



UNIVERSIDAD ANDRÉS BELLO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE OBRAS CIVILES

PROPUESTA DE RENOVACIÓN ECO EFICIENTE DE EDIFICIOS UNIVERSITARIOS

El caso del edificio R-3 de la Universidad Andrés Bello, campus República

Memoria para optar al Título de Ingeniero Constructor

FERNANDO JAVIER BRAVO ARAYA

Profesor Guía

ANDRÉS VARGAS FLORES

SANTIAGO DE CHILE

OCTUBRE 2013

A mi hija Catalina, quien ha sido mi mayor motivación para nunca rendirme en los estudios y poder ser un ejemplo para ella.

AGRADECIMIENTOS

Debo agradecer a mis padres por el apoyo incondicional en todo momento, por sus consejos, sus valores y por la motivación constante en el transcurso de este largo camino.

A Rosa Araya Godoy, por brindarme su apoyo, confianza y por enseñarme que la perseverancia y el esfuerzo son el modo para lograr los objetivos.

Un especial agradecimiento a mis profesores, Sr. Andrés Vargas Flores y el Sr. Nicolas Moreno Sepulveda, por aceptar y dirigir mi memoria, por su gran disposición en el desarrollo del proyecto.

RESUMEN

El proyecto propuesta de la renovación eco eficiente de los edificios universitarios tiene por objetivo, proponer un set de acciones para la renovación ambiental del edificio R3 de la Universidad Andrés Bello, en función de criterios de la certificación LEED EB.

Renovar ambientalmente los edificios construidos en las décadas pasadas, es uno de los factores necesarios para que el entorno urbano no continúe atentando contra el medio ambiente. Es por esto que, el presente trabajo busca proponer un set de acciones eco eficientes, a través del mejoramiento de edificios mediante los cinco puntos referenciados en LEED, diagnosticando por medio del check list de la Guía LEED EB 2009. Finalmente, evaluar el costo beneficio, buscando la optimización de los recursos.

Las propuestas realizadas generan mejoras en el edificio, principalmente en la eficiencia del agua con un 51% de ahorro, ahorros de 24 % en energía y mejoras en la calidad ambiental interior de las salas de clases, con inversiones menores y retribuíbles en el corto plazo, en comparación con el beneficio.

PALABRAS CLAVES: Eco eficiencia, obsolescencia ambiental de edificios, reacondicionamiento, LEED EB.

ÍNDICE

		Página
1	Presentación	1
1.1	El consumo de recursos y contaminación de los edificios	1
1.2	La necesidad de renovación ambiental en los edificios universitarios	3
1.3	Alcances de la investigación	7
1.4	Caso de estudio: Edificio R 3- Universidad Andrés Bello	9
1.4.1	Aproximación a diagnóstico eco eficiente de edificio R 3	9
1.5	Objetivos	12
2	Renovación eco eficiente	14
2.1	Diseño de edificios eco eficientes	14
2.2	Reacondicionamiento eco eficiente de edificios	15
2.3	Criterios LEED como estrategia eco eficiente	17
2.3.1	LEED EB para edificios existentes	18
2.3.2	Áreas de evaluación LEED asociados al caso de estudio de Harvard	18
3	Metodología	24
3.1	Edificio R 3, Universidad Andrés Bello	24
3.2	Metodología	31
3.2.1	Diagnostico del edificio	32
3.2.2	Generación de medidas eco eficientes	33
3.2.3	Evaluación costo y beneficio	34
4	Análisis del edificio en estudio	35
4.1	Diagnostico	35
	Análisis de resultados obtenidos y generación de medidas eco eficientes	
4.2		43
4.2.1	Sitio	43
4.2.2	Eficiencia del agua	46
4.2.3	Materiales y recursos	48
4.2.4	Energía	51
4.2.5	Calidad ambiental interior	57
5	Conclusión	62
6	Referencias Bibliográficas	64

ÍNDICE DE TABLAS

Página

1.1	Comparación de aspectos de diseño de un edificio convencional y un edificio eco eficiente	4
1.2	Diagnostico teórico - Sitio	11
1.3	Diagnostico teórico - Eficiencia del agua	11
1.4	Diagnostico teórico - Materiales	12
1.5	Diagnostico teórico - Energía	12
1.6	Diagnostico teórico - Calidad ambiental interior	13
2.1	Categorías LEED	17
2.2	LEED - EB V2009 - Sitio sustentable	19
2.3	LEED - EB V2009- Eficiencia del agua	19
2.4	LEED - EB V2009 - Energía y atmósfera	20
2.5	LEED - EB V2009 - Materiales y recursos	22
2.6	LEED - EB V2009 - Calidad ambiental	23
3.1	Usos del edificio separados por nivel	25
3.2	Equipos de climatización	28
3.3	Equipos de iluminación y artefactos de consumo energético	29
3.4	Artefactos sanitarios	30
4.1	Evaluación check list - Sitio	35
4.2	Evaluación check list - Eficiencia del agua	36
4.3	Evaluación check list - Materiales y recursos	37
4.4	Evaluación check list - Energía y atmósfera	39
4.5	Evaluación check list - Calidad ambiental interior	41
4.6	Cálculo del número de ocupantes FTE	44
4.7	Uso de artefactos por tipo de ocupación	47
4.8	Cálculo del consumo de agua potable	47
4.9	Línea base de consumo de artefactos sanitarios propuestos	48
4.10	Cálculo del consumo de agua potable propuesto	48
4.11	Calculo del consumo de energía mensual	52
4.12	Cuadro comparativo de luminaria existente y propuesta	54
4.13	Calculo del consumo de energía mensual propuesto	58
4.14	Disminución acústica del termpanel	60

ÍNDICE DE FIGURAS

		Página
1.1	Contribución de la demanda de energía primaria (derecha) y contribución de las emisiones de CO2 (izquierda) asociadas a la fabricación de los materiales necesarios en la construcción de 1 m2	3
1.2	Beneficios financieros de edificios verdes, resumen de los resultados m2	5
1.3	Distribución de las cargas ambientales del ciclo de vida para cinco categorías de impacto	7
1.4	Mapa conceptual resumen de la investigación	9
1.5	Fachada edificio R-3, Universidad Andrés Bello, Campus República	10
1.6	Diagnostico teórico - Calidad ambiental interior	13
2.1	Fases de reacondicionamiento de edificios existentes	16
2.2	Consumo eléctrico Blackstone South	21
3.1	Emplazamiento edificio R-3, Universidad Andrés Bello, campus República	24
3.2	Planimetría de planta 1° piso	25
3.3	Planimetría de planta 2° piso	26
3.4	Planimetría de planta 3° y 4° piso	26
3.5	Imágenes del edificio	27
3.6	Sistemas de climatización y ventilación del edificio	28
3.7	Sistemas de consumo energético y sanitario	30
3.8	Mapa conceptual de procedimiento metodológico	32
4.1	Modelo de bicicletero propuesto	45
4.2	Modelo de luminaria exterior propuesta	45
4.3	Consumo de papel virgen versus papel reciclado	50
4.4	Ahorro de elaboración de papel reciclado versus papel convencional	51
4.5	Distribución del consumo de energía en edificio	53
4.6	Artefactos propuestos de iluminación led	55
4.7	Sistema de climatización VRV	56
4.8	Proyecto de paneles fotovoltaicos, Campus Casona Las Condes	57
4.9	Simulación de flujo de aire en salas de clases ala poniente del edificio	59

1. PRESENTACIÓN

1. PRESENTACIÓN

1.1. El consumo de recursos y contaminación de los edificios

Los edificios actualmente presentes en las ciudades, sin sistemas eco eficientes, siguen siendo una causa directa de contaminación. Ello se debe, a las emisiones que producen de manera indirecta con motivo del consumo de energía y agua que requieren para su funcionamiento.

Se establece que, variadas construcciones no cuentan con estándares eco eficientes, no contribuyendo a la habitabilidad de las personas que los utilizan, puesto que presentan una calidad ambiental interior deficiente, producida por el bajo confort acústico, térmico, una baja calidad lumínica y una mantención insuficiente.

A nivel mundial, la construcción de edificios y obras civiles consumen el 60% de las materias primas extraídas de la litosfera. De este volumen, un edificio representa el 40% del total, es decir, en otras palabras un edificio consume el 24% de las extracciones mundiales de materias primas.

En Estados Unidos, por ejemplo, los edificios consumen más del 70% del total de la energía eléctrica generada y más del 30% del total de la energía consumida en el país. Los edificios son la principal fuente de generación de CO₂, por encima del transporte y la industria, llegando a generar 39% del total de las emisiones de CO₂; consumen el 40% de las materias primas a nivel global y el 13% de agua potable, sin considerar las miles de toneladas diarias de desechos que producen (Londoño L.,2009).

Según el Departamento de Energía de EE.UU., los edificios cuentan con sistemas de HVAC (calefacción, ventilación y aire acondicionado) para el 40% de la energía total consumida en un edificio comercial típico. De acuerdo con la EPA (Agencia de Protección Ambiental) de EE.UU., el 30% de la energía total del edificio se usa ineficientemente o innecesariamente. Por tanto, el bajo rendimiento de ésta, se puede atribuir a dos motivos - que pueden considerarse por separado o una combinación de ambos se refiere a la presencia de controles defectuosos, o a procedimientos inadecuados de operación y mantenimiento. (Fahim Z.; Wang X., 2012).

En España, cada metro cuadrado habitable de un edificio convencional requiere un total de 2,3 toneladas de más de 100 tipos de materiales. Esta cifra representa únicamente los materiales que forman parte directa de una obra de construcción. Además, se tiene en cuenta los "materiales de intensidad por unidad de servicio", concepto que expresa la relación entre el peso de los recursos (bióticos, aire abióticos, el agua, la erosión, etc.) afectados por los productos manufacturados en el proceso del material producido, las cifras anteriores se multiplican por 3, llegando a 6 t/m² de materiales. (Zabalza I; Valero A; Aranda A.,2011)

La cantidad de energía invertida en la fabricación de algunos materiales específicos para un metro cuadrado (teniendo en cuenta la superficie de suelo de un edificio estándar) es igual a la cantidad de energía producida a partir de la combustión de más de 150 litros de combustible. Por tanto, cada metro cuadrado construido implica una emisión media de 0,5 toneladas de dióxido de carbono y un consumo de energía de 5754 MJ. (Zabalza I; Valero A; Aranda A.,2011)

La figura 1.1 muestra la carga relativa de los principales materiales de contribución a la energía primaria demandada y las emisiones de CO₂ asociadas a un metro cuadrado de un edificio estándar. El gran impacto de materiales como el acero, el cemento y la cerámica es inmenso. (Zabalza I; Valero A; Aranda A.,2011)

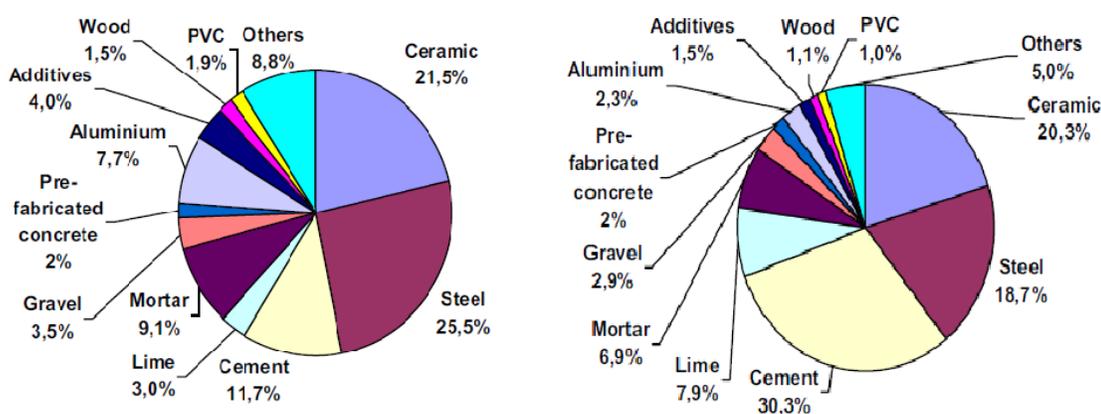


Figura 1.1.- Contribución de la demanda de energía primaria (derecha) y contribución de las emisiones de CO₂ (izquierda) asociadas a la fabricación de los materiales necesarios en la construcción de 1 [m²]

[Fuente: Zabalza I; Valero A; Aranda A., 2011]

En vista de los antecedentes, los edificios durante su construcción y una vez finalizada la misma, continúan siendo una causa directa de contaminación por las emisiones que producen o el impacto sobre el territorio. Son una fuente indirecta de contaminación por el consumo energético y agua necesarios para su funcionamiento.

1.2 La necesidad de renovación ambiental en los edificios universitarios

1.2.1 Edificios eco eficientes:

El concepto de construcción eco-eficiente es amplio, abarcando un gran espectro respecto a aquello necesario para una óptima renovación ambiental. Tal aseveración encuentra asidero en que incluye las preocupaciones en cuanto a la reducción del agotamiento de los recursos naturales, la producción de residuos, las emisiones de gases de efecto invernadero nocivos para los ecosistemas y la salud humana, y el nivel de conservación de la biodiversidad.

Los edificios eco eficientes son ambientalmente responsables de preservar la eficacia del uso de los recursos a lo largo de su ciclo de vida, es decir, incluyendo las fases de diseño, construcción, operación, mantenimiento, rehabilitación y demolición. Esta visión del edificio complementa las consideraciones/preocupaciones economía clásica, utilidad, durabilidad y confort. (Fernandes N.,2010)

Tabla 1.1.- Comparación de aspectos de diseño de un edificio convencional y un edificio eco eficiente

ASPECTOS	EDIFICIO	
	CONVENCIONAL	ECO EFICIENTE
Diseño del edificio	Otras influencias	influenciada por el medio ambiente
Orientación del edificio	Poco importante	Crucial
Fachadas y ventanas	Otras influencias	Dependiendo del entorno
Control del ambiente interno	Electromecánico	Electromecánico o Natural
Consumo de energía	Elevado	Reducido
Consumo de agua	Elevado	Reducido
Fuente de materias primas	Poco importante	Reducido impacto ambiental
Tipo de materiales	Poco importante	Reutilizados o Reciclados

[Fuente: Elaboración Propia, en base a Fernandes N., 2010]

Diversos estudios realizan comparaciones entre un edificio eco eficiente y un edificio convencional, los cuales demuestran que los primeros presentan grandes beneficios, tales como un 26% menos de consumo de energía, un 13 % menos en costos de mantención del edificio y un 33% menos de contaminación de gases efecto invernadero. Asimismo, en cuanto a la satisfacción de los ocupantes de un edificio eco eficiente, éste presenta una mejor percepción de satisfacción cuantificado en un 27% por sobre un edificio convencional. (Admin.GSA, 2008)

El estudio realizado por el Departamento de energía y la investigación ambiental de la Universidad de Palermo, Italia; y el Departamento de Arte, Ciencia y Tecnología de la Universidad Mediterránea de Reggio Calabria, Italia, presenta los resultados de una evaluación de la energía y del medio ambiente de un conjunto de acciones de reacondicionamiento ejecutadas en el marco del proyecto de la UE "BRITA" (Traer Readaptación e Innovación para la aplicación en los edificios públicos). Dichas acciones implementadas en seis edificios públicos, arrojó como resultados que las acciones de reacondicionamiento ambiental implican aproximadamente desde el 30% al 50% en algunos casos en ahorro de energía para la calefacción. Además en cuanto a la electricidad el mayor ahorro se logró en el caso de estudio Stuttgart con un 90 %.

Un estudio realizado a 33 edificios, 25 de éstos correspondían a oficina y 8 a escuelas, sobre los costos y beneficios financieros de la edificación verde, concluye que una inversión inicial mínima de un 2 % de costos de construcción, por lo general, permite un ahorro del ciclo de vida de más de diez veces la inversión inicial. Por ejemplo, una inversión inicial de suscripción de hasta 100.000 dólares para incorporar características de construcción verde en un proyecto de 5 millones de dólares da como resultado, un ahorro de por lo menos 1 millón durante la vida del edificio, asumido conservadoramente en 20 años. (Kats G.2003)

Category	20-year NPV
Energy Value	\$5.79
Emissions Value	\$1.18
Water Value	\$0.51
Waste Value (construction only) - 1 year	\$0.03
Commissioning O&M Value	\$8.47
Productivity and Health Value (Certified and Silver)	\$36.89
Productivity and Health Value (Gold and Platinum)	\$55.33
Less Green Cost Premium	(\$4.00)
Total 20-year NPV (Certified and Silver)	\$48.87
Total 20-year NPV (Gold and Platinum)	\$67.31

Figura 1.2.- Beneficios financieros de edificios verdes, resumen de los resultados por [m²]

Fuente: The Costs and Financial Benefits of Green Buildings. 2003

Del análisis de la Figura n°1.2, se demuestra que el ahorro de energía por sí solo, supera el costo medio que aumentó con la construcción verde. Además, el impacto relativamente grande de las ganancias de productividad y la salud refleja el hecho que el costo directo e indirecto de los trabajadores, es mucho mayor que el costo de la construcción o la energía. Por lo tanto, incluso los pequeños cambios en la productividad y la salud se traducen en grandes beneficios económicos (Kats G.2003).

En base a estos antecedentes, se concluye que la implementación de eco eficiencia en el diseño de los futuros edificios o por medio del reacondicionamiento de los edificios actuales, genera cambios positivos que implican directamente en el medio ambiente, la vida de las personas que utilizan el edificio y además rentabilidad y sentido financiero actual.

Edificios universitarios:

De acuerdo con la Revista Iberoamericana de la educación, se hace mención sobre la necesidad de incorporar la renovación ambiental de los edificios universitarios en base a lo siguiente:

Partiendo de la idea de que la educación está institucionalizada en las escuelas, en los institutos y en las universidades, bien podían estas instituciones tener una mayor responsabilidad en la divulgación de valores coherentes con el entorno. Las decisiones no sólo deberían afectar a la incorporación de programas de educación ambiental dentro de los

currículum, las propias instituciones de educación superior deben estar diseñadas para transmitir este tipo de mensajes en su arquitectura, en el uso modélico que hacen de sus recursos, en la planificación, en el manejo y mantenimiento de zonas verdes y la adecuación de espacios de ocio que rodean al centro o institución educativa. (Gutiérrez J.; González A.,2005)

El análisis de ciclo de vida representa un enfoque integral para examinar el impacto de un edificio al medio ambiente, éste es un proceso en donde los flujos de materiales y energía de un sistema se cuantifican.(Scheuer C. ,Keoleain G. , Reppe P. 2003). En un estudio del ciclo de vida y desempeño ambiental de un edificio universitario de la Universidad de Michigan, se dejó en evidencia el consumo de energía que éste poseerá durante su vida útil de 75 años. En la figura n°1.3 se muestra el impacto ambiental que genera un edificio universitario durante su ciclo de vida, pudiendo apreciar que es en la etapa de operación del edificio en donde se concentra el mayor impacto al medio ambiente, estos impactos se especifican como potencial calentamiento global (GWP), potencial agotamiento del ozono (ODP), acidificación potencial (AP), nutrificación potencial (NP) y residuos.

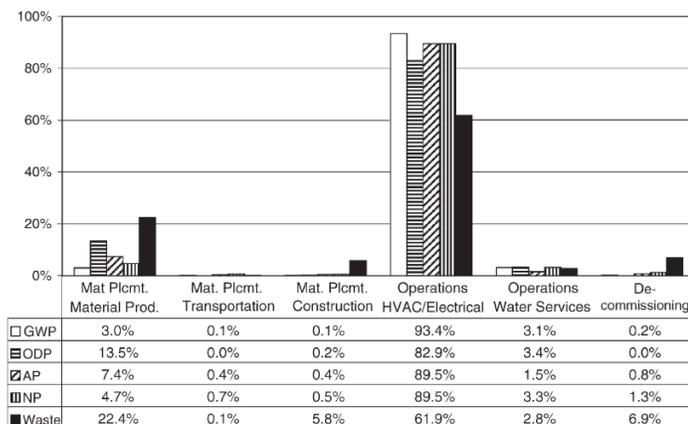


Figura 1.3.- Distribución de las cargas ambientales del ciclo de vida para cinco categorías de impacto

[Fuente : Scheuer C. ,Keoleain G. , Reppe P. 2003.]

De los 50 millones de edificios comerciales e industriales de los EE.UU. (EPA de EE.UU.) 8% son educativos (CBECS, 2003). Estos edificios educativos gastan casi 14

mil millones de dólares anuales en energía. La universidad de Texas A & M informa que la optimización de controles de construcción durante la puesta en marcha representa casi el 80% de los ahorros, mientras que la mejora de operaciones y mantenimiento cuenta con los procedimientos para el resto. Correctamente ejecutado los programas de operación y mantenimiento ha demostrado que ahorra desde 5% al 20% en las facturas de energía sin las inversiones de capital significativas. (Fahim Z.; Wang X., 2012).

La aplicación de eco eficiencia en los edificios, específicamente en los edificios universitarios, resulta clave para la reducción global del consumo de recursos y las emisiones generadas. Sin embargo, no basta sólo con la incorporación de dicha eficiencia a las nuevas edificaciones, los esfuerzos más importantes deben dirigirse y aplicarse a los edificios ya existentes, puesto que reduce sustancialmente los efectos adversos de los edificios sobre el medio ambiente, la salud humana, la economía y además es un escenario privilegiado en la formación de futuras sociedades más sustentables.

1.3. Alcances de la investigación

La eco eficiencia en edificios, es el concepto principal para generar renovación ambiental, ésta se define como aquella que tiene el respeto y compromiso con el medio ambiente, en donde también se consideran las variables de uso eficiente de energía, agua y recursos, reduciendo de esta manera el impacto que provoca el edificio en el medio ambiente. Además, se debe considerar cómo integrar el edificio con el entorno. (Ramírez A.2008). Estas variables son los criterios generales tangibles de la aplicación de la eco eficiencia en los edificios. Los criterios generales para lograr eco eficiencia en un edificio existente de acuerdo con la guía LEED - EB son cinco: Sitio, Eficiencia del agua, Energía y Atmosfera, Materiales y Recursos y finalmente Calidad Ambiental Interior. La certificación LEED (liderazgo en diseño ambiental y energético, en español), es un método de evaluación de edificios verdes, a través de pautas de diseño objetivas y parámetros cuantificables. Es un sistema voluntario y consensuado,

diseñado en Estados Unidos, que mide entre otras cosas el uso eficiente de la energía, el agua y la correcta utilización de materiales. La certificación evalúa el comportamiento medioambiental que tendrá un edificio a lo largo de su ciclo de vida, sometido a los estándares ambientales más exigentes a nivel mundial. (USGBC.2013). LEED - EB para edificios existentes: Operaciones y Mantenimiento fue diseñado para certificar la sustentabilidad de las operaciones en curso de los actuales edificios comerciales e institucionales. Todos estos edificios, definidos por los códigos de construcción estándar, son elegibles para la certificación bajo LEED para edificios existentes.

El alcance de esta investigación es generar propuestas de renovación eco eficiente a un edificio universitario por medio de los criterios generales (Sitio, Eficiencia del agua, Energía y Atmosfera, Materiales y Recursos, Calidad Ambiental Interior), detallados en la Guía LEED - EB versión 2009, utilizando el set de variables como una aproximación a un edificio eco eficiente, sin buscar la certificación.

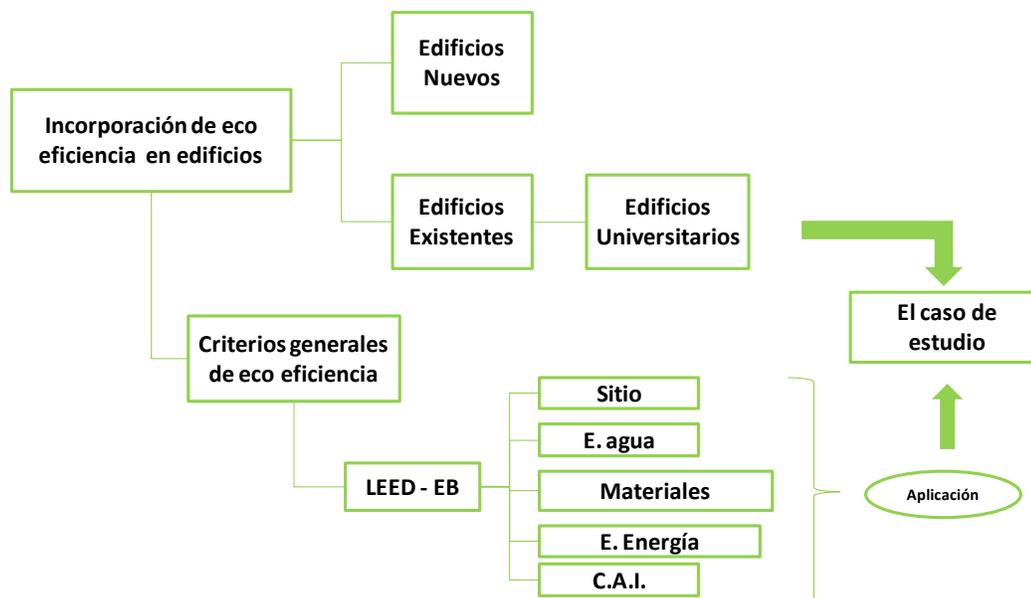


Figura 1.4.- Mapa conceptual resumen de la investigación

[Fuente: Elaboración propia.]

1.4.- Caso de estudio: Edificio R3 - Universidad Andrés Bello

El presente trabajo se enfoca en la generación de propuestas eco eficientes en función de los criterios de LEED- EB, para el edificio universitario de la Universidad Andrés Bello, específicamente el edificio R - 3 ubicado en el campus República, de la comuna de Santiago, cuya dirección es 239 de la calle República. Este edificio presenta diversos usos dentro de la comunidad universitaria, concentrando salas de clases, oficinas administrativas, casino universitario y estacionamientos subterráneos. Estas características, hacen que el edificio sea uno de los que presenta una mayor concurrencia de estudiantes y trabajadores entre todos los recintos de la Universidad.



Figura 1.5.- Fachada edificio R-3, Universidad Andrés Bello, campus República.

[Fuente: Elaboración Propia]

1.4.1. Aproximación a diagnóstico eco eficiente de edificio R-3

Por medio de un diagnóstico teórico del edificio en estudio, se presenta a continuación su estado actual:

1. Sitio: Se analiza los correctos criterios de emplazamiento e integración del edificio. Pudiendo evidenciar el impacto vehicular y peatonal generado por el edificio en horas habituales de entrada y salida de los usuarios, la contaminación acústica desde el edificio al exterior, así como también producida por el flujo peatonal y vehicular.

Tabla 1.2.- Diagnóstico teórico - Sitio

SITIO				
ITEM	CONDICIÓN	DATOS	REQUISITO	ESTADO ACTUAL
Impacto generado en el barrio	Flujo peatonal y vehicular generado por el edificio	Capacidad máxima del edificio : 1400 alumnos capacidad de casino 150 alumnos	O.G.U.C, ART. 45.4: Generar un estudio de impacto en el barrio de accesibilidad vehicular y peatonal actual y futura del sector, cuando la capacidad del edificio supere 720 alumnos.	NO CUMPLE
Contaminación lumínica	Accesorios de luz emitidos hacia el cielo y sensor automático de apagado.	Artefactos eléctricos en fachada y patio interior.	Guía LEED EB- SITIO: Uso de artefactos con total de lúmenes emitidos hacia el suelo, uso de temporizadores y sensores de movimiento.	NO CUMPLE

[Fuente: Elaboración Propia]

2. Eficiencia del agua: se analiza la implementación de prácticas eficientes del consumo de agua, mediante la utilización de artefactos sanitarios de bajo consumo.

Tabla 1.3.- Diagnostico teórico - Eficiencia del agua

EFICIENCIA DEL AGUA				
ITEM	CONDICIÓN	DATOS	REQUISITO	ESTADO ACTUAL
Artefactos sanitarios	Uso de artefactos de bajo consumo	WC: 6,06 litros /descarga	WC doble descarga : 2,5 litros/descarga	NO CUMPLE
		Lavamanos: 8,33 litros /min.	Temporizadores - aireadores : 1,46 litros/min.	NO CUMPLE
		Urinarios: 3,79 litros/descarga	Urinarios bajo consumo: 0,3 litros/descarga	NO CUMPLE

[Fuente: Elaboración Propia]

3. Materiales: Se analiza la utilización de materiales de procedencia sustentable en el edificio, que proporcionan un ambiente interior adecuado. Estos materiales deben ser de bajo impacto ambiental, reutilizados, rápidamente renovables y con certificación que acredite ser sustentable.

Tabla 1.4.- Diagnostico teórico - Materiales

MATERIALES				
ITEM	CONDICIÓN	DATOS	REQUISITO	ESTADO ACTUAL
Materialidad del edificio	Uso de materiales de construcción origen sustentable	No existe registro de uso de materiales de origen sustentable en el edificio	el material o producto debe tener: 10% reciclado, 50% materiales rápidamente renovables, 50% de materiales recolectados, transformado o extraído dentro de 800 km.	NO CUMPLE
Compra de recursos sustentables consumibles	Uso de artículos de oficina, de limpieza de origen sustentable o amigable con el medio ambiente.	No existe registro de uso de materiales de origen sustentable en el edificio	El material o producto debe tener: 10% reciclado, 50% materiales rápidamente renovables, 50% de materiales recolectados, transformado o extraído dentro de 800 km.	NO CUMPLE

[Fuente: Elaboración Propia]

4. Energía: Se analiza la optimización del rendimiento de la eficiencia energética, por medio del diseño de la envolvente y la utilización de energías renovables no convencionales.

Tabla 1.5.- Diagnostico teórico - Energía

ENERGÍA Y ATMOSFERA				
ITEM	CONDICIÓN	DATOS	REQUISITO	ESTADO ACTUAL
Eficiencia energética	Energía renovable no convencional	No aplica	Paneles solares	NO CUMPLE
Eficiencia energética	Envolvente de una sala- superficie vidriada de una sala	18%	Menor a 25 % para vidrio simple	CUMPLE

[Fuente: Elaboración Propia]

5. Calidad Ambiental Interior: Se analiza el edificio, en busca de acciones que permitan una mejora en la calidad ambiental interior de los recintos, específicamente las salas de clases, por medio de la reducción de agentes contaminantes y ventilación constante.

Tabla 1.6.- Diagnostico teórico - Calidad ambiental interior

CALIDAD AMBIENTAL INTERIOR				
ITEM	CONDICIÓN	DATOS	REQUISITO	ESTADO ACTUAL
Superficie de sala de clases y actividades	Metros cuadrados mínimos por alumno en una sala de clases.	Sala tipo : 48m ² Alumnos por sala: 51 alumnos Equivale a 0,94 m ² /alum	O.G.U.C art. 4.5.6: La superficie de sala de clases y actividades debe ser mínimo 1,10 m ² /alumno	NO CUMPLE
Ventilación	Area de aperturas mínimas de ventilación	Sala tipo : 48m ² Superficie mínima de Ventilación real de ventanas: 1,33 m ² = 3%	ASHRAE 62.1-2007,5.1 El área de las aberturas (ventanas) debe ser como mínimo un 4% de la superficie del espacio a ventilar	NO CUMPLE
Ruido	Niveles máximos permisibles de presión sonora corregidos en decibeles	El sector colindante del edificio, definido como zona mixta se expone entre 70 y 80 Db. De contaminación acústica.	Decreto 146, establece normas de ruidos molestos generados por fuentes fijas con un nivel máximo permisible de 60 Db.	NO CUMPLE

[Fuente: Elaboración Propia]

1.5. Objetivos

Objetivo principal

Proponer un set de acciones para la renovación ambiental del edificio R3 de la Universidad Andrés Bello en función de los criterios Leed - EB

Objetivos específicos

- Diagnosticar la eco eficiencia del edificio R 3 de la Universidad Andrés Bello, por medio del check list de LEED-EB y un levantamiento general de su estructura, equipamiento energético y ocupación.
- Proponer un set de medidas eco eficientes, en base al diagnostico, mejorando los cinco puntos eco eficientes.
- Evaluar costo beneficio, buscando la optimización de los recursos.

2. LA RENOVACIÓN AMBIENTAL ECO EFICIENTE

2.- La renovación ambiental eco eficiente

2.1.- Diseño de edificios eco eficientes

La edificación eco eficiente, es la práctica de la creación de estructuras y el uso de procesos que son ambientalmente responsables y eficientes de los recursos a través de un edificio de ciclo de vida de emplazamiento para el diseño, construcción, operación, mantenimiento, renovación y demolición. Esta práctica se amplía y complementa las preocupaciones clásicas de diseño de construcción de la economía, utilidad, durabilidad y confort. La construcción ecológica es también conocida como un edificio sustentable o de alto rendimiento.

Los edificios verdes están diseñados para reducir el impacto global del entorno construido en la salud humana y el medio natural a través de:

- Uso eficiente de energía, agua y otros recursos
- Proteger la salud de los ocupantes y la mejora de la productividad del empleado
- La reducción de la degradación de los residuos, la contaminación y el medio ambiente

Por ejemplo, los edificios verdes pueden incorporar materiales sustentables en su construcción (reutilizar, reciclar-contenido, o elaborados a partir de recursos renovables), para crear ambientes saludables en interiores con un mínimo de contaminantes (por ejemplo, la reducción de emisiones de los productos), y/o jardinería característica que reduce el uso del agua (por ejemplo, mediante el uso de plantas nativas que sobreviven sin riego extra) (EPA.2012).

Entonces, los criterios que plantean estas mejoras, deben introducirse en los proyectos arquitectónicos:

El proyecto arquitectónico debe resolver el mayor número posible de cuestiones relativas a la calidad ambiental, mediante el cuidado diseño del edificio, para limitar al máximo la incidencia de las instalaciones, minimizando el consumo energético y reduciendo el gasto, la generación de residuos y la producción de contaminación". (CRUE.2005)

2.2.- Reacondicionamiento eco eficiente de edificios

El reacondicionamiento eco eficiente, es una mejora de capital con un costo asociado que restablece la vida del edificio, mejora el rendimiento para un periodo largo de tiempo (Menassa. C, 2011). La construcción de los edificios y su funcionamiento contribuyen a una gran proporción del uso final de la energía de todo el mundo. En el sector de la construcción, más energía es consumida por los edificios existentes que la tasa de reemplazo de la nueva construcción, que es solo alrededor de 1 a 3% por año. Durante la última década, muchos gobiernos y organizaciones internacionales han puesto gran esfuerzo hacia la mejora energética de los edificios existentes. Estados Unidos, por ejemplo, ha proporcionado asistencia financiera significativa para apoyar la modernización de los edificios existentes. En Australia, el programa de divulgación Edificio Comercial (CDB), el cual entró en vigencia desde noviembre del 2010, exige a los propietarios de grandes edificios de oficinas comerciales a proporcionar información de eficiencia energética a los compradores o arrendatarios potenciales. Por lo tanto, la adaptación o rehabilitación de edificios existentes está siendo considerado a nivel mundial, como uno de los principales enfoques para lograr la reducción del consumo de energía realista de un edificio y las emisiones de gases efecto invernadero.

Es preciso señalar que, existe un gran número de tecnologías para modernizar un edificio que son fácilmente disponibles en el mercado. Sin embargo, la decisión en cuanto a que tecnología o medida de reconversión a implementar en un proyecto particular es un problema sujeto a múltiples restricciones y limitaciones, como las características específicas de construcción, presupuesto total disponible, el objetivo del proyecto, los servicios de construcción, tipos y eficiencia, estructura del edificio, etc. (Ma Z., Cooper P., Daly D., Ledo L. 2012)

El proceso general de reacondicionamiento de un edificio existente puede ser dividido en cinco fases como lo describe la figura n°2.1



Figura 2.1.- Fases de reacondicionamiento de edificios existentes

[Fuente: Elaboración Propia, en base a Ma Z., Cooper P., Daly D., Ledo L. 2012]

Fase n°1: Comprende definir los alcances de los trabajos y fijar los objetivos del proyecto. Además los recursos disponibles para enmarcar el presupuesto y programa de trabajo.

Fase n°2: La auditoría energética se utiliza para entender el uso de la energía en el edificio, identificando áreas con mayores consumos. La evaluación del desempeño o diagnóstico se emplea para el uso de referencia energética de los edificios por medio de indicadores o el uso de sistemas de clasificación de edificios verdes.

Fase n°3: Corresponde a la identificación de las opciones, mediante el uso de modelos adecuados de energía, análisis económico y evaluación de riesgos para finalmente priorizar las opciones de reacondicionamiento.

Fase n°4: Llevar a cabo las medidas de reacondicionamiento del edificio, realizando pruebas y poniendo en marcha, para asegurar que el reacondicionamiento opere de manera óptima.

Fase n°5: La fase final corresponde a la instancia en donde se valida y verifica el ahorro de energía por medio de las implementaciones. (Ma Z., Cooper P., Daly D., Ledo L. 2012)

2.3.- Criterios LEED como estrategia de eco eficiencia

La certificación LEED (liderazgo en diseño ambiental y energético), es un método de evaluación de edificios verdes, a través de pautas de diseño objetivas y parámetros cuantificables. Es un sistema voluntario y consensado, diseñado en Estados Unidos, que mide entre otras cosas el uso eficiente de la energía, el agua y la correcta utilización de materiales.

La certificación evalúa el comportamiento medioambiental que tendrá un edificio a lo largo de su ciclo de vida, sometido a los estándares ambientales más exigentes a nivel mundial (USGBC,2013).

El sistema de certificación LEED, es flexible para aplicarse a todos los tipos de proyectos, incluyendo centros de salud, escuelas, casas y barrios enteros. (USGBC.2013).

Entonces, dentro del sistema de certificación se encuentran categorías especificadas para los diferentes tipos de proyectos, como se aprecia en la tabla 2.1.

Tabla 2.1.- Categorías LEED

CATEGORIAS LEED	
LEED – NC	LEED para nuevas construcciones y remodelaciones importantes
LEED – CS	Para núcleo envolvente
LEED – CS	Para Escuelas
LEED – CS	Para Retail
LEED – CS	Para viviendas individuales
LEED – CS	Para desarrollo de urbanización
LEED – CS	Para edificios hospitalarios
LEED – CI	Para interiores comerciales
LEED – EB	Para edificios existentes : Operación y Mantenimiento

[Fuente: Elaboración Propia]

2.3.1. LEED - EB para edificios existentes

Leed para edificios existentes: Operaciones y Mantenimiento fue diseñado para certificar la sustentabilidad de las operaciones en curso de los actuales edificios comerciales e institucionales. Todos estos edificios, definidos por los códigos de construcción estándar, son elegibles para la certificación bajo LEED para edificios existentes: Operaciones y Mantenimiento. Incluyen oficinas, establecimientos comerciales y de servicios, edificios institucionales (bibliotecas, escuelas, museos, iglesias, etc.), hoteles, y edificios de viviendas de 4 o más pisos habitables. (LEED.2008)

"En concreto, el sistema de clasificación se ocupa de la construcción exterior, programas de mantenimiento del sitio, el agua y el uso de la energía, los productos ambientalmente preferibles y las prácticas de limpieza y alteraciones, las políticas de compras sostenibles, la gestión de residuos, y en curso de calidad ambiental interior" (LEED.2008). De esta manera, LEED para edificios existentes en su versión 2009, genera para cada área de evaluación mencionadas anteriormente una lista de variables.

2.3.2. Áreas de evaluación LEED asociados al caso de estudio de Harvard

Haciendo referencia a los criterios de evaluación de LEED, se presenta como ejemplo el caso de la Universidad de Harvard, específicamente el edificio de Blackstone South, en donde luego de conseguir la certificación LEED platinum como construcción nueva en el año 2006, cinco años más tarde lograron la certificación LEED-EB, para edificios existentes.

Sitio sustentable: Define los correctos criterios de emplazamiento de los proyectos, por la revitalización de terrenos subutilizados o abandonados, la conectividad o cercanía al transporte público, la protección o restauración del hábitat y el adecuado manejo y control de aguas lluvias en el terreno seleccionado.

Tabla 2.2.- LEED - EB V2009 - Sitio sustentable

SITIO SUSTENTABLE		26
SSC1	Certificación LEED de diseño y construcción	4
SSC2	Plan de gestión de edificio exterior y paisaje duro	1
SSC3	Gestión integrada de plagas, control de la erosión, y el plan de paisaje	1
SSC4	Transporte alternativo, trayecto	15
SSC5	Desarrollo del sitio - proteger o restaurar el hábitat abierto	1
SSC6	Control de la cantidad de Aguas Pluviales	1
SSC7.1	Efecto de isla de calor - no techo	1
SSC7.2	Efecto de isla de calor - techo	1
SSC8	Reducción de la contaminación lumínica	1

[Fuente: Elaboración Propia]

Dentro de las medidas tomadas en el edificio de Harvard se destacan el uso de programas de desplazamientos alternativos a través del transporte público, la bicicleta, o medidas como compartir el viaje en automóvil. También se redujo el efecto de isla de calor por medio de utilización de techos con un alto índice de reflectancia solar, el cual además se contempla una limpieza semestral de la cubierta.

Eficiencia del agua: Lograr la implementación de prácticas eficientes del consumo de agua, a través de la disminución del agua de riego, así como también utilizando artefactos de bajo consumo, entre otras similares.

Tabla 2.3.- LEED - EB V2009- Eficiencia del agua

EFICIENCIA DEL AGUA		14
WEP1	Accesorio mínimo de agua corriente y la eficiencia de montaje necesario	R
WEC1	Agua medición del rendimiento	2
WEC2	Accesorio adicional agua corriente y la eficiencia montaje	5
WEC3	Jardinería Eficiente en Agua	5
WEC4	Torre de enfriamiento de la gestión del agua	2

[Fuente: Elaboración Propia]

En cuanto a la eficiencia del agua, el plan es reducir el consumo del agua dentro de los edificios, para reducir las cargas que pesan sobre el suministro de agua potable y sistemas de aguas residuales. Con la instalación de los elementos y accesorios sanitarios de bajo consumo durante la construcción eficiente, el edificio fue capaz de reducir su consumo de agua en un 44,85 %.

Energía y Atmósfera: Se busca optimizar el rendimiento de la eficiencia energética, en base al diseño de calefacción, refrigeración y funcionamiento del proyecto.

Tabla 2.4.- LEED - EB V2009 - Energía y atmósfera

ENERGÍA Y ATMOSFERA		35
EAP1	Eficiencia energética, mejores prácticas de gestión, planificación, documentación y evaluación de oportunidades	R
EAP2	Mínimos de eficiencia energética	R
EAP3	Gestión fundamental de refrigerantes	R
EAC1	Optimizar el rendimiento de eficiencia energética	18
EAC2.1	Edificio existente puesta en marcha - investigación y análisis	2
EAC2.2	Edificio existente puesta en marcha - la aplicación	2
EAC2.3	Edificio existente puesta en marcha - puesta en marcha	2
EAC3.1	Medición del desempeño - sistema de automatización de edificios	1
EAC3.2	Medición del desempeño - el sistema de medición de nivel	2
EAC4	En sitio y fuera de sitio de las energías renovables	6
EAC5	Gestión de mejora de refrigerantes	1
EAC6	Informes de reducción de emisiones	1

[Fuente: Elaboración Propia]

Esta figura muestra el consumo eléctrico anual del edificio desde el año 2007, pudiendo evidenciar el consumo excesivo de electricidad en comparación del modelo energético predijo (línea base ASHRAE 90.1). El año 2007 y 2008, el consumo real fue mayor que el previsto en el modelo energético. Durante el año 2008 el edificio fue sometido a una extensa medición y proceso de auditoría identificando seis puntos de consumo para los cuales se implementaron medidas inmediatamente.

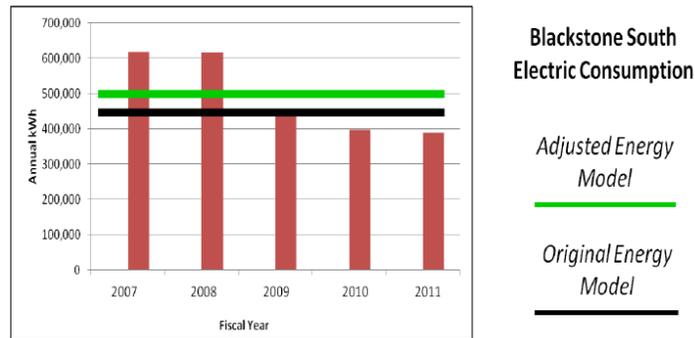


Figura 2.2.- Consumo eléctrico Blackstone South

[Fuente: Blackstone South Office Building.2012]

Como por ejemplo, la utilización de un medidor portátil para medir la potencia real a dispositivos específicos (computadores de oficina, cafeteras, refrigeradores y maquina de refrescos con un consumo total de 400 [w/h], pudiendo reducir 121 [w/h] solo apagando computadores fuera del horario de uso.

En sistemas de iluminación, se verificó la correcta operación de todos los sensores de ocupación y se restableció los temporizadores en luces exteriores para reducir el uso a cuatro horas por día durante el verano.

Posterior al proceso de medición y verificación el edificio pudo llegar a un consumo 20% menor al modelo energético previsto desde el inicio por medio de la línea base.

Materiales y Recursos: Se enfoca en los parámetros de utilización de materiales eficientes, que proporcionan un ambiente interior adecuado en los edificios. Estos materiales deben ser de bajo impacto ambiental, reutilizados, rápidamente renovables y con certificación que acredite ser sustentable, entre otros requisitos.

Tabla 2.5 LEED - EB V2009 - Materiales y recursos

MATERIALES Y RECURSOS		10
MRP1	Política de compra sostenible	R
MRP2	Política de gestión de residuos solidos	R
MRC1	Compra sostenible - en curso consumibles	1
MRC2.1	Compra sostenible - con motor eléctrico	1
MRC2.2	Compra sostenible - muebles	1
MRC3	Compra sostenible - alteraciones de las instalaciones y adiciones	1
MRC4	Compra sostenible - el mercurio en lámparas reducida	1
MRC5	Compra sostenible - una comida	1
MRC6	Gestión de residuos sólidos - auditoría de desechos corriente	1
MRC7	Gestión de residuos sólidos - Consumibles curso	1
MRC8	Gestión de residuos sólidos - bienes duraderos	1
MRC9	Gestión de residuos sólidos - Alteraciones de las instalaciones y adiciones	1

[Fuente: Elaboración Propia]

Dentro del edificio, las políticas de compras sustentables como los bienes de consumo de oficina como papel y tintas de impresora así como los bienes duraderos como por ejemplo las herramientas y mobiliario son monitoreadas y analizadas para optimizar la eficiencia. Además, respecto a la gestión de residuos sólidos, se realizó un plan para facilitar la reducción de los residuos generados por los ocupantes del edificio. A través de dos auditorías al flujo de residuos al año, se redujo los bienes consumibles, duraderos y el mercurio de las ampolletas en un 100%.

Calidad Ambiental Interior: Busca principalmente mejorar la calidad de aire interior de los recintos por medio de la reducción de agentes contaminantes y ventilación constante.

Tabla 2.6.- LEED - EB V2009 - Calidad ambiental

CALIDAD AMBIENTAL INTERIOR		15
EQP1	Mínimo desempeño de calidad de aire interior	R
EQP2	Control de humo de Tabaco Ambiental (HTA)	R
EQP3	Política de limpieza verde	R
EQC1.1	Mejores prácticas de calidad del aire interior - gestión de programas de calidad de aire interior	1
EQC1.2	Mejores prácticas de calidad del aire interior - control de suministro de aire al aire libre	1
EQC1.3	Mejores prácticas de calidad del aire interior - mayor ventilación	1
EQC1.4	Mejores prácticas de calidad del aire interior - reducir las partículas en la distribución de aire	1
EQC1.5	Mejores prácticas de calidad del aire interior - gestión de las alteraciones de las instalaciones y adiciones	1
EQC2.1	Confort de los ocupantes - encuesta de los ocupantes	1
EQC2.2	Control de los sistemas - iluminación	1
EQC2.3	Confort de los ocupantes - Control confort térmico	1
EQC2.4	Luz natural y vistas	1
EQC3.1	Limpieza verde - programa de limpieza	1
EQC3.2	Limpieza verde - evaluación de la eficacia de detención	1
EQC3.3	Limpieza verde - la compra de productos de limpieza sostenibles y materiales	1
EQC3.4	Limpieza verde - equipos de limpieza sostenible	1
EQC3.5	Limpieza verde - químico de interior y control de la fuente contaminante	1
EQC3.6	Limpieza verde - gestión integrada de plagas en interiores	1

[Fuente: Elaboración Propia]

Harvard generó un plan de rendimiento de calidad de aire interior mínimo para mejorar la calidad del aire interior de los edificios, contribuyendo a la salud y el bienestar de los ocupantes. El edificio cuenta con un tratamiento del 100% dentro del edificio.

3. METODOLOGÍA

3.- Metodología

3.1.- Edificio R-3, Universidad Andrés Bello.

El edificio perteneciente a la institución educacional Universidad Andrés Bello, se sitúa en calle República número 239, de la comuna de Santiago, Región Metropolitana. Su sentido de orientación corresponde al punto cardinal Este, con una superficie de 1085 [m²]. El inmueble en estudio, está compuesto por seis plantas, siendo cuatro de ellas sobre nivel de superficie; y las dos restantes subterráneas en donde se encuentra un casino universitario y un estacionamiento respectivamente.



Figura 3.1.- Emplazamiento edificio R-3, Universidad Andrés Bello, campus República

[Fuente: Google Earth,2013]

La distribución de los recintos interiores del edificio es diversa, puesto que posee oficinas administrativas, salas de clases, casino de alumnos y estacionamientos. A continuación se resume los diferentes usos por nivel.

Tabla 3.1.- Usos del edificio separados por nivel

NIVEL	USOS
-2	Estacionamientos de vehiculos docentes
-1	Casino universitario
1	Oficinas administrativas
2	Salas de clases y Baños
3	Salas de clases
4	Salas de clases - Laboratorios

[Fuente: Elaboración propia]

Descripción técnica del edificio

El edificio R-3 de la Universidad Andrés Bello, está conformado estructuralmente de hormigón armado en vigas, pilares, muros y losas. En cuanto a las divisiones interiores, fueron utilizados materiales livianos, tales como tabique de placa-yeso cartón o divisiones de tabique vidriado para las oficinas. La fachada y las elevaciones interiores del edificio presentan ventanas de espesores 5 mm de tipo fijas, correderas y abatibles.

A continuación, se detalla la planimetría de planta primer, segundo y tercer piso. Ésta última, corresponde al piso tipo de plantas superiores de salas de clases. Asimismo se presentan imágenes del edificio.

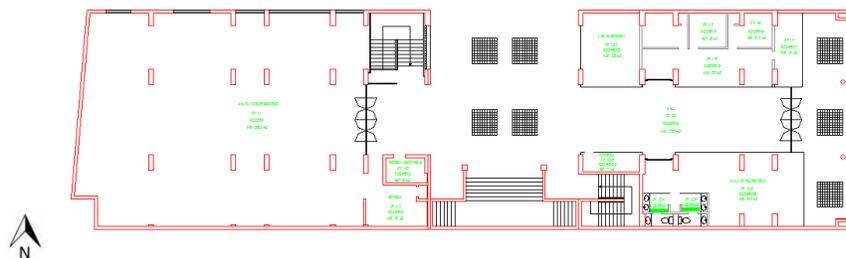


Figura 3.2.- Planimetría de planta 1° piso

[Fuente: Elaboración propia]

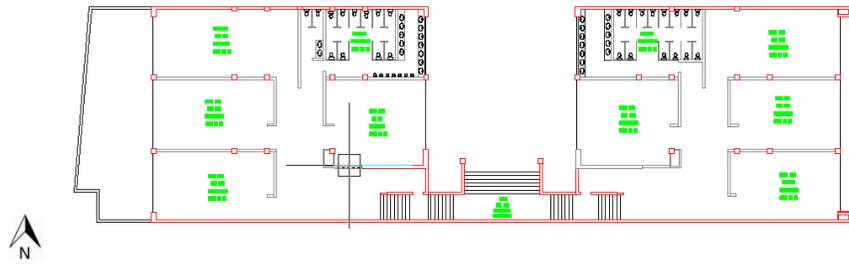


Figura 3.3- Planimetría de planta 2° piso

[Fuente: Elaboración propia]

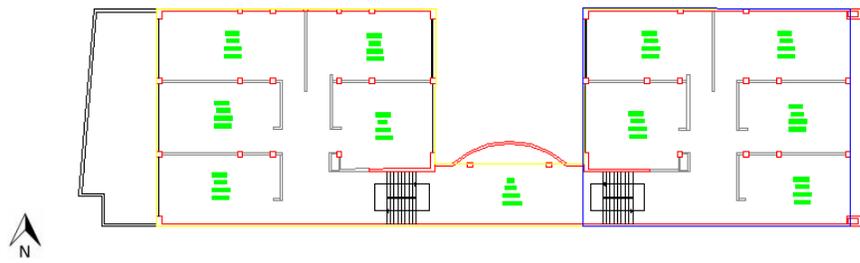


Figura 3.4.- Planimetría de planta 3° y 4° piso

[Fuente: Elaboración propia]



Figura 3.5.- Imágenes del edificio

[Fuente: Elaboración propia]

Respecto al sistema de climatización, éste posee independencia por cada recinto. Entre estos se distingue los sistemas de aire acondicionado unitario o de ventana y también el tipo Split, siendo ambos utilizados en un mismo recinto.

En el sector destinado a casino de comida de los estudiantes, con el propósito de conseguir la circulación de aire, se utilizaron ventiladores de techo. Por su parte, en el segundo subterráneo, se utilizan sistemas de extracción por conducto, como lo muestra la siguiente figura.



Figura 3.6.- Sistemas de climatización y ventilación del edificio

[Fuente: Elaboración propia]

La siguiente tabla muestra un resumen de los artefactos de climatización que forman parte del edificio.

Tabla 3.2.- Equipos de climatización

DESCRIPCIÓN DE ARTEFACTO	CANTIDAD	POTENCIA TOTAL [W]
Split marca Norwood (18000 BTU)	30	1950
		1850
A/C unitario o tipo ventana	6	2.900
Ventilador de techo	11	60

[Fuente: Elaboración propia]

En cuanto al consumo energético del edificio, este presenta luminaria interior con equipos fluorescentes sobrepuestos en cielo. Además, se encuentra un computador y un proyector por cada sala de clases, y en los recintos administrativos se encuentran equipos electrónicos tales como impresoras, fotocopiadoras, pantallas LED, también otros computadores, entre otros artefactos electrónicos. En la planta correspondiente al casino universitario, este presenta consumos energéticos de artefactos particulares tales como refrigeradores, congeladores, microondas entre otros, propios de su destinación (conservación y servicio de alimentos).

La siguiente tabla resume en detalle la cantidad de equipos de iluminación interior, y artefactos necesarios para el funcionamiento del edificio.

Tabla 3.3.- Equipos de iluminación y artefactos de consumo energético

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	POTENCIA TOTAL [W]
Tubo fluorescente T8 26mm G.E.	473	36
Foco embutidos y sobrepuestos	80	40
Computador	193	300
Pantalla LED	2	40
Proyector	21	233
Microondas	8	2000
Hervidor	1	2000
Cooler	5	180
Refrigerador	2	150
Congelador	6	180

[Fuente: Elaboración propia]

El equipamiento sanitario consta de cuatro salas de baño en el casino, dos de los cuales corresponden al personal de éste y dos para el alumnado, junto con dos baños principales en el segundo nivel (para estudiantes), todos equipados con lavamanos con llaves temporizadoras, wc y urinarios convencionales. En la siguiente tabla se muestran las cantidades totales de artefactos, además se identifican consumos.

Tabla 3.4 .- Artefactos sanitarios

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	CONSUMO [Lts/Descarga]	CONSUMO [Lts/min.]
W.C.	39	6,06	
Grifería C/Temporizador	40		8,33
Urinario	15		3,79
Ducha	4		10
Lavaplatos	6		9

[Fuente: Elaboración propia]



Figura 3.7.- Sistemas de consumo energético y sanitario

[Fuente: Elaboración propia]

Horarios de uso del edificio

El edificio funciona durante el año desde las 8:00 a 23:00 horas de lunes a viernes, en donde abarca dos jornadas de estudio (diurna y vespertina). Los días sábados se encuentra abierto con horario variable dependiendo de las jornadas programadas. El día domingo permanece cerrado.

3.2.- Metodología

La renovación eco eficiente de edificios existentes ofrece oportunidades significativas para reducir el consumo de energía, de agua, generar calidad ambiental interior más confortable para sus ocupantes, así como también aportar al medio ambiente disminuciones de emisiones de gases efecto invernadero. Toda inversión de renovación ambiental en edificios existentes, trae consigo beneficios financieros considerables en el tiempo. Bajo este contexto la aplicación de las áreas de evaluación de LEED - EB como criterios y estrategia a seguir, para diagnosticar el edificio universitario y generar propuestas de mejora, sin llegar a certificar un edificio toma mayor fuerza.

Es preciso señalar que, para dar cabal cumplimiento a los objetivos de la presente investigación se utilizó información recopilada de departamentos nacionales e internacionales, como por ejemplo la Ordenanza General de Urbanismo y Construcción, Decretos del Ministerio de Salud de Chile, como también guía de certificación LEED para edificios existentes, ASHRAE 62.1 e investigaciones de similares características realizadas por diferentes universidades internacionales y profesionales especialistas.

El presente capítulo detalla la elaboración de la metodología a seguir, la cual consta de etapas en donde la primera corresponde al procedimiento de diagnosticar el edificio en estudio, proponer un set de medidas eco eficientes para finalmente evaluar el costo beneficio.

3.2.1 Diagnóstico del edificio

Para llevar a cabo la primera etapa de la metodología, se deben realizar tres actividades principales en orden cronológico. La figura resume la metodología de diagnóstico y detalla los trabajos necesarios para cumplir con cada procedimiento.

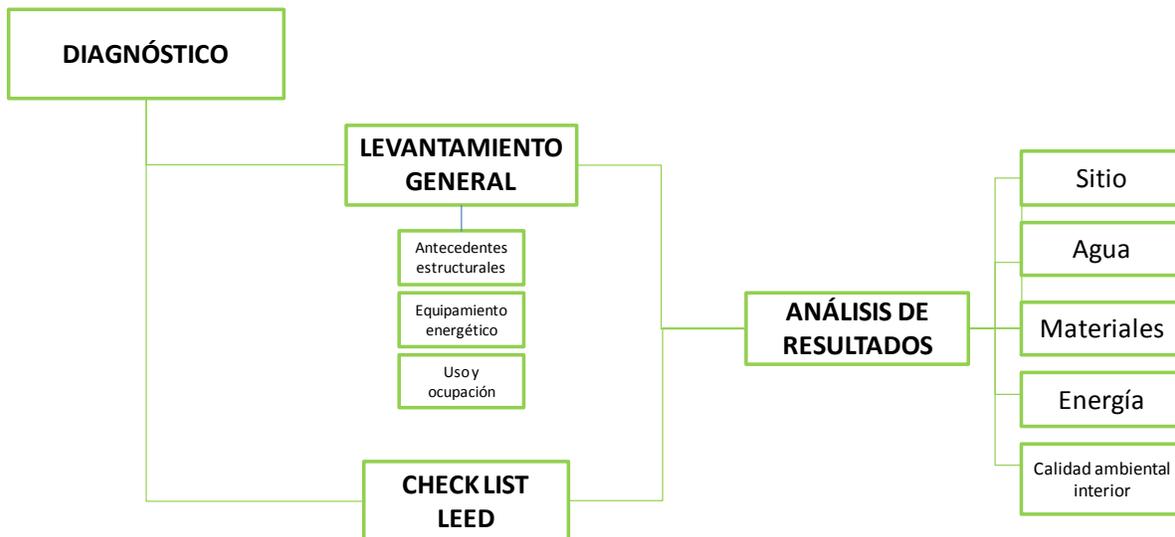


Figura 3.8.- Mapa conceptual de procedimiento metodológico

[Fuente: Elaboración propia]

1. Levantamiento general del edificio

Antecedentes estructurales: por medio de una evaluación técnica y visual del edificio se pretende describir la conformación de su estructura, la materialidad utilizada en él, características arquitectónicas y detalles particulares del edificio.

Equipamiento energético: Realizar un catastro de los equipos que significan un consumo energético dentro del edificio, determinando horarios de mayor uso y por ende un mayor consumo durante el día.

Uso y ocupación: Realizar un análisis de los recintos del edificio y sus diferentes usos durante la jornada, tales como salas de clases, espacios comunes, baños etc.

2. Evaluación de check list de LEED - EB

La evaluación por medio del check list consiste efectivamente en ir verificando las variables condicionantes mínimas como requisito de cada área, pudiendo de esta manera llegar a identificar los puntos críticos del edificio en lo concerniente a eco eficiencia.

En esta etapa de la investigación se identifica de manera clara las variables que no se encuentran implementadas en el edificio, pero que se homologan de manera efectiva con éste, pudiendo convertirse en una variable a destacar al momento de llegar a la etapa de análisis de los resultados.

3. Análisis de resultados

Para finalizar la etapa de diagnóstico, se debe identificar el actual estado ambiental del edificio por medio de los resultados del chek list y el levantamiento general del edificio, originando ideas definidas de los cambios a implementar en el edificio, pudiendo llegar a generar una modernización eco eficiente de éste. Los resultados deben ser analizados y resumidos pudiendo establecer un control por medio de una unidad de medida el nivel de cumplimiento que posee el edificio.

3.2.2 Generación de medidas eco eficientes

Las medidas de mejoras eco eficientes al edificio, están directamente relacionadas con la identificación del estado actual del edificio. En general, existe una amplia bibliografía de estudios similares realizados en edificios extranjeros, pudiendo tomar como referencias las medidas adoptadas, sin embargo, cada edificio cuenta con características en particular que implica una adaptación de las medidas de mejoramiento para que éstas cumplan con la intención y lleguen a ser un aporte eco eficiente al edificio y sus ocupantes.

3.2.3 Evaluación del costo y beneficio

Finalmente se analiza la relación de entre el costo asociado a las medidas de mejora de manera independiente y el beneficio que éste pueda generar al edificio y sus ocupantes, pudiendo separar beneficios en el corto y largo plazo.

4. ANÁLISIS DEL EDIFICIO EN ESTUDIO

4.- Análisis del edificio en estudio

4.1.- Diagnóstico

En esta etapa de la investigación se inicia la evaluación del estado actual del edificio por medio de Check List de LEED.

Sitio: El cumplimiento detallado a continuación en la siguiente tabla, corresponde a un 33% de cumplimiento de las variables.

Tabla 4.1.- Evaluación check list - Sitio

DIAGNOSTICO - SITIO SUSTENTABLE				
CODIGO	CREDITO	REQUISITO	APLICA/ NO APLICA	ESTADO ACTUAL
SSC1	Certificación LEED de diseño y construcción		NA	
SSC2	Plan de gestión de edificio exterior y paisaje	Implementar practicas de gestión de elementos sólidos, que ayuda a preservar la integridad ecológica de los alrededores. El plan debe abordar: equipo de mantenimiento, limpieza de construcción exterior, pinturas y sellantes , limpieza de aceras y pavimentos.	A	CUMPLE
SSC3	Gestión integrada de plagas, control de la erosión, y el plan de paisaje	Tener un plan de manejo ambientalmente sensible del lugar y los componentes naturales del sitio.	NA	
SSC4	Transporte alternativo	Reducir desplazamientos desde y hacia el edificio de manera singular, privilegiar transporte masivo, medios de transporte de tracción humana y vehículos de baja emisión.	A	CUMPLE
SSC5	Desarrollo del sitio - proteger o restaurar el hábitat abierto	Privilegiar espacios donde se mantenga la integridad ecologica del sitio.	N/A	
SSC6	Control de la cantidad de Aguas Pluviales	Opción 1: implementar un plan de gestión de escorrentía que se infiltra, recoge y reutiliza el escurrimiento o escorrentía evapotranspirates de al menos el 15% de la precipitación que cae en el lugar del proyecto Opción 2: prácticas para captar y tratar el agua de un 25% de las superficies impermeables para el percentil 95 de las lluvias regionales o locales.	N/A	
SSC7.1	Efecto de isla de calor - no techo	Opción 1: seleccionar sombra por medio de arboles, estrcturas cubierta por paneles solares, o indice de reflectancia min. 29. Opción 2: minimo 50% estacionamientos bajo superficie, cualquier estructura que se utilice para sombra debe tener índice de reflectancia minimo 29	A	CUMPLE
SSC7.2	Efecto de isla de calor - techo	Usar materiales para cubierta de techos con indice de reflectancia igual o mayor de los especificados (SRI:78;SRI:29), para un minimo de 75% de la superficie de la cubierta.	A	NO CUMPLE
SSC8	Reducción de la contaminación lumínica	Iluminación exterior: Proteger todos los accesorios exteriores para que no emitan luz directamente hacia el cielo. Iluminación interior: las luminarias con línea de visión directa a ventanas o balcones, deben ser automáticamente controladas para apagar después de las jornadas.	A	NO CUMPLE

[Fuente: Elaboración propia]

Eficiencia del agua: Como muestra la siguiente tabla, el edificio actualmente no presenta signos de uso eficiente de consumo de agua potable, no cumpliendo por tanto con los puntos analizados. No obstante, la posibilidad de intervenir la eficiencia del agua en el edificio es significativa.

Tabla 4.2.- Evaluación check list - Eficiencia del agua

DIAGNOSTICO - EFICIENCIA DEL AGUA				
CODIGO	CREDITO	REQUISITO	A/NA	ESTADO ACTUAL
WEP1	Accesorio mínimo de agua corriente y la eficiencia de montaje necesario	<p>Reducir el consumo de agua potable de accesorios de plomería de interior y los accesorios a un nivel igual o inferior al LEED 2009 para los edificios existentes: Establecer la línea de base de la siguiente manera:</p> <p>Para un sistema de plomería sustancialmente terminada en 1994 o más tarde todo el edificio, la línea de base es el 120% del uso del agua que se produciría si todos los accesorios cumplieron con los códigos citados</p> <p>Para un sistema de fontanería completa sustancialmente antes de 1994 en todo el edificio, la línea de base es 160% del uso de agua que se obtendría si todos los accesorios cumplen los códigos antes citada.</p>	A	NO CUMPLE
WEC1	Agua medición del rendimiento	Tener en función permanente de medición el agua potable del consumo total del edificio. Estos deben ser registrados formulando resúmenes mensuales y anuales	A	NO CUMPLE
WEC2	Accesorio adicional agua corriente y la eficiencia del montaje	Obtener reducción en el consumo de agua potable por medio de los accesorios de la instalación sanitaria, bajo la línea base calculada en WEP 1	A	NO CUMPLE
WEC3	Jardinería Eficiente en Agua	<p>Reducir el agua potable o la superficie de otros recursos naturales, o el consumo de recursos del subsuelo para el riego en comparación con los métodos convencionales de riego. Si el edificio no dispone de contadores de agua independiente para los sistemas de riego, los logros de reducción del uso de agua se puede demostrar a través de cálculos. El porcentaje de agua mínimo de ahorro para cada punto de umbral es el siguiente:</p> <p>En los edificios sin vegetación u otros rasgos ecológicamente apropiadas de los motivos, los puntos pueden ser obtenidos mediante la reducción del uso de agua potable para el riego de cualquier techo y / o espacio del patio jardín o macetas al aire libre, siempre que los plantadores y / o la cubierta jardín espacio de al menos 5 % del área de obra (incluida la huella del edificio, área de superficie dura, la huella de estacionamiento, etc.) Si los plantadores y / o espacio de jardín cubren menos del 5% del área del sitio de construcción, el proyecto no es elegible para este crédito.</p>	N/A	
WEC4	Torre de enfriamiento de la gestión del agua	<p>Desarrollar e implementar un plan de gestión del agua para la torre de enfriamiento o condensador evaporativo que aborda el tratamiento químico, de purga, el control biológico y la capacitación del personal en lo que respecta al mantenimiento de la torre de enfriamiento.</p> <p>Usar agua de reposición que consiste en al menos 50% de agua no potable, tales como: agua de lluvia cosechada, acondicionador de aire condensado, filtro de agua de lavado a contracorriente, el enfriamiento de purga torre, passthrough (una vez a través) de agua de refrigeración, aguas residuales recicladas tratado de inodoro y lavado urinario, el agua de drenaje fundación, agua municipal regenerada o cualquier otro apropiado en el lugar de la fuente de agua que no es de origen natural del agua subterránea o agua superficial.</p>	N/A	

[Fuente: Elaboración propia]

Materiales: Si bien éste presenta gran compatibilidad de los ítems detallados en la siguiente tabla, el estado actual del edificio no cumple con las variables evaluadas.

Tabla 4.3.- Evaluación check list - Materiales y recursos

DIAGNOSTICO - MATERIALES Y RECURSOS				
CODIGO	CREDITO	REQUISITO	A/NA	ESTADO ACTUAL
MRP1	Política de compra sostenible	<p>Contar con Compras preferencia ambiental (EPP) que incluye, como mínimo, las políticas de compra de productos para la construcción y emplazamiento de los requisitos del Crédito MR 1: curso de Compras Sostenibles-Consumibles. Esta política debe respetar el 2009 LEED para edificios existentes: Operaciones y Mantenimiento modelo de políticas (véase la Introducción). Como mínimo, la política debe cubrir las compras de productos que se encuentran dentro del edificio y control de la gestión del sitio. Además, ampliar la política del PPE para incluir políticas de compra de productos para la construcción y el sitio de abordar los requisitos de al menos 1 de los créditos que figuran a continuación. Esta política ampliada también deben cumplir con la certificación LEED para Edificios Existentes 2009: Operaciones y modelo de política de mantenimiento y específicamente el objetivo, el alcance y métrica de rendimiento para el crédito respectivo: Crédito MR 2.1: Compras Sostenible-Electric-Powered Equipo</p> <p>Crédito MR 2.2: Compras Sostenible-Muebles</p> <p>Crédito MR 3: Instalación de Compras Sostenibles-Modificaciones y Adiciones</p> <p>Crédito MR 4: Adquisición Sostenible-Reducción del mercurio en las lámparas</p> <p>Esta condición requiere sólo políticas, no en curso del rendimiento sustentable real.</p>	A	NO CUMPLE
MRP2	Política de gestión de residuos solidos	<p>Contar con una política de gestión de residuos sólidos para la construcción y el sitio de abordar los requisitos de la gestión de los residuos créditos figuran a continuación, así como el reciclaje de todas las lámparas que contienen mercurio. Esta política debe respetar el 2009 LEED para edificios existentes: Operaciones y Mantenimiento modelo de políticas (véase la Introducción). Como mínimo, la política debe cubrir los flujos de residuos que están dentro de la construcción y control de la gestión del sitio.</p> <p>Crédito MR 7: Gestión de Residuos Sólidos en curso-Consumibles</p> <p>MR Crédito 8: Gestión de Residuos Sólidos duraderos-Productos</p> <p>MR Crédito 9: Solid Waste Management Facility-Modificaciones y Adiciones</p> <p>Esta condición requiere sólo políticas, no en curso del rendimiento sustentable real.</p>	A	NO CUMPLE
MRC1	Compra sustentable - en curso consumibles	<p>Mantener un programa de compra de cobertura sustentable con un bajo costo por unidad, estos deben ser al menos 60% de las compras totales: deben cumplir con: - contener 10% de reciclado y/o 20% de material postindustrial - contener al menos el 50% de materiales rápidamente renovable - contener al menos el 50% de materiales recolectados, transformados o extraídos dentro de 800 km del proyecto</p>	A	NO CUMPLE
MRC2.1	Compra sustentable - con motor eléctrico	<p>Lograr compras sostenibles de al menos el 40% de las compras totales de tracción eléctrica equipo (por costo) durante el período de ejecución. Ejemplos de equipo eléctrico de propulsión incluyen, pero no están limitados a, equipo de oficina (computadoras, monitores, fotocopiadoras, impresoras, escáneres, máquinas de fax), electrodomésticos (frigorífico, lavavajillas, refrigeradores de agua), los adaptadores de alimentación externos, televisores y audiovisuales y otros equipo. Compras sostenibles son aquellas que cumplan uno de los siguientes criterios:</p> <p>El equipo es compatible con ENERGY STAR ® (para las categorías de productos con especificaciones desarrolladas).</p> <p>El equipo (ya sea con cable o batería) sustituye convencional de gasolina equipo.</p> <p>Proyectos fuera de los EE.UU. pueden demostrar el equipo es igual o más estricto que ENERGY STAR ® a través del uso de las equivalencias locales.</p>	A	NO CUMPLE
MRC2.2	Compra sustentable - muebles	<p>Lograr compras sustentable de al menos el 40% de las compras totales de muebles (por costo) durante el período de ejecución. Compras sostenibles son aquellos que cumplen uno o más de los siguientes criterios:</p> <p>Las compras contienen al menos 10% después de su consumo y / o material de postindustrial 20%.</p> <p>- Compras contienen al menos un 70% de material recuperado de fuera de las instalaciones o fuera de la organización.</p> <p>- Compras contienen al menos un 70% de material rescatado del lugar, a través de un material de organización interna y el programa de reutilización de equipos.</p> <p>- Las compras contienen al menos 50% de material rápidamente renovable.</p> <p>- Compras contienen al menos el 50% del Consejo de Administración Forestal (FSC), madera certificada.</p>	A	NO CUMPLE
MRC3	Compra sustentable - alteraciones de las instalaciones y adiciones	<p>Mantener un programa de compras sostenibles recubrimiento para las renovaciones de las instalaciones, demoliciones, reinstala y nuevas incorporaciones de construcción. Esto sólo se aplica a los elementos de construcción de base permanente o semipermanente unidos al propio edificio</p>	A	NO CUMPLE

MRC4	Compra sustentable - reducir el mercurio en lámparas	Desarrollar un plan de compras de iluminación que especifica los niveles máximos permitidos de mercurio en las lámparas que contienen mercurio adquiridos para los terrenos de construcción y afines, incluidas las lámparas para los accesorios de interior y al aire libre, así como los accesorios de ambos cableados y portátil. El plan de compras debe especificar un destino para el promedio general del contenido de mercurio en las lámparas de 90 picogramos por lumen-hora o menos. El plan debe incluir lámparas para los accesorios de interior y al aire libre, así como los accesorios de ambos cableados y portátil. El plan debe exigir que al menos 90% de las lámparas compradas cumplan con el objetivo (como se mide por el número de lámparas). Las lámparas que contienen mercurio no pueden contar para el cumplimiento del plan sólo si tienen la eficiencia energética al menos tan buenas como sus contrapartes con contenido de mercurio.	A	NO CUMPLE
MRC5	Compra sustentable - una comida	Lograr compras sustentables de al menos el 25% del total de alimentos combinados y compra de bebidas (por el costo) durante el período de ejecución. Compras sustentables son aquellos que cumplen con 1 o ambos de los siguientes criterios: Compras n se etiquetan USDA Organic, Food Alliance Certified, Rainforest Alliance Certified, Protected Cosecha Certificada, Azul FERIA Marine Stewardship Council Eco-Label o están etiquetados con el logotipo de Producción Comunitaria Orgánica Europeo, de conformidad con los Reglamentos (CE) n 834/2007 y (CE) n 889/2008. n Las compras se producen dentro de un radio de 100 millas (160 kilómetros) del sitio. Cada compra puede recibir crédito por cada sustentable cumplía el criterio (por ejemplo, una compra de \$ 100 que es a la vez USDA Organic y se produce en una granja a 100 millas (160 kilómetros) del proyecto cuenta dos veces en el cálculo, para un total de \$ 200 de sustentable adquisitivo). Los alimentos o bebidas deben ser adquiridos durante el período de ejecución de ganar puntos en este crédito.	A	NO CUMPLE
MRC6	Gestión de residuos sólidos - auditoría de desechos corrientes	Realizar una auditoría de residuos de todo el edificio de flujo en curso de residuos consumibles (no bienes duraderos o de residuos de la construcción para la instalación de las alteraciones y adiciones). Utilizar los resultados de la auditoría para establecer una línea de base que se identifican los tipos de residuos que componen el flujo de residuos y las cantidades de cada tipo, por peso o volumen. Identificar oportunidades para aumentar el reciclado y la desviación de residuos. La auditoría debe llevarse a cabo durante el período de ejecución.	A	NO CUMPLE
MRC7	Gestión de residuos sólidos - Consumibles curso	Mantener un programa de reducción de residuos y reciclaje que se ocupa de los materiales con un bajo costo por unidad que habitualmente se utiliza y se sustituye por el curso de los negocios. Estos materiales incluyen, como mínimo, del papel, los cartuchos de tóner, vidrio, plásticos, cartón corrugado y cartón viejo, residuos de alimentos, y metales. Reutilizar, reciclar o compostar el 50% del flujo de residuos en curso consumibles (por peso o volumen).	A	NO CUMPLE
MRC8	Gestión de residuos sólidos - bienes duraderos	Mantener una reducción, reutilización y reciclaje que se ocupa de los bienes duraderos (las que se sustituyen con poca frecuencia y / o puede requerir gastos de capital del programa de compra). Los bienes duraderos son, como mínimo, los equipos los equipos ofimáticos (ordenadores, monitores, fotocopiadoras, impresoras, escáneres, máquinas de fax), electrodomésticos (frigorífico, lavavajillas, refrigeradores de agua), los adaptadores de alimentación externos, televisores y demás contenidos audiovisuales.	A	NO CUMPLE
MRC9	Gestión de residuos sólidos - Alteraciones de las instalaciones y adiciones	Desviar al menos 70% de los residuos (en volumen) generada por alteraciones y adiciones de las instalaciones de eliminación en vertederos e instalaciones de incineración. Esto sólo se aplica a los elementos de construcción de base permanente o semipermanente unidos al edificio en sí que entran en el flujo de residuos durante las renovaciones de las instalaciones, demoliciones, reinstala y nueva construcción adiciones. Elementos básicos de construcción incluyen, como mínimo, la construcción de componentes y estructuras (montantes de la pared, aislamiento, puertas, ventanas), paneles, acabados adjuntos (paneles de yeso, paneles de ajuste, el techo), alfombras y material de otro suelo, adhesivos, selladores, pinturas y recubrimientos. Mobiliario, instalaciones y equipos (FF & E) no se consideran elementos básicos de construcción y se excluyen de este crédito. Componentes mecánicos, eléctricos y de plomería y artículos especializados tales como ascensores también están excluidos.	A	NO CUMPLE

[Fuente: Elaboración propia]

Energía: El diagnóstico energético del edificio, no cumple con los requerimientos mínimos para considerar eficiencia energética dentro del edificio.

Tabla 4.4.- Evaluación check list - Energía y atmósfera

DIAGNOSTICO - ENERGIA Y ATMOSFERA				
CODIGO	CREDITO	REQUISITO	A/NA	ESTADO ACTUAL
EAP1	Eficiencia energética, mejores prácticas de gestión, planificación, documentación y evaluación de oportunidades	Documentar la secuencia actual de las operaciones para el edificio. Desarrollar un plan de operaciones de construcción que proporcione detalles sobre cómo el edificio se va a operar y mantener. El plan de trabajo debe incluir, como mínimo, un calendario de ocupación, equipo en tiempo de ejecución previsto, puntos de diseño establecidos para todos los equipos de climatización, y los niveles de diseño de iluminación en todo el edificio. Identificar los cambios en los horarios o los puntos de ajuste para las diferentes estaciones, los días de la semana y horas del día. La narración de los sistemas deben incluir todos los sistemas utilizados para cumplir con las condiciones de funcionamiento establecidas en el plan operativo, incluyendo, como mínimo, la calefacción, la refrigeración, la ventilación, la iluminación y la construcción de cualquier control de sistemas.	A	NO CUMPLE
EAP2	Mínimos de eficiencia energética	OPCIÓN 2. Puntuación Alternativa Demostrar el rendimiento de la eficiencia energética mediante la determinación de un puntaje de calificación alternativa utilizando la herramienta Portfolio Manager para notificar los datos del edificio de uso de energía del período de ejecución. Siga las instrucciones detalladas en la Guía de Referencia LEED Green Building de Operaciones y Mantenimiento, edición 2009. OPCIÓN 2 a. Línea de base optimizada (sólo EAp2 - 0 puntos) Introduzca los datos de consumo de energía durante el período de ejecución de al menos 1 año en Portfolio Manager para determinar el "clima normalizado intensidad energética de origen". Use este valor en la calculadora fuera de línea para determinar el porcentaje de reducción a partir de la línea de base simplificada. OPCIÓN 2 b. Energía de base que incluye datos históricos (hasta 9 puntos en EAC1) Ingrese por lo menos 3 años consecutivos de datos históricos de consumo de energía en Portfolio Manager, además de los datos del año en curso para determinar el "tiempo-intensidad normalizada fuente de energía" para cada año. Utilice estos valores en la calculadora en línea para determinar una línea de base con los datos históricos de uso de energía del edificio del proyecto. OPCIÓN 2 c. Energía de base que incluye datos históricos, además de edificios comparables (hasta 18 puntos en EAC1) Además de los datos históricos utilizados en la opción 2b, proporcionar datos de uso de energía por lo menos por 3 edificios con otros usos similares durante al menos un período de dos años para determinar el "rendimiento promedio de energía de un edificio similar" en el Administrador de Cartera. Introduzca estos datos en la calculadora en línea.	A	NO CUMPLE
EAP3	Gestión fundamental de refrigerantes	Cero uso de clorofluorocarbonos (CFC)-refrigerantes basados en sistemas de calefacción, ventilación, aire acondicionado y refrigeración (HVAC & R) sistemas de bases de construcción a menos que una auditoría de terceros (como se define en la Guía de Referencia LEED para las operaciones de construcción verde y Mantenimiento, edición 2009) muestra que el reemplazo del sistema o la conversión no es económicamente factible o si se demuestra que un plan de eliminación gradual de CFC refrigerantes está en su lugar.	A	NO CUMPLE
EAC1	Optimizar el rendimiento de eficiencia energética	OPCIÓN 2 :Energía de base que incluye datos históricos Ingrese por lo menos 3 años consecutivos de datos históricos de consumo de energía en Portfolio Manager, además de los datos del año en curso para determinar el "tiempo-intensidad normalizada fuente de energía" para cada año. Utilice estos valores en la calculadora en línea para determinar una línea de base con los datos históricos de uso de energía del edificio del proyecto.	A	NO CUMPLE

EAC2.1	Edificio existente puesta en marcha - investigación y análisis	<p>OPCIÓN 1. Puesta en marcha de procesos</p> <ul style="list-style-type: none"> - Desarrollar un retro puesta en marcha, volver a poner en marcha o plan de puesta en marcha que utilicen energía principal del edificio de sistemas. - Llevar a cabo la etapa de investigación y análisis. - Documentar el desglose del uso de energía en el edificio. - Una lista de los problemas de funcionamiento que afectan el uso de los ocupantes confort y la energía, desarrollar posibles cambios operacionales que resolver. - Listar las mejoras de capital identificadas que proporcionarán rentables ahorros de energía y documentar el análisis de costos y beneficios asociados con cada uno. 	A	NO CUMPLE
EAC2.2	Edificio existente puesta en marcha - la aplicación	<p>Implementar mejoras operativas y crear un plan de capital para las modificaciones o actualizaciones importantes.</p> <p>Proporcionar capacitación para el personal de gestión que crea conciencia y habilidades en una amplia gama de operaciones sostenibles de creación de temas. Esto podría incluir la eficiencia energética y las operaciones de construcción, equipos e instalaciones y mantenimiento.</p> <p>Mostrar los costos financieros observados y / o anticipados y beneficios de las medidas que se han implementado.</p> <p>Actualizar el plan de operaciones de construcción según sea necesario para reflejar cualquier cambio en el horario de ocupación, equipo en tiempo de ejecución previsto, puntos de diseño conjunto y los niveles de iluminación.</p>	A	NO CUMPLE
EAC2.3	Edificio existente puesta en marcha - puesta en marcha	Implementar un programa permanente que incluye la puesta en marcha elementos de planificación, pruebas de sistema, verificación de rendimiento, respuesta a las acciones correctivas, medidas en curso y la documentación para abordar de manera proactiva los problemas de funcionamiento.	A	NO CUMPLE
EAC3.1	Medición del desempeño - sistema de automatización de edificios	Contar con un sistema de construcción basado en computadoras de automatización (BAS), que supervisa y controla los principales sistemas del edificio, incluyendo, como mínimo, calefacción, refrigeración, ventilación e iluminación. Contar con un programa de mantenimiento preventivo que asegure BAS componentes son probados y reparados o sustituidos de acuerdo con las instrucciones del fabricante recomienda intervalo. Demostrar que el BAS se está utilizando para informar las decisiones sobre los cambios en las operaciones de consolidación y las inversiones de ahorro de energía.	A	NO CUMPLE
EAC3.2	Medición del desempeño - el sistema de medición de nivel	Desarrollar un desglose del uso de energía en el edificio, ya sea a través de créditos de EA 2,1 y 2,2 o mediante el uso de las facturas de energía, la medición puntual o medición de sí para determinar el consumo de energía de los principales sistemas mecánicos y otras aplicaciones de uso final. Este análisis de las principales categorías de uso de energía deben haber sido realizados dentro de los 2 años anteriores a la fecha de solicitud de LEED para Edificios Existentes 2009: Operaciones y Mantenimiento de certificación.	N/A	
EAC4	En sitio y fuera de sitio de las energías renovables	Durante el periodo de ejecución, se reúnen todos o algunos de el uso del edificio con energía total en el sitio o fuera del sitio de sistemas de energía renovable. Los puntos se obtienen de acuerdo a la siguiente tabla, que muestra los porcentajes de utilización energética de los edificios se reunió con energía renovable durante el periodo de ejecución.	A	NO CUMPLE
EAC5	Gestión de mejora de refrigerantes	OPCIÓN 1 No utilizar refrigerantes en base de la edificación calefacción, ventilación, aire acondicionado y refrigeración (HVAC & R).	A	NO CUMPLE
EAC6	Informes de reducción de emisiones	Identificar la construcción de parámetros de rendimiento que reducen el uso de energía convencional y las emisiones, las reducciones cuantificar e informar de ellos a un programa de seguimiento formal: Las emisiones seguimiento y registrar reducciones conseguidas por la eficiencia energética, las energías renovables y otras medidas de reducción de emisiones de construcción, incluidas las reducciones de la compra de créditos de energía renovable o compensaciones de carbono.	A	NO CUMPLE

[Fuente: Elaboración propia]

Calidad ambiental interior: El diagnóstico referente a calidad ambiental interior presenta actualmente un cumplimiento porcentual de 16%.

Tabla 4.5.- Evaluación check list - Calidad ambiental interior

DIAGNOSTICO - CALIDAD AMBIENTAL INTERIOR				
CODIGO	CREDITO	REQUISITO	A/NA	ESTADO ACTUAL
EQP1	Mínimo desempeño de calidad de aire interior	OPCION 1: Modificar o mantener cada toma de aire exterior, ventilador de suministro de aire y/o el sistema de distribución de la ventilación requerido por la norma ASRAE 62.1-2007	A	NO CUMPLE
EQP2	Control de humo de Tabaco Ambiental (HTA)	OPCIÓN 1 Prohibición de fumar en el edificio. Prohibir fumar en la propiedad dentro de los 8 metros de las entradas, tomas de aire exterior y ventanas operables.	A	CUMPLE
EQP3	Política de limpieza verde	Contar con una política de limpieza verde para la construcción y el sitio abordar los siguientes créditos verdes de limpieza y otros requisitos	A	NO CUMPLE
EQC1.1	Mejores prácticas de calidad del aire interior - gestión de programas de calidad de aire interior	Desarrollar e implementar de manera permanente un programa de gestión de calidad del aire interior basado en la Educación Edificio EPA Indoor Air Quality y modelo de evaluación (I-BEAM), la EPA Número de Referencia 402-C-01-001, diciembre de 2002	A	NO CUMPLE
EQC1.2	Mejores prácticas de calidad del aire interior - control de suministro de aire al aire libre	Instalar sistemas permanentes de monitoreo continuo que proporcionan información sobre el rendimiento del sistema de ventilación para asegurarse de que los sistemas de ventilación mantengan un mínimo de caudal de aire al aire libre en todas las condiciones de funcionamiento	A	NO CUMPLE
EQC1.3	Mejores prácticas de calidad del aire interior - mayor ventilación	Aumentar las tasas de ventilación de aire al aire libre para todas las unidades de manejo de aire a los espacios ocupados por lo menos un 30% por encima del mínimo exigido por la norma ASHRAE 62.1-2007	A	NO CUMPLE
EQC1.4	Mejores prácticas de calidad del aire interior - reducir las partículas en la distribución de aire	En los edificios con ventilación mecánica, cada sistema de ventilación que suministra aire al aire libre deberá cumplir con lo siguiente durante el periodo de prestación del servicio: filtros del sistema de ventilación mecánica	N/A	
EQC1.5	Mejores prácticas de calidad del aire interior - gestión de las alteraciones de las instalaciones y adiciones	Desarrollar e implementar un plan de gestión de calidad del aire interior para la construcción y las fases de ocupación	N/A	

EQC2.1	Confort de los ocupantes - encuesta de los ocupantes	Implementar una encuesta de confort de los ocupantes y el sistema de respuesta de queja para recopilar respuestas anónimas sobre confort térmico, acústico, calidad del aire interior, los niveles de iluminación, construcción de limpieza y otras cuestiones confort de los ocupantes. La encuesta debe ser recogida de una muestra representativa de los ocupantes del edificio que constituyen al menos el 30% del total de los ocupantes, y debe incluir una evaluación de la satisfacción general con el rendimiento del edificio y la identificación de los problemas relacionados con el confort. Documentar los resultados de la encuesta y acciones correctivas para abordar los problemas identificados a través de la comodidad de las encuestas. Llevar a cabo al menos una encuesta de los ocupantes durante el período de ejecución.	A	NO CUMPLE
EQC2.2	Control de los sistemas - iluminación	Por lo menos 50% de los ocupantes del edificio, el uso controles de iluminación que permiten ajustes para adaptarse a las necesidades de trabajo y preferencias de los individuos para al menos 50% de las estaciones de trabajo individuales, y para los grupos que comparten un espacio o área de trabajo para al menos 50%	A	NO CUMPLE
EQC2.3	Confort de los ocupantes - Control confort térmico	OPCIÓN 1. Norma ASHRAE 55-2004 o no U.S. equivalente Norma ASHRAE 55-2004, condiciones de confort térmico para la ocupación humana. Proyectos fuera de los EE.UU. pueden usar un equivalente local a la norma ASHRAE 55-2004 térmica Comfort Condiciones de Uso Humano.	A	NO CUMPLE
EQC2.4	Luz natural y vistas	Lograr una línea de visión directa con el medio ambiente al aire libre a través de vidrio de visión entre 30 pulgadas (0,8 metros) y 90 pulgadas (2,3 metros) por encima del piso terminado para los ocupantes del edificio en el 45% de todas las áreas habitualmente ocupadas. Determinar el área con la línea directa de visión sumando la regularidad ocupado "metros cuadrados" .	A	CUMPLE
EQC3.1	Limpieza verde - programa de limpieza	Tener en su lugar durante el período de ejecución de un programa de limpieza de alto rendimiento, con el apoyo de una política de limpieza verde	N/A	
EQC3.2	Limpieza verde - evaluación de la eficacia de detención	Llevar a cabo una auditoría de acuerdo con APPA Liderazgo en Espacios Educativos "	N/A	
EQC3.3	Limpieza verde - la compra de productos de limpieza sostenibles y materiales	Implementar compras sostenibles de materiales y productos de limpieza, productos de papel desechables y bolsas de basura de limpieza. Productos de limpieza y las compras de material incluyen los elementos utilizados por el personal de la empresa o los proveedores de servicios externalizados.	A	NO CUMPLE
EQC3.4	Limpieza verde - equipos de limpieza sostenible	Implementar un programa para el uso de equipos de limpieza que reduce la creación de contaminantes y minimiza el impacto ambiental.	N/A	
EQC3.5	Limpieza verde - químico de interior y control de la fuente contaminante	Emplear sistemas vías de entrada permanentes (rejillas, rejillas, esteras) por lo menos 10 pies (3 metros) de largo en la dirección principal de los viajes para capturar la suciedad y las partículas que entran en el edificio en todos los puntos de entrada de público	A	NO CUMPLE
EQC3.6	Limpieza verde - gestión integrada de plagas en interiores	Desarrollar, implementar y mantener un plan de manejo integrado de plagas en interiores (IPM), que se define como la gestión de plagas de interiores de una manera que proteja la salud humana y el medio ambiente y que mejora el rendimiento económico a través de la opción más eficaz, menos riesgo.	A	NO CUMPLE

[Fuente: Elaboración propia]

4.2.- Análisis de resultados obtenidos y generación de medidas eco eficientes

4.2.1.-Sitio

Dentro de la evaluación del estado actual del edificio, se presenta un cumplimiento parcial de las variables de LEED, ya que cumple con mantención de paisajes exteriores, con gran conectividad con el transporte público (siendo el medio más requerido por los alumnos y personal administrativo) y posee vías exclusivas para ciclistas permitiendo la utilización con transportes alternativos. Otro punto importante es que el edificio no posee efecto de isla de calor puesto que el edificio posee estacionamientos bajo la superficie.

Sin embargo, al realizar un análisis de las dependencias, éste presenta opciones de mejorar ciertos puntos, pudiendo contribuir de esta manera al mejoramiento de las variables ya cumplidas, como por ejemplo, definir un área específica para el resguardo de bicicletas entregando todas las facilidades a los estudiantes y personal del edificio al uso de este medio de transporte de cero emisión. Así como también, queda en evidencia que el edificio no cumple con la reducción de la contaminación lumínica, por lo tanto es un punto importante y factible de proponer.

Propuesta

1.- Estacionamientos de bicicletas

Para contribuir y generar un incentivo al uso de la bicicleta como medio de transporte generando un aprovechamiento de las ciclo vías que existen en el sector, disminuyendo la contaminación y los impactos del desarrollo del suelo asociados al uso del automóvil, se propone incorporar estacionamientos de bicicletas dentro del patio del edificio para al menos el 5% del total de ocupantes del edificio.

El primer paso para la preparación de la propuesta es determinar el número de ocupantes del edificio, luego calcular el número de estacionamientos. Para esto se utilizará El documento de análisis LEED de Sitios sustentables.

Estimación de ocupantes

Para realizar el cálculo estimado se debe encontrar el valor equivalente de los usuarios o F.T.E. (full time equivalent) en sus abreviación en ingles. Para ello, se considera el caso más desfavorable en donde el edificio se encuentra con la ocupación completa de salas de clases y un número elevado de trabajadores a tiempo completo.

Para realizar el cálculo de FTE se consideran los siguientes parámetros

- Personal aproximado a tiempo completo 100 personas
- 28 salas de clases
- 45 alumnos; 1 profesor por sala, como ocupantes transitorios
- FTE ocupante = La octava parte de las horas totales de ocupantes

Tabla 4.6.- Cálculo del número de ocupantes FTE

TIPO DE OCUPANTE	HORAS DE OCUPACION	NUMERO DE OCUPANTES	HORAS TOTALES	FTE
Personal del edificio	9	100	900	113
Profesores	2	28	56	7
Alumnos	2	1260	2520	315
TOTAL FTE				435

[Fuente: Elaboración propia]

Como muestra la tabla, el total de FTE en el edificio corresponde a 435, y para conocer el numero de estacionamientos se calcula el 5% de éste, dando como resultado 22 estacionamientos de bicicletas. En base a esto, se propone 3 módulos de bicicletero con capacidad para 8 bicicletas cada uno como lo describe la siguiente imagen, ubicados a conveniencia. El costo de la implementación de la propuesta asciende a un monto de \$ 392.000.-



Figura 4.1.- Modelo de bicicletero propuesto

[Fuente: Bicicleteros Mujica]

2.- Reducción de la contaminación lumínica

La utilización de iluminación exterior es necesaria tanto para el edificio como también para sus ocupantes. Se puede controlar considerablemente la iluminación reflejada hacia el cielo, logrando que todos los accesorios exteriores no emitan luz directamente hacia el cielo, disminuyendo el impacto negativo que ello genera sobre el medio ambiente.

Se propone el cambio de la actual luminaria, (eso incluye fachada y patio interior) por luminaria de exterior SCHRÉDER modelo Altraled, ya que su fotometría demuestra que el total de lúmenes son emitidos hacia el suelo, de tal manera que no ilumina al cielo. Además, sus características permiten la instalación en muros, de la misma forma en que se encuentra la luminaria actualmente. Su costo no supera un monto de \$800.000.-

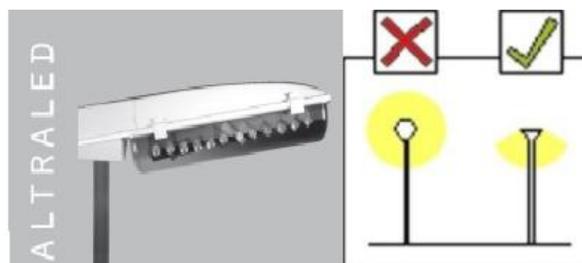


Figura 4.2.- Modelo de luminaria exterior propuesta

[Fuente: Catalogo verde.IDIEM,2013]

4.2.2.- Eficiencia del Agua

De acuerdo a los antecedentes analizados por medio del chek list de LEED, el edificio no presenta registros de métodos implementados para obtener eficiencia en el consumo de agua potable. Además, al realizar el levantamiento de los tipos y cantidad de artefactos utilizados, éste presenta artefactos sanitarios convencionales, salvo la grifería de lavamanos, que posee llaves con temporizador. El uso eficiente del agua potable puede reducir los costos a través del mejoramiento de la implementación de los sistemas de agua, por medio del uso de artefactos eficientes.

Cálculo estimado del consumo de agua potable

Para llevar a cabo una cuantificación del consumo de agua potable en el edificio se realizó una estimación del consumo utilizando como referencia el Documento de Análisis de LEED "Ahorro en el uso del agua del año 2011". En donde especifica que para conocer el consumo real de un edificio, se debe inicialmente calcular estimaciones respecto del n° total de ocupantes diarios de las instalaciones.

Para realizar la estimación utilizaremos el cálculo del valor equivalente de los usuarios FTE realizado anteriormente, en donde se definió 435 personas. La siguiente tabla especifica las cantidades de usos por los usuarios diferenciado por género y artefacto. Para efectos del cálculo estimado se considerará similar cantidad de hombres y mujeres.

Tabla 4.7.- Uso de artefactos por tipo de ocupación.

Fixture Type	FTE	Student/Visitor	Retail Customer	Resident
	Uses/Day			
Water Closet				
— Female	3	0.5	0.2	5
— Male	1	0.1	0.1	5
Urinal				
— Female	0	0	0	n/a
— Male	2	0.4	0.1	n/a
Lavatory Faucet				
— duration 15 sec; 12 sec with autocontrol	3	0.5	0.2	5
— residential, duration 60 sec				
Shower				
— duration 300 sec	0.1	0	0	1
— residential, duration 480 sec				
Kitchen Sink,				
— duration 15 sec	1	0	0	n/a
— residential, duration 60 sec	n/a	n/a	n/a	4

[Fuente: LEED 2011]

La siguiente tabla muestra el consumo estimado actual del edificio, en base a la cantidad de usuarios, el uso de los artefactos de acuerdo a LEED y el consumo de los artefactos convencionales. Se concluye que el consumo estimado mensual asciende a 320 m³ de agua.

Tabla 4.8.- Cálculo del consumo de agua potable

DESCRIPCIÓN	OCUPANTES	CANTIDAD	USOS	CONSUMO [Lts/Descarga]	CONSUMO [Lts/min.]	CONSUMO L/DÍA	CONSUMO M3 MES	CONSUMO M3 ANUAL	INCIDENCIA
W.C.	Hombre	218	1	6,06		1321,08	29,06	319,70	9%
	Mujer	218	3	6,06		3963,24	87,19	959,10	27%
Grifería con temporizador		435	3		2,5	3262,50	71,78	789,53	22%
Urinario		435	1		3,79	1648,65	36,27	398,97	11%
Ducha		435	0,1		10	435,00	9,57	105,27	3%
Lavaplatos		435	1		9	3915,00	86,13	947,43	27%
						14545,47	320,00	3520,00	100%

[Fuente: Elaboración propia]

Propuesta

Se propone reducir el uso del agua potable, por medio de un reemplazo de los accesorios de grifería existentes en el edificio; esto incluye baños, urinarios, grifería para lavatorios, duchas, lavadero de cocina y vaporizadores de pre – lavado. Para esto se implementará un plan de renovación de artefactos sanitarios por accesorios de fabricación eficiente, con un consumo menor al de la línea de base actual que presenta el edificio, como lo detalla la siguiente tabla.

Tabla 4.9.- Línea base de consumo de artefactos sanitarios propuestos

DESCRIPCIÓN	MODELO	LÍNEA BASE	CONSUMO [Lts/min.]
W.C. Doble descarga	Bercia - WO 109	2,25	Litros por descarga
Grifería con temporizador y aireador	W3-Q2 23051	2,00	Litros por minuto
Urinario	Bercia W3- AFS	0,30	Litros por descarga
Ducha	MK- SH9000	4,15	Litros por minuto
Lavaplatos	W3 ECO354	3,8	Litros por minuto

[Fuente: Elaboración propia]

Cálculo de consumo propuesto

Se realiza el cálculo del consumo de agua propuesto manteniendo similares condiciones de cantidad de ocupantes y números de usos, pero reemplazando los consumos de artefactos existentes por los artefactos sanitarios de uso eficiente anteriormente propuestos como lo demuestra la siguiente tabla; Con ello el consumo mensual disminuye a 163 m³ generando un ahorro del 51% del consumo mensual, lo que implicaría un ahorro directo de \$105.163.- mensual en el costo del consumo de agua potable en el edificio.

Tabla 4.10.- Cálculo del consumo de agua potable propuesto

DESCRIPCIÓN	OCUPANTES	CANTIDAD	USOS	CONSUMO [Lts/Descarga]	CONSUMO [Lts/min.]	CONSUMO L/DÍA	CONSUMO M3 MES	CONSUMO M3 ANUAL	INCIDENCIA
W.C. Doble descarga	Hombre	218	1	3,25		708,50	15,59	171,46	10%
	Mujer	218	3	3,25		2125,50	46,76	514,37	29%
Grifería con temporizador y aireador		435	3		2	2610,00	57,42	631,62	35%
Urinario		435	1		0,3	130,50	2,87	31,58	2%
Ducha		435	0,1		4,15	180,53	3,97	43,69	2%
Lavaplatos		435	1		3,8	1653,00	36,37	400,03	22%
						7408,03	162,98	1792,74	100%

[Fuente: Elaboración propia]

La inversión total de la implementación de la propuesta antes mencionada, tomando como referencia las cantidades totales de artefactos sanitarios del edificio y considerando el suministro e instalación de los artefactos, asciende a un monto aproximado de \$ 4.631.062.-.La inversión se ve retribuida en un plazo de 4 años considerando el ahorro generado.

4.2.3.- Materiales y recursos

De acuerdo con el diagnóstico, el análisis demuestra que no se encuentra implementada políticas relacionadas con compras de materiales sustentables.

Debido a esto, se analiza al detalle el listado de variables posibles las cuales actualmente no se cumplen, permitiendo destacar al menos tres que se compatibilizan

con el edificio. Una de ella es la compra sustentable de elementos menores pero igualmente importantes para el objetivo, como son los artículos de oficinas: papel, cuadernos, cartuchos de impresiones, accesorios de escritorios. Otra variable a considerar es la compra sustentable del conjunto de mobiliario de las distintas dependencias del edificio y finalmente mantener una política de compra sustentable de materiales de construcción que sean necesarios para futuras remodelaciones de las instalaciones.

Se propone que la Universidad inserte dentro de sus políticas internas la compra de materiales sustentables, para ello debe cumplir con uno o más los siguientes requisitos:

- Que el producto contenga al menos el 10% de material reciclado y/o 20% de material postindustrial
- Que contengan al menos el 50% de materiales rápidamente renovables
- Que contengan al menos el 50% de materiales que se procesan o extraen dentro de un radio de 800 km del edificio

Propuesta

1.- Artículos de oficina, específicamente de hojas utilizadas para imprimir.

Se propone el uso de papel 100% reciclable. Como dato se informa que para producir una tonelada de papel normal, es necesario talar en promedio 17 árboles, utilizar cien metros cúbicos de agua y 7600 kwh. Una tonelada de papel equivale a cuatrocientas resmas. En contraposición a lo antes señalado, se precisa que, para producir una tonelada de papel reciclado se reutiliza una tonelada de basura y desechos proveniente de cajas de cartón, se consume veinte metros cúbicos de agua y 2850 kwh. (Everde,2010)

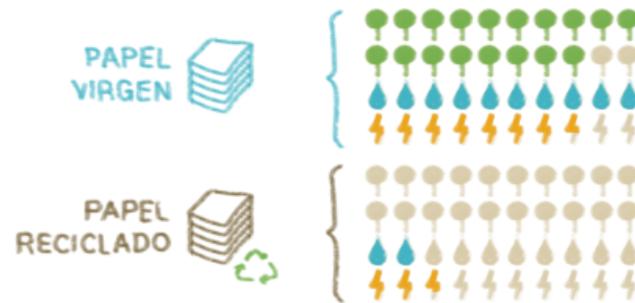


Figura 4.3.- Consumo de papel virgen versus papel reciclado

[Fuente: Everde,2010]

De acuerdo con estudios realizados en Estados Unidos, el consumo anual promedio de papel es de 48kg, esto equivale a 21 resmas de papel aproximadamente (S.Martin,2004).

Para llevar a cabo una estimación del consumo de hojas de papel en el edificio, se utilizan los siguientes parámetros:

- 435 personas en el edificio
- 100 unidades de hojas mensuales disponibles para imprimir por cada alumno

Los datos antes mencionados, dan como resultado el consumo de 1,3 toneladas de papel anual, por lo tanto, en base a los antecedentes de ahorro que posee el papel reciclado en comparación con el papel normal, se presenta una imagen de los posibles ahorros al medio ambiente que se generan.

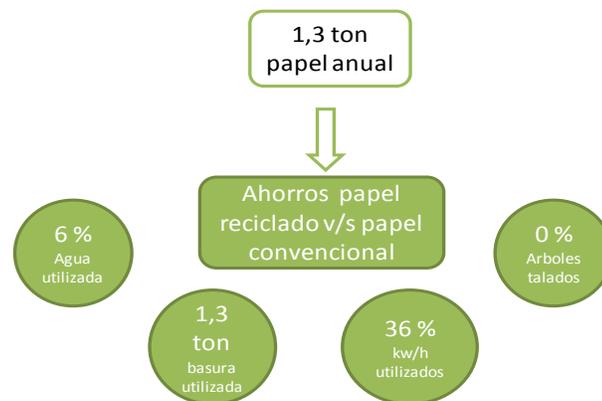


Figura 4.4.- Ahorro de elaboración de papel reciclado versus papel convencional

[Fuente: Elaboración propia]

2.- La renovación de mobiliario y la utilización de materiales de procedencia sustentable de construcción para futuras remodelaciones

Se propone la renovación de muebles, ya sea de oficina, sala de clases u otro, que posean al menos una de las características detalladas anteriormente, con el fin de ir renovando parcialmente los muebles ya adquiridos con el transcurso del tiempo.

Para lograr esto, se presenta como ejemplo el caso de mobiliario que presente dentro de sus materiales un porcentaje de material reciclado, como es el caso de la madera *Masisa*, la cual cumple con el porcentaje de material reciclado y además se encuentra dentro del radio de 800 km.

También se propone la utilización de materiales sustentables en las futuras modificaciones que se requieran llevar a cabo. Esto se puede llevar a cabo utilizando el catalogo de productos sustentables por área que presenta el Instituto de investigaciones y ensayos de materiales (IDIEM), de la Universidad de Chile, en donde, se destacan entre otro materiales sustentables comunes como placas, yeso, cartón y aislantes marca *Volcán*.

4.2.4.- Energía

El análisis de los resultados obtenidos en el diagnostico del check list de LEED demuestran que el edificio no posee estándares de eficiencia energética, por otra parte, utilizando los antecedentes que se recopilaron durante el levantamiento del consumo energético dan a conocer que el monto promedio de pago del estado de cuenta de luz en el edificio es aproximadamente \$2.968.205, lo cual al calcular las tarifas de cobro efectuadas por Chilectra, arroja un consumo estimado de 57.779 [kwh] / mes.

Para validar esta estimación realizada por medio del gasto mensual promedio en la cuenta de luz, se utilizó el registro de levantamiento de artefactos que consumen energía dentro del edificio, permitiendo calcular un consumo mensual por medio de el consumo específico de cada artefacto, las cantidades totales de éste y una estimación de las horas que permanecen encendidos, como lo detalla la siguiente tabla.

Tabla 4.11.- Cálculo del consumo de energía mensual

TIPO DE CONSUMO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	KW	HORAS ESTIMADAS DE USO	KWH/DÍA	KWH/MES
ILUMINACIÓN	Tubo fluorescente T8 26mm G.E.	473	0,036	17	289	5790
	Foco embutidos y sobrepuestos	80	0,040	17	54	1088
CLIMA	Split marca Norwood	30	1,950	15	878	17550
	A/C unitario o tipo ventana	6	2,900	15	261	5220
	Ventilador de techo	11	0,060	15	10	198
COMPUTADORES Y PROYECTORES	Computador	193	0,300	15	869	17370
	Pantalla LED	2	0,040	15	1	24
	Proyector	21	0,233	15	73	1468
COCINA	Microondas	8	2,000	3	48	960
	Hervidor	1	2,000	3	6	120
	Cooler	5	0,180	24	22	648
	Refrigerador	2	0,375	24	18	540
	Congelador	6	0,400	24	58	1728
Total KWH consumidos durante un mes						52703

[Fuente: Elaboración propia]

La tabla anterior demuestra que existe una diferencia en el consumo calculado por medio del estado de cuenta de luz en comparación con el cálculo teórico. Sin embargo, para efectos de la investigación se considera el caso más desfavorable, por lo tanto la diferencia existente se asocia a consumos no registrados, como por ejemplo, el consumo de artículos personales de estudiantes y artefactos utilizados para el aseo del edificio, entre otros. De esta manera podemos estimar que el consumo de energía eléctrica del edificio se distribuye en iluminación, clima, computadores y proyectores, artefactos de cocina y otros consumos no registrados como lo detalla la siguiente figura.

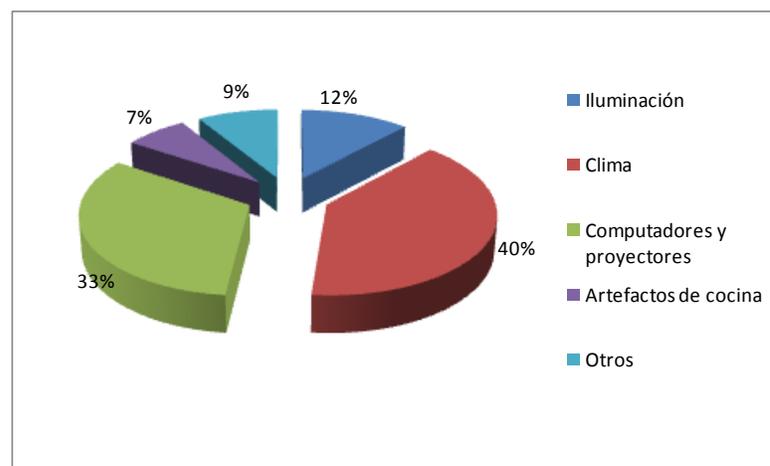


Figura 4.5.- Distribución del consumo de energía en edificio

[Fuente: Elaboración propia]

La figura muestra las incidencias porcentuales que tienen los diferentes consumos energéticos al interior del edificio, pudiendo identificar los elementos que conforman la mayor parte tales como, clima, computadores e iluminación. De esta manera ya teniendo identificado los porcentajes de consumos, se puede analizar particularmente cada ítem, buscando la propuesta idónea en cada caso, teniendo en cuenta que estas propuestas no signifiquen mayor impacto de sobre la estructura y distribución del edificio.

Cabe destacar que previo a la elección de las propuestas energéticas, se analizan las distintas opciones que se encuentran en el mercado que tengan un ahorro considerable y que no signifiquen un impacto en el edificio, puesto que la finalidad es mejorar de manera eficiente las instalaciones existentes.

Propuestas de ahorro energético

1.- El consumo que representa la iluminación dentro del edificio actualmente es 12 %, el cual se distribuye en equipos de luminaria de tipo fluorescente con consumos de 36 watts cada fluorescente y focos embutidos o sobrepuestos que poseen dos ampollitas de tipo eficiente con un consumo aproximado de 20 Watts cada una. Por lo tanto al analizar el sistema lumínico que se encuentra en el edificio, queda en evidencia que los criterios utilizados para el diseño del proyecto eléctrico fueron considerando equipos que tengan un bajo consumo. Con estos antecedentes se cree pertinente mantener los equipos de iluminación existentes, y solo realizar una propuesta que permita un mejoramiento de estos. Para lo cual se propone realizar un cambio de la luminaria existente a luminaria led, en equipos fluorescentes, focos embutidos y sobre puestos. Ello considera mantener los actuales artefactos de luminaria y solo reemplazar las ampollitas y tubos fluorescentes por similares modelos de tipo led.

El modelo de tubo led es similar al ya existente, con un consumo de 18 Watt, con igual lúmenes que un tubo fluorescente normal. Asimismo, la ampollita de reemplazo corresponde a una led con un consumo de 12 Watt, teniendo ambas –nuevas y existentes- similares características.

Tabla 4.12.- Cuadro comparativo de luminaria existente y propuesta

CUADRO COMPARATIVO	PROPUESTA	EXISTENTE	PROPUESTA	EXISTENTE
	Tubo Led T8 120 cm 26mm	Tubo fluorescente T8 120 cm 26mm	Ampolleta LED E27	Ampolleta ESL E27
Watts	18	36	12	20
Vida util (horas)	40.000	10.000	30.000	6.000
Costo unidad	\$ 17.500	\$ 1.190	\$ 15.300	\$ 2.190

[Fuente: Elaboración propia]

Implementando esta propuesta se logra un ahorro de un 53% del consumo actual de iluminación del edificio. Se debe considerar como dato relevante, que la vida útil de la luminaria led, es cuatro veces más en el caso de los tubos led en comparación con un tubo fluorescente convencional. Las ampolletas led son hasta cinco veces la vida útil de la ampolleta existente, lo cual equivale aproximadamente a 11 años de vida útil, compensando el costo que significa implementar el cambio.



Figura 4.6.- Artefactos propuestos de iluminación led

[Fuente: Elaboración propia en base a catálogos de proveedores]

2.- El acondicionamiento térmico del edificio se realiza a través de sistemas de climatización individuales para cada recinto, por medio de equipos Split y equipos de ventana. El consumo actual del edificio es aproximadamente el 40% del consumo total.

Se estima que la implementación de un sistema de climatización central del tipo volumen de refrigeración variable (VRV) en reemplazo del actual sistema tipo Split y ventana permitiría reducir el consumo de energía asociado a este ítem en un 40%. Esta tecnología controla proporcionalmente la distribución del refrigerante a través de un circuito en base a la demanda, y por lo tanto, entrega la cantidad adecuada para cada necesidad de temperatura sin que el circuito se encuentre operando permanentemente. Mientras un sistema tradicional entrega una potencia constante en función de la demanda de frío independiente de donde se origine, el VRV responde a demandas

específicas, minimizando la operación y en consecuencia, aumentando el ahorro en el consumo eléctrico. No obstante, la implementación de un nuevo sistema de climatización implicaría un elevado costo y un reacondicionamiento estético, puesto que el edificio no cuenta con cielos falsos en salas de clases. Ante tal contexto, no se considera una opción viable para el edificio.

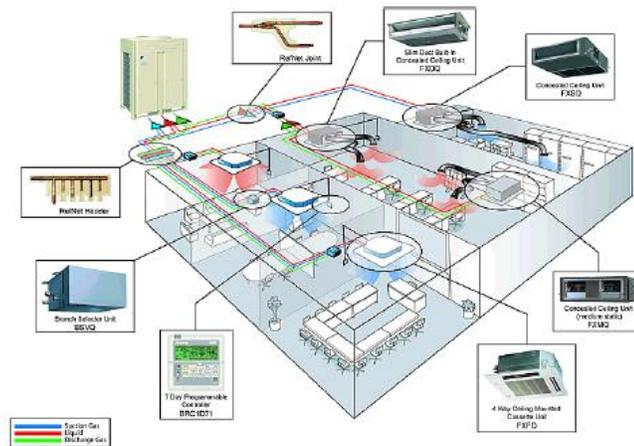


Figura 4.7.- Sistema de climatización VRV

[Fuente: Dosti J.,2002]

Se proyecta reemplazar sólo los artefactos de aire acondicionado de tipo ventana, por equipos de tipo Split, cuyo consumo de energía es menor. Implementando esta medida se logra reducir el consumo actual referente a clima en un 7%. El costo asociado a esta propuesta es de aproximadamente \$3.000.000.- y el retorno de esta inversión es aproximadamente en tres años.

3.- El consumo producido por computadores, artefactos de cocina y otros no considerados, resulta difícil de mejorar a través de sustitución de los equipos por otros más eficientes. Es por esto que se presenta una propuesta que genere un ahorro general en el consumo de energía del edificio, a través del uso de energía renovable no convencional, específicamente con un sistema de paneles fotovoltaicos.

Esta propuesta de paneles fotovoltaicos, se alinea con la campaña de la Universidad "Cuida lo tuyo, Cuida tu mundo", en donde el objetivo es un manejo eficiente y sustentable de los recursos hídricos, energía eléctrica y residuos de los campus de la

universidad. Un ejemplo de ello, es la implementación de 320 paneles solares en el campus Casona de Las Condes, llegando a una generación de 80kw.

Un panel fotovoltaico poli cristalino puede llegar a aportar 0,25 KWH/día y éste ocupa alrededor de 1,3 m² de superficie en su instalación. Por lo tanto, se considera la utilización de la superficie de cubierta de techumbre del edificio que equivale aproximadamente a 540 metros cuadrados útiles para destinarlos a su instalación. Con ello finalmente se estima que existe la estructura disponible para instalar aproximadamente 452 paneles, los cuales pueden llegar a aportar 3390 KWH/mes, lo que se traduce en un ahorro mensual del 6% del consumo total del edificio. Se estima que la inversión para implementar la propuesta tenga un valor de \$175.000.000.- .



Figura 4.8.- Proyecto de paneles fotovoltaicos, Campus Casona Las Condes

[Fuente: Noticias.unab,2013]

Finalmente, al implementar las propuestas de energía presentadas, se logra un ahorro de 13.832 kwh/mes, equivalente a un 24% del consumo total del edificio. Permitiendo un ahorro anual de \$8.288.742.-.

Tabla 4.13.- Cálculo del consumo de energía mensual propuesto

TIPO DE CONSUMO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	KW	KWH/MES	KWH/AÑO
ILUMINACIÓN	Tubo fluorescente T8 26mm G.E.	473	0,018	2895	34737
	Foco embutidos y sobrepuestos	80	0,012	326	3917
CLIMA	Split marca Norwood	36	1,950	21060	252720
	Ventilador de techo	11	0,060	198	2376
COMPUTADORES Y PROYECTORES	Computador	193	0,300	17370	208440
	Pantalla LED	2	0,040	24	288
	Proyector	21	0,233	1468	17615
COCINA	Microondas	8	2,000	960	11520
	Hervidor	1	2,000	120	1440
	Cooler	5	0,180	648	7776
	Refrigerador	2	0,375	540	6480
	Congelador	6	0,400	1728	20736
E. R. N. C	Panel fotovoltaico	452	0,250	-3390	-40680
Total KWH consumidos implementando propuestas				43947	527365
Total KWH consumidos actualmente				57779	693348
Ahorro porcentual de energía total				24%	24%

[Fuente: Elaboración Propia]

4.2.5.- Calidad ambiental interior

Los antecedentes obtenidos del levantamiento teórico y físico, muestran que el edificio posee deficiencias en cuanto a la ventilación, no cumpliendo con las áreas mínimas de aberturas (ventanas), que debe ser un mínimo de 4% de la superficie del espacio a ventilar. Lo anterior es comprobable durante el horario de clases, en donde se evita mantener las puertas y ventanas abiertas, generando un recinto cerrado sin circulación natural del aire. Así mismo, el ruido ambiental existente en el sector alcanza entre 70 y 80 decibeles (mapa de ruido de Santiago), siendo el máximo permitido 60 decibeles de acuerdo al decreto 146 que establece la norma de emisión de ruidos molestos. Lo mencionado anteriormente afecta los recintos interiores del edificio, puesto que el edificio no posee características aislantes necesarias para mitigar el ruido exterior.

Los resultados del diagnóstico de check list de LEED, demuestran que el edificio actualmente cumple con dos de trece variables aplicables, siendo una de ellas la visión directa con el medio ambiente al aire libre por medio de ventanas en al menos un 45% de todas las áreas ocupadas del edificio y la segunda, el cumplimiento con la prohibición de fumar dentro del edificio. Sin embargo, se destaca variables no

cumplidas más representativas como por ejemplo las tasas mínimas de ventilación y el confort de los ocupantes.

Propuesta

1.- Se propone aumentar la ventilación natural del edificio generando corrientes cruzadas de aire para permitir el ingreso de aire frío y la expulsión del aire caliente. Para esto, se deben realizar perforaciones en el muro sur del edificio, que permitan captar el viento hacia el interior y de esta manera ingrese por medio de celosías ubicadas en la parte inferior de las puertas, permitiendo el ingreso del aire frío hacia el interior de las salas de clases, en donde finalmente se logre una circulación del aire caliente por medio de modificaciones en las ventanas fijas superiores. La siguiente figura realiza una simulación del flujo de aire mencionado.

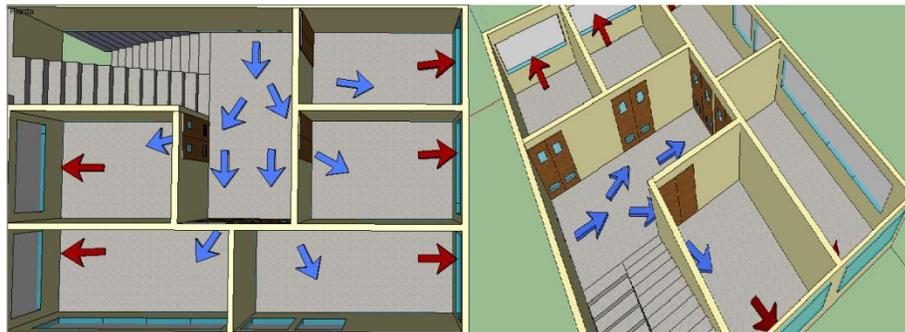


Figura 4.9.- Simulación de flujo de aire en salas de clases ala poniente del edificio

[Fuente: Elaboración Propia]

El aire que circula en un ambiente influye en la sensación térmica de dos maneras, una de ellas es modificando la cantidad de calor intercambiado por convección y la otra es aumentando la eficacia de la evaporación del sudor. Las velocidades que se puede hacer circular el aire en el interior de los edificios, se ha llegado a establecer que por sobre el valor de 1 m/s se produce malestar por exceso de movimiento de aire y bajo los 0,5 m/s se producen molestias por estabilidad aérea, por lo tanto el rango máximo de velocidad se encuentra entre las velocidades mencionadas anteriormente (Miranda L., 2008) Para validar la propuesta, se considera la velocidad promedio de 2,5 m/s registrada en el último año en Santiago. Si bien la velocidad es más elevada que el

rango mencionado, se estima que al ingresar por medio de celosías reducirá la velocidad.

Al implementar la propuesta, aumenta la superficie de ventilación existente de 1,33 m² a 1,45 m², si bien este aumento no cumple con el 4% mínimo requerido por la ASHRAE 62.1 -2007- 5.1 se espera que exista una reducción en la sensación térmica al interior de las salas de clases, lo que implica en un mayor confort para los ocupantes, sin requerir mantener puertas y ventanas abiertas durante las clases.

2.- Se propone el reemplazo de las actuales ventanas con vidrios convencionales que conforman la envolvente del edificio, por la utilización de ventanas de tipo termo panel. El termo panel es un componente prefabricado compuesto por dos o más vidrios separados entre sí por un espacio de aire seco y estanco, herméticamente cerrado al paso de la humedad y al vapor de agua, teniendo características de aislante térmico y acústico. Estas características permitirían disminuir el traspaso del ruido hacia el interior de los recintos del edificio.

El rendimiento acústico del termo panel depende del espesor y las características de los vidrios empleados para su fabricación, para estimar el aporte real a la disminución a la aislación acústica, se toma como referencia la siguiente tabla que detalla el fabricante.

Tabla 4.14.- Disminución acústica del termo panel

TABLA DE AISLACIÓN ACÚSTICA		
ESPELOR DE VIDRIOS (mm)	CAMARA DE AIRE (mm)	VALOR (Db)
4+4	12	28
4+6		30
6+8		32
8+10		35

[Fuente: Elaboración Propia, en base a catálogos de proveedores]

De acuerdo a los parámetros presentados en la tabla anterior, se estima que al utilizar vidrios de espesor 6+8mm con cámara de aire de 12 mm, se logra una disminución de 32 decibeles, reduciendo finalmente un 41 % los ruidos ambientales, cumpliendo con el máximo permitido (60 decibeles) .Se estima que el reemplazo de las ventanas existentes por termo panel asciende a un monto de \$ 16.536.000.-

5. CONCLUSIÓN

5.- Conclusión

El uso de los criterios LEED son un gran referente para efectuar un diagnóstico certero y concluyente del estado actual de edificios existentes, como es el caso del edificio en estudio –R3 campus República de la Universidad Andrés Bello-, pudiendo tener una visión clara y amplia de la sencillez en la aplicación de estas medidas, como etapa previa, aún cuando no sea la certificación el objetivo final del análisis.

Las propuestas presentadas en esta investigación demuestran que es factible realizar cambios que generen un ahorro económico, sin generar con ello una intervención mayor en la estructura y distribución del edificio.

Ante la aseveración anterior, cabe destacar que, para implementar un ahorro de un 52% en el consumo de agua potable, solo se requiera una inversión de \$ 4.631.062.- con un retorno de la inversión en menos de 4 años. Por lo tanto, la propuesta se considera como factible de implementar en un corto plazo.

En cuanto al ahorro generado al consumo de energía eléctrica, se debe hacer referencia que solo aplicando cambios mínimos en la iluminación y reemplazos de equipos eficientes de climatización se genera un ahorro en torno al 18%, equivalente a un ahorro de \$ 6.260.438.- anual, con una inversión de \$ 12.501.500.-

De implementar el uso de energías renovables se puede alcanzar un ahorro de un 24 % de energía. No obstante, respecto a este punto, se presenta una variable, la cual es que aunque la inversión asociada al uso de energías renovables en el edificio es óptima, no permite que sea una opción viable en el corto plazo. Ante ello, es una propuesta que requiera de mayor planificación para que su implementación sea realizable en la medida de que la inversión sea retribuida por medio del ahorro generado.

Por su parte, la propuesta de ventilación cruzada en el edificio, específicamente en las salas de clases, resulta una acción simple, pero que de implementarse, se requerirá de la ejecución de una planta piloto en la cual se logren tomar medidas reales de los beneficios que aporte, llegando en el caso más favorable a mejorar el confort térmico de

las salas durante la época estival, permitiendo incluso a evaluar el uso de aire acondicionado en este periodo.

Referente a las propuestas de sitio y materiales, no presentan un ahorro o bien un confort adicional a los ocupantes, pero si generan un aporte considerable al medio ambiente, permitiendo cumplir con los objetivos de la investigación.

En razón de todo lo antes señalado, se concluye que, se puede llegar a cumplir estándares eco eficientes sin la necesidad de cumplir con una certificación especial para esto, en donde además se destaca que las medidas eco eficientes que se presentan en la investigación son perfectamente aplicables en las distintas sedes de la Universidad, previa investigación de las particularidades de cada una de ellas. Se pueden efectuar cambios que reportan un gran ahorro económico para la Institución de Educación Superior, sin tener que intervenir la estructura de un edificio ya existente En definitiva este trabajo contribuye con antecedentes reales de un edificio convencional que permiten considerar la aplicación de eco eficiencia en sus líneas.

6.- Referencias Bibliográficas

(Admin GSA 2008), "Assessing green building performance". A post occupancy evaluation of 12 gsa buildings

ASHRAE 62-1-2007-5.1, 90.1 ; ASHRAE STANDARD American society of Heating, Refrigerating and Air - Conditioning Engineers

Blackstone South Office Building 46 Blackstone Street, Cambridge, MA 02139 Project Profile

(CRUE.2005) Conferencia de rectores de universidades españolas " Mejoras ambientales en edificios universitarios". 2005.

Catalogo Verde Idiem 2013, Pagina web.

Decreto 146 Titulo : Establece norma de emisión de ruidos molestos generados por fuentes fijas, elaborada a partir de la revisión de la norma de emisión contenida en el decreto n°286 de 1984, del Ministerio de Salud

(Fahim Z.; Wang X. Member ASHRAE) . Improving the energy performance of a University Building Through Fault Detection and Building Systems Diagnostics

Fernandes N.,2010. Edificios Verdes Practicas Projectuais Orientadas

(GBCI.2013) Recuperado el 13 de enero de enero de 2013, de <http://www.catalogoverde.cl/contenidos-estaticos/certificacion-leed.html>

(Harvard.2008)Transforming Our Institutions: The Harvard Green Campus Initiative Case Study.Leith Sharp 2008

(Kats, G.2003) The Costs and Financial Benefits of Green Buildings, A Report to California´s Sustainable Buildings Task Force.

"(Leal J.2005) Eco eficiencia: marco de análisis, indicadores y experiencias. División de Desarrollo Sostenible y

Asentamientos Humanos"

(LEED.2008) LEED 2009 for Existing Buildings Operations and Maintenance Rating System USGBC Member Approved November 2008 (Updated July 2012)

(Londoño, L. 2009) Un edificio verde es un edificio inteligente 23/10/2009

(Ma Z.; Cooper P.;Daly D.2012). Existing Building retrofits: Methodology and state-of-the-art.

(Menassa C., 2011). Evaluating sustainable retrofits in existing buildings under uncertainty

(Miranda L.2008) Estudio térmico del Edificio de Ingeniería Civil de la Universidad de Chile

O.G.U.C Art. 45.4 Ordenanza General de Urbanismo y Construcción

(Ramírez A. 2008) Aurelio Ramírez, Presidente del consejo de la construcción verde, España.

Revista Iberoamericana de Educación (ISSN: 1681-5653) "Ambientalizar la universidad: Un reto institucional para el aseguramiento de la calidad en los ámbitos curriculares y de la gestión. José Gutiérrez Pérez, Universidad de Granada, España. Alexis González Dulzaides, Universidad de Ciego de Ávila,Cuba.

"(Scheuer C. ,Keoleain G. , Reppe P. 2003). Life cycle energy and environmental performance of a new university building: modeling challenges and design implications.Center for Sustainable Systems, School of Natural Resources and Environment, University of Michigan,

430 E. University, Ann Arbor, MI 48109-1115, USA"

(UNEP.2007) Assessment of policy instruments for reducing greenhouse gas emissions from buildings

(USGBC.2013) Recuperado el 11 de enero de 2013, de <http://new.usgbc.org/leed>

(Zabalza L.; Valero A., 2011) . Life cycle assessment of building materials: Comparative analysis of energy and environmental impacts and evaluation of the eco-efficiency improvement potential.