MINEDU. 2008. *Guía de Aplicación Práctica de Arquitectura Bioclimática en Locales Educativos. Aprobado por el MCVS el 2009*

Zonificación Climática para efectos de Diseño Arquitectónico Wieser, Martín 2011

Extraído de: WIESER, M. (2011). *Consideraciones Bioclimáticas en Diseño Arquitectónico: El Caso Peruano.* Lima. PUCP.

Figura 20

Debido a cuestiones de rigurosidad es necesario remarcar que ambos aportan información para una distribución de zonas climáticas necesarias para la práctica de la

arquitectura. Sin embargo, es necesario aclarar que el primer mapa (Clasificación de Climas para el Diseño Arquitectónico, Rayter-Zuñiga-Fuster 2008), toma en **consideración la clasificación Köppen que se basa en la distribución de la vegetación y fue realizado con criterios para centros educativos** y cuyo mapa está aprobado por el MCVS el 2009, pero las recomendaciones de diseño realizan ciertas ponderaciones en algunos criterios de diseño pero no cuenta con una tabla de ponderación estimada para todas las estrategias o criterios de diseño, quedando muchos criterios sin ponderación. **Cabe revisar la aplicabilidad de las recomendaciones para centros educativos para edificios de residencia u otro tipo.** El segundo mapa, si bien es cierto, no es el oficial, presenta una tabla con recomendaciones estimadas y referenciales para cada estrategia a nivel global, más general a la construcción y ha sido elaborada de acuerdo a tipologías de la vivienda vernácula como respuesta al clima. De allí la necesidad de complementar la información de ambas zonificaciones. De ambas clasificaciones se pueden entender diversas estrategias de diseño ligadas con la calidad ambiental interior sobre todo desde el punto de vista térmico, lumínico y acústico.

De la clasificación climática de Wieser se pueden entender diversas estrategias de diseño ligadas con la calidad ambiental interior sobre todo desde el punto de vista térmico. Sin embargo el parámetro de calidad interior abarca también criterios térmicos lumínicos y acústicos. Pero son los parámetros térmicos los que definen la mayor complejidad en la configuración de indicadores.

Datos ponderados de la Clasificación de Zonas Oficial (MCVS, 2009)				
Nº DE ZONAS INICIALES	ZONIFICACION CLIMATICA MVC(2009)	AREA DE VANOS / AREA DE PISO	AREA DE ABERTUAS / AREA DE PISO	Masa Térmica
1	Desértico Marino	25%	7-10%	Media-Alta
2	Desértico	23%	7-10%	Media-Alta
3	Interandino Bajo	18%	7-10%	Alta
4	Mesoandino	16%	5-7%	Alta
5	Altoandino	15%	5-7%	Alta
6	Nevado	15%	5%	Alta
7	Ceja de Montaña	25% *	10-15%	Media
8	Subtropical Húmedo	30% *	>15%	Baja
9	Tropical Húmedo	30% *	>15%	Baja

Tabla 33

RECOMENDACIONES GENERAL DE DISEÑO SEGÚN WIESER (2011). (Tabla 34)

		1	2	3	4	5	6	7	8
		Litoral Tropical	Litoral Subtropical	Desértico	Continental Templado	Continental Frío	Continental Muy Frío	Selva Tropical Alta	Selva Tropical Baja
ESTRATEGIAS									
1	Captación Solar	-2	-2/1	-2	-1/1	1	2	-2	-2
2	Ganancias Internas	-1	-1/1	-1	1	2	2	-1	-2
3	Protección de vientos	-1	-1/1	1	1	2	2	-1	-2
4	Inercia térmica	-1	1	2	2	2	2	1	-2
5	Ventilación diurna	2	1/-1	-1	-1	-1	-2	1	2
6	Ventilación nocturna	1	1/-1	2	1	-1	-2	1	1
7	Refrigeración evaporativa	1	1/0	2	1	0	0	-1	-1
8	Control de radiación	2	2/1	2	1	1	1	2	2

Imprescindible	2
Recomendable	1
Indistinto	0
No recomendable	-1
Peligroso	-2

Nota:
En los casilleros que existan dos valores (x/y), las recomendaciones se dividen según la estación (verano/invierno).

Extraído de: WIESER, M. (2011). *Consideraciones Bioclimáticas en Diseño Arquitectónico: El Caso Peruano*. Lima. PUCP

A continuación se plantea una tabla de opciones de indicadores conocidos internacionalmente, cuyos valores específicos son motivo de investigaciones a profundidad quedando su desarrollo a futuras investigaciones especializadas.

Opciones de Indicadores para Calidad Ambiental Interior (Tabla 35)			Zona Climática				
			1	2	3	4	
Calidad Ambiental Interior	CONFORT TÉRMICO	Ventilación Natural	c.h por volumen	○	○	○	○
			% de área libre en el lote	○	○	○	○
		Enfriamiento Evaporativo	% de Humedad Relativa al interior (*)	○	○		
		Control de la Radiación	Nº ó % de hrs totales de protección al día	○	○		○
			% de área de aberturas de acuerdo a la orientación de fachada (N-S-E-O y combinaciones) (*) (**)				
		Inercia Térmica	Relación % de m ³ de material pesado y volumen interno(*)	○	○	○	
		Ganancia Interna	kW/h aprovechados de fuentes internas(*)	○	○	○	
		Ganancia Solar Pasiva	Nº de hrs totales de captación solar al día(*)	○		○	
			Kw/h aprovechados de sol directo				
		Ganancia Solar Activa	Kw/h producido de fuente alternativa solar	○	○	○	○
		Aislamiento	W/m ² .°C Transmitancia por m ² de envoltente	○	○	○	○
		Hemeticidad/Estanquidad	Tasa de infiltración: c.h de volumen de ambiente interno(*)			○	
		Permeabilidad	% de área de vano ó m ² de vano(*)	○	○		○
% de área de vano aperturableó m ² de vano aperturable							
Transparencia	% de área de fachada vidriada expuesta a la radiación(*)	○	○	○			
	Relación de % de área vano y área interior Orientación de fachada vidriada (N-S-E-O y combinaciones)						
Gestión Artificial de Enfriamiento	Kw/año consumidos por el sistema de enfriamiento artificial (*)	○	○		○		

CONFORT LUMINICO	Gestión Artificial de Calefacción	Kw/año consumidos por el sistema de calentamiento artificial (*)								
	Gestión Artificial de Humidificación	Kw/año consumidos por el sistema de humidificación (*)								
	Captación	Orientación de transparencia (N-S-E-O y combinaciones)								
		% área de vanos / área de piso								
		Nº o % de ambientes disponibles con luz natural								
	Distribución	% área de vanos / área de piso								
	Transmisión	Factor de luz natural(*)								
		Transmitancia lumínica de vidrios(*)								
	Protección	Nº o % de hrs al día de protección para evitar deslumbramiento(*)								
	Gestión con luz Artificial	Kw/año por m2 construido consumido por el sistema de iluminación								
US TIC	Aislamiento Sonoro	Nivel sonoro de reducción dB entre exterior e interior								
		dB percibido al interior comparado con LMP								
	Corrección Sonora	Reverberación								
AIRE INTERIO	Emisión de materiales	Produce - No Produce -> características								
	Enfermedades derivadas de materiales	Produce - No Produce -> características								
	Productos tóxicos de mantenimiento y limpieza	Tiene - No Tiene -> características								
	Frecuencias Electromagnéticas	Tiene - No Tiene -> características								
	Smog Eléctrico	no tiene - Tiene -> características -> características								
	Uso apropiado del edificio	no tiene - Tiene -> características -> características								
	Radón	Tiene - No Tiene -> características								

Notas:

- * La ausencia de la marca en cada recuadro evidencia que el indicador no es determinante en dicha zona climática para el sector residencial.
- ** El % o N^o de horas de protección o de asoleamiento es un requisito que depende de la orientación de las fachadas, por lo que en muchas normativas se exige dicho indicador estableciendo claramente sus valores. Ver: Norma IRAM 11603 (Instituto Argentino de Normalización y Certificación) toma en cuenta la cantidad de horas de sol de acuerdo a ángulos de las fachadas hacia diferentes direcciones (Norte, Este, Oeste, Sur y combinaciones). Otras reglamentaciones europeas también lo toman en cuenta dentro de sus aspectos regulatorios y con valores determinados, sea de protección o de asoleamiento. En los análisis de asoleamiento se suele expresar en % de horas de captación o % de horas de protección de un rango máximo posible de horas de sol en una latitud determinada.

4.4.5 Indicadores de Energía

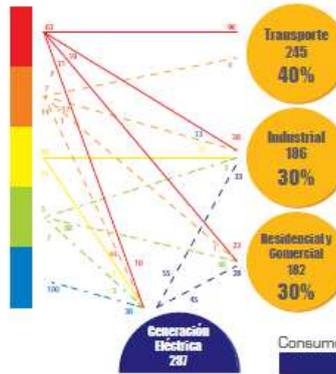
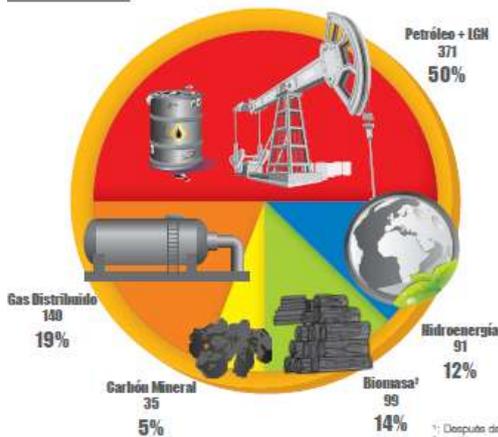
Según el Ministerio de Energía y Minas (2010), en 2010 el 56% de la producción eléctrica nacional fue de origen hidráulica⁵² en tanto que el 44% restante provino de centrales térmicas a gas y petróleo. Sin embargo, la disponibilidad del gas natural incrementa las posibilidades de que la matriz eléctrica se vea cada vez influenciada por la generación de energía de fuentes fósiles. Cabe indicar que, en la misma fecha, el sector residencial consumió el 30% del total de la producción energética del país.

⁵²MINEM; Indicadores del SubSector Eléctrico por Regiones 2011.

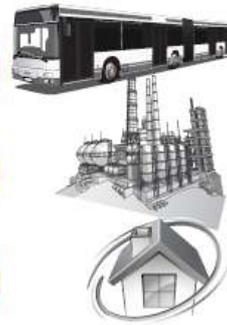
MATRIZ ENERGÉTICA AL AÑO 2010

Matriz Energética del Perú 2010 PJ

Participación por fuentes¹



Participación por Sector



Consumo de Total de Energía [TJ]
612 645

¹ Después de pasar por los Centros de Transformación y/o descontadas las pérdidas. La participación de la energía Solar es mínima.
² La Biomasa incluye a la Leña, Bosta de Yareta y el Esgazo.

Extraído de: MINEN. Memoria Institucional 2006-2011. Fig. 21

Sobre el consumo de gas, es evidente que en los últimos años la oferta y disponibilidad del recurso ha dado paso a un incremento del consumo en edificios para los diversos usos de cocina y calentamiento de agua sanitaria. Según cifras de OSINERG (2013), el número de demandantes de gas natural fue de 103,705 en el año 2012 (62% más respecto al 2011), siendo los clientes residenciales los mayores demandantes (98%) seguidos por los comerciales, GNV e industriales. Asimismo, el volumen consumido de gas natural del segmento residencial registró también un aumento de 69% respecto al consumo del 2011, representando un 20.6 MMPCD. Dicho crecimiento está asociado a la expansión de las redes de distribución en Lima y Callao, las cuales aumentaron de 1,741 Km en diciembre del 2011 a 2,468 Km en diciembre del 2012. En lo que se refiere a Lima y Callao, hacia fines del 2012 se contabilizaron 91,232 usuarios con instalaciones internas en Lima y Callao de los cuales casi el 100% fueron usuarios con instalaciones residenciales y comerciales en los 13 distritos residenciales en los que opera actualmente la empresa concesionaria”.

Es necesario advertir que el sector construcción eslabona a la industria particularmente de fabricación de materiales y productos, así como al transporte (movilidad, transporte de materiales, crecimiento urbano, número de autos por vivienda, etc.), por lo que igual es responsable directo del 30% que le corresponde como sector (residencial-comercial) e indirectamente responsable del 70% de industria y transporte en la matriz. Una visión apropiada para establecer indicadores de energéticos de sostenibilidad debe involucrar la reducción y dependencia de los combustibles fósiles, estableciendo la reducción del 44% del consumo energético en los edificios actual de los edificios.

Para lograr alcanzar un escenario de Transición (E1) es prioritario que el sector de la construcción pueda internalizar el concepto de eficiencia energética y ahorro en los edificios, pudiendo ser normado desde la etapa de diseño del proyecto. En segundo lugar, y de igual importancia, es necesaria la sensibilización del usuario con miras a la implementación de hábitos y costumbres de ahorro en los edificios, pudiéndose crear incentivos y premios a los edificios que puedan llegar el objetivo de reducir su consumo al 56%. Este primer paso hacia la reducción genera el clima ideal e incrementa la posibilidad de plantear el segundo paso como indicador a nivel de energía para una construcción sostenible.

A su vez, para alcanzar un escenario de Transformación (E2), en el que el derretimiento de los glaciares reduciría la disponibilidad de agua de las centrales hidráulicas, será necesario disponer de las energías renovables que reemplacen la reducción de energía hidráulica. Esto sin mencionar el agotamiento de las reservas de combustible fósil prevista para la década del 2050. Para llegar al uso de las energías renovables primero es necesario fomentar la reducción y la eficiencia en el consumo para reducir el tamaño de las instalaciones y generar la posibilidad de reducir los costos de instalación y mantenimiento en los edificios. Los criterios técnicos de adaptación a estos tipos de generación exigirán en primer lugar las investigaciones de potencial que ya existen en nuestro medio⁵³. En segundo lugar la capacitación de los profesionales del sector construcción para poder integrarlas.

Opciones Tecnológicas de energía renovable

Energía Eólica.

La energía eólica se presenta como una opción muy interesante en el ámbito rural, ya que su costo y potencial actualmente llegan a ser muy competitivos. El comportamiento de los vientos en el Perú en la zona rural es muy interesante, ya que en la época de estiaje, en la que las centrales hidroeléctricas reducen su producción, es el momento en el cual existe mayor disponibilidad de vientos. Los indicadores de rendimiento quedan por definir de acuerdo a cada localidad, cabe así destacar el ámbito rural del urbano donde la incorporación de las tecnologías de aerogeneradores está dando muy buenos resultados muestra de ello el incremento en el país de los parques eólicos el cual está ya beneficiando a muchas familias, como es el caso de la reciente inauguración del nuevo parque eólico en Marcona.

⁵³MINEM, *Memoria Institucional 2006-2011*

Sin embargo a nivel macro y urbano la energía eólica tiene sus inconvenientes como son: la complejidad de los vientos debido a la presencia de las edificaciones, la contaminación acústica, el impacto visual y la seguridad.

A nivel micro, el potencial de integración de energía eólica en los edificios va desde simples instalaciones que pueden servir para generar ventilación de succión, hasta empleo de hélices para generación de electricidad para algunos servicios de bajo consumo (bombas, etc.). Su integración y rendimiento es aún tema de investigación de acuerdo a diversos contextos. Los indicadores de rendimiento dependerán de su ubicación geográfica.

Aerogeneradores

Cabe señalar la relevancia del incremento del sector en el país, es importante diferenciar el ámbito urbano del rural donde la incorporación de las tecnologías de aerogeneradores está dando muy buenos resultados muestra de ello el incremento en el país de los parques eólicos⁵⁴ el cual está ya beneficiando a muchas familias. Este sector está desarrollándose principalmente en aquellas zonas del país que cuentan con el recurso viento en forma significativa, pudiendo explorarse en mayor detalle cómo aprovechar de esta tecnología en edificios urbanos de gran altura en el futuro, como ya se está aplicando vía turbinas.

A continuación presentamos un proyecto presentado y en estudio de aprobación para la zona de Nazca, lo novedoso del proyecto es que utiliza la combinación de ambas tecnologías, energía solar y aerogeneradores para bombear agua, un sistema que podría ser replicable en otras zonas del país para llegar a esas zonas de difícil acceso al recurso agua.

PROYECTO CON TECNOLOGIAS RENOVABLES SISTEMA HIBRIDO SOLAR Y EÓLICO

⁵⁴ Lima, 2 de mayo 2014.- Para fortalecer el plan de promoción de proyectos que empleen el uso de energías renovables, el Presidente de la República, Ollanta Humala Tasso, y el viceministro de Desarrollo Estratégico de los Recursos Naturales, Gabriel Quijandría, participaron de la inauguración de nuevo Parque Eólico, ubicado en Marcona, en el departamento de Ica.

PROYECTO PIPEA: WAIRA ENERGIA SAC



ESQUEMA DEL SISTEMA HIBRIDO (20 kW EOLICO, 10 kW SOLAR) CON ALMACENAMIENTO DE ENERGÍA POR MEDIO DE AGUA BOMBEOADA. (ubicación hipotética en Nasca)

Graf. 16

Energía Solar Fotovoltaica.

En cuanto a la incorporación de nuevas tecnologías en energías renovables como la solar, la implementación de módulos fotovoltaicos en el país se podría identificar que aunque con dificultades pero es posible encontrar en el mercado nacional la oferta de la instalación de los mismos.

Después de nuestro estudio, análisis, comparación de beneficios e inconvenientes habría que diferenciar los beneficios por zonas climáticas en función de la producción solar. Cabe resaltar que positivamente el costo por instalación de 1kw ha bajado muchísimo su precio en los últimos diez años de S./ 22, 000 a un costo actual aproximado de instalación de 1kw a la red de S./6 500 (Sin IGV o S./ 7 500 con IGV⁵⁵).

A nivel macro, la ausencia de una ley de micro generación eléctrica para la inserción de la energía fotovoltaica excedente a la red (con medidores de ida y vuelta) que permitiría evitar el gasto en baterías, dificulta una integración masiva de este sistema por el bajo rendimiento económico que genera, esto podría subsanarse con iniciativas individualizadas según cada caso particular. Como por ejemplo en el caso de nuevas habilitaciones urbanas donde no hay todavía concesiones dadas a empresas suministradoras del servicio energético se podría plantear la instalación de micro estaciones con los citados módulos fotovoltaicos suministradores de la energía, entre los

⁵⁵ Presupuesto aportado por Franco Canziani, waira S.A.

cuales se puede encontrar en el mercado una modalidad muy interesante como es el modelo dual fotovoltaico y térmico.

Este modelo dual ofrece la ventaja de poder calentar agua y a la vez - sirve para bajar la temperatura a la misma placa (ver en anexo un modelo de módulos fotovoltaicos con una apariencia muy similar a uno dual).

En función de las diferentes zonas climáticas habría que destacar que los mejores rendimientos se dan en zonas desérticas (Piura e Ica) así como en gran parte de la Sierra (zonas sobre los 1,000msnm), y de manera regular en zonas de Selva (Loreto, Pucallpa y Madre de Dios) donde el potencial solar es estable pero con una disponibilidad media. En zonas de litoral, el comportamiento de energía solar es variable según las estaciones de verano a invierno, por lo cual se tiene un excedente en una estación y un bajo rendimiento en la estación de invierno. Esto hace que un indicador referido a su implementación deba ser variable y específico por región. Para esto es necesaria la implementación de políticas regionales apoyadas y sustentadas en investigaciones de rendimiento locales. Los indicadores de rendimiento quedan por definir de acuerdo a cada localidad, como se puede apreciar en el siguiente gráfico y presentamos también en anexo la producción de sol mensual para los casos de Lima e Ica.

Gráfico: PROMEDIO DE PRODUCCION SOLAR EN REGIONES PERU (Gráfico 17)



Extraído de: WIESER, M. (2011). *Consideraciones Bioclimáticas en Diseño Arquitectónico: El Caso Peruano*. Lima. PUCP. Pág. 15,76,79, en base a información recopilada de SENHAMI

Energía Solar Térmica. A diferencia de la energía solar fotovoltaica, este tipo de instalaciones son mucho más sencillas, pudiendo inclusive realizarse artesanalmente, y a nivel de rendimiento pueden ser mucho más eficientes para las necesidades de agua caliente en todo el Perú. Al igual que el gráfico anterior, las horas de sol efectivas para su uso tienen un comportamiento similar, pero con mayor rango de uso en todas las localidades. Para el caso de zonas del litoral, puede reducir mucho el consumo de

energía eléctrica para la generación de agua caliente. Para el caso de zonas de desierto y sierra, su eficacia es mayor todo el año. Mientras que en la Selva, de ser necesario, puede funcionar regularmente y constante. Los indicadores de rendimiento quedan por definir de acuerdo a cada localidad.

A continuación se plantea una tabla de opciones de indicadores conocidos internacionalmente, cuyos valores específicos son motivo de investigaciones a profundidad quedando su desarrollo a futuras investigaciones especializadas.

	Opciones de Indicadores para Energía (Tabla 36)		Zona climática			
			1	2	3	4
Energía	Energía para Calefacción	Consumo	kW/h/(m ³ año) de área acondicionada			
			Kw/año consumidos por el sistema de calentamiento artificial (*)			
	Energía para Enfriamiento	Consumo	kW/h/(m ³ año) de área acondicionada			
			Kw/año consumidos por el sistema de enfriamiento artificial			
	Energía para Ventilación	Consumo	kW/h anual / m ³ acondicionado			
	Energía para Extracción	Consumo	kW/h anual / m ³ acondicionado			
	Energía para Iluminación	Carga de luminarias	kW/h anual / m ² acondicionado			
			kW total de luminarias / horas de uso diario ó mensual			
	Energía para Artefactos	Carga de artefactos	kW total de aparatos / horas de uso diario ó mensual			
	Eficiencia Energética	Disponibilidad de luz natural	% m2 ó de ambientes disponibles con luz natural			
		Consumo anual	kW/h anual / m2 construido			
		Consumo mensual	kW/h mensual / m2 construido			
	Integración de Sistemas de Energía	Gestión y Automatización	m ² de áreas servidas por medios automatizados de ahorro			
	Fuentes de Energías Renovables	Para iluminación y artefactos	kW/h.m ² proveniente de energías renovables			
			m ² de área de panel fotovoltaico en el techo			
			# dispositivos eólicos para generación eléctrica			
		Para calefacción, agua sanitaria y/o cocina	kW/h.m ³			
	m ² de área de panel térmico en el techo					
Reducción del Consumo	Menos del consumo mínimo promedio	% de consumo respecto al mínimo promedio				
		Gestión de la demanda energética de edificios incidiendo en los factores fisicotécnicos, tecnológicos y de uso.				
Autogeneración energética de las viviendas ⁵⁶	Área de edificios residenciales de captadores de energía (térmica y fotovoltaica) para disminuir la dependencia procedente de fuentes energéticas no renovables.					
	Número de estrategias distintas según la tipología edificatoria (plurifamiliar o unifamiliar).					

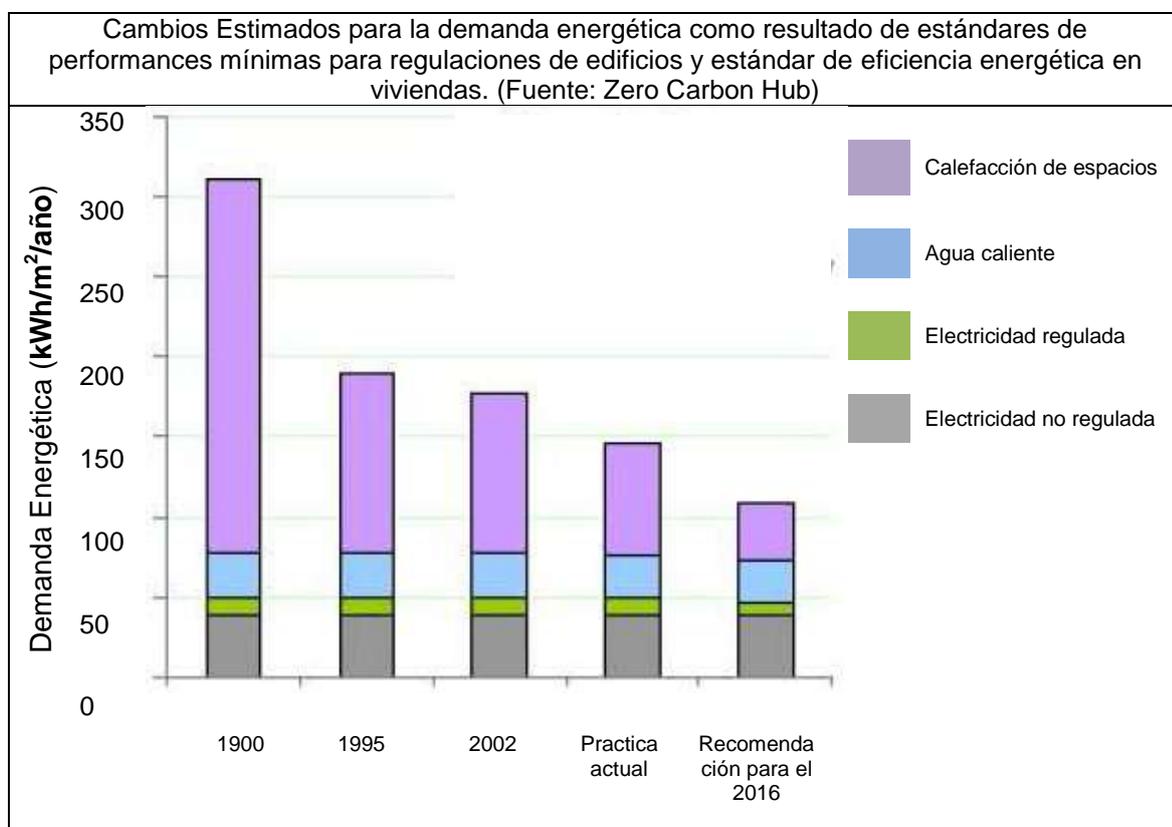
Notas: La ausencia de la marca en cada recuadro evidencia que el indicador no es determinante en dicha zona climática para el sector residencial.

Sobre los indicadores de energía de la Resolución Ministerial **Nº038-2009-MEM/DM: Aprueban Indicadores de Consumo Energético y la Metodología de Monitoreo de los mismos**, cabe mencionar que se trata de indicadores de consumo que no están

⁵⁶ AGENCIA DE ECOLOGIA URBANA DE BARCELONA. Plan Especial de Indicadores de Sostenibilidad Ambiental de la Actividad Urbanística de Sevilla. 2006

pensados en medir la eficiencia de la edificación sino en patrones y hábitos de consumo por habitante o usuario, lo que sirve para fines de producción, comercialización y cobertura de demanda, pero no indica la eficiencia de la construcción. De otro lado, en las certificaciones internacionales sobre edificaciones se manejan indicadores especializados en energía y emisiones para medir y comparar edificios en rangos anuales, entre los cuales tenemos:

- kWh/(m²/año): para comparar la eficiencia del consumo por área construida o de los diversos servicios en un área determinada de la edificación. Ver certificaciones como BREEAM, Passifhaus, Minergie, LEED, etc.
- kgCO₂/m²/año: para ver la emisión vinculada al consumo de áreas construidas.
- kgCO₂/kWh: para ver la emisión por tipo de fuente de energía eléctrica.



Extraído de: Energy Use in Buildings: The Legislative Framework and Beyond. University of Exeter. Reino Unido. Pág.6. (Gráfico 18)

4.4.6 Indicadores de Eficiencia Hídrica:

Consumo de agua. Las estimaciones recientes sugieren que el cambio climático será responsable de alrededor del 20% del incremento de la escasez global de agua⁵⁷. Según estadísticas de SEDAPAL, cuyos datos coinciden con los estudios del Proyecto LiWa-

⁵⁷ ONU; Agua para Todos, Agua para la Vida. Resumen. Informe de la UN sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos en el Mundo. World Water Program. UNESCO.

Sedapal⁵⁸, en la ciudad de Lima consume en promedio por persona al día es de 250 litros de agua, de los cuales se aprovechan solo 151 litros ⁵⁹ (porcentaje de aprovechamiento real). En ciudades como París, Zúrich y Berlín, este promedio es de alrededor de 120 a 140 litros. El vicepresidente de Sedapal, Víctor López, reconoció que hay zonas de Lima donde el consumo del agua por día es mayor, incluso, a los 250 litros. Sin embargo, dijo que los usuarios que han sido incorporados con el Programa “Agua Para Todos”, están dentro del rango de 50 a 60 litros por día, que equivalen al estándar nacional.⁶⁰

Sin embargo se sabe de acuerdo a estudios recientes (Liliana Miranda, Kevin Pfeffer, Todor Kesarovski, en base a información de INEI 2007; Sedapal 2007, LiWa; CGIAR-CSI. Noviembre 2013) este número de litros no es real, ya que algunos sectores de la ciudad tienen 430 litros/pers/día mientras otros tienen menos de 50lts/pers/día y que el promedio es casi 90lts/pers de acuerdo a la cantidad de población. En este caso, la información muestra que existe una desigualdad en la distribución del agua potable en la ciudad, por lo que los indicadores promedio son "flat" y no expresan las inequidades en la distribución del recurso. Un escenario correctivo, ya sea de transición o de transformación requeriría de mecanismos para equilibrar dicha desigualdad. De otro lado, el caso limeño y costero es peculiar, ya que se trata de una ciudad sobre un desierto y en cualquiera de los casos la reducción del consumo del recurso es una obligatoriedad para los sectores más favorecidos. Por ello se deduce que el modelo limeño de distribución de agua no debe ser copiado a otras realidades del país. Para otras ciudades del Perú se requieren mayores estudios sobre consumo y distribución.

Para la OMS, el consumo mínimo de agua por persona al día debería ser 80 litros, lo cual se aproxima con la dotación del programa Agua para Todos. Este indicador coincide con lo propuesto por el *Achieving Level 6 of the Code for Sustainable Homes* del Reino Unido⁶¹.

En el siguiente cuadro se muestran una proyección del consumo en millones de litros por persona al día para el crecimiento poblacional de Lima al 2030. El caso de Lima es importante mencionar pues en dicho departamento vive un tercio de la población del Perú.

PROYECCIÓN DE POBLACIÓN DE LIMA METROPOLITANA POR

⁵⁸Proyecto LiWa/Zirn-SEDAPAL- 2009

⁵⁹ElComercio.pe 07 de noviembre del 2013. Sedapal lanza campaña para ahorrar agua

⁶⁰DIARIO GESTIÓN. 07 de noviembre del 2013. Limeños gastan el doble de agua que en París o Berlín.

⁶¹HASELL, Cath. *Reducing Water Usage to 80 litres per day- How to meet the Code intelligently*, Ech2o. 22 Abril 2008.

ESCENARIO DE CONSUMO EN MILLONES DE LITROS POR PERSONA AL DÍA

	Consumo en lts/persona			Consumo en lts/persona			Consumo en lts/persona			Consumo en lts/persona						
	Año	Es Actual	Es Transc	Es Transf	Año	Es Actual	Es Transc	Es Transf	Año	Es Actual	Es Transc	Es Transf	Año	Es Actual	Es Transc	Es Transf
	2015	250(*)	150(*)	80 (**)	2020	250(*)	150(*)	80 (**)	2025	250(*)	150(*)	80 (**)	2030	250(*)	150(*)	80 (**)
Proyec. Alta	10.62	2655.0	1593.0	849.6	11.61	2902.5	1741.5	928.8	12.63	3157.5	1894.5	1010.4	13.67	3417.5	2050.5	1093.6
Proyec. Media	9.45	2362.5	1417.5	756.0	10.13	2532.5	1519.5	810.4	10.82	2705.0	1623.0	865.6	11.50	2875.0	1725.0	920.0
Proyec. Baja	8.92	2230.0	1338.0	713.6	9.37	2342.5	1405.5	749.6	9.83	2457.5	1474.5	786.4	10.32	2580.0	1548.0	825.6

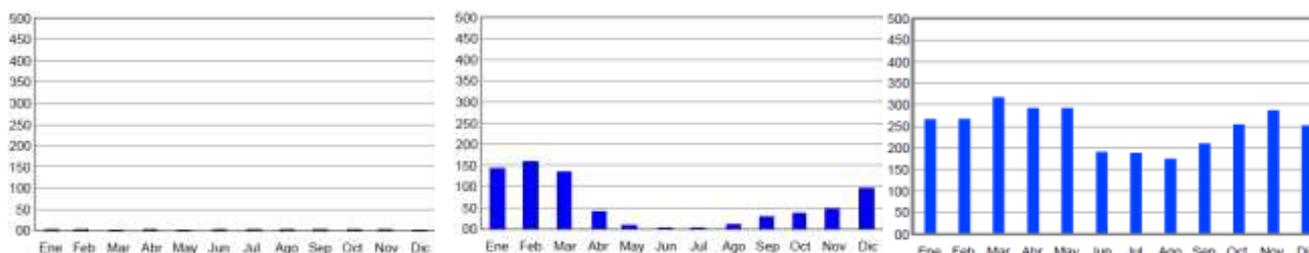
(*)En base a: SEIFERT, R, (2009). *Análisis de la situación del agua (cantidad y residual) en Lima Metropolitana*. Proyecto LiWa/Zirn-SEDAPAL. Pág. 38.

(**)En base a OMS (Tabla 37)

Para escenarios de crecimiento poblacional la presión de la demanda de agua en la ciudad de Lima se puede aminorar de reducir el consumo al mínimo, asegurando la disponibilidad del recurso. Para muchos expertos, el costo real del agua es de S/. 2.65 + IGV por litro, el cual está subvencionado y no contabilizan otras externalidades ambientales. De este modo, se prevé que de continuar el ritmo de consumo actual y manteniéndose el crecimiento poblacional con un escenario de cambio climático donde se reducirían la disponibilidad del recurso, se estima que el costo real sería de S/. 5.94 + IGV⁶². Por lo que, un escenario de reducción de consumo a 80 litros por persona podría significar un ahorro para la población.

Aprovechamiento de aguas pluviales. Este podría ser un indicador para regiones de Sierra y Selva, ya que en la costa, el recurso pluvial es muy escaso para lo que se requiere captar en una edificación. Como se muestra en el siguiente cuadro, el potencial pluvial más alto es en la Selva durante casi todo el año, seguido por la Sierra que, de manera estacional, lo que aportaría una gran cantidad de recurso hídrico aprovechable para servicios sanitarios (inodoros), así como regadío de áreas naturales y vegetación.

Comparación de Precipitaciones entre las localidades de Lima, Puno e Iquitos (Grafico 18)



⁶²Publimetro.com07 de noviembre del 2013. Limeños deberían pagar el doble por el agua.

Lima
Precipitación Promedio en mm
Total Anual Promedio: 12.7mm

Puno
Precipitación Promedio en mm
Total Anual Promedio: 705.2mm

Iquitos
Precipitación Promedio en mm
Total Anual Promedio: 2520.0mm

Extraído de: WIESER, M. (2011). *Consideraciones Bioclimáticas en Diseño Arquitectónico: El Caso Peruano*. Lima. PUCP. Pág. 15,76,79, en base a información de SENHAMI

Aprovechamiento de Aguas Grises: Las aguas grises podrían ser reutilizadas en la vivienda a nivel del consumo de inodoro y algunos usos de limpieza exterior, así como el regadío. Lo que involucra casi hasta el 36% del consumo total de los edificios⁶³.

Opciones de Indicadores para Eficiencia Hídrica (Tabla 38)			Zona climática					
			1	2	3	4		
Eficiencia Hídrica	AGUA	Cantidad de Agua	Procedencia	m ³ de agua proveniente de Acuíferos	○	○	○	○
			m ³ de agua proveniente de Lagunas	○	○	○	○	
			m ³ de agua proveniente de Aguas superficiales	○	○	○	○	
			m ³ de agua proveniente de Aguas subterráneas	○	○	○	○	
			m ³ de agua proveniente de Trasvases	○	○	○	○	
			m ³ de agua proveniente de Ríos	○	○	○	○	
			m ³ de agua proveniente de nuevas tecnologías (desalinización, etc.)	○	○	○	○	
			m ³ de agua proveniente de nuevas tecnologías de reciclaje	○	○	○	○	
	Políticas urbanas dirigidas al ahorro	Educación	Cantidad de programas educativos y campañas institucionales sobre el ahorro de agua que involucren a los centros de enseñanza, los medios de difusión masiva y otros que resulten procedentes.	○	○	○	○	
	Reducción del Consumo	Ahorro de agua	m ³ consumo mensual ó total anual	○	○	○	○	
			(l/hab/día)	○	○	○	○	
	Captación de agua de lluvia	Equipamiento eficiente	% de ahorro frente a equipamiento convencional	○	○	○	○	
		Área de techo para captación	m ² área techada para captación de llluvias			○	○	
	Autosuficiencia hídrica de la Superficie demanda urbana ⁶⁴	Almacenamiento de agua de lluvia	m ³ de cisterna para captación de agua de llluvias			○	○	
			Calculo de consumos urbanos de agua optimizados y por calidades de agua.	○	○	○	○	
Exceso del consumo	Garantía de la máxima autosuficiencia del suministro urbano y eficiencia del modelo.		○	○	○	○		
		Penalización: tarifaria por tramos de consumo, que asegure un precio asequible para el primer tramo y penalice de forma suficiente los consumos excesivos.	m ³ consumo mensual en exceso	○	○			
DESAGÜE	Cantidad de Desagüe	Producción	m ³ de desagüe producido	○	○	○	○	
		Equipamiento eficiente	Equipamiento de reducción de desagües (nuevos inodoros, etc.)	○	○	○	○	
	Tratamiento de aguas grises	Reuso de aguas grises	m ³ de agua gris tratada	○	○	○	○	
	Tratamiento de aguas amarillas/negras	Reuso de aguas amarillas/negras	m ³ de agua amarilla/negra tratada	○	○	○	○	
	Tratamiento de agua pluvial	Devolución al ecosistema	Caudal de red implementada de aguas pluviales o similar			○	○	

Notas:

* La ausencia de la marca (*) en cada recuadro evidencia que el indicador no es determinante en dicha zona climática para el sector residencial. Se tienen en cuenta las zonas que tienen menos cantidad de

⁶³ SANTA CRUZ, Jaime. *Viabilidad del Aprovechamiento de las Aguas Residuales Generadas en los Edificios*. Universidad Politécnica de Madrid. Escuela Universitaria de Arquitectura Técnica de Madrid. Cátedra Universidad-Empresa CMS.

⁶⁴ AGENCIA DE ECOLOGIA URBANA DE BARCELONA. *Plan Especial de Indicadores de Sostenibilidad Ambiental de la Actividad Urbanística de Sevilla*. 2006.

precipitaciones y donde el recurso agua es escaso.

4.4.7 Indicadores relacionados a Movilidad

El impacto de la urbanización está en relación con su estructura física y con el funcionamiento de la movilidad. Asimismo, es importante reconocer la influencia de indicadores relacionados a la movilidad puesto que implica impactos y mejoras en otros indicadores como en los de Energía, puesto que la mayor parte de la matriz energética es destinada al transporte y movilidad de recursos, mercancías y personas; Calidad Ambiental Exterior, debido a que determina condiciones propicia para la mejora de la calidad de vida ya sea en el campo o en la ciudad; Calidad Ambiental Interior, debido a la generación de ruidos.

Actualmente, se reconocen externalidades derivadas del excesivo uso y masificación de la movilidad particular, lo que lleva a considerar mejores políticas públicas para una gestión más sostenible de la movilidad⁶⁵. Existen ejemplos de ciudades que indican que se pueden orientar políticas urbanas para la mejora de la movilidad con mejores impactos en la calidad de vida. Sin embargo es necesario remarcar que se trata de un campo de interrelación entre políticas de ciudad y políticas de transporte. Uno de los casos más representativos es la ciudad de Friburgo en Alemania donde hay una tendencia a reducir la cantidad de vehículos privados por habitante. La forma urbana también está involucrada, pues las formas más densas de desarrollo reducen las distancias de viaje, consumen menos energía y favorecen sistemas de movilidad urbana más eficientes⁶⁶.

Las políticas de reducción del tráfico y la inclusión de otros medios de transporte como bicicletas y movilidad peatonal involucran la mejora sustancial de la calidad de vida de los vecindarios. De esta manera, la gestión de la movilidad contribuye a proporcionar mayor espacio público así como la inclusión de áreas naturales (árboles) estando asociada también a indicadores de calidad ambiental en la reducción ruidos y el incremento de la seguridad. Favorece el desarrollo de comercios de escala local (propiciando el desarrollo de actividades económicas) que sólo son posibles mediante la internalización y planteamiento de una ciudad compacta y mixta.

Grafico 17

⁶⁵TANTALEAN, Jessica. (2012) Impacto Socio Ambiental y a la calidad de vida originado por el sector transporte. Maestría en Arquitectura y Sostenibilidad. Universidad Ricardo Palma.

⁶⁶ONU-HABITAT. PLANIFICACIÓN Y DISEÑO DE UNAMOVILIDAD URBANA SOSTENIBLE: ORIENTACIONES PARA POLÍTICAS. Informe mundial sobre asentamientos humanos. 2013. Nueva York.



ANTES



DESPUES

La calle Klarastrasse (Friburgo) fue una calle diseñada para autos en la década de 1960. Como consecuencia de las políticas de “*trafficcalming*” de finales de los 80’, el tráfico desapareció y ahora es un vecindario tranquilo y seguro⁶⁷. Planificar ciudades que incorporen en las políticas para la gestión de la movilidad es de vital importancia para la construcción de verdaderas ciudades sostenibles y se deben incluir en los siguientes instrumentos de la urbanística:

- Planes de Ordenamiento Territorial.
- Planes de Acondicionamiento Territorial.
- Planes de Desarrollo Urbano.
- Habilitaciones Urbanas.
- Parámetros Urbanísticos.
- Zonificaciones.

A continuación se plantea una tabla de opciones de indicadores conocidos internacionalmente, cuyos valores específicos son motivo de investigaciones a profundidad quedando su desarrollo a futuras investigaciones especializadas.

⁶⁷ Extraído de: BUEHLER, Ralph y PUCHER, John. Sustainable Transport in Freiburg: Lessons from Germany’s Environmental Capital. *International Journal of SustainableTransportation*, 5:43–70, 2011

Opciones de Indicadores de Movilidad Urbana (Tabla 39)		
Relación con la Movilidad	Distribución de áreas para el transporte público y el privado (sobre la superficie)	% de superficie sin restricción de usos para el vehículo de paso y el transporte público de superficie
	Viario público para el peatón y otros usos del espacio público	% de superficie de la vía pública para el peatón y otros usos del espacio público
	Continuidad de la calle corredor	Distancia en m de los nuevos desarrollos urbanos conectados con la ciudad consolidada (como mínimo con un tramo peatonal de longitud no superior a los 300 metros).
	Accesibilidad a paradas de la red de transporte público de superficie. Red segregada	Distancia en metros para el acceso a paradas de transporte público de superficie a una distancia inferior de 300 metros desde cualquier punto de la ciudad.
	Accesibilidad a la red de bicicletas. Red segregada	-Distancia en m para la construcción de una red de transporte público exclusiva, segregada del resto de modos de transporte.
	Reserva de espacios de estacionamiento: vehículo privado fuera del espacio público	-Distancia en m para el acceso a la red de bicicletas a una distancia inferior de 300 metros desde cualquier punto de la ciudad.
	Galerías de servicios	-Distancia en m para la construcción de una red de carriles para bicicletas segregada del resto de modos
	Reserva de espacios de estacionamiento: bicicletas	Distancia en m para el acceso a plazas de aparcamiento a menos de 300 metros pero no anexo a la vivienda. Cantidad de autos por familia debajo de la vivienda. Solo se permite un coche por familia debajo de la vivienda.
	Accesibilidad de los ciudadanos con movilidad reducida ⁶⁸	% o m2 de áreas para la incorporación galerías de servicios en los planes de infraestructuras para la ordenación de las redes de servicios urbanos.
	Multimodalidad no motorizada	Nº mínimo de plazas de aparcamiento para bicicletas en función del uso edificatorio o espacio libre (vivienda, equipamientos, zonas verdes, intercambiadores modales, etc.)
		Acceso al espacio público y urbanismo sin barreras arquitectónicas. no – si -> características
		Acceso a la edificación (edificios adaptados y practicables). no – si -> características
		Acceso al transporte público adaptado. no – si -> características
	Cercanía de ciclovías	# de parqueos para bicicletas x habitante
	Cercanía de comercios / servicios	# de parqueos para bicicletas x auto
	Reducción de autos	% de m2 para bicicletas x m2 para autos
		Ancho en metros de veredas exteriores dentro del lote
Cercanía a paraderos (bus, BRT, metro)	# de rampas para transporte no motorizado	
	m de distancia a ciclovías	
Nuevas Tecnologías	m de distancia a comercio / servicios	
	% de autos reducidos con respecto a la norma	

⁶⁸ AGENCIA DE ECOLOGIA URBANA DE BARCELONA. Plan Especial de Indicadores de Sostenibilidad Ambiental de la Actividad Urbanística de Sevilla. 2006

4.5 Definición de Indicadores Cuantificados para el Cálculo de Escenarios

4.5.1 Materiales de Construcción

De acuerdo a la lógica de los aspectos mencionados en la sección 1.4.1 Materiales, para todo el país y a nivel nacional, se toma en cuenta la reducción en un 2% del volumen de materiales usados para un escenario de transición, mientras que se plantea una reducción de 5% para un escenario de transformación. Esto tomando en cuenta que en algunas zonas del país se podría reducir el volumen, mientras que en otras se deberá aumentar por motivos del clima. Estos porcentajes podrían parecer mínimos, pero hay que entender que la construcción en el país, en general, no es muy voluminosa en materiales pudiéndose encontrar viviendas hasta con calaminas, esteras y materiales muy livianos. Por ello se introducen valores leves de reducción, en el caso de construcciones de bajos recursos pero observamos que en viviendas del sector A, B y C en Lima se podrían obtener mayores porcentajes de ahorro, con diseños que eviten el uso innecesario de materiales en muros y/o acabados.

Además, se obtendría una mayor eficiencia en materiales al incorporarse el uso de materiales reusables, reciclados y con insumos renovables.

4.5.2 Sobre Residuos de Demolición y Construcción

Se plantea la reducción en base a estándares internacionales: 35% de volumen reciclado como escenario de Transformación (E2) conveniente⁶⁹. Planteando un escenario de Transición (E1) un valor intermedio de reducción del 25% de residuos de construcción y demolición. Las cifras son estimadas a la información obtenida de los años 2004 y 2005.

4.5.3 Área Natural o Verde

Se sabe que hasta 2010 Lima contaba con 2.79 m² de área verde por persona⁷⁰. Frente al escenario actual de que no se mejore dicha cifra o que inclusive se pierda más área natural debido fundamentalmente a la falta de políticas que implementen su consideración en las nuevas urbanizaciones y en las existentes, se plantea un escenario de Transición (E1) hacia un objetivo razonable de 5 m² de área verde por persona, ya que

⁶⁹ Reciclaje 35% Plan Nacional de Residuos de Construcción y Demolición de España al 2015. www.boe.es/boe/dias/2009/02/26/pdfs/BOE-A-2009-3243.pdf

⁷⁰ LudeñaUrquiza, Wiley. Lima y Espacios Públicos. 2010, en base a datos de SERPAR

es posible dicha meta tomando en cuenta los parques zonales y zonas públicas de las habilitaciones urbanas. De esta manera, se plantea como objetivo llegar a un escenario de Transformación (E2) de 10 m² por persona que es lo que plantea la OMS (Organización Mundial de la Salud) proponiendo el aumento del área natural en los espacios públicos de habilitaciones urbanas la incorporación de la exigencia dentro de los lotes a construir.

4.5.3.1 Calculo FAB para los Escenarios

Para términos de cálculo del coeficiente, en el caso de las viviendas unifamiliares, trabajaremos un caso con viviendas de 85 m², de dos dormitorios para 4 personas, el área libre mínima de 30% solicitada regularmente en los parámetros urbanísticos sería de 36.42m², y el área del terreno sería de 121.42m²

CALCULO DEL FAB PARA EL ESCENARIO DE TRANSICION Y TRANSFORMACION COMO AREA LIBRE NATURAL DESDE EL INTERIOR DE LOS LOTES O PARA VIVIENDAS UNIFAMILIARES (4 habitantes x viv.) (Tabla 40)		
Unifamiliares		
ASPECTO	m² por habitante	FAB
FAB en caso deficiente. Escenario de BAU	0.49m ² /hab	1.96 / 121.42 FAB = 0.0161
FAB en caso mejorado. Escenario de Transición	1.50m ² /hab	6.00 / 121.42 FAB = 0.0494
FAB en caso optimizado. Escenario de Transformación	2.00m ² /hab	8.00 / 121.42 FAB = 0.0658

Como se puede apreciar, el cálculo se hace respecto a la cantidad de metros cuadrados por habitantes que se recomienda para cumplir con la exigencias para el caso de transición y transformación, sin embargo como coeficiente FAB están aún muy por debajo de las metas que se plantea en Alemania (0.30), en cualquiera de los casos. Teniendo en cuenta que se trata de un aporte adicional al área natural, se pueden ver tres posibilidades:

- 1) Mejorar dicho coeficiente en los proyectos, usando una mayor integración de elementos naturales (en paredes, techos y/o balcones) haciendo que el proyecto se esfuerce por lograr un mayor índice de FAB.
- 2) Cambiar la Ley y Reglamentos de Licencias de edificación y habilitaciones pues se justifica la imperiosa necesidad de que tanto el área metropolitana así como el área libre de la urbanización y en los cambios de zonificación que impliquen aumento de densidad

se logre llegar al aporte de los mínimos recomendados de 2 y 8 m²/hab de áreas naturales respectivamente.

3) Una combinación equilibrada de ambas.

Para dichas posibilidades se recomienda mayor número investigaciones relacionadas a las condicionantes de cada lugar (tipos más favorables de áreas naturales, etc.) y tipologías urbanísticas (secciones viales, densidades, etc.), así como tipologías de ocupación del lote (% de área libre, coeficientes de edificación), en las que se apueste por una mayor cobertura natural y de acuerdo a cada una de las zonas climáticas del Perú.

4.5.4 Energía

Bajo un escenario actual de consumo convencional⁷¹ y despreocupado de la procedencia de dicha disponibilidad energética para las edificaciones, un escenario de Transición (E1) plantea la posibilidad que la construcción en el Perú pueda evitar ser responsable del consumo de energía proveniente de fuentes fósiles, incorporando el concepto de eficiencia energética en el planteamiento y el funcionamiento de las edificaciones. De esta manera se facilita el proceso hacia un escenario de Transformación (E2) en el que se pueda llegar a reducir hasta el 60% de la energía actual mediante el uso de energías renovables, reduciendo así el sobredimensionamiento de las instalaciones de energía renovables que es lo más costoso de su integración.

4.5.5 Eficiencia Hídrica

Al 2014, SEDAPAL⁷² indica que en Lima se consumen 170 litros por persona, que equivalen a 62.05 m³/año/persona. Un escenario de Transición (E1) implica una reducción del consumo a 120 litros por persona⁷³, que equivale a 43.80 m³/año/persona debido a la probabilidad de escasez de dicho recurso y el crecimiento de la demanda en los próximos años. Mientras que un escenario de Transformación (E2) implicaría llegar al consumo de 80 litros por persona⁷⁴, equivalente a 29.20 m³/año/persona, que es el consumo más eficiente estudiado para la edificación, reduciendo al máximo la presión sobre la demanda de dicho recurso y generando resiliencia frente al cambio climático.

⁷¹ MINEM (2008) depto de 85m2 con 275.83kW de consumo mensual

⁷² Entrevista SEDAPAL, 2013, Desarrollada para Estudios de Gobernanza de Agua en Lima, Mapas de consumo de agua en Lima, Liliana Miranda, Kevin Pfeffer, Todor Kesarovski, en base a información de INEI 2007; Sedapal 2007, LiWa; CGIAR-CSI. Noviembre 2013

⁷³ LiWa (120lt/persona/día para Lima)

⁷⁴ Code for Sustainable Homes del Reino Unido (80 lt/persona/día)

4.5.6 Reducción de residuos domésticos

Se calcula una producción de 0.782 kg/persona/día⁷⁵. Un escenario de Transición (E1) plantea una reducción intermedia del 35%, lo que equivale a 0.508 kg/ persona /día. En un escenario de Transformación (E2), esto podría reducirse hasta el 60% de la generación de residuos⁷⁶ basándose en un proceso de reciclaje intensivo de todo lo posible.

4.6 Conclusiones sobre indicadores seleccionados

La diversidad de indicadores que se presentan a continuación están en relación con los indicadores cuantificados para el cálculo de escenarios en el presente estudio, por lo que el primer grupo (materiales, residuos sólidos de la construcción y calidad ambiental exterior) es el resultado de proponer la construcción de indicadores a investigar claves para el país y cuya definición queda pendiente a futuro, mientras que los últimos(energía, eficiencia hídrica y residuos sólidos domésticos) son los indicadores de los cuales se dispone mayor información y facilita la cuantificación en los diversos escenarios de manera global.

⁷⁵ PLANAA - PERÚ 2011 - 2021

⁷⁶ PLANAA MINAM 60% reciclable al 2017

**RESUMEN
DE INDICADORES POR ESCENARIOS (Tabla 41)**

	UNIDAD DE MEDIDA	ESCENARIO ACTUAL		ESCENARIO TRANSICIÓN		ESCENARIO TRANSFORMACIÓN	
MATERIALES	% Volumen	100%	Estimado	98%	Se reduce 2% con ahorro en materiales y eco diseños	95%	Se ahorra 5% con materiales reciclados
RESIDUOS SOLIDOS CONSTRUCCIÓN	M3 RCD / M2 construido	0.4	Estimado CAPECO y FCPV 2004 - 2005	0.3	Unión Europea. Se reduce en 25%	0.2	Unión Europea. Se reduce en 50%
CALIDAD AMBIENTAL EXTERIOR	M2 área verde / persona	2.79	SERPAR 2012	5.00	Intermedio estimado	8.00	OMS
ENERGÍA	Kw / mes / m2	3.24	MINEM 2008	1.94	Se reduce 40% evitando el consumo de no renovables y con eficiencia energética	1.29	Se reduce 60% integrando energía renovables
EFICIENCIA HIDRICA	M3 / persona / año	62.00	SEDAPAL 170 litros / día / persona	43.80	Estándar internacional. Se reduce 30%, a 120 litros / día / persona	29.20	Reino Unido. Se reduce en 53%, a 80 litros / día / persona
RESIDUOS SOLIDOS DOMÉSTICO	Kg / Persona / día	0.782	PLANEE. MINAM 2011 - 2012	0.508	Intermedio estimado. Se reduce en 35%	0.313	Reducción de 60% al 2017

Elaboración: Equipo Consultor Foro Ciudades para la Vida

La generación de un modelo sostenible de vivienda depende fundamentalmente del contexto, por ello, se requieren mayor número de investigaciones a nivel local para la definición de más indicadores que permitan cuantificar y adaptar la sostenibilidad a los diferentes contextos del país.

La diversidad y singularidad de los climas del Perú obligan a los arquitectos a ser muy cuidadosos en valorar los resultados formales de los edificios de otras latitudes y, al mismo tiempo, ser consecuentes con las particularidades climáticas de las diversas zonas del país (Wieser 2011). Lo cual indica que se deben realizar esfuerzos para el desarrollo de la versatilidad, como capacidad a adquirir por los arquitectos, ingenieros y constructores con el objetivo de que puedan ser capaces de generar una construcción que se adapte a la diversidad del país.

De otro lado, diversas certificaciones ambientales han desarrollado estudios para valorar los costos de generar un edificio con criterios de sostenibilidad o llamados comúnmente edificios verdes. Estudios sobre el Green BuildingIndex Malasia⁷⁷ por ejemplo, arrojan algunos resultados al aumento del costo inicial debido a la inclusión de dispositivos “verdes”. Sin embargo, algo que está claro es que con las medidas pasivas (naturales) se

⁷⁷ Malasia es un país con temperaturas muy similares a las de la selva del Perú, por lo que se puede tomar como un referente para esta región.

puede lograr una sostenibilidad óptima a un bajo costo. Esto solamente mediante un proceso de diseño integrado en el cual algunas iniciativas no son agregaciones sino que están incorporadas desde el inicio en la fase del pre-diseño del edificio⁷⁸. Por ejemplo, una buena orientación seleccionada desde el inicio puede evitar un recalentamiento en el verano y evitar el usar adicionales de envolvente como protectores solares lo cual incrementa el costo del proyecto. El panorama de transición ofrece un reto sobre el cual hay que trabajar en la sensibilización del gremio de la construcción, pues existe una cantidad de profesionales de la construcción que no ha desarrollado dicha capacidad y son quienes llevan a cabo la vida profesional actual.

5 AHORROS DE LA CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE POR TIPO DE ESCENARIOS

El propósito de esta sección es demostrar que a través de un comportamiento de ahorro del usuario conjuntamente con el uso de eco tecnologías⁷⁹ genera ahorros importantes en la construcción y mantenimiento de las edificaciones, además de aportar a la mitigación y la adaptación al contexto del cambio climático. Para ello, analizaremos información relacionada al consumo de energía, de agua y de materiales de construcción, comparando tecnologías convencionales y alternativas para tres tipos de edificaciones: vivienda nueva y vivienda existente de 85 metros cuadrados cada una y edificio de oficina de lujo de 3,950 metros cuadrados. Adicionalmente, a modo de ilustración presentamos información sobre México y España que dan cuenta de ahorros sustantivos en el uso de eco tecnologías.

5.1 Costos – beneficio en la construcción sostenible

La construcción de viviendas con enfoque de sostenibilidad puede lograrse a través de la incorporación de ecotecnologías que debe estar acordes con las condiciones sociales y climáticas locales. Sullivan y Ward (2012) han explorado interesantes medidas para viviendas sostenibles contemporáneas y sus costos pueden ser integrados a la producción de viviendas de. Estos autores afirman que, en países menos desarrollados, los asentamientos irregulares auto-gestionados y el mejoramiento de las viviendas

⁷⁸LAI WEI CHIAN, COST IMPLICATION FOR A RESIDENTIAL HIGH-RISE PROJECT TO ACHIEVE CERTIFIED LEVEL GREEN BUILDING INDEX (GBI) RATING, Faculty of Engineering and Science. UniversitiTunku Abdul Rahman , April 2013.

⁷⁹ Ecotecnología es un conjunto de técnicas aplicadas, derivadas de algunas ciencias, que integra los campos de estudio de la ecología y la tecnología, usando los principios de la permacultura. Su objetivo es satisfacer las necesidades humanas minimizando el impacto ambiental a través del conocimiento de las estructuras y procesos de los ecosistemas y la sociedad. Se considera ecotecnología a todas las formas de ingeniería ecológica que reducen el daño a los ecosistemas, adopta fundamentos permaculturales, holísticos y de desarrollo sostenible, además de contar con una orientación precautoria de minimización de impacto en sus procesos y operación, reduciendo la huella ambiental.

continuaran siendo la norma, y una barrera fundamental a la sostenibilidad en estas comunidades en la pobreza.

El siguiente cuadro presenta las categorías de intervención planteadas por Sullivan y Ward (2012) en medidas sostenibles para vivienda, además de la estimación de costos que ellos han desarrollado.

CATEGORÍAS DE INTERVENCIÓN EN MEDIDAS SOSTENIBLES PARA VIVIENDA Y ESTIMACIÓN DE COSTOS (Tabla 42)

Mediciones de ahorros en intervenciones sostenibles relacionadas a viviendas de bajo costo				
Tipo / calidad de la vivienda	Nivel de costo de medidas de sostenibilidad	Rango de precios	Ejemplos de medidas	Aplicable con viviendas de bajo costo
Lote y núcleo de la casa de estera o similar	Muy barato	Hasta \$20	Iluminación del día, focos solares, ventilación, sombras con arboles	Aplicable en todos los casos
Casa para familia pequeña	Barato	\$20 – 100	Focos ahorradores Medidas simples de ahorro de agua Laminas/capas refractarias en ventanas	Aplicable en todos los casos
Casa amplia para familia pequeña	Poco barato	\$100 – 500	Burletes en clima fríos, voladizos y/o orientación de la casa en climas cálidos	Recomendable
Casa amplia para familia	Relativamente caro	\$500 – 1000	Inodoro de compostaje. Espuma/tabla rígida de aislamiento. Equipos de sombra mecánicos.	En los trópicos (comodidad); en climas fríos (bajando el costo de calefacción)
Casa de familia de clase media	Costoso	\$1000 - 5000	Aislamiento por relleno suelto. Inodoro de compostaje por asistencia solar Tanque séptico	Recomendado en climas continentales
Casa de familia de clase media	Muy costoso	\$5000 a más	Diseño solar pasivo exhaustivo. Sistema P/V para el techo. Nuevo sistema séptico.	Muy caro para vivienda de bajo costo en fase inicial

Choguill (2006) sugiere también algunas medidas económicas para viviendas de bajos ingresos.

- Iluminación natural, focos ahorradores y bombillas solares son mayormente baratos.
- Aislamiento de casas (clima moderado marino, clima continental) es costoso, pero necesario, es rentable al reducir el costo en calefacción.
- Cocinas a gas en lugar de madera (costo del gas y el cilindro de gas)
- Uso de medidas de ahorro de agua en duchas e inodoros (para ser practicado en todos los climas).

Medidas concernientes a la construcción de la vivienda.

- Usar materiales locales de construcción de confianza.
- Aislamiento de paredes y techos.
- Aislamiento de materiales del techo (incrementa el costo en climas continentales)
- Ventilación natural en la casa (bajo costo en los trópicos)
- Voladizos en el techo, usando varandas (costos extras dependiendo de la superficie)
- Uso de paneles solares de menor escala y/o -colectores (puede ser muy efectivos, pero costosos)
- Diseño exhaustivo solar pasivo (útil en climas marinos moderados, climas continentales)
- Uso de puntos de sombra de salida (uso de árboles, plantas, etc. en los trópicos)
- Uso de materiales de construcción localmente producidos y reciclables.

Medidas concernientes a la situación de las casas y los aspectos de desarrollo urbano

- Orientación de las casas (orientación detrás del sol y usando principales técnicas de aislamiento en los trópicos)
- Orientación de las casas (orientación hacia el sol, usar energía solar pasiva, y aislar 'atrás' en el norte)
- Orientación de tal manera que el impedimento en bloques de construcción sea mínimo.
- Orientación de tal manera que las islas de calor en los trópicos se minimicen.
- Hacer posible el (posterior) ensamblaje de paneles solares y colectores en el techo.
- Diseñar árboles en las calles para bajar las temperaturas ambientales
- Diseñando parques, áreas de juegos y senderos para el ocio de la comunidad (con árboles y sombra)
- Parcelas para viviendas no muy grandes (muy caras) y no muy pequeñas (entre 100 y 150 metros cuadrados es recomendable)
- Soluciones sanitarias individuales que sean accesibles ambientalmente.
- Tanque séptico o una solución colectiva comparable para situaciones urbanas.
- Construcción de casas alrededor de patios colectivos (estimulación social comunitaria)
- Jardines de la ciudad para el ocio y el cultivo de plantas.
- Casas con espacio para el comercio y talleres (conectadas directamente a la calle)

5.2 Ejemplos internacionales de ahorro con eco tecnologías: México y España

El siguiente cuadro ha sido publicado en un folleto sobre *Hipoteca Verde* editado por el *INFONAVIT de México*, con el propósito de demostrar los ahorros que se generen en el consumo de energía y agua utilizando eco tecnologías.

Ejemplo de costo- beneficio mexicano:

El siguiente cuadro elaborado por INFONAVIT México compara los costos de dos viviendas similares que se diferencian por la aplicación de eco tecnologías.

COMPARACIÓN DE DOS VIVIENDAS EN MÉXICO CON Y SIN ECO TECNOLOGÍA (Tabla 343)

MÉXICO									
Datos de las viviendas		Sin eco tecnología		Con eco tecnología		Ahorro mensual aprox.			
Área habitable		88 m2		90 m2					
Altura (entre piso y cielo)		2.50 ml		2.91 ml					
Volumen Habitable		220 m3		262 m3					
Habitantes		4 personas		4 personas					
Recursos	Periodo de análisis	Consumo	Dólares	Consumo	Dólares	Consumo	Dólares		
Electricidad	64 días	961 Kw	71.33	409 Kw	30.17	552 kw	41.16		
Gas Natural (invierno)	1 mes	107 m ³	33.87	31 m ³	9.71	76 m ³	24.17		
Gas Natural (verano)	1 mes	50 m ³	15.77	27.25 m ³	8.59	22.75 m ³	7.18		
Agua	1 mes	23 m ³	19.63	10.58 m ³	9.03	12.42 m ³	10.6		
AHORROS TOTALES (PROMEDIOS APROXIMADOS)									
mes		US\$ 50.9							
año		US\$ 610.82							
30 años		US\$ 18,324.50							
Fuente: Prospecto de beneficios Hipoteca Verde Subdirección General de Sustentabilidad Social e Infonavit http://www.sma.df.gob.mx/sma/links/download/archivos/ses_memoria/presentaciones/9_foro_energia_solar.pdf Link de conversión de moneda: http://fxtop.com/ Fecha : Promedio último trimestre del año 2009 (entre inicio y fin del trimestre)									

En el cuadro observamos que ambas viviendas tienen el mismo número de habitantes y prácticamente la misma área habitable, pero por estar ubicado en un clima cálido seco extremoso deducimos que los arquitectos mexicanos propusieron aumentar la altura 40 cm. para una mejor renovación natural del aire (diseño bioclimático). Además incorpora una serie de eco tecnologías como paneles solares, lámparas ahorradoras y dispositivos ahorradores de agua.

Al final presenta los ahorros estimados de un mes, un año y 30 años, demostrando que durante los tres periodos mencionados presenta ahorro económico. Este cuadro solamente presenta los beneficios económicos, a ello habría que agregarles los innumerables beneficios medioambientales

El siguiente cuadro ha sido elaborado en 2010 por la empresa española *Cambio Energético* dedicada a la promoción de proyectos de energías renovables y eficiencia energética. El cuadro compara consumos y costos de energía foco incandescente, foco ahorrador, foco halógeno y foco Led. El cálculo ha sido efectuado sobre un total de

36.500 horas en 10 años, con una utilización diaria de 10 horas. Importe del Kw-hora calculado a razón de 0'15 €. El precio de referencia de la sustitución se estima en 5 € pieza.

TABLA COMPARATIVA DE CONSUMOS Y COSTOS DE ENERGÍA FOCO INCANDESCENTE, FOCO AHORRADOR, FOCO HALÓGENO Y FOCO LED EN ESPAÑA

Tabla 44				
LED DE 15 W	INCAND.	AHORRADOR	HALÓGENO	LED
Consumo real con idéntica eficiencia energética	100 W	30 W	50 W	15 W
Consumo KW.h	0,100	0,03	0,050	0,015
Consumo Kw/ año	365,00	109,50	182,50	54,75
Costo consumo 1 año	54,75 €	16,43 €	27,38 €	8,21 €
Vida útil	1 mil horas	3 mil horas	3 mil horas	40 mil horas
Sustituciones de focos en 10 años (n° de veces)	36	12	12	Sin costes
Precio de cada unidad	1,20 €	6,00 €	2,40 €	
Coste de mantenimiento	216,00 €	360,00 €	144,00 €	
Cálculo aproximado del importe de costes a los 10 años	consumos + coste de las lámparas sustituidas + coste de las sustituciones de las lámparas			
	763,50 €	524,25 €	417,75 €	82,13 €
Ahorro sustituyendo la lámpara por LED	681,38 €	442,13 €	335,63 €	

Fuente: Cambio Energético, empresa dedicada a la promoción de proyectos de energías renovables y eficiencia energética en España 2010.

5.3 Alternativas tecnológicas de construcción sostenible por escenario

En base a todo lo dicho y considerando los indicadores trabajados en el capítulo anterior, se evaluó la factibilidad de incorporar algunos cambios tecnológicos en los escenarios de transición y transformación.

Para efectos de este estudio y con el fin de poder comparar los costos de implementación y demostrar los potenciales ahorros que conllevan entre los escenarios pasivo, de transición y transformación se ha optado por realizar estos cálculos en base a dos unidades de vivienda y un edificio.

Una vivienda existente a modificar y una vivienda nueva, ambas de 85 m² construidos y el caso de un edificio de oficinas de 3,950m² construidos (8 niveles incl. 2 sótanos).

En ambos casos se considera una distribución asumida de la siguiente manera:

- Sala/Comedor
- Cocina

- Lavandería
- 2 dormitorios

Vivienda nueva (85m²)

Vivienda existente (85m²)

Edificio comercial (3,950m²)

- 1 baño completo

Medidas:

Tal como se muestra en siguiente tabla, se ha tomado una lista de alternativas tecnológicas por cada escenario de manera que cubran los temas de materiales, energía y agua. Es importante recalcar que en el caso de la vivienda existente, no se considera costo de materiales de construcción.

Se han estandarizado las variables por cada medida de acuerdo al metraje considerando para ambas viviendas según lo mostrado a continuación:

CARACTERÍSTICAS DE LA VIVIENDA (Tabla 45)

ELEMENTO	CANTIDAD
Grifería (cocina, baño y lavandería)	4
Inodoros	1
Terma (80lts)	1
Puntos de luz (para focos)	7
Módulos fotovoltaicos de 0.25 vatios (2m ² de medida)	En función del consumo de Kwh y otras características técnicas a evaluar

Elaboración: Foro Ciudades para la vida

TABLA DE ECOTECNOLOGIAS POR ESCENARIOS PARA VIVIENDA NUEVA, VIVIENDA EXISTENTE Y EDIFICIO DE OFICINAS (Tabla 46)

VARIABLE	ESCENARIO TRANSICION (Horizonte 2021)	ESCENARIO TRANSFORMACIÓN (Horizonte 2030)	ESCENARIO TRANSICION (Horizonte 2021)	ESCENARIO TRANSFORMACIÓN (Horizonte 2030)	ESCENARIO TRANSICION (Horizonte 2021)	ESCENARIO TRANSFORMACIÓN (Horizonte 2030)
Materiales de Construcción	X	X		X	X	
Aeradores	X		X		X	
Grifería Ahorradora	X	X		X	X	
Inodoro adaptado con sistema dual			X		X	
Inodoro ahorrador (4.8lts/descarga)	X	X		X		X
Sistema de tratamiento y reciclaje de aguas grises		X			X	
Focos ahorradores		X	X	X		
Iluminación LED (Pasillos)		X		X	X	
Terma solar	X	X		X		
Compostera Casera		X		X		
Luces solares (exteriores)		X		X		X
Supresor de picos	X		X		X	
Panel Fotovoltaico		X		X		X
Sistema inteligente (sensores)					X	
Techo Verde		X		X		X
Pared Verde		X		X		X
Turbina eólica				X		X

Fuente: Elaboración Propia FCPV

Como se puede apreciar, se han listado las medidas que se ha optado como plausibles de implementar en el Perú según cada escenario. Existen eco tecnologías relativamente fáciles de implementar como la instalación de aireadores en griferías existentes, la adaptación de inodoros a sistema dual o la utilización de focos ahorradores, las cuales no involucran cambios más drásticos en el diseño o situación actual de la vivienda o edificio. Por otro lado se contemplan variables más ambiciosas como la utilización de paneles fotovoltaicos, sistemas inteligentes para ahorro de energía o tratamiento de aguas grises. Asimismo, es importante denotar que la mayoría de las variables contempladas para el escenario de Transformación (E2) no están aún establecidas o disponibles 100% en el mercado.

Como ya se ha mencionado en los indicadores de consumo de recursos, los costos de construcción contemplan una reducción del 5% en lo concerniente a costos de materiales en el caso de realizar un diseño bioclimático con consideraciones en materiales renovables y/o reciclados.

En el caso del edificio de oficinas, sobre todo en lo correspondiente al consumo de energía se contempla la variable de aire acondicionado por su fuerte injerencia en los indicadores respectivos. Esta variable se contempla tanto en escenarios de transición como de transformación.

A fin de poder contrastar los costos de las medidas a implementar en los escenarios Pasivo (BAU), de Transición (E1) y Transformación (E2) se realizó una revisión de los costos de las medidas a implementar. Esta revisión involucró la consulta de precios y especificaciones técnicas a los principales proveedores presentes en el mercado nacional según cada medida.

En todos los casos se toma un rango de precios proveniente de la data obtenida de hasta 3 proveedores según sea el caso. Se contempla también el tiempo de vida útil del producto y la diferencia de costo con la versión tradicional (**ver ficha FULL**).

En base a estas medidas se ha procedido a recoger información real de los costos en el mercado de los productos y materiales.

5.4 Ahorros en materiales en vivienda nueva

De acuerdo a la información publicada por la Revista Constructivo⁸⁰(Edición octubre – noviembre 2013), el costo promedio por metro cuadrado de vivienda actual convencional de clase media es de US\$ 371. Se trata de una vivienda con pisos y revestimientos de cerámico nacional y parquet, puertas apaneladas y contraplacadas, ventanas de aluminio liviano, muebles de madera de cedro con divisiones, sanitarios nacionales y griferías livianas. Sobre esta base, estimamos que:

Costo de Materiales de una vivienda de 85 metros cuadrados:
 $US\$ 371 \times 85 \text{ m}^2 = US\$ 31,543$
Aproximadamente S/. 88,000

⁸⁰. Revista Constructivo. www.constructivo.com

Tomando en consideración que la vivienda en el escenario de Transición (E1) es 2% más económica que la actual, y que la vivienda en el escenario de Transformación (E2) es 5% más económica (según indicadores), obtenemos los siguientes resultados:

TABLA DE COSTOS DE MATERIALES

ESCENARIO ACTUAL	ESCENARIO TRANSICION Ahorra 2%	ESCENARIO TRANSFORMADA Ahorra 5%
US\$ 31,543.50	US\$ 30,912.63	US\$ 29,966.33
S/. 88,006.37	S/. 86,246.24	S/. 83,606.05

Fuente: Elaboración propia FCPV

Para un cálculo más preciso recomendamos hacer una evaluación que incorpore el porcentaje de materiales renovables, reusados reciclados y estandarizados en una vivienda. Esto nos dará la información necesaria para calcular la eficiencia del material. Como ejemplo ilustrativo de esto, presentamos en el Anexo 1 un ejemplo demostrativo de cuadros comparativos de un estudio de caso de viviendas referenciales peruanas comparadas con una vivienda holandesa. Tesis de maestría de investigación de la arquitecta MSc. Rocío Torres Méndez.

5.5 Ahorros en energía en vivienda nueva, existente y en edificio comercial existente

La energía es un recurso altamente consumido por las edificaciones durante su construcción y tiempo de vida útil. Por ello es muy importante que sea consumido de manera racional y eficiente.

5.5.1 Eficiencia energética

Existen tres formas de mejorar la eficiencia energética en el sector residencial: los hábitos de consumo, la gestión y mantenimiento, y el cambio tecnológico.

- Los hábitos de consumo: Las medidas más económicas, incluso gratuitas, y con mayor capacidad de reducir el gasto energético están relacionadas con nuestros hábitos de consumo. Apagar las luces, desconectar los equipos eléctricos o encender una hora al día la terma eléctrica son la forma más sencilla de ahorrar energía y reducir la facturación mensual.
- La gestión y mantenimiento: En algunos casos, la buena gestión y el mantenimiento regular de los servicios comunes permite reducir considerablemente la facturación mensual, particularmente en edificios multifamiliares.

- **Cambio Tecnológico:** Las aportaciones de la tecnología moderna al ahorro de energía y la eficiencia energética son muchas, pero a menudo suponen inversiones fuertes cuyo periodo de amortización debe ser estudiado en cada caso.

Sin duda, los mejores resultados se obtienen combinando al máximo los tres modos de ahorro.

5.5.2 Costo de energía de principales artefactos domésticos

A continuación presentamos una relación de costos de los artefactos eléctricos más comunes en los hogares peruanos elaborada por el Ministerio de Energía y Minas⁸¹.

**PRINCIPALES ARTEFACTOS ELECTRICOS UTILIZADOS EN
VIVIENDAS PERUANAS POR SEGMENTO SOCIOECONOMICO**

Tabla 48			
Equipos	Costo de energía por mes (Soles)		
	Segmentos socio económicos		
	A y B	C	D y E
Focos incandescentes (comunes)	21.28	19.07	16.33
Fluorescentes	25.55	17.95	20.02
Focos Ahorradores	16.43	13.11	12.38
Radio	1.42	1.62	2.42
Televisión B/N	0.20	0.31	0.81
Televisión color	16.56	11.82	9.10
Refrigeradora	56.71	46.47	31.68
Máquina de coser	0.52	0.31	0.51
Equipo de sonido	1.85	1.34	1.13
Equipo de DVD	0.21	0.21	0.21
Lavadora	5.76	3.03	1.57
Computadora	9.82	6.21	4.29
Cocina eléctrica	3.13	0.89	0.12
Ducha eléctrica	13.47	7.60	6.19
Calentador de agua (terma eléctrica)	12.86	2.61	1.03
Horno microonda	3.80	1.31	0.7
Plancha eléctrica	9.28	6.96	5.56
Lustradora	1.27	0.25	0.22

⁸¹ Fuente: Guía Nº 01. Elaboración de Proyectos de Guías de Orientación del Uso Eficiente de la Energía y de Diagnóstico Energético. Sector residencial". Dirección General de Electricidad. Ministerio de Energía y Minas. Mayo 2008.

Aspiradora	0.70	0.23	0.11
Tostadora	0.78	0.12	0.10
Secadora de ropa	0.24	0.22	0.01
Juego de vidrio	0.97	0.23	0.73
Bomba de agua	2.91	1.15	0.31
Secadora de cabello	0.53	0.88	0.24
Ventilador	0.32	0.11	0.00
Hervidor de agua	1.81	1.30	0.76
Celular	0.81	0.61	0.61
Total Nuevos Soles	209.19	145.92	117.14

Fuente: "Estudio sobre el Consumo y el Uso de Energía en Hogares del Perú". Elaborado por encargo del EnergyEfficiencyExporters Alliance de Canadá y el Ministerio del Ambiente del Perú. Mayo, 2008.

Para efectos comparativos, nos hemos enfocado en el consumo mensual de energía (KW.h) del segmento socioeconómico C. Multiplicando la potencia nominal de cada artefacto por la cantidad de horas de funcionamiento obtendremos la cantidad de energía consumida en un determinado período de tiempo.

Por ejemplo, una refrigeradora nueva con una potencia de 300 W trabaja aproximadamente 5 horas al día, a razón de 3 minutos cada 15 minutos, y todos los días del mes.

El consumo de energía será:

$$0.3 \text{ Kw} \times 5 \text{ h/día} \times 30 \text{ días/mes} = 45 \text{ KW.h}$$

El costo será:

$$45 \text{ KW.h/mes} \times \text{S/} 0,3317/\text{KW.h} = \text{S/} 14.90 \text{ al mes}$$

5.5.3 Estimación de costos de energía en vivienda de socioeconómico C.

En la siguiente tabla se ilustra el consumo de energía eléctrica de los artefactos típicos de un departamento de 85 m² del segmento socio económico C.

**CONSUMO MENSUAL DE ENERGÍA
EN UNA VIVIENDA DEL SEGMENTO SOCIOECONÓMICO C (Tabla 49)**

Consumo mensual de energía en una vivienda del segmento socioeconómico C					
Equipos	PN (Kw)	Horas/ Día	Días/ mes	Energía/mes (KW.h)	Costo (s/.)
Cocina					
Refrigeradora	0.30	5	30	45.0	19.1

Horno microonda	1.00	0.25	26	6.5	2.8
Olla arrocera	0.20	0.50	26	2.6	1.1
Licuada	0.15	0.25	8	0.3	0.1
Campana extractora	0.08	2	26	4.2	1.8
Lavandería					
Lavadora-Secadora	2.20	2	4	17.6	7.5
Lavadora-Centrífugadora	0.80	2	4	6.4	2.7
Entretenimiento					
Televisión	0.08	4	30	9.6	4.1
Equipo estereofónico	0.06	4	26	6.2	2.7
Equipo DVD	0.06	2	26	3.1	1.3
Nintendo	0.05	2	8	0.8	0.3
Iluminación					
Focos Ahorradores	0.02	5	30	3.3	1.4
Fluorescentes	0.03	5	30	3.8	1.6
Fluorescentes de 40 w	0.05	5	30	6.9	2.9
Focos	0.10	5	30	15.0	6.4
Computo					
Computadora	0.25	4	22	22.0	9.4
Impresora	0.40	0.50	8	1.6	0.7
Otros					
Plancha Eléctrica	1.00	2	8	16.0	6.8
Secadora de cabello	1.00	0.12	10	1.2	0.5
Terma Eléctrica	1.50	4	26	156.0	66.3
Aspiradora	0.50	0.5	4	1.0	0.4
Lustradora	0.80	0.5	4	1.6	0.7
Ventilador	0.06	6	22	7.9	3.4
TOTAL				339.64	145.92

Fuente: "Estudio sobre el Consumo y el Uso de Energía en Hogares del Perú". Elaborado por encargo del Energy Efficiency Exporters Alliance de Canadá y el Ministerio del Ambiente del Perú. Mayo, 2008.

Según este cuadro, el consumo mensual de energía es de 339.64 KW.h. a un costo de S/. 145.92 mensuales, lo que equivale a un consumo anual 4,075.68 KW.ha un costo de S/. 1,751.04.

Considerando que en el escenario de Transición (E1) es posible lograr ahorros de hasta 40% y en el de Transformación de hasta 60% (ver sección 4.6), obtendríamos las siguientes proyecciones:

CONSUMO ENERGÍA KW.H EN VIVIENDA DE 85 M²

Vivienda de 85 m ²	Escenario Pasivo (BAU)	Escenario de Transición (E1) (Ahorro 40%)	Escenario de Transformación (E2) (Ahorro 60%)
Mensual			
Consumo energía KW.h	339.64	203.78	135.85

Facturación S/.	145.92	87.55	58.27
Anual			
Consumo energía KW.h	4,075.68	2,445.36	1,630.20
Facturación S/.	1,751.04	1,050.60	699.24

Elaboración propia. FCPV (Tabla 50)

Como se observa, una vivienda en el escenario de Transición (E1) ahorra S/. 701.04 al año con respecto al escenario actual, en tanto que una vivienda en el escenario de Transformación (E2) ahorra S/.1,051.80 al año.

5.5.4 Estimación de costos de energía y consumo energético en edificio comercial de uso de oficinas

El edificio seleccionado para este estudio de uso comercial, es un edificio ubicado en el sector A de Lima con un Área de 3950 m₂, distribuido en seis pisos, tres niveles de sótanos de estacionamiento, 2 ascensores, aire acondicionado central en todos los pisos, para uso de oficinas⁸² y con 276 m₂ de área verde interna.

El costo del equipo e instalación de todo el Sistema Central del Aire acondicionado para el edificio de 3950m² (incluyendo todos los componentes) asciende a \$790,000.00 (sin IGV), este precio es con un valor de US\$190/m². Con una vida útil de quince a veinticinco años⁸³.

El costo de una unidad de Ascensor así como su instalación asciende a \$40,000.00⁸⁴ (sin IGV) considerando dos ascensores con ocho paradas (seis plantas y dos sótanos).

El consumo energético anual para el 2012 fue de 683,265 kwh, de los cuales 355,646 Kwh han sido consumidos por el Área de cómputo, 56,283 Kwh por dos ascensores (28,141.5 kwh cada uno), y 188,477 Kwh se han consumido en el Sistema de Aire Acondicionado Central, para un promedio de 3 meses (90 días de uso) al año. En el edificio estos son los tres grandes bloques donde se concentra el mayor consumo de la energía, no se ha calculado el consumo por iluminación y algunos pequeños artefactos presentes en el mismo.

⁸² Este edificio de uso de oficinas, ha sido auditado por Foro Ciudades para la Vida en el mes de Agosto 2013, dentro del proceso de una Auditoría Ambiental, donde se han evaluado los costos de energía, agua y otros aspectos ambientales del mismo.

⁸³ Presupuesto investigado por Arq. Jean Paul Kaiser, presupuesto de Termosistemas

⁸⁴ Presupuesto investigado por Arq. Jean Paul Kaiser, presupuesto de Ascensores Kone

CONSUMO ENERGÉTICO TOTAL DE UN EDIFICIO USO COMERCIAL/OFICINAS

SECTOR A LIMA (Tabla 51)

	Consumo energético 2012 Kwh/Kvar Energía Activa y Reactiva	Costo Anual en \$
Facturado en año 2012	683,265 (563,450 + 119,815)	\$61,549.46 ⁸⁵ S./171,723

Fuente: Isabel Fernández Elaboración propia, FCPV

En los edificios de uso comercial se consume dos tipos de energía la activa (medida en kWh) y la energía reactiva inductiva (medida en Kvarh).

El segundo tipo de energía, la energía reactiva inductiva es la demanda extra de energía que algunos equipos de carácter inductivo como motores, los chillers del aire acondicionado, transformadores, iluminarias, necesitan para su funcionamiento. Y además esta energía reactiva no es conveniente que esté siendo consumida en exceso porque puede descompensar la instalación eléctrica. El principal efecto negativo de consumirla supone el incremento en el aumento del coste de las facturas, pérdida de potencia de sus instalaciones, caídas de tensión así como de transformadores recargados. En las facturas se puede observar si el costo por el consumo de la energía reactiva está siendo alto y proceder a un estudio o auditoria energética para en su caso realizar acciones correctoras para estabilizar esta energía reactiva.

⁸⁵ El tipo de cambio aplicado es 2.79

CONSUMO ENERGÉTICO DISGREGADO POR SECTORES O EQUIPOS

EDIFICIO USO COMERCIAL/OFICINAS - SECTOR A LIMA (Tabla 52)

	Consumo energético 2012	Costo Anual \$ y S./
Sistema de Aire Acondicionado Central	188,477 Kwh	\$ 11,646 ⁸⁶ S./ 32,493.45
2 Ascensores OTIS 2000	56,283 Kwh	\$ 3,477 S./9,703.19
TIC (Tecnologías de la información y Computación)	355,646	\$21,976 S./61,313.42

Fuente: Isabel Fernández FCPV. TIC, ver en anexo desgregado por equipo de computación (impresoras, Pc, etc.)

El costo promedio de kwh para el año 2013 ha sido de S./ 0.27 (de acuerdo a lo facturado en el mes de Agosto 2013). La media de personas trabajando usuarios regulares de las facilidades del edificio en los últimos cuatro años fue de 92 personas⁸⁷.

- **Paneles o módulos fotovoltaicos.**

Se presenta a continuación el cuadro de consumo de energía en el edificio anteriormente descrito, del sector A de Lima, indicándose el ahorro de 1200 kwh anual en el consumo eléctrico gracias a la instalación en los edificios de módulos fotovoltaicos, los cuales inclusive se podrían instalar modelos duales como se mencionaba anteriormente los cuales presentan el beneficio de ser eléctrico y térmico presentando doble ventaja, por un lado proporciona el servicio de calentar agua pero principalmente ayuda también para enfriar los mismos módulos o placas. Se incluye en anexos 11-19 opciones disponibles en el mercado peruano para el ahorro en consumo energético en cuanto a paneles fotovoltaicos a Mayo del 2014..

CONSUMO DE ENERGÍA EN EDIFICIO DE OFICINAS (Tabla 53)

EDIFICIO DE 3950 m2 ACTUAL	EDIFICIO DE 3950 m2 TRANSFORMADO	Ahorro %
Consumo energía eléctrica anual (kwh)	Consumo energía eléctrica anual(kwh)	0.21%
563,450	562,250	
1200 kwh de ahorro al año si se instala placas fotovoltaicas		
El costo de inversión del producto e instalación de una placa fotovoltaica llega a S./ 7733 (\$2772 nuevos soles (incluido IGV).		

Fuente: Isabel Fernández Foro Ciudades para la Vida

⁸⁶ El tipo de cambio aplicado es 2.79

⁸⁷ Es relevante señalar que en el número de personal y por lo tanto usuarios de las facilidades del edificio (los cuales consumen energía y agua) son considerados personal de seguridad, mantenimiento y cafetería.

En el marco del escenario de transformación que planteamos, la inversión en instalación de módulos fotovoltaicos en edificios supondría a corto plazo según nuestro estudio un ahorro de un 0.21%. Aunque en un principio el porcentaje parece pequeño pero cuando se disgrega a soles y para 5 000 (cinco mil edificios) el ahorro es un poco más significativo. Asumiendo la hipótesis de una tendencia decreciente del precio del costo de venta e instalación de un panel solar y asumiendo que de continuar esta tendencia la rentabilidad aumentaría. Además incrementar la rentabilidad económica de la inversión en placas fotovoltaicas como ya se ha indicado depende de las políticas gubernamentales que regularicen y controlen las grandes compañías productoras de energía para que se permitan medidores de ida y vuelta para que los kwh producidos y generados no utilizados gracias a las diferentes tecnologías de energías renovables, se puedan incorporar a la red (no siendo almacenada en baterías⁸⁸) y puedan ser estos compensados por la respectiva empresa eléctrica y así poder obtener beneficios o compensaciones por ello, esto permitiría la expansión significativa de estas opciones.

5.5.5 Productos en el mercado que ofrecen ahorros de consumo en energía

La siguiente información ha sido recolectada directamente de casas comerciales y proveedores. Para poder obtener resultados científicos se recomienda hacer un monitoreo directamente en obras de proyectos sostenibles piloto.

En una vivienda convencional, los mayores consumos de energía están relacionados con la iluminación, el uso de lavadora, refrigeradora y terma. Para los casos de lavadora y refrigeradora se recomienda reemplazar los artefactos antiguos de alto consumo por unas que tengan certificación de bajo consumo, ya existentes en el mercado peruano. Para nuestro estudio compararemos costos en iluminación (tipos de lámpara) y consumo de la terma (eléctrica - solar - a gas).

⁸⁸ Según opinión de arquitectos entrevistados en esta consultoría que responden en cuanto a ahorro en energía con una inversión en energías renovables.

i. Iluminación

El estudio de MINEM (2008) ⁸⁹ muestra que los ahorros en el consumo y la facturación entre un foco incandescente y una lámpara ahorradora son del orden de 80%.

COMPARACIÓN DE COSTOS EN ILUMINARIAS INCANDESCENTE Y AHORRADOR

(Tabla 54)

Consumo de foco incandescente y Foco ahorrador							
Iluminación	Potencia (KW)	Horas al día	Consumo mes (KW.h)	Consumo año (KW.h)	Costo mes S/.	Costo año S/.	Ahorro %
Foco incandescente	0.10	5	15.0	180	6.3	75.6	100%
Foco Ahorrador	0.02	5	3.0	36.0	1.3	15.1	20%
Ahorro			12.0	144.0	5.0	60.5	80%

Elaboración propia. Fuente: MINAM 2008.

En la siguiente tabla se muestra que la diferencia del costo de adquisición entre el incandescente y el ahorrador es aproximadamente de S/.11.40 habiendo un ahorro mensual de S/. 5.00.

Costo de adquisición vs. Costo Operación (Tabla 55)			
Iluminación	Costo de adquisición (S/.)	Costo de Operación Mes (S/.)	Retorno Inversión Mes
Foco incandescente	1.6	6.3	
Foco Ahorrador	13	1.3	
Diferencia	11.4	5.0	2.3

Elaboración propia. Fuente: MINAM 2008.

Se observa que la inversión inicial se habrá cubierto en 2.3 meses. Además la vida útil de la lámpara ahorradora supera largamente a la de un foco incandescente.

Actualizando los precios a noviembre 2013, el precio de un foco ahorrador es de S/. 3.17. Observamos que los costos de las lámparas ahorradoras han bajado de precio

⁸⁹MINEM. Mayo 2008. Op. Cit

Iluminación	Costo de adquisición (S/.)	Costo de operación al mes (S/.)
Foco incandescente	2	6.3
Foco Ahorrador 20w	3.17	1.3
Diferencia	1.17	5

Elaboración propia, nov. 2013

El retorno de inversión será:

$$RI = 1.17 / 5 = 0.234 \text{ mes}$$

Esto quiere decir que en menos de un mes se habrá cubierto la inversión inicial. Además la vida útil de la lámpara ahorradora supera largamente a la del foco incandescente.

A continuación presentamos un cuadro comparativo entre foco ahorrado y luz LED. Para este cálculo se está considerando el precio unitario de kwh = S/. 0.3711 (costo directo) Según tarifa domiciliaria Edelnor en Feb 2014 en el distrito de Pueblo Libre.

Cuadro Comparativo entre un foco incandescente - ahorrador - Luz Led			
LED DE 15 W	INCAND.	AHORRADOR	LED
Consumo real con eficiencia energética similar	100W	14 W	12W
Consumo KW.h / mes	15 kw	2.1kw	1.8kw
Consumo Kw/ año	180 kw	25.2 kw	21.6
Costo directo consumo 1 año	66.80 (S/.)	9.35(S/.)	8.02(S/.)
Vida útil	1 mil horas	3 mil horas	30 mil horas
Sustituciones de focos en 10 años (n° de veces)	18	6	
Precio de cada unidad	3.17 (S/.)	13.90 (S/.)	59.90 (S/.)
Coste de mantenimiento	57.06 (S/.)	83.4	Sin costes
	consumos + coste de las lámparas sustituidas + coste de las sustituciones de las lámparas		
Cálculo aproximado del importe de costes a los 10 años	668+57.06= 725.06	93.5+83.4= 176.90	80.2+59.90= 140.10
Ahorro sustituyendo la lámpara por LED	584.96	36.80	

Elaboración propia. Cuadro comparativo basado en precios al 13 Marzo 2014, Sodimac.(Tabla 56)

El cuadro compara consumos y costos de energía foco incandescente, foco ahorrador, y foco LED. El cálculo ha sido efectuado sobre un total de 18,000 horas en 10 años, con una utilización diaria de 5 horas. Importe del Kw/hora ha sido calculado a razón de S/. 3.1711 nuevos soles (costo directo).

En el Anexo 1 se encuentran el tipo de lámpara utilizada para la elaboración del cuadro comparativo

ii. Calentadores de agua:

La empresa Energías Renovables⁹⁰ publica un comparativo entre terma solar vs eléctrico:

A continuación se efectúa una comparación económica entre una terma eléctrica (150 lt) y una terma solar compacto atmosférico. La diferencia de costo entre ambas es casi imperceptible, sacando el precio de la terma eléctrica de marca Bryant de la misma capacidad.

COMPARATIVO ENTRE TERMA SOLAR VS ELÉCTRICO (Tabla 57)

N°	Terma 150	Terma 150
	Costo Eléctrico	Costo Solar
1	2,149.00	1,950.00
2	3,236.26	2,050.00
3	4,323.52	2,150.00
4	5,410.78	2,250.00
5	6,498.04	2,350.00
6	7,585.30	2,450.00
7	8,672.56	2,550.00
8	9,759.82	2,650.00
9	10,847.00	2,750.00
10	11,934.34	2,850.00
11	13,021.60	2,950.00
12	14,108.86	3,050.00
13	15,196.12	3,150.00
14	16,283.38	3,250.00
15	17,370.64	3,350.00
16	18,457.90	3,450.00

Según este cuadro realizado por la empresa Eco Peru, el ahorro final al año 15 es de S/.14,020

Por otro lado, la Empresa Termoinox ha realizado un comparativo económico de terma solar. Este estudio se encuentra publicado en la página web del MINEM.

⁹⁰ www.eco-peru.com

TERMAS SOLARES TERMOINOX CON PANELES OMEGA PLUS (Tabla 58)

Tamaño Paneles	Cantidad Paneles	Superficie (m2)	Volumen Terma (l)	Resistencia eléctrica	Precio S/. (incl. IGV)
1.31 X 0.78	1	1.02	90	1.5kW	2,100.-
1.31 X 1.05	1	1.38	120	2kW	2,500.-
1.61 X 1.05	1	1.69	150	2kW	2,800.-
1.90 X 1.05	1	2.00	180	2kW	3,240.-
1.31 X 1.05	2	2.88	250	3kW	4,100.-
1.61 X 1.05	2	3.38	300	3kW	4,700.-
2.12 X 0.90	2	3.82	400	4kW	6,150.-
2.12 X 0.90	3	5.72	500	4kW	7,500.-
2.12 X 0.90	4	7.63	750	4kW	10,600.-
2.12 X 0.90	6	11.44	1,000	6kW	13,100.-
2.12 X 0.90	9	17.17	1,500	-	17,500.-
2.12 X 0.90	12	22.90	2,000	-	22,000.-

Comparación económica de Costo Eléctrico y Solar (Tabla 59)

Año	Costo eléctrico	Costo solar
	Dólares	Dólares
1	1,203.84	3800
2	2,407.68	3900
3	3,611.52	4000
4	4,815.36	4100
5	6,019.20	4200
6	7,223.04	4300
7	8,426.88	4400
8	9,630.72	4500
9	10,834.56	4600
10	12,038.40	4700
11	13,242.24	4800
12	14,446.08	4900
13	15,649.92	5000
14	16,853.76	5100
15	18,057.60	5200



Fuente: Empresa SOLARTEC ENERGIAS RENOVABLES
Fuente MINEM <http://www.minem.gob.pe/minem/archivos/Guia01%20Residencial.pdf>

Según este cuadro publicado por la empresa SOLARTEC⁹¹ tenemos:

⁹¹ Empresa SOLARTEC ENERGIAS RENOVABLES. 2013.
<http://intranet2.minem.gob.pe/web/archivos/ogp/GVEP/sanchez.pdf>
Fuente MINEM. <http://www.minem.gob.pe/minem/archivos/Guia01%20Residencial.pdf>

\$ 18,057.60 - \$ 5,200 = \$ 12,857.60 dólares en ahorro total final al año 15.

Este cuadro comparativo no presenta fecha. Comparando los precios (incluyendo IGV) entre las termas de 150 lt de ambas empresas encontramos una gran diferencia de precio de venta. Es probable que la empresa que presenta la cotización más alta, sean precios más antiguos o sus componentes sean de mejor calidad. Para nuestro estudio comparativo hemos optado por la terma que ofrece el precio más económico, quiere decir la terma 150 litros cuyo precio de venta es S/.1 950.00 nuevos soles.

Nota: Los consultores no recomiendan ninguna marca en especial. Se sugiere poner a prueba modelos y marcas que ofrecen características similares en proyectos piloto para su evaluación.

iii. Energía térmica

En los hogares peruanos, la cocina a gas es el equipo más representativo y básicamente el único consumidor de energía térmica. Según el número de personas, frecuencia de uso, etc. mensualmente se pueden consumir 1 ó 2 balones de gas. Un balón de gas entrega aproximadamente 494 MJ/mes (0.46 MMBTU) y su costo es alrededor de S/. 33.50⁹².

Según información publicada por la empresa CALIDDA, el ahorro en la utilización de cocinas a gas con respecto a cocinas eléctricas es de aproximadamente 74%.

Ahorro en la Utilización de Cocinas (Tabla 60)

	Gasto promedio mensual	Ahorro	Porcentaje
Cocina eléctrica	46.73	34.66	74%
Cocina a Gas	12.07		
Cocina y terma eléctrica	112.81	87.97	78 %
Cocina y terma a gas	24.84		

Elaboración Arq. Rocío Torres Fuente. Empresa CALIDDA

Por otra parte, comparando costos entre un con balón de gas y conexión de gas directa por tubería, el resultado es el siguiente:

Tipo de Consumo	Costo consumo mensual (S/.)
------------------------	------------------------------------

⁹²MINAM, 2008

Cocina con balón a gas	33.50
Cocina con gas natural	12.07
Ahorro mensual	21.43
Ahorro anual	257.16

Elaboración Arq. Rocío Torres. Fuente: Empresa CALIDDA⁹³

Costo instalación de balón de gas:

Costos de adquisición de balón de gas y válvula⁹⁴:

Precio balón de gas vacío: S/. 75 nuevos soles

Precio válvula: S/.38 nuevos soles

El costo instalación de gas natural no está publicada en la página web de CALIDDA, únicamente se indica que puede ser financiada hasta en 96 meses. De una cotización particular en el distrito de San Miguel de abril del 2012 obtenemos que el precio de instalación para una terma y una cocina es de S/. 2,241.00 nuevos soles.

COMPARATIVO ENTRE COSTOS DE ADQUISICIÓN DE BALÓN DE GAS Y GAS NATURAL (Tabla 61)

Adquisición	Costo inicial (S/.)	Costo inicial (S/.)
Balón a gas	75.00	
Válvula	38.00	
Costo de adquisición y/o instalación	113.00	2241

Elaboración Arq. Rocío Torres.

iv. Energía Solar : Instalación de Módulos fotovoltaicos

A continuación presentamos un ejercicio de cálculo acerca de la potencialidad de incorporar paneles fotovoltaicos en las viviendas, sean estas existentes o nuevas, para casos de Ica y Lima.

TABLA: CALCULO DE COSTOS DE INSTALACION DE MODULOS FOTOVOLTAICOS PARA GENERACIÓN DE 1KW EN ICA Y LIMA EN VIVIENDA CONVENCIONAL ACTUAL (Tabla 62)

⁹³ Fecha visita web 12 dic 2013 http://www.calidda.com.pe/residencial_ahorro.htm

⁹⁴ Precios de Mercado Libre. <http://listado.mercadolibre.com.pe/balon-gas>

CONSUMO VIVIENDA CONVENCIONAL ACTUAL										
CONSUMO		340 kW-h/MES								
CONSUMO		4080 kW-h/año								
INSTALACION FUERA DE RED CON BATERÍAS		CONSUMO	EFICIENCIA	PRODUCCIÓN NECESARIA	KW INSTALADOS	4080 KW.H AÑOS		4080 KW.H AÑOS		
UBICACIÓN	CON 1 KW INSTALADO	KW-H/AÑO	BAT + INVERSOR	KW-H/AÑO	NECESARIOS	COSTO APROX	COSTO RED	RETORNO	COSTO GRUPO	RETORNO
ICA	1950 kW-h/año	4080	0.7125	5726	2.94	35239	1876.8	18.8	4896	7.2
LIMA	1250 kW-h/año	4080	0.7125	5726	4.58	54973	1876.8	29.3	4896	11.2
INSTALACION INTERCONECTADA A RED		CONSUMO	EFICIENCIA	PRODUCCIÓN NECESARIA	KW INSTALADOS	4080 KW.H AÑOS		4080 KW.H AÑOS		
UBICACIÓN	CON 1 KW INSTALADO	KW-H/AÑO	INVERSOR	KW-H/AÑO	NECESARIOS	COSTO APROX	COSTO RED	RETORNO	COSTO GRUPO	RETORNO
ICA	1950 kW-h/año	4080	0.95	4295	2.20	14316	1876.8	7.6	4896	
LIMA	1250 kW-h/año	4080	0.95	4295	3.44	22333	1876.8	11.9	4896	

Elaboración: Ing. Franco Canziani empresa Waira S.A

Este cuadro demuestra que lo más conveniente es hacer la instalación interconectada a red. Resultando atractiva para Ica pero no tanto para Lima debido a las condiciones de radiación solar.

TABLA: CALCULO DE COSTOS DE INSTALACION DE MODULOS FOTOVOLTAICOS PARA GENERACIÓN DE 1KW EN ICA Y LIMA EN VIVIENDA TRANSICION (Tabla 63)

CONSUMO VIVIENDA TRANSICION (ASUMIENDO CONSUMO DE 40% MENOS SEGÚN INDICADORES)										
CONSUMO		204 kW-h/MES								
CONSUMO		2448 kW-h/año								
INSTALACION FUERA DE RED CON BATERÍA		CONSUMO	EFICIENCIA	PRODUCCIÓN NECESARIA	KW INSTALADOS	2448 KW.H AÑOS		2448 KW.H AÑOS		
UBICACIÓN	CON 1 KW INSTALADO	KW-H/AÑO	BAT + INVERSOR	KW-H/AÑO	NECESARIOS	COSTO APROX	COSTO RED	RETORNO	COSTO GRUPO	RETORNO
ICA	1950 kW-h/año	2448	0.7125	3436	1.76	21143	1126.08	18.8	2937.6	7.2
LIMA	1250 kW-h/año	2448	0.7125	3436	2.75	32984	1126.08	29.3	2937.6	11.2
INSTALACION INTERCONECTADA A RED		CONSUMO	EFICIENCIA	PRODUCCIÓN NECESARIA	KW INSTALADOS	2448 KW.H AÑOS		2448 KW.H AÑOS		
UBICACIÓN	CON 1 KW INSTALADO	KW-H/AÑO	INVERSOR	KW-H/AÑO	NECESARIOS	COSTO APROX	COSTO RED	RETORNO	COSTO GRUPO	RETORNO
ICA	1950 kW-h/año	2448	0.95	2577	1.32	8589	1126.08	7.6	2937.6	
LIMA	1250 kW-h/año	2448	0.95	2577	2.06	13400	1126.08	11.9	2937.6	

Fuente: Ing. Franco Canziani, empresa Waira S.A.

Este cuadro está basado en el consumo de una vivienda transición (consume 40% menos según indicadores)

Observamos que el consumo bajó, por consiguiente bajaron los costos pero el periodo de retorno de la inversión se mantiene en 7.6 años para Ica y 11.9 años para Lima.

A pesar que este tiempo podría ser considerado algo extenso, debemos resaltar que el periodo de duración de toda la instalación es de 20 años. Por consiguiente tendríamos más de 12 años de energía a costo cero en Ica y 8 años para Lima.

Considerando que este resultado ha sido realizado en el Mayo del 2014 y observando que los paneles fotovoltaicos han reducido sus costos hasta 6 veces en los últimos 10 años, este rendimiento podría mejorar sustantivamente en un periodo corto.

Por ello estimamos que es definitivamente una solución muy atractiva para corto y mediano plazo, donde seguramente los costos y el periodo de retorno también se verán reducidos.

5.5.6. Recomendaciones para ahorro en el consumo de energía.

La eficiencia energética en el sector comercial así como para el sector residencial requiere de una serie de medidas como las siguientes:

- La reducción del consumo con procedimientos de buenas prácticas y como medida incluso a costo cero conllevan ahorros importantes, como por ejemplo una política estricta de apagado de luces y de equipos de oficina al finalizar la jornada laboral en el mismo.
- Una adecuada evaluación de los costes energéticos e implementación de las medidas necesarias para un adecuado mantenimiento de los diferentes componentes que consuman grandes cantidades de energía, nos referimos a los ascensores de estos edificios comerciales, el sistema central de aire acondicionado (así como los elementos que permiten su funcionamiento como son las bombas hidráulicas, los chillers estos últimos grandes consumidores de energía, las torres de enfriamiento, manejadoras de aire, los fan coil, cajas de volumen variable, extractores de CO₂ y ventiladores de servicios higiénicos). Y desde el área de Tecnologías de la Información y Computación es fundamental también una buena gestión y control de los equipos que se están utilizando, priorizándose siempre en los edificios de estas características las impresoras multifuncionales por su importante ahorro energético.
- Las inversiones tecnológicas, invertir en energías renovables aunque a corto plazo suponen una inversión económica más elevada pero a largo plazo la inversión se recupera siendo así mayor los beneficios. Se presenta en anexos opciones disponibles en el mercado nacional y que estarían adecuadas para zonas urbanas, y en concreto Lima. Una opción son los paneles fotovoltaicos (paneles solares) y otra la energía eólica (aerogenerador Savonius). Cada una tiene sus ventajas, los paneles fotovoltaicos podrían reemplazar algunos techos de policarbonato, sin afectar el diseño de los edificios, y el aerogenerador Savonius requiere de poco viento en comparación otros tipos de aerogeneradores de más álaves.

5.6 Ahorros en agua en vivienda (nueva, existente) y en edificio comercial existente

Si bien no disponemos de información confiable acerca del estado de los artefactos sanitarios (lavatorios, duchas, inodoros, etc.) que hay en las viviendas de Lima y del país, ni tampoco del volumen de pérdida de agua que registra por esta vía, en 2009 SEDAPAL estimaba que para entonces había más de 800 mil viviendas en la capital que poseían equipos obsoletos⁹⁵.

En esta línea, la atención a ha estado centrada particularmente en los inodoros, pues la mayor parte de los ellos descargan 12 litros por vez, representando de esta manera el mayor consumo de agua en una vivienda.

En la sección de Ahorro de Agua en el portal de SEDAPAL se puede observar una serie de productos ahorradores, entre ellos los inodoros que descargan 4.8 litros por vez, es decir 40% menos de lo que descarga un inodoro convencional de 12 litros. Este porcentaje es ligeramente superior al indicador de 30% trazado para reducción de agua correspondiente al escenario de Transición (E1) (ver sección 4.6).

Se ha puesto énfasis en el análisis de consumo del inodoro porque este representa el mayor consumo de agua en una vivienda. Según la publicidad de tiendas comerciales, indican empleando inodoros ahorradores se puede llegar a obtener ahorros de 40% en consumo de agua. Por ello para nuestro estudio de cálculo estamos considerado el 30% de ahorro para un consumo anual “Transición”.

COSTO DE INODORO

COSTO MODELO INODORO	COSTO ESTANQUE	INVERSION
<i>Inodoro Jet plus (4.8 lt)</i> Trébol	<i>Rapid jet plus</i>	Con certificación ahorrador Sedapal
S/. 80.60	S/. 50.30	S/. 130.90

Elaboración Arq. Rocío Torres M. Fuente: SODIMAC febrero 2014.

El costo del inodoro con certificación ahorrador Sedapal es de S/.130.90 nuevos soles.
Evaluación del Consumo y Ahorro anual de agua según indicadores

⁹⁵Diario El Comercio. 26 agosto 2009.<http://elcomercio.pe/lima/333312/noticia-sedapal-lanza-campana-ahorrar-agua?ref=ecr>



CUADRO COMPARATIVO DE CONSUMO DE AGUA ENTRE UNA VIVIENDA ACTUAL, UNA VIVIENDA DE TRANSICIÓN Y UNA VIVIENDA DE TRANSFORMACIÓN SEGÚN LOS INDICADORES

CONSUMO ANUAL ACTUAL	CONSUMO ANUAL TRANSICION	CONSUMO ANUAL TRANSFORMADA
62.05 m ³ /pers/año	43.44 m ³ /pers/año	32.89 m ³ /pers/año
	Ahorra 30%	Ahorra 53%

Elaboración Arq. Rocío Torres, Foro Ciudades para la Vida (Tabla 64)

Calculando el costo de 1m³ de Agua:

En Lima, el metro cúbico de agua cuesta S/. 3.12. Esto incluye servicio alcantarillado, cargo fijo e IGV. Para el caso de Perú no se han encontrado cálculos diferenciados por consumo de agua a través del inodoro, o ducha o riego jardines, etc.

5.6.1 Consumo y ahorro de agua según escenarios en vivienda

Los indicadores por escenarios Actual, de Transición y Transformación presentados en la sección 4.6 de este informe indican posibilidades de ahorro del 30% al 53% dependiendo de las medidas de ahorro adoptadas.

CONSUMO PROMEDIO DE AGUA POR VIVIENDA ESCENARIO ACTUAL, DE TRANSICIÓN Y DE TRANSFORMACIÓN

Consumo promedio de agua por vivienda escenario Actual, de Transición y de Transformación			
	Anual Pasivo	Anual Transición	Anual Transformada
Consumo	62.05 m ³ /persona/año	43.44 m ³ / persona /año	32.89 m ³ / persona /año
Costo S/. 3.12 / 1 m ³	S/. 193.59	S/. 135.53	S/. 102.61
		Ahorra 30%	Ahorra 53%

Elaboración Arq. Rocío Torres M., Foro Ciudades para la Vida (Tabla 65)

En el Perú, tanto el registro de consumos como la facturación del agua no diferencian el origen del consumo, ya sea inodoro, ducha o riego de jardines, etc. A continuación presentamos un cálculo de consumo de agua realizado por una consultora alemana.

En la tabla siguiente se aprecian los valores de consumo de agua en el sector privado alemán. A través de diferentes medidas o modificaciones, como el uso de grifos ahorradoras (nivel 1), uso de equipos modernos caseros - lavadoras, lavavajillas, etc.- (nivel 2), uso del agua de lluvia (nivel 3) o el reciclaje de las aguas grises, se logra alcanzar un potencial de ahorro considerable sin influir la calidad del servicio.

TABLA COMPARATIVO DE CONSUMO DE AGUA EN EL SECTOR RESIDENCIAL CON POTENCIAL DE AHORRO Y SUSTITUCIÓN CONSIDERABLE

Cuadro comparativo de Consumo de agua en el sector residencial con potencial de ahorro y sustitución considerable					
	Hoy(1) Litros/persona /día	Uso de la técnica convencional (nivel 1)	Uso de aparatos adicionales (nivel 2)	Uso adicional del agua de lluvia (nivel 3)	Uso adicional de agua grises recicladas (nivel 4)
Aseo personal	46(100%)	35(75%)	23(50%)	23(50%)	23(50%)
Inodoro(WC)	40(100%)	30(75%)	20(50%)	4(10%)	0(0%)
Ropa	17(100%)	15(90%)	13(75%)	4(25%)	2(10%)
Vajillas	8(100%)	7(90%)	6(75%)	6(75%)	6(75%)
Comida/bebida	3(100%)	3(100%)	3(100%)	3(100%)	3(100%)
Limpiar	6(100%)	6(100%)	6(100%)	6(100%)	6(100%)
Jardín	3(100%)	3(100%)	3(100%)	1(25%)	0(0%)
Otros	5(100%)	5(100%)	5(100%)	5(100%)	0(0%)

Fuente: DWC - DecRen Water Consult. <http://www.dwc-water.com/es/tecnologias/tecnologias-ahorradoras-de-agua/index.html> (Tabla 66)

Este ejemplo ilustra cómo se podría aprovechar las aguas de lluvia en las viviendas de la sierra y selva del Perú. Para nuestro estudio comparativo hemos hecho estimaciones de cálculo de consumo de agua de 1 inodoro para la vivienda convencional, Transición y Transformada por persona.

Los inodoros de 4.8 litros ya se encuentran en el mercado peruano, estamos considerando este modelo para la “vivienda transición” y prevemos que en un futuro no muy lejano para el caso de vivienda Transformada se empleen inodoros que usen aguas recicladas de las viviendas.

Este tipo de consumo ya se está ocurriendo en Holanda, Alemania y España. Para Perú se recomienda hacer viviendas piloto para obtener cálculos reales de consumo y costos aplicando estas nuevas eco-tecnologías.

ESCENARIOS PASIVO BAU, TRANSICIÓN (E1) Y TRANSFORMACIÓN (E2)

Escenario Pasivo (BAU)	Escenario de Transición (E1)	Escenario de Transformación (E2)
12 litros por descarga	4.8 litros por descarga	Reciclado de aguas grises
48 litros/persona/día (estimado 4 veces/día/persona)	19.2 litros/persona/día (estimado 4 veces/día/persona)	Sin información de mercado.
17,520litros/persona/año 17.52 m3/persona/año	7 008 litros/persona/año 7.01 m3/persona/año	

Fuente: Elaboración: Arq. MSc.Rocío Torres Méndez, Foro Ciudades para la Vida (Tabla 67)

5.6.2 Consumo de agua en edificio de oficinas

El edificio de oficinas seleccionado en este estudio ha tenido un consumo anual para el 2012 de 3007 kilolitros/m³.

El costo medio mensual en el 2010 fue de \$ 238.35⁹⁶ (S/. 665), en el 2011 de \$ 293.5 (S/. 819) y \$ 361.61 (S/. 1,008.9) para el 2012. En el 2013 tenemos una media mensual de \$ 245.71, la tendencia sigue siendo a subir. El mayor consumo de agua se observa en épocas de verano cuando se pone en funcionamiento el aire acondicionado.

En los edificios se puede implementar evaluaciones para aumentar la eco eficiencia del consumo, particularmente del agua y las torres de refrigeración del aire acondicionado central. Además se realiza un mantenimiento de dichas torres para evitar la acumulación de sarro en las tuberías con productos anticorrosivos.

En relación a los sistemas de control de las filtraciones y notificación del problema en el plan de contingencia del organismo u entidad que ocupe el edificio deben quedar reflejados los procedimientos de actuación para poder atender estas emergencias, para evitar pérdidas de agua elevadas.

Indicadores de funcionamiento

El consumo de agua recomendado por persona para oficinas se presenta en los cuadros siguientes, en el primero se muestran los indicadores promedio de consumo de agua,

⁹⁶ Tipo de cambio 2.79

para comparar con la recomendación eco eficiente de 20 litros por persona/día para uso de oficinas, y contrastarla con el consumo real del edificio.

TABLA DE CONSUMO COMERCIAL PROMEDIO
Edificio Comercial sector A

CONSUMO PROMEDIO	lit/persona día	m ₃ /anual
Consumo promedio del distrito de San Isidro	460 lit/persona día ⁹⁷	167.9
Consumo promedio indicado por SEDAPAL	170 lit/persona día ⁹⁸	62.05
Código de Construcción Gran Bretaña (uso residencial)	80l/persona día	29.2
Consumo promedio recomendado para oficinas por ONG Cuidemos le Agua (Argentina⁹⁹)	20 lit/persona día	4.96¹⁰⁰
Consumo promedio Edificio Comercial sector A 2010	253 lit/persona día	62.74
Consumo promedio Edificio Comercial sector A 2011	295 lit/persona día	73.16
Consumo promedio Edificio Comercial sector A 2012	357 lit/persona día	127.44
Consumo promedio Edificio Comercial sector A 2013 enero a junio	349 lit/persona día ¹⁰¹	86.55

Fuente: Elaboración Liliana Miranda, Isabel Fernández, FCPV Agosto 2013 (Tabla 68)

Observando el cuadro anterior sobre el consumo de agua en litros y en m₃ se puede apreciar cómo el pasado año 2012 se consumieron 357 lit/persona día, siendo así 315 litros más de lo recomendado para oficinas que deberían ser como máximo 20 litros por usuario¹⁰²/días. Así se aprecia igualmente un exceso en el consumo promedio a lo largo de los últimos tres años.

Así también presentamos las recomendaciones de SEDAPAL¹⁰³, esta empresa prestadora del servicio de agua potable y alcantarillado estipula la cantidad promedio de 170 litros de agua por usuario domiciliario por día para todo Lima, aunque debemos matizar que ellos no diferencian este consumo domiciliario con el de oficina el cual incluso sería menor.

⁹⁷ SEDAPAL, Base de Datos de consumo de Lima, 2007 (incluye residencial y comercial), elaboración propia

⁹⁸ Entrevista SEDAPAL, 2013 (para uso residencial)

⁹⁹ ONG Cuidemos le Agua (Argentina). http://www.consumoconsciente.org.ar/links_descargas.php

¹⁰⁰ 4.96 m₃ en base a 248 días laborales al año de uso de oficinas.

¹⁰¹ Se asume que el consumo en verano (Enero a Marzo) es más alto por el aire acondicionado y este promedio podría bajar (aunque el promedio del año anterior es también bastante alto)

¹⁰² EL dato del número de usuarios no lo aportamos para respetar datos de confidencialidad de nuestro edificio auditado en el mes de Agosto 2013.

¹⁰³ De acuerdo a lo entrevistado al personal de SEDAPAL en la presente consultoría.

5.6.3 Recomendaciones para ahorro en el consumo de agua

A fin de lograr ahorros significativos en el consumo de agua es recomendable instalar aparatos ecoeficientes. Debido a que los inodoros con tanque empotrado consumen mucha agua deberán hacerse ajustes para disminuir el caudal hasta 3.5 litros por descarga.

Entre los ámbitos susceptibles de mejora para los edificios comerciales se recomienda, bajar el consumo de agua en su conjunto y por persona¹⁰⁴, principalmente identificar las causas de este excesivo consumo determinando las posibles fugas o disfunciones en los aparatos consumidores de agua (como podría ser el aire acondicionado, retretes, llaves o caños, fugas no identificadas).

Se pueden identificar unos objetivos que ayuden en el logro de esa reducción de un consumo elevado como serían los siguientes:

- Lograr una media de consumo comercial anual promedio mensual y por día por persona óptimo y de forma continua. (20 litros persona/día)
- Incluir el uso de aireadores para reducir el volumen de salida del agua y modificar capacidad de carga de retretes empotrados a menos de 3.5 y 1,5 litros (uso dual).
- Implementar métodos de rehúso y reciclaje de aguas grises en algunas zonas para aprovechar la precaria agua de lluvia y humedad en Lima, así como el agua de algunos lavatorios de baños que servirían para regar las plantas de las terrazas y jardines.
- Mejorar los procedimientos de control y prevención de fugas de agua.

5.7 Comparación de costos de vivienda de transición y vivienda convencional

En esta sección presentamos un ejercicio de comparación de costos típicos de una vivienda convencional y una vivienda ahorradora equipada de acuerdo a principios de sostenibilidad. Para el efecto, la comparación se efectúa sobre la base de una vivienda de clase media urbana, en la costa peruana, de 85 metros cuadrados, diseñada para 4 personas y que consta de una sala comedor, dos dormitorios, un baño, una cocina y una lavandería.

¹⁰⁴ Los edificios comerciales tienen un personal regular, unos a tiempo completo, otros a tiempo parcial.

La comparación incluye el valor del terreno, el costo de los materiales de construcción y el equipamiento básico consistente en 7 puntos de luz (en techo, no lámparas), 4 juegos de grifería para el baño, la ducha, la cocina y lavandería, 1 inodoro, 1 terma para agua caliente. En el caso de la vivienda sostenible hemos agregado 3 supresores de pico, 1 panel fotovoltaico, 1 m² de techo verde, 1 m² de pared verde, 1 biofiltro y 1 compostera.

También hemos considerado un área libre en base a 8 m² por persona, lo que para una vivienda para 4 personas correspondería un área libre de: 32m², dentro de la cual estaría instalado el biofiltro de tratamiento de aguas grises. Con respecto al costo del metro cuadrado de construcción (US\$ 371), hemos tomado el valor de la Revista del Grupo Constructivo, que se indica en la sección de 5.4 Ahorros en Materiales de Vivienda de este mismo informe (pág. 75). Finalmente, en el caso de la vivienda de transición, hemos considerado una reducción del 2% de los materiales mediante un diseño eficiente de acuerdo a lo establecido en el Cuadro Comparativo de Indicadores por Escenarios de la sección 3.7 (pág. 28).

TABLA COSTO MEDIO VIVIENDA CONVENCIONAL, TRANSICION Y TRANSFORMACIÓN

Vivienda Urbana Costo Medio 85 m2 / 4 personas (1). (Tab. 69)							
	Cantidad	VIVIENDA CONVENCIONAL		VIVIENDA TRANSICIÓN		VIVIENDA TRANSFORMACIÓN	
		Precio Unitario S/.	Precio Total S/.	Precio Unitario S/.	Precio Total S/.	Precio Unitario S/.	Precio Total S/.
Grifería Convencional (Cocina, SH, Lavandería)	4	80	320				
Grifería Ahorradora	4			129.89	520	129.89	520
Inodoro Convencional 6 l	1	120	120				
Inodoros 4.8 litros	1			130.90	130.90	130.90	130.90
Terma solar 80 litros	1			1,144	1,144	1,144	1,144
Terma eléctrica 80l		959	959				
Puntos de luz LED	2			59.90	119.80		
	7					59.90	419.30
Focos Ahorradores (en techo)	7	13.90	97.30				
	5			13.90	69.50	13.90	69.50
Supresor de picos	3			20	60	20	60
Compostera	1			100	100	100	100
Sistema de Biofiltro	1			1,600	1,600	1,600	1,600
Techo Verde (1m ²)	1			149	149	149	149
Jardín (1m ²) grass	1	8	8				
Jardín Vertical (1m ²)	1			480	480	480	480
Sistema de Panel Fotovoltaico	1					5,398	5,398
Sub Total			1504		4373		10,070
Terreno de 117m ² (US\$ 600/m ²) (2)	117	1,674	195,858	1,674	195,858	1,674	195,858
Costo Materiales por m2 (US\$371/m ²) Reducción de 2% (E Transición) materiales Y 5% (E Transformación)	85	1,035	87,983		86,223		83,584
		0	0	1035	2%(-1760)	1,035	5%(-4,399)
Sub Total			283,841		282,081		279,442
Costo directo TOTAL (S/.)			285,345		286,454		289,512

Los presupuestos¹⁰⁵ aportados anteriormente se han obtenido de diferentes proveedores recientemente en el transcurso de esta consultoría, por nuestros consultores así como consultores externos (arquitectos, ingenieros, etc.). Así los presupuestos de paneles fotovoltaicos¹⁰⁶ presentados en este informe como se pueden observar oscilan desde S./6500 (instalación de 1kw, Canziani,Waira.S.A) a este último de S./ 5398 de LIDERS para mayor detalle ver la siguientes notas a pie¹⁰⁷.

Como se observa, equipar una vivienda de clase media con estas modificaciones y mejoras para la sostenibilidad (en un escenario de transición) costaría S/. 1109 más que una vivienda convencional, principalmente a una reducción en materiales del 2% (utilización de materiales reciclados, así como la consideración de reducir en la fase de diseño la cantidad de los mismos), e incluso invirtiendo S./ 2,869 en aparatos y tecnologías ahorradores. En un escenario de transformación los costos se elevan más a S./ 3,058, estando representado el mayor gasto de inversión por el panel fotovoltaico (S/. 5,398), pero si consideramos la reducción en el costo de los materiales de un 5%. A corto plazo el ahorro sería mayor debido a la reducción en los consumos de servicios de agua y energía eléctrica, y la baja de los precios de la instalación de las placas fotovoltaicas

¹⁰⁵ Cocina, lavandería, sala comedor, 1 baño, 2 dormitorios, 7 puntos de luz en techo, 4 grifos en cocina, baño, ducha y lavandería, 1 inodoro, 1 terma, 3 supresores de pico, 1 m2 de techo verde, 1 m2 de pared verde, biofiltro y compostera.

US\$ 600/m²)Tasa de cambio US\$ 1 = S/. 2.79

¹⁰⁶ Presupuesto Panel Fotovoltaico aportado por el Arq Jean Paul Kaiser: 1 Panel: KIT LIDERS 7: Frigüider o Congelador Solar. Contiene: 1 Frigüider/Congelador Solar, 1 Paneles solares de 240 Watts, 1 Regulador digital de 20 Amp, 2 Baterías solares de 100 AH, 10m Cable 12 AWG, 1 Tablero de control con llave general del sistema y conectores.

¹⁰⁷ Sodimac /Sole/ Cassinelli / Eco-Perú / Lidars /General Electric/ Debrysa / Revista Constructivo Edición octubre – noviembre 2013.Grifería Llave Memphis mueble para lavadero 129.89 (Semi ahorradora) Trebol Enero 2014.

CUADRO RESUMEN DIFERENCIA DE COSTOS DE VIVIENDA CONVENCIONAL DE COSTO MEDIO, VIVIENDA DE TRANSICIÓN Y DE TRANSFORMACION (Tab. 70)

	VIVIENDA CONVENCIONAL	VIVIENDA TRANSICION	VIVIENDA TRANSFORMACION
COSTO TOTAL s./	285,345	286,454	289,512
DIFERENCIA		+1109	+3058

Pero si hacemos una comparación considerando únicamente algunas modificaciones básicas, Obtendríamos el siguiente ejemplo:

TABLA DE COSTOS COMPARATIVOS VIVIENDA CONVENCIONAL, VIVIENDA NUEVA DE TRANSICIÓN Y DE TRANSFORMACION

Vivienda Urbana Costo Bajo 85 m2 / 4 personas			
VIVIENDA CONVENCIONAL	Costo S/.	VIVIENDA AHORRADORA	Costo S/.
Terreno de 117m ² (US\$ 300/m ²) (1) (2)	97,929.00	Terreno de 117m ² (US\$ 300/m ²) (TC: S/. 2.79)	97,929.00
Construcción 85m2 a US\$ 219.70 m2 (3)	52,101.86	Construcción 85 m2: 5% ahorro en materiales (Materiales = 35% de construcción)	51,190.08
4 juegos de grifería convencional para cocina, baño, ducha y lavandería (S/. 80 unidad)	320	4 griferías convencionales + aireadores para reducción de caudal	520
1 Inodoro convencional de 15 litros	80	1 Inodoro convencional + válvula de 2 tiempos con carga de 4.8 litros	130.90
7 focos incandescentes (S/. 3.17 unidad)	22.19	5 focos ahorradores y 2 LED (S/. 19.90 unidad)	139.30
		1 compostera	100.00
Total	150,430.86		150,009.38

(1). Tasa de cambio: S/. 2.79

(2) Terreno incluye 85 m2 área construida + 32 m2 área libre, a razón de 8 m2 por persona

(3) Revista Constructivo. Edición octubre - noviembre 2013 www.constructivo.com

Tabla 71

En esta tabla observamos que la vivienda ahorradora cuesta S/. 596.62 nuevos soles menos que la vivienda convencional.

Con un diseño óptimo que reduzca materiales estratégicamente con buenas prácticas de consumo y tecnologías ahorradoras es donde se logran los mayores ahorros.

Esto demuestra que la vivienda ahorradora no cuesta más.

6 BENEFICIOS DE LA CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE

En este capítulo se busca definir cuáles son los ingresos, descontar los costos y obtener por diferencia el beneficio o excedente al aplicar y poner en práctica las políticas, medidas, procedimientos y protocolos de las construcciones sostenibles que se presentan en el estudio.

Para ello se ha buscado información técnica correspondiente a los precios y costos de cada uno de los componentes considerados, esto es materiales, energía, agua potable, además de focos, inodoros y griferías. El resultado nos muestra que tanto los estudios como los valores obtenidos son muy diferentes y están ubicados en rangos muy amplios. Por ello hemos dejado de lado la metodología de realizar un solo estimado de costo beneficio y optado por la construcción de un simulador de costo beneficio.

6.1 Instrumento FULL Construcción Sostenible

El instrumento *Full Construcción Sostenible* es una metodología que se utiliza para estimar costos, ingresos y realizar estimaciones de beneficios. Básicamente es un simulador financiero que permite construir escenarios múltiples. Este instrumento ha sido utilizado en Perú, Colombia y El Salvador. Su funcionamiento consiste en elegir o definir determinados supuestos o variables y en base a ello se calculan automáticamente los resultados. Todo el instrumento está “hipervinculado” entre sí y realiza los cálculos en base a las variables determinadas. A fin de facilitar su uso se han seleccionado las variables Pareto que permiten explicar la mayor cantidad de ingresos, costo o excedentes. En caso requerir estimaciones muy precisas es posible el modificar todas las variables a discreción.

Los resultados de la construcción de Full Construcción Sostenible se han realizado de manera ilustrativa, es decir no pretenden un análisis profundo e integral. Para ello se han seleccionado los principales rubros, componentes y aspectos que muestran e ilustran lo rentable y beneficioso que es desde el punto de vista económico la aplicación de las políticas y protocolos de la construcción sostenible.

6.2 Variables analizadas

Hemos seleccionado tres escenarios para el análisis costo beneficio. Para cada uno de ellos se han realizado estimados de ingresos, costos y excedentes.

- Escenario Pasivo (BAU)
- Escenario de Transición (E1)
- Escenario de Transformación (E2)

Los principales supuestos o **parámetros elegidos para el análisis costo beneficio** son los siguientes:

- El número de viviendas nuevas, edificios oficinas y viviendas casa habitación existentes a las que aplicaran las políticas.
- Los niveles de ahorro en los materiales de construcción.
- Los niveles de ahorro de energía para las construcciones.
- Los niveles de ahorro de agua en las construcciones.
- Los precios y cantidades de cada de los componentes. Se han tomado como base los proporcionados por proveedores o estudios técnicos.

Tipos de construcciones de Full Construcción Sostenible:

- **Vivienda departamento nueva tipo.** Se ha seleccionado una vivienda de 85 m2 con un costo por m2 del orden de los US 371.
- **Edificio para oficina nuevo tipo.** Se ha seleccionado un edificio de 3,950m2 con un costo por m2 del orden los US 598; a los cuales debe añadirse el costo del ascensor, aire acondicionado u otro implemento o equipo.
- **Vivienda casa habitación existente tipo.** Se ha seleccionado una vivienda de 85 m2 con un costo del orden de los US 371.

6.3 Principales ahorros

Los componentes seleccionados que explican la mayor parte de los beneficios son los siguientes:

- Materiales de construcción. En los cuales se producen ahorros. Ver márgenes de ahorro en la hoja de trabajo de los supuestos y la hoja de trabajo de costos de construcción.
- Consumo de agua, pasando de inodoros convencionales a inodoros sostenibles.
- Energía: En los cuales se producen ahorros. Ver márgenes de ahorro en la hoja de trabajo correspondiente y la hoja de trabajo de supuestos.
- Consumo de Energía para cocinas. Cambiando energía eléctrica a energía de gas natural.

- Consumo de energía para iluminación Cambio de focos incandescentes a focos ahorrados.
- Consumo de energía para aire acondicionado.
- Fuente de energía de red eléctrica a construcción a placas fotovoltaicas a red eléctrica interna.
- Fuente de energía de red eléctrica a construcción a paneles solares a red eléctrica interna.

Para cada uno de esos componentes se ha seguido el siguiente procedimiento:

- Determinar su factibilidad técnica de aplicación. En caso de ser positiva se incluye.
- Determinar su importancia en la explicación de excedente total. En caso de ser positiva se incluye.
- Determinar el ahorro que en términos económicos se denomina ingresos. Este ahorro se estima en unidades físicas y se multiplica por su precio respectivo.
- Determinar el costo necesario para su aplicación. Tanto en cantidad como en precio unitario.
- Determinar diferencia en excedente o beneficio.
- Finalmente se aplica a un número de unidades de construcción en los tres escenarios definidos y se deja espacio para la “corrida” o escenario a ser construido por el usuario de Full Construcción Sostenible.

6.4 Resultados

Los resultados son los siguientes.

- La aplicación de políticas de construcción sostenible son rentables en todos los componentes seleccionados. Es decir los ingresos o ahorros son superiores a los costos.
- En el escenario de Transición (E1) el excedente o beneficio estimado es del orden de los 2,066 millones de dólares (5,991 millones de soles). Asimismo, realizando un estimado conservador para el escenario de Transformación (E2) el beneficio es del orden de los 3,353 millones de dólares (9,724 millones de soles)

Los mayores ahorros se dan en los siguientes rubros:

- Materiales: 26.07% (Transición) y 20.77% (Transformación) para viviendas nuevas; 8.87% y 10.94% respectivamente para edificios de oficinas; y 15.67% y 11.93% para viviendas existentes.
- Ahorro en energía: 4.56% y 7.12% para vivienda nuevas; 10.96% 19.55% para edificio de oficinas; y 3.49% y 4.41% para viviendas existentes.

**ESCENARIOS DE APLICACIÓN DE POLÍTICAS DE CONSTRUCCIÓN
SOSTENIBLE
RESUMEN DE RESULTADOS**

(Tabla 73)

TIPO DE CONSTRUCCIÓN	ESCENARIO TRANSICIÓN E1	%	ESCENARIO TRANSFORMACIÓN E2	%
VIVIENDA TIPO DEPARTAMENTO NUEVO				
CONSTRUCCION MATERIALES	538,587,500	26.07%	696,305,000	20.77%
ENERGIA			-	
VIVIENDA TRANSICION	94,285,412	4.56%	238,873,118	7.12%
VIVIENDA TRANSFORMADA	101,204,301	4.90%	162,559,140	4.85%
DE FOCOS INCANDECENTES A FOTOS AHORRADORES	20,049,283	0.97%	20,049,283	0.60%
EDIFICIO TIPO DE OFICINAS				
CONSTRUCCION MATERIALES	183,351,882	8.87%	366,703,763	10.94%
AHORRO POR ENERGIA	226,496,416	10.96%	655,521,147	19.55%
AHORRO POR AGUA	25,033,681	1.21%	46,557,715	1.39%
DE FOCOS INCANDECENTES A FOTOS AHORRADORES	9,462,366	0.46%	18,924,731	0.56%
AHORRO DE ENERGIA POR ENERGIA EOLICA	20,000,000	0.97%	40,000,000	1.19%
AHORRO DE ENERGIA POR PLACAS FOTOVOLTAICAS	987,814	0.05%	987,814	0.03%
VIVIENDA TIPO CASA HABITACION 15 AÑOS.				
CONSTRUCCION MATERIALES	323,739,500	15.67%	399,913,500	11.93%
ENERGIA				
VIVIENDA TRANSICION	72,100,609	3.49%	147,873,835	4.41%
VIVIENDA TRANSFORMADA	40,481,720	1.96%	130,047,312	3.88%
DE FOCOS INCANDECENTES A FOTOS AHORRADORES	34,083,781	1.65%	42,103,495	1.26%
TERMAS SOLARES	268,017,013	12.97%	268,017,013	7.99%
INODOROS DE DOBLE PULSADOR	55,194,060	2.67%	55,108,471	1.64%
GRIFERIA	53,070,000	2.57%	63,684,000	1.90%
TOTAL US\$	2,066,145,339	100.00%	3,353,229,337	100.00%
Soles T/C: 2.9	5,991,821,482		9,724,365,077	

- Otra variable clave para obtener mayores excedentes en el número de construcciones a las que se aplican las políticas sostenibles.
- Por último, un aspecto muy importante que se obtiene como conclusión es que los montos de inversión que se requieren para obtener los ahorros y los excedentes son muy bajos, por ende los niveles de rentabilidad son altos y muy superiores a los costos financieros en que se podrían incurrir para financiar las inversiones.

7 IMPACTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA CONSTRUCCIÓN Y POSIBLES MEDIDAS DE ADAPTACIÓN

7.1 Mitigación y adaptación

Para lidiar con los efectos del cambio climático existen dos tipos de medidas diferentes pero complementarias a la vez: la mitigación y la adaptación. Como ya se ha dicho en este estudio, si bien para el Perú la adaptación es la prioridad no se pueden descuidar las medidas de mitigación.

Las medidas de mitigación que presentamos a continuación están relacionadas con acciones destinadas a limitar y reducir las emisiones de gases de efecto invernadero ya mejorar la capacidad para absorberlos.

Algunas de las medidas de mitigación recomendadas, según el Panel Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC), son:

- Programas basados en el mercado, como impuestos sobre el carbono o la energía, o cuotas negociables sobre las emisiones.
- Acuerdos voluntarios para reducir el uso de energías fósiles, normas sobre las emisiones de carbono, programas para fomentar productos en que se utilice eficientemente la energía.
- Medidas reglamentarias como equipo obligatorio o normas sobre construcción, prohibiciones de productos y prácticas, permisos y cuotas de emisiones no negociables.
- Provisión de información y creación de capacidades a nivel de actores institucionales y sociales.
- Coordinación a nivel interinstitucional e internacional.

Por su parte, la adaptación está referida a las acciones que reducen la vulnerabilidad de los sistemas naturales y construidos frente a los efectos reales o esperados del cambio climático. Es fundamental que los países y comunidades adopten medidas y prácticas para protegerse de los daños y perturbaciones.

La adaptación al cambio climático debe considerar no solamente la reducción de la vulnerabilidad frente a los impactos negativos, sino también cómo beneficiarse de los

efectos positivos. Las medidas de adaptación deben enfocarse a corto y a largo plazo, e incluir componentes de manejo ambiental, de planeación y de manejo de desastres.

Algunas medidas generales de adaptación son las siguientes:

- Medidas de prevención y precaución, como la reducción en el consumo del agua
- Desarrollo de investigación e información
- Criterio de flexibilidad en el desarrollo de actividades productivas
- Ubicaciones más seguras de instalaciones y obras de infraestructura
- Restauración de la cubierta arbórea, los humedales y los pastizales para evitar la erosión y reducir los daños provocados por las tormentas e inundaciones
- Establecimiento de planes de evacuación y sistemas de respuesta médica en caso de alguna catástrofe natural

Se necesita una combinación y sinergia de estas medidas de mitigación y adaptación adaptadas a las condiciones nacionales, regionales y locales para paliar los efectos e impactos del cambio climático.

7.2 Medidas de mitigación y adaptación en la Construcción Sostenible

Si cada persona o familia desea ahorrar gastos en la facturación de agua de 40% al 68%, y en la de energía eléctrica de 40% al 60%, reducir enfermedades diarreicas, respiratorias y de la piel, mejorar su productividad por aumento del confort, e incluso incrementar el valor de su propiedad con el aumento de la tasa de retención de inquilinos si fuera el caso, pues se recomienda que se sigan los siguientes pasos:

Cambiar las griferías convencionales por griferías ahorradoras y a sanitarios con sistemas dobles para líquidos (3 litros o menos) y sólidos (6 litros o menos). También se puede optar por colocar botellas plásticas con arena de al menos 4 litros dentro del tanque de su viejo retrete. Reciclar el desagüe gris de los lavaderos y duchas (no de los retretes) para irrigar jardines y áreas verdes, incluyendo tubos de 2" que separen el desagüe gris y, si le es accesible, lo puede rehusar directamente en irrigar jardines, que no contengan hortalizas, con tubos agujereados y enterrados.

Cambiar focos incandescentes por focos ahorradores y de preferencia, usar interruptores con controladores en base a movimiento en pasadizos e ingresos. Usar iluminación LED y de preferencia iluminación solar, en exteriores y usos públicos. Definitivamente cambiar la terma eléctrica por una solar, electro solar o gas-solar. Usar supresores de pico que realmente desconecten sus electrodomésticos apagados (TV, hornos, música, PC, entre

otros) y reducir el uso de secadoras y planchas en especial desde las 6 pm o en las horas pico pues es cuando la energía cuesta casi el doble. Los sistemas inteligentes son ahorradores. Incluir paneles fotovoltaicos que se pueden encontrar en el mercado en forma de láminas de sílice flexible y translúcida que pueden colocarse en las ventanas. También puede incluir turbinas de viento si se encuentra en un edificio con suficiente altura y viento, estos últimos son preferibles si se pueden financiar, puesto que cada vez son más económicos y los ahorros en la facturación le devolverán el crédito en pocos meses.

Aumentar las áreas verdes y libres desde jardines, jardineras, techos, balcones y paredes verdes, biohuertos y multiplicar las macetas. Cuidar las plantas (sin agroquímicos!) lo cual reduce el stress, mejora la calidad de aire y si se cultivan alimentos se ahorra en los gastos de la canasta alimentaria y finalmente, incorporar una compostera (bajo tierra o en un balde) para reciclar los residuos orgánicos y generar el compost en casa



Preferir las pinturas al agua. Además de que no manchan y son más económicas, no contienen elementos tóxicos asociados a diversos tipos de cáncer (benceno, plomo, tricloroetileno, etc.). Si desea colores, puede mezclarlas con cemento de color y hacer sus propias combinaciones. Si puede financiarlas, ya se pueden encontrar en el mercado pinturas con base acuosa sin plomo ni tóxicos y que usan colores vegetales de origen.

Eliminar o reducir materiales tóxicos como asbesto, formaldehído, benceno, tricloroetileno y otros componentes orgánicos volátiles. Con ello estará alejando las probabilidades del cáncer, leucemia y asma, entre las peores enfermedades con las que convivimos.

IMPACTOS Y MEDIDAS DE ADAPTACIÓN POR ESCENARIO

Impactos y Medidas de adaptación por escenario (Tabla 74)		
Impactos	Escenario Transición	Escenario Transformación
Lluvias intensas	Reducir exposición	Respuesta planificada, cosecha de agua, techos preparados para lluvias.
Vientos fuertes	Edificios bien cimentados, edificaciones firmes, mejorar localización	Estructuras bien cimentadas, edificaciones firmes, protección arbórea
Heladas, Friaje	Aislamiento, conservación de temperatura, arborización	Diseño bioclimático, diseño pasivo, transmitancia térmica
Inundaciones, Huaycos	Protección viviendas y sótanos, alerta temprana, drenaje, zonas de amortiguamiento.	Rediseño de vías, viviendas y sótanos, pavimentos permeables, localización segura.
Islas de calor	Ventilación natural y sombra, diseño urbano, paisajismo desde áreas de protección hasta bio huertos.	Confort térmico, Diseño paisajista, Diseño bioclimático, techos y paredes verdes, agricultura urbana
Sequía (reducción de fuentes para hidroenergía)	Eco-Eficiencia en el consumo de agua, tratamiento y reciclaje	Ahorro, separación, reciclaje y reúso y seguridad alimentaria. Cerrar el ciclo del agua
Aumento del nivel del mar	Eco-Adaptación, construcción viva, eficiencia energética, bio huertos, autogeneración energética	Energías renovables, edificio inteligente
	Proteger, controlar erosión costera	Relocalización

Elaboración: Isabel Fernández y Liliana Miranda

8 RETOS PARA PROMOVER LA CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE

En esta sección presentamos brevemente algunas acciones que deberán ser consideradas para promover el desarrollo de la construcción sostenible en el Perú. Cabe indicar que esta es precisamente la materia del siguiente informe de esta investigación denominado “Migrando hacia una construcción sostenible”, de modo que aquí nos limitaremos únicamente a hacer una breve referencia de cada uno de los aspectos que deberán ser tomados en consideración.

La calidad urbana que impera en la mayor parte de las ciudades del Tercer Mundo demuestra que la construcción sostenible –y el desarrollo sostenible en general- aún no es una prioridad para los constructores, los usuarios y las clases políticas locales. Lo sostenible es un concepto todavía manejado por un número relativamente reducido de profesionales, a pesar de que la opinión pública tiene cada vez más información sobre la degradación del ambiente y de los recursos naturales producidas por las industrias extractivas y de transformación, y sobre el cambio climático en general.

No obstante, existen advertencias y señales que indican la necesidad de cambiar la manera en que se asume actualmente el desarrollo, y algunos gobiernos y organizaciones de la sociedad civil han comenzado a tomar acción para alentar más prácticas sostenibles. Las ciudades han empezado a mostrar las implicancias negativas de la falta de equilibrio entre el desarrollo social, económico y ambiental, lo cual evidencia la necesidad de aplicar medidas correctivas para detener o ajustar prácticas que ya no son sostenibles.

Para ello es necesario incentivar el interés de gobiernos, profesionales, comunidades académicas y población en general sobre aspectos relacionados a la aplicación de prácticas sostenibles y amigables con el ambiente. Una alianza estratégica entre el gobierno, la industria de la construcción, las universidades, gremios profesionales, ONG's y los centros de investigación podría funcionar como mecanismo efectivo para potenciar la importancia del tema y alentar una acción coordinada. La cooperación internacional puede jugar también un papel importante influenciando a los gobiernos de los países en desarrollo para que brinden la atención necesaria a los temas relacionados con la construcción y urbanización sostenible.

Como ya se ha visto en el capítulo de Diagnóstico, el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento tiene aún una política muy débil de apoyo hacia los sectores de construcción y de vivienda en términos ambientales. Faltan normas y legislación específica que promueva la construcción sostenible. Por ejemplo, no exige evaluaciones de impacto ambiental en la construcción de una serie de proyectos de gran envergadura, como si ocurre en otros sectores como el minero, pesquero o forestal y el proceso es demasiado largo, se realizan los EIA una vez concluidos los proyectos no dando espacio a mejorar la propuesta antes de su desarrollo final. El sector no cuenta con los incentivos u oportunidades para atraer inversiones o capital para promover la investigación y las tecnologías limpias.

Por su parte, los gobiernos locales encargados de dar los permisos de construcción, regularizar las construcciones informales, proveer espacios públicos de buena calidad, y controlar el proceso de urbanización, no cuentan con los recursos financieros y técnicos necesarios para abastecer estos servicios adecuadamente, y menos para incluir los criterios de sostenibilidad. La ausencia de articulación y concertación entre las autoridades, empresarios, profesionales y organizaciones civiles en torno a una política nacional de planes de inversión para las ciudades, es una de las grandes barreras para el desarrollo de nuevas alternativas que lleven una transición hacia lo sostenible.

En cuanto a las grandes empresas constructoras, la modificación en los paradigmas arquitectónicos hacia diseños bioclimáticos, en los sistemas constructivos consumidores de energía y generadores de desechos, y en el uso de materiales no reciclados es un proceso gradual que avanza al ritmo de las preferencias de la demanda, generalmente atraída por la modernidad y los patrones de consumo extranjeros.

En el Perú al 2005 sólo operaban¹⁰⁸ sólo operan 7 empresas constructoras que obedecen a las normas ISO 14000. Una de las razones de esta falta de interés del sector privado para desarrollar productos sostenibles que sean accesibles a los diferentes grupos de población con bajos ingresos, es la falta de alternativas financieras y de mecanismos de crédito que alienten cambios en las prácticas actuales.

Las universidades y centros de investigación son también un gran potencial para el desarrollo y la promoción de tecnologías y materiales apropiados, no solamente realizando estudios de investigación, sino educando y preparando profesionales que tengan el conocimiento y las habilidades para aplicar y utilizar conceptos y técnicas de construcción sostenible. Es necesario apoyar la profundización de las experiencias ya existentes, lo cual permitiría desarrollar nuevas tecnologías y materiales sostenibles que puedan ser producidos industrialmente de manera que estén al alcance del bolsillo de las mayorías. La capacidad de pago y producción en masa son factores clave para que la industria de la construcción adopte estos patrones.

A lo largo de este documento ha quedado en evidencia que la construcción y la urbanización sostenible son tareas de varios actores, los cuales necesitan unir fuerzas para lograr que el concepto “sostenible” logre la atención que se merece. Para ello se requiere fortalecer alianzas estratégicas y concertar acciones entre los diferentes agentes que juegan un papel en el desarrollo, y lograr sinergias positivas con acciones conjuntas. Es recomendable hacer uso de las redes y alianzas existentes.

Entre otras cosas, se recomienda llevar a cabo las siguientes acciones:

Investigación

¹⁰⁸ Inventario de Empresas Limpias en el sector Construcción, Foro Ciudades para la Vida documento de trabajo

- Es imperativo analizar y medir el impacto ambiental de los procesos de urbanización, buscando reformar los modelos actuales de gestión urbana.
- Registrar los resultados de investigación en técnicas y tecnologías constructivas ya concluidas y utilizarlos para nuevos desarrollos. La investigación necesita incorporar materiales y técnicas antisísmicas que respondan a las diversas condiciones geográficas y climáticas en el país.
- Realizar estudios de las islas de temperatura (calor en zonas urbanas para poder hacer un seguimiento más preciso de este fenómeno).
- Complementar la investigación sobre técnicas y materiales apropiados teniendo de base la experiencia existente así como las lecciones aprendidas en estudios de factibilidad realizados para industrializar su producción y para diseñar estrategias de marketing, promoción y venta.
- Incorporar los conceptos de construcción y urbanización sostenible y dentro de la currícula universitaria, de manera que su aplicación forme parte de la rutina de comportamiento de los profesionales.
- Es importante lograr que se reconozca, analice y difunda el efecto que tienen las actividades constructivas en el medio ambiente, buscando que se cambie así la formación y el concepto de construcción en los ingenieros, arquitectos y trabajadores de construcción.
- En cada contexto específico local, antes de sacar conclusiones y desarrollar soluciones, habría que analizar los problemas y barreras de la construcción sostenible desde una perspectiva integrada y holística. Una herramienta útil a este propósito podría ser un perfil ambiental enfocado en la construcción sostenible.

Políticas públicas

- Conformar alianzas regionales para hacer lobby contra la producción de materiales de construcción dañinos en países desarrollados y su venta a países en desarrollo.
- Incluir temas y conceptos relativos a prácticas sostenibles en las políticas de desarrollo del gobierno. Dependerá del compromiso y voluntad del gobierno que el desarrollo sostenible reciba mayor o menor atención.
- Desarrollar y promover una legislación que aplique estándares gubernamentales de prácticas sustentables relativos a la planificación e implementación de servicios tales como agua, transporte y tránsito, energía, manejo de desperdicios y de recursos naturales.
- Promover las prácticas de vivienda sostenible con incentivos y penalidades, para que la industria de la construcción aplique cada vez más los estándares amigables con el

ambiente. En un futuro próximo, esto podría llevar a la creación e introducción del Certificado de Calidad Ambiental como requerimiento para la aprobación de una construcción.

- Impulsar alternativas financieras, tales como créditos especiales u otros, que den prioridad a los sectores industriales que promuevan la vivienda y el desarrollo sostenible.
- Dar asistencia técnica, fondos y equipamiento a instituciones dedicadas a la investigación, y facilitar la creación de espacios de discusión y debate entre los diferentes actores.
- Crear proyectos de apoyo y asistencia técnica con los gobiernos locales, en los cuales se compartan recursos humanos y financieros, con la finalidad de mejorar las técnicas y tecnologías de desarrollo sostenible, promover la autoconstrucción y la recuperación de los sistemas tradicionales.

Gestión

- Establecer en las ciudades instrumentos de gestión ambiental que permitan la construcción, mantenimiento, restablecimiento y protección de las edificaciones, el ambiente natural y su entorno.
- Promover la elaboración de Agenda 21 Local y la inclusión de la construcción sostenible en las prioridades de inversión.
- Promover la elaboración de planes urbanos y zonales que estén basados en los principios sostenibles e incluir indicadores para ciudades para la vida.
- Adaptar y modificar las Normas Nacionales de Construcción para incorporar la construcción y urbanización sostenible en las inversiones locales.
- Desarrollar y promover la construcción y la urbanización sostenible optimizando el uso de los recursos locales, de las capacidades y técnicas tradicionales.
- Establecer un sistema de control y asistencia técnica para mejorar la calidad de la autoconstrucción de viviendas. Esto podría darse a través de oficinas de desarrollo y asesoría.
- Desarrollar capacidades institucionales para crear un sistema de evaluación de impacto ambiental, el cual genere información, monitoree y haga seguimiento de la actividad de construcción en las ciudades.

Industria de la construcción

- Dadas las nuevas condiciones ambientales, las compañías constructoras deberían implementar normas de calidad TQM e ISO 14000 para así introducir mejoras en la gestión y producción, igualmente válido es la aplicación de certificaciones verdes tanto en sus procesos constructivos como en las edificaciones en sí mismas que ejecuten en el futuro.
- Alentar la construcción de la vivienda y urbanización sostenible promoviendo el uso de materiales apropiados. La industria podría hacer uso de la construcción ambientalmente amigable y hacerse apta a la certificación, tanto en la promoción como en la venta de sus productos.
- Reducir, reutilizar y reciclar los materiales de construcción con base a los conocimientos actuales de rendimiento, lo cual redundaría en la protección de los recursos naturales y les permitiría aumentar sus ganancias.
- Apoyar escuelas tecnológicas como SENCICO en diversas regiones del país para que capaciten a los trabajadores de construcción en el desarrollo de las habilidades que se requieren para el uso de nuevos materiales, técnicas y procesos constructivos más ecos eficientes.
- Apoyar la difusión de materiales de construcción y tecnologías adecuados, de manera que el público perciba las ventajas de la construcción sostenible.
- Invertir en la transformación tecnológica necesaria para el uso de tecnologías limpias de construcción.

Organizaciones No Gubernamentales

- Desarrollar las capacidades de sus profesionales y técnicos para aplicar estos conceptos en sus proyectos.
- Desarrollar un directorio de experiencias que hacen uso de sistemas de construcción limpios, y difundirlos a la sociedad.
- Promover en cada ciudad la creación de microempresas de construcción alternativas que construyan con tecnologías limpias y sostenibles.
- Promover proyectos que devengan en viviendas, barrios y ciudades más ecos eficientes y sanos.
- Sistematizar y difundir las lecciones aprendidas en diversas experiencias, desarrollando guías y catálogos prácticos para su promoción en el mercado de la construcción.

Población – Usuarios

- Buscar información y participar en los procesos para la formulación de Agenda21 Local, en los planes de ordenamiento territorial sostenible, planes de desarrollo urbano y en el plan de inversión de las comunidades vecinales y sus ciudades.
- Promover la aceptación de tecnologías alternativas que contribuyan al desarrollo sostenible.
- Participar en audiencias de acciones del gobierno y del sector privado para que las demandas estén acompañadas de inversiones sostenibles.
- Participar de manera responsable en las decisiones relativas al medio ambiente y al desarrollo ambiental.
- Desarrollar liderazgos y capacidades de concertación entre los miembros más activos de la comunidad.

Todas estas acciones sólo serán válidas si se toman en cuenta las actitudes comunitarias y los valores positivos hacia el medio ambiente, y el éxito dependerá de la incorporación de estas recomendaciones en las políticas urbano ambientales nacionales, regionales y locales, así como de la ejecución concreta de barrios y viviendas demostrativos que levante la primera gran barrera: la desconfianza ante los beneficios que este cambio reportará.

9 CONCLUSIONES

En el país como en otras partes del Mundo, se viene promoviendo el concepto de Ciudades para la vida como una expresión del desarrollo sostenible que ofrezcan una adecuada calidad de vida a sus habitantes, mediante oportunidades equitativas para una vida sana, segura, productiva y solidaria, en armonía con la naturaleza y el entorno rural, las tradiciones culturales y los valores espirituales, adecuándose a la diversidad del país.

Todos los habitantes de una ciudad, deben tener garantizado el derecho al uso y goce de la ciudad y de la vivienda, entendiendo a éstos como el derecho a:

- Un lugar adecuado para vivir en condiciones que favorezcan la integración plena a la vida urbana.
- Acceder a los equipamientos sociales, a las infraestructuras y a los servicios.
- Desenvolver apropiadamente las actividades sociales y económicas.
- Usufructuar de un hábitat culturalmente rico y diversificado que protege su patrimonio histórico.

- Acceder a un ambiente sano así como a paisajes y ecosistemas naturales.

Las poblaciones en países en desarrollo como el Perú aún siguen creciendo. Resolver el déficit de viviendas no se puede lograr sin enfocarse en el acceso a la vivienda, particularmente las viviendas de bajo costo, o que estén al alcance de las familias de pocos ingresos. La principal pregunta es si 'viviendas asequibles para los pobres urbanos y rurales' y la 'necesidad por desarrollo de nuevas habilitaciones o barrios sostenibles' se pueden combinar bien y en forma balanceada, sin que uno afecte al otro. El argumento que aquí se ha sustentado es que esto se puede hacer con simples intervenciones, medidas y/o cambios sostenibles para las viviendas de bajo costo. Este proceso de transición hacia la construcción sostenible es posible y que incluso se pueden lograr grandes ahorros económicos, tal como se puede observar en los resultados del simulador entregado. Pero las limitaciones principales para las viviendas sostenibles estarán en la resistencia al cambio de parte de los actores claves en la construcción, así como en la pobreza de los hogares y la tradicional informalidad en los procesos constructivos en el Perú. Las personas con bajos ingresos necesitan acceder a viviendas de bajo costo, dignas y adaptadas a las costumbres y climas del Perú.

Por otro lado, cuando la aplicación de medidas sostenibles se añaden a las viviendas o casas ya existentes, esto también tiene consecuencias positivas, además de significativos ahorros en las cuentas de electricidad y agua (ver resultados del simulador), también se puede lograr reducir costos de calefacción en climas fríos, reducir costos de enfriamiento en los trópicos y/o lograr mayor comodidad y confort. En ambos casos todo esto acompañado de beneficios para el planeta, pues también se reducen las emisiones de gases invernadero. Lograr hacer asequibles estas intervenciones o medidas sostenibles en la construcción sería entonces una cuestión de hasta qué punto se pueden financiar y/o resolver los costos iniciales para su instalación y los costos de mantenimiento antes de que el periodo de retorno haya concluido luego de su terminación, si bien son en general bajos ambos tendrán que ser contabilizados.

Escenario Pasico, de Transición y Transformación de Cambio climático y construcción sostenible

A efectos de diseñar políticas de construcción sostenible, el estudio traza tres escenarios sobre el futuro de la construcción en el Perú para los próximos treinta años en el marco de los posibles impactos del cambio climático. El primer escenario, denominado

Escenario Tendencial o Pasivo¹⁰⁹, supone lo que ocurriría con las edificaciones en el caso de no tomar ninguna medida de mitigación y adaptación al cambio. Como es de suponer, se trata de un escenario crítico en el que abunda la escasez y se deteriora la calidad de vida de los habitantes. El segundo, denominado de Escenario de Transición, supone que se adoptarían algunas ecotecnologías facilitando la adaptación de las edificaciones al cambio climático mejorando la calidad de vida de los habitantes. Y el tercero, denominado de Escenario de Transformación, supone un futuro en el cual se han adoptado gran cantidad de medidas de adaptación y mitigación lográndose mejorar el nivel de confort de las personas.

Estos tres escenarios fueron delineados sobre la base de fuerzas impulsoras identificadas mediante consultas a diversos expertos en la materia. Las principales fuerzas impulsoras identificadas fueron la voluntad política de las autoridades y dirigentes nacionales para impulsar políticas y normas dirigidas a promover y desarrollar la construcción sostenible en el país; la disponibilidad de agua para consumo y generación de energía; la evolución del cambio climático y del calentamiento global; y el acceso a tecnologías adecuadas para la construcción sostenible. Asimismo, se identificaron otras fuerzas impulsoras de segundo y tercer orden relacionadas a la gobernanza, la densidad poblacional y la rentabilidad económica.

Indicadores para la construcción sostenible.

Los indicadores propuestos en el estudio han sido planteados con el propósito de evaluar el desempeño y la magnitud de diversos aspectos que determinan la condición de sostenibilidad de las edificaciones. El estudio hace un repaso por los sistemas de evaluación de indicadores más conocidos a nivel mundial y desarrolla un conjunto de indicadores que deberán ser tomados en cuenta para formular un sistema de evaluación nacional que considere los diferentes climas y condiciones naturales del país.

Asimismo, tomando con base diversas fuentes de información nacional e internacional, traza las magnitudes que deberán tener los principales indicadores para cada uno de los escenarios proyectados de la construcción. Así, por ejemplo, en lo concerniente a materiales de construcción, se estima que es posible lograr ahorros del 2% y 5% para los escenarios de Transición y Transformación, respectivamente. En el caso de las áreas verdes en zonas urbanas se esperan promedios de 4 m²/persona a 8 m²/persona en los escenarios futuros, en tanto que para la energía se estiman ahorros del 40% y 60%

¹⁰⁹ En inglés "business-as-usual",

respectivamente, y en materia de agua los ahorros serían del 30% y 53% respectivamente.

La selección de variables e indicadores fueron determinadas en base a los siguientes parámetros:

- i. Indicadores de materiales de construcción
- ii. Indicadores de residuos de construcción y demolición – RCD
- iii. Indicadores de calidad ambiental exterior
- iv. Indicadores de calidad ambiental interior
- v. Indicadores de energía
- vi. Indicadores de eficiencia hídrica
- vii. Indicadores de movilidad urbana

Sobre la base esta información, el estudio utiliza una herramienta de cálculo financiero denominado *Full Construcción*, mediante el cual se estiman ahorros y beneficios económicos para cada uno de los escenarios trazados. Cabe indicar que se trata de un ejercicio cuyos resultados dependen fundamentalmente de la calidad de la información utilizada, y cuyos resultados pueden modificarse de acuerdo al valor de las variables consideradas. Vale decir que si bien este instrumento está sellado para evitar la manipulación de sus fórmulas, queda disposición del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento para el uso posterior.

Por lo demás, si bien las cifras y proyecciones presentadas tanto en la sección de escenarios como de indicadores en este capítulo pueden ser revisados y ajustados de diversas maneras, es importante recalcar que cualquier logro al respecto depende de una serie de factores claves como la voluntad política para impulsar los cambios sugeridos, la capacidad de gestión del aparato público tanto en el nivel nacional como en los niveles regionales y locales para llevarlos a cabo, la disponibilidad de recursos para financiar los cambios tecnológicos y promover los cambios de hábitos en la población, y sobre la toma de conciencia por parte de la comunidad en general respecto al cambio climático, sus efectos las acciones sencillas y cotidianas que podemos adoptar en todo nivel para adaptarnos al cambio y mitigar sus efectos .

10 BIBLIOGRAFÍA

- Agreed Reference Material For The IPCC Fifth Assessment Report. <http://ipcc.ch/pdf/ar5/ar5-outline-compilation.pdf>

- Bernd Eisenberg, Eva Nemcova, Rossana Poblet, Antje Stokman. *Lima Ecological Infrastructure Strategy. Integrated urban planning and Design tools for a water scarce city.*
- Bredenoord, J. (2003) Survey self-building of houses in Lima. The Role of assisted self-help housing in three planned *barriadas* in the peripheral urban areas of the metropolis. www.housingresearchgroup.com
- Bredenoord, J. (2009) The people's struggle for affordable living space. The role of (assisted) self-help housing from 1950 – 2010 and beyond. www.housingresearchgroup.com
- Bredenoord and Van Lindert. (2010) Pro-poor housing policies: Rethinking the potential of assisted self-help housing. *Habitat International*, 2010; Volume 34, Issue 3; 278-288.
- Bredenoord, J. (2010) El movimiento cooperativo por la construcción de viviendas populares en Uruguay; las futuras tareas del modelo cooperativo de ayuda mutua, y movimientos contemporáneos comparables en algunos otros países latinoamericanos. www.housingresearchgroup.com.
- Burgess, R. (2004) The Compact City Debate: A Global Perspective. In: *Compact Cities: Sustainable Urban Forms for Developing Countries* (Eds: Jenks and Burgess). London: Taylor & Francis.
- Choguill, C. (1999) Choguill, C. L. (1999). Sustainable human settlements: Some second thoughts. In A. F. Foo, & B. Yuen (Eds.), *Sustainable cities in the 21st century* (pp. 131–142). Singapore: The National University of Singapore.
- Choguill, C. (2006) The search for policies to support sustainable housing. *Habitat International* 31, 2007; 143-149.
- Ministerio del Ambiente y EnergyEfficiencyExporters Alliance. Estudio sobre el Consumo y el Uso de Energía en Hogares del Perú. Mayo 2008
- MINEM. Elaboración de Proyectos de Guías de Orientación del Uso Eficiente de la Energía y de Diagnóstico Energético. Sector Residencial. Dirección General de Electricidad. Ministerio de Energía y Minas. Mayo, 2008.
- Miranda, L. (2009). Promoviendo la Construcción Sostenible en el Perú, in: *Aportes a la construcción Sostenible en El Perú*. Lima: ForoCiudades para la Vida.
- República de Argentina, Ley 2724 12-13, <http://es.scribd.com/doc/111931992/LEY-HABITAT-D-2724-12-13> y Decreto Ley 8 912 / 77 Ley de Ordenamiento Territorial y uso de suelo
- Satterthwaite, D. (2009). Getting land for housing, what strategies work for low-income groups? *Environment and Urbanization* 2009; 21; 299-307.

- Sullivan, E. and Ward, P. (2012). Sustainable Housing Applications and Policies for Low-income Self-Build and Housing Rehab, Habitat International, Vol. 36, No. 2. (April 2012), pp. 312-323.
- UN-Habitat, (2005) Financing urban shelter, global report on human settlements 2005. London; Earthscan.
- UN-Habitat (2006). State of the World's Cities 2006/7. The Millennium Development Goals and Urban Sustainability. 30 Years of Shaping the Habitat Agenda. London: Earthscan.
- UN-Habitat (2009). Global report on human settlements 2009. Planning Sustainable Cities, London: Earthscan.
- UN-Habitat, (2010) Conference on Promoting Green Building Rating in Africa, 4-6 May, 2010. Nairobi, UN-Habitat.
- UN-Habitat, (2011) Scoping Paper; Sustainable Building Practices for Low Cost Housing: Implications for Climate Change Mitigation and Adaptation in Developing Countries. Nairobi, UN-Habitat.
- UN (2012) "El Futuro que queremos", Río + 20.
- WCED, (1987) Bruntland Commission report. World Commission on Environment and Development (WCED) (1987) Our Common Future, Oxford, Oxford University Press.

11 LISTADO DE TABLAS, GRÁFICOS Y FIGURAS

11.1 Tablas

Tabla 13	Tipo de Método de Escenarios	Pág.287
Tabla 14	Etapas en el Desarrollo de Escenarios	Pág.289
Tabla 15	Formas de responder a amenazas externas	Pág.290
Tabla 16	Valorización de Fuerzas Impulsoras	Pág.297
Tabla 17	Fuerzas Impulsoras e Indicadores por Escenarios	Pág.301
Tabla 18	Sistemas de Certificación Comparados	Pág.306
Tabla 19	Comparación de Estructuras y Categorías	Pág.307
Tabla 20	Posibles Zonas para el Establecimiento de Indicadores la Tabla Muestra Cierta Equivalencia de Tres Mapas con Criterios Distintos y Zonas Climáticas Resultantes para el Presente Estudio	Pág.309
Tabla 21	Recomendación a Nivel de Inercia Térmica para Distintas Regiones del País	Pág.315
Tabla 22	Propuesta de Porcentajes de Volumen de Material a Reducir en Edificaciones Nuevas de Acuerdo a Cada Grupo de Regiones.	Pág.316
Tabla 23	Opciones de Indicadores Internacionales en Cuanto a Materiales	Pág.317
Tabla 24	Comparación de Escenarios Planteados a Nivel de RCD	Pág.319
Tabla 25	Porcentajes y Área Construida en el Peru y Lima	Pág.320
Tabla 26	Generación de Residuos de Construcción en Provincias del Perú 2005, 2006 Y 2007	Pág.321
Tabla 27	Opciones de Indicadores de Residuos de Construcción	Pág.321
Tabla 28	Calculo de Áreas Verdes Según Rne y Ratydu y Oms	Pág.324
Tabla 29	Metas para el Factor de Área de Biotopo (FAB) Berlín	Pág.327
Tabla 30	Ponderación de Tipos de Superficies Naturales y su Empleo para el Cálculo del FAB	Pág.328
Tabla 31	Aporte y Déficit de Áreas Naturales en Habilitaciones Urbanas y Dentro del Lote	Pág.330
Tabla 32	Opciones de Indicadores para Calidad Ambiental Exterior	Pág.331
Tabla 33	Datos Ponderados de la Clasificación de Zonas Oficial (Mcvs, 2009)	Pág.335
Tabla 34	Recomendaciones General de Diseño Según Wieser (2011)	Pág.336
Tabla 35	Opciones de Indicadores para Calidad Ambiental Interior	Pág.336
Tabla 36	Opciones de Indicadores de Energía	Pág.343
Tabla 37	Proyección de Población de Lima Metropolitana por Escenario de Consumo en Millones de Litros por Persona al Día	Pág.346
Tabla 38	Opciones de Indicadores para Eficiencia Hídrica	Pág.347

Tabla 39	Opciones de Indicadores de Movilidad Urbana	Pág.350
Tabla 40	Calculo de FAB para el Escenario de Transición y Transformación como Área Libre Natural	Pág.352
Tabla 41	Resumen de Indicadores por Escenarios	Pág.355
Tabla 42	Categorías de Intervención en Medidas Sostenibles para Vivienda y Estimación de Costos	Pág.357
Tabla 43	Comparación de Dos Viviendas en México con y sin Eco Tecnología	Pág.359
Tabla 44	Compara Consumos y Costos de Energía Foco Incandescente, Foco Ahorrador, Foco Halógeno y Foco Led en España	Pág.360
Tabla 45	Características de la Vivienda	Pág.361
Tabla 46	Ecotecnologías por Escenarios para Vivienda Nueva, Vivienda Existente y Edificio de Oficinas	Pág.362
Tabla 47	Costos de Materiales	Pág.364
Tabla 48	Principales Artefactos Eléctricos Utilizados en Viviendas Peruanas Por Segmento Socioeconómico	Pág.365
Tabla 49	Consumo Mensual de Energía en una Vivienda del Segmento Socioeconómico C	Pág.367
Tabla 50	Consumo Energía Kw.H en Vivienda de 85 M2	Pág.368
Tabla 51	Consumo Energético Total de Un Edificio Uso Comercial/Oficinas Sector a Lima	Pág.369
Tabla 52	Consumo Energético Disgregado por Sectores o Equipos Edificio uso Comercial/Oficinas Sector A Lima	Pág.370
Tabla 53	Consumo de Energía en Edificio de Oficinas	Pág.370
Tabla 54	Comparación de Costos en Iluminarias Incandescente y Ahorrador	Pág.372
Tabla 55	Costo de Adquisición Vs. Costo Operación	Pág.372
Tabla 56	Comparativo Entre un Foco Incandescente - Ahorrador – Luz LED	Pág.373
Tabla 57	Comparativo Entre Terma Solar Vs Eléctrico	Pág.374
Tabla 58	Termas Solares Termoinox con Paneles Omega Plus	Pág.375
Tabla 59	Comparación Económica de Costo Eléctrico y Solar	Pág.375
Tabla 60	Ahorro en la Utilización de Cocinas	Pág.376
Tabla 61	Comparativo Entre Costos de Adquisición de Balón de Gas y Gas Natural	Pág.377
Tabla 62	Calculo de Costos de Instalación de Módulos Fotovoltaicos para Generación de 1kw en Ica y Lima en Vivienda Convencional Actual	Pág.378
Tabla 63	Calculo de Costos de Instalación de Módulos Fotovoltaicos Para Generación de 1kw n Ica y Lima en Vivienda Transición	Pág.378

Tabla 64	Comparativo de Consumo de Agua Entre una Vivienda Actual, una Vivienda de Transición y una Vivienda de Transformación Según los Indicadores	Pág.381
Tabla 65	Consumo Promedio de Agua por Vivienda Escenario Actual, de Transición y de Transformación	Pág.382
Tabla 66	Comparativo de Consumo de Agua en el Sector Residencial con Potencial de Ahorro y Sustitución Considerable	Pág.382
Tabla 67	Escenarios Pasivo Bau, Transición (E1) y Transformación (E2)	Pág.383
Tabla 68	Consumo Comercial Promedio (Edificio Comercial Sector A)	Pág.384
Tabla 69	Costos y Comparando Vivienda Convencional y de Transición.	Pág.387
Tabla 70	Resumen Diferencia de Costos de Vivienda Convencional, Vivienda de Transición y de Transformación	Pág.388
Tabla 71	Costos y Comparación de Costos de una Vivienda Convencional y Una Vivienda de Transición con Modificaciones Básicas	Pág.389
Tabla 72	Costos Comparativos Convencional, Vivienda de Transición Con Modificaciones Básicas	Pág.390
Tabla 73	Escenarios de Aplicación de Políticas de Construcción Sostenible Resumen de Resultados	Pág.394
Tabla 74	Impactos y Medidas de Adaptación por Escenario	Pág.398

11.2 Gráficos

Grafico 13	Islas de Calor en Lima Metropolitana	Pág.304
Grafico 14	Comparación con los Estándares de Energía en Suiza	Pág.315
Grafico 15	M2 de Área Verde por Habitante en Ciudades del Mundo.	Pág.315
Grafico 16	Proyecto Pipea: Waira Energía SAC	Pág.341
Grafico 17	Promedio de Producción Solar en Regiones Peru	Pág.342
Grafico 18	Cambios Estimados para la Demanda Energética	Pág.344
Grafico 16	Comparación de Precipitaciones Entre las Localidades de Lima, Puno e Iquitos	Pág.347
Grafico 17	Ciudad de Friburgo en Alemania	Pág.349

11.3 Figuras

Figura 20	Zonificación Climática para efectos de Diseño Arquitectónico Wieser, Martín 2011	Pág.334
Figura 21	Matriz Energética al año 2010	Pág.338