

# IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE CERTIFICACIÓN LEED® EN COLOMBIA

## LEED® CERTIFICATION SYSTEM IN COLOMBIA

Diana Jimena Arévalo Parga

Arquitecta acreditada LEED AP

Universidad Piloto de Colombia

xime\_07@hotmail.com

### RESUMEN

En los últimos años se ha venido implementado el sistema de certificación estadounidense LEED® para el desarrollo de proyectos ambientalmente sostenibles en el contexto cultural, económico y medioambiental colombiano como herramienta de desarrollo y de marketing paraproyectos inmobiliarios que quieren ser responsables con el medio ambiente y el aprovechamiento de los recursos naturales.

La implementación de este sistema de certificación en Colombia requiere que se tengan en cuenta las diferencias en la economía, la cultura constructiva y sobre todas las diferencias del contexto medioambiental. Estas diferencias requieren que los profesionales tengan un mayor conocimiento del entorno en el que se implantará el proyecto y una mayor responsabilidad en la implementación e interpretación del marco dado por LEED®, mientras que a los propietarios, inversionistas y promotores se les exige un esfuerzo económico adicional como son por ejemplo los costos de inscripción, los costos de certificación y la contratación de asesorías.

En este trabajo se reflexionará sobre las categorías que posee el sistema de certificación LEED® y las diferencias de la aplicabilidad del mismo en tres zonas del país totalmente diferentes en su cultura, clima y entorno ambiental: Bogotá, Cartagena y la Guajira. Reflexión que se enfocará sobre los impactos en los costos del proyecto en los campos ambiental y económico, y la dinámica de mercadeo que se genera alrededor de este tipo de proyectos, que puede hacer que la certificación se convierta no sólo en una guía para la construcción sostenible, sino también en un generador de dinámicas en el mercado de la construcción que pueden impulsar el desarrollo de la construcción sostenible en Colombia.

**Palabras clave:** Certificación LEED®, desarrollos inmobiliarios, costos, construcción sostenible.

### ABSTRACT

In the recent years, in Colombia it has been implemented the LEED® certification system for the development of environmental and sustainable projects in the cultural, economic and

environmental Colombian context as a tool of development and marketing for real estate projects that seek to be responsible to the environment.

The implementation of this certification system in Colombia requires taking into account the differences in economy, culture, especially constructive and environmental context differences. These differences require that professionals have a better understanding of the environment in which the project will be implemented and accountability in the implementation and interpretation of the framework given by LEED<sup>®</sup>, while owners, investors and developers are required to do economic additional costs such as registration, certification costs and the hiring of consultants.

In this paper we reflect on the categories that owns the LEED<sup>®</sup> certification system and differences in the applicability of the same areas of the country into three totally different in its culture, climate and environmental setting: Bogota, Cartagena and La Guajira. Reflection that will focus on the impacts on project costs in environmental and economic fields, and dynamic marketing generated around these projects, so, the certification will become not only a guide to building sustainable, but also a dynamic generator in the construction market that can promote the development of sustainable construction in Colombia.

## **INTRODUCCIÓN**

El sistema de certificación LEED<sup>®</sup> (Leadership in Energy and Environmental Design) como sistema de evaluación y certificación de edificios ambientalmente sostenibles fue creado en 1998 en Estados Unidos basado en normativas tales como el ASHRAE/IESNA, ANSI y ASTM. Este sistema comprende un conjunto de normas y lineamientos sobre la utilización de estrategias encaminadas a la sostenibilidad de edificios de todo tipo. Como cada proyecto, dependiendo de su uso tiene exigencias diferentes, el sistema de certificación se divide en categorías según el tipo de edificación:

Homes, desarrollado para edificios de vivienda de menos de 5 pisos y casas unifamiliares,

Green building design and construction:

- New construction and major renovation, desarrollado para proyectos nuevos o la renovación significativa de edificios existentes.
- Core and Shell development, enfocado a proyectos que buscan arrendar sus espacios interiores a un tercero.
- Schools, desarrollado para escuelas de primaria y secundaria.
- Healthcare, enfocado en proyectos de servicios de salud.

Green interior design and construction:

- Commercial interiors, desarrollado para proyectos de diseño interior.
- Retail, enfocado en almacenes de cadena y venta de productos.

Existing buildings operation and maintenance, desarrollado para guiar el mantenimiento y la operación sostenible de edificios existentes.

Neighborhood development, implementado para el desarrollo urbanístico de agrupaciones de vivienda.

Cada uno de los sistemas de calificación comprende 7 grandes categorías sobre las cuales se califica cada proyecto. Para alcanzar la certificación se debe obtener mínimo 40 puntos, a partir de este puntaje se pueden obtener certificaciones mucho más altas como lo son plata, entre 50 y 60 puntos, oro; entre 70 y 80 puntos y platino que se obtiene a partir de los 80 puntos. Cuando un proyecto obtiene la certificación, esta se expresa con una placa que se instala en cualquier parte del proyecto visible al público.

Las siete categorías generales del sistema de certificación LEED® son:

- Sitios sostenibles
- Eficiencia y ahorro de agua
- Eficiencia energética
- Materiales y recursos
- Calidad del aire interior
- Innovación en el proceso de diseño

## **1. MATERIALES Y MÉTODOS**

Debido al enfoque económico y la búsqueda de la relación costo-beneficio del sistema de certificación LEED® que tiene la investigación, el insumo principal a utilizar serán los presupuestos correspondientes a cada proyecto objeto de estudio, estos proyectos se están trabajando bajo el sistema de certificación de construcciones nuevas, por lo tanto, se tendrá como documento principal del trabajo a realizar la Guía LEED® 2009 for New Construction and Major Renovations Rating System desarrollada por el USGBC en el 2008.

La metodología a utilizar será mediante el análisis comparativo de las estrategias implementadas en cada proyecto en cuanto a sus variaciones de a) localización y efectos del entorno sobre la construcción, b) variación de costos entre el sistema tradicional de construcción y la construcción tendiente a alcanzar la certificación LEED®

De esta forma se identificará cada uno de los componentes que caracterizan la construcción LEED® para establecer la relación causa-efecto entre los elementos que compone el objeto de esta investigación (sistema de certificación y costos del proyecto). Para dar inicio al comparativo entre los tres proyectos el primer paso será identificar el entorno medio ambiental de cada uno de ellos y los aspectos de la lista de chequeo con los créditos a los que se va a aplicar para obtener la certificación (hay que recordar que el mínimo de puntos necesarios para obtener la certificación es de 40)

## 1.1 ENTORNO CLIMÁTICO DE LOS PROYECTOS

### 1.1.1 CARTAGENA DE INDIAS

Cartagena es una ciudad costera que está localizada en el Norte del departamento de Bolívar, Colombia a orillas del mar Caribe a una altura de 2 m.s.n.m. Oficialmente Distrito Turístico y Cultural de Cartagena, es la capital del Departamento de Bolívar y se encuentra a 10°25'30" latitud norte y 75°32'25" de longitud oeste.

La ciudad cuenta con un clima tropical húmedo (humedad relativa entre 85% y 90%), posee dos estaciones lluviosas comprendidas entre los meses de abril-mayo y octubre-noviembre con precipitaciones de 238 mm en octubre y de 0 entre febrero y marzo. Esta época corresponde a la época seca que se caracteriza por vientos fuertes del sector Norte-Noreste, la época húmeda que se extiende desde Agosto a Noviembre se caracteriza por vientos débiles de orientación variable. Aunque las temperaturas medias anuales de la ciudad se encuentran entre los 23°C (mínima) y 32°C (máxima)<sup>1</sup> los vientos antes descritos hacen que la temperatura alta no genere una incomodidad notable en los habitantes y visitantes de la ciudad.

### 1.1.2 LA GUAJIRA

El casco urbano del municipio de Albania hace parte del departamento de la Guajira. Se encuentra ubicada en cercanías de la mina de carbón del Cerrejón, a una altura que oscila entre los 60m.s.n.m hasta los 80 m.s.n.m. Está constituido por un terreno plano correspondiente a la planicie aluvial del Rio Ranchería y se encuentra a 11°5'2" latitud norte y 74°24'28" longitud oeste.

El clima de Albania es de tipo cálido (humedad relativa entre 67% y 72%), las temperaturas máximas superan siempre los 31°C, mientras que las mínimas están por encima de los 25°C. Albania se encuentra en una zona de convergencia intertropical, la cual es efecto de enfrentamiento de los vientos alisios que provienen del hemisferio norte y del hemisferio sur, este desplazamiento da origen a situaciones ciclónicas y anticiclónicas. Las situaciones ciclónicas actúan como "secantes" de la atmósfera y se caracterizan por cielo despejado, viento en relativa calma, altas temperaturas y ambiente seco, las precipitaciones anuales son frecuentes durante los meses de junio y julio y de septiembre a noviembre.<sup>2</sup>

### 1.1.3 BOGOTÁ

Bogotá, oficialmente Bogotá Distrito Capital es la capital de la República de Colombia y del Departamento de Cundinamarca. La ciudad está situada en la sabana de Bogotá, sobre el altiplano cundiboyacense a una altitud de 2630 m.s.n.m. a los 4°35'56" latitud Norte y 74°04'51" longitud Oeste.

Gracias a su altitud, Bogotá posee un frío de alta montaña (humedad relativa de 72%). La temperatura promedio es de 14°C suele hacer frío en lasmañanas de 5°C a 7°C, la temperatura

---

<sup>1</sup>[www.cioh.org.co](http://www.cioh.org.co)

<sup>2</sup>Plan de Desarrollo municipal de Albania, La Guajira

aumenta gradualmente hacia el medio día donde se pueden alcanzar temperaturas hasta los 22°C en un día soleado. En los días lluviosos la temperatura al medio día oscila entre los 16°C y los 18°C. Las lluvias son abundantes de marzo a mayo y de octubre a noviembre, las temporadas más secas del año son entre enero a febrero y de julio a agosto. Durante los meses de febrero, junio, julio y agosto se registran las velocidades de vientos más altas, mientras que en enero, marzo, mayo y diciembre se presentan las velocidades más bajas. En general la velocidad del viento se puede considerar débil.<sup>3</sup>

	CARTAGENA	ALBANIA	BOGOTÁ
TEMPERATURA MÁX	32°C	31°C	3°C
TEMPERATURA MÍN.	23°C	25°C	25°C
TEMPERATURA MEDIA	30°C	28°C	14°C
HUMEDAD RELATIVA	85% - 90%	67% - 72%	80%
PRECIPITACIÓN MEDIA	965 mm	441 mm	1.013 mm
VELOCIDAD DEL VIENTO	7.7 m/s	6.3 m/s	2.0 m/s

Tabla No1 – Comparativo entorno climático de cada proyecto

## 1.2 ESTRATEGIA DE CERTIFICACIÓN DE CADA PROYECTO

Los tres proyectos son desarrollos inmobiliarios de carácter hotelero que manejan franquicias internacionales, lo que implica que se deben brindar los más altos estándares de confort a los huéspedes como garantía de la calidad del servicio. Una vez identificados los principales aspectos del clima que inciden sobre un edificio, y por lo tanto, que definen su eficiencia energética y capacidad de brindar confort a sus ocupantes, se detallarán las estrategias realizadas por cada uno de los proyectos para alcanzar la certificación.

### 1.2.1 CAPÍTULO SITIOS SOSTENIBLES – SUSTAINABLE SITES

Por medio del conjunto de créditos que componen el capítulo de sitios sostenibles se busca promover la construcción y el diseño responsable e innovador en lo que tiene que ver con las estrategias que afectan significativamente la biodiversidad, los recursos naturales y la calidad del agua y del aire como impactos derivados del desarrollo de cualquier infraestructura en un espacio determinado. LEED® estimula que las construcciones de edificios sean de preferencia en locaciones ya urbanizadas y que posean redes de servicio de transporte público e infraestructura urbana, de esta forma se reducen los impactos sobre la biodiversidad, el consumo de recursos naturales y el uso de energía adicional derivadas de la ocupación de tierras sin desarrollar, que por lo general, corresponden a áreas con usos agrícolas o áreas que aún no han sido intervenidas por el hombre o de gran importancia ecológica como por ejemplo zonas de reserva forestal, zonas de protección de rondas de río, humedales, etc.<sup>4</sup>

En cuanto a los costos de construcción y diseño de los proyectos, este es uno de los capítulos que menos inversión necesita en cuanto a tecnologías, consultorías y materiales especiales, la gran mayoría de puntos se pueden alcanzar desde la concepción de diseño; estrategias como

<sup>3</sup>Instituto de Estudios Urbanos – IEU, Universidad Nacional de Colombia

<sup>4</sup>LEED® Reference Guide for Green Building Design and Construction

verificar que el proyecto quede cercano a rutas de transporte público (tren, metro o bus), proveer parqueaderos de bicicletas y facilidades de vestier y duchas para los usuarios de este medio de transporte, proveer parqueaderos preferenciales para vehículos de baja emisión, plantear todos los parqueaderos cubiertos y no tener más allá de los que exige la norma e implantar el edificio en zonas urbanas ya densificadas, son estrategias que si son tenidas en cuenta desde el diseño arquitectónico inicial no tienen por qué tener altos costos para el proyecto más allá de mobiliario adicional y señalización. Algunas estrategias ya requieren algún tipo de inversión mayor, por ejemplo se utilizan cubiertas verdes para restablecer las zonas verdes intervenidas por el edificio en su ocupación (CR 5.2) o cuando para evitar el efecto isla de calor en las ciudades se utilizan materiales en las cubiertas con un SRI (Solar Reflectance Index) mayor al 78 para cubiertas planas y mayor a 29 para cubiertas inclinadas y en pisos exteriores o especificar materiales en piso permeables (cr 7.1 y CR 7.2). En la Tabla No 2-Comparativo estrategia de certificación de cada proyecto, podemos identificar las estrategias implementadas para este capítulo por cada uno de los proyectos de acuerdo a su localización y presupuesto. La primera diferencia que vemos es que el proyecto de la Guajira, al no estar localizado dentro del casco urbano del municipio de Albania, es el que menos puntaje obtiene en este capítulo (12 puntos de 26 posibles) ya que los créditos CR1 y CR2 se refieren a que el proyecto debe estar localizado en una zona previamente urbanizada y densificada.

NEW CONSTRUCTION			GUAJIRA			CTGENA			CORE AND SHELL			BOGOTÁ		
Sustainable Sites			12	0	14	14	5	7	Sustainable Sites			28		
			Y	?	N	Y	?	N				Y	?	N
PR 1	Construction Activity Pollution Prevention								PR 1	Construction Activity Pollution Prevention				
CR1	Site Selection	1			1				CR 1	Site Selection	1	1		
CR 2	Development Density and Community Connectivity	5			5			5	CR 2	Development Density and Community Connectivity	5	5		
CR 3	Brownfield Redevelopment	1			1			1	CR 3	Brownfield Redevelopment	1			1
CR 4.1	Alternative Transportation—Public Transportation Access	6	6			6			CR 4.1	Alternative Transportation—Public Transportation Access	6	6		
CR 4.2	Alternative Transportation—Bicycle Storage and Changing	1	1			1			CR 4.2	Alternative Transportation—Bicycle Storage and Changing	2	2		
CR4.3	Alternative Transportation—Low-Emitting and Fuel-Efficient	3	3			3			CR 4.3	Alternative Transportation—Low-Emitting and Fuel-Efficient	3	3		
CR 4.4	Alternative Transportation—Parking Capacity	2			2			2	CR 4.4	Alternative Transportation—Parking Capacity	2	2		
CR 5.1	Site Development—Protect or Restore Habitat	1			1			1	CR 5.1	Site Development—Protect or Restore Habitat	1			1
CR5.2	Site Development—Maximize Open Space	1	1					1	CR 5.2	Site Development—Maximize Open Space	1	1		
CR 6.1	Stormwater Design—Quantity Control	1			1			1	CR 6.1	Stormwater Design—Quantity Control	1	1		
CR 6.2	Stormwater Design—Quality Control	1			1			1	CR 6.2	Stormwater Design—Quality Control	1			1
CR 7.1	Heat Island Effect—Non-roof	1	1			1			CR 7.1	Heat Island Effect—Non-roof	1	1		
CR7.2	Heat Island Effect—Roof	1			1			1	CR 7.2	Heat Island Effect—Roof	1	1		
CR 8	Light Pollution Reduction	1			1			1	CR 8	Light Pollution Reduction	1			1
									CR 9	Tenant Design and Construction Guidelines	1	1		

Tabla No2 – Comparativo estrategia de certificación de cada proyecto, Sitios Sostenibles

Una vez identificados los créditos a los cuales aplica cada proyecto con respecto al capítulo de Sitios Sostenibles, en la tabla No 3 – Comparativo presupuesto da cada proyecto, Sitios Sostenibles procedemos a identificar los costos que obtiene cada uno de acuerdo a la estrategia implementada. El primer resultado que se obtiene de este comparativo, es que, como se mencionó anteriormente, los créditos correspondientes a la localización del proyecto (créditos CR 1, CR 2 y CR 4.1) no tienen ningún costo para el proyecto y aportan un total de 12 puntos, a excepción del proyecto de la Guajira, que en el crédito 4.1 tuvo que hacer una inversión de xxxx para implementar un paradero de buses cercano al proyecto debido a que no se encuentra dentro del casco urbano del municipio de Albania. Aquellos créditos que tienen que ver la localización de parqueaderos bajo techo y la designación de parqueaderos preferenciales para vehículos de baja emisión (créditos Cr 4.3 y CR 4.4) tampoco generan costos adicionales para el proyecto y aportan un total de 5 puntos. Para este caso el único proyecto que pudo obtener los cinco puntos fue el de Bogotá, acá influyó significativamente la localización de cada uno de los proyectos ya que por ejemplo en el de Cartagena no se diseñó la totalidad de los

parqueaderos bajo techo debido a que el nivel freático de la zona donde se encuentra el proyecto impide la construcción de sótanos, mientras que en el proyecto de la Guajira la topografía y las características rocosas del suelo donde se implantó el proyecto hacían inviable la construcción de un sótano.

La hipótesis mencionada antes de que los créditos en este capítulo de Sitios sostenibles que mayor incidencia tendrían en el presupuesto de sus proyectos serían en el caso del proyecto de Bogotá los créditos CR 5.2, CR 6.1, CR 7.1 y CR 7.2, mientras que para los dos proyectos de la zona Caribe el CR 7.1 es el que más incidencia tiene. Para el crédito CR 5.2, el proyecto de la Guajira tiene un costo de 0 debido a que el crédito exige que el 50% del lote conserve sus zonas verdes, o que el proyecto en sus cubiertas por medio de cubiertas verdes restaure las zonas verdes perdidas en consecuencia de la intervención realizada. Esta es la razón por la que en el proyecto de Bogotá el costo de este crédito es tan alto: la especificación de cubiertas verdes, en adición a los costos de la recolección de aguas lluvias.

NEW CONSTRUCTION				GUAJIRA		CTGENA		CORE AND SHELL				BOGOTÁ		
Sustainable Sites				12		14		Sustainable Sites				24		
	Y	VALOR		Y	VALOR		Y	VALOR		Y	VALOR		Y	VALOR
PR 1	Construction Activity Pollution Prevention			Y	\$7,100,000					Y	\$7,100,000			
CR1	Site Selection	1	N/A			1				1			1	
CR 2	Development Density and Community Connectivity	5	N/A			5				5			5	
CR 3	Brownfield Redevelopment	1	N/A			1				N/A			1	
CR 4.1	Alternative Transportation—Public Transportation Access	6	6	\$150,000		6				6			6	
CR 4.2	Alternative Transportation—Bicycle Storage and Changing	1	1	\$4,500,000		1		\$2,132,956		2		\$8,156,984	2	
CR4.3	Alternative Transportation—Low-Emitting and Fuel-	3	3	\$600,000						3			3	
CR 4.4	Alternative Transportation—Parking Capacity	2	N/A			N/A				2			2	
CR 5.1	Site Development—Protect or Restore Habitat	1	N/A			N/A				1			N/A	
CR5.2	Site Development—Maximize Open Space	1	1			N/A				1		\$135,618,273	1	
CR 6.1	Stormwater Design—Quantity Control	1	N/A			N/A				1		\$28,994,412	1	
CR 6.2	Stormwater Design—Quality Control	1	N/A			N/A				1			N/A	
CR 7.1	Heat Island Effect—Non-roof	1	1	\$3,893,272		1		\$23,044,953		1			1	
CR 7.2	Heat Island Effect—Roof	1	N/A			N/A				1		\$79,432,105	1	
CR 8	Light Pollution Reduction	1	N/A			N/A				1			N/A	
CR 9	Tenant Design and Construction Guidelines	1								1		\$5,700,000.00	1	

Tabla No 3 – Comparativo presupuesto de cada proyecto, Sitios Sostenibles

## 1.2.2 CAPÍTULO DE EFICIENCIA EN EL MANEJO DEL AGUA – WATER EFFICIENCY

Reducir el consumo de agua potable en los edificios para usos tales como los sanitarios, el riego de paisajismo y aseo, reduce la captación de agua de fuentes como ríos, acuíferos y otros cuerpos de agua. Estas estrategias protegen el ciclo natural del agua y ayuda a mantener la sostenibilidad de este recurso para el aprovechamiento de futuras generaciones, así como reduce los consumos de agua del edificio.<sup>5</sup>

Water Efficiency				Water Efficiency				Water Efficiency				Water Efficiency			
10				10				10				10			
	Y	?	N		Y	?	N		Y	?	N		Y	?	N
PR 1	Water Use Reduction—20% Reduction				Y				Y				Y		
CR 1	Water Efficient Landscaping	2 to 4			4					4				4	
	2 Reduce by 50%		2												
	2 No Potable Water Use or Irrigation		4												
CR 2	Innovative Wastewater Technologies	2		2			2				2		2		
CR 3	Water Use Reduction	2 to 4		4			3		1				4		
	2 Reduce by 30%		2												
	1 Reduce by 35%		3												
	1 Reduce by 40%		4												

Tabla No 4 – Comparativo estrategia de certificación de cada proyecto, Eficiencia en el manejo del agua

El agua es un recurso fundamental para el desarrollo de la vida de cualquier ser humano, de allí la importancia de fomentar el uso racional de la misma. En el capítulo del manejo eficiente del

<sup>5</sup>LEED® Reference Guide for Green Building Design and Construction

agua LEED® busca fomentar el uso racional y sostenible del este recurso por medio de cuatro técnicas: primero reducir el consumo de agua de los edificios (PR 1), segundo, diseñar jardines y paisajismo eficientes en cuanto a la necesidad de riego mediante la especificación de plantas nativas y adaptadas que no requieran riego, en caso de que el paisajismo necesite riego, diseñar estrategias que eviten al máximo el desperdicio de agua y que en lo posible no usen agua potable (CR1). La tercera estrategia (CR 2) promueve la innovación y el uso de tecnologías que eviten al máximo las descargas de aguas residuales a los alcantarillados y a los cuerpos de agua mediante procesos de tratamiento y reutilización de las aguas residuales, y por último, motiva a los diseñadores de los proyectos a ahorrar al máximo el uso de agua potable en la operación del edificio hasta un porcentaje de 40% de lo que consumiría normalmente si no tuviera estrategias de ahorro, es decir ahorrar el 40% de agua con respecto a la línea base (CR3).

Los costos de este capítulo empiezan a ser más significativos para un proyecto que busca la certificación LEED®. En el caso del prerrequisito 1 y el CR 3, la estrategia se basa más que todo en la especificación de aparatos sanitarios y griferías de bajo consumo que difieren su costo de los aparatos con consumos convencionales en algunos casos hasta en un 50% más de valor, sin embargo, este es uno de los ítems cuya inversión puede ser recuperada en un lapso de tiempo de acuerdo a los costos que se evita el operados o usuario de la edificación por cuenta de los ahorros en agua potable que estos aparatos representan.

Water Efficiency		10	10		3	Water Efficiency		10	10		
			Y	VALOR	Y	VALOR		Y	VALOR		
PR 1	Water Use Reduction—20% Reduction		Y	\$53,244,893	Y	\$66,769,439	PR 1	Water Use Reduction—20% Reduction		Y	\$65,802,413
CR 1	Water Efficient Landscaping	2 to 4	4	\$76,000,000	N/A	\$-	CR 1	Water Efficient Landscaping	2 to 4	4	\$15,601,507
	2 Reduce by 50%	2						2 Reduce by 50%	2		
	No Potable Water Use or Irrigation	4						No Potable Water Use or Irrigation	4		
CR 2	Innovative Wastewater Technologies	2	2	\$338,650,526	N/A	\$-	CR 2	Innovative Wastewater Technologies	2	2	\$169,367,662
CR 3	Water Use Reduction	2 to 4	4	\$-	3	\$-	CR 3	Water Use Reduction	2 to 4	4	\$-
	2 Reduce by 30%	2						2 Reduce by 30%	2		
	1 Reduce by 35%	3						1 Reduce by 35%	3		
	1 Reduce by 40%	4						1 Reduce by 40%	4		
<b>TOTAL COSTO WATER EFFICIENCY</b>			<b>10</b>	<b>\$467,895,419</b>	<b>3</b>	<b>\$66,769,439</b>	<b>TOTAL COSTO WATER EFFICIENCY</b>			<b>10</b>	<b>\$250,771,582</b>

Tabla No 5 – Comparativo presupuesto de cada proyecto, Eficiencia en ahorro de agua

El crédito CR 2 que promueve el uso de tecnologías de tratamiento y recirculación de aguas tratadas podemos ver que este crédito es el que más incidencia tiene en los costos de un según la Tabla No 5 – Comparativo presupuesto cada proyecto, Eficiencia en ahorro de agua. Este crédito, a diferencia del PR 1 y del CR 3 es opcional que un proyecto convencional los tenga en cuenta dentro de su presupuesto, es decir, los aparatos sanitarios y griferías deben colocarse en un proyecto sean ahorradores o no, mientras que las plantas de tratamiento son opcionales.

En este crédito (CR2) y en el crédito de paisajismo eficiente (CR1) empezamos a ver las diferencias de emplazamiento entre los proyectos, en este caso entre el proyecto de La Guajira y el de Bogotá; la inversión que se tuvo que hacer para lograr la eficiencia en el paisajismo fue mucho más alta para el proyecto de la Guajira teniendo en cuenta las diferencias de los regímenes de lluvias, la media anual de precipitaciones y las temperaturas que según la Tabla No 1-Comparativo entorno climático de cada proyecto vemos que es mucho más exigente el entorno de la Guajira para las plantas que se especifiquen en el paisajismo que para las plantas especificadas en el proyecto de Bogotá, razón por la cual los sistemas de riego y las plantas que se especificaron tuvieron un costo mucho más significativo.

De la misma manera para el crédito CR 2 del uso de tecnologías para el tratamiento, al ser el agua un recurso escaso en la Guajira, se planteó la necesidad de reutilizar las aguas residuales del hotel para su tratamiento y reutilización en sanitarios y el riego de los jardines. Es por eso que se construyó una PTAR (Planta de tratamiento de aguas residuales) que trata las aguas residuales y las re circulan por todo el proyecto. Mientras que el proyecto de Bogotá tiene plantas de tratamiento de aguas lluvias y aguas grises que no son tan tecnificadas como la PTAR y que obedecen al ahorro de agua potable más no a la posibilidad de escases del recurso.

### 1.2.3 CAPÍTULO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA

La energía que consume un edificio proviene generalmente de fuentes fósiles cuya combustión libera contaminantes como el dióxido de carbono, óxidos de nitrógeno, óxidos de azufre y monóxido de carbono. Los edificios diseñados y construidos bajo la certificación LEED® reducen los consumos de energía, es decir, entre mejor sea el desempeño energético de un edificio menores serán los gases de efecto invernadero emitidos a la atmósfera por parte de las fuentes de producción. En este capítulo no sólo se busca la eficiencia energética del edificio, también se promueve el uso de refrigerantes ecológicos y la innovación en el uso de fuentes de energía limpias como estrategias que en conjunto minimizan las emisiones de contaminantes al aire y a la capa de ozono.<sup>6</sup>

Como el objetivo principal de este capítulo es el ahorro del consumo energético general del edificio, no sólo se puede pensar en la corriente eléctrica, se debe pensar y concebir no sólo el diseño arquitectónico, sino todos los diseños en conjunto como un solo sistema conformado por varios componentes que si funcionan bien en conjunto podrán lograr el objetivo marcado, estos componentes son:

- Los materiales de fachada o la envolvente y su relación con el ambiente
- El aire acondicionado, consumos, controles
- La orientación del edificio y su relación con la iluminación natural
- Iluminación artificial de bajo consumo, controles de iluminación
- Los consumos de energía de los diferentes equipos, eficiencia de los motores (bombas, plantas, ascensores, equipos de aire acondicionado, etc)
- La implementación de energía renovable en sitio (paneles solares)

En conjunto, todas las estrategias o componentes antes mencionados reflejan un ahorro en el consumo del edificio, que según el porcentaje obtenido con respecto a la línea base (consumo energético del mismo edificio sin ningún tipo de estrategia de ahorro) le otorga cierta cantidad de puntos (CR 1); desde 1 punto para ahorros del 12% hasta 19 puntos por ahorros de más de 48% como se evidencia en la Tabla No 6. Comparativo estrategia de certificación de cada proyecto, Eficiencia energética.

---

<sup>6</sup>LEED® Reference Guide for Green Building Design and Construction

Energy and Atmosphere		35	10	0	25	8	0	27	Energy and Atmosphere		37	15	4	18
			Y	?	N	Y	?	N				Y	?	N
PR 1	Fundamental Commissioning of Building Energy Systems								PR 1	Fundamental Commissioning of Building Energy Systems				
PR 2	Minimum Energy Performance		Y			Y			PR 2	Minimum Energy Performance		Y		
PR 3	Fundamental Refrigerant Management		Y			Y			PR 3	Fundamental Refrigerant Management		Y		
CR 1	Optimize Energy Performance	1 to 19	3		21	3		16	CR 1	Optimize Energy Performance	3 to 21	3	2	16
	Improve by 12% for New Buildings	1								3	Improve by 12% for New Buildings	3		
	Improve by 14% for New Buildings	2								1	Improve by 14% for New Buildings	4		
	Improve by 16% for New Buildings	3								1	Improve by 16% for New Buildings	5		
	Improve by 18% for New Buildings	4									Improve by 18% for New Buildings	6		
	Improve by 20% for New Buildings	5									Improve by 20% for New Buildings	7		
	Improve by 22% for New Buildings	6									Improve by 22% for New Buildings	8		
	Improve by 24% for New Buildings	7									Improve by 24% for New Buildings	9		
	Improve by 26% for New Buildings	8									Improve by 26% for New Buildings	10		
	Improve by 28% for New Buildings	9									Improve by 28% for New Buildings	11		
	Improve by 30% for New Buildings	10									Improve by 30% for New Buildings	12		
	Improve by 32% for New Buildings	11									Improve by 32% for New Buildings	13		
	Improve by 34% for New Buildings	12									Improve by 34% for New Buildings	14		
	Improve by 36% for New Buildings	13									Improve by 36% for New Buildings	15		
	Improve by 38% for New Buildings	14									Improve by 38% for New Buildings	16		
	Improve by 40% for New Buildings	15									Improve by 40% for New Buildings	17		
	Improve by 42% for New Buildings	16									Improve by 42% for New Buildings	18		
	Improve by 44% for New Buildings	17									Improve by 44% for New Buildings	19		
	Improve by 46% for New Buildings	18									Improve by 46% for New Buildings	20		
	Improve by 48%+ for New Buildings	19									Improve by 48%+ for New Buildings	21		
CR 2	On-Site Renewable Energy	1 to 7	2					7	CR 2	On-Site Renewable Energy	4	4		
CR 3	Enhanced Commissioning	2	2			2			CR 3	Enhanced Commissioning	2	2		
CR 4	Enhanced Refrigerant Management	2			2		2		CR 4	Enhanced Refrigerant Management	2		2	
CR 5	Measurement and Verification	3	1		2	3			CR 5.1	Measurement and Verification—Base Building	3	3		
CR 6	Green Power	2	2				2		CR 5.2	Measurement and Verification—Tenant Submetering	3	3		
									CR 6	Green Power	2			2

Tabla No 6 – Comparativo estrategia de certificación de cada proyecto, Eficiencia energética

Este capítulo de eficiencia energética resulta el que más puntos aporta para la certificación y el que más costos representa para los proyectos, es en este capítulo donde las diferencias climáticas y las estrategias de diseño arquitectónico bioclimático se hacen más notorias como lo evidencia la tabla No 7- Comparativo presupuesto de cada proyecto, eficiencia energética, por ejemplo, vemos varias diferencias entre los tres proyectos:

El proyecto de la Guajira por su localización en clima cálido y debido a que es un proyecto que contaba con poco presupuesto se realizó un diseño bioclimático basado en aprovechar los vientos característicos de la Guajira para la ventilación de sus espacios comunes y ahorrar al máximo el uso del aire acondicionado que es uno de los ítems en el presupuesto de un proyecto que más incidencia tiene, mientras que el proyecto de Cartagena no tuvo ningún tipo de ventilación natural y todo el edificio cuenta con Aire acondicionado, de allí que la diferencia de costos energéticos entre los dos proyectos implantados con altas temperaturas sea tan grande. Para ratificar esta el peso de un Aire acondicionado en un proyecto también podemos comparar los costos de inversión del proyecto de Bogotá que al igual que el de Cartagena no contempló ningún tipo de ventilación natural y todo el proyecto está con aire acondicionado.

En este capítulo se incluyen los costos de commissioning, el commissioning se refiere a la asesoría de un externo, es decir una interventoría de que todos los sistemas, las especificaciones de los equipos, los diseños técnicos y el diseño arquitectónico concuerden con los objetivos de ahorro solicitados por el cliente. Para poder determinar los ahorros que va a tener el edificio, se debe desarrollar una modelación energética que recopila la información de todos los diseños técnicos y los consumos que tendrá el edificio (iluminación, motores de equipos, aire acondicionado, etc) y lo compara, al igual que en el capítulo de agua, con un edificio base. Tanto los costos del commissioning como los de la modelación constituyen un costo adicional al proyecto (PR 1, PR 2, CR 1 y CR 3)

Energy and Atmosphere		35	8	8	Energy and Atmosphere	37	15	
		Y	VALOR	Y	VALOR	Y	VALOR	
PR 1	Fundamental Commissioning of Building Energy Systems							
PR 2	Minimum Energy Performance	Y	\$121,650,000	Y	\$123,714,000	Y	\$116,000,000	
PR 3	Fundamental Refrigerant Management	Y	\$276,982,062	Y	\$1,104,098,485	Y	\$1,450,530,764	
CR 1	Optimize Energy Performance	3	\$368,862,245	3	\$399,158,351	3	\$291,728,626	
	Improve by 12% for New Buildings	1 to	\$22,620,000	3	\$25,520,000	3 to	\$33,060,000	
	Improve by 14% for New Buildings	1				3		
	Improve by 16% for New Buildings	2				4		
	Improve by 18% for New Buildings	3				5		
	Improve by 20% for New Buildings	4				6		
	Improve by 22% for New Buildings	5				7		
	Improve by 24% for New Buildings	6				8		
	Improve by 26% for New Buildings	7				9		
	Improve by 28% for New Buildings	8				10		
	Improve by 30% for New Buildings	9				11		
	Improve by 32% for New Buildings	10				12		
	Improve by 34% for New Buildings	11				13		
	Improve by 36% for New Buildings	12				14		
	Improve by 38% for New Buildings	13				15		
	Improve by 40% for New Buildings	14				16		
	Improve by 42% for New Buildings	15				17		
	Improve by 44% for New Buildings	16				18		
	Improve by 46% for New Buildings	17				19		
	Improve by 48%+ for New Buildings	18				20		
		19				21		
CR 2	On-Site Renewable Energy	1 to 7	2 \$272,481,523	N/A	\$-	4	4 \$201,113,799	
CR 3	Enhanced Commissioning	2	2 \$121,650,000	2	\$123,714,000	2	2 \$116,000,000	
CR 4	Enhanced Refrigerant Management	2	N/A \$-	N/A	\$-	2	N/A \$-	
CR 5	Measurement and Verification	3	1 \$3,000,000	3	\$1,385,237	3	3 \$2,500,000	
CR 6	Green Power	2	N/A \$-	N/A	\$-	2	N/A \$-	
TOTAL COSTO ENERGY AND ATMOSPHERE		8	\$1,187,245,830	8	\$1,777,590,072	TOTAL COSTO ENERGY AND ATMOSPHERE	15	\$2,218,163,588

Tabla No 7 – Comparativo presupuesto de cada proyecto, Eficiencia energética

## 1.2.4 CAPÍTULO DE MATERIALES Y RECURSOS – MATERIALS AND RESOURCES

El capítulo de materiales y recursos se concentra en los impactos ambientales en lo que tiene que ver con el uso y selección de materiales, las distancias y medios de transporte que se utilizan para llevar las materias primas de la construcción, la reducción y la disposición final de los desechos tanto durante la construcción como la operación de los edificios. El objetivo principal de este conjunto de créditos se da en la clasificación, reutilización y minimización de los materiales de desecho.<sup>7</sup>

Como primera medida (PR 1) todos los proyectos deben tener un cuarto de reciclaje dentro del edificio para promover esta actividad en todos los proyectos durante la operación, otros créditos se enfocan en la escogencia de los materiales con los que se va a construir el edificio, que buscan que los materiales que se utilicen en los proyectos tengan algún contenido de materia prima proveniente de reciclaje (CR 4), que sean fabricados dentro de un radio cercano al proyecto (CR 5) y para otros materiales, como es el caso de la madera, LEED® promueve que la madera provenga de empresas responsables en la tala de bosques, es decir que la madera provenga de bosques productores y que la empresa realice actividades de reforestación y compensación de la madera aprovechada (CR 6), cuando una empresa tiene este tipo de manejos, sus productos obtienen un sello FSC® que le garantiza al constructor que el producto que está adquiriendo proviene realmente de bosques con manejo responsable.

En la fase de construcción, es cuando más residuos genera un proyecto ya que se producen escombros, residuos provenientes de los empaques de todas las materias primas y residuos producto del personal de construcción (alimentos, papelería, etc). Para esta fase también es importante desarrollar un plan de manejo de los residuos (CR 2) que permita reutilizar elementos de la construcción, como es el caso de formaletas y estivas de madera, que permita almacenar otros y especialmente darle buen manejo a los escombros, es decir, garantizar que

<sup>7</sup> LEED® Reference Guide for Green Building Design and Construction

los escombros sean desechados en los lugares dispuestos en las ciudades y no en rellenos, o en las orillas de los cuerpos de agua. En la tabla No 8 – Comparativo estrategia de certificación de cada proyecto, Materiales y recursos vemos que la localización de los proyectos influye bastante en la obtención de los créditos, especialmente el CR 2, construction waste management, ya que si miramos por ejemplo el proyecto de la Guajira, aunque se desarrolló el plan de manejo, ni el municipio de Albania, ni ningún municipio cercano contaba con la infraestructura adecuada de escombreras y empresas de reciclaje que pudieran certificar que los residuos provenientes de la construcción estuvieran siendo manejados de acuerdo a lo planteado en el plan, razón por la cual no se pudo obtener la puntuación correspondiente a este crédito ya que dentro de la información exigida para documentar este crédito se deben anexar los certificados de las cantidades de los materiales, el tipo de materiales y el sitio en el cual fueron dispuestos.

Materials and Resources			2012			2009			Materials and Resources			2017		
			Y	?	N	Y	?	N				Y	?	N
PR 1	Storage and Collection of Recyclables								PR 1	Storage and Collection of Recyclables				
CR 1.1	Building Reuse—Maintain Existing Walls, Floors, and Roof	1 to 3			3			3	CR 1	Building Reuse—Maintain Existing Walls, Floors, and Roof	1 to 5			5
	Reuse 55%	1								Reuse 25%	1			
	Reuse 75%	2								Reuse 33%	2			
	Reuse 95%	3								Reuse 42%	3			
CR 1.2	Building Reuse—Maintain 50% of Interior Non-Structural	1			1			1		Reuse 50%	4			
CR 2	Construction Waste Management	1 to 2			2	1		1		Reuse 75%	5			
	50% Recycled or Salvaged	1							CR 2	Construction Waste Management	1 to 2	2		
	75% Recycled or Salvaged	2								50% Recycled or Salvaged	1			
CR 3	Materials Reuse	1 to 2			2			2		75% Recycled or Salvaged	2			
	Reuse 5%	1							CR 3	Materials Reuse	1			1
	Reuse 10%	2							CR 4	Recycled Content	1 to 2	1	1	
CR 4	Recycled Content	1 to 2			2	2				1	10% of Content	1		
	10% of Content	1								1	20% of Content	2		
	20% of Content	2							CR 5	Regional Materials	1 to 2	2		
CR 5	Regional Materials	1 to 2	2			2				2	10% of Materials	1		
	10% of Materials	1								2	20% of Materials	2		
	20% of Materials	2							CR 6	Certified Wood	1			1
CR 6	Rapidly Renewable Materials	1			1			1						
CR 7	Certified Wood	1			1			1						

Tabla No 8 – Comparativo estrategia de certificación de cada proyecto, Materiales y Recursos

En cuanto a los costos de este capítulo, este es uno de los que menos costos representa para los proyectos, si se tiene claro desde el principio los puntos a los cuales se desea aplicar ya que muchos de ellos dependen de la concepción arquitectónica y del diseño interior, razón por la cual no debe representar ningún costo adicional, es el mismo caso del PR 1 que también debe tenerse en cuenta desde el diseño arquitectónico para que no represente ningún costo adicional.

Aunque en la Tabla No 9 – Comparativo presupuesto de cada proyecto, materiales y recursos no se evidencia los costos del CR 6 que corresponde al uso de madera certificada, este crédito y el crédito CR 2, son los únicos que generarían algún tipo de costo adicional el proyecto. El CR 6 debido a que la madera certificada es más costosa que la madera convencional y el CR 2 debido a que en algunos casos se debe subcontratar una asesoría para la elaboración del plan de manejo de los residuos durante la construcción que es el caso de los proyectos de Cartagena y Bogotá donde el único costo para este capítulo corresponde a este crédito.

Materials and Resources		14	2		5		Materials and Resources		13	5		
			Y	VALOR	Y	VALOR			Y	?	N	
PR 1	Storage and Collection of Recyclables											
CR 1.1	Building Reuse—Maintain Existing Walls, Floors, and Roof	1 to 3	N/A	\$-	N/A	\$-	PR 1	Storage and Collection of Recyclables				
	Reuse 55%	1					CR 1	Building Reuse—Maintain Existing Walls, Floors, and Roof	1 to 5	N/A	\$-	
	Reuse 75%	2						Reuse 25%	1			
	Reuse 95%	3						Reuse 33%	2			
CR 1.2	Building Reuse—Maintain 50% of Interior Non-Structural	1	N/A	\$-	N/A	\$-		Reuse 42%	3			
CR 2	Construction Waste Management	1 to 2	N/A	\$-	1	\$19,989,400		Reuse 50%	4			
	50% Recycled or Salvaged	1						Reuse 75%	5			
	75% Recycled or Salvaged	2					CR 2	Construction Waste Management	1 to 2	2	\$19,989,400	
CR 3	Materials Reuse	1 to 2	N/A	\$-	N/A	\$-		50% Recycled or Salvaged	1			
	Reuse 5%	1						75% Recycled or Salvaged	2			
	Reuse 10%	2					CR 3	Materials Reuse	1	N/A	\$-	
CR 4	Recycled Content	1 to 2	N/A	\$-	2	\$-	CR 4	Recycled	1 to 2	1	\$-	
	10% of Content	1						10% of Content	1			
	20% of Content	2						20% of Content	2			
CR 5	Regional Materials	1 to 2	2	\$-	2	\$-	CR 5	Regional Materials	1 to 2	2	\$-	
	10% of Materials	1						10% of Materials	1			
	20% of Materials	2						20% of Materials	2			
CR 6	Rapidly Renewable Materials	1	N/A	\$-	N/A	\$-	CR 6	Certified Wood	1	N/A	\$-	
CR 7	Certified Wood	1	N/A	\$-	N/A	\$-						
<b>TOTAL COSTO MATERIALES AND RECURSOS</b>			<b>2</b>	<b>\$-</b>	<b>5</b>	<b>\$19,989,400</b>	<b>TOTAL COSTO MATERIALES AND RECURSOS</b>			<b>5</b>	<b>\$19,989,400</b>	

Tabla No 9 – Comparativo presupuesto de cada proyecto, Materiales y recursos

## 1.2.5 CAPÍTULO DE CALIDAD DEL AIRE INTERIOR – INDOOR ENVIRONMENTAL QUALITY

Las personas pasan cerca del 90% del tiempo en el interior de los edificios, ya sea en sus oficinas o en sus viviendas, de allí que la calidad del ambiente interior de los edificios influya de manera significativa en la productividad, la calidad de vida y bienestar general. Estudios han demostrado que z veces los productos que se utilizan en la construcción y en la vida diaria en el interior de los edificios hacen que se encuentren desde 2 hasta 5 veces más contaminación que en el aire exterior, obteniendo como consecuencia un aumento en las enfermedades producto del síndrome del “edificio enfermo”. Este capítulo de la certificación promueve la correcta ventilación de los espacios, iluminación suficiente y el uso de materiales con bajos contenidos de VOCs que afectan la salud de las personas, y eliminar la contaminación de los espacios interiores de los edificios por causa del humo del cigarrillo (ETS Environmental Tobacco Smoke).<sup>8</sup>

Para LEED® el principal factor que influye en la calidad del aire interior del ambiente de un edificio corresponde a la ventilación natural o artificial de cada uno de los espacios, especialmente de aquellos espacios regularmente ocupados. Para este capítulo el concepto de espacio regularmente ocupado tiene mucha importancia y muchos créditos lo tienen en cuenta; un espacio es regularmente ocupado cuando dentro de él se realice cualquier tipo de actividad que obligue a una persona a permanecer en él más de 1 hora, es el caso por ejemplo de oficinas, puestos de trabajo, cocinas, salas de reunión y zonas de recreación como gimnasios, salas de masaje, entre otros.

En estos espacios se tiene como requisito que se garantice una ventilación mínima cuyo volumen debe corresponder al 4% del área del espacio (PR 1) ya sea con ventilación natural o mecánica, además de esto se debe garantizar que en el edificio no haya humo proveniente de cigarrillo (PR 2) esto se puede lograr fácilmente mediante la implementación de la prohibición de fumar dentro del edificio y a 8 metros de cualquier entrada de aire o acceso al mismo, lo cual se hace mediante señalización en todo el edificio.

<sup>8</sup> LEED® Reference Guide for Green Building Design and Construction

Indoor Environmental Quality		15	1	1	13	5	0	10	Indoor Environmental Quality		12	2	3	7
			Y	?	N	Y	?	N				Y	?	N
PR 1	Minimum Indoor Air Quality Performance		Y			Y			PR 1	Minimum Indoor Air Quality Performance		Y		
PR 2	Environmental Tobacco Smoke (ETS) Control		Y			Y			PR 2	Environmental Tobacco Smoke (ETS) Control		Y		
CR 1	Outdoor Air Delivery Monitoring	1			1			1	CR 1	Outdoor Air Delivery Monitoring	1		1	
CR 2	Increased Ventilation	1			1			1	CR 2	Increased Ventilation	1	1		
CR 3.1	Construction IAQ Management Plan—During Construction	1			1	1		1	CR 3	Construction IAQ Management Plan—During Construction	1	1		
CR 3.2	Construction IAQ Management Plan—Before Occupancy	1			1			1	CR 4.1	Low-Emitting Materials—Adhesives and Sealants	1			1
CR 4.1	Low-Emitting Materials—Adhesives and Sealants	1			1			1	CR 4.2	Low-Emitting Materials—Paints and Coatings	1			1
CR 4.2	Low-Emitting Materials—Paints and Coatings	1		1	1			1	CR 4.3	Low-Emitting Materials—Flooring Systems	1			1
CR 4.3	Low-Emitting Materials—Flooring Systems	1		1	1			1	CR 4.4	Low-Emitting Materials—Composite Wood and Agrifiber	1			1
CR 4.4	Low-Emitting Materials—Composite Wood and Agrifiber	1		1	1			1	CR 5	Indoor Chemical and Pollutant Source Control	1			1
CR 5	Indoor Chemical and Pollutant Source Control	1		1	1			1	CR 6	Controllability of Systems—Thermal Comfort	1			1
CR 6.1	Controllability of Systems—Lighting	1		1	1			1	CR 7	Thermal Comfort—Design	1			1
CR 6.2	Controllability of Systems—Thermal Comfort	1		1	1			1	CR 8.1	Daylight and Views—Daylight	1		1	
CR 7.1	Thermal Comfort—Design	1		1	1			1	CR 8.2	Daylight and Views—Views	1		1	
CR 7.2	Thermal Comfort—Verification	1		1	1			1						
CR 8.1	Daylight and Views—Daylight	1		1	1			1						
CR 8.2	Daylight and Views—Views	1	1		1			1						

Tabla No 10 – Comparativo estrategia de certificación de cada proyecto, Calidad del aire interior

Algunos créditos como los créditos CR 8.1 y 8.2 buscan que la personas que se encuentran en los espacios regularmente ocupados tengan la posibilidad de tener luz natural durante el día y que puedan tener una relación visual con el exterior del edificio, en lo preferible y si es posible, generar vistas agradables hacia elementos naturales que brinden bienestar psicológico a las personas, sobre todo a aquellas que duran mucho tiempo en sus puestos de trabajo, estos dos créditos son los que no representan ningún costo para el proyecto y generan un valor agregado bastante significativo a las personas.

La mayoría de los demás créditos hacen referencia a el uso y especificación de materiales con sellos ambientales internacionales como Green label para las alfombras que en este momento el mercado de la construcción y proveedores de materiales en Colombia que aún no están lo suficientemente establecidos para ofrecer más accesibilidad a estos materiales en lo que tiene que ver con los certificados y fichas técnicas de cumplimiento y los costos que estos materiales y lo que su valor representarían para el presupuesto general de la obra. Esta es la razón por la que vemos que ninguno de los tres proyectos, especialmente el de la Guajira, no tienen como objetivo estos créditos.

Indoor Environmental Quality		15	1		5		Indoor Environmental Quality		12	2	
			Y	VALOR	Y	VALOR			Y	VALOR	
PR 1	Minimum Indoor Air Quality Performance		Y	\$25,400,000	Y	\$29,400,000	PR 1	Minimum Indoor Air Quality Performance		Y	\$24,000,000
PR 2	Environmental Tobacco Smoke (ETS) Control		Y	\$2,500,000	Y	\$3,000,000	PR 2	Environmental Tobacco Smoke (ETS) Control		Y	\$3,000,000
CR 1	Outdoor Air Delivery Monitoring	1	N/A	\$-	N/A	\$-	CR 1	Outdoor Air Delivery Monitoring	1	N/A	\$-
CR 2	Increased Ventilation	1	N/A	\$-	N/A	\$-	CR 2	Increased Ventilation	1	1	\$24,000,000
CR 3.1	Construction IAQ Management Plan—During Construction	1	N/A	\$-	1	\$19,126,400	CR 3	Construction IAQ Management Plan—During Construction	1	1	\$19,126,400
CR 3.2	Construction IAQ Management Plan—Before Occupancy	1	N/A	\$-	N/A	\$-	CR 4.1	Low-Emitting Materials—Adhesives and Sealants	1	N/A	\$-
CR 4.1	Low-Emitting Materials—Adhesives and Sealants	1	N/A	\$-	N/A	\$-	CR 4.2	Low-Emitting Materials—Paints and Coatings	1	N/A	\$-
CR 4.2	Low-Emitting Materials—Paints and Coatings	1	N/A	\$-	1	\$99,126,223	CR 4.3	Low-Emitting Materials—Flooring Systems	1	N/A	\$-
CR 4.3	Low-Emitting Materials—Flooring Systems	1	N/A	\$-	N/A	\$-	CR 4.4	Low-Emitting Materials—Composite Wood and Agrifiber	1	N/A	\$-
CR 4.4	Low-Emitting Materials—Composite Wood and Agrifiber	1	N/A	\$-	N/A	\$-	CR 5	Indoor Chemical and Pollutant Source Control	1	N/A	\$-
CR 5	Indoor Chemical and Pollutant Source Control	1	N/A	\$-	N/A	\$-	CR 6	Controllability of Systems—Thermal Comfort	1	N/A	\$-
CR 6.1	Controllability of Systems—Lighting	1	N/A	\$-	N/A	\$-	CR 7	Thermal Comfort—Design	1	N/A	\$-
CR 6.2	Controllability of Systems—Thermal Comfort	1	N/A	\$-	1	\$181,186,581	CR 8.1	Daylight and Views—Daylight	1	N/A	\$-
CR 7.1	Thermal Comfort—Design	1	N/A	\$-	1	\$181,186,581	CR 8.2	Daylight and Views—Views	1	N/A	\$-
CR 7.2	Thermal Comfort—Verification	1	N/A	\$-	1	\$181,186,581					
CR 8.1	Daylight and Views—Daylight	1	N/A	\$-	N/A	\$-					
CR 8.2	Daylight and Views—Views	1	1	\$-	N/A	\$-					
TOTAL COSTO INDOOR ENVIRONMENTAL QUALITY			1	\$27,900,000	5	\$694,212,365	TOTAL COSTO INDOOR ENVIRONMENTAL QUALITY			2	\$70,126,400

Tabla No 11 – Comparativo presupuesto de cada proyecto, Calidad del aire interior

## 1.2.6 CAPÍTULO DE INNOVACIÓN EN DISEÑO – INNOVATION IN DESIGN

Este capítulo no tiene un conjunto de créditos definido, lo que busca es promover la innovación de los equipos de diseño para el desarrollo de la construcción sostenible. Algunas de las estrategias son la educación hacia los visitantes de los beneficios de la construcción sostenible. Adicionalmente promueve la participación de los profesionales acreditados en el sistema de

certificación dando un punto por la participación dentro del equipo de diseño de este tipo de profesionales.<sup>9</sup> Estos créditos a excepción del crédito educativo y el de manejo integral de residuos sólidos, no representan costos adicionales ya que en general dependen de las estrategias implementadas para cumplir con los créditos de los capítulos anteriores.

Innovation and Design Process			6	6	0	0	5	1	0	Innovation and Design Process			6	5	1	0
				Y	?	N	Y	?	N				Y	?	N	
CR 1.1	Innovation in Design: WEC3 45 % ahorro	1	1				1			CR 1.1	Innovation in Design: SSC4	1	1			
CR 1.2	Innovation in Design: Espacio abierto	1	1					1		CR 1.2	Innovation in Design: SSC5.2	1	1			
CR 1.3	Innovation in Design: Materiales regionales	1	1						1	CR 1.3	Innovation in Design: SSC7.1	1	1			
CR 1.4	Innovation in Design: Plan educativo	1	1						1	CR 1.4	Innovation in Design: Tours educativos	1	1			
CR 1.5	Innovation in Design: Manejo avanzado de residuos	1	1						1	CR 1.5	Innovation in Design: Manejo avanzado de residuos solidos	1		1		
CR 2	LEED AcRed Professional	1	1				1			CR 2	LEED AcRed Professional	1	1			

Tabla No 12 – Comparativo estrategia de certificación de cada proyecto, Innovación en Diseño

Innovation and Design Process			6	6	5	Innovation and Design Process			6	5	
			Y	VALOR	Y	VALOR			Y	VALOR	
CR 1.1	Innovation in Design: WEC3 45 % ahorro	1	1	\$-	1	\$-	CR 1.1	Innovation in Design: SSC4	1	1	\$-
CR 1.2	Innovation in Design: Espacio abierto	1	1	\$-	N/A	\$-	CR 1.2	Innovation in Design: SSC5.2	1	1	\$-
CR 1.3	Innovation in Design: Materiales regionales	1	1	\$-	1	\$-	CR 1.3	Innovation in Design: SSC7.1	1	1	\$-
CR 1.4	Innovation in Design: Plan educativo	1	1	\$4,820,000	1	\$5,841,600	CR 1.4	Innovation in Design: Tours educativos	1	1	\$5,841,600
CR 1.5	Innovation in Design: Manejo avanzado de residuos	1	1	\$8,000,000	1	\$9,994,700	CR 1.5	Innovation in Design: Manejo avanzado de residuos	1	N/A	\$9,994,700
CR 2	LEED AcRed Professional	1	1	\$-	1	\$-	CR 2	LEED AcRed Professional	1	1	\$-
<b>TOTAL COSTO INNOVATION AND DESIGN PROCESS</b>			<b>6</b>	<b>\$12,820,000</b>	<b>5</b>	<b>\$15,836,300</b>	<b>TOTAL COSTO INNOVATION AND DESIGN PROCESS</b>			<b>5</b>	<b>\$15,836,300</b>

Tabla No 13 – Comparativo presupuesto de cada proyecto, Innovación en Diseño

### 1.2.7. CAPÍTULO DE PRIORIDAD REGIONAL - REGIONAL PRIORITY CRS

Este capítulo busca premiar a los equipos de diseño que se enfoquen en obtener los créditos que más relación tengan con el entorno, es decir al obtener créditos identificados como excepcionalmente importantes para una determinada región. En general los tres proyectos de enfocan en los créditos que tienen que ver con el uso y aprovechamiento del recurso agua, en especial para el proyecto de la Guajira. El proyecto de Bogotá se enfoca en el recurso energético también. Al igual que algunos créditos del capítulo de innovación y diseño, estos créditos no representan costos adicionales ya que se basan en las estrategias ya implementadas en los capítulos anteriores de la certificación.

Regional Priority CRS			4	2	0	2	4	0	0	Regional Priority CRS			4	4	0	0
			Y	?	N	Y	?	N				Y	?	N		
CR 1.1	Regional Priority: EAC1	1	1			1			CR 1.1	Regional Priority: EAC1	1	1				
CR 1.2	Regional Priority: WEC2	1	1			1			CR 1.2	Regional Priority: EAC3	1	1				
CR 1.3	Regional Priority:	1		1		1			CR 1.3	Regional Priority: WEC2	1	1				
CR 1.4	Regional Priority:	1		1		1			CR 1.4	Regional Priority: WEC3	1	1				

Tabla No 14 – Comparativo estrategia de certificación de cada proyecto, Prioridad regional

Regional Priority CRS			4	2	4	Regional Priority CRS			4	4	
			Y	VALOR	Y	VALOR			Y	VALOR	
CR 1.1	Regional Priority: EAC1	1	1	\$-	1	\$-	CR 1.1	Regional Priority: EAC1	1	1	\$-
CR 1.2	Regional Priority: WEC2	1	1	\$-	1	\$-	CR 1.2	Regional Priority: EAC3	1	1	\$-
CR 1.3	Regional Priority: WEC2	1	N/A	\$-	1	\$-	CR 1.3	Regional Priority: WEC2	1	1	\$-
CR 1.4	Regional Priority: WEC3	1	N/A	\$-	1	\$-	CR 1.4	Regional Priority: WEC3	1	1	\$-
<b>TOTAL COSTO REGIONAL PRIORITY CRS</b>			<b>2</b>	<b>\$-</b>	<b>4</b>	<b>\$-</b>	<b>TOTAL COSTO REGIONAL PRIORITY CRS</b>			<b>4</b>	<b>\$-</b>

Tabla No 15 – Comparativo presupuesto de cada proyecto, Prioridad regional

<sup>9</sup> LEED® Reference Guide for Green Building Design and Construction

## 2. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Después de ver cada uno de los capítulos y sus correspondientes créditos que componen la certificación LEED® y la estrategia de certificación de cada proyecto, la Tabla No 16 – Comparativo puntaje final obtenido por cada proyecto nos muestra la calificación final de cada proyecto siendo el más bajo el puntaje de La Guajira y el más alto el de Bogotá. De este resultado, independiente del presupuesto del que dispuso cada proyecto, podemos ver que las condiciones geográficas de localización y entorno climático son realmente significativas e influyentes en el resultado final de la certificación.

NEW CONSTRUCTION		GUAJIRA	CTGENA	CORE AND SHELL		BOGOTÁ
Total	110	41 / 1 / 68	44 / 6 / 60	Total	110	65 / 11 / 34
		CERTIFIED	CERTIFIED			GOLD
Certified 40 to 49 points Silver 50 to 59 points Gold 60 to 79 points Platinum 80 to 110						

Tabla No 16 – Comparativo puntaje final obtenido por cada proyecto

La localización influye significativamente en los costos si se tiene en cuenta que no es lo mismo para en proveedor surtir un producto en una ciudad como Bogotá o Cartagena que en un municipio de la Guajira, los costos de transporte y logística para hacer llegar un producto a lugares lejanos de las ciudades principales incrementa el valor del mismo por lo que en el caso de algunos productos que podían aportar para la certificación no pudieron ser utilizados. Pero es quizás el capítulo de sitios sostenibles, el segundo que más puntos aporta para la certificación (26 puntos posibles para New Construction y 28 para Core and Shell), el que más depende de la ubicación del proyecto y es en este capítulo donde los proyectos que se implantaron dentro las ciudades de Bogotá y Cartagena obtuvieron más puntos en comparación con el proyecto de la Guajira que se desarrolló en un terreno rural.

En cuanto al entorno climático de los proyectos en el resultado final vemos que también influye de manera significativa en las estrategias de certificación, sobre todo en lo que tiene que ver con la relación del edificio y su la temperatura, vientos y humedad. Los climas cálidos con temperaturas altas que se identificaron en los proyectos de la Guajira y Cartagena deben enfocar sus esfuerzos en ofrecer confort a sus ocupantes y visitantes, de allí que la inversión en los aspectos que tienen que ver con la climatización de los espacios y la especificación de una envolvente eficiente que evite al máximo las pérdidas de temperatura del interior por la influencia del aire caliente del exterior.

Costos Certificación		VALOR	VALOR	Costos Certificación		VALOR
Pago revisión de documentación GBCI		\$5,500,000	\$9,161,872	Pago revisión de documentación GBCI		\$9,161,872
Pago registro del proyecto		\$2,400,000	\$2,400,000	Pago registro del proyecto		\$2,400,000
Pago placa certificación		\$2,000,000	\$2,000,000	Pago placa certificación		\$2,000,000
TOTAL COSTO ADMINISTRATIVO		\$9,900,000	\$13,561,872	TOTAL COSTO ADMINISTRATIVO		\$13,561,872
TOTAL COSTOS ADICIONALES CERTIFICACIÓN	110	\$1,886,144,272	\$2,620,237,357	TOTAL COSTOS ADICIONALES CERTIFICACIÓN	110	\$2,833,461,516
TOTAL COSTOS PRESUPUESTO		\$17,609,004,990	\$23,998,978,189	TOTAL COSTOS PRESUPUESTO		\$29,923,741,117
PORCENTAJE		10.71	10.92	PORCENTAJE		9.47
NIVEL DE CERTIFICACIÓN OBTENIDO		CERTIFIED	CERTIFIED	NIVEL DE CERTIFICACIÓN OBTENIDO		GOLD
Certified 40 to 49 points Silver 50 to 59 points Gold 60 to 79 points Platinum 80 to 110						

Tabla No 17 – Comparativo costos totales certificación por proyecto

Pero definitivamente lo que más influye en el puntaje final que un proyecto pueda obtener recae en la disponibilidad de presupuesto que se tenga y en la creatividad y en la innovación que los equipos de diseño tengan desde la concepción arquitectónica y técnica para aprovechar

los recursos que tengan a disposición. La Tabla No 17 – Comparativo costos totales certificación por proyecto demuestra que en adición a las ventajas climáticas y de localización que ofrece el entorno al proyecto de Bogotá, este cuenta con una partida presupuestal más alta que obedece más que todo a la categoría que los inversionistas quisieron darle al edificio. Estos dos aspectos, localización y presupuesto, en conjunto con el desarrollo técnico y arquitectónico hacen que el proyecto alcance una certificación Gold (entre 60 y 79 puntos) con una inversión aproximada de \$2.853'450.916 que corresponde a un 9.47% del costo directo total de la edificación.

En el proyecto de Cartagena aunque la localización dentro de la ciudad le ayuda a obtener puntaje por el capítulo de sitios sostenibles, presenta una dificultad en la obtención de puntos debido a que en la concepción del diseño se planteó que el proyecto en su totalidad fuera ventilado mecánicamente, esta es la razón principal por la cual, aunque tiene una inversión similar a la del proyecto de Bogotá, \$2.620'237.357, correspondientes al 10.92% del total del costo directo total del proyecto, la mayoría de la inversión se vio enfocada hacia el capítulo de eficiencia energética y la calidad del aire interior en miras de diseñar y construir todo un sistema de aire acondicionado eficiente y controlado. Es en este aspecto, en comparación con el proyecto de la Guajira, que contó con estrategias de ventilación natural, donde vemos cómo la relación edificio – medio ambiente, en este caso, clima, toman gran relevancia dentro del desempeño energético del proyecto. El aprovechamiento de recursos como el viento y la iluminación natural, que se pueden obtener mediante la orientación del edificio, representan grandes ventajas sin costo para obtener más puntaje dentro de la certificación. Esta diferencia la vemos entre los dos proyectos implantados en entornos con altas temperaturas donde el proyecto de la Guajira, que tiene una inversión de \$1.886'144.272, correspondientes al 10.71% del costo total directo, tiene una diferencia de inversión de casi \$1'000.000.000 menos que el proyecto de Cartagena y tienen el mismo nivel de certificación con una cantidad muy similar de puntos (tienen una diferencia de 2 puntos). Si analizamos las estrategias de certificación son bastante similares en la mayoría de los capítulos a excepción de los capítulos de eficiencia energética y sitios sostenibles, diferencia que, como ya se ha mencionado, depende directamente de los tipos de ventilación implementados en cada proyecto.

De los tres proyectos se evidencia que la inversión para hacer que un edificio ambientalmente sostenible bajo la certificación LEED® representa un 10% del costo total directo de construcción de un proyecto inmobiliario. Es importante identificar que esta inversión representa ahorros significativos en el uso de recursos, por ejemplo, los proyectos de la Guajira y Bogotá alcanzan ahorros de hasta el 45% en el consumo de agua potable, el proyecto de Cartagena tiene un ahorro de 35%, mientras que los tres tienen ahorros de cerca del 16% en el consumo de energía. Estos costos representan no sólo ahorros en el consumo de los recursos sino que también para el propietario y operador hotelero representan ahorros en el presupuesto de operación de los proyectos, ahorros que a futuro representan una recuperación de la inversión hecha con el factor adicional de imagen positiva para el proyecto de que es un desarrollo inmobiliario consciente de la necesidad actual que tiene la humanidad de cuidar y mantener los recursos que actualmente poseemos para garantizar la disponibilidad de los mismos a futuro.