

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL MODELO LEED QUE PERMITA
EL MANEJO EFICIENTE DE LOS RECURSOS NATURALES EN EL EDIFICIO TORRE
EMPRESARIAL PETROBRAS

JHOAN MANUEL RODRÍGUEZ TOCARRUNCHO
ANDRÉS FERNANDO PLAZAS SALAMANCA

UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA
FACULTAD DE INGENIERIA
DIRECCIÓN DE POSGRADOS
ESPECIALIZACION EN GERENCIA INTEGRAL DE PROYECTOS
BOGOTÁ
2011

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL MODELO LEED QUE PERMITA
EL MANEJO EFICIENTE DE LOS RECURSOS NATURALES EN EL EDIFICIO TORRE
EMPRESARIAL PETROBRAS

JHOAN MANUEL RODRÍGUEZ TOCARRUNCHO
ANDRÉS FERNANDO PLAZAS SALAMANCA

ING. ANDREA CORTES SALAZAR
DIRECTORA

UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA
FACULTAD DE INGENIERIA
DIRECCIÓN DE POSGRADOS
ESPECIALIZACION EN GERENCIA INTEGRAL DE PROYECTOS
BOGOTÁ
2011

CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN	7
1. MARCO TEÓRICO	9
1.1 MARCO CONCEPTUAL	9
1.2 MARCO AMBIENTAL	16
1.3 MARCO FINANCIERO	17
1.4 MARCO ECONÓMICO Y SOCIAL	17
1.5 MARCO LEGAL	18
2. METODOLOGÍA	20
2.1 EXAMINAR Y DEFINIR EL PROBLEMA	20
2.2 ELECCIÓN DE FUENTES Y TEMAS APROPIADOS	20
2.3 TÉCNICAS PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS	20
2.4 REALIZAR OBSERVACIONES OBJETIVAS Y EXACTAS	20
2.5 DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DE LOS DATOS OBTENIDOS	20
3. PROPUESTA	21
3.1 ALCANCE	21

3.2 DIAGNOSTICO SITUACION ACTUAL Y EVALUACIÓN DE FACTIBILIDAD	21
3.2.1. SITIOS SOSTENIBLES	21
3.2.2. EFICIENCIA MANEJO DEL AGUA.	22
3.2.3. EFICIENCIA ENERGÉTICA Y ATMOSFERA.	27
3.2.4. MATERIALES Y RECURSOS.	35
3.2.5. CALIDAD DEL AIRE INTERIOR	41
3.3. EVALUACIÓN DE SITUACIÓN ACTUAL Y PROYECTADA	54
3.4. VALORACIÓN DE LAS ACTIVIDADES, VPN Y TIRM	57
3.5. ESTRUCTURA DESGLOSADA DE TRABAJO	61
3.6. PLAN DE TRABAJO	61
4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	65
4.1 CONCLUSIONES	65
4.2 RECOMENDACIONES	65
BIBLIOGRAFIA	67

GLOSARIO

ALCALINIDAD: Es la capacidad ácido neutralizante de una sustancia química en solución acuosa.

CFM: pies cúbicos por minuto.

CLOROFLUOROCARBONOS: Familia de gases que tienen como característica ambiental afectar la capa de ozono y su abreviatura es CFC.

CO₂: Dióxido de carbono.

DUREZA: Es la concentración de compuestos minerales que hay en una determinada cantidad de agua.

EDT: Estructura de descomposición del trabajo

GREEN BUILDING COUNCIL: Consejo de la construcción verde de Estados Unidos.

GREEN BUILDING OPERATIONS AND MAINTENANCE: Operaciones y mantenimiento de Edificios verdes.

KVA: Kilo voltamperios.

LEED: Liderazgo en Energía y Diseño Ambiental.

PLUSVALÍA: Aumento del valor de un bien.

PGIRPEL: Plan de gestión integral de residuos peligrosos.

REFRIGERANTE: Es un producto químico líquido o gas utilizado para servir de medio transmisor de calor entre otras dos superficies en una máquina térmica, y concretamente en aparatos de refrigeración.

RESPEL: Residuos Peligrosos.

RESUMEN

El objetivo de este trabajo consiste en estudiar la factibilidad de que el Edificio Torre Empresarial Petrobras ubicado en la ciudad de Bogotá obtenga la certificación LEED (Liderazgo en Energía y Diseño Ambiental), en la modalidad Edificios existentes, operaciones y mantenimiento, logrando un mejor desempeño ambiental, controlando emisiones y ayudando de esta manera a la sostenibilidad ambiental reduciendo el impacto en el calentamiento global; a través de la creación e implementación de criterios y capacidades universalmente entendidas y aceptadas.

En esta propuesta se realiza un estudio descriptivo de la situación ambiental del edificio y se evalúa en primera instancia cuales de los requerimientos LEED cumple actualmente el edificio según los requisitos de la certificación, este estudio se fundamenta en la información suministrada por la administración y las visitas a los diferentes lugares del edificio, adicionalmente se verifica cuales programas y actividades son factibles de realizar y aplicar para llegar al puntaje requerido, presentando los costos y alcances asociados a estas actividades, para de esta manera proyectar los beneficios económicos que esta certificación tendría para el edificio.

Como resultado de este estudio se concluye que el edificio es apto para alcanzar la certificación LEED, después de realizar una serie de actividades posibles e implementar planes de reducción en el consumo de energía, agua y mejoramiento en el manejo de los recursos.

INTRODUCCIÓN

Con el desarrollo del presente trabajo se busca presentar un estudio de factibilidad que permita al Edificio Torre Empresarial Petrobras ubicado en la ciudad de Bogotá, acceder a la certificación ambiental LEED desarrollada y otorgada por la **Green Building Council** (Consejo de la Construcción Verde de Estados Unidos), LEED es un método líder para la orientación en los diseños de energía, manejo del agua, ambientación interior, selección de materiales y medio ambiente para la construcción de edificios encaminados a favorecer la protección de los recursos naturales del planeta.

Este modelo LEED fue creado para regular, certificar e incentivar la construcción o readecuación de edificios que sean amigables con el medio ambiente, además de obtener beneficios económicos por los ahorros que generan el manejo eficiente de los recursos naturales (energía, agua, suelo y materias primas) en una edificación.

El modelo nace principalmente para certificar edificios verdes en Estados Unidos. Los beneficios que se obtienen en ese país para los edificios certificados son de índole fiscal y se traducen en aumento en la plusvalía del inmueble. La certificación LEED en Colombia ya es posible, sin embargo el Gobierno todavía está estudiando la posibilidad de otorgar incentivos fiscales para los edificios que obtengan la certificación.

Por ahora la motivación de las constructoras o dueños de los Edificios en Colombia por la obtención de la certificación LEED, va encaminada a tener edificios sustentables y amigables con el medio ambiente que paralelamente le generan beneficios económicos y aumento en la plusvalía de las edificaciones.

Por lo tanto, este trabajo se encamina en la elaboración de un estudio de factibilidad que permita direccionar al Edificio Torre Empresarial Petrobras (Figura 1), en la obtención de la certificación LEED.

Figura 1. Fotografía Edificio Torre Empresarial Petrobras



Fuente: Fotografía de Andrés Plazas

La Torre Empresarial Petrobras es un complejo de oficinas que posee 17 pisos, 5 sótanos y cuenta con 125 espacios de oficinas y 10 locales comerciales. Actualmente el uso de los recursos

es ineficiente; lo que causa sobrecostos financieros, como, por ejemplo, el incremento en el pago de los servicios públicos tales como energía y agua.

La administración del Edificio desde su entrada en funcionamiento, ha ejecutado proyectos que han permitido un ahorro en el consumo de energía, como son sensorizar escaleras de emergencia y algunos baños comunales. En la actualidad se está trabajando en terminar de instalar los sensores en el resto de baños comunales y realizar estudios de intensidad lumínica en algunas zonas, con el objetivo de retirar algunas lámparas que podrían ser innecesarias.

Para lograr esta certificación se requiere realizar un diagnóstico de la situación actual del funcionamiento del edificio y de los consumos y políticas de compras y manejo de residuos, con base en esto se elaborará una EDT (Estructura de Descomposición del Trabajo), en la cual se definirán los entregables que son necesarios para alcanzar la calificación mínima para lograr la certificación, estas actividades requieren un seguimiento en el mediano plazo y se puede considerar que LEED incentiva el desarrollo de los proyectos de manera integrada de tal forma de que mantengan permanentemente los flujos de información entre las diferentes especialidades, aprovechando las sinergias entre éstas para maximizar su coordinación.

Al aplicar la certificación el edificio accederá a posibilidades de ahorro en consumos de energía y agua potable, mejoras en el ambiente de los ambientes internos y contribución con la comunidad al reducir su impacto en el medio ambiente.

Cada día las organizaciones son más conscientes de que el calentamiento global no es un evento lejano y por eso están tomando medidas que les permitan implementar soluciones ecológicas para ayudar a conservar el medio ambiente y generar menos consumo de energía.

El sistema de evaluación LEED está impulsado y respaldado por el US Green Building Institute (Instituto de construcciones verdes de Estados Unidos) y actualmente es el sistema líder en el mundo en la certificación de edificios verdes (2009). Un proceso de diseño integrado permite a los equipos de proyecto sacar ventaja de estas tecnologías y con menores costos netos. Muchos edificios sostenibles no cuestan más al construirlos porque las estrategias eficientes en recursos a menudo permiten reducir el costo de la mayoría de los sistemas mecánicos, eléctricos y estructurales. Los propietarios del edificio obtienen ahorros significativos durante la vida de este a través de otras medidas, tales como equipos de ahorro de agua, materiales de bajo mantenimiento, residuos de construcción recuperable y controles inteligentes del edificio.

Las características diseñadas para recortar las facturas de energía y agua ayudarán a atraer inquilinos corporativos a la propiedad. Un activo que mantiene su valor a través de una mayor ocupación y un mantenimiento más eficiente es más atractivo para ser comercializado generando una mayor valorización con respecto al mercado inmobiliario. Los costos de funcionamiento reducidos también generan un incremento del flujo de caja, lo cual se traduce en mayor disponibilidad de capital que puede dirigirse a otras inversiones que requiera el edificio.

La conclusión principal al finalizar este trabajo es el Edificio Torre Empresarial Petrobras puede acceder a la certificación LEED en la modalidad Green Building Operations and Maintenance (Operaciones y Mantenimiento de Edificios Verdes), y de esta manera la administración, los propietarios y ocupantes del edificio, mediante la implementación de las propuestas de este trabajo, estarán logrando un mejor desempeño ambiental controlando emisiones y ayudando de esta manera a la sostenibilidad ambiental, reduciendo el impacto en el calentamiento global a través de la creación e implementación de criterios y capacidades universalmente entendidas y aceptadas; y de igual manera lograr una reducción en los costos de mantenimiento y en los servicios públicos, creando valor en la cadena del proceso administrativo.

1. MARCO DE REFERENCIA

1.1 MARCO CONCEPTUAL

Actualmente en la ejecución de los nuevos proyectos constructivos en el mundo se busca acercarse a las tendencias mundiales de preservación y conservación de los recursos naturales y del planeta. Estas tendencias, han creado estándares y criterios enfocados a la realización de proyectos sostenibles y amigables con el ambiente, por medio de la aplicación de materiales, herramientas e ingeniería de diseño, orientada al uso eficiente los recursos energéticos e hídricos, la reducción de emisiones de CO₂, la mejora de la calidad ambiental de interiores y la administración eficiente de los recursos, según WorldGBC, 2008.

El desarrollo de las actividades de la ingeniería debe ser responsable con la naturaleza, las familias, los individuos, las comunidades, las organizaciones, los recursos renovables y no renovables, de manera tal que los métodos y procesos que se usan garanticen la supervivencia del hombre y su desarrollo sostenible.

Ante esta perspectiva y teniendo en cuenta que la actividad de la construcción hace parte de la problemática ambiental global, el U.S. Green Building Council (USGBC) en su versión 3.0 (2009), desarrollo entre otros proyectos el LEED Green Building Rating System. Este proyecto es una iniciativa que busca el **Liderazgo en Diseño Energético y Ambiental**, con sus siglas en ingles **LEED**, evalúa el acabado de un edificio según cinco temas puntuales basados en la energía y el aprovechamiento del agua, materiales, recursos empleados, calidad del ambiente e innovación, diseño y sostenibilidad.

- Desarrollo de sitio sustentable.
- Ahorros en agua.
- Eficiencia energética.
- Selección de materiales y recursos.
- Calidad ambiental interior.

Figura. 2 Aspectos a medir por LEED.



Fuente: <http://www.aei-col.com>

LEED le entrega a los dueños de edificios y a sus operadores las herramientas que necesitan para tener un impacto positivo inmediato y medible en el mejoramiento ambiental y productivo del edificio.

Se consideran 9 Categorías de proyectos de Proyectos sustentables:

- LEED para Edificios Nuevos y Renovaciones Mayores
- LEED para Núcleo y Envoltente
- LEED para Escuelas
- LEED para Instituciones de Salud
- LEED para Retail (Locales comerciales y grandes superficies).
- LEED para Interiores Comerciales
- LEED para Interiores de Retail
- **LEED para Edificios existentes, operaciones y mantenimiento**
- LEED para Escuelas existentes

Para este trabajo cuyo objetivo es trazar el camino hacia la certificación del manejo eficiente de los recursos naturales del Edificio Torre Empresarial Petrobras, la categoría a aplicar es la de LEED para Edificios existentes, operaciones y mantenimiento, que es la aplicable para un edificio ya construido y en funcionamiento. A continuación se describen los créditos que considera esta categoría de certificación.

Cuadro 1. Resumen Créditos calificables LEED, edificios existentes y en operación.

LEED 2009 para Edificios existentes, operaciones y mantenimiento			
RESUMEN			
SITIOS SUSTENTABLES		Puntos 26	Descripción
Crédito 1	Certificación LEED diseño y construcción.	4	Mostrar que existe certificación LEED Anterior
Crédito 2	Plan de administración de fachadas y superficies duras.	1	Desarrollar Plan, registrar fechas implementación, describir impacto
Crédito 3	Plan de Administración del Paisaje, control de erosión e integración de control de pestes.	1	Desarrollar Plan, registrar fechas implementación, registros, describir BMP e impacto
Crédito 4	Puesta en marcha de transportes alternativos	3 a 15	Desarrollar e Implementar Encuesta. Desarrollar Informe y descripción Metodología
Crédito 5	Desarrollo del sitio – Protección y restauración de áreas naturales.	1	Listado y descripción áreas naturales y medidas de protección
Crédito 6	Control de cantidades de Aguas Lluvias.	1	Evaluar mitigaciones, listar estrategias, mantener bitácora de mantenimiento.
Crédito 7.1	Reducción de calor – Bajo techo	1	Preparar Planos, determinar estacionamientos bajo techo

Crédito 7.2	Reducción de calor – Cubierta	1	Reunir información. Escribir procedimiento mantenimiento superficies. Planos / fotos techos vegetales
Crédito 8	Reducción contaminación lumínica.	1	Análisis Diseño iluminación interior. Evaluación set de controles. Informar sobre luminarias exteriores. Informe niveles iluminación
EFICIENCIA MANEJO DEL AGUA		Puntos 14	
Prerrequisito 1	Puntos Mínimos de salidas Agua y Eficiencia de accesorios	Requerido	Determinar cantidad de ocupantes. Medir tasa de flujo por tipo artefacto. Documentar fecha instalación artefactos. Reunir información de consumo, fabricante y modelo de artefacto. Informe política de conversión a artefactos de alta eficiencia.
Crédito 1	Medición del desempeño	1 a 2	
	Medición de todo el Edificio	1	Resumen consumos anuales. Establecer protocolos procesos de medición. Reunir documentación fabricante medidores propios.
	Medición subsistemas	2	Resumen consumos anuales. Establecer protocolos procesos de medición. Reunir documentación fabricante medidores propios. Calcular porcentaje subsistemas medidos.
Crédito 2	Puntos Adicionales de salidas Agua y Eficiencia de accesorios	1 a 5	Determinar cantidad de ocupantes. Medir tasa de flujo por tipo artefacto. Documentar fecha instalación artefactos. Reunir data tasa de consumo, fabricante y modelo de artefacto. Informe política de conversión a artefactos de alta eficiencia.
Crédito 3	Uso eficiente del agua en Jardinería	1 a 5	Informe sistemas de irrigación. Evaluación línea de base y caso de diseño: porcentaje de reducción demanda.
Crédito 4	Gestión del agua en Torres de Enfriamiento.	1 a 2	
	Manejo químico	1	Efectuar tratamiento al agua de la torre de enfriamiento.
	Uso de Agua no Potable en las Torres de Enfriamiento	1	Usar agua no potable en la torre de enfriamiento.
ENERGIA Y ATMOSFERA		Puntos 35	
Prerrequisito 1	Eficiencia Energética, mejores Prácticas de Gestión, Planificación, Documentación y Evaluación de Oportunidades.	Requerido	Documentar secuencia de operaciones del edificio. Desarrollar plan de operaciones. Describir sistemas del edificio. Describir plan de mantenimiento. Realizar auditoria energética.

Prerrequisito 2	Consumo mínimo de energía.	Requerido	Determinar elegibilidad Energy Star. Determinar mediciones energía. Aplicar benchmarking. Aplicar Porfolio Manager Energy Star. Seguimiento mediciones. Compilación facturas. Determinar usos de energía. Seguimiento bi-mensual
Prerrequisito 3	Manejo de Refrigerantes	Requerido	Determinar No uso de CFC. Demostrar tipo de refrigerantes usados.
Crédito 1	Optimización del consumo de energía	1 a 18	Determinar elegibilidad Energy Star. Determinar mediciones energía. Aplicar benchmarking. Aplicar Porfolio Manager Energy Star. Seguimiento mediciones. Compilación facturas. Determinar usos de energía. Seguimiento bi-mensual. Demostrar Energy Star mínimo de 71 o bien Demostrar eficiencia de al menos 21% mejor promedio o bien Demostrar cumplimiento median calculador Energy Star. Desarrollar Línea de Base
Crédito 2.1	Puesta en marcha de edificios existentes.	2	Realizar revisión y plan de comisionamiento retroactivo de los principales sistemas energéticos. Análisis sistemas usos. Materias operacionales, mejoramientos, costos y ahorros.
Crédito 2.2	Puesta en marcha de edificios existentes- Implementación	2	Implementar mejoras y buenas prácticas de acuerdo a planes anteriores. Análisis financiero. Registro mejoras operacionales. Actualización planes operacionales edificio. Resúmenes de entrenamiento.
Crédito 2.3	Puesta en marcha de edificios existentes- Verificación	2	Establecer un plan de comisionamiento continuo que incluya testeo de sistemas, verificación de desempeño, acciones correctivas, mediciones en curso y documentación proactiva.
Crédito 3.1	Medición del Desempeño - Sistema de Automatización de Edificios	1	Implementar sistema de automatización que monitoree y controle al menos: calefacción, refrigeración, ventilación e iluminación. (Implementación e instalación por 3ª Parte.)
Crédito 3.2	Medición del Desempeño - a nivel de sistema de medición	1 a 2	Realizar un listado de los mayores consumos energéticos del edificio en un catastro de 2 años previos a la certificación. Listado sistemas. Seguimiento consumos individuales. Documentar niveles operación sistemas. Registro mantenciones. Informe desglose de uso energía.
Crédito 4	Energías renovables fuera y dentro del Edificio	1 a 6	No se considera
Crédito 5	Gestión de compra de	1	Listado sistemas de refrigeración con

	refrigerantes mejorados		tipo refrigerante. Listado tipo y cantidad refrigerante. Seguimiento de pérdidas de refrigerante.
Crédito 6	Reporte de reducción de emisiones.	1	Registro anual de emisiones de equipos. Realizar comparaciones de emisiones anuales. Informar emisiones a través de una 3ª parte.
MATERIALES Y RECURSOS		Puntos 10	
Prerrequisito 1	Política de compra sustentables	Requerido	Realizar una política de compras sustentables. Identificar materiales. Hacer seguimiento política.
Prerrequisito 2	Política de gestión de los residuos sólidos.	Requerido	Realizar una política de manejo de desechos sólidos y reciclaje
Crédito 1	Compras sustentables	1	60% de las compras como papel, tonner cartridge, pilas y accesorios de escritorios deben cumplir criterios sustentabilidad.
Crédito 2	Compras sustentables - Elementos duraderos	1 a 2	
	Equipos eléctricos	1	40% de las compras de equipos eléctricos deben cumplir el criterio.
	Muebles	1	40% de las compras de muebles deben cumplir el criterio.
Crédito 3	Compras sustentables - Remodelaciones	1	Realizar un programa de compra sustentable para materiales permanentes cuando se realicen modificaciones al edificio.
Crédito 4	Compras Sustentables - Reducción de Mercurio en lámparas	1	Realizar programa de compras de lámparas, que limite cantidad de mercurio y eficiencia energética. 90% debe cumplir criterio.
Crédito 5	Compras sustentables - alimentación.	1	Registro materiales. Registro documentación proveedores. 25% de las compras de comida y bebidas debe cumplir criterios.
Crédito 6	Manejo de Residuos Sólidos - Auditoría de desperdicios.	1	Realizar una auditoria de tránsitos de desechos consumibles, tomarla como línea base para mejoras. Hacer plan, informes de procedimientos, muestreo, tiempos. Listado de oportunidades de mejora.
Crédito 7	Programa de reciclaje	1	Mantener un programa de reducción y reciclaje para: papel, toner cartridge, vidrio, plástico, cartón, metal y desechos de comida. Verificación contratista. Seguimiento de la basura. Delinear programa de reciclado.
Crédito 8	Programa de reciclaje de residuos peligrosos.	1	Mantener un programa de reducción y reciclaje para: equipos de oficina, artefactos, adaptadores de energía, televisores y otros equipos audiovisuales. (Id. Anterior)

Crédito 9	Residuos de remodelaciones.	1	Derivar un 70% de los materiales de construcción resultantes de modificaciones del edificio a centros de reciclaje. Registrar basura producida. Listar componentes desviados de botadero. Seguimiento desechos.
CALIDAD DEL AIRE INTERIOR		Puntos 15	
Prerrequisito 1	Suministro de Aire del Exterior y Sistema de Extracción de Aire.	Requerido	Verificar si el edificio cumple con AHSRAE 62.1-2007. Desarrollar cálculos cumplimiento tasas ventilación. Seguimiento manutención HVAC. (considerar aparte ingeniería HVAC)
Prerrequisito 2	Control Ambiental del Uso del Cigarrillo	Requerido	Verificar si el edificio cumple con lo establecido para sector de fumadores. Desarrollar documentación, planos que indiquen políticas. Seguimiento test data.
Prerrequisito 3	Política de Limpieza verde	Requerido	Realizar un plan de limpieza verde para el edificio, actualización contratos.
Crédito 1.1	Mejores prácticas en la gestión de la calidad de aire interior	1	Implementar un plan de administración de calidad de aire interior basado en la EPA. Aplicar I-Beam. Desarrollar y mantener programa de inspección IAQ. Seguimiento auditorias IAQ.
Crédito 1.2	Mejores Prácticas para el control del aire de suministro exterior y del interior.	1	Instalar sistemas de monitoreo constante para asegurar los niveles de suministro de aire exterior. Desarrollar documentación monitoreo, planos, esquemas, elevaciones y programación. Seguimiento calibración y manutención de medidores de flujo de aire.
Crédito 1.3	Mejores Prácticas para el control del aire de suministro interior. Incremento de la ventilación.	1	Incrementar en 30% los rangos de ventilación a las manejadoras de aire por sobre el mínimo establecido en el estándar ASHRAE 62.1-2007. Desarrollar resumen mostrando que los objetivos se alcanzan.
Crédito 1.4	Reducción de las partículas en la distribución del aire	1	Todo filtro en sistema de ventilación debe ser mínimo MERV13. Documentar y desarrollar programa de manutención.
Crédito 1.5	Calidad de Aire en Remodelaciones.	1	En remodelaciones asegurar una calidad de aire interior según SMACNA. Documentar.
Crédito 2.1	Confort de los ocupantes - Estudio de los ocupantes	1	Realizar un cuestionario de confort a los ocupantes sobre: calefacción, ruidos, calidad de aire, iluminación, limpieza del edificio y otros parámetros de confort.

Crédito 2.2	Control de los Sistemas - Iluminación	1	Implementar para 50% de los ocupantes y zonas comunes, control de iluminación que satisfaga requerimientos individuales. Desarrollar encuesta. Implementar encuesta. Analizar resultados. Desarrollar plan acciones correctivas.
Crédito 2.3	Monitoreo confort térmico de los ocupantes.	1	Tener un sistema de control y medición de los sistemas de clima (temperatura, humedad, velocidad de viento, y temperatura radiante) según ASHRAE 55-2004. Mantener registros.
Crédito 2.4	Luz Natural y Vista	1	Lograr una conexión visual directa de los ocupantes con el exterior y lograr niveles de iluminación natural. Desarrollar planos, tablas descriptivas de cálculos. (modelo computacional)
Crédito 3.1	Implementación programa de limpieza verde.	1	Desarrollar e implementar un programa exhaustivo de limpieza verde basado en el GREEN CLEANING POLICY. Contratar staff, capacitar staff. Desarrollar registros de productos químicos.
Crédito 3.2	Limpieza Verde - Evaluación de la Eficacia de la implementación	1	Realizar una auditoría anual en concordancia con la APPA Leadership in educational Facilities. Implementar cambios, programas, procedimientos.
Crédito 3.3	Green Cleaning – Purchase of Sustainable Cleaning Products and Materials	1	Documentar, seguimiento facturas, llevar MSDS. 30% de los materiales e insumos de limpieza deben cumplir al menos un criterio establecido.
Crédito 3.4	Limpieza mantenimiento sostenible en equipos.	1	Desarrollar plan de limpieza de equipos que disminuya contaminación del edificio e impacto ambiental. Llevar registro. Mantener inventario.
Crédito 3.5	Productos químicos usados en limpieza del ingreso al Edificio.	1	Sistemas de limpieza en entradas (10 ft long) deben cumplir requerimientos. Plan para sistemas de entrada y sistema de limpieza.
Crédito 3.6	Manejo y Control de plagas.	1	Desarrollar, implementar y administrar un plan en uso de pesticidas y control de plagas. Llevar registros. Desarrollar estándares.
INNOVACIÓN Y DISEÑO		Puntos 6	
Crédito 1	Innovación en las operaciones	1 a 4	Innovación o desempeño ejemplar.
Crédito 2	Profesional acreditado LEED	1	Contar con Profesional Acreditado
Crédito 3	La documentación de impacto en los costos de construcción sostenible	1	Documentar todos los costos operacionales de los 5 años previos y hacer un seguimiento en el período de desempeño. Documentar los costos operacionales e impacto financiero de

			todos los aspectos de la certificación LEED, en forma permanente.
PRIORIDAD REGIONAL		Puntos 4	
Crédito 1	Prioridad Regional	1 a 4	No Aplicable fuera de U.S.A.
Totales del Proyecto (Estimados de Certificación)		110	

Fuente: U.S. Green Building Council, www.usgbc.org

Con base en la acceder a uno de los cuatro niveles de certificación:

- Certificado LEED 26 – 32 Puntos
- Nivel Plata 33 – 38 Puntos
- Nivel Oro 39 – 51 Puntos
- Nivel Platino 52 + Puntos

1.2 MARCO AMBIENTAL

El objetivo primordial de su enfoque es reducir los costos de estancia de los usuarios y contribuir a una mejor calidad de vida para sus empleados, clientes y beneficiarios en sus proyectos. El Sistema de Gestión Ambiental se centra en la reducción de los consumos de energía y de agua así como de cualquier otro recurso natural no renovable. También busca la reducción de residuos sólidos y utiliza productos renovables o reciclados.

El diseño, construcción y manutención de edificios tiene un gran impacto en el medio ambiente y los recursos naturales. Este impacto no es muy notorio si se miran las edificaciones individualmente, pero si se observa su efecto acumulado en el tiempo las estadísticas son claras. Por ejemplo, las edificaciones son responsables del uso de más del 10% de los depósitos de agua dulce, del 25% de la cosecha de madera, el 40% de los materiales (Roodman & Lenssen, 1995). En el ámbito mundial; el 54% de consumo de energía en los Estados Unidos se relaciona directamente o indirectamente con los edificios y su construcción (Loken et al. 1994). Casi un cuarto de todos los clorofluorocarbonos (CFC) que agotan la capa de ozono son emitidos por los aires acondicionados y los procesos usados para fabricar los materiales de construcción (Centro de los Recursos Energéticos, 1995). Y Se estima que a nivel mundial, los edificios consumen el 17% del agua potable, el 25% de la madera cultivada y entre 30% y 40% de la energía. Además, se calcula que emiten alrededor de la tercera parte de las emisiones de CO₂ y dos quintas partes de los desechos sólidos, según WorldGBC, 2008.

Habitualmente estos edificios tienen un costo alto de operación en términos de uso de energía y agua, pueden resultar con baja calidad de aire interior, factores que pueden llevar a problemas de salud en sus ocupantes.

La eficiencia del agua se logra típicamente a través de aparatos más eficientes, instalaciones y accesorios en el interior y el proyecto de riego de jardines, captura y reúso de aguas lluvias.

La reducción de los consumos de energía que benefician directamente a la atmósfera se puede lograr mediante diversas estrategias, desde la instalación, vigilancia de la utilización, el diseño, electrodomésticos eficientes, sistemas de iluminación y otras mucho más innovadoras como el uso de fuentes de energía renovable y limpias generadas en el mismo edificio.

Los edificios generan una gran cantidad de residuos, mediante la implementación de la certificación LEED se promueve la reducción de estos residuos, así como la reutilización y el reciclaje.

1.3 MARCO FINANCIERO

Las estadísticas del gobierno americano indican que la iluminación representa el 44% de un edificio de oficinas. Los mayores niveles de desperdicio se encuentran en zonas que permanecen iluminadas a pesar de estar desocupadas o contar con una excelente iluminación natural. Niveles pobremente iluminados o excesivamente iluminados producen fatiga ocular, cansancio y reducciones en la productividad de las personas. Los sistemas actualmente utilizados para el control de la iluminación como interruptores y relojes programadores aunque contribuyen en parte, generan ahorros máximos de un 15% en el consumo. Estadísticas obtenidas de la empresa EcoSystem, en el portal www.hogardigital.com.co. (2009).

Según el portal www.eai-col.com la reducción en consumo de energía de un edificio que implementa la certificación LEED se reduce entre un 20% y 50% y teniendo en cuenta que el consumo aproximado para 1000 mts² es de 22,000 Kwh., con el costo de Kwh. es de \$279,690, el costo mensual aproximado es de \$6,153,180, esto quiere decir que el Ahorro aproximado mensual \$2,000,000 y por lo tanto el ahorro anual es de \$24,000,000 por cada 1000 mts².

De la misma manera para el servicio de Agua potable la reducción en el consumo se estima entre 40% y 50%, con un costo del m³ no residencial en \$5,250 pesos el consumo aproximado par 1000 mts² es de 360 m³, el ahorro aproximado mensual es de \$760,000 y anualmente de \$9, 072,000 por cada 1000 mts².

Según la Ley 788 de 2002, en su artículo 18, por iniciativas que conducen al mejoramiento ambiental, se pueden acceder a incentivos tributarios.

1.4 MARCO ECONÓMICO Y SOCIAL

La Unidad de Planeación Minero Energética (UPME) del Ministerio de Minas y Energía de la República de Colombia, puso a disposición de la sociedad en general la guía didáctica para el uso racional de la energía (URE) en iluminación para viviendas. URE consiste en aprovechar al máximo la energía, sin sacrificio de la calidad de vida que nos brindan los servicios que recibimos por ella. (2007). En este marco se establece que los ahorros energéticos pueden ser tanto individuales como colectivos.

El ahorro individual se puede explicar si en nuestra casa tenemos 4 bombillos incandescentes cuyo uso es de 5 horas diarias y las reemplazamos por ahorradores con las mismas condiciones de iluminación, obtendríamos un ahorro de aproximadamente \$ 10.000 en nuestra factura de electricidad mensual, lo cual nos significa hasta \$ 120.000 de ahorro en un año.

El ahorro económico y social puede presentarse si el mismo ahorro individual se hiciera en cada uno de los 7.700.000 de hogares colombianos, el ahorro anual de la nación sería cercano a \$ 950.000 MILLONES de pesos. Si adicionalmente el consumo promedio bajara de 5 a 4 horas, el ahorro ascendería a 1 BILLÓN de pesos. Un ahorro como éste representa para la nación el dinero invertido en la construcción de más de la mitad de vías para Transmilenio o en 55.000 viviendas de interés social.

El ahorro de energía no sólo representa ahorro en dinero. La producción de esa energía requiere, en el caso de una termoeléctrica, quemar combustible. Si con el compromiso de los colombianos, se hiciera el ahorro social propuesto, se dejarían de quemar cerca de 47.000 toneladas de carbón

por día en una Termoeléctrica como Termotasajero, ubicada en Norte de Santander. En un año hablaríamos de más de 17.000.000 de toneladas de carbón que no se quemarían, eliminando la emisión al aire de más de 2.300.000 toneladas de CO₂, uno de los principales gases de efecto invernadero causantes del cambio climático experimentado en el planeta.

Adicionalmente, se considera que una edificación debe tener herramientas para ahorrar energía, para evitar el uso excesivo de calefacción o aire acondicionado, que posea aislamiento térmico y acústica, y que la ventilación en los espacios interiores sea la correcta. Estos factores pueden hacer "sustentable" un edificio y disminuir hasta en un 37% la producción de residuos y un 31% su consumo eléctrico. Asimismo, se estima que un edificio sustentable genera ahorros en costos operativos, del orden del 30%, teniendo como base las reducciones del consumo de energía, agua y del costo operativo del edificio. Tomado del portal www.redempresarial.info.

1.5 MARCO LEGAL

El sistema de clasificación y certificación de LEED, es un estándar de clasificación voluntario y privado, por lo que no existe una normatividad que establezca los comportamientos ambientales de los diseñadores, constructores y administradores de los edificios, sin embargo el mercado va dirigiendo las pautas que el sector de la construcción va a aceptar como nuevos conceptos y que se suman a las normas existentes y a las prácticas ya establecidas.

La normatividad Ambiental Colombiana tiene su fundamento en la ley 99 de 1993 por medio de la cuál se creó el Ministerio del Medio Ambiente como ente rector de la gestión del medio ambiente y los recursos naturales del país. El Ministerio del Medio Ambiente es el encargado de definir las políticas y normas en lo relacionado con recuperación, conservación, protección, ordenamiento, manejo, uso y aprovechamiento de los recursos naturales renovables y el medio ambiente, con el fin de asegurar un desarrollo que minimice los impactos de las actividades del hombre sobre el medio ambiente para asegurar su continuidad. www.miambiente.gov.co

La Ley 99 de 1993 establece en su Título I los Fundamentos de la Política Ambiental Colombiana a través de catorce numerales donde se establecen las prioridades del Gobierno para mantener el medio ambiente y buscar la manera de establecer un desarrollo sostenible. Por otra parte, en el Título II se establecen los objetivos del Ministerio de Medio Ambiente y del Sistema Nacional Ambiental (SINA).

El SINA propone integrar a los diferentes agentes públicos, sociales y privados involucrados en el tema ambiental con el fin de promover un modelo de desarrollo sostenible, a través de un manejo ambiental descentralizado, democrático y participativo. El SINA surgió como resultado de una gradual toma de conciencia entre los ambientalistas públicos y privados del país sobre la urgencia de contar con esquemas institucionales y sociales acordes con la responsabilidad de proteger y hacer un uso sostenible del patrimonio ambiental colombiano. (Ministerio del Medio Ambiente).

La legislación ambiental colombiana aplicada desde 1991 ha logrado introducir el tema ambiental dentro de las prioridades del país y ha otorgado un marco institucional para promover y fiscalizar el cumplimiento de las normas. Sin embargo esta legislación no garantiza que la formulación y ejecución de políticas públicas sectoriales, regionales y macroeconómicas integren las variables ambientales, lo cuál se constituye en una prioridad para alcanzar el desarrollo sostenible.

Los programas principales para el cumplimiento del objetivo de dinamizar el desarrollo urbano, rural y regional sostenible son: Calidad de vida urbana y sostenibilidad de los procesos productivos endógenos. Los programas prioritarios para el cumplimiento del objetivo de contribuir a la sostenibilidad ambiental de los sectores son: Producción más limpia y mercados verdes.

De acuerdo con el Decreto 1299 de 2008, todas las empresas que generan impactos ambientales deben contar con un departamento de gestión ambiental. Para el caso del edificio objeto de este estudio el impacto puede considerarse no significativo, no obstante lo anterior las tendencias de la construcción sostenible hacen que se adopten mejores prácticas ambientales como la norma ISO 14000.

La Ley 373 de 1997 por la cual se establece la normatividad sobre el uso eficiente y ahorro de agua, determina que "Todo usuario del recurso hídrico...debe incorporar en el plan ambiental... obligatoriamente un programa para el uso eficiente y ahorro del agua (PAUA). Se entiende por PAUA el conjunto de proyectos y acciones que deben elaborar y adoptar", y busca optimizar la eficiencia operacional, mejorar la competitividad económica y conservar los recursos para el futuro. Empieza con un plan bien pensado y con el compromiso de la gerencia, recursos técnicos, financieros y de personal suficiente, participación y conciencia de los operarios y publicación de resultados.

El Decreto 1713 de 2002 sobre el manejo de los residuos sólidos, establece que la recuperación y el aprovechamiento de los materiales contenidos en los residuos sólidos tiene como propósitos fundamentales racionalizar el uso y consumo de las materias primas provenientes de los recursos naturales, recuperar valores económicos y energéticos que hayan sido utilizados en diferentes procesos productivos y reducir la cantidad de residuos a disponer finalmente en la forma adecuada y de esta manera disminuir los impactos ambientales.

Para proteger la salud y el ambiente, el gobierno expidió el Decreto 4147 de 2005, que clasifica, define y enuncia los residuos o desechos peligrosos. Además, ordena a las autoridades ambientales y al IDEAM su registro, vigilancia y control; regula obligaciones y responsabilidades de generadores, fabricantes, importadores, transportadores y receptores, así como la exportación, importación y tránsito de estos materiales; establece que los desechos hospitalarios, plaguicidas y radioactivos se rigen por las normas vigentes sobre la materia, y consagra el régimen sancionatorio.

2. METODOLOGÍA

Para el cumplir con los objetivos y desarrollar el proyecto se utilizará la metodología de la investigación descriptiva a través de las siguientes fases:

2.1 EXAMINAR Y DEFINIR EL PROBLEMA

- Diagnóstico del estado actual de las prácticas para el manejo ambiental del edificio.

2.2 ELECCIÓN DE FUENTES Y TEMAS APROPIADOS

- Revisar las diferentes normas que aplican para la implementación de los sistemas.
- Identificación de Prerrequisitos aplicables que son descritos en el marco teórico.
- Estudiar cuales son las tecnologías que aplican para el desarrollo del proyecto.

2.3 TÉCNICAS PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS

- Recolección de información cualitativa por parte de la población del edificio acerca de la percepción del grado de sostenibilidad ambiental del mismo.
- Recolección de información cuantitativa de los consumos históricos de recursos por parte del edificio.
- Revisión de la documentación aportada por los constructores y administradores de la torre en el manejo ambiental.

2.4 REALIZAR OBSERVACIONES OBJETIVAS Y EXACTAS

- Se compara el consumo de recursos en la situación sin implementar el proyecto de la certificación LEED y como es el resultado con la implantación del modelo.

2.5 DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DE LOS DATOS OBTENIDOS

- Elaboración de planes de mejora de mantenimiento y operación para obtener los créditos necesarios para obtener certificación.
- Establecer los recursos necesarios para el desarrollo del proyecto.
- Generar un cronograma de trabajo.
- Seguimiento y control a las actividades programadas en el cronograma.

3. PROPUESTA

Los objetivos de esta propuesta, se describen a continuación:

- Realizar un diagnóstico de la implantación de diseños y operación de la planta física del Edificio Petrobras en términos de estrategias sostenibles.
- Determinar con base en el diagnóstico, la factibilidad del cumplimiento de los pre-requisitos exigidos por LEED.
- Evaluar y establecer con base en los diseños, políticas establecidas y la actual operación, el cumplimiento mínimo de créditos y la categoría de Certificación para el proyecto.

3.1 ALCANCE

El alcance de este trabajo consiste en la entrega de un documento técnico que informe a la administración del Edificio Petrobras, la viabilidad de la obtención de la certificación LEED para el Edificio. En este documento se dejará registro del estado actual de cada uno de los requerimientos que son necesarios para la obtención de la certificación LEED, y en dado caso que no se alcance con el puntaje requerido se propondrán los procedimientos, reglamentaciones y obras civiles viables de implementar en el Edificio para llegar a obtener la certificación LEED, valorizando aproximadamente cada una de las actividades adicionales o complementarias.

El proyecto será para el Edificio Torre Empresarial Petrobras, ubicado en la Calle 110 N°9-25 de la ciudad de Bogotá. Este Edificio cuenta con 17 pisos, 5 Sótanos y un área total de 59.433 m², y tendrá una duración de seis (6) meses.

3.2 DIAGNOSTICO SITUACION ACTUAL Y EVALUACIÓN DE FACTIBILIDAD

A continuación se realizará el diagnostico de la situación actual, la factibilidad del cumplimiento y las actividades propuestas para el cumplimiento de los créditos necesarios para alcanzar la certificación LEED, para cada uno de los criterios de evaluación: Sitios sostenibles, Manejo eficiente del agua, Energía y atmosfera, Materiales y recursos y Calidad del aire interior.

Para realizar el diagnostico de la situación actual es necesario conocer a fondo los diseños con los cuales el Edificio Petrobras se construyó y en especial, evidenciar la inclusión de estrategias sostenibles a estos diseños. Con base en el establecimiento de las condiciones operativas sostenibles, se puede establecer el cumplimiento de los pre-requisitos LEED.

3.2.1 Sitios Sostenibles. Este criterio se centra en varios aspectos que se deben cumplir para que edificio se ubique en un sitio adecuado donde impacte lo menos posible el entorno y para que se adapte a las características naturales. Las principales estrategias de manejo del sitio para el desarrollo de un proyecto giran alrededor de la prevención de contaminación en el lugar, desarrollo a nivel urbano, alternativas de transporte ecológico, protección y restauración del hábitat.

-Diagnóstico de la situación actual. Al realizar la evaluación de estos créditos en el edificio encontramos que actualmente no cumple con ninguno de los requisitos para obtener puntaje por estos ítems, esto debido a que estos créditos están orientados hacia las nuevas construcciones

que son diseñadas para ser amigables con el medio ambiente y la posible obtención de la certificación.

A continuación se muestra el cuadro resumen del estado actual de los requisitos para el cumplimiento de los sitios sostenibles según LEED:

Cuadro 2. Resumen Créditos calificables LEED, sitios sostenibles.

Sitios Sostenibles		Descripción	Cumplimiento
Crédito 1	Certificación LEED diseño y construcción.	Mostrar que existe certificación LEED Anterior	No Cumple
Crédito 2	Plan de administración de fachadas y superficies duras.	Desarrollar Plan, registrar fechas implementación, describir BMP e impacto	No Cumple
Crédito 3	Plan de Administración del Paisaje, control de erosión e integración de control de pestes.	Desarrollar Plan, registrar fechas implementación, registros, describir BMP e impacto	No Cumple
Crédito 4	Puesta en marcha de transportes alternativos	Desarrollar e Implementar Encuesta. Desarrollar Informe y descripción Metodología	No Cumple
Crédito 5	Desarrollo del sitio – Protección y restauración de áreas naturales.	Listado y descripción áreas naturales y medidas de protección	No Cumple
Crédito 6	Control de cantidades de Aguas Lluvias.	Evaluar mitigaciones, listar estrategias, mantener bitácora de mantenimiento.	No Cumple
Crédito 7.1	Reducción de calor – Bajo techo	Preparar Planos, determinar estacionamientos bajo techo	No Cumple
Crédito 7.2	Reducción de calor – Cubierta	Reunir información. Escribir procedimiento mantenimiento superficies. Planos / fotos techos vegetales	No Cumple
Crédito 8	Reducción contaminación lumínica.	Análisis Diseño iluminación interior. Evaluación set de controles. Informar sobre luminarias exteriores. Informe niveles iluminación	No Cumple

Fuente: U.S. Green Building Council, www.usgbc.org

3.2.2 Eficiencia manejo del agua. Este criterio se centra en varios aspectos que se deben cumplir para que el Edificio Torre Empresarial Petrobras reduzca el consumo de agua, para mejorar y mantener la biodiversidad del lugar, para incluir nuevas tecnologías que permitan ahorrar agua y para limpiar el agua de agentes contaminantes y también para disminuir las descargas de aguas residuales.

- **Diagnóstico de la situación actual.** La intención principal es verificar la eficiencia del diseño e instalaciones hidrosanitarias con el fin de que exista un control de posible emisión de olores nauseabundos, asociados con el sistema sanitario y que no se presenten fugas en las instalaciones que estén generando desperdicio de agua potable.

Vamos a evaluar inicialmente los créditos que el Edificio Torre Empresarial Petrobras cumple actualmente y a los cuales se les debe dar continuidad para el logro de la certificación LEED.

- *Prerrequisito 1, Puntos mínimos de salidas agua y eficiencia de accesorios.* Para realizar este análisis se hizo un estudio de la cantidad de ocupantes y unidades sanitarias que se encuentran en cada piso del edificio, como resultado de esta labor se obtuvo que el número de ocupantes actualmente en el edificio es de 1.458, 169 inodoros, 47 orinales, 169 lavamanos, 25 lavaplatos y 22 piletas de aseo lo cual se detalla en la tabla 1.

Tabla 1. Resumen salidas de agua en el edificio.

Piso	N. Ocupantes	Inodoro	Orinal	Lavamanos	Lavaplatos	Piletas
1	54	11	3	10	2	0
2	25	6	2	4	0	1
3	0	0	0	0	0	0
4	60	12	4	12	1	1
5	49	8	2	8	2	1
6	64	8	2	11	1	2
7	123	13	2	13	1	2
8	48	10	2	10	1	1
9	19	11	2	11	1	1
10	46	10	2	10	2	2
11	60	12	4	12	2	1
12	160	12	4	12	2	1
13	160	12	4	12	1	1
14	160	12	4	12	2	1
15	160	12	4	12	1	1
16	160	12	4	12	2	1
17	110	8	2	8	4	5
Total	1458	169	47	169	25	22

Fuente: Elaborado por Jhoan Rodríguez y Andrés Plazas

Para medir la tasa de consumo por artefacto se realizó el inventario exigido como requisito mínimo por la UGB estableciendo la referencia de cada unidad sanitaria, la fecha de instalación, su ubicación y tasa de consumo promedio por día, se presenta la tabla 2 donde se analiza la tasa de consumo de los inodoros del edificio teniendo en cuenta que son los artefactos de mayor consumo dentro del sistema hidrosanitario, se discrimina por marca y referencia, la fecha de instalación, consumo por descarga, ubicación, cantidad promedio de descargas y consumo de agua por día promedio.

Tabla 2. Tasas de consumo inodoros en el edificio.

Marca	Referencia	Fecha de Instalación	Tasa de Consumo	Ubicación	Cantidad	Descargas Promedio día	Consumo Agua Día/Litros
Corona	21-AA-1311	ago-08	6,0 Lpf*	Pisos 1-4-5-6-7-8 9-10-17 (Baños Comunales)	65	9,4	3683,6
Corona	21-AA-1311	may-11	6,0 Lpf*	Local 1-01	8	40,0	1920,0
Corona	21-AA-1311	oct-10	6,0 Lpf*	Local 1-05	1	3,0	18,0
Corona	21-AA-1311	ene-11	6,0 Lpf*	Local 1-07	1	4,5	27,0
Corona	21-AA-1311	ago-08	6,0 Lpf*	Parqueaderos Piso 2	6	6,3	225,0
Corona	Baltica	may-11	4,8 Lpf*	Oficina 401-407- 414	4	3,0	57,6
Corona	Trevi	oct-10	6,0 Lpf*	Oficina 701	2	9,4	113,3
Corona	21-AA-1311	ene-11	6,0 Lpf*	Oficina 705	1	9,4	56,7
Corona	21-AA-1311	mar-10	6,0 Lpf*	Oficina 708	1	9,4	56,7
Corona	Trevi	dic-09	6,0 Lpf*	Oficina 710	1	9,4	56,7
Corona	Trevi	jul-10	6,0 Lpf*	Oficina 815	1	9,4	56,7
Toto	5-AA-CT705ELN	abr-11	4,8 Lpf*	Oficina 817	1	9,4	45,3
Corona	Trevi	abr-10	6,0 Lpf*	Oficina 910	1	9,4	56,7
Corona	Trevi	mar-11	6,0 Lpf*	Oficina 914	1	9,4	56,7
Corona	Trevi	ene-10	6,0 Lpf*	Oficina 916	1	9,4	56,7
Corona	Trevi	abr-10	6,0 Lpf*	Oficina 1008	1	9,4	56,7
VTM	26-AA-SVC1002V	dic-09	4,8 Lpf*	Oficina 1014	1	9,4	45,3
Corona	Baltica	jun-11	4,8 Lpf*	Embajada Alemana Piso 11	12	7,5	432,0
Corona	Erie	mar-11	4,8 Lpf*	Pisos 12 al 16 Pacific Rubiales	60	13,3	3840,0
TOTALES					169	190,9	10860,5

Fuente: Elaborado por Jhoan Rodríguez y Andrés Plazas

- **Crédito 4 Gestión del agua en torres de enfriamiento.** Este crédito se compone de dos especificaciones las cuales se mencionan en seguida:

- Manejo químico. El edificio actualmente cuenta con tres torres de enfriamiento las cuales tienen una capacidad de 1.000 GPM (Galones por Minuto), la administración cuenta con un procedimiento del mantenimiento de la tubería que consiste en aplicar diariamente tratamiento químico que confiere a los sistemas de enfriamiento una adecuada protección contra incrustaciones, corrosión, algas, lodos y suciedad.

Cada vez que se efectúa este procedimiento se documenta en la "Planilla de dosificación diaria tratamiento químico y alquicida" y quincenalmente se hacen estudios de la calidad de aguas industriales (Ph, Alcalinidad, dureza) a través de muestras tomadas en cada una de las torres de enfriamiento, mediante una empresa certificada en esta labor, donde se hace seguimiento al comportamiento del tratamiento químico aplicado en el agua de las torres.

- Uso de agua no potable en las torres de enfriamiento. Actualmente se utiliza agua potable proveniente del tanque de almacenamiento de agua, ubicado en la cubierta del edificio para alimentar el sistema de condensación de las torres de enfriamiento.

- **Propuesta de las actividades a desarrollar.** Debido a que en el estudio que realizamos de la situación actual, para el manejo adecuado del agua el puntaje alcanzado no es suficiente para lograr la certificación es necesario ejecutar una serie de actividades posibles de desarrollar en el edificio que permitan obtener los créditos necesarios por el Green Building Council para certificar LEED al Edificio Torre Empresarial Petrobras.

Por la facilidad y bajo costo en las actividades que son necesarias para alcanzar la certificación, se verifico y se estudio que es posible implementar lo solicitado en los créditos 1 y 4.

- *Crédito 1 medición de los subsistemas.* En la actualidad se cuenta con un solo contador de agua para todo el edificio, por lo que se hace difícil saber cual es el consumo real de cada subsistema tal como oficinas, baños, cocinetas, piletas, torres de enfriamiento.

Por lo anterior recomendamos sean instalados medidores de agua individuales por cada uno de los subsistemas mencionados anteriormente, facilitando el monitoreo y control de los consumos individuales para de esta manera realizar programas de concientización del impacto ambiental y económico de los altos consumos.

En la siguiente tabla se muestra la cantidad de medidores de agua necesarios para lograr el cumplimiento de este crédito:

Tabla 3. Resumen de cantidades medidores de agua

Subsistemas	Cantidad
Oficinas	90
Baños	34
Piletas	17
Cocinetas	17
Torres Enfriamiento	1
Parqueaderos	1
TOTAL	160

Fuente: Elaborado por Jhoan Rodríguez y Andrés Plazas

El costo aproximado de estos medidores de agua es de \$180.000 cada uno incluyendo los costos de mano de obra y obras civiles necesarias.

Debido a que estos medidores son de manejo interno, la administración del edificio deberá realizar un control bimensual registrando los consumos en planillas certificadas por los usuarios.

- *Crédito 4 uso de agua no potable en las torres de enfriamiento.* Actualmente las torres de enfriamiento del edificio funcionan con agua potable suministrada por el tanque alto ubicado en la cubierta, sin embargo es posible realizar la adecuación y las obras necesarias para alimentar el sistema de enfriamiento ya sea por medio de aguas lluvias o con la utilización de las aguas residuales de los lavamanos del piso 17, esto debido a que el sistema de condensación es un proceso cerrado el cual tiene una perdidas de agua muy pequeña, a causa de la evaporación, salpicaduras y purgas diarias para la renovación de impurezas.

Realizando la inspección en sitio verificamos que es factible ejecutar las siguientes obras para llevar a cabo lo mencionado anteriormente:

- Diseños y cálculos estructurales de la placa de la cubierta, para evaluar el tamaño y la forma del tanque a construir.
- Diseños y construcción de un tanque para recolección de aguas lluvias.
- Tubería de suministro desde el tanque a las torres de enfriamiento.

- Conexión de desvío de tubería de desagüe de lavamos a tanque de recolección aguas lluvias.

Estos trabajos tienen un costo global aproximado de \$14.000.000, este valor se en la tabla 9 flujo de caja.

A continuación se presenta el cuadro 3 resumen de los créditos calificables en el Ítem de Manejo Eficiente del Agua en la cual se verifica cuales de estos requisitos se cumplen en este momento en el edificio y cuales son factibles de desarrollar para alcanzar la puntuación necesaria.

Cuadro 3. Resumen Créditos calificables LEED, eficiencia en el manejo del agua.

Eficiencia Manejo del agua		Descripción	Cumplimiento
Prerrequisito 1	Puntos Mínimos de Eficiencia de salidas Agua y accesorios	Determinar N° ocupantes. Medir tasa de flujo por tipo artefacto. Documentar fecha instalación artefactos. Reunir data tasa de consumo, fabricante y modelo de artefacto. Informe política de conversión a artefactos de alta eficiencia.	Cumple
Crédito 1	Medición del desempeño		
	Medición de todo el Edificio	Resumen consumos anuales. Establecer protocolos procesos de medición. Reunir documentación fabricante medidores propios.	Cumple
	Medición subsistemas	Resumen consumos anuales. Establecer protocolos procesos de medición. Reunir documentación fabricante medidores propios. Calcular porcentaje subsistemas medidos.	No Cumple/Desarrollable
Crédito 2	Puntos Adicionales de Eficiencia de salidas Agua y accesorios	Determinar N° ocupantes. Medir tasa de flujo por tipo artefacto. Documentar fecha instalación artefactos. Reunir data tasa de consumo, fabricante y modelo de artefacto. Informe política de conversión a artefactos de alta eficiencia.	No Cumple
Crédito 3	Uso eficiente del agua en Jardinería	Informe sistemas de irrigación. Evaluación línea de base y caso de diseño: porcentaje de reducción demanda.	No Aplica
Crédito 4	Gestión del agua en Torres de Enfriamiento.		

Eficiencia Manejo del agua		Descripción	Cumplimiento
	Manejo químico	Efectuar tratamiento al agua de la torre de enfriamiento.	Cumple
	Uso de Agua no Potable en las Torres de Enfriamiento	Usar agua no potable en la torre de enfriamiento.	No Cumple/Desarrollable

Fuente: U.S. Green Building Council, www.usgbc.org

3.2.3 Eficiencia energética y atmosfera. Se centra en varios aspectos que se deben cumplir para que en el Edificio se reduzcan los consumos de energía y por lo tanto los contaminantes y efectos del calentamiento global mediante la optimización del rendimiento de la energía como la electricidad y el gas; para mejorar las condiciones de confort al interior de las oficinas principalmente el confort térmico y lumínico, así como para mejorar las condiciones de ventilación natural y artificial del edificio y de las condiciones de humedad al interior.

- **Diagnóstico de la situación actual.** Este capítulo de LEED busca no solo monitorear la operación y mantenimiento de los sistemas que afectan el consumo energético y su eficiencia, sino que permite establecer realmente la sostenibilidad general del proyecto.

- *Prerrequisito 1 eficiencia energética, mejores prácticas de gestión, planificación, documentación y evaluación de oportunidades.* Este es el primer prerrequisito de este capítulo el cual menciona que se debe realizar una descripción de los sistemas del edificio, plan de operaciones, plan de mantenimiento y una auditoria energética.

- Descripción de los sistemas del edificio. A continuación se hará una breve descripción de los sistemas con los que cuenta el edificio, como los son plantas eléctricas, ascensores, circuito cerrado de televisión, centro de control, control de accesos, torres de enfriamiento, ventilación mecánica, iluminación, sistema de bombeo, sistema red contraincendios y el sistema de detección de incendios.
- Plantas eléctricas. El sistema de respaldo de energía cuenta con cuatro (4) plantas eléctricas con capacidades de 800 KVA y 1000 KVA las cuales funcionan de forma automática cuando se presentan fallas en el suministro eléctrico y están diseñadas para soportar la carga total del edificio.
- Ascensores. El Edificio Torre Empresarial Petrobras cuenta con once (11) ascensores de última tecnología. Uno de los cuales se detiene en la zona de carga ubicada en el piso 2. Dos (2) con capacidad de 20 pasajeros para uso exclusivo de los usuarios de parqueadero de sótanos, los cuales van hasta el piso 17. Cinco (5) con capacidad cada uno para 24 personas, para uso del Piso 1 al piso 17 para usuarios y visitantes. Dos (2) para uso del Piso 1 a los parqueaderos de los Pisos 2 y 3 de visitantes y al Piso 4. Dos (2) para uso interno del piso 11 al 16. El sistema de los Ascensores de visitantes funciona con pantallas en todos los pisos para realizar las llamadas de cabina, por lo tanto no se requiere botonera interna.

- Circuito cerrado de televisión. El sistema de CCTV permite la vigilancia centralizada a las áreas externas e internas del Edificio Torre Empresarial Petrobras. Desde las pantallas instaladas en el Centro de Control se pueden visualizar las cámaras ubicadas en los diferentes sitios para complementar la vigilancia. Se cuenta con domos externos e internos, cámaras fijas distribuidas en las áreas estratégicas.
 - Centro de control. En este cuarto se centraliza el manejo de los siguientes sistemas: Sistema Control de Acceso, Circuito Cerrado de Televisión y Sistema de detección de Incendios, sistema de monitoreo de las Torres de Enfriamiento, Sistema de Monitoreo de los equipos de extracción y suministros de las oficinas. Tiene servicio 7*24 y solo se permite la entrada de personal debidamente autorizado.
 - Control de accesos. El Edificio cuenta con un sistema de accesos centralizado, que permite monitorear el ingreso de funcionarios o visitantes de una forma controlada, a través de lectoras de proximidad y torniquetes. Adicionalmente para el control de visitantes el edificio cuenta con un sistema integrado con el sistema principal de accesos, donde se registra la foto, huella y los datos personales del visitante. Y para el ingreso a los parqueaderos se realiza con tarjeta de aproximación que permite el ingreso con la operación de las talanqueras.
 - Torres de enfriamiento. Se cuenta con tres torres de enfriamiento de 250 y 400 toneladas de refrigeración, las cuales les suministran agua a los equipos de condensación instalados en cada una de las oficinas que son necesarios para el suministro de aire acondicionado de las mismas.
 - Ventilación mecánica. Este sistema compone de equipos de extracción y suministro de aire, los cuales permiten que se realice una renovación del aire permanentemente en las oficinas, baños y parqueaderos. Este sistema se compone básicamente de motores eléctricos, hélices, filtros, ductos, rejillas y un software de gestión donde se monitorea y controla la operación.
 - Iluminación. Este sistema se compone de lámparas con bombillos ahorradores, lámparas con bombillos fluorescentes, bombillos incandescentes que operan por medio de interruptores. Existen algunas zonas como escaleras y baños comunales que cuentan con sensores de movimiento para el encendido y apagado de lámparas de forma automática.
 - Sistema de bombeo. El edificio cuenta con tres bombas para el llenado del tanque alto ubicado en la cubierta, y dos bombas para el suministro de agua de los pisos 11 al 17, para los demás pisos el suministro se realiza a través del tanque alto y por gravedad.
 - Sistema contra incendios. Este sistema se compone de bombas, sensores de presión, gabinetes de incendios y aspersores los cuales operan en caso de presentarse un conato de incendio o por la manipulación del personal encargado. El edificio cuenta en cada piso con dos gabinetes de incendios y 200 aspersores para la extinción de un posible incendio. El sistema de bombeo se compone de una bomba principal de 200 HP y una bomba Jockey con una potencia de 5 HP la cual opera en caso de presentarse pérdidas de presión bajas.
 - Sistema de detección de incendios. Se compone de una central de incendios principal, detectores de humo, estaciones manuales de alarmas y sirenas estroboscópicas, los cuales reportan en caso presentarse un alto grado de partículas en el ambiente a la central de incendios y esta a su vez enciende las sirenas de evacuación.
- Plan de mantenimiento. Igualmente que en ítem anterior se menciona una breve descripción del mantenimiento que debe realizar a cada uno de los sistemas del edificio.

- Plantas eléctricas. Se realiza inspección de baterías, refrigerante, voltajes directos, voltajes alternos, hora de encendido en carga y apagado, precalentadores, visualización general, día que se prende en vacío, aceite y firma del técnico responsable. Periodicidad mensual.
 - Ascensores. Se debe realizar limpieza, chequeo de fugas, revisión de estado del cuarto de máquinas, revisión y ajustes de puertas, pantallas indicadoras, pantallas de selección de pisos, estado y sujeción de cable viajero, verificación de voltajes, engrase de guías, revisión de conexiones eléctricas, revisión de funcionamiento de ascensor. Mantenimiento preventivo mensualmente.
 - Equipos de presión y red de incendio. Se inspeccionan manómetros los cuales deben estar registrando la presión de cada equipo, hidroacumuladores deben ser calibrados mensualmente, revisar la no existencia de filtraciones de agua en las tuberías generales, inspección de la función eléctrica de los tableros, realizar pruebas de desagüe de la red, verificar el estado de registro y verificar el sensor de flujo trimestralmente.
 - Equipos de aire acondicionado y ventilación mecánica. Se debe realizar inspección de ruidos, correas, congelamientos, termostatos, taponamientos de desagües, cambio de filtros mensualmente, motores, lavado e inspección de torres de enfriamiento, inspección de equipos y de tarjetas del software.
 - Sistema de seguridad electrónica. Se realiza mantenimiento preventivo cada 45 días, revisión y limpieza de central de incendios, sensores de humo, cámaras de video, torniquetes, talanqueras, controladores de accesos, DVR.
 - Equipos varios y otros. Se deben mantener en perfectas condiciones de aseo y orden. Se inspeccionan los tableros eléctricos, cuarto de medidores, transferencia, recalentamiento de cables, cables sueltos, cambios de balastos y bombillería y todo lo relacionados con el sistema de energía de la copropiedad.
- Plan de operaciones. La administración del edificio cuenta con un manual del usuario donde se especifican las normas, procedimientos para adecuaciones, horarios de trabajo plan de operaciones, descripción del edificio, entre otros. En el plan de operaciones se mencionan horarios de encendido y apagado de equipos, iluminación, manejo del ascensor de carga, horarios de recolección de basuras, procedimiento manejo de residuos peligrosos.

En la tabla 4 se puede observar la auditoría energética de los consumos mensuales del edificio.

- *Prerrequisito 2 consumo mínimo de energía.* Para el cumplimiento de este prerrequisito se debe determinar la elegibilidad Energy Star, determinar mediciones de energía, seguimiento de mediciones, compilación de facturas y determinar usos de energía. A continuación se realiza una breve explicación de Energy Star.

Energy Star es un programa de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA) creado en 1992 para promover los productos eléctricos con consumo eficiente de electricidad, reduciendo de esta forma la emisión de gas de efecto invernadero por parte de las centrales eléctricas. EPA permite a los usuarios fijar sus objetivos de eficiencia energética para cada proyecto. Una vez que el edificio está construido y en activo al menos un año, pueden calificar para recibir la placa de ENERGY STAR, en este caso la Torre Empresarial Petrobras lleva dos años en funcionamiento, se han determinado para los edificios existentes una calificación basada en el promedio de consumo energético de los edificios de los Estados Unidos, aquellos que se encuentran dentro del 25% más eficientes pueden acceder a la certificación, para esto es

necesario hacer seguimiento a la facturación y al uso de la energía en los diferentes sistemas del edificio.

En la tabla 4 se muestra el seguimiento que se ha realizado a la facturación de energía en desde enero de 2010 hasta junio de 2011 detallando el consumo y el valor pagado.

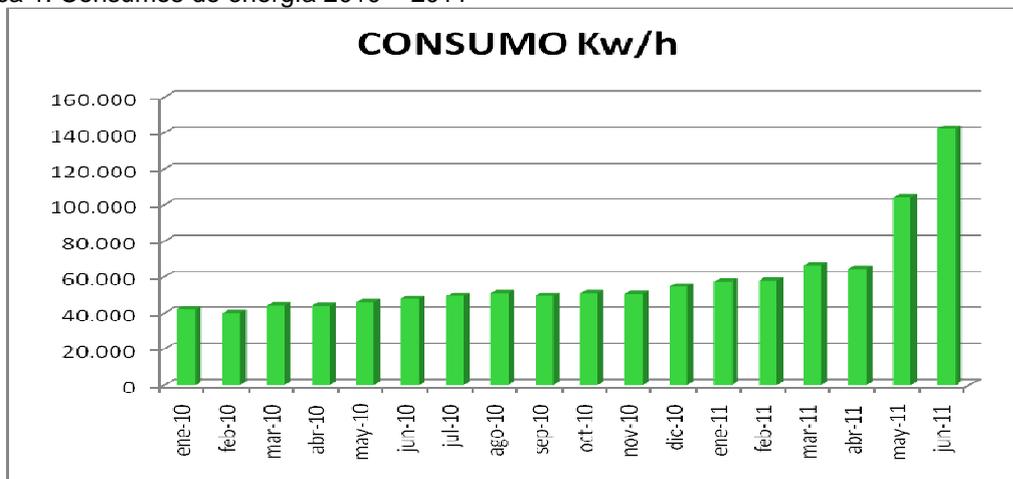
Tabla 4. Auditoria energética periodo 2010 - 2011

CONCEPTO /MES	CONSUMO Kw/h	NÚMERO DE FACTURA	VALOR FACTURADO
ene-10	42.056	39600	\$ 14.541.179
feb-10	40.033	43436	\$ 14.068.627
mar-10	44.268	47614	\$ 16.508.272
abr-10	44.028	51954	\$ 16.207.333
may-10	45.966	56620	\$ 15.797.043
jun-10	47.704	61250	\$ 16.177.953
jul-10	49.653	69846	\$ 16.695.794
ago-10	51.299	79433	\$ 16.631.065
sep-10	49.743	89777	\$ 14.064.078
oct-10	51.236	95542	\$ 18.748.208
nov-10	50.948	107635	\$ 15.242.031
dic-10	54.724	113792	\$ 16.404.995
ene-11	57.371	119829	\$ 19.576.329
feb-11	57.910	119829	\$ 19.571.560
mar-11	66.295	125960	\$ 22.996.834
abr-11	64.519	132046	\$ 22.244.950
may-11	104.552	138382	\$ 36.215.838
jun-11	142.329	144672	\$ 48.017.318

Fuente: Elaborado por Jhoan Rodríguez y Andrés Plazas

El consumo se puede ver más claramente en la grafica 1:

Grafica 1. Consumos de energía 2010 – 2011



Fuente: Elaborado por Jhoan Rodríguez y Andrés Plazas

Terminado el seguimiento a los consumos y facturación se hace verificación de los equipos de cómputo de las oficinas que se encuentran en funcionamiento en la actualidad y se constata que el 80% cumplen con el portafolio manager energy star, lo que hace al edificio cumpla con este prerequisite.

- *Prerequisite 3 manejo de refrigerantes.* Este prerequisite se refiere al uso de químicos refrigerantes en sistemas de aires acondicionados o equipos que usen refrigerantes. Básicamente, el uso de Cloro-Fluro- Carbono CFCs (Chloroflourocarbon), el cual es dañino para la capa de ozono y por lo tanto no se permite su uso, ni siquiera mínimo.

Como parte del energy star, al realizar el monitoreo y establecer los lineamientos de la operación y mantenimiento, debe incluirse el plan de reemplazo de posibles unidades de refrigeración y/o aire acondicionado que contengan CFCs.

El sistema de aire acondicionado del edificio funciona a través de torres de enfriamiento, lo que hace que los equipos condensadores no utilizan refrigerantes de ningún tipo, sino que necesitan de agua de condensación a 16°C para su funcionamiento.

- *Crédito 3.2 medición del desempeño a nivel de sistema de medición.* Como se ha visto en los créditos anteriores en la torre empresarial Petrobras se lleva un control detallado de cada uno de los sistemas del edificio y se tiene un plan de mantenimiento para cada uno de ellos así mismo los consumos de energía se encuentran documentados, y cada uno de los equipos tiene una hoja de vida donde se registran todos sus datos y procedimientos de mantenimiento que se han llevado a cabo.

En tabla 5 que se presenta a continuación se muestra los usos de energía del último año, desglosado por consumos en zonas comunes de los sistemas y por el uso que se da al consumo de energía en las zonas privadas.

Tabla 5. Determinación de usos de energía en el edificio

DETERMINACION DE USOS DE ENERGIA												
	jul-10	ago-10	sep-10	oct-10	nov-10	dic-10	ene-11	feb-11	mar-11	abr-11	may-11	jun-11
ZONAS COMUNES	49653	51299	49743	51236	50948	54723,6	57370,6	57909,6	66294,6	64518,51	104551,6	142329,2
Ascensores	3972,24	4103,92	3979,44	4098,88	4075,84	4377,888	4589,648	4632,768	5303,568	5161,4808	8364,128	11386,336
Torres Enfriamiento	1986,12	2051,96	1989,72	2049,44	2037,92	2188,944	2294,824	2316,384	2651,784	2580,7404	4182,064	5693,168
Ventilación Mecanica	3972,24	4103,92	3979,44	4098,88	4075,84	4377,888	4589,648	4632,768	5303,568	5161,4808	8364,128	11386,336
Sistema Seguridad	1986,12	2051,96	1989,72	2049,44	2037,92	2188,944	2294,824	2316,384	2651,784	2580,7404	4182,064	5693,168
Iluminación	4965,3	5129,9	4974,3	5123,6	5094,8	5472,36	5737,06	5790,96	6629,46	6451,851	10455,16	14232,92
Bombas de agua	993,06	1025,98	994,86	1024,72	1018,96	1094,472	1147,412	1158,192	1325,892	1290,3702	2091,032	2846,584
Administración	993,06	1025,98	994,86	1024,72	1018,96	1094,472	1147,412	1158,192	1325,892	1290,3702	2091,032	2846,584
Red Incendios	595,836	615,588	596,916	614,832	611,376	656,6832	688,4472	694,9152	795,5352	774,22212	1254,6192	1707,9504
Puertas Eléctricas	397,224	410,392	397,944	409,888	407,584	437,7888	458,9648	463,2768	530,3568	516,14808	836,4128	1138,6336
TOTAL ZONAS COMUNES	19861,2	20519,6	19897,2	20494,4	20379,2	21889,44	22948,24	23163,84	26517,84	25807,404	41820,64	56931,68
OFICINAS PRIVADAS												
Condensadoras	14895,9	15389,7	14922,9	15370,8	15284,4	16417,08	17211,18	17372,88	19888,38	19355,553	31365,48	42698,76
Iluminación	8937,54	9233,82	8953,74	9222,48	9170,64	9850,248	10326,708	10423,728	11933,028	11613,332	18819,288	25619,256
Equipos de Computo	5958,36	6155,88	5969,16	6148,32	6113,76	6566,832	6884,472	6949,152	7955,352	7742,2212	12546,192	17079,504
TOTAL OFICINAS PRIVADAS	29791,8	30779,4	29845,8	30741,6	30568,8	32834,16	34422,36	34745,76	39776,76	38711,106	62730,96	85397,52

Fuente: Elaborado por Jhoan Rodríguez y Andrés Plazas

- **Propuesta de las actividades a desarrollar.** Las actividades que son más factibles desarrollar en el Edificio para alcanzar la certificación, que se proponen debido a la posibilidad de implementación son las solicitadas en los créditos 2.3, 3.1 y 6.

- **Crédito 2.3. Puesta en marcha de edificios existentes.** Para lograr el cumplimiento de este crédito es necesario realizar monitoreo y control de las diferentes conexiones eléctricas a los distintos sistemas eléctricos y electrónicos del edificio, con el objetivo de evitar sobrecargas, puntos calientes y desbalances del sistema.

Dentro de ese monitoreo se recomienda llevar a cabo las siguientes actividades:

- Mediciones de corrientes en cada uno de los tableros eléctricos de distribución a los diferentes sistemas.
- Ajustes a las conexiones eléctricas (apretar borneras, empalmes, protecciones).
- Monitoreo de balance de fases con una duración por mínima de dos días.
- Realizar termografía mínimo cada seis meses.

En la actualidad el sistema eléctrico del edificio cuenta con medidores de energía electrónicos que permiten conocer el consumo de energía da cada uno de las oficinas y locales comerciales, se recomienda instalar medidores para el monitoreo y control del consumo eléctrico en las zonas comunes (Iluminación, torres de enfriamiento, ascensores, ventilación mecánica, sistemas de seguridad electrónica, bombas de agua).

Este sistema de medición tiene la ventaja de que la información se maneje de manera centralizada en un servidor ubicado en el cuarto de control del edificio, lo que permite obtener datos y registros actualizados de los consumos e igualmente de los históricos, con esto la administración puede

realizar informes periódicos que permitan a los propietarios conocer cuales son sus picos de consumo durante el día, y de esta manera realizar recomendaciones e implantar políticas de ahorro de energía.

El costo por concepto de suministro e instalación de los medidores es de aproximadamente \$70.000.000, las demás actividades debido a su especialidad, riesgo se deben contratar con terceros a demás por su periodicidad sus costos son variables y deberán ser incluidos en el presupuesto anual del edificio, los cuales pueden estar alrededor de \$2.500.000. Ver Detalle Flujo de caja.

- *Crédito 3.1 Medición del Desempeño con sistema de automatización de edificios.* Actualmente el Edificio cuenta con sistemas de automatización y monitoreo remoto de los sistemas de aire acondicionado, ventilación mecánica, control de accesos, puertas eléctricas, sistema de agua potable, planta eléctricas, bombas de red contra incendio, ascensores. El edificio no tiene sistema de calefacción por lo que este sistema no aplica en este caso.

Para alcanzar este crédito hace falta integrar el sistema de iluminación a los demás sistemas automatizados, para lograrlo se requiere realizar las siguientes actividades:

- Diseños del sistema de control automático de encendido y apagado de iluminación.
- Suministro e instalación de los diferentes tableros de control y sistemas de comunicación.
- Integración con el sistema de automatización actual del edificio, adecuación cuarto de control.

El costo aproximado de estas tareas es de aproximadamente \$85.000.000.

- *Crédito 6 reporte de reducción de emisiones.* El Edificio cuenta en la actualidad con un sistema de medición de los niveles de partículas de Monóxido de Carbono en los parqueaderos debido a su diseño arquitectónico se encuentran cerrados por lo que las concentraciones de gases son altas lo que es un alto riesgo para la salud de los ocupantes, este sistema de medición esta integrado con el sistema de ventilación mecánica que se activa al detectar 100 ppm (Partículas por millón).

Para el llevar el registro de las emisiones se recomienda complementar el sistema de medición con un control de eventos que registre la cantidad de veces que los sensores de monóxido se activan en el día, esta información puede ser guardada y consultada para de esta manera realizar las comparaciones anuales exigidas por la GBC.

Dentro de los equipos que posee el edificio las únicas que generan emisiones de monóxido de carbono son las plantas eléctricas, sin embargo en la actualidad no cuentan con un sistema de medición de emisiones por lo tanto es necesario la instalación de dichos sensores para poder realizar el monitoreo y registro de estas emisiones y así llevar a cabo las comparaciones necesarias.

El costo aproximado del suministro e instalación de estos sensores es de \$20.000.000.

A continuación se presenta el cuadro resumen de los créditos calificables en el ítem de Eficiencia Energética en la cual se verifica cuales de estos requisitos se cumplen en este momento en el edificio y cuales se propone de desarrollar.

Cuadro 4. Resumen Créditos calificables LEED, Energía y Atmosfera.

Energía y Atmosfera		Descripción	Cumplimiento
Prerrequisito 1	Eficiencia Energética, mejores Prácticas de Gestión, Planificación, Documentación y Evaluación de Oportunidades.	Documentar secuencia de operaciones del edificio. Desarrollar plan de operaciones. Describir sistemas del edificio. Describir plan de mantenimiento. Realizar auditoria energética.	Cumple
Prerrequisito 2	Consumo mínimo de energía.	Determinar elegibilidad Energy Star. Determinar mediciones energía. Aplicar benchmarking. Aplicar Porfolio Manager Energy Star. Seguimiento mediciones. Compilación facturas. Determinar usos de energía. Seguimiento bi-mensual	Cumple
Prerrequisito 3	Manejo de Refrigerantes	Determinar No uso de CFC. Demostrar tipo de refrigerantes usados.	Cumple
Crédito 1	Optimización del consumo de energía	Determinar elegibilidad Energy Star. Determinar mediciones energía. Aplicar benchmarking. Aplicar Porfolio Manager Energy Star. Seguimiento mediciones. Compilación facturas. Determinar usos de energía. Seguimiento bi-mensual Demostrar Energy Star mínimo de 71 o bien Demostrar eficiencia de al menos 21% mejor promedio o bien Demostrar cumplimiento median calculador Energy Star. Desarrollar Línea de Base	
Crédito 2.1	Puesta en marcha de edificios existentes.	Realizar revisión y plan de comisionamiento retroactivo de los principales sistemas energéticos. Análisis sistemas usos. Materias operacionales, mejoramientos, costos y ahorros.	No cumple
Crédito 2.2	Puesta en marcha de edificios existentes-Implementación	Implementar mejoras y buenas prácticas de acuerdo a planes anteriores. Análisis financiero. Registro mejoras operacionales. Actualización planes operacionales edificio. Resúmenes de entrenamiento.	No cumple
Crédito 2.3	Puesta en marcha de edificios existentes-Verificación	Establecer un plan de comisionamiento continuo que incluya testeo de sistemas, verificación de desempeño, acciones correctivas, mediciones en curso y documentación	No cumple/Desarrollable

Energía y Atmosfera		Descripción	Cumplimiento
		proactiva.	
Crédito 3.1	Medición del Desempeño - Sistema de Automatización de Edificios	Implementar sistema de automatización que monitoree y controle al menos: calefacción, refrigeración, ventilación e iluminación. (Implementación e instalación por 3ª Parte.)	No cumple/Desarrollable
Crédito 3.2	Medición del Desempeño - a nivel de sistema de medición	Realizar un listado de los mayores consumos energéticos del edificio en un catastro de 2 años previos a la certificación. Listado sistemas. Seguimiento consumos individuales. Documentar niveles operación sistemas. Registro mantenciones. Informe desglose de uso energía.	Cumple
Crédito 4	Energías renovables fuera y dentro del Edificio	No se considera	
Crédito 5	Gestión de compra de refrigerantes mejorados	Listado sistemas de refrigeración con tipo refrigerante. Listado tipo y cantidad refrigerante. Seguimiento de pérdidas de refrigerante.	No aplica
Crédito 6	Reporte de reducción de emisiones.	Registro anual de emisiones de equipos. Realizar comparaciones de emisiones anuales. Informar emisiones a través de una 3ª parte.	No cumple/Desarrollable

Fuente: U.S. Green Building Council, www.usgbc.org

3.2.4. Materiales y recursos. Se deben cumplir para que en La Torre Empresarial Petrobras se utilicen materiales de bajo impacto ambiental que sean económicos, reciclables o de contenido reciclado, en este rubro también se contemplan recomendaciones que reduzcan los desperdicios de construcción durante el ciclo de vida del edificio.

- **Diagnóstico de la situación actual.** La intención principal es verificar la eficiencia del manejo de los materiales y recursos en el Edificio, principalmente por las remodelaciones que se presentan y el manejo adecuado de los residuos sólidos.

- **Prerrequisito 1 política de compras sostenibles.** Este prerrequisito se refiere a la generación de una política en la adecuada selección de los materiales requeridos para la operación, mantenimiento y ampliación del proyecto, con el fin de reducir el impacto ambiental. Esta política está lineada con los criterios de ciclo de vida de un producto, tecnologías limpias y materiales o productos biodegradables. El edificio en este momento no cumple con este prerrequisito.

- *Prerrequisito 2 política de gestión de los residuos sólidos.* La intención es reducir la cantidad de residuos generales y en especial aquellos que puedan ser tóxicos y que su disposición final sea la adecuada.

La administración del Edificio contrato el programa de gestión de residuos sólidos a la empresa Comercializadora Ambiental Ltda. La cual fue seleccionada por su experiencia y reconocimiento en el mercado para esta clase de trabajos, el programa cuenta con objetivos, revisión ambiental inicial, acciones desarrolladas, indicadores y recomendaciones.

- *Crédito 4 compras sustentables en la reducción de mercurio en lámparas.* La iluminación del Edificio actualmente utiliza lámparas de tipos halógenas y fluorescentes tanto en zonas comunes como en las oficinas privadas, siguiendo la política de lámparas con bajo contenido de mercurio, cumpliendo con este crédito.

- *Crédito 5 compras sustentables alimentación.* No aplica este crédito ya que el Edificio solamente cuenta con empresas no relacionadas con la preparación de alimentos en sitio, tampoco cuenta con casinos o restaurante para los funcionarios.

- *Crédito 7 programa de reciclaje.* Igualmente que en el prerrequisito 2 de este capítulo la administración del Edificio contrato el programa de reciclaje de residuos sólidos a la empresa Comercializadora Ambiental Ltda., el programa cuenta la descripción de las responsabilidades tanto de la administración como los de los propietarios y residentes del Edificio.

- *Crédito 8 programa de reciclaje de residuos peligrosos.* Para la elaboración de este programa el edificio contrato a la misma empresa del programa de reciclaje, quienes presentaron un "plan de gestión integral de residuos peligrosos (Respel) en el edificio Petrobras" el cual menciona los elementos que son considerados como residuos peligrosos tales como teclados, pantallas, baterías de celulares, celulares, CPU, fuentes de poder, impresoras, pantallas, televisores, bombillos, cartuchos, pilas, etc. y cual es su tratamiento y disposición final, así mismo las acciones necesarias de carácter administrativo, para prevenir la generación y promover la reducción en la fuente de los RESPEL en el edificio.

- ***Propuesta de las actividades a desarrollar.*** Dentro de las actividades a desarrollar se encuentra el obligatorio cumplimiento de el prerrequisito 1, el cual se hace la propuesta para su logro, las demás actividades se determinaron por ser las más factibles desarrollar en el Edificio para alcanzar la certificación, que se proponen debido a la posibilidad de implementación son las solicitadas en los créditos.

- *Prerrequisito 1 Política de compras sostenibles,* Para lograrlo se debe "Realizar una política de compras sustentables. Identificar materiales. Hacer seguimiento política."

Para lograr esto primero se debe identificar que es una compra sustentable o verde según la Fundación Centro de Gestión Tecnológica e Informática Industrial CEGESTI (2008) es una contratación en la cual se han contemplado requisitos ambientales relacionados con una o varias de las etapas del ciclo de vida del producto por comprar; esto es, desde la extracción de la materia prima, su fabricación, distribución y uso, hasta su disposición final. De este modo, el comprador

satisface la necesidad de la institución que da origen a la compra, pero no descuida el impacto ambiental que esta ocasionará.

Adicionalmente para esta política es necesario conocer que se considera un producto verde, es aquel que tiene un mejor desempeño ambiental a lo largo de su ciclo de vida, y que cumple con la misma función (o mejor inclusive), tiene igual calidad y le brinda una satisfacción similar al usuario que el producto regular. Definición tomada del International Council for Local Environmental Initiatives (ICLEI), The Procura+ Manual, 2 edición.

➤ *Metodología de implementación.* Los pasos propuestos se basan en el conocido ciclo de mejora continua: Planear, Hacer, Verificar y Actuar. Este ciclo es constante y busca que el edificio aspire a metas cada vez más retadoras, mejorando continuamente su gestión, las fases se dividen así:

- *Planear:*

- Compromiso de la Administración y de los propietarios: Este compromiso debe evidenciarse, como mínimo, mediante la definición y la aprobación de la política ambiental de compras y de los objetivos ambientales de estas.
- Definición de un responsable de compras sostenibles: El responsable debe contar con suficiente autoridad para implementar los planes de acción definidos y deberá presentar informes periódicos de avance al gerente del proyecto y consejo de administración.
- Definición de una política ambiental de compras: Es importante que el edificio defina su política ambiental de compras, de modo que sea evidente el compromiso de la administración hacia la compra de productos y servicios en los que hay responsabilidad con el ambiente. Con el fin de contar con información que permita tomar la decisión sobre cuáles son sus compromisos.

A continuación se muestra la grafica 3 donde se presentan en resumen los elementos y el ciclo que debe tener una política de compras sostenibles:

Grafica 3. Política de compras verdes



Fuente: Elaborado por Jhoan Rodríguez y Andrés Plazas

Sugerimos como definición de la política ambiental de compras del edificio el siguiente texto:

“En el Edificio Torre Empresarial Petrobras nos comprometemos a adquirir nuestros productos, servicios y trabajos de manera que se produzca un progreso continuado y evaluable en nuestro rendimiento medioambiental, a causa de la reducción de nuestros impactos en el medio ambiente, y haciendo el mejor uso de los recursos económicos de los propietarios”.

- Definición de objetivos ambientales de compras: La administración del edificio debe definir objetivos y metas razonables que le permitan ir incluyendo el concepto en sus compras, puede ser destinar un 60% del presupuesto del total de las compras a aquellas que son verdes, y que este porcentaje pueda irse incrementando paulatinamente según la experiencia que se vaya adquiriendo.

- *Hacer*

- Ajustes al proceso de compras: La compra deberá iniciar con una justificación sobre la necesidad de esta, de modo que se eviten los gastos innecesarios. La contratación deberá incluir cualquier requerimiento ambiental desde la definición de las especificaciones técnicas, pues de lo contrario, en la etapa de valoración y comparación de ofertas será muy tarde, es recomendable que la entrega de productos se haga en la menor cantidad de viajes posibles, con el fin de aprovechar al máximo los transportes. También se recomienda solicitarle al proveedor que minimice el uso de material de empaque.
- Comunicación a los proveedores y propietarios: Tanto la política como los objetivos y otras iniciativas implementadas por el edificio, así como logros en el campo de compras verdes y

gestión ambiental en general, deberán comunicarse a proveedores, usuarios, empleados y otros entes interesados.

- *Verificar*

- Monitoreo objetivos: Es importante que la organización brinde seguimiento periódico a su desempeño ambiental, en este caso, relacionado con su desempeño en compras.

- *Actuar*

- Nuevo inicio del ciclo: La administración deberá conservar la información relacionada con sus compras verdes, aprender de sus errores, mejorar sus prácticas y crear una base de datos disponible para futuras compras. Cada año deberá definir sus objetivos, con base en su desempeño ambiental, así como revisar si su política ambiental de compras se mantiene o requiere cambios.

- *Crédito 1 compras sustentables.* Para el cumplimiento de este crédito es necesaria la implementación de un Plan de compras sustentables que en la actualidad no existe. Para ello sugerimos que se tengan en cuenta los criterios de sustentabilidad para la compra de por lo menos el 60% de los implementos tales como papel, tonner, pilas y accesorios de escritorio.

Es importante reconocer las características que deben tener estos productos sostenibles son aquellos que en comparación con otros, para el entendimiento de esta clase de compras:

- Generan eficiencia en el uso de recursos, energía o agua.
- Usan recursos renovables.
- Tienen bajo contenido o ausencia de sustancias tóxicas.
- Son bajos en emisiones de carbono y otros gases efecto invernadero.
- Permiten reducción de desperdicios.
- Usan materiales reciclados.
- Proviene de procesos de producción limpia.
- Son duraderos.
- Son fáciles de reparar.
- Son reusables.
- Son reciclables, hechos de materiales que pueden ser separados.

Para la implementación del plan de compras sustentables se deben seguir los siguientes pasos:

➤ Fomento y promoción de la Compra Sostenible

- Destacar la importancia de las Compra Sostenible para el Edificio.
- Involucrar, formar e informar a todos los funcionarios responsables de las compras en el edificio.
- Incorporar las Compras Sostenible en la planeación estratégica.

➤ Decisión de compra

- Identificar los productos y servicios que se contratan.
- Conocer quiénes son los proveedores habituales y con qué criterios se van a seleccionar las empresas proveedoras.
- Priorizar los servicios y los productos.

➤ Comunicación

- Realizar una campaña de comunicación interna.
- Informar de la política de las Compras Sostenibles a los proveedores.

➤ Evaluación

- Escoger los indicadores de control y evaluación.
- Designar los responsables de control.
- Definir los resultados que se espera conseguir.
- Detectar e incorporar las posibles mejoras.

Debido a que en este momento se están realizando compras de productos convencionales, los costos de los elementos sustentables ya están incluidos dentro del presupuesto anual del edificio, el proceso de aplicación del plan no generaría un costo considerable, sin embargo se deben asignar funciones en los empleados relacionados con las compras.

- *Crédito 2 equipos eléctricos.* Este crédito es similar al crédito 1, y se deben aplicar los mismos criterios mencionados anteriormente, lo que se debe incluir son las compras de equipos eléctricos y muebles de oficina que por lo menos deben ser el 40% y deben cumplir con la norma técnica colombiana ISO 14020 Etiquetas y Declaraciones Ambientales.

- *Crédito 9. Residuos de remodelaciones.* En la actualidad el edificio se encuentra en la etapa de adecuación de aproximadamente el 20% de las oficinas, por lo tanto es de vital importancia que se incluya dentro del plan de manejo de residuos sólidos el manejo de los materiales de construcción resultantes de estas oficinas, teniendo en cuenta que mínimo el 70% se deben derivar a centros de reciclaje y el restante se deberán tener registros el tipo de desperdicio, cantidad, peso que deberán ser llevados al botadero de la ciudad.

A continuación se presenta el cuadro resumen de los créditos calificables en el ítem de materiales y recursos en el cual se verifica cuales de estos requisitos se cumplen en este momento en el edificio y los que son factibles de desarrollar para lograr los créditos necesarios para la certificación:

Cuadro 5. Resumen Créditos calificables LEED, materiales y recursos.

Materiales y recursos		Descripción	Cumplimiento
Prerrequisito 1	Política de compra sustentables	Realizar una política de compras sustentables. Identificar materiales. Hacer seguimiento política.	No cumple/Desarrollable
Prerrequisito 2	Política de gestión de los residuos sólidos.	Realizar una política de manejo de desechos sólidos y reciclaje	Cumple
Crédito 1	Compras sustentables	60% de las compras como papel, tonner cartridge, pilas y accesorios de escritorios deben cumplir criterios sustentabilidad.	No cumple/Desarrollable
Crédito 2	Compras sustentables – Elementos duraderos		No cumple/Desarrollable
	Equipos eléctricos	40% de las compras de equipos eléctricos deben cumplir el	

Materiales y recursos		Descripción	Cumplimiento
		criterio.	
	Muebles	40% de las compras de muebles deben cumplir el criterio.	No cumple/Desarrollable
Crédito 3	Compras sustentables - Remodelaciones	Realizar un programa de compra sustentable para materiales permanentes cuando se realicen modificaciones al edificio.	No Cumple
Crédito 4	Compras Sustentables - Reducción de Mercurio en lámparas	Realizar programa de compras de lámparas, que limite cantidad de mercurio y eficiencia energética. 90% debe cumplir criterio.	Cumple
Crédito 5	Compras sustentables alimentación.	Registro materiales. Registro documentación proveedores. 25% de las compras de comida y bebidas debe cumplir criterios.	No aplica
Crédito 6	Manejo de Residuos Sólidos - Auditoría de desperdicios.	Realizar una auditoría de tránsitos de desechos consumibles, tomarla como línea base para mejoras. Hacer plan, informes de procedimientos, muestreo, tiempos. Listado de oportunidades de mejora.	No cumple
Crédito 7	Programa de reciclaje	Mantener un programa de reducción y reciclaje para: papel, toner cartridge, vidrio, plástico, cartón, metal y desechos de comida. Verificación contratista. Seguimiento de la basura. Delinear programa de reciclado.	Cumple
Crédito 8	Programa de reciclaje de residuos peligrosos.	Mantener un programa de reducción y reciclaje para: equipos de oficina, artefactos, adaptadores de energía, televisores y otros equipos audiovisuales. (Id. Anterior)	Cumple
Crédito 9	Residuos de remodelaciones.	Derivar un 70% de los materiales de construcción resultantes de modificaciones del edificio a centros de reciclaje. Registrar basura producida. Listar componentes desviados de botadero. Seguimiento desechos.	No Cumple/Desarrollable

Fuente: U.S. Green Building Council, www.usgbc.org

3.2.5. Calidad del aire interior. El objetivo de este capítulo es establecer una eficiencia mínima de calidad de aire interior, para aumentar la calidad del aire interior del edificio, contribuyendo así al confort y el bienestar de los ocupantes.

- **Diagnóstico de la situación actual.** La intención principal es verificar la eficiencia del manejo de la calidad del aire interior en el Edificio, principalmente en lo concerniente al confort térmico y lumínico.

- **Prerrequisito 1 suministro de aire del exterior y sistema de extracción de aire.** La intención es el establecimiento de unos mínimos de calidad del aire al interior del proyecto, para lo cual debe tenerse en cuenta los requisitos establecidos en la norma ASHRAE 62.1-2007 cuyo propósito es: "Especificar cantidades mínimas de ventilación y otras medidas destinadas a proveer una calidad de aire interior que sea aceptable para las personas y que minimiza los efectos adversos a la salud" con base en las condiciones de operación normal.

De acuerdo a la Norma se debe tener en cuenta la calidad del aire tanto interior como exterior; el aire exterior puede contener contaminantes que es necesario filtrar antes de su ingreso al edificio.

La definición de ventilación según ASHRAE 62.1 es "Proceso de suministro o remoción de aire desde un espacio con el propósito de controlar los niveles de contaminación en el aire, humedad o temperatura dentro del recinto". Acorde con esto se establecen requerimientos mínimos de ingreso de aire exterior y de extracción de aire interior en las oficinas y locales del edificio.

Requerimientos mínimos de ingresos de aire exterior. El requerimiento de suministro de aire exterior según la norma ASHRAE 62.1 esta relacionado con el área del recinto, el uso que se da al espacio y la cantidad de personas que se encuentran en el, en este caso para oficinas en edificios se tiene:

Rata de aire exterior para personas Rp: 5 cfm/persona
 Rata del aire exterior del área Ra: 0.06 cfm/pie²
 (Cfm: pie cúbico por minuto)

Requerimientos mínimos de extracción de aire interior. De acuerdo al diseño del sistema de reventilación mecánica del edificio, la cantidad de aire extraída es menor que la suministrada, lo que nos arroja una rata de aire interior menor a la exterior.

El estándar nacional para la presentación de áreas está dada en m², pero debido a que los indicadores de rateo están dados en pies², es necesario realizar la conversión de áreas, En la tabla 6 se observa el cálculo de los indicadores exigidos por la norma ASHRAE 62.1, tales como rata de suministro de aire exterior, rata de extracción de aire interior por cada oficina.

Tabla 6. Resumen tasas de ventilación y extracción en las oficinas

CÁLCULOS CUMPLIMIENTO TASAS VENTILACIÓN OFICINAS EDIFICIO PETROBRAS				ASHRAE 62.1	0.06 cfm/pie ²	
OFICINA	SUMINISTRO (CFM)	EXTRACCIÓN (CFM)	AREA (m ²)	AREA (pie ²)	Ra - Exterior (Suministro) - cfm/pie ²	Ra - Interior (Extracción) - cfm/pie ²
				10,76391045		
OFI 401	700	500	395,63	4258,53	0,16	0,12
OFI 402	200	200	103,21	1110,94	0,18	0,18
OFI 403	350	250	82,03	882,96	0,40	0,28
OFI 404	350	250	99,79	1074,13	0,33	0,23
OFI 405	350	250	84,68	911,49	0,38	0,27
OFI 406	350	250	97,50	1049,48	0,33	0,24
LC 407	500	400	286,51	3083,97	0,16	0,13

CÁLCULOS CUMPLIMIENTO TASAS VENTILACIÓN OFICINAS EDIFICIO PETROBRAS				ASHRAE 62.1	0.06 cfm/pie ²	
OFICINA	SUMINISTRO (CFM)	EXTRACCIÓN (CFM)	AREA (m2)	AREA (pie2)	Ra - Exterior (Suministro) - cfm/pie2	Ra - Interior (Extracción) - cfm/pie2
OFI 408	350	250	75,72	815,04	0,43	0,31
OFI 409	350	250	106,51	1146,46	0,31	0,22
OFI 410	350	250	93,82	1009,87	0,35	0,25
OFI 411	350	250	120,03	1291,99	0,27	0,19
OFI 412	400	400	126,91	1366,05	0,29	0,29
LC 413	700	400	315,56	3396,66	0,21	0,12
OFI 414	400	300	183,81	1978,51	0,20	0,15
OFI 501	700	500	390,97	4208,37	0,17	0,12
OFI 502	200	200	53,66	577,59	0,35	0,35
OFI 503	200	200	51,13	550,36	0,36	0,36
OFI 504	350	250	90,81	977,47	0,36	0,26
OFI 505	350	250	100,27	1079,30	0,32	0,23
OFI 506	350	250	93,69	1008,47	0,35	0,25
OFI 507	350	250	98,17	1056,69	0,33	0,24
OFI 508	500	400	285,69	3075,14	0,16	0,13
OFI 509	350	250	76,19	820,10	0,43	0,30
OFI 510	350	250	115,91	1247,64	0,28	0,20
OFI 511	350	250	117,33	1262,93	0,28	0,20
OFI 512	350	250	117,21	1261,64	0,28	0,20
OFI 513	200	150	64,20	691,04	0,29	0,22
OFI 514	200	150	64,41	693,30	0,29	0,22
OFI 515	700	400	314,42	3384,39	0,21	0,12
OFI 516	400	300	196,64	2116,62	0,19	0,14
OFI 601	800	600	492,73	5303,70	0,15	0,11
OFI 602	200	200	53,66	577,59	0,35	0,35
OFI 603	200	200	51,13	550,36	0,36	0,36
OFI 604	350	250	90,81	977,47	0,36	0,26
OFI 605	350	250	100,27	1079,30	0,32	0,23
OFI 606	350	250	93,69	1008,47	0,35	0,25
OFI 607	350	250	98,17	1056,69	0,33	0,24
OFI 608	500	400	285,69	3075,14	0,16	0,13
OFI 609	350	250	76,19	820,10	0,43	0,30
OFI 610	350	250	115,26	1240,65	0,28	0,20
OFI 611	350	250	117,33	1262,93	0,28	0,20
OFI 612	350	250	117,21	1261,64	0,28	0,20
OFI 613	400	400	128,62	1384,45	0,29	0,29
OFI 614	700	400	314,42	3384,39	0,21	0,12
OFI 615	300	300	94,88	1021,28	0,29	0,29
OFI 701	800	600	390,97	4208,37	0,19	0,14
OFI 702	200	200	53,66	577,59	0,35	0,35
OFI 703	200	200	51,13	550,36	0,36	0,36
OFI 704	350	250	90,81	977,47	0,36	0,26
OFI 705	350	250	100,27	1079,30	0,32	0,23
OFI 706	350	250	93,69	1008,47	0,35	0,25
OFI 707	350	250	98,17	1056,69	0,33	0,24
OFI 708	500	400	285,69	3075,14	0,16	0,13

CÁLCULOS CUMPLIMIENTO TASAS VENTILACIÓN OFICINAS EDIFICIO PETROBRAS				ASHRAE 62.1	0.06 cfm/pie ²	
OFICINA	SUMINISTRO (CFM)	EXTRACCIÓN (CFM)	AREA (m2)	AREA (pie2)	Ra - Exterior (Suministro) - cfm/pie2	Ra - Interior (Extracción) - cfm/pie2
OFI 709	350	250	76,19	820,10	0,43	0,30
OFI 710	350	250	115,26	1240,65	0,28	0,20
OFI 711	350	250	117,33	1262,93	0,28	0,20
OFI 712	350	250	117,21	1261,64	0,28	0,20
OFI 713	400	400	128,62	1384,45	0,29	0,29
OFI 714	700	400	314,42	3384,39	0,21	0,12
OFI 715	400	300	196,64	2116,62	0,19	0,14
OF 801	350	250	122,36	1317,07	0,27	0,19
OFI 802	350	250	142,76	1536,66	0,23	0,16
OFI 803	300	250	100,15	1078,01	0,28	0,23
OFI 804	200	150	53,66	577,59	0,35	0,26
OFI 805	200	150	51,13	550,36	0,36	0,27
OFI 806	300	250	90,81	977,47	0,31	0,26
OFI 807	300	250	100,87	1085,76	0,28	0,23
OFI 808	300	250	93,69	1008,47	0,30	0,25
OFI 809	300	250	98,17	1056,69	0,28	0,24
OFI 810	550	400	285,69	3075,14	0,18	0,13
OFI 811	250	200	76,19	820,10	0,30	0,24
OFI 812	300	250	115,26	1240,65	0,24	0,20
OFI 813	300	250	117,33	1262,93	0,24	0,20
OFI 814	300	250	117,21	1261,64	0,24	0,20
OFI 815	400	300	128,62	1384,45	0,29	0,22
OFI 816	700	400	314,42	3384,39	0,21	0,12
OFI 817	600	400	196,64	2116,62	0,28	0,19
OFI 901	350	250	122,36	1317,07	0,27	0,19
OFI 902	350	250	148,08	1593,92	0,22	0,16
OFI 903	300	250	50,05	538,73	0,56	0,46
OFI 904	300	250	51,43	553,59	0,54	0,45
OFI 905	200	150	53,65	577,48	0,35	0,26
OFI 906	200	150	51,13	550,36	0,36	0,27
OFI 907	300	250	90,81	977,47	0,31	0,26
OFI 908	300	250	100,27	1079,30	0,28	0,23
OFI 909	300	250	93,69	1008,47	0,30	0,25
OFI 910	300	250	98,17	1056,69	0,28	0,24
OFI 911	550	400	285,69	3075,14	0,18	0,13
OFI 912	250	200	76,19	820,10	0,30	0,24
OFI 913	300	250	115,26	1240,65	0,24	0,20
OFI 914	300	250	117,33	1262,93	0,24	0,20
OFI 915	300	250	117,21	1261,64	0,24	0,20
OFI 916	200	150	64,20	691,04	0,29	0,22
OFI 917	200	150	64,71	696,53	0,29	0,22
OFI 918	700	400	314,42	3384,39	0,21	0,12
OFI 919	500	300	196,64	2116,62	0,24	0,14
OFI 1001	800	600	500,27	5384,86	0,15	0,11
OFI 1002	200	200	53,66	577,59	0,35	0,35
OFI 1003	200	200	51,13	550,36	0,36	0,36

CÁLCULOS CUMPLIMIENTO TASAS VENTILACIÓN OFICINAS EDIFICIO PETROBRAS				ASHRAE 62.1	0.06 cfm/pie ²	
OFICINA	SUMINISTRO (CFM)	EXTRACCIÓN (CFM)	AREA (m ²)	AREA (pie ²)	Ra - Exterior (Suministro) - cfm/pie ²	Ra - Interior (Extracción) - cfm/pie ²
OFI 1004	350	250	90,81	977,47	0,36	0,26
OFI 1005	350	250	100,27	1079,30	0,32	0,23
OFI 1006	350	250	93,69	1008,47	0,35	0,25
OFI 1007	350	250	98,17	1056,69	0,33	0,24
OFI 1008	500	400	285,69	3075,14	0,16	0,13
OFI 1009	350	250	76,19	820,10	0,43	0,30
OFI 1010	350	250	115,26	1240,65	0,28	0,20
OFI 1011	350	250	117,33	1262,93	0,28	0,20
OFI 1012	350	250	117,21	1261,64	0,28	0,20
OFI 1013	400	400	128,62	1384,45	0,29	0,29
OFI 1014	700	400	398,97	4294,48	0,16	0,09
OFI 1101	5900	4500	2303	24789,29	0,24	0,18
OFI 1201	5900	4500	2303	24789,29	0,24	0,18
OFI 1301	5900	4500	2303	24789,29	0,24	0,18
OFI 1401	5900	4500	2303	24789,29	0,24	0,18
OFI 1501	5900	4500	2303	24789,29	0,24	0,18
OFI 1601	5900	4500	2600	27986,17	0,21	0,16
OFI 1701	350	250	126,35	1360,02	0,26	0,18
OFI 1702	350	250	147,20	1584,45	0,22	0,16
OFI 1703	300	250	100,05	1076,93	0,28	0,23
OFI 1704	400	300	114,58	1233,33	0,32	0,24
OFI 1705	900	750	327,39	3524,00	0,26	0,21
OFI 1706	550	400	362,68	3903,86	0,14	0,10
OFI 1707	550	400	165,85	1785,19	0,31	0,22
OFI 1708	300	250	119,89	1290,49	0,23	0,19
OFI 1709	300	250	107,17	1153,57	0,26	0,22
OFI 1710	400	300	139,39	1500,38	0,27	0,20
OFI 1711	700	400	311,65	3354,57	0,21	0,12
OFI 1712	500	300	193,57	2083,57	0,24	0,14
PROMEDIO	642,97	483,98	248,73	2677,26	0,28	0,22

Fuente: Elaborado por Jhoan Rodríguez y Andrés Plazas

- *Prerrequisito 2 control ambiental del uso del cigarrillo.* Para el cumplimiento de este requisito la primera estrategia es simplemente prohibir el uso de cigarrillo en su totalidad. Si se desean tener áreas específicas para fumar, se deben cumplir con unos requerimientos específicos de diseño arquitectónico y mecánico.

Dentro del manual del usuario Edificio Torre Empresarial Petrobras en las páginas p. 17, 19 y 22 se menciona la prohibición de fumar en Ascensores, Estacionamientos, Pasillos, Recepción, Escaleras de emergencia y en áreas privadas en adecuación.

- *Crédito 1.2 mejores prácticas para el control del aire de suministro exterior y del interior.* En la actualidad el sistema de reventilación mecánica del Edificio, cuenta con un sistema de monitoreo y control remoto, el cual es supervisado y manejado desde el cuarto de control del edificio. Este sistema cuenta con sensores de flujo de aire a la salida de los equipos que permiten verificar el

estado actual del sistema, por otro lado cuenta con variadores de velocidad donde se visualiza la frecuencia de operación del sistema, que a su vez permite relacionar velocidad del motor con las Cfm suministradas.

Para este caso en el anexo 1 se observa el plano de distribución de equipos, donde se puede observar las capacidades, dimensiones de ductos, identificación de equipos, diagramas unifilares.

El plan de mantenimiento de este sistema se realiza mensualmente por medio de una empresa contratista, pero bajo la supervisión del área de mantenimiento del edificio. Los registros de estos trabajos son llevados en planillas certificadas de prestación de servicios del contratista, donde se especifica la fecha, listado de tareas, observaciones cuando se tenga una novedad de cambio de partes.

- *Crédito 1.3 mejores prácticas para el control del aire de suministro interior*, incremento de la ventilación. Como se observa en la tabla 5 los cálculos de cumplimiento tasas ventilación oficinas edificio Petrobras, la rata de ventilación exigida para esta clase de espacios según la norma ASHRAE 62.1-2007 es de 0.06 Cfm/pie² y el promedio de rateo para el edificio según las mediciones efectuadas es de 0.28 Cfm/pie, lo que nos indica que esta por encima de los rangos de ventilación exigidos en este crédito, además el sistema cuenta con variadores de velocidad y rejillas regulables en cada oficina que permiten la variación de la cantidad de aire que ingresa.

Para la verificación de los objetivos se realizo la tabla 5 cálculos cumplimiento tasas ventilación oficinas edificio Petrobras, donde se puede observar el cálculo por oficina y el promedio general.

- *Crédito 2.4 luz natural y vista*. Mediante este crédito se busca lograr una conexión visual directa de los ocupantes con el exterior y lograr niveles de iluminación natural.

El edificio cumple con este crédito ya que su diseño arquitectónico como se puede observar en la figura 1, la fachada es totalmente en vidrio templado con película polarizante color azul, su ubicación esta en punto de la ciudad donde no tiene construcciones cercanas de mayor altura y al ocupar una manzana su diseño permite tener una visión de 360°.

Por lo anterior el edificio cuenta con luz natural durante el periodo de luz solar, lo que permite un ahorro en el consumo de energía por concepto de iluminación.

- *Crédito 3.4 Limpieza mantenimiento sostenible en equipos*. La administración del edificio cuenta con un programa quincenal de limpieza de cuartos técnicos y equipos por medio de una brigada de aseo, para el mantenimiento y durabilidad de los equipos lo que contribuye a la prolongación de la vida útil de los equipos, disminuyendo su impacto ambiental.

Estas jornadas de limpieza son registradas en planillas donde se especifica persona a cargo de la limpieza, fecha, hora y novedad encontrada, además por protocolo de la firma administradora del edificio dentro de su programa de integral de mantenimiento preventivo cada equipo cuenta con un formato llamado "HOJA DE VIDA", donde se registra las especificaciones técnicas del equipo, compañía o encargado del mantenimiento, fecha, observaciones y funcionario quien periódicamente realiza la visita de inspección.

- *Crédito 3.5 productos químicos usados en limpieza del ingreso al edificio*. El Edificio cuenta con dos entradas peatonales ubicadas sobre la Cr 9 y la Cr 11, por allí ingresa la mayor parte de la contaminación y suciedad que afectan al edificio por lo que constantemente se hace necesaria la limpieza constante de estas zonas, para ello se utilizan protocolos de limpieza como lo son la

utilización de señales de precaución, la utilización de los implementos de seguridad industrial (delantales, guantes, tapabocas) y el correcto uso de los productos químicos (detergentes y desinfectantes) utilizándolos en las concentraciones y cantidades indicadas, con el cumplimiento de normas para el almacenamiento y envase de estos productos de manera que se mitigue al máximo los accidentes por este concepto.

- *Crédito 3.6 manejo y control de plagas.* Dentro del plan de saneamiento está incluido el programa de control de plagas del edificio, que consiste en la combinación de acciones programadas que buscan minimizar al máximo la población de insectos voladores, rastreros y roedores con eficacia, seguridad y responsabilidad ambiental.

Para el cumplimiento de este programa se contrato a una firma especializada en fumigación y control de plagas, trabajos supervisados por el área de mantenimiento del edificio, y con una periodicidad mensual para el control de plagas y trimestral para la fumigación, los cuales son registrados tanto en planillas del proveedor como las de la administración.

Los estándares determinados en el programa de control de plagas son:

- Listado de productos a utilizar
- Fichas técnicas de los productos
- Hojas de seguridad (MSDS) de los productos
- Equipo de control de plagas a utilizar
- Métodos o procedimientos para el control de Plagas
- Áreas tratadas
- Frecuencia
- Recomendación de próximo servicio.
- Certificado escrito
- Mapa o plano donde se ubiquen todos los elementos físicos de control y captura de plagas o rodentización (lugares en esquema- Opcional).
- La administración del edificio no debe permitir que se dejen envases, estopas o materiales contaminados con los químicos utilizados en la fumigación o desinfección.
- Adicionalmente, se recomienda solicitar un informe anual que incluya la disposición de los envases de los plaguicidas usados.

- ***Propuesta de las actividades a desarrollar.*** Dentro de las actividades a desarrollar se encuentra el obligatorio cumplimiento de el prerrequisito 3, del cual se hace la propuesta para su logro, las demás actividades se determinaron por ser las más factibles desarrollar en el Edificio para alcanzar la certificación, que se proponen debido a la posibilidad de implementación son las solicitadas en los créditos .

- *Prerrequisito 3 Política de Limpieza verde,* para lograrlo se debe “Realizar un plan de limpieza verde para el edificio, actualización contratos.”

Primero es bueno aclarar que se entiende por Limpieza Verde, es el uso de productos y servicios que reducen el impacto a la salud de las personas y del medio ambiente comparado con otros productos destinados para el mismo fin. El objetivo es el de proteger la salud de los ocupantes, visitantes y personal de limpieza del edificio y al mismo tiempo reducir la contaminación en el medio ambiente si lo comparamos con los productos químicos usados hasta la fecha con los efectos tóxicos que estos han producido.

La selección de productos es importante pero también se deben tener en cuenta los procedimientos, equipos, papel, bolsas, traperos, cepillos, alfombras los cuales son usados para un efectivo programa de limpieza.

Los beneficios que la limpieza verde trae al edificio son los siguientes:

- Incremento de la calidad del ambiente interior.
 - Mayores ingresos potenciales por rentas
 - Reducción de costos.
 - Aumento de la vida útil del edificio, entre otros.
- El plan de limpieza verde que sugerimos implementar en el edificio debe contemplar los siguientes aspectos:
- *Ingresos peatonales al Edificio:* Debido a que el 80% de la suciedad de un edificio es ocasionada a través de la entrada es importante incluir alfombras para el exterior y la recepción, las cuales deberán ser aspiradas por lo menos una vez al día, instalar señales de precaución cada vez que se realice una labor de limpieza, barrer diariamente las escaleras y rampas de acceso al edificio tanto en la Cra. 9 como en la Cra. 11.
 - *Cuidado de pisos:* Colocar siempre señales de precaución antes de iniciar la limpieza, establecer un plan de mantenimiento de rutina, intermedio y restaurativo, aspirarlos diariamente utilizando aspiradores con filtros HEPA, posteriormente deben ser lavados con una fregadora automática para remover la suciedad que la aspiradora no pudo remover.
 - *Cuidado de alfombras y textiles:* Siempre colocar las señales de precaución, aspirar todos los días las alfombras de la entrada y de los ascensores.
 - *Limpieza de polvo:* Utilizar paños de micro fibra para capturar y eliminar el polvo, evitar el uso de plumeros que remueven el polvo.
 - *Baños:* Establecer un plan de rutina, mantenimiento y restaurativo, siempre se deberá colocar las señales de precaución y cerrado de los baños antes de iniciar su limpieza. Limpiar constantemente las superficies donde las manos tienen contacto para evitar que los gérmenes se propaguen. Eliminar la humedad para evitar accidentes y que se propaguen bacterias y moho. Asegurar que las papeleras sean vaciadas y limpiadas diariamente, desinfectar regularmente los sifones. Mantener el sistema de ventilación mecánica funcionando durante y después del procedimiento de limpieza, utilizar siempre el equipo de seguridad adecuado.
 - *Control de olores:* Controlar y monitorear la excesiva cantidad de olores en las diferentes áreas del edificio.
 - *Derrames:* Limpiar los derrames tan pronto sea posible, colocar señales de precaución, asegurarse que los ocupantes sepan a quien contactar en caso de derrame, utilizar siempre el equipo de seguridad adecuado.
 - *Manejo de químicos:* Utilizar productos concentrados que reduzcan el impacto en el medio ambiente desde su empaquetado hasta el transporte, capacitar al personal de aseo sobre el manejo seguro y uso de químicos de limpieza, utilizar siempre el equipo de seguridad adecuado, utilizar envases con etiqueta y no reenvasar, no mezclar productos de limpieza juntos, guardar en lugares apropiados los productos químicos.

- *Retiro de basuras:* Tirar la basura diariamente para evitar el crecimiento de insectos y bacterias, cubrir las basuras que contengan residuos orgánicos, realizar la separación de las basuras apropiadamente.
- *Mantenimiento de parqueaderos:* Barrer la superficie del parqueadero y otros accesos semanalmente, realizar un lavado profundo de la superficie mensualmente, inspeccionar desagües y lámparas periódicamente.
- *Shut de basuras:* Deberán estar limpios, secos y ventilados, revisar los desagües y piletas para evitar el crecimiento de hongos y bacterias.

En la actualidad el edificio contrata el servicio de limpieza y aseo con la empresa Don Vapor, el cual se renueva anualmente después de un proceso de calificación realizado por la administración, los propietarios y el concejo de administración. Se recomienda incluir dentro del alcance del próximo contrato el plan de limpieza verde propuesto, haciendo especial énfasis en la utilización de productos y equipos certificados ambientalmente.

- *Crédito 1.4 reducción de las partículas en la distribución del aire.* Este crédito trata de la clase de filtros que son utilizados en los sistemas de ventilación mecánica, para el control de partículas en el aire circulante que pueden afectar la salud de los ocupantes del edificio, para lograr el puntaje de este crédito se exige que sean usados filtros que cumplan como mínimo MERV13 (Valor mínimo de eficacia) que garantice una retención del 99% de las partículas provenientes del exterior.

Los filtros con los que cuenta el edificio en el presente no cumplen con estas especificaciones, por lo que se hace necesario el cambio de los actuales por aquellos que las cumplan, en el mercado existen diversas marcas de filtros que ofrecen estas características, en total son necesarios 84 filtros para todo el edificio y el costo de estos filtros instalados es aproximadamente de \$3.430.000.

- *Crédito 1.5 Calidad de Aire en Remodelaciones.* Para lograr este crédito se deben asegurar que la calidad del aire cumpla con los normas según SMACNA (Asociación Nacional Americana de los Contratistas de ductos de metal para aire acondicionado) en las remodelaciones que se hagan en el edificio, estas normas específica el tamaño y los materiales de los ductos de ventilación, para garantizar la calidad del aire interior en el edificio durante trabajos de adecuaciones o remodelaciones en las oficinas.

Se debe cumplir normas que restrinjan el uso de productos cuya emisión de vapores u olores causen molestias a los demás ocupantes, si es necesario su uso se deben hacer fuera de los horarios laborables igualmente se debe cumplir con unas condiciones de confort para los funcionarios del edificio ubicados en las oficinas donde la temperatura promedio debe ser de 24° y una humedad relativa de 50%.

En la actualidad no existen políticas de calidad de aire para las remodelaciones y adecuaciones que se están llevando en el edificio, para implementar estas políticas se pueden incluir en el manual del usuario cuales son las condiciones que deben cumplir en las remodelaciones.

- *Crédito 2.3 monitoreo confort térmico.* Para lograr este crédito se exige que tener un sistema de control y medición de los sistemas de clima (temperatura, humedad, velocidad del viento y temperatura radiante), actualmente el edificio no cuenta con sistemas de medición del confort térmico, por lo que se hace necesario la instalación de un sensores que permitan llevar estos registros que deben cumplir con los parámetros dictados por el Ashrae 55 -2004.

Existe una serie de recomendaciones para la temperatura ideal de una oficina, el cual esta en un rango de 22° con una variación de $\pm 2^{\circ}\text{C}$, para la humedad relativa esta definida como la cantidad de vapor de agua que se encuentra en el aire con relación al máximo que puede contener a una temperatura determinada, así un aire demasiado húmedo puede producir un bochorno insoportable además de agotador, mientras que la baja humedad puede provocar resequedad de las mucosas nasales o dificultad en la respiración, para el estándar Ashrae 55-2004 esta humedad debe estar entre el 30% y el 60%. El efecto del movimiento del aire se deja sentir en la pérdida y ganancia de calor del cuerpo produciendo sensación de frescura la velocidad establecida como máxima es de 0.8 m/s para que no lleguen a ser molestas, esta aire es producido en el edificio por el sistema de ventilación mecánica que en este momento mide el flujo de aire pero no la velocidad.

Para lograr medir estas variables es necesaria la instalación de sensores de temperatura y humedad en cada una de las 125 oficinas del edificio, el costo por cada uno de estos sensores es de \$496.000, valor que incluye la instalación y el software necesario para llevar los registros de los datos recibidos para un costo de \$62.000.000.

- *Crédito 3.1 implementación programa de limpieza verde.* En el cumplimiento del prerrequisito 3 se estableció los aspectos relevantes que debe tener un plan de limpieza verde, para el cumplimiento de este crédito es necesario que este Plan se implemente, para ello se deben seguir los parámetros indicados en cuanto la limpieza de:

- Ingresos peatonales al Edificio.
- Cuidado de pisos.
- Cuidado de alfombras y textiles.
- Limpieza de polvo.
- Baños.
- Control de olores.
- Derrames.
- Manejo de químicos.
- Retiros de basuras.
- Mantenimiento de parqueaderos.
- Shut de basuras.

Como ya se dijo anteriormente, el edificio contrata el servicio de limpieza y aseo con la empresa Don Vapor, el cual se renueva anualmente. Se recomienda incluir dentro del alcance del próximo contrato la implementación del plan de limpieza verde, haciendo especial énfasis en la utilización de productos y equipos certificados ambientalmente, y en la capacitación que deben brindar a todos los empleados que vayan a prestar sus servicios al Edificio, en el manejo de los protocolos y de los productos a utilizar.

Para el desarrollo de los registros de productos químicos se deben diligenciar formatos MSDS, los cuales son fichas en las cuales se registran los datos de seguridad de sustancias químicas peligrosas, en ellas se deben incluir como mínimo los siguientes datos:

- Identificación del producto e información del fabricante.
- Composición e información sobre los ingredientes.
- Identificación de los riesgos y efectos por exposición.
- Medidas contra el fuego.
- Medidas en caso de derrame o fuga.
- Manipulación y almacenamiento.
- Controles a la exposición y equipo de protección personal.

- Propiedades físicas y químicas.
- Estabilidad y Reactividad.
- Información sobre toxicología.
- Información de los efectos sobre la ecología.
- Consideraciones sobre la disposición final del producto.
- Información sobre el transporte.

Sobre todas estas consideraciones se debe también realizar la capacitación a los empleados que manipulen o tengan algún contacto con los productos de aseos del edificio.

A continuación se presenta el cuadro 5 resumen de los créditos calificables en el ítem del control de calidad del aire interior en la cual se verifica cuales de estos requisitos se cumplen en este momento en el edificio y cuáles son los factibles por desarrollar para el cumplimiento.

Cuadro 6. Resumen Créditos calificables LEED, calidad del aire interior.

Calidad del aire interior		Descripción	Cumplimiento
Prerrequisito 1	Suministro de Aire del Exterior y Sistema de Extracción de Aire.	Verificar si el edificio cumple con AHSRAE 62.1-2007. Desarrollar cálculos cumplimiento tasas ventilación. Seguimiento mantenimiento HVAC. (Considerar aparte ingeniería HVAC).	Cumple
Prerrequisito 2	Control Ambiental del Uso del Cigarrillo	Verificar si el edificio cumple con lo establecido para sector de fumadores. Desarrollar documentación, planos que indiquen políticas. Seguimiento test data.	Cumple
Prerrequisito 3	Política de Limpieza verde	Realizar un plan de limpieza verde para el edificio, actualización contratos.	No cumple/Desarrollable
Crédito 1.1	Mejores prácticas en la gestión de la calidad de aire interior	Implementar un plan de administración de calidad de aire interior basado en la EPA. Aplicar I-Beam. Desarrollar y mantener programa de inspección IAQ. Seguimiento auditorias IAQ.	No cumple

Calidad del aire interior		Descripción	Cumplimiento
Crédito 1.2	Mejores Prácticas para el control del aire de suministro exterior y del interior.	Instalar sistemas de monitoreo constante para asegurar los niveles de suministro de aire exterior. Desarrollar documentación monitoreo, planos, esquemas, elevaciones y programación. Seguimiento calibración y mantenimiento de medidores de flujo de aire.	Cumple
Crédito 1.3	Mejores Prácticas para el control del aire de suministro interior. Incremento de la ventilación.	Incrementar en 30% los rangos de ventilación a las manejadoras de aire por sobre el mínimo establecido en el estándar ASHRAE 62.1-2007. Desarrollar resumen mostrando que los objetivos se alcanzan.	Cumple
Crédito 1.4	Reducción de las partículas en la distribución del aire	Todo filtro en sistema de ventilación debe ser mínimo MERV13. Documentar y desarrollar programa de mantenimiento.	No cumple/Desarrollable
Crédito 1.5	Calidad de Aire en Remodelaciones.	En remodelaciones asegurar una calidad de aire interior según SMACNA. Documentar.	No cumple/Desarrollable
Crédito 2.1	Confort de los ocupantes - Estudio de los ocupantes	Realizar un cuestionario de confort a los ocupantes sobre: calefacción, ruidos, calidad de aire, iluminación, limpieza del edificio y otros parámetros de confort.	No cumple
Crédito 2.2	Control de los Sistemas - Iluminación	Implementar para 50% de los ocupantes y zonas comunes, control de iluminación que satisfaga requerimientos individuales. Desarrollar encuesta. Implementar encuesta. Analizar resultados. Desarrollar plan acciones correctivas.	No cumple
Crédito 2.3	Monitoreo confort térmico de los ocupantes.	Tener un sistema de control y medición de los sistemas de clima (temperatura, humedad, velocidad de viento, y temperatura radiante) según ASHRAE 55-2004. Mantener	No cumple/Desarrollable

Calidad del aire interior		Descripción	Cumplimiento
		registros.	
Crédito 2.4	Luz Natural y Vista	Lograr una conexión visual directa de los ocupantes con el exterior y lograr niveles de iluminación natural. Desarrollar planos, tablas descriptivas de cálculos. (modelo computacional)	Cumple
Crédito 3.1	Implementación de programa de limpieza verde.	Desarrollar e implementar un programa exhaustivo de limpieza verde basado en el GREEN CLEANING POLICY. Contratar staff, capacitar staff. Desarrollar registros de productos químicos.	No cumple/Desarrollable
Crédito 3.2	Limpieza Verde - Evaluación de la Eficacia de la implementación	Realizar una auditoria anual en concordancia con la APPA Leadership in educational Facilities. Implementar cambios, programas, procedimientos.	No cumple
Crédito 3.3	Green Cleaning – Purchase of Sustainable Cleaning Products and Materials	Documentar, seguimiento facturas, llevar MSDS. 30% de los materiales e insumos de limpieza deben cumplir al menos un criterio establecido.	No cumple
Crédito 3.4	Limpieza mantenimiento sostenible en equipos.	Desarrollar plan de limpieza de equipos que disminuya contaminación del edificio e impacto ambiental. Llevar registro. Mantener inventario.	Cumple
Crédito 3.5	Productos químicos usados en limpieza del ingreso al Edificio.	Sistemas de limpieza en entradas (10 ft long) deben cumplir requerimientos. Plan para sistemas de entrada y sistema de limpieza.	Cumple
Crédito 3.6	Manejo y Control de plagas.	Desarrollar, implementar y administrar un plan en uso de pesticidas y control de plagas. Llevar registros. Desarrollar estándares.	Cumple

Fuente: U.S. Green Building Council, www.usgbc.org

3.3 EVALUACIÓN DE SITUACIÓN ACTUAL Y PROYECTADA

Terminado el proceso del análisis de la situación actual y con la propuesta de actividades necesarias para el logro de la certificación LEED, en la modalidad *Edificios Existentes, Operación y Mantenimiento*, se asigna el puntaje establecido por la Green Building Council (GBC), para cada uno de los criterios evaluados, teniendo en cuenta la existencia de prerrequisitos de obligatorio cumplimiento y los créditos que cumplen y los que se pueden desarrollar, de acuerdo a los resultados anteriores, la calificación obtenida por la Torre Empresarial Petrobras en el análisis de la situación actual y con la ejecución de las actividades propuestas se presenta en el siguiente cuadro:

Tabla 7. Calificación obtenida situación actual y con la propuesta.

SITIOS SOSTENIBLES		Situación Actual	Con la Propuesta
Crédito 1	Certificación LEED diseño y construcción.	0	0
Crédito 2	Plan de administración de fachadas y superficies duras.	0	0
Crédito 3	Plan de Administración del Paisaje, control de erosión e integración de control de plagas.	0	0
Crédito 4	Puesta en marcha de transportes alternativos	0	0
Crédito 5	Desarrollo del sitio – Protección y restauración de áreas naturales.	0	0
Crédito 6	Control de cantidades de Aguas Lluvias.	0	0
Crédito 7.1	Reducción de calor – Bajo techo	0	0
Crédito 7.2	Reducción de calor – Cubierta	0	0
Crédito 8	Reducción contaminación lumínica.	0	0
TOTAL		0	0

EFICIENCIA MANEJO DEL AGUA		Situación Actual	Con la Propuesta
Prerrequisito 1	Puntos Mínimos de salidas Agua y Eficiencia de accesorios	Requerido	Requerido
Crédito 1	Medición del desempeño		
	Medición de todo el Edificio	1	1
	Medición subsistemas	0	1
Crédito 2	Puntos Adicionales de salidas Agua y Eficiencia de accesorios	0	0
Crédito 3	Uso eficiente del agua en Jardinería	0	0
Crédito 4	Gestión del agua en Torres de Enfriamiento.		0
	Manejo químico	1	1
	Uso de Agua no Potable en las Torres de Enfriamiento	0	1
TOTAL		2	4

SITIOS SOSTENIBLES		Situación Actual	Con la Propuesta
ENERGIA Y ATMOSFERA		Situación Actual	Con la Propuesta
Prerrequisito 1	Eficiencia Energética, mejores Prácticas de Gestión, Planificación, Documentación y Evaluación de Oportunidades.	Requerido	0
Prerrequisito 2	Consumo mínimo de energía.	Requerido	0
Prerrequisito 3	Manejo de Refrigerantes	Requerido	0
Crédito 1	Optimización del consumo de energía	0	0
Crédito 2.1	Puesta en marcha de edificios existentes.	0	0
Crédito 2.2	Puesta en marcha de edificios existentes-Implementación	0	0
Crédito 2.3	Puesta en marcha de edificios existentes-Verificación	0	2
Crédito 3.1	Medición del Desempeño - Sistema de Automatización de Edificios	0	1
Crédito 3.2	Medición del Desempeño - a nivel de sistema de medición	2	2
Crédito 4	Energías renovables fuera y dentro del Edificio	0	
Crédito 5	Gestión de compra de refrigerantes mejorados	1	1
Crédito 6	Reporte de reducción de emisiones.	0	1
TOTAL		3	7

MATERIALES Y RECURSOS		Situación Actual	Con la Propuesta
Prerrequisito 1	Política de compra sustentables	No cumple	Requerido
Prerrequisito 2	Política de gestión de los residuos sólidos.	Requerido	Requerido
Crédito 1	Compras sustentables	0	1
Crédito 2	Compras sustentables – Elementos duraderos		
	Equipos eléctricos	0	1
	Muebles	0	1
Crédito 3	Compras sustentables – Remodelaciones	0	0
Crédito 4	Compras Sustentables - Reducción de Mercurio en lámparas	1	1
Crédito 5	Compras sustentables alimentación.	0	0
Crédito 6	Manejo de Residuos Sólidos - Auditoría de desperdicios.	0	0
Crédito 7	Programa de reciclaje	1	1
Crédito 8	Programa de reciclaje de residuos peligrosos.	1	1
Crédito 9	Residuos de remodelaciones.	0	1
TOTAL		3	7

SITIOS SOSTENIBLES	Situación Actual	Con la Propuesta
---------------------------	-------------------------	-------------------------

CALIDAD DEL AIRE INTERIOR		Situación Actual	Con la Propuesta
Prerrequisito 1	Suministro de Aire del Exterior y Sistema de Extracción de Aire.	Requerido	Requerido
Prerrequisito 2	Control Ambiental del Uso del Cigarrillo	Requerido	Requerido
Prerrequisito 3	Política de Limpieza verde	No Cumple	Requerido
Crédito 1.1	Mejores prácticas en la gestión de la calidad de aire interior	0	0
Crédito 1.2	Mejores Prácticas para el control del aire de suministro exterior y del interior.	1	1
Crédito 1.3	Mejores Prácticas para el control del aire de suministro interior. Incremento de la ventilación.	1	1
Crédito 1.4	Reducción de las partículas en la distribución del aire	0	1
Crédito 1.5	Calidad de Aire en Remodelaciones.	0	1
Crédito 2.1	Confort de los ocupantes - Estudio de los ocupantes	0	0
Crédito 2.2	Control de los Sistemas – Iluminación	0	0
Crédito 2.3	Monitoreo confort térmico de los ocupantes.	0	1
Crédito 2.4	Luz Natural y Vista	1	1
Crédito 3.1	Implementación programa de limpieza verde.	0	1
Crédito 3.2	Limpieza Verde - Evaluación de la Eficacia de la implementación	0	0
Crédito 3.3	Green Cleaning – Purchase of Sustainable Cleaning Products and Materials	0	0
Crédito 3.4	Limpieza mantenimiento sostenible en equipos.	1	1
Crédito 3.5	Productos químicos usados en limpieza del ingreso al Edificio.	1	1
Crédito 3.6	Manejo y Control de plagas.	1	1
TOTAL		6	10

TOTAL PROYECTO	14	28
-----------------------	-----------	-----------

Fuente: Elaborado por Jhoan Rodríguez y Andrés Plazas

El puntaje alcanzado para la obtención de la certificación LEED en la situación actual es de 14 puntos lo cual es insuficiente para lograr el reconocimiento por parte de la GBC, por lo tanto es

necesario desarrollar actividades que permitan alcanzar el puntaje mínimo requerido para optar por la certificación, la cual se obtiene a partir de los 26 puntos.

3.4 VALORACIÓN DE LAS ACTIVIDADES, VPN Y TIRM

Para la valoración de las actividades adicionales que se mencionaron anteriormente fue necesario realizar cotizaciones, visitas a sitios, ingreso a las oficinas, diseños y planos del edificio, esto con el objetivo de realizar un análisis financiero que le permita a la copropiedad tomar la decisión de realizar las actividades para la obtención de la certificación LEED, y de esta manera tener un edificio de mayor valor y amigable con el medio ambiente, y en el futuro si el gobierno de Colombia incluye dentro de los beneficios fiscales, entonces podrá tener reducción también en esta materia.

- Análisis financiero. Para realizar el análisis financiero del proyecto se tienen en cuenta como principal estado financiero el Flujo de Caja Libre, ya que es a través de este que podemos determinar si al llevar a cabo las actividades al final del ejercicio se cubren las expectativas de los propietarios del edificio en cuanto al ahorro de las facturas de servicios públicos principalmente, y para determinar cuál es la inversión requerida.

Para iniciar tenemos que el costo del proyecto va a ser 100% asumido por los propietarios del edificio por lo que no se contarán con fuentes externas de financiamiento y tomamos como costo de oportunidad el 15% para estos inversionistas.

Las proyecciones se realizan para un lapso de 10 años, espacio de tiempo en el se va a amortizar el costo de la inversión y se llevara a cabo la depreciación de los equipos.

El costo de solicitar la certificación LEED ante la Green Building Council está establecido en U\$15.000 para Edificios existentes cuya área sea superior a 46.452 m² más una tasa de registro por un valor de U\$1.200, la tasa de cambio se calcula a \$1.900 pesos colombianos, este pago se proyecta para ser realizada en el segundo año después de iniciadas las actividades encaminadas a la certificación, tiempo necesario para la finalización de las obras requeridas y para el alistamiento de la documentación exigida. Para el recaudo de este dinero se cuentan con reservas presupuestales que la administración mantiene como concepto de las utilidades producidas por el edificio y que cubren el 50% del valor del proyecto, el restante 50% se obtiene del cobro de una cuota extraordinaria a los propietarios.

Para la proyección se asume que el la inflación de cada año será de 4%, los costos de materia prima y de mano de obra directa están dados por el tipo de actividades que son necesarias para el logro de los créditos necesarios para alcanzar la certificación y que explicaron en los puntos anteriores.

Dentro de la inversión de maquinaria y equipos sobresalen los sensores de temperatura y humedad así como el sistema automático de encendido y apagado de la iluminación y la instalación de los medidores de energía para los diferentes sistemas, la amortización para estos equipos se calcula a 10 años.

Dentro de los costos de mano de obra directa se tiene en cuenta el mantenimiento necesario para cada uno de los sistemas y que anualmente debe realizarse y anualmente presenta un incremento igual a la inflación.

Los gatos de administración incluyen las capacitaciones que se deben realizar a los propietarios y ocupantes para el correcto funcionamiento del proyecto y para velar por el buen funcionamiento de los sistemas instalados y los que ya están en marcha.

A continuación se presenta la tabla con los valores de entrada para realizar los cálculos correspondientes.

Tabla 8. Datos de entrada para flujo de caja libre

Datos de Entrada												
	Und.	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Operación												
Costo MP	gl.	52.250.000,00										
Eficiencia instalaciones hidrosanitarias		16.200.000,00										
Cred. 1 Medición de los subsistemas		6.400.000										
Cred. 4 Uso de agua no potable en Torres de Enfriamiento		9.800.000										
Eficiencia energética y atmosfera		26.250.000										
Cred. 2.3 Puesta en marcha de edificios existentes		10.500.000										
Cred. 3.1 Medición de desempeño		12.750.000										
Cred. 6 Reporte de reducción de emisiones		3.000.000										
Materiales y recursos		0										
Cred. 1 Compras sustentables		0										
Cred. 2 Equipos eléctricos		0										
Cred. 9 Residuos de remodelaciones		0										
Calidad del aire interior		9.800.000										
Cred. 1.4 Reducción de las partículas en la distribución del aire		500.000										
Cred. 1.5 Calidad del aire en remodelaciones		0										
Cred. 2.3 Monitoreo confort termico		9.300.000										
Cred. 3.1 Implementación programa limpieza verde		0										
Costo MOD	gl.	77.850.000	3.500.000	3.640.000	3.785.600	3.937.024	4.094.505	4.258.285	4.428.617	4.605.761	4.789.992	4.981.591
Prereq. 1. Compras sustentables		1.000.000										
Prereq. 2. Política de limpieza verde		1.000.000										
Eficiencia instalaciones hidrosanitarias		10.600.000	1.000.000	1.040.000	1.081.600	1.124.864	1.169.859	1.216.653	1.265.319	1.315.932	1.368.569	1.423.312
Cred. 1 Medición de los subsistemas		6.400.000										
Cred. 4 Uso de agua no potable en Torres de Enfriamiento		4.200.000	1.000.000	1.040.000	1.081.600	1.124.864	1.169.859	1.216.653	1.265.319	1.315.932	1.368.569	1.423.312
Eficiencia energética y atmosfera		43.750.000	2.500.000	2.600.000	2.704.000	2.812.160	2.924.646	3.041.632	3.163.298	3.289.829	3.421.423	3.558.280
Cred. 2.3 Puesta en marcha de edificios existentes		17.500.000	2.500.000	2.600.000	2.704.000	2.812.160	2.924.646	3.041.632	3.163.298	3.289.829	3.421.423	3.558.280
Cred. 3.1 Medición de desempeño		21.250.000										
Cred. 6 Reporte de reducción de emisiones		5.000.000										
Materiales y recursos		3.000.000										
Cred. 1 Compras sustentables		1.000.000										
Cred. 2 Equipos eléctricos		1.000.000										
Cred. 9 Residuos de remodelaciones		1.000.000										
Calidad del aire interior		18.500.000										
Cred. 1.4 Reducción de las partículas en la distribución del aire		1.000.000										
Cred. 1.5 Calidad del aire en remodelaciones		1.000.000										
Cred. 2.3 Monitoreo confort termico		15.500.000										
Cred. 3.1 Implementación programa limpieza verde		1.000.000										
Gastos Admin	Año		4.000.000	4.368.000	4.769.856	5.208.683	5.687.882	6.211.167	6.782.594	7.406.593	8.087.999	8.832.095
Crecimiento real	Año		5,00%	5,00%	5,00%	5,00%	5,00%	5,00%	5,00%	5,00%	5,00%	5,00%
Inflación	%		4,00%	4,00%	4,00%	4,00%	4,00%	4,00%	4,00%	4,00%	4,00%	4,00%
Inversion												
Maquinaria y equipos	gl.	160.132.000										64.052.800
Eficiencia instalaciones hidrosanitarias		16.000.000										
Cred. 1 Medición de los subsistemas		16.000.000										
Cred. 4 Uso de agua no potable en Torres de Enfriamiento		0										
Eficiencia energética y atmosfera		105.000.000										
Cred. 2.3 Puesta en marcha de edificios existentes		42.000.000										
Cred. 3.1 Medición de desempeño		51.000.000										
Cred. 6 Reporte de reducción de emisiones		12.000.000										
Materiales y recursos		0										
Cred. 1 Compras sustentables		0										
Cred. 2 Equipos eléctricos		0										
Cred. 9 Residuos de remodelaciones		0										
Calidad del aire interior		39.132.000										
Cred. 1.4 Reducción de las partículas en la distribución del aire		1.932.000										
Cred. 1.5 Calidad del aire en remodelaciones		0										
Cred. 2.3 Monitoreo confort termico		37.200.000										
Cred. 3.1 Implementación programa limpieza verde												
Certificación LEED				30.780.000								
Depreciación	Años		10									
Capital de Trabajo	gl.	20.000.000										20.000.000
Gastos Preoperativos	gl.	15.000.000										
Amortización	Años		10									
Financiación												
Costo de Oportunidad	%	15,00%										
Aporte de los accionistas	%	100,00%										

Fuente: Elaborado por Jhoan Rodríguez y Andrés Plazas

Para las proyecciones de efectivo se tiene que con la implementación de las actividades para alcanzar la certificación se ve reflejado en la disminución de los consumos de energía y agua lo que se manifiesta en ahorros en el valor de las facturas de estos servicios públicos.

Según el Consejo Colombiano de Construcción Sostenible los edificios con certificación LEED tienen por lo menos “30% de ahorro de energía, 35% de carbono, entre 30% y 50% de agua y entre 50%-90% de costos de desechos; esto sin contar la mejora en la salud y la productividad de los empleados.” (http://www.dinero.com/negocios/construccion-sostenible_60529.aspx), para el cálculo del ahorro se tomaron los promedios de los consumos mensuales que en agua son de aproximadamente \$ 7.500.000 y en energía \$50.000.000 mensuales, se proyectó que implementando las diferentes actividades y planes del manejo eficiente de los recursos se podrían tener menores consumos de energía y agua equivalentes al 20% de los consumos anuales, adicionalmente se calcularon los incrementos por inflación.

A continuación se muestran los cálculos de ahorro en un lapso de 10 años, así como los costos y gastos proyectados.

Tabla 9. Proyecciones para el flujo de caja libre

PROYECCIONES										
	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
AHORRO										
Eficiencia instalaciones hidrosanitarias	18.000.000	20.592.000	22.464.000	22.464.000	23.400.000	24.336.000	25.272.000	26.208.000	27.144.000	28.080.000
Eficiencia energética y atmosfera	120.000.000	124.800.000	129.792.000	134.983.680	140.383.027	145.998.348	151.838.282	157.911.814	164.228.286	170.797.417
Materiales y recursos	6.000.000	6.600.000	7.200.000	7.800.000	8.400.000	8.700.000	9.000.000	9.300.000	9.600.000	9.900.000
TOTAL AHORRO	144.000.000	151.992.000	159.456.000	165.247.680	172.183.027	179.034.348	186.110.282	193.419.814	200.972.286	208.777.417
COSTOS										
Costo MP	52.250.000	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Costo MOD	77.850.000	3.500.000	3.640.000	3.785.600	3.937.024	4.094.505	4.258.285	4.428.617	4.605.761	4.789.992
CIF sin depreciacion	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Dep	16.013.200	16.013.200	16.013.200	16.013.200	16.013.200	16.013.200	16.013.200	16.013.200	16.013.200	16.013.200
CIF	16.013.200	16.013.200	16.013.200	16.013.200	16.013.200	16.013.200	16.013.200	16.013.200	16.013.200	16.013.200
TOTAL COSTO DE PRODUCCION	146.113.200	19.513.200	19.653.200	19.798.800	19.950.224	20.107.705	20.271.485	20.441.817	20.618.961	20.803.192
GASTOS										
Gastos Admon	5.500.000	5.868.000	6.269.856	6.708.683	7.187.882	7.711.167	8.282.594	8.906.593	9.587.999	10.332.095
Gastos admon	4.000.000	4.368.000	4.769.856	5.208.683	5.687.882	6.211.167	6.782.594	7.406.593	8.087.999	8.832.095
Amortizacion	1.500.000	1.500.000	1.500.000	1.500.000	1.500.000	1.500.000	1.500.000	1.500.000	1.500.000	1.500.000
TOTAL GASTOS	5.500.000	5.868.000	6.269.856	6.708.683	7.187.882	7.711.167	8.282.594	8.906.593	9.587.999	10.332.095

Fuente: Elaborado por Jhoan Rodríguez y Andrés Plazas

Con base en estas proyecciones podemos calcular el Flujo de caja libre, el VPN (Valor Presente Neto) y la rentabilidad esperada.

Tabla 10. Proyecciones para el flujo de caja libre

FLUJO DE CAJA LIBRE											
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Utilidad Operacional		-7.613.200	126.610.800	133.532.944	138.740.197	145.044.922	151.215.477	157.556.203	164.071.404	170.765.326	177.642.131
impuestos operacionales		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Utilidad operacional*(1-Tx)	0	-7.613.200	126.610.800	133.532.944	138.740.197	145.044.922	151.215.477	157.556.203	164.071.404	170.765.326	177.642.131
Depreciaciones		16.013.200	16.013.200	16.013.200	16.013.200	16.013.200	16.013.200	16.013.200	16.013.200	16.013.200	16.013.200
Amortizaciones		1.500.000	1.500.000	1.500.000	1.500.000	1.500.000	1.500.000	1.500.000	1.500.000	1.500.000	1.500.000
Inversion	195.132.000		30.780.000								
Recuperación / Valor residual											84.052.800
FLUJO DE CAJA LIBRE	-195.132.000	9.900.000	113.344.000	151.046.144	156.253.397	246.610.922	168.728.677	175.069.403	181.584.604	188.278.526	279.208.131
Costo de Oportunidad		15,00%									
VPN	531.101.888										
Rentabilidad	31,15%										

Fuente: Elaborado por Jhoan Rodríguez y Andrés Plazas

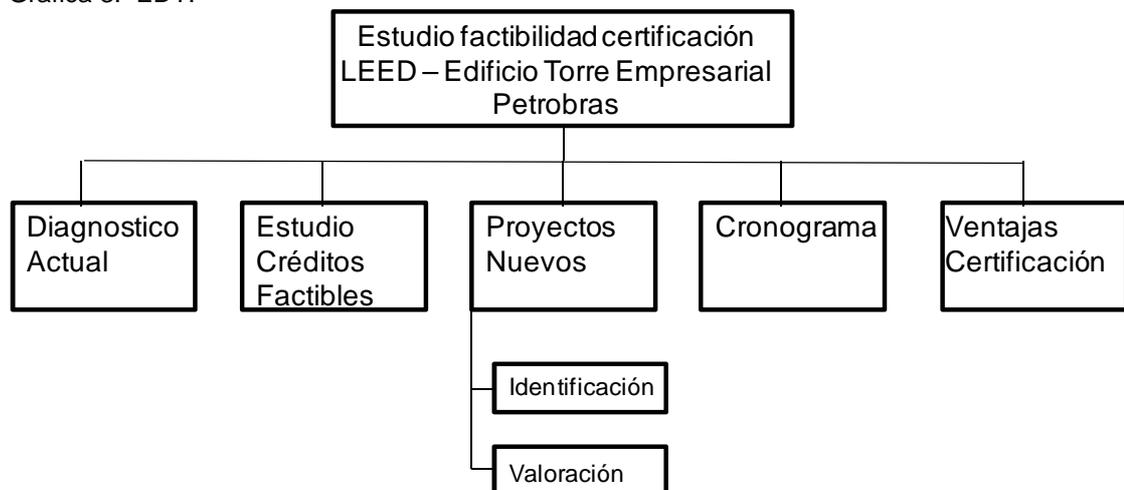
Como se puede ver el resultado muestra que en el año 0 se requiere una inversión de 195 millones de pesos, los cuales como se dijo anteriormente serán cubiertos con las reservas que tiene el edificio como utilidad de ejercicios anteriores, el resultado obtenido arroja un VPN positivo de

\$531.101.888 con un costo de oportunidad del 15%, la rentabilidad es del 31.15% esto no permite afirmar que la realización del proyecto es viable financieramente y que cubre las expectativas de los propietarios de la Torre Empresarial Petrobras.

3.5 ESTRUCTURA DESGLOSADA DE TRABAJO (EDT)

Para la elaboración del presente trabajo se diseñó una estructura desglosada de trabajo, que nos permitiera cumplir con el alcance y los objetivos propuestos. A continuación se presenta la grafica con la estructura mencionada:

Grafica 3. EDT.



Fuente: Elaborado por Jhoan Rodríguez y Andrés Plazas

3.6 PLAN DE TRABAJO

Se estableció el 3 de octubre del año 2011 como fecha de inicio de las actividades encaminadas al logro de los créditos que permitan alcanzar la certificación LEED al Edificio Torre Empresarial Petrobras, las actividades se agruparon de acuerdo a los capítulos dados por la Green Council Building, la duración total de estas actividades es de 176 días, las adecuaciones para cumplir con las especificaciones de la calidad del aire interior es la que más tiempo y actividades requiere realizar, un total de 5 créditos que se logran en 165 días, el que se puede llevar a cabo en el menor tiempo es la adecuación de Materiales y recursos pues solo se necesitan 51 días para terminar las actividades necesarias en este capítulo.

Varias actividades se pueden realizar si necesidad de que existan predecesoras por lo que se pueden ir realizando simultáneamente, en el anexo 2 elaborado en Microsoft Project se puede ver en detalle el diagrama Gantt la secuencia de las actividades propuestas y la duración de cada una de ellas.

A continuación se muestra el listado de las actividades necesarias para el logro de la certificación LEED en el edificio Torre Empresarial Petrobras.

Tabla 11. Listado de tareas.

Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin
PROYECTO LEED EDIFICIO TORRE PETROBRAS	176 días	lun 03/10/11	mié 04/07/12
AHORRO DE AGUA	73 días	lun 03/10/11	mié 25/01/12
Medición de los subsistemas	35 días	mié 30/11/11	mié 25/01/12
Diseño de ubicación medidores de agua	7 días	mié 30/11/11	lun 12/12/11
Cotización medidores de agua	4 días	lun 12/12/11	lun 19/12/11
Compra medidores de agua	2 días	lun 19/12/11	mié 21/12/11
Instalación 160 medidores de agua	16 días	mié 21/12/11	lun 16/01/12
Elaboración y diligenciamiento planillas de control	1 día	lun 16/01/12	mar 17/01/12
Programa de concientización consumos	5 días	mar 17/01/12	mié 25/01/12
Uso de agua no potable en torres de enfriamiento	38 días	lun 03/10/11	mié 30/11/11
Diseños y cálculos estructurales de la placa de la cubierta.	8 días	lun 03/10/11	jue 13/10/11
Diseños y construcción de un tanque para recolección de aguas lluvias	20 días	vie 14/10/11	mar 15/11/11
Construcción Tubería de suministro desde el tanque a las torres de enfriamiento.	4 días	mar 15/11/11	lun 21/11/11
Conexión de desvió de tubería de desagüe de lavamos a tanque de recolección aguas lluvias.	6 días	mar 22/11/11	mié 30/11/11
ENERGIA Y ATMOSFERA	139 días	lun 03/10/11	mar 08/05/12
Puesta en marcha de edificios existentes	93 días	lun 03/10/11	vie 24/02/12
Mediciones de corrientes en cada uno de los tableros eléctricos de distribución a los diferentes sistemas.	3 días	lun 03/10/11	jue 06/10/11
Ajustes a las conexiones eléctricas.	4 días	jue 06/10/11	mié 12/10/11
Monitoreo de balance de fases	2 días	mié 12/10/11	lun 17/10/11
Realizar termografía	2 días	lun 17/10/11	mié 19/10/11
Instalación medidores de energía	20 días	mié 25/01/12	vie 24/02/12
Cotización y escogencia proveedor medidores de energía	4 días	mié 25/01/12	mar 31/01/12
Compra medidores de energía	3 días	mar 31/01/12	vie 03/02/12
Recepción medidores de energía	1 día	lun 06/02/12	mar 07/02/12
Instalación Medidores de energía	12 días	mar 07/02/12	vie 24/02/12
Medición del Desempeño - Sistema de Automatización de Edificios	34 días	vie 24/02/12	mié 18/04/12
Diseños del sistema de control automático de encendido y apagado de iluminación	8 días	vie 24/02/12	jue 08/03/12
Cotización tableros de control y sistemas automáticos de encendido y apagado de iluminación	3 días	jue 08/03/12	mar 13/03/12
Compra tableros de control y sistemas de comunicación.	3 días	mié 14/03/12	lun 19/03/12
Instalación sistemas de encendido y apagado de iluminación	10 días	lun 19/03/12	mar 03/04/12
Instalación tablero de control	2 días	mar 03/04/12	jue 05/04/12
Adecuación cuarto de control	5 días	jue 05/04/12	vie 13/04/12
Integración con el sistema de automatización actual del edificio	3 días	vie 13/04/12	mié 18/04/12
Reporte de reducción de emisiones	12 días	mié 18/04/12	mar 08/05/12
Cotización sensores de emisiones	3 días	mié 18/04/12	mar 24/04/12

Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin
Compra de sensores de emisiones	1 día	mar 24/04/12	mié 25/04/12
Instalación de sensores de emisiones en plantas eléctricas	1 día	mié 25/04/12	jue 26/04/12
Compra de tableros y software de monitoreo y control	3 días	jue 26/04/12	mar 01/05/12
Instalación de Tableros de control	3 días	mar 01/05/12	lun 07/05/12
Registro de emisiones	1 día	lun 07/05/12	mar 08/05/12
MATERIALES Y RECURSOS	51,78 días	lun 03/10/11	jue 22/12/11
Políticas de compras sustentables	10,78 días	lun 03/10/11	mié 19/10/11
Investigación de compras sustentables	3 días	lun 03/10/11	jue 06/10/11
Elaboración Políticas de compras sustentables	4 días	jue 06/10/11	mié 12/10/11
Socialización políticas de compras sustentables con propietarios y proveedores	1 día	mar 18/10/11	mié 19/10/11
Plan Compras sustentables Consumibles	17 días	mié 19/10/11	mar 15/11/11
Informar a funcionarios de compras del edificio	2 días	mié 19/10/11	vie 21/10/11
Incorporar compras sostenibles en Planeación estratégica.	2 días	vie 21/10/11	mar 25/10/11
Identificar los productos y servicios que se contratan	5 días	mar 25/10/11	mié 02/11/11
Identificar los proveedores de productos sustentables	4 días	mié 02/11/11	mar 08/11/11
Realizar campañas de comunicación interna	1 día	mar 08/11/11	mié 09/11/11
Informar del plan de compras a proveedores	1 día	mié 09/11/11	jue 10/11/11
Escoger los indicadores de control y evaluación.	2 días	vie 11/11/11	mar 15/11/11
Plan de compras Equipos eléctricos	11 días	mar 15/11/11	jue 01/12/11
Informar a funcionarios de compras del edificio	2 días	mar 15/11/11	jue 17/11/11
Incorporar compras sostenibles en Planeación estratégica.	1 día	jue 17/11/11	vie 18/11/11
Identificar los equipos eléctricos que se adquieren	3 días	vie 18/11/11	mié 23/11/11
Identificar los proveedores de equipos eléctricos sustentables	2 días	jue 24/11/11	lun 28/11/11
Realizar campañas de comunicación interna	2 días	lun 28/11/11	mié 30/11/11
Informar del plan de compras a proveedores de equipos eléctricos	1 día	mié 30/11/11	jue 01/12/11
Plan de compras Muebles	11 días	jue 01/12/11	lun 19/12/11
Informar a funcionarios de compras del edificio	2 días	jue 01/12/11	lun 05/12/11
Incorporar compras sostenibles en Planeación estratégica.	1 día	lun 05/12/11	mar 06/12/11
Identificar los muebles que se adquieren	3 días	mié 07/12/11	lun 12/12/11
Identificar los proveedores de muebles sustentables	2 días	lun 12/12/11	mié 14/12/11
Realizar campañas de comunicación interna	2 días	mié 14/12/11	vie 16/12/11
Informar del plan de compras a proveedores de muebles	1 día	vie 16/12/11	lun 19/12/11
Residuos de remodelaciones	2 días	mar 20/12/11	jue 22/12/11
Incluir en plan de manejo de residuos sólidos los sobrantes de remodelaciones	1 día	mar 20/12/11	mié 21/12/11
Elaborar planillas de seguimiento y control de desperdicios de remodelaciones	1 día	mié 21/12/11	jue 22/12/11
CALIDAD AIRE INTERIOR	165,22 días	mié 19/10/11	mié 04/07/12

Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin
Política de limpieza verde	27 días	mié 19/10/11	mié 30/11/11
Recolección información de limpieza verde	3 días	mié 19/10/11	lun 24/10/11
Identificación de productos de limpieza que cumplan con las condiciones verdes	4 días	lun 24/10/11	vie 28/10/11
Escogencia de proveedores de productos verdes	4 días	lun 31/10/11	vie 04/11/11
Elaborar plan de limpieza verde para el edificio	10 días	vie 04/11/11	lun 21/11/11
Socialización de plan de limpieza verde con propietarios y proveedores	1 día	lun 21/11/11	mar 22/11/11
Incluir plan de limpieza en nuevos procesos de contratación	5 días	mar 22/11/11	mié 30/11/11
Reducción de las partículas en la distribución del aire	6 días	mié 18/04/12	vie 27/04/12
Cotización Filtros de aire MERV13	3 días	mié 18/04/12	mar 24/04/12
Compra Filtros de aire especificaciones MERV13	1 día	mar 24/04/12	mié 25/04/12
Instalación Filtros en sistemas de ventilación mecánica del sótano	1 día	mié 25/04/12	jue 26/04/12
Instalación filtros de aire en sistemas de ventilación mecánica cubierta.	1 día	jue 26/04/12	vie 27/04/12
Calidad de Aire en Remodelaciones.	7 días	lun 25/06/12	mié 04/07/12
Recolección de información SMACNA	2 días	lun 25/06/12	mié 27/06/12
Definición políticas de calidad de aire interior	2 días	mié 27/06/12	vie 29/06/12
Incluir normas de calidad del aire para remodelaciones en manual de usuario	3 días	vie 29/06/12	mié 04/07/12
Monitoreo confort térmico	23 días	mar 08/05/12	mié 13/06/12
Diseño de sistema de control de temperatura y humedad	8 días	mar 08/05/12	lun 21/05/12
Cotización sensores de temperatura y humedad	3 días	mar 08/05/12	vie 11/05/12
Compra sensores de temperatura y humedad	5 días	vie 11/05/12	lun 21/05/12
Instalación de 125 sensores de temperatura y humedad	15 días	lun 21/05/12	mié 13/06/12
Instalación de tableros de control y software para llevar registros de temperatura y humedad	4 días	mar 08/05/12	lun 14/05/12
Implementación programa de limpieza verde	7 días	mié 13/06/12	lun 25/06/12

Fuente: Elaborado por Jhoan Rodríguez y Andrés Plazas

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. CONCLUSIONES

Las construcciones sostenibles cada día cobran mayor importancia ya que implementado prácticas como las sugeridas por la Green Building Council para lograr la certificación LEED se reduce significativamente el impacto negativo del Edificio Torre Empresarial Petrobras en cinco áreas claves para la salud humana y ambiental que maneja: Sitio sostenible, eficiencia de los recursos hídricos, eficiencia energética, conservación de materiales y recursos y la calidad del aire interior.

En el caso de las Torre Empresarial Petrobras no es necesario realizar actividades muy complejas para lograr la certificación LEED, es un edificio nuevo construido bajo estándares modernos, que tiene automatizados casi todos sus sistemas, maneja un plan adecuado de mantenimiento de equipos y sistemas, hojas de vida para cada uno de los equipos donde todas las características y mantenimientos quedan documentado, lo que facilita presentar los registros necesarios.

Al realizar el diagnostico de la situación actual vemos que la mayor cantidad de créditos se obtienen en el criterio de Calidad del aire interior, esto se debe principalmente a que se han adelantado a través de empresas especializadas la elaboración de planes para el manejo de los residuos sólidos y planes de control de plagas.

El diseño de la fachada en vidrio y la ubicación del edificio permiten la utilización permanente de luz natural, lo que reduce significativamente el consumo de energía por este concepto, igualmente la no utilización de refrigerantes para el control de la temperatura ayuda a lograr los créditos necesarios para alcanzar la certificación.

El edificio cumple con casi todos los prerrequisitos obligatorios exigidos por la GBC, solamente queda pendiente la definición de Políticas de compras verdes y de Políticas de Limpieza verde, las cuales se pueden determinar en corto plazo.

Al mejorar la calidad del espacio laboral, la productividad de los funcionarios aumenta, se reduce el ausentismo ya que las enfermedades de índole profesional disminuyen, hay un mayor sentido de pertenencia y satisfacción por saber que se contribuye a la reducción del impacto ambiental.

4.2. RECOMENDACIONES

La calificación lograda en el diagnostico de la situación actual acerca bastante al edificio a alcanzar la certificación LEED, ya que cumple con la mayor parte de los prerrequisitos y el puntaje de 14 créditos permite acercarse a la certificación básica la cual se logra con 26 puntos.

La tecnología y materiales que se utilizaron en la construcción de la Torre Empresarial Petrobras, los proyectos liderados por la administración del edificio y aprobados por la asamblea de propietarios se han orientado hacia un manejo eficiente de los recursos, por lo que la implementación de las actividades propuestas en este trabajo no implica gastos extraordinarios, se intenta más bien integrar todos los elementos y sistemas del edificio.

Las actividades requeridas para el logro de los créditos restantes que permita la elegibilidad del Edificio Torre Empresarial Petrobras para ser certificada requieren de una inversión de aproximadamente 225 millones de pesos y el retorno de la inversión se ve reflejado en la

disminución de los consumos de energía, agua y materiales, al realizar el Flujo de Caja Libre se evidencia que el Valor Presente Neto es de 531 millones y la rentabilidad con un costo de oportunidad del 15% es de 31.60% en lapso de 10 años.

Al certificar la Torre Empresarial Petrobras se convertirá en un edificio líder en la implementación de procesos que permitan la reducción de los impactos negativos en el medio ambiente y una mejora sustancial en la calidad de vida de sus ocupantes, esto lo hará más atractivo a nuevos inversionistas lo que se refleja en un mayor nivel de ocupación, un incremento de la valorización del Edificio y una mayor productividad de todos los funcionarios.

BIBLIOGRAFÍA

ARANDA USÓN, Alfonso. DIAZ DE GARAIO, Sergio. LLERA SASTRESA, Eva. Eficiencia energética en instalaciones y equipamientos de edificios. 2010, Prensas universitarias de Zaragoza. Zaragoza, España.

BEDOYA, Carlos Mauricio. Construcción Sostenible, para volver al camino. Ed. DIKÉ-Institución Universitaria Colegio Mayor de Antioquia. Medellín, 2007.

CEGESTI (2009). Consumo y Producción Sustentable (CPS): Estado de Avances en América Latina y el Caribe. Estudio realizado para PNUMA. San José, Costa Rica.

CEGESTI (2008). Manual para la implementación de compras verdes en el sector público. San José, Costa Rica.

COLOMBIA PARA TODOS, Colombia lidera movimiento verde en Latinoamérica, Recuperado Abril 2011. http://www.colombiaparatodos.net/noticia_colombia_consumer_industrial_lidera_el_movimiento_verde_en_latinoamerica-id-8625.htm.

CONSEJO COLOMBIANO DE LA CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE. 2011, www.cccs.org.co

CONSEJO EMPRESARIAL COLOMBIANO PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE. CECODES. Certificación en construcción sostenible, Recuperado Junio 15 de 2011. http://www.portafolio.com.co/economia/vivienda_eco_portafolio/ARTICULO-WEB-NOTA_INTERIOR_PORTA-6351667.html

CONSEJO CONSTRUCCIÓN VERDE ESPAÑA, Recuperado Mayo 14 de 2011. www.slideshare.net/bemagualli/sistema-de-certificacin-leed

DEPARTAMENTO NACIONAL DE PLANEACIÓN DE COLOMBIA, Plan Nacional de Desarrollo, 2006. www.dnp.gov.co.

DEVLOO, Michael Gary, Casa Construction. 2008, BookSurge Publishing, Recuperado Agosto 12 de 2011. <http://www.casaconstructionbook.com>

GOLEMAN, Daniel, Inteligencia Ecológica, 2009, Editorial Kairos S.A., Barcelona.

GRILLO CALDERON, Alejandra, Ecología, construcciones bioclimáticas. Verde que te quiero verde, Consejo Colombiano De La Construcción Sostenible, Recuperado Junio 26 de 2011, <http://www.cccs.org.co/noticias-y-eventos/50-upgraders>.

HERNANDEZ BLANCO, Marcelo, Boletín Compras responsables, 2010. Publicación Cegesti, San José, Costa Rica.

HERNANDEZ MORENO, Silverio. El diseño sustentable como herramienta para el desarrollo de la arquitectura y la edificación en México, Revista Acta Universitaria, Volumen 18, Numero 2, mayo 2008.

MARTINEZ PEREZ, Pilar, Análisis de la oportunidades de negocios en edificios sostenibles de alta rentabilidad. 2009. Consejo Construcción verde España. Madrid.

MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE DE COLOMBIA, Regulación Ambiental, 2011.
www.minambiente.gov.co

MINISTERIO DE ECONOMÍA Y PRODUCCIÓN DE LA REPÚBLICA DE ARGENTINA (2005). Consumo Sustentable: La relación entre el consumo y la producción presentes y futuros. Revista Temas del consumidor N° 74, mayo 2005. <http://www.m econ.gov.ar/secdef/revista/rev74.pdf>.

OLGYAY, Víctor. Arquitectura y clima. Manual del diseño bioclimático para arquitectos y urbanistas. 1998, Ed Gustavo Gili, Barcelona, España.

PERIÓDICO EL PULSO. Medellín, Colombia, año 7, no. 89, febrero del año 2006, issn 0124-4388

PERNICK, Ron. WILDER, Clint. La revolución limpia, Invertir en tecnología y crecer en el futuro inmediato, 2008. Ediciones Gestión 2000. Barcelona, España.

REVISTA DINERO, Construcciones Sostenibles, Junio 2009. Recuperado Junio 15 de 2011.
www.dinero.com/negocios/construccion-sostenible_60529.aspx.

REY MARTINEZ, Francisco Javier. VELASCO GOMEZ, Eloy. Eficiencia Energética en Edificios, certificación y auditorias energéticas. 2006. Madrid, Thomson Editores Spain.

SERRA, Rafael. COCH Helena, Arquitectura y energía natural. 1995, Ediciones UPC, Barcelona, España.

U.S. GREEN BUILDING COUNCIL, Leadership in Energy and Environmental Design. LEED. Version 2.1, August 2003.

U.S. GREEN BUILDING COUNCIL, LEED 2009 para nueva construcción y grandes remodelaciones Versión 3.0, Octubre 2009.

U.S. GREEN BUILDING COUNCIL LEED™ Green Building Rating System, 2011.
www.usgbc.org/programs/leed.htm

WORLDWATCH INSTITUTE, La situación del mundo Innovaciones para una economía sostenible, 2008. Icaria Editorial. Barcelona, España.