

**El Colegio
Rochester
como texto
vivo de
aprendizaje**



¿Por qué somos un Colegio con Certificación LEED?





En 2000, el Consejo de Construcción Sostenible de los Estados Unidos, estableció el sistema de calificación LEED como una manera de definir y monitorear "edificios verdes". LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) es un sistema de certificación de edificios verdes de reconocimiento internacional, la verificación es proporcionada por terceros y mide lo bien que un edificio o comunidad se desenvuelve a través del tiempo, gracias a un constante monitoreo de datos que son importantes, tales como: eficiencia en consumos de energía, eficiencia en consumos del agua, reducción de



las emisiones de CO₂, alta calidad de espacios interiores y ambientes sanos, la administración de los recursos y la sensibilización sobre sus impactos. La suite de sistemas de clasificación LEED esta diseñada para abordar el ciclo de vida de los edificios.

Cada sistema de clasificación proporciona un marco conciso para identificar e implementar soluciones prácticas y medibles de construcción verde. Los puntos LEED se otorgan en una escala de 110 puntos, los cuales están ponderados para reflejar sus potenciales impactos ambientales. Un proyecto debe satisfacer requisitos específicos y obtener un número mínimo de puntos para ser certificadas. Niveles de certificación, con base en el número de puntos, son: Certificado, Plata, Oro y Platino.

En enero 20 de 2014, el Colegio Rochester en su nueva sede de la Autopista Norte Km. 15 del municipio de Chía, Cundinamarca, ha sido certificado como Colegio Verde LEED Oro (Green School LEED Gold) por el Consejo Estadounidense de



Construcción Sostenible. Desde el 2001, la junta directiva del colegio venía considerando la posibilidad de un cambio en infraestructura y ubicación de la institución con un enfoque sostenible, comenzando a diseñar este proyecto y en el año 2009 logró iniciarlo formalmente con la adquisición del lote actual entre Bogotá y Chía.

TERRENO

Entre las características que la junta directiva de la institución consideró que debía tener el lote, podemos enumerar las siguientes: a) cercanía a Bogotá, b) no se tuviera que pagar peaje vehicular, y c) que permitiera desarrollar una infraestructura sostenible. Se hicieron varias evaluaciones en diferentes predios y se escogió el actual, gracias a las características que ofrecía puesto que cumplía históricamente con conceptos de sostenibilidad y salud del terreno (prerrequisito 2 de sitios sostenibles donde se requiere evaluar la salud ambiental del proyecto en relación con un histórico de

no acumulación de sustancias contaminantes), puesto que su uso fue agrícola, cultivándose principalmente plantas aromáticas orgánicas para exportación.



INTERACTIVE 1.1

Características y comportamiento del terreno

Hay que aclarar que para validar el estado ambiental de los suelos donde se construiría el proyecto, se hicieron análisis

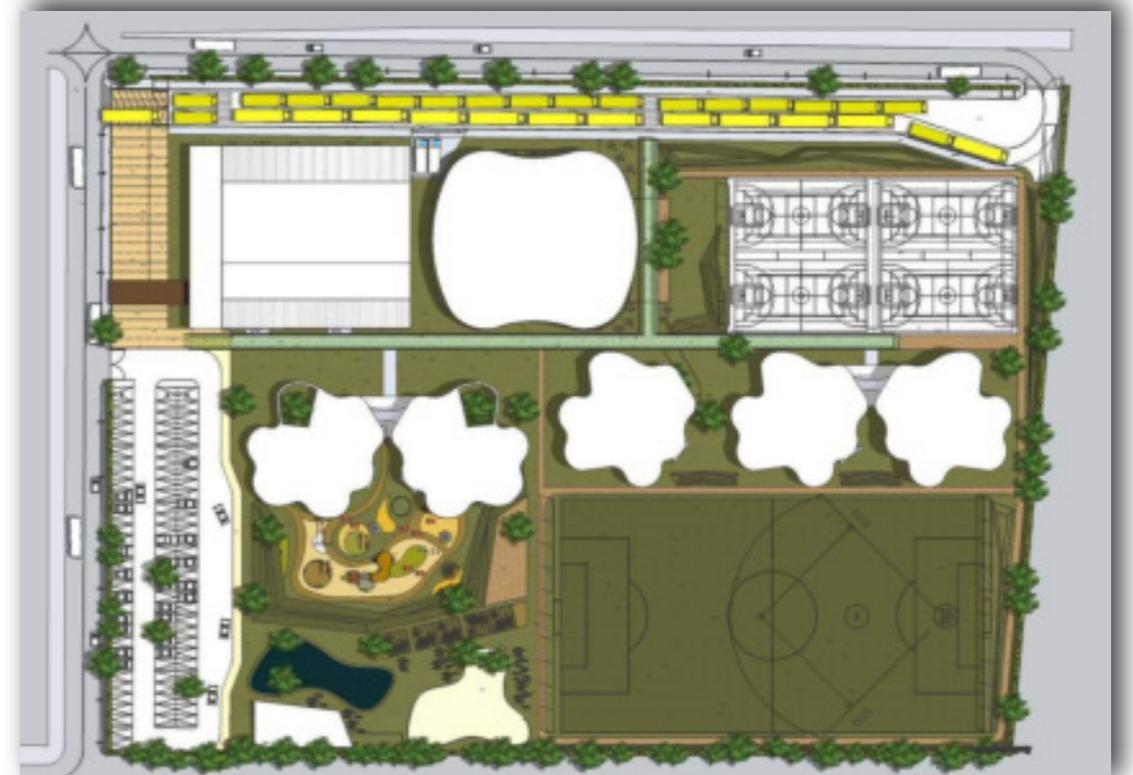


bajo los protocolos de la EPA (Environmental Protection Agency, USA), para determinar si existían rastros de sustancias contaminantes acumuladas. En ese orden de ideas, para el estudio ambiental del lote, inicialmente se determinaron diferentes sitios de muestreo y gracias a la evaluación del comportamiento hidráulico del predio (prerrequisito uno de sitios sostenibles), se hizo más énfasis en la esquina de la zona noroccidental del lote, área que por topografía es la zona mas baja del predio, donde se presumía que se podría presentar una mayor acumulación de elementos contaminantes por esorrentía. Las muestras fueron enviadas para su análisis a los Estados Unidos y los resultados arrojaron que no había evidencia de rastros contaminantes que pudieran ser un factor limitante para la adquisición del lote y que pusieran en riesgo a la población que habitaría esta zona.

Dentro de las características generales del predio podemos mencionar que posee un área total de 28.475,13 m² en donde se diseño la planta física de 16.093.95 m², bajo linea-

mientos de construcción del Municipio de Chía y que comprenden los siguientes edificios:

Bloque 1 (Preescolar y guardería), **Bloque 2** (Primaria Baja), **Bloque 3** (Primaria Alta y Centro de Recursos para el Aprendizaje), **Bloque 4** (Escuela Media, Rectoría, Vicerrectoría y Centro de Bienestar), **Bloque 5** (Bachillerato Alto), **Audite-ría** (Auditorio-Cafetería), **Centro Acuático**, **Mantenimiento**, y **Administración**.





Las normatividad ambiental que se tuvo en cuenta para la fase de construcción y proyectada desde el diseño, fueron las normas nacionales bajo jurisdicción de la CAR (Corporación Ambiental Regional), las normas del Municipio de Chía y estándares internacionales (EPA). Con base en la evaluación normativa se debían priorizar temas como: reducción de impactos ambientales a los cuerpos de agua, sistemas de drenaje y atmósfera, preservación de hábitats, mitigación de impactos a la biodiversidad.

Considerando al colegio desde su diseño como corredor biológico, permitió reducir impactos a la oferta de área para aves, facilitando así la observación de una avifauna característica de la zona (ver Guía de Aves del Colegio Rochester para conocer las especies que se pueden avistar en las cercanías a la institución).

La parte más alta de los Cerros Orientales que colindan con el lote poseen una altura de 3100 msnm. aproximadamente y gracias a las precipitaciones que ocurren en la montaña, la

nueva sede recibe toda este recurso hídrico por escorrentía.



MOVIE 1.1

Curso de escorrentía desde los cerros orientales hasta el río Bogotá



Otro aspecto a tener en cuenta es que estas zonas no poseen una infraestructura de alcantarillado público, razón por la cual no se podía hacer vertimientos en los alrededores (Decreto 3930). Debido a esto y antes de dar inicio a la construcción del proyecto se realizó una evaluación del impacto ambiental y caracterización hidráulica del lote donde se establecieron los caudales y parámetros de precipitación y volúmenes de agua que se debían tratar para poder considerar la reutilización de la misma, como estrategia para dar solución al impedimento de no poder realizar vertimientos. Con todo esto se esperaba poseer una infraestructura óptima para no generar una afectación en términos de comportamiento hidráulico al Canal de Torca. Para lograr esta meta se diseñó un filtro Francés ubicado a 3 metros de profundidad en las zonas perimetrales norte, oriente y sur del lote que ayuda a canalizar las aguas medias (no superficiales) de escorrentía para ser enviadas y drenadas en el costado occidental sin afectar el sitio, ni la cuenca del Canal de Torca. Así mismo, la cancha de fútbol cuenta con un sistema de doble filtrado

(perpendiculares y espina de pescado), convirtiéndose en un área de amortiguación que contribuye a controlar inundaciones.

Para lograr condiciones de confort, se tuvo en cuenta las variables climáticas que conformaron la zona del proyecto puesto que se buscaba procurar el mejor escenario para el desarrollo de las actividades humanas, en este caso el aprendizaje. Es así que, en el plan maestro del proyecto se tuvo en cuenta como factor relevante la distribución de las edificaciones, principalmente debido al comportamiento climático de la zona, especialmente los vientos y el desplazamiento del sol a diferentes horas del día. Gracias a ello se estableció que la ubicación de las edificaciones más adecuada sería de suroriente a noroccidente, por la forma como el viento se desplaza por el proyecto, logrando con ello evitar la presencia de contaminantes de fuentes móviles que pudieran afectar la dinámica del sistema de ventilación (se cumple con el estándar ASHRAE 62.1 que define la calidad del aire al inte-

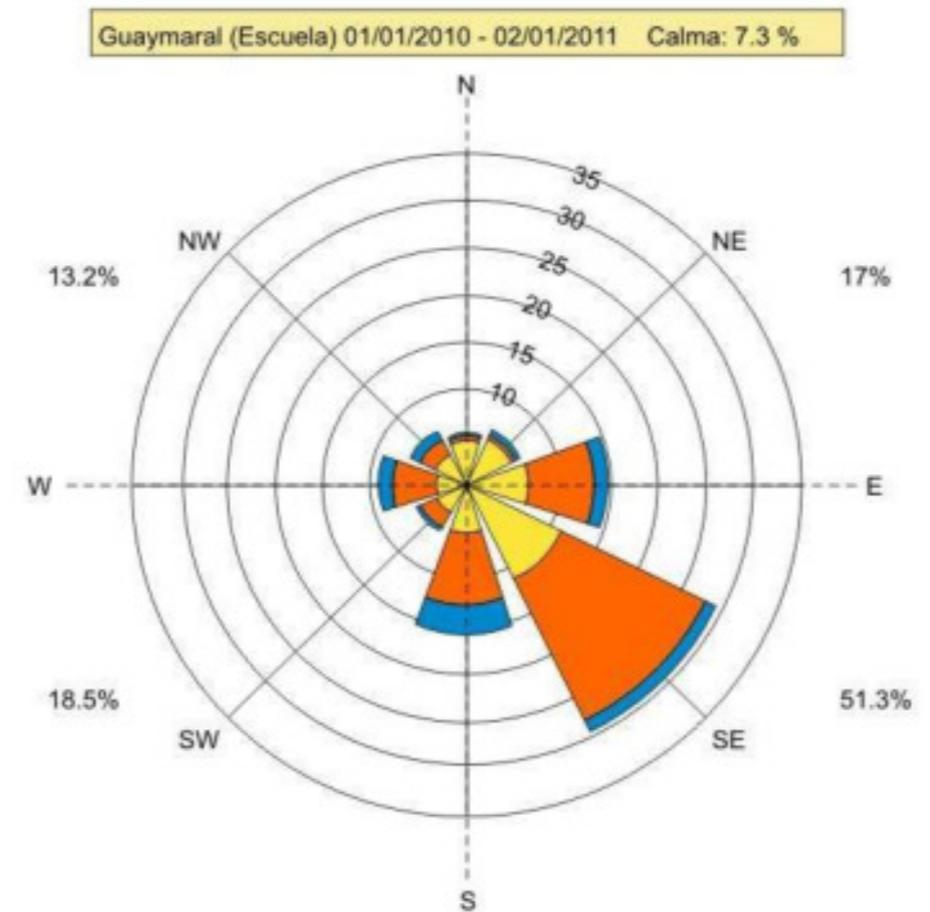


rior de las edificaciones). De esta manera se evitó la necesidad de contar con sistemas de ventilación demasiado robustos y de filtrado, puesto que al conocer el comportamiento climático de la zona se pudo obtener un diseño arquitectónico adecuado con una calidad de aire óptima.

Cabe mencionar que el conocer el comportamiento climático fue clave para poder ubicar la planta de tratamiento de aguas residuales en la esquina de la zona noroccidental, puesto que con ello se evitaría que los usuarios del proyecto se vieran afectados por molestos olores.

Así mismo, al poder definir cómo se distribuirían los edificios en el plan maestro se logró obtener un aislamiento acústico (45 db) de la zona de la autopista y la séptima, lo cual redundó en una disminución de la afectación por este tipo de variables al interior de las aulas.

Otro factor que se consideró dentro del plan maestro para el colegio era contar con un centro acuático y otro artístico



Rosa de vientos de Guaymaral
Fuente: Secretaría Distrital de Ambiente



(Auditería). Ambas edificaciones debían tener una buena estrategia energética por el uso, el tipo de iluminación y por los sistemas de calefacción para las piscinas. En el caso del centro acuático se implementó un sistema de paneles solares térmicos para la calefacción de duchas y piscinas (cuenta a su vez con un sistema de calderas de apoyo).

El otro sistema que se tomó en consideración fue la generación de energía eléctrica in situ, con un arreglo de 92 paneles fotovoltaicos ubicados en las cubiertas de los dos últimos bloques (4 y 5) que ayudan a suplir las necesidades energéticas del colegio. Como apoyo a la estrategia de usar paneles fotovoltaicos y usando el estudio bioclimático, los bloques 1 al 5 fueron rotados de tal manera que se hiciera un aprovechamiento de la iluminación natural (luz día), ganancia solar en términos de transferencia térmica desde la envolvente al interior de los espacios y un buen flujo de aire.

Gracias a todas estas variables que se tomaron en cuenta y que fueron usadas para el modelamiento energético del cole-

gio, permitieron establecer que el proyecto tendría ahorros significativos.

Considerando el diseño arquitectónico de la nueva sede, también se tuvo en cuenta estrategias que facilitarían el proceso pedagógico en las aulas, lo cual explica las formas geométricas poco ortodoxas de los bloques de las aulas. Es así que en el diseño de los bloques del colegio, en el cual participó la Firma Ed Design (USA), por su vasta experiencia acompañando y evaluando diseños de colegio sostenibles, se logró un proyecto en donde se aprovecha al máximo el proceso educativo.

De igual modo, cada uno de los bloques son iguales en su diseño, pero cabe resaltar que son edificios espejo, lo cual tiene un propósito relacionado con el acceso a personas con discapacidad, por tal razón en algunos edificios se pueden encontrar ascensores, baños y puentes para personas con alguna limitación.



Con respecto al tema de parqueadero y ciclistas, el colegio tuvo en cuenta el crédito de sitios sostenibles (4.2), estableciendo las siguientes estrategias: 1) no se iban a otorgar más parqueaderos de los que se permiten por, 2) se otorgarían parqueaderos para carpooling, 3) los materiales que se utilizaran para la construcción de las áreas de parqueo deberían facilitar la infiltración del agua, así como tener unos valores altos de ALBEDO.

Otro tema a tener en cuenta es la vegetación del colegio puesto que las especies que se utilizaron al interior del proyecto son nativas y/o adaptadas, de igual forma para áreas específicas se utilizaron especies listadas CITES (Convenio Internacional de Trafico de Especies Silvestres) con el fin de generar áreas de preservación, logrando con ello crear un corredor biológico para la fauna.

El colegio posee diferentes estrategias para disminuir el efecto de isla de calor al usar en los andenes que recorren el proyecto en su totalidad y parqueadero, adoquines con superfi-

cies con propiedades reflectantes, así mismo el área de la pérgola (corredor de acceso principal) esta cubierto con láminas (MAKROLON UV) que contribuyen a proveer sombra y por consiguiente a reducir este efecto al bloquear la luz solar directa.

Tomando en consideración las características del proyecto antes mencionadas es claro que el sueño de ser un colegio verde, comprometido con la sostenibilidad y la educación ambiental, se logró por tener un claro y efectivo diseño y gracias a ello hoy en día cumplimos con los siguientes principios de sostenibilidad, los cuales son:

1. En una sociedad sostenible la naturaleza no esta sujeta al incremento sistemático de la concentración de sustancias extraídas de la corteza terrestre.
2. En una sociedad sostenible, la naturaleza no esta sujeta al incremento de las concentraciones de sustancias producidas por la sociedad.



3. En una sociedad sostenible, la naturaleza no está sujeta a la degradación acelerada de los ecosistemas por acción física.
4. En una sociedad sostenible, las personas no están sujetas a las condiciones que sistemáticamente disminuyen sus capacidades para alcanzar sus necesidades.

Currículo Ambiental





El Colegio Rochester tiene como meta poseer una alta responsabilidad social y ambiental en cuanto a la formación de actitudes, valores y ética, enfocados hacia los problemas ambientales que aquejan hoy en día el ámbito global.

Es así que para el colegio resulta relevante determinar cómo se maneja el conocimiento, en cuanto a qué se enseña y cómo se enseña en lo referente a lo ambiental, es decir, simplemente se limita a hablar del tema, o por el contrario, los alumnos se involucran y vivencian, a través de actividades y prácticas, la dimensión de la problemática ambiental.

Tan relevante o más que la adquisición de un conocimiento, es la incorporación de unos valores, cultura y responsabilidad ambiental, que se encuentran configurados dentro del PEI del Colegio Rochester.

De poco sirve poseer un basto conocimiento acerca de lo que sucede y podría llegar a suceder si no se transmiten estos principios de manera constante y a largo plazo.

Es por esto que la Educación Ambiental como eje preponderante del PRAE del Colegio Rochester, resulta ser el camino indicado como generador de un proceso pedagógico que permita, de manera transversal, incorporarse a todas las áreas del conocimiento del Colegio Rochester.

Es así que se aspira que los proyectos integrados, entendiéndose como una serie de actividades encuadradas dentro del espíritu científico, girando en torno a la temática ambiental, estén enmarcados en una serie de diagnósticos ambientales o caracterización de la situación actual local y regional que permitan dar solución a unos futuros deseados, a través de programas específicos relacionados con la conservación y uso de la energía de manera racional y sostenible.

Lo que se busca es la integración de una cantidad de saberes, con el ánimo de que su proyección tenga incidencia en la formación integral de la comunidad Rochesteriana y prepare al estudiantado para actuar, consciente y responsablemente en el manejo de su entorno.

¿Qué es Educación Ambiental?



La educación ambiental enseña tanto adultos como jóvenes a investigar acerca de su entorno, a tomar decisiones inteligentes y acerca de estar informados sobre como cuidarse así mismos.

La educación ambiental no se debe confundir con información sobre medio ambiente, ni una moneda más en la alcancía del currículo, debe ser una dimensión fundamental desde la praxis, desde el quehacer cotidiano del maestro y la comunidad educativa, construir sentido a través de la historia y la cotidianidad.

Según NAAEE (North American Association of Environmental Education), la educación ambiental enseña tanto adultos co-



mo jóvenes a investigar acerca de su entorno, a tomar decisiones inteligentes y acerca de estar informados sobre como cuidarse así mismos.

La educación ambiental se enseña en los salones, en comunidades y espacios abiertos (museos, ecosistemas naturales, parques, etc.). El aprender sobre el entorno natural involucra diferentes áreas del saber, tales como, biología, ciencias de la tierra, química, ciencias sociales, matemáticas, física, artes, lenguaje, entre otros. La razón por la cual, diferentes áreas del saber están involucradas, se debe que para comprender acerca del entorno natural y cómo mantenerme saludable, es imprescindible desarrollar habilidades y un conocimiento holístico.

La educación ambiental cuando se enseña en una secuencia organizada, lograría que los estudiantes desarrollen (Carta de Belgrano):

1. Conciencia: ayudar a la persona y a los grupos sociales a que adquieran mayor sensibilidad y conciencia del medio ambiente en general y de los problemas concretos.
2. Conocimientos: ayudar a las personas y a los grupos sociales a adquirir una comprensión básica del medio ambiente en su totalidad, de los problemas concretos y de la presencia y función de la humanidad en él, lo que entraña una responsabilidad crítica.
3. Actitudes: ayudar a las personas y grupos sociales a adquirir valores y un profundo interés por el medio ambiente que los impulse a participar activamente en su protección y mejoramiento.
4. Aptitudes: ayudar a las personas y a los grupos sociales a adquirir las aptitudes necesarias para resolver problemas ambientales.
5. Capacidad de evaluación: ayudar a las personas y a los grupos sociales a que desarrollen su sentido de responsabilidad



y a que tomen conciencia de la urgente necesidad de prestar atención a los problemas del medio ambiente para asegurar que se adopten medidas adecuadas al respecto.

IMPORTANCIA Y BENEFICIOS DEL DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN CURRÍCULO AMBIENTAL EXITOSO

La importancia la educación ambiental se incrementa en la medida que aumentan los conflictos sobre los recursos naturales. Sin embargo, a pesar del interés de las entidades educativas por generar espacios de aprendizaje existe una desconexión entre el sector ambiental y educativo (colombiano). Lo cual genera que muchos de los proyectos de investigación sobre procesos biológicos y planes de conservación sean des-

conocidos por el público, dificultando una eficiente gestión ambiental.

En otras palabras, el futuro del entorno natural depende en gran medida de como se gestiona las acciones entre la academia y las entidades ambientales y como se comunican entre ellas los esfuerzos para conservación.

Un buen ejemplo de comunicación y gestión ambiental es el Programa GREEN (Global Rivers Environmental Education Network) en donde se realizan proyectos de investigación en el cual los estudiantes exploran cuerpos de agua en su localidad y presentan sus resultados a entidades ambientales e intercambian resultados con otros estudiantes del mundo.

El currículo ambiental del Colegio Rochester esta diseñado de tal manera que ofrece un programa comprensivo en donde los esfuerzos que se realicen en torno a proyectos integrados se ven enfocados para lograr las metas propuestas en términos ambientales.



Es así que que Colegio Rochester cuenta con un Comité Curricular de Sostenibilidad cuyo propósito es el de coordinar las diversas asignaturas y grados alrededor de proyectos ambientales y sociales de utilidad para la comunidad escolar, la veindad y Colombia. Este comité está integrado por Jorge Quintero como Director de Sostenibilidad, Luis Eugenio Posada como Coordinador del Proyecto de Sostenibilidad Social, María del Pilar Tunarroza como Directora de Ciencias Naturales, Bjornar Urang como Asistente del Proyecto Ambiental Escolar, Andrés Prías como profesor de Química con énfasis en química ambiental, Ernesto Maldonado como docente voluntario, Pamela Ospina como Arquitecta Paisajista, Juliana Díaz y Ana María Zabala como estudiantes voluntarias y presidentes del CASE (Comité Ambiental Escolar).

Durante el período escolar 2013-2104, el Comité Curricular de Sostenibilidad construyó el “Currículo Ambiental y Social”, teniendo en cuenta las instalaciones del colegio, nuestra certificación LEED (Leadership in Energy and Environmen-

tal Design), los deseos de la Comunidad Rochesteriana y los Lineamientos de la NAAEE (North American Association for Environmental Education). El nombre de la unidad del currículo ambiental es, “En camino de la Sostenibilidad”, el cual se divide en cuatro subtópicos cada uno estudiado en un bimestre escolar. Estos subtópicos son: Agua, Energía, Conservación y Cambio climático.

En ese orden de ideas, los Lineamientos de la NAAEE (North American Association for Environmental Education), los cuales ofrecen una visión completa de cómo abordar la educación ambiental, promueven el progreso hacia la sostenibilidad, ambiente sano y calidad de vida se describen a continuación, siendo estos los siguientes:

Lineamiento 1: Indagación, Análisis y Habilidades de Interpretación

El conocimiento ambiental depende de la capacidad de los estudiantes de formular preguntas, especular y plantear hi-



pótesis sobre el entorno que los rodea, buscar información, y desarrollar respuestas a sus preguntas. Así mismo, los alumnos deben estar familiarizados con la investigación, recolección y organización de información, interpretación y desarrollar habilidades de comunicación de la información. Se subdivide en:

- A. Indagación
- B. Diseño de investigación
- C. Recolección de Información
- D. Valides de la información recolectada
- E. Organización de la información
- F. Trabajo con modelos y simulaciones
- G. Formulación de conclusiones y desarrollo de explicación

Lineamiento 2: Conocimiento ambiental, Procesos y Sistemas

Un componente importante de la adquisición de un conocimiento ambiental es comprender los procesos y sistemas que constituyen el entorno natural, incluido los sistemas sociales humanos, así como su interacción. Este conocimiento se basa en la comprensión sintetizada de diferentes disciplinas tradicionales. Este lineamiento se divide en cuatro categorías, los cuales son:

2.1 La Tierra como un sistema físico

- A. Procesos que dieron origen al planeta
- B. Cambios de la materia
- C. Energía

2.2 El entorno vivo



- A. Organismos, poblaciones y comunidades
- B. Herencia y evolución
- C. Sistemas y conexiones
- D. Flujo de la materia y energía

2.3 Los seres humanos y sus sociedades

- A. Individuos y grupos sociales
- B. Cultura
- C. Sistemas políticos y económicos
- D. Conexiones globales
- E. Cambios y conflictos

2.4 El entorno natural y la sociedad

- A. Seres humanos e interacciones con el entorno natural
- B. Entorno antrópico
- C. Recursos
- D. Tecnología
- E. Problemática ambiental

Lineamientos 3: Habilidades para la Comprensión y planteamiento de soluciones a problemáticas ambientales

Las habilidades y los conocimientos ambientales son refinados y aplicados como parte de la solución a problemáticas ambientales. Estas problemáticas ambientales son situaciones de la vida real en donde diferentes puntos de vista son abordados dentro de ese contexto y posibles soluciones son planteadas. El conocimiento ambiental incluye la habilidad



de definir, aprender sobre una situación específica, evaluar y actuar sobre problemáticas ambientales. Este lineamiento se divide en dos categorías, los cuales son:

3.1 Habilidades para analizar e investigar problemáticas ambientales

- A. Identificando e investigando problemáticas ambientales
- B. Planteamiento de soluciones a las consecuencias de los problemas ambientales
- C. Identificación, evaluación de alternativas de soluciones y curso de acción a tomar
- D. Trabajando con flexibilidad y creatividad

3.2 Toma de decisiones y habilidades ciudadanas

- A. Construcción y evaluación de puntos de vista personal

- B. Evaluando la necesidad de acciones ciudadanas
- C. Planeación y toma de acción
- D. Evaluando los resultados de mis acciones

Lineamientos 4: Responsabilidad como Ciudadano Sistémico

Ciudadanos con conocimientos ambientales están dispuestos y disponibles para actuar con base a sus propias conclusiones acerca de que se debe hacer para garantizar un entorno ambiental de calidad. Como aprendices desarrollan y aplican conceptos basados en sus aprendizajes (todas las áreas del saber), habilidades para investigar, análisis y acción, en donde comprenden que lo que hagan de manera individual y grupal puede generar la diferencia.

- A. Comprendiendo los principios y valores sociales



- B. Reconociendo los derechos y responsabilidades del ciudadano
- C. Reconociendo la eficacia de mis acciones como ciudadano
- D. Aceptando mi responsabilidad como ciudadano

School as a Teaching Tool



El Colegio Rochester, como una entidad que hace parte de un sistema educativo, tiene una alta responsabilidad social y ambiental en cuanto a la formación de actitudes, valores y ética, enfocados hacia los problemas ambientales que aquejan hoy en día el ámbito global.

Por lo tanto, es relevante determinar cómo se maneja el conocimiento por parte de la institución, en cuanto a qué se enseña y cómo se enseña en lo referente a lo ambiental, es decir, simplemente se limita a hablar del tema, o por el contrario, los alumnos se involucran y vivencian a través de acti-



vidades y prácticas la dimensión de la problemática ambiental.

Tan relevante o más que la adquisición de un conocimiento, es la incorporación de unos valores, cultura y responsabilidad ambiental, que se encuentran configurados dentro del PEI del Colegio Rochester, los lineamientos ambientales curriculares y el Proyecto Ambiental Escolar de la institución.

Consciente de la situación ambiental, las Directivas del Colegio Rochester están interesadas en usar las instalaciones como una herramienta para el aprendizaje de los estudiantes, con el fin, no únicamente de reafirmar su compromiso en la protección del entorno natural e incrementar los niveles de calidad de vida de los directamente afectados, sino que considera que es su responsabilidad como institución educativa formar en general a toda la comunidad frente a esta temática.

Esta iniciativa ambiental tuvo como uno de sus orígenes el proyecto “Propuesta para el Desarrollo de los Lineamientos de Currículos Energéticos para Colegios en Colombia” realizado por el Rector Juan Pablo Aljure en el Departamento de Sistemas Marinos y Ambientales del *Florida Institute of Technology* en el año 2009, en el cual se plantea la importancia de incluir en instituciones educativas la temática del uso sostenible y ético de la energía, con el fin de que haya mayor conciencia hacia el uso sostenible de recursos energéticos y la utilización de tecnologías renovables y eficientes minimizando de esta manera los impactos ambientales.

Para lograr esta propuesta se plantearon los siguientes objetivos:

1. Desarrollar los lineamientos curriculares que hagan referencia al uso sostenible y ético de la energía para los grados de k-12 en instituciones educativas. Para ello se incluirán aprendizajes esperados para grados 2º, 5º, 8º y 12º y la planeación para el desarrollo profesional del equipo do-



cente, recursos pedagógicos, cultura escolar y clima, así como la estructura organizacional y el sistema de prestación de la enseñanza. Este documento responde a las necesidades colombianas sobre el uso racional y eficiente de la energía acorde a la legislación, pero irá más allá puesto que incluye problemáticas ambientales y la ética.

2. Diseñar las características generales de un proyecto integrado, el cual puede ser usado como medio para la prestación de la enseñanza de aprendizajes propuesto en el objetivo anterior. Este diseño mostrará como organizar y llevar a cabo proyectos integrados.

Por otro lado, cabe resaltar que el Ministerio de Minas y Energía de Colombia desea promover este tipo de iniciativas en torno al uso sostenible de la energía con el apoyo de la Unidad de Planeación Minero Energética (UPME) para organizar un plan nacional que incluya el sector educativo y para ello hizo uso del proyecto antes mencionado para que una vez se implementen los currículos, el Ministerio de Educación lo

pueda validar y de esta manera se incorpore dentro de los estándares y prácticas educativas.

Así mismo, lo planteado anteriormente tuvo en cuenta la Ley 697 de Octubre 3 de 2001, la cual fue promulgada por el Congreso de Colombia buscando facilitar el uso racional y ético de la energía. En ella se plantearon varios términos relacionados con la energía, al igual que se propuso que el Ministerio de Minas y Energía fuera la entidad responsable para promover el uso ético y eficiente de la energía.

Otro factor a tener en cuenta sobre la relevancia de la implementación de la temática ambiental en los colegios, es el hecho que el Ministerio de Educación creó los proyectos ambientales escolares, en agosto 3 de 1994 según el decreto 1743. Actualmente, el Colegio Rochester cuenta con el proyecto ambiental escolar el cual se formuló para la sede antigua y se basó en aspectos relacionados con el manejo de residuos sólidos y uso sostenible y ético de la energía.



Desde la puesta en marcha del PRAE en el año 2010, se han realizado varios proyectos integrados siguiendo la metodología propuesta por el Rector del Colegio Rochester en su proyecto, buscando generar un proceso pedagógico que permita, de manera transversal, incorporarse a todas las áreas del conocimiento de la institución.

Se aspira que los proyectos integrados del PRAE del Colegio Rochester, entendiéndose como una serie de actividades encuadradas dentro del espíritu científico, girando en torno a la temática ambiental, estén enmarcados en una serie de diagnósticos ambientales, usando las instalaciones de la nueva sede y que permita dar solución a futuros deseados, a través de programas específicos relacionados con el recurso hídrico, uso sostenible y ético de la energía y temas relacionados con la conservación. Finalmente, lo que se busca es la integración de una cantidad de saberes, con el ánimo de que su proyección tenga incidencia en la formación integral de la comunidad Rochesteriana y prepare al estudiantado para ac-

tuar, consciente y responsablemente en el manejo de su entorno.

Relacionado con esta situación, se puede afirmar que el Colegio Rochester se caracterizará por ser líder en el ámbito local, regional y nacional en aspectos de educación ambiental puesto que se constituirá en un centro educativo innovador, el cual tiene una importante responsabilidad en gestionar procesos de formación ambiental, que se pueden definir como la construcción, difusión e interiorización del saber orientados a la dimensión ambiental.

Así mismo, el Colegio Rochester como institución educativa considera como se plantea en el “Documento del Banco Interamericano de Desarrollo sobre el aprendizaje en las escuelas del siglo XXI”, que es importante que se desarrollen diferentes soluciones de eficiencia energética que permitan optimizar los edificios escolares y disminuir sus costos operativos a lo largo de su vida útil, generando ahorros y contribuyendo al medioambiente. USGBC define una “escuela verde” co-



mo3: “un edificio o instalación escolar que crea un ambiente saludable y que propicia el aprendizaje a la vez que ahorra energía, recursos y dinero”.

En este orden de ideas y acorde a lo planteado anteriormente, en la actualidad la institución cuenta con los lineamientos ambientales curriculares, los cuales tienen como propósito el aplicar los conocimientos y valores, adquiridos en clase, para interactuar con su entorno natural, teniendo en cuenta sus aspectos biológicos, físicos, sociales, económicos, y culturales, para participar, responsable y eficazmente, en la prevención y solución de cualquier problema ambiental. Así como, incorporar la temática ambiental en todas las asignaturas y experiencias educativas que permitan desarrollar en los estudiantes un pensamiento sistémico.

Cabe mencionar que los lineamientos ambientales curriculares esperan que el estudiante desarrolle los aprendizajes esperados para la temática ambiental, los cuales se encuentran en el manual docente del colegio.

Igualmente se espera, como se menciona a continuación, que los docentes de las diferentes asignaturas implementen en sus clases un sistema de enseñanza acorde a la temáticas ambientales y que hagan uso de las instalaciones del colegio como un elemento pedagógico. Este sistema de enseñanza es el siguiente:

Para cumplir con los lineamientos curriculares relacionados con la temática ambiental, el personal docente y no docente del Colegio Rochester, necesita participar en un programa de desarrollo profesional que les brinde herramientas para que logren aplicar dicho conocimiento en sus clases y en cualquier actividad tanto del colegio, como de su vida cotidiana. Para la realización de este programa, el Colegio debe destinar un presupuesto y el Equipo Directivo Docente debe programar, en el cronograma del año escolar, los días para dictar seminarios sobre temáticas ambientales, metodologías y estrategias pedagógicas. Así mismo, se destinará tiempo en



los días profesionales para realizar un seguimiento del proceso de la implementación de dichas estrategias.

Se espera que haya al año un proyecto integrado relacionado con la temática ambiental en cada uno de los grados, y, que mínimo, el 80% de las asignaturas de cada nivel, participe para el desarrollo de estos proyectos.

Se espera que el equipo docente, al inicio del año escolar, diseñe aprendizajes esperados con un peso mayor a uno (1). Estos aprendizajes esperados serán entregados al Director(a) de Nivel, Coordinadores de Áreas, Coordinador del Comité Curricular de Sostenibilidad y al Director de Sostenibilidad.

La incorporación de la temática ambiental en el colegio, se basa, como lo plantea Velázquez de Castro (1995), en la transversalidad, la cual permite la incorporación de la educación ambiental en todas las áreas del saber y niveles educativos, por lo tanto, no hay necesidad de crear o añadir una asignatura específica sobre problemáticas ambientales. En

este orden de ideas, como estrategia pedagógica para construir una cultura ambiental, los aprendizajes esperados deben conectar a los estudiantes, y en general, a toda la comunidad con la temática ambiental.

Entre el equipo docente se llega a acuerdos, al inicio del año escolar, con respecto a la manera de evaluación de los aprendizajes de los proyectos integrados, así como a la metodología a implementar para su realización (fechas de seguimiento al proyecto, fechas de evaluación, espacios de reunión entre docentes para el seguimiento del proyecto, etc). Se busca con estos acuerdos que el estudiante pueda desarrollar un pensamiento sistémico para poder proponer soluciones efectivas ante problemas ambientales.

Los proyectos integrados deben estar diseñados con el fin que cada profesor posea un rol específico para que se sienta importante e invaluable en su equipo docente, y de esta manera trabaje cooperativamente con sus colegas y estudiantes contribuyendo así con las metas propuestas. Se debe contar



con elementos de interdependencia entre materia y docente para los proyectos en los cuales los estudiantes van a trabajar. Esta interdependencia es creada con base al diseño de Johnson, Johnson & Johnson, (1993). Los profesores definirán cómo sus roles serán interdependientes (secuencial o simultáneo).

Antes de comenzar el proyecto, el estudiante conoce y entiende la metodología que utilizará para lograr sus aprendizajes, las fechas en las cuales se mostrarán avances y productos finales del proyecto y las matrices de evaluación que diferencian el nivel competente, avanzado y magistral en los aprendizajes. Esta metodología, fechas y matrices la entregan a su Director de Nivel y al Director del PRAE en la segunda semana del nuevo año escolar. La dirección del PRAE hará un seguimiento bimestral sobre las distintas fases de desarrollo de los proyectos. Los estudiantes crean conexiones entre todas las asignaturas al trabajar en proyectos integrados.

La metodología de enseñanza implementada en el sistema de clase de cada docente de las diferentes asignaturas utiliza el procedimiento de clases basadas en lo competente desarrollado por William Glasser (2006), en el cual los estudiantes y profesores crean relaciones genuinas y cariñosas, así como logran una enseñanza basada en la confianza, autoevaluación profesional, mejoramiento continuo, excelencia académica, aprendizaje útil y saludable. Para ello, el estudiante tiene la posibilidad de demostrar su competencia a través de varias oportunidades logrando de esta manera ser exitoso.

También es importante mencionar que el compromiso del Colegio Rochester en lo referente a la incorporación de la temática ambiental hace uso de cuatro elementos, los cuales fueron propuestos por el Presidente de la Fundación Educativa Rochester Juan Pablo Aljure en su proyecto, siendo estos los siguientes: *Culture and climate, School's organizational structure, Student Performances, Ongoing Assesment.*

Centro Acuático





El centro acuático entre sus características posee dos piscinas (semiolímpica de 2,70 mts. en la zona más profunda y una piscina de 7x13 m para infantiles).

Por ser piscinas cubiertas cuyo espacio no cuenta con un sistema de acondicionamiento mecánico de ventilación, necesitaban un sistema de climatización distinto a cualquier otro tipo de área, ya que exige métodos de deshumidificación, para garantizar los niveles de confort y de salubridad.

Para el diseño y posterior construcción del centro acuático se tuvo en cuenta dos factores que intervienen para lograr una eficiente climatización, las cuales son: 1) el grado de vestimenta de los ocupantes es BAJO y 2) el nivel de evaporación es ALTO. Por lo tanto lo que se debió lograr en el diseño arquitectónico era proporcionar condiciones de confort adecuadas para los ocupantes, evitando condensaciones gracias a una humedad relativa por debajo del 65%, una temperatura entre 24°C y 30°C.



Fotografía por: Pontificia Universidad Javeriana



Ventilación extractiva natural del Centro Acuático
Tomado de: Estudio Bioclimático - Marcela de la Roche

La estrategia a seguir para lograr las condiciones de confort fue instalar rejillas en todo el perímetro cerca a la cubierta de **policarbonato** del centro acuático, el cual genera efecto de ventilación extractiva natural (la cubierta posee dos tipos de materiales que da ganancia calórica), cuyo diseño permite mantener el agua de las piscinas entre 29 y 30 °C, logrando con ello un nivel de humedad y temperatura óptimo cumpliendo la norma para ambiente interior (ASHRAE 62.1).

Una vez se implementaron estos diseños, se evita que los ocupantes o bañistas que salen mojados, tengan una sensación de frío, por una temperatura baja del ambiente o por el calor cedido por el cuerpo en el proceso de evaporación del agua de la piel mojada en caso de que la humedad ambiente sea baja.

El diseño arquitectónico del centro cuenta con iluminación natural en todos los costados y cubiertas, lo cual garantiza que no hay necesidad de usar luminarias en jornadas diurnas, aunque cuenta con estas en caso de realizarse alguna actividad nocturna.

Cabe resaltar que la piscinas se construyeron teniendo en cuenta que pudieran usar el agua contenida en ella si así se requiera (casos de emergencia), además los insumos usados para el tratamiento del centro acuático son biodegradables, cumpliendo con los requerimientos ambientales.



Es relevante mencionar que el centro acuático del colegio cuenta con dos tipos de sistemas solares térmicos (único en el país) de funcionamiento autónomo para calentamiento de agua para las duchas y las dos piscinas, que no requieren la utilización de fuentes fósiles. El primer sistema (calentamiento de duchas) ubicado en la cubierta del edificio de administración, está constituido por nueve arreglos de seis colectores solares para un total de 54 colectores de placa plana, un controlador térmico, cuatro tanques de almacenamiento de 2000 lt cada uno, un sistema de respaldo con resistencia autónomo, un sistema de monitoreo wifi, cuatro válvulas de mezcla para regular la temperatura, una bomba de recirculación, dos tanques de expansión y gestión remoto por medio de la web.

Este sistema de calentamiento de agua para duchas va a generar la energía equivalente para entregar 12.28m³/día de agua caliente a 40°C.



Colectores solares de placa plana

Fotografía por: Revista Equipar, marzo de 2014



El segundo sistema de energía solar térmica ubicado en las cubiertas de la Auditería, para la climatización de las dos piscinas posee un diseño significativo que permite eliminar la necesidad de energía eléctrica o gas para calentar el agua de las piscinas evitando usar fuentes tradicionales para dicho objetivo. Esta es constituido por 10 arreglos de 8 colectores solares de **polipropileno** para un total de 80 colectores solares para absorber la energía del sol y transferirla directamente a la piscina, 1 controlador térmico, 4 bombas centrífugas de 5 HP, 1 climatizador a gas propano, 4 bombas de calor y un router por colectores solares de polipropileno. Los sistemas de calefacción de piscina van a calentar la piscinas semiolímpica de 664 m² y la pequeña de 70 m² a 30 °C en promedio y posee un sistema de gestión remoto por medio de la web.

Por último, la característica principal del material de acabado de cubiertas en el centro acuático (se utiliza el mismo tipo de material en todas las cubiertas de las edificaciones) es

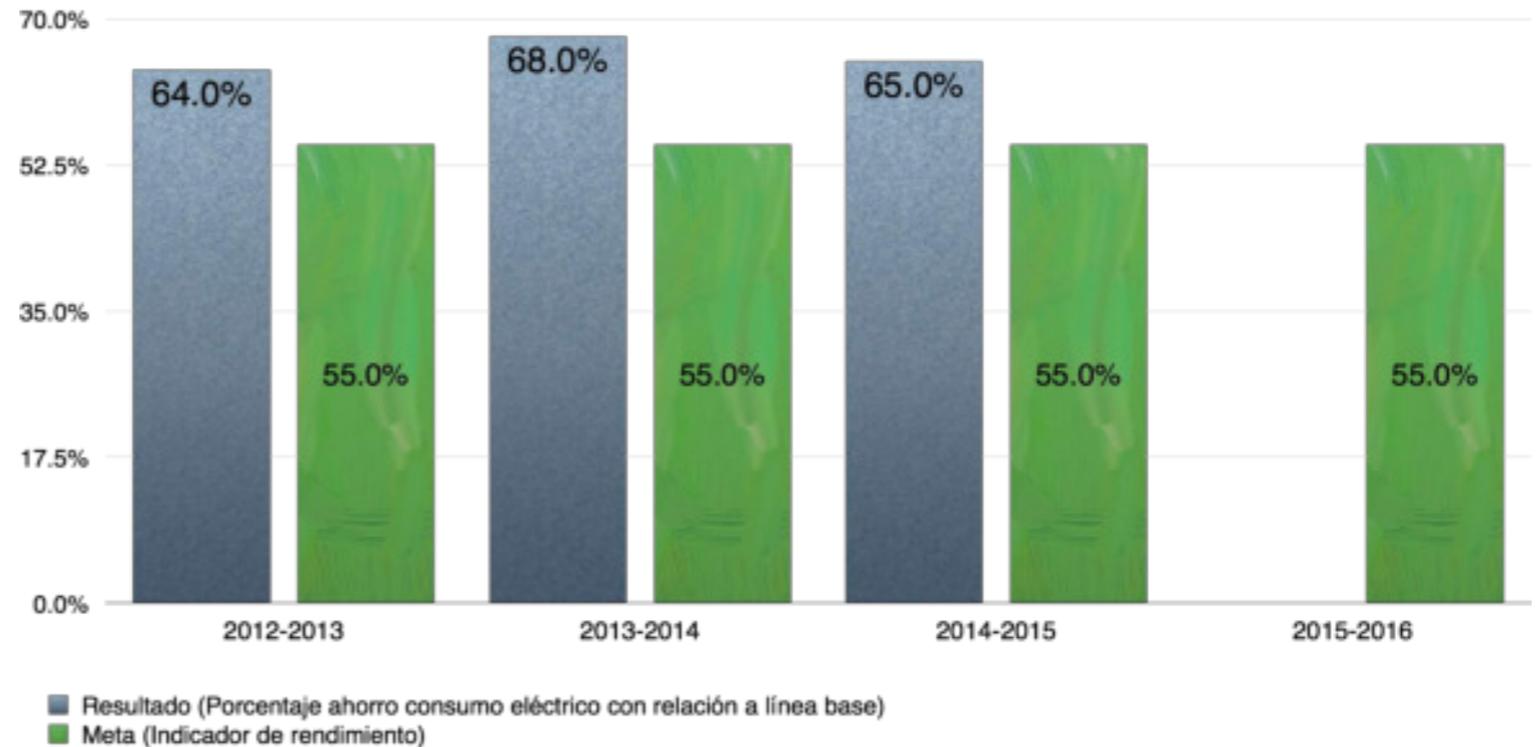


Colectores solares de polipropileno



granular, ya que que posee rocas trituradas en un acabado y/o matriz adherido al calor (termosellado), confiriéndole propiedades que incide en el porcentaje de radiación que la superficie reflejará (albedo).

Consumos Energía Eléctrica



Auditería y Bloques

Conglomerados de aulas, áreas extendidas de aprendizaje, puentes comunicantes por piso de cada bloque y aulas especializadas





Edificios espejo bloques 1 y 2

Tomado de: Estudio Bioclimático - Marcela de la Roche

Los cinco bloques constituidos por aulas y áreas extendidas de aprendizaje son iguales en diseño pero son edificios espejo, lo cual significa por ejemplo, que en el bloque 1 se podrá encontrar a su entrada un baño diseñado para personas con discapacidad, mientras en el bloque 2 se encuentra un ascensor para acceder a los diferentes pisos. Cabe resaltar que en-

tre el bloque 1, 2, 4 y 5 existe entre cada uno de los pisos un puente comunicante para que la comunidad pueda acceder a las edificaciones buscando con ello facilitar y promover el trabajo individual y en equipo, así como la pertenencia de estudiantes, profesores, directivos y padres de familia.

Al acceder a los bloques (1 al 5) y a sus respectivos pisos, los cuales están comunicados por unas escaleras, se puede encontrar aislamiento acústico en las áreas de circulación, el cual parte desde la puerta de entrada hasta llegar a la puerta de ingreso de los hubs (constituidos por las aulas y las áreas extendidas de aprendizaje).

Así mismo, a la entrada de los hubs se encuentran los colectores de residuos inorgánicos y orgánicos de color verde y negro empotrados en las paredes, donde se depositan los desechos generados por los usuarios de cada piso. Es importante resaltar que dentro de las aulas y áreas extendidas de aprendizaje (en los hubs), los usuarios no encontrarán ningún tipo



Colectores de desechos

Fotografía por: Revista Equipar, marzo de 2014

de recipiente para depositar los diferentes tipos de desechos

que se generen. La razón de tomar esta medida se debe principalmente a dos motivos, los cuales son: 1) centralizar en un solo punto la disposición de los desechos sólidos facilitando con ello su recolección y 2) disminuir la disposición de residuos en las aulas y área extendida de aprendizaje, lo que conlleva a evitar una acumulación de residuos tanto inorgánicos como orgánicos, los cuales pueden atraer organismos indeseados (roedores e insectos) que afecten la salud de los usuarios.

Otro de los elementos encontrados a la entrada de cada uno de los hubs (pisos y bloques), es el cuarto técnico y eléctrico, donde se pueden controlar y aislar los diferentes sistemas de acometidas de elementos electromecánicos para poder administrar cualquier falla que se presente.

Por temas de seguridad, cada estudiante y usuario del colegio posee un carnet que lo identifica de tal manera que puedan acceder a ciertas áreas de la institución usando un panel de control.



Dentro de cada hub se evidencia una serie de estrategias que contribuyen de manera significativa al confort de los usuarios. Entre sus características principales, tenemos una distribución general presente en todos los hubs a su interior, en donde existe un área central extendida de aprendizaje que se utiliza como otro salón de clase, ya que por su diseño el docente puede ubicar el grupo total de estudiantes o ser usada para aquellos alumnos que quieran profundizar en los temas que se están trabajando en la materia, o si es el caso los docentes pueden entre ellos usar este espacio para eventos. Alrededor de estas áreas extendidas de aprendizaje se ubican los salones de clase o aulas.

El piso utilizado en los hubs, auditoria y administración es de linóleo de bajo VOC (Volatile Organic Compounds) cumpliendo con los créditos de calidad del ambiente al interior y es un material utilizado para construir recubrimientos de pisos fabricado a partir de aceite de linoleo solidificado, mezclado con harina de madera o polvo de corcho colocado sobre



Área central extendida de aprendizaje

un soporte de una lona o tela basta. Se le suele agregar pigmentos a la mezcla para darle distintos colores.



Las puertas ubicadas en todas las áreas del colegio poseen características de aislamiento acústico gracias a vidrios laminados, madera entamborada, triplex, fórmica y material aislante para la reducción y transmisión del sonido. Igualmente la ventanería de cada edificación es de vidrio laminado que permite el aislamiento acústico y las paredes que colindan con el área de aprendizaje extendida actúan de igual forma como aislamiento acústico por su conformación en drywall y fibra de vidrio. La integración de estas estrategias permite no solo generar el acondicionamiento y aislamiento acústico para cumplimiento del prerrequisito 3 de calidad del ambiente interior del sistema LEED, sino que genera espacios en los cuales alumnos y docentes cuentan con las condiciones para un mejor aprendizaje sin afectaciones exteriores.

Los hubs cuentan con cielo raso acústico con láminas tipo Owa Acoustic Premium modulares, cuya superficie rugosa ayuda a disminuir los ruidos que se generan en el interior por

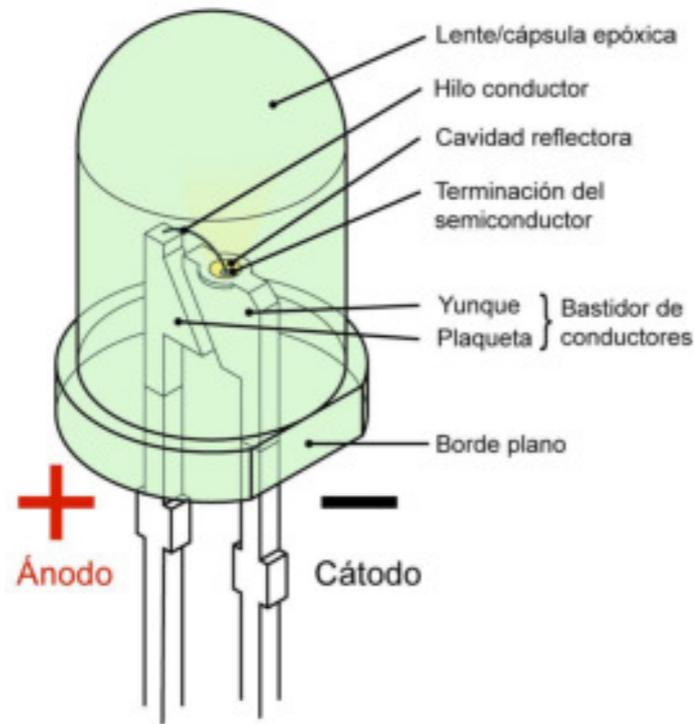


Cielo raso acústico

Fotografía por: Revista Equipar, marzo de 2014

los usuarios de estas áreas logrando con ello minimizar el impacto que esto pueda tener en temas de aprendizaje.

Todos los salones ubicados en cada uno de los hubs de los bloques poseen una capacidad para 24 estudiantes y un área de 65 m² diseñados para aprovechar la luz natural. Igualmente según el estudio bioclimático se estableció que la temperatura óptima de las aulas debería estar entre 19.6 - 24.4 °C y 65% de humedad relativa.



Componentes de un bombillo LED

Sin embargo, hay que aclarar que en la iluminación de estos espacios se utilizaron luminarias tipo LED sin mercurio los cuales proveen los lumen necesarios para brindar confort a todos los usuarios, los cuales funcionan con sensores de luz día y de presencia para el control de encendido y apagado

El sensor de luz día enciende los circuitos 2 y 3 a medida que la luz solar disminuye, o los apaga a medida que aumenta.

INTERACTIVE 4.1
Sistema de iluminación de aulas

por movimiento y luminosidad. Por otro lado, es importante con respecto al tema de la iluminación y confort, que el estudio bioclimático que se realizó previo al inicio del proyecto permitió conocer la trayectoria solar y su incidencia sobre las fachadas de las edificaciones. Es así que se tuvo en cuenta la trayectoria solar haciendo énfasis en los ángulos de azi-



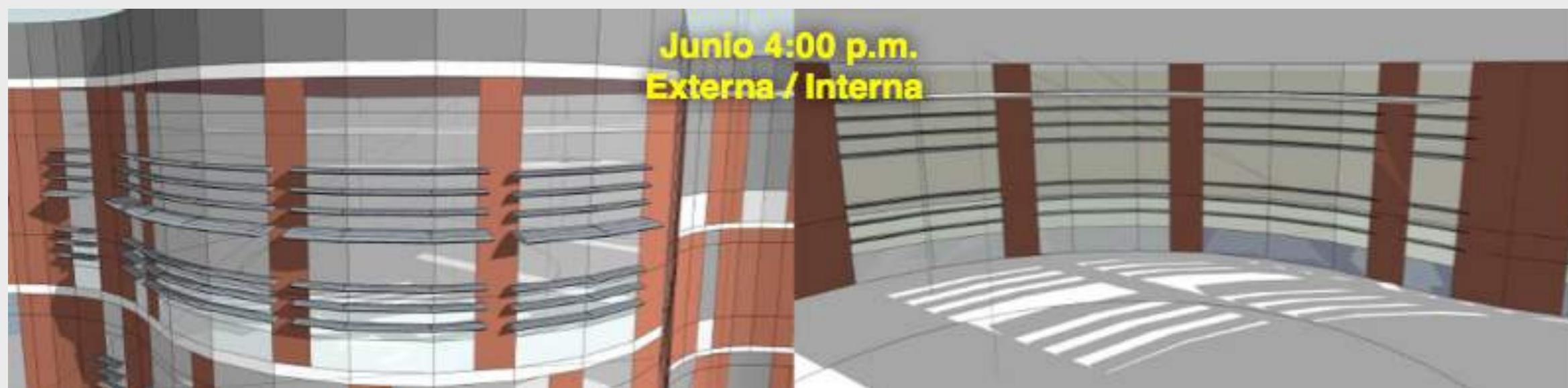
Iluminación de los salones

Tomado de: Estudio Bioclimático - Marcela de la Roche

mut solar y de altura solar, con lo cual se establecieron cinco tipologías de los volúmenes y las orientaciones que conforman el proyecto.

Con toda esta información se logró establecer como debería realizarse la implantación del proyecto siguiendo la morfología del terreno, y las orientaciones en los ejes longitudinales este-oeste, lo que permitió abrir las fachadas más largas hacia el norte y sur respectivamente. Para los hubs se abrieron principalmente los costados norte y sur con ventanas grandes, mientras que las ventanas pequeñas se ubicaron sobre las fachadas oriente y occidente. Por la cercanía de los edificios, estos producen sombra especialmente sobre las fachadas oriente y occidente favoreciéndolas.

Una vez, se estableció cuales eran las necesidades del proyecto se tenía que lograr con el diseño del sistema una iluminación natural capaz de proveer en la mayoría de los espacios interiores ocupados una conexión con el espacio exterior llevando la mayor cantidad de luz natural y visuales a estas zonas, además de cumplir los requisitos necesarios con los créditos IEQ-CR 8.1. y CR 8.2.



INTERACTIVE 4.2

Funcionamiento de cortasoles a diferentes horas del día

El propósito de implementar un buen diseño en temas relacionados con una buena iluminación ayuda a disminuir o prevenir fatiga visual, dolores de cabeza, irritabilidad, errores y accidentes en los usuarios de las edificaciones en el colegio.

Por otro lado, se tuvo en consideración estrategias que permitieran disminuir la sensación de deslumbramiento por

efecto de la luz natural en las aulas y las áreas cercanas a la ventanería, como oficinas y espacios al interior de los bloques, principalmente debido a que esto afectaría el campo de visión, fatiga y accidentes. Las estrategias implementadas se pueden ver en la ventanería donde se instalaron cortasoles (proporcionan sombra y hace la distribución luminosa



interior más uniforme) horizontales por encima del nivel de los ojos y recubrimiento de la superficie de los vidrios con materiales que los opaquen. Igualmente se escogió colores y materiales para el linóleo y muebles que no reflejarán la luz causando este efecto en la visión de las personas que harían uso de estos espacios.

Gracias al uso de la luz natural en los bloques, la cual es combinada con el sistema de iluminación LED de alta eficiencia, tenemos ahorros significativos en consumo o de energía eléctrica y un mejor comportamiento térmico al interior de cada edificio.

En las áreas interiores de todas las edificaciones en el colegio se uso pintura vinílica blanca tipo lavable de Corona Arquitectónica a base de agua, de bajos niveles de emisiones de compuestos orgánicos volátiles (COV), diseñada especialmente para ambientes en interiores. Este tipo de pintura posee la ventaja que disminuye la contaminación del aire al interior de las edificaciones y por consiguiente disminuye los



INTERACTIVE 4.3

Aulas de clase del Colegio Rochester



efectos negativos en los estudiantes y en el ambiente puesto que los COV pueden generar afecciones respiratorias en los ocupantes de las instalaciones y ausencias prolongadas.



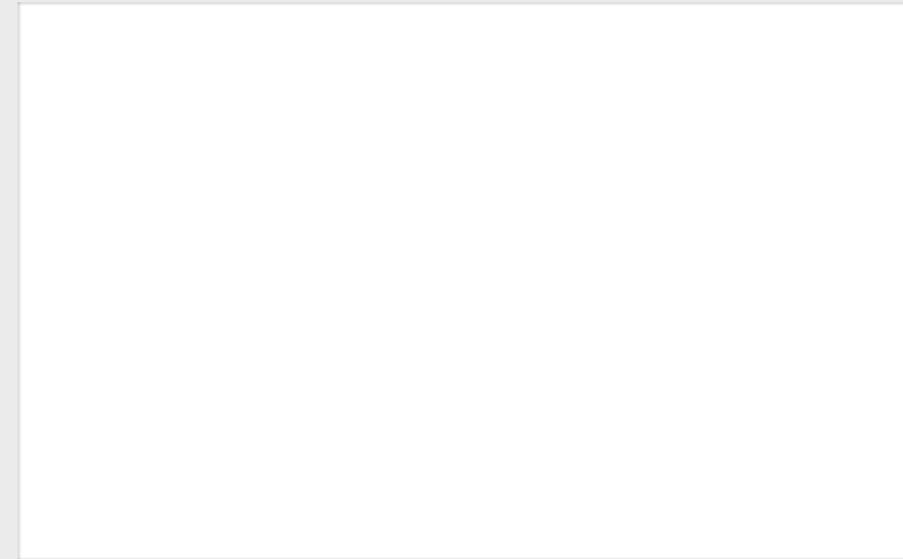
En los bloques uno y dos se podrá encontrar al interior de cada aula baños diseñados para ser usados por los estudiantes de preescolar y primaria. El motivo por el cual se instalaron estos baños en los salones se debe a temas de seguridad y facilidad de los docentes para dar solución a cualquier eventualidad que ocurra en sus aulas con los estudiantes. Por el contrario, en los bloques 3, 4 y 5 los baños son individuales para niños, niñas y docentes, ubicados por conglomerado de aulas por piso, los cuales poseen sanitarios y grifería con características de bajo consumo de agua. Este tipo de tecnologías innovadoras (sanitarios y grifería) permiten reducir el uso de agua potable proveniente de fuentes hídricas, contribuyendo a un ahorro de este recurso, además de disminuir la producción de aguas residuales para ser tratadas en la PTAR.

A parte de la importancia de una buena iluminación al interior de las edificaciones, se hizo énfasis en un sistema de ventilación que permitiera mantener la calidad del aire al interior de los edificios por tres motivos, los cuales son:



1) renovación del aire viciado por nuevo con lo cual se mantendría los niveles de CO₂ en valores óptimos que no afecten el proceso de aprendizaje de los estudiantes, 2) participar en el confort térmico del cuerpo para colaborar en la pérdida de calor y 3) proporciona el enfriamiento de la masa interna del edificio en ciertas condiciones. Inicialmente para lograr las condiciones antes mencionadas se considero un sistema de ventilación natural en donde se propuso la instalación de torres de ventilación o torres de extracción en cada uno de los bloques, cuya función es extraer el aire viciado y calor excesivo.

Sin embargo, es importante aclarar que según el estudio bioclimático que se realizó, la conclusión que se obtuvo fue que en la mayoría de los salones y en general edificaciones (incluyendo la Auditería) no se lograría valores de renovación de aire mínimas exigidas por la norma ASHRAE (3.00 ACH por cada salón) a ciertas horas del día, lo cual significa que se debió apoyar la ventilación natural con ventilación mecánica.



INTERACTIVE 4.4
Ventilación mecánica

Por lo tanto, se instaló en las cubiertas de las edificaciones inyectores que se comunican al interior de los edificios (aulas) a través de ductos que llegan a unas cajas variadoras, que regulan el flujo de aire permitiendo renovarlo. El aire viciado sale por rejillas ubicadas en el cielo raso de cada salón.



Este sistema de ventilación mecánica está vinculado a sensores de CO₂ y temperatura ubicados en cada aula de los bloques a unas alturas que varían según los ocupantes (entre 90 cm y 180 cm).

Por último, cabe resaltar que tomando en consideración los aspectos de bienestar al interior de los edificios, un aspecto importante que se tuvo en cuenta fue el tipo de mobiliario que utilizarían los ocupantes de cada bloque (específicamente los estudiantes). En ese sentido, los diseños de los escritorios a parte de cumplir con los requerimientos pedagógicos del colegio, fueron construidos con maderas certificadas que provenían de bosques manejados de manera sostenible (lastimosamente no se pudo validar cadena de custodia, la que significa el camino de la madera que va del bosque al usuario final, puesto que los productos forestales pueden experimentar una sucesión de procesos, transformaciones, fabricaciones y distribución).

El mobiliario se diseñó de tal forma que las sillas no se voltean con el peso, son ergonómicas, además de usar adhesivos de características o matriz natural no urea formaldehído.

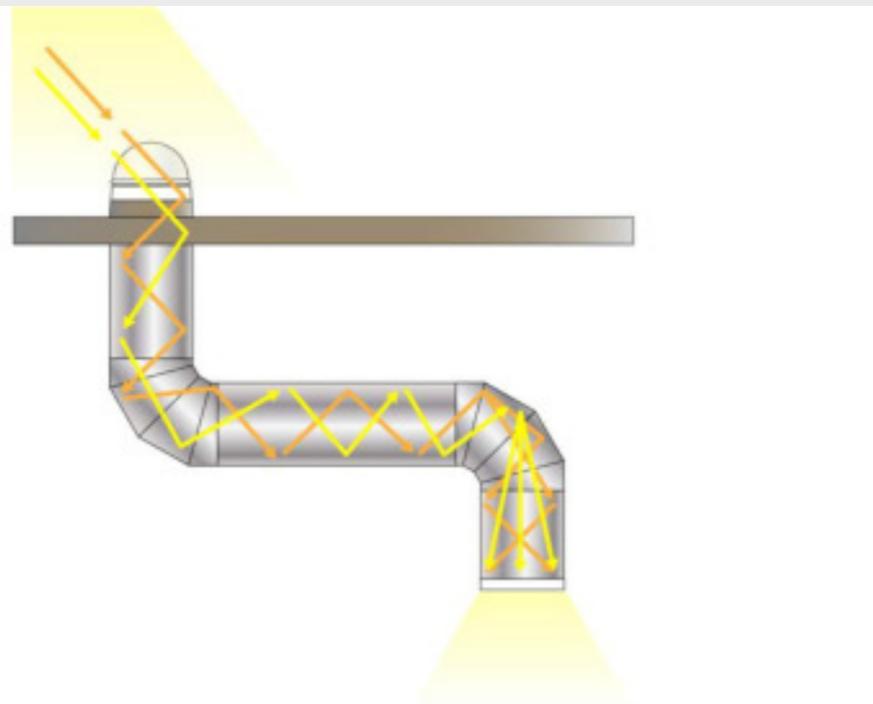


Mobiliario para estudiantes
Fotografía por: Revista Equipar, marzo de 2014

Solar Tube o Lumiducto



Como se mencionó anteriormente para el Colegio Rochester implementar sistemas de luz natural, ha sido un aspecto importante a tener en cuenta por temas relacionados con eficiencia energética, puesto que este tipo de estrategias contribuyen a disminuir el uso de luz artificial. Sin embargo, es importante reconocer que a pesar que la luz natural tiene mucho potencial en las horas del día para ser usada como un alternativa para iluminar áreas oscuras, su aprovechamiento depende en gran medida al diseño e implementación de la misma.



INTERACTIVE 4.5

Funcionamiento del Solar Tube o Lumiducto

El estudio bioclimático del proyecto para la nueva sede, tal como se mencionó en la sección de iluminación de los bloques y hubs del colegio, contempló precisamente aspectos relacionados con la trayectoria del sol y comportamiento de

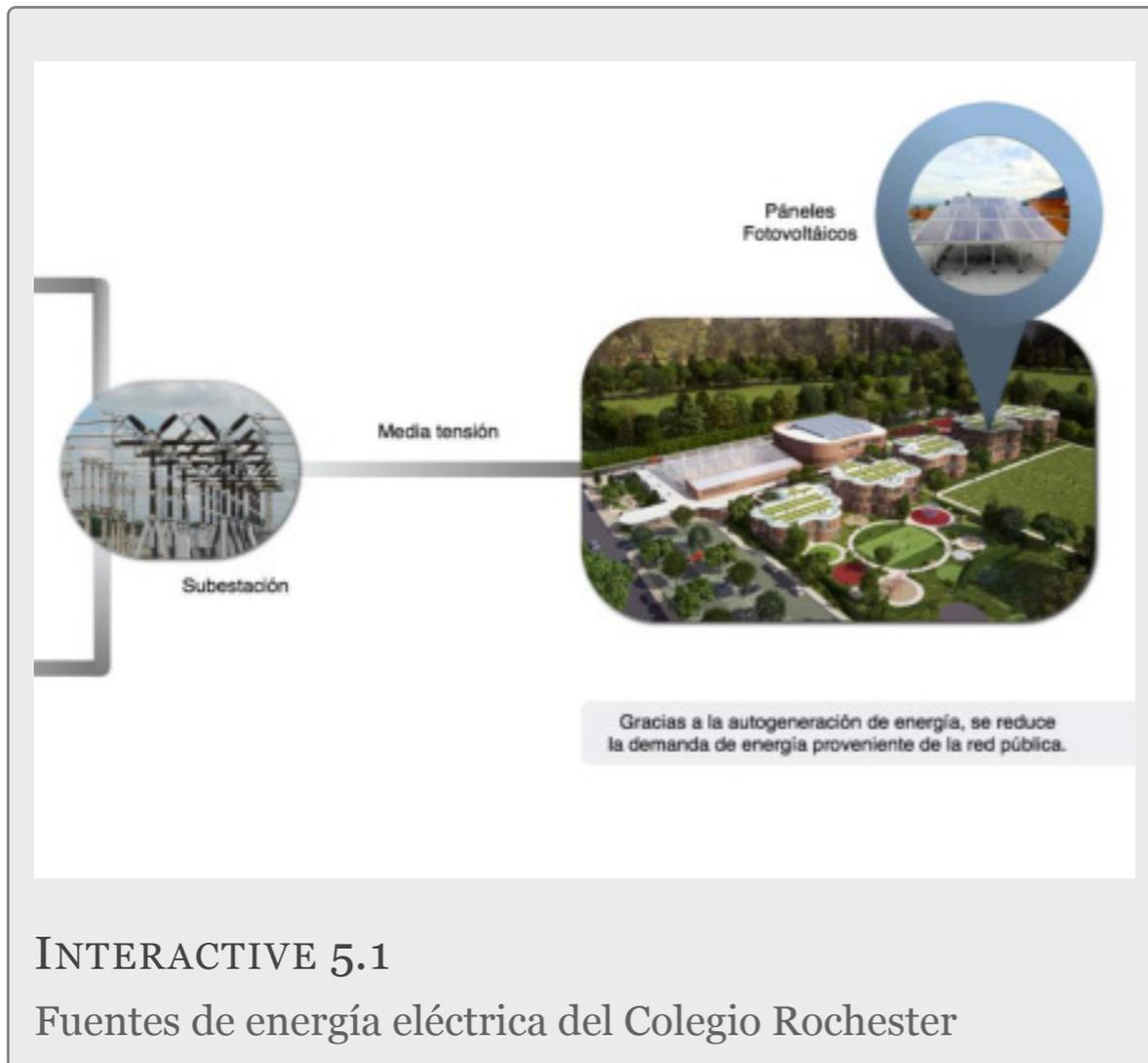
las sombras proyectadas por los edificios. Con esta información se logró la coordinación entre el alumbrado natural y artificial y la selección de los equipos para el control de la iluminación artificial.

Es así, que en la auditoria como parte de su sistema de iluminación se hace uso de una tecnología única conocida como Lumiducto o Solatube. Este tipo de tecnología óptica cuenta con un diseño avanzado, el cual provee abundante luz natural al interior de recintos cerrados como la auditoria.

Esta estrategia de iluminación cuenta con un tubo, el cual por medio de captación de la luz natural en su interior es transmitida luego por medio de difusores, ya que permite la conducción y reflectancia de los rayos solares dentro del mismo. El material usado para su construcción es primordialmente aluminio y en su interior podrán encontrar en toda su superficie espejos reflectantes. Además del tubo, cuenta con un captador de luz solar (domo) y un emisor de luz al interior del recinto.

Páneles Fotovoltaicos Policristalinos





Cabe mencionar que la energía del colegio funciona desde la red pública, con contador como cualquier edificación en Colombia, pero su diferencia radica en que se implementó un sistema de autogeneración, es decir que con este sistema se disminuye la demanda de energía por parte del colegio proveniente de la red pública. Esto se debe en gran medida al sistema fotovoltaico instalado, el cual se encuentra dividido en dos subsistemas similares ubicados en el bloque cuatro y bloque cinco. En cada bloque (4 y 5) se encuentran 3 arreglos de 14 paneles, de allí van a un *combiner box* donde se combinan estos 3 en un solo arreglo. Del *combiner* salen 2 líneas (positiva y negativa) que se une con el *disconnect* del inversor. El inversor se encuentra en el cuarto de máquinas de cada edificio. Se estima que la generación del sistema es de 24446 kWh al año.

Huertas y Reservorio

Huertas con cultivos de hortalizas orgánicas y reservorio de agua para estudio científico y ambiental.





La institución cuenta con huertas para el cultivo de hortalizas orgánicas, las cuales son usadas como fuente de alimentación, así como parte del currículo ambiental del colegio, puesto que los alumnos desarrollan proyectos asociados a temas de sostenibilidad y salud.

Por otro lado, el colegio cuenta con un reservorio de agua cuyo fin es el de ser utilizado para estudios de limnología, ecosistemas acuáticos, química ambiental y en general fines totalmente científicos por parte de los estudiantes.



Compostaje

Para el aprovechamiento de los residuos orgánicos de la cafetería y el manejo ambiental del proyecto ambiental escolar.





Cómo parte de nuestra responsabilidad ambiental es y ha sido importante para el colegio dar un manejo adecuado a los residuos orgánicos generados en la auditería. Estos desechos son enviados a una compostera tipo SAC 3000 (ACODAL), cuyas características permiten la descomposición, de forma acelerada, de todo tipo de restos orgánicos generados en la Auditería, los cuales son aplicados en la tierra que usamos en las huertas del colegio y que se irá asociando al humus, que es la esencia de un suelo saludable , fértil y equilibrado en la cantidad de nutrientes necesarios para obtener unos vegetales libres de sustancias agroquímicas. Algunas ventajas y valores agregados de usar la compostera modelo SAC-3000 en el colegio son:

- No se requiere adición de ningún químico, bacterias, enzimas o similares.
- No se requieren volteos.
- Se obtiene el compost en 30 días.



- El sistema permite contabilizar sistemáticamente: volúmenes de residuos aprovechados, rendimientos y volumen de compost obtenido.
- Permite parametrizar todo tipo de residuos: cálculo de mezclas iniciales, pérdidas por vapor de agua y CO₂.



- Permite calibrar permanentemente densidades de residuos y compost obtenido.

- El diseño por compartimientos en 3000, permite compostar diferente tipo de residuos al mismo tiempo para hacer comparativos de resultados y calidades diferentes de compost.
- Su diseño y construcción en polipropileno y montaje sobre 9 rodamientos, permite movilidad para: limpieza, mantenimiento, cambio de sitio, revisión permanente de partes.
- Su construcción en polipropileno 100 % reciclado (madera plástica), permite fácil reparación de partes metálicas: bisagras de compuertas, mallas de ventilación.
- Los sistemas permiten detección y control rápido de posible presencia de moscas y roedores.
- Permite un proceso continuo por baches: carga por compartimientos y después de cerrado el ciclo: descarga compost y carga de residuos.

Es importante tener en cuenta que la velocidad de descomposición o maduración del compost requiere una serie de ele-



mentos claves para poder obtener un abono orgánico de buena calidad. Entre estos factores físicos y químicos encontramos la temperatura la cual es uno de los parámetros más relevantes, así como el tamaño de las partículas y el contenido de humedad. Otras consideraciones físicas incluyen el tama-

ño y el diseño que posee nuestra compostera, los cuales afectan la aireación y la tendencia a retener o disipar el calor

En este orden de ideas, se mencionan los aspectos físicos y químicos a tener en cuenta para comprender el funcionamiento de nuestra compostera.

TEMPERATURA

El calor del compost es un subproducto de la degradación de la materia orgánica. El calor depende del tamaño de la pila, la humedad, la aireación y la relación C/N. Además la temperatura ambiente también afecta la temperatura del compost.

El compost que se produce en el colegio alcanza temperaturas en la etapa mesofílica que oscilan entre 40 °C y 50°C (no supera los 65°C) en 3 o 4 días, gracias a su diseño de ventilación, evitando la necesidad de mover o airear la pila, evitan-





do con ello la muerte de microorganismos beneficiosos que contribuyen al proceso de descomposición. En esta etapa abundan bacterias y hongos mesofílicos. Debido a la actividad metabólica de todos estos organismos la temperatura aumenta hasta los 40°C, el pH disminuye desde un valor neutro hasta 5.5-6 debido a la descomposición de compuestos orgánicos, lo cual favorece a la aparición de hongos mesofílicos más tolerantes a las diferencias de pH y humedad. Cabe mencionar que en esta etapa la relación de C/N es supremamente importante puesto que el carbono aporta la energía que necesitan los microorganismos y el nitrógeno es clave para la síntesis de nuevas moléculas. Debido a esto la relación debe estar entorno a 30, si superamos esta proporción la actividad biológica disminuye, mientras que proporciones superiores de N provocan el agotamiento rápido del oxígeno, y la pérdida del exceso en forma de amoníaco, tóxico para la población bacteriana o por lixiviados. El color en esta etapa aún es fresco y el olor que todavía se percibe es a frutas, verduras y hojas frescas.

La segunda fase donde interviene la temperatura, se denomina termofílica (40 a 60° C) y dura desde varias semanas a varios meses dependien-



do del tamaño de la pila, diseño de la compostera y de la composición de los ingredientes. En esta fase la descomposición ocurre más rápidamente y es también importante para destruir patógenos termosensibles. Los invertebrados del compost sobreviven a esta etapa moviéndose a la parte externa de la pila o permaneciendo en estado de latente.

Para asegurar una reducción significativa de los patógenos el compost debería mantenerse al menos 5 días a una temperatura mínima de 40 °C, con temperaturas que excedan los 55 °C por al menos 4 horas durante este período.

La tercera etapa o fase se denomina enfriamiento y es cuando el compost la temperatura empieza a disminuir, claro es que si se remueve la pila se produce un nuevo pico de temperatura por el aumento del contenido de oxígeno y la exposición de materia orgánica que no fue descompuesta.

Existe un momento en que la temperatura cae drásticamente y no puede ser restablecida mezclando o removiendo la

pila. Esto indica el fin de la fase termofílica y de enfriamiento, se conoce como maduración del compost y en este punto los microorganismos inician un largo proceso de curación o maduración en donde se retira el compost para ser dispuesto en canastillas plásticas para ser usado posteriormente. En esta etapa siguen ocurriendo reacciones que hacen que la materia orgánica remanente se vuelva más estable y apta para usar como mejorador de suelo.

Los microorganismos se desarrollan sobre la superficie de las partículas orgánicas. Por lo tanto, cuanto menor es el tamaño de las partículas aumenta la relación superficie / volumen y esto conduce a un aumento de la actividad microbiana, el sustrato carbonado está más disponible y por consiguiente la velocidad de descomposición aumenta.

Por otra parte cuando las partículas son demasiado pequeñas y compactas la circulación de aire en el interior de la pila empeora, lo que disminuye la disponibilidad de oxígeno y el ritmo de descomposición.



Existen varios factores que conducen a condiciones anaeróbicas que contribuyen a los malos olores debido a la fermentación

- 1) humedad excesiva
- 2) baja porosidad
- 3) sustratos que no degraden rápidamente
- 4) tamaño excesivo de la pila

Para mantener la condición aeróbica nuestra compostera posee agujeros en toda la estructura plástica con el fin que haya un flujo forzado de aire que permita o disminuya las condiciones anaeróbicas que puedan afectar la calidad de nuestro abono y genera olores desagradable al ambiente.

HUMEDAD

Es importante recalcar la importancia de un buen contenido de humedad, el cual debe oscilar entre 50 a 60 % considerándolo óptimo, puesto que la descomposición por microorganismos ocurre de manera más rápida en la





capa superficial de los residuos orgánicos debido a la presencia de una mayor cantidad de agua presente en esa área. Por otro lado, el proceso se puede ver afectado debido a contenidos bajos de humedad (inferior al 30 %), los cuales pueden llegar a inhibir la actividad microbiana o por contenidos muy altos (mayores del 65 %) generando condiciones anaeróbicas, una disminución en los tiempos de la descomposición orgánica y la producción de olores desagradables.

A menudo los materiales ricos en nitrógeno son muy húmedos y los ricos en carbono son secos. Combinando los distintos tipos de materiales se puede obtener una humedad adecuada.

TAMAÑO DE LA PILA DE COMPOST

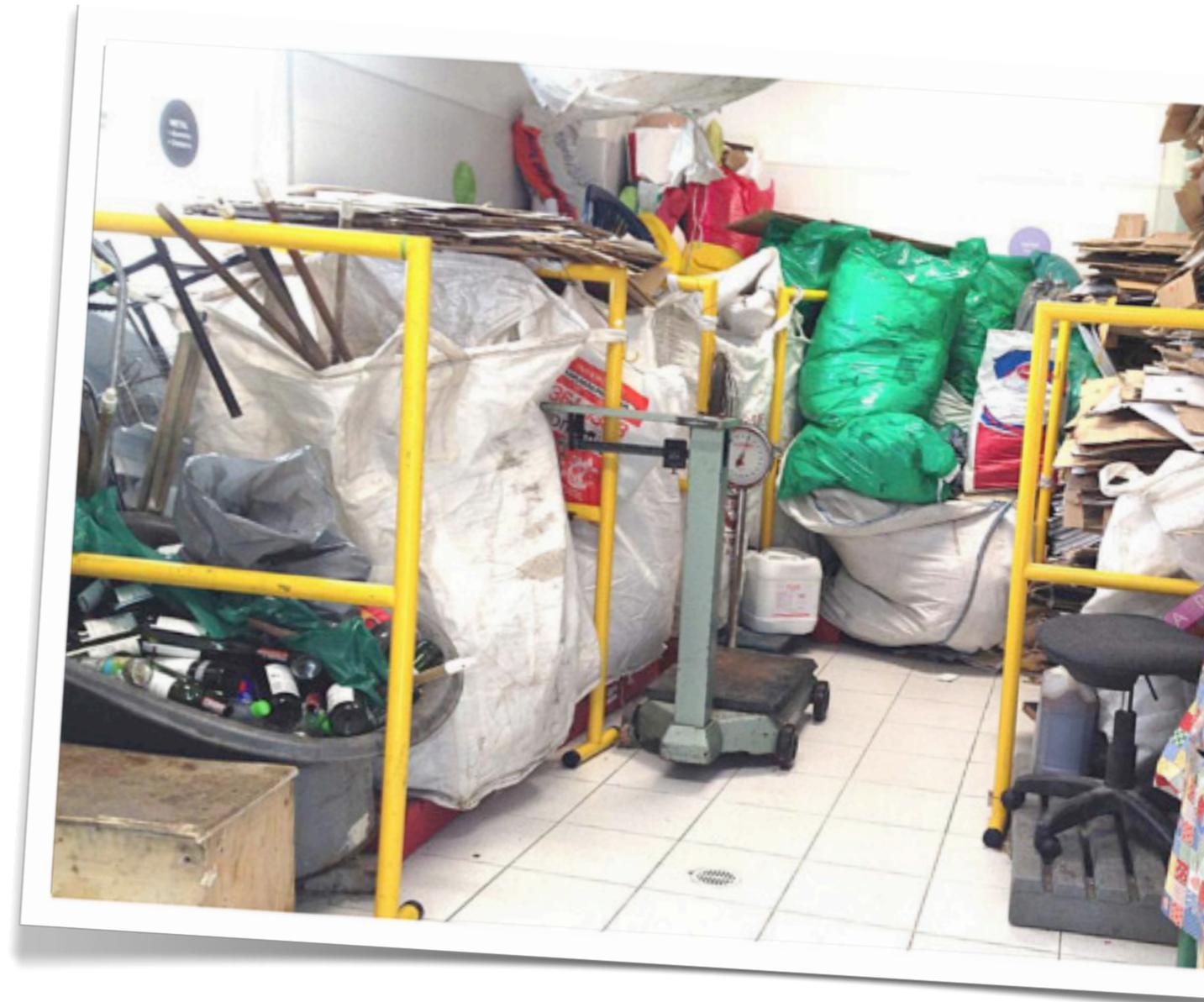
En sistemas aireados pasivamente la pérdida de calor es proporcional a la superficie expuesta y el calor producido es función del volumen. Las pilas más grandes por lo tanto tienden a sobrecalentarse y las más pequeñas tienden a ser demasiado frías. Usualmente la altura ideal de la pila es de 1 a 3 metros y el ancho cercano al doble. Las pilas que lleven sustratos que se degradan rápidamente (estiércol, restos de pasto verde, restos de



alimentos) deben estar en el rango inferior y los más porosos y de descomposición más lenta deben tener tamaños cercanos al rango superior. Los sistemas de aireación forzada con reciclado del flujo de aire o el uso de aire precalentado permiten aumentar el tamaño de la pila.



Selección y reciclaje de residuos inorgánicos





Dentro del Marco Institucional del Colegio Rochester, y como parte de su compromiso con la comunidad Rochesteriana, la institución considera imperativo que toda actividad que se desarrolle dentro de sus instalaciones y que pueda generar residuos sólidos inorgánicos, debe poseer unos procedimientos y procesos que permitan darle un manejo adecuado. Por esta razón, el colegio cuenta con unas políticas verdes, colectores verdes y negros debidamente marcados con el tipo de residuo en el que se debe depositar. Así mismo, contamos con un depósito de residuos inorgánicos donde personal capacitado separa adecuadamente los desechos generados diariamente en las actividades de la institución. Gracias al manejo adecuado de estos desechos la institución ha dejado de enviar a relleno sanitario un total de 7793 kilogramos de residuos sólidos durante el año 2012 y el año 2015.

Con el manejo adecuado de los residuos sólidos se espera poder:

1. Mejorar las medidas de seguridad e higiene en las instalaciones del Colegio Rochester.
2. Evitar la contaminación de áreas comunes con residuos sólidos que contribuyan a la aparición de enfermedades.
3. Brindar información a la comunidad acerca del auto-cuidado e higiene personal.

GREEN POLICIES
Learning for sustainability, wellness, and success!

Zero Trash!

FOOD RESIDUE USED DISPOSABLE CONTAINERS, NAPKINS, AND PAPER Styrofoam and bubble gum

ORGANIC RESIDUE INORGANIC RESIDUE

Please take home any packages, plastic wrappings, and bottles that you bring!

Sustainable Consumption

If you bring food from home, do so in reusable containers. Choose healthy food that is environmentally friendly. The school's drinking faucets provide filtered, clean and refrigerated water.

Bring washable, eco-friendly lunchboxes.

Remember to drink plenty of water or juices with no added sugar. Instead of sodas that are harmful to your health.

Sandwiches made with whole wheat bread, salads, vegetables, and choose low fat dressings.

Choose fruit as dessert over sweets that contain preservatives and refined sugar, which generate allergies, obesity, inflammation, and other health issues.

GALLERY 8.1
Políticas Verdes



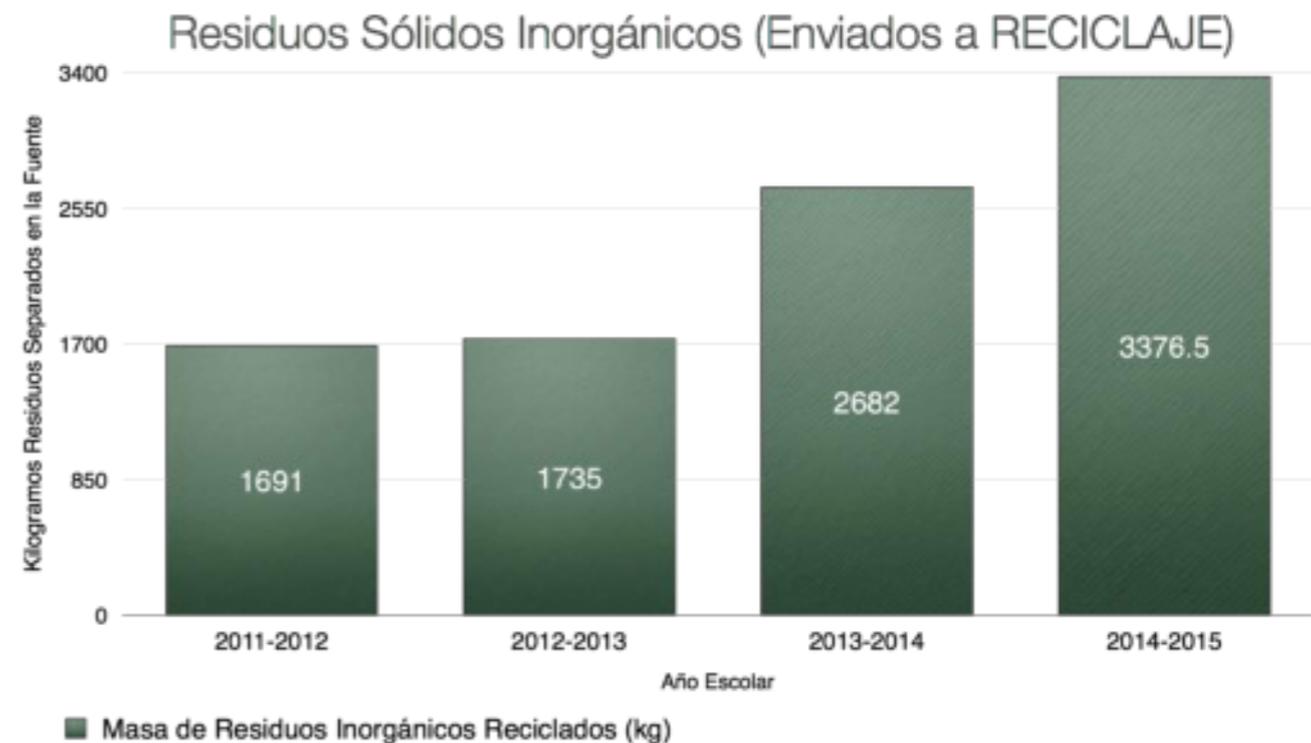
4. Disponer de los elementos y herramientas necesarias para el desarrollo del plan de manejo de residuos sólidos.
5. Prevenir la contaminación del entorno natural debido a un inadecuado manejo de residuos sólidos mediante la minimización de su generación, separación en la fuente, almacenamiento adecuado, transporte, y tratamiento en caso necesario.
6. Disminuir la generación de residuos sólidos a través de la ejecución de propuestas o proyectos que busquen reducir el volumen producido diariamente dentro de las instalaciones del Colegio Rochester.
7. Sustituir productos comercializados en el Colegio Rochester que por estar empacados con materiales contaminantes, puedan generar impactos ambientales por otros productos que sean más amigables con el entorno natural.
8. Disponer los residuos líquidos de manera racional y con las inactivaciones necesarias que den cumplimiento a la nor-





matividad ambiental.

9. Revisar los procesos tendientes al manejo de residuos sólidos que puedan generar un impacto en el entorno natural.
10. Tomar en consideración las directrices nacionales e internacionales relacionadas con la temática ambiental para procurar ser aplicadas en el Colegio Rochester.
11. Determinar, interpretar y predecir los impactos ambientales que se puedan producir durante las actividades diarias en el Colegio Rochester, teniendo en cuenta el manejo de los residuos sólidos, emisiones y vertimientos.
12. Diagnosticar los impactos ambientales que se puedan generar por las actividades inherentes al Colegio en su área de influencia.
13. Seleccionar métodos de control aplicables desde criterios de costo/beneficio.



Tratamiento de aguas residuales

Reducción del uso de agua potable y el aprovechamiento de las aguas lluvias.

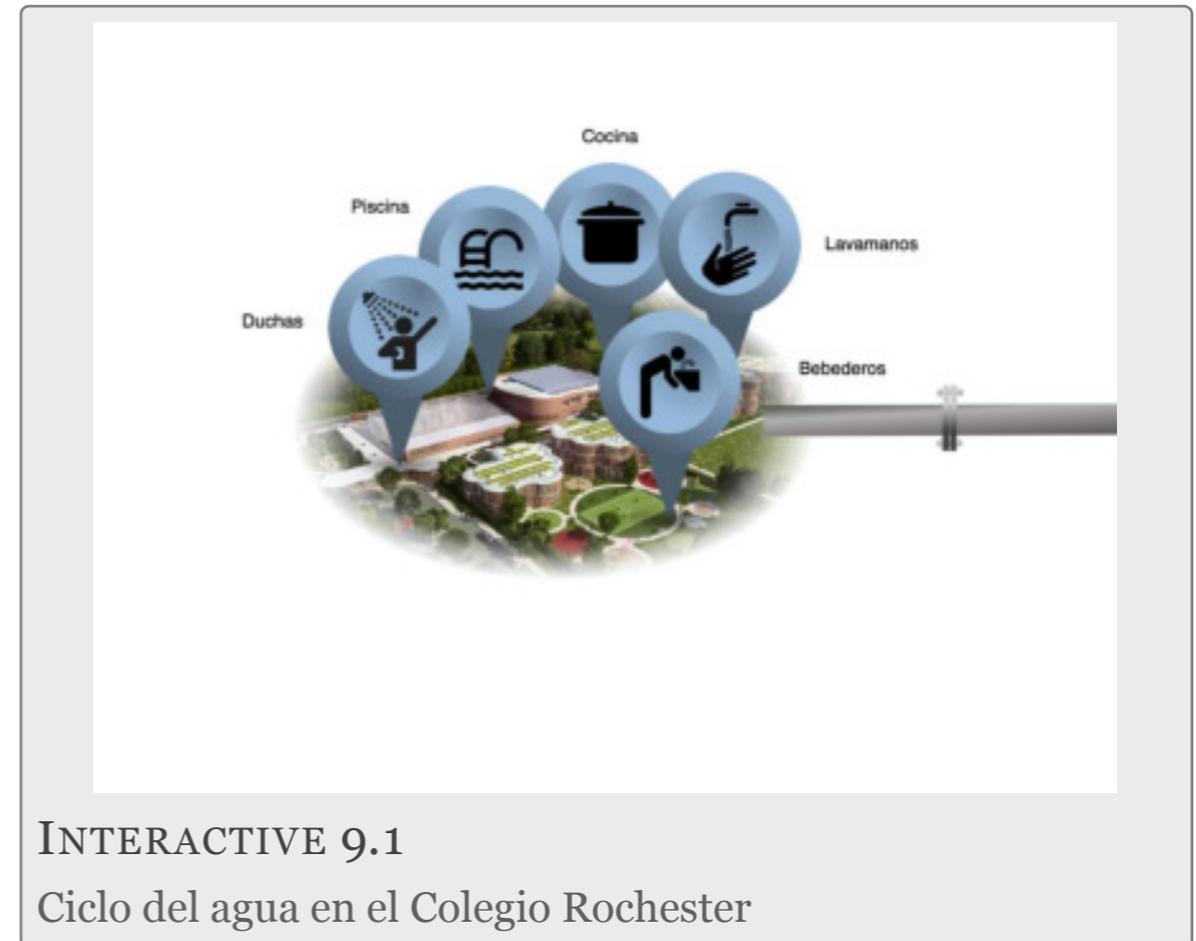




El Colegio Rochester cuenta con una planta de tratamiento de aguas residuales, la cual evita que lleguen aguas contaminadas al Río Bogotá, cumpliendo con la normatividad nacional vigente (Decreto 3930 de vertimientos) y los estándares de LEED. Así mismo, la PTAR de nuestra institución se ha convertido en un aula más la cual permite que los estudiantes y docentes la utilicen en sus clases y en sus proyectos integrados.

El sistema de tratamiento de aguas residuales opera bajo un simple concepto, el cual se basa en introducir una cantidad determinada de aguas residuales al Tanque de Preecualización, Reactor Secuencial por Fases y Postecualización, para ser tratadas por un período de tiempo específico y posteriormente descargar un volumen de afluente y lodos (volumen igual al de los residuos introducidos).

Durante el proceso operativo del tratamiento de las aguas, intervienen cinco fases individuales con diferentes tiempos de duración, dentro del RSF (Reactor Secuencial por Fases),



que a su vez trabajan coordinadamente para obtener unas aguas que cumplan con los requerimientos ambientales. Estas etapas son:



1. Fase de Llenado con Mezcla
2. Fase de Llenado con Reacción
3. Fase de Reacción
4. Fase de Sedimentación
5. Fase de Decantación

El propósito del sistema es la remoción de patógenos y eliminación de nutrientes, a través de procesos biológicos tales como la nitrificación, desnitrificación y eliminación biológica de fósforo.

La planta de tratamiento se divide en tres tanques, en los cuales ocurren todos los procesos biológicos y son:

TANQUE DE PREECUALIZACIÓN:

Las aguas negras y grises provenientes de baños y auditería (área de alimentos), llegan al tanque de preecualización pa-

ra poder homogeneizar el afluente (materia fecal y papel higiénico). Sin el tanque de preecualización el afluente se enviaría directamente a la SBR disminuyendo la eficiencia del proceso. Por eso, el propósito de esta etapa en este tanque es el de permitir un flujo estable y consistente para alimentar el RSF, además de proveer un funcionamiento más suave para los ciclos de operación.





Posteriormente, gracias a la utilización de dos bombas de transferencia sumergidas, el afluente es enviado posteriormente al Reactor Secuencial por Fases donde ocurre la gran mayoría del proceso de tratamiento biológico. Esta etapa está controlada por los niveles del agua en la piscina de Preecualización.

REACTOR SECUENCIAL POR FASES:

Las cinco fases de tratamiento que ocurren dentro del RSF se basan en los procesos biológicos y los requisitos de calidad del efluente. Inherente a la descripción de cada una de las fases es importante saber que toda la operación dentro del RSF contiene sistemas de mezcla mecánica y de aireación. A su vez, la capacidad para mezclar sin introducir oxígeno al reactor, o mezclar y suministrar oxígeno al mismo tiempo, proporciona al operador una poderosa herramienta que le permite manipular el entorno del RSF, logrando con ello crear condiciones anóxicas o aeróbicas, al igual que interva-



MOVIE 9.1

PTAR en funcionamiento

los de tiempo apropiados en los ciclo de tratamiento mientras se mezcla eficazmente la biomasa con los componentes de los desechos del afluente en el RSF.



A continuación se describe detalladamente cada una de las cinco (5) fases de funcionamiento del Reactor Secuencial por Fases.

Fase de Llenado con Mezcla:

Antes del comienzo de la Fase de Llenado con Mezcla, dentro del RSF el afluente se encuentra dividido en diferentes gradientes o estratos, la parte inferior del reactor consta de lodos sedimentados, y la porción superior consiste en un sobrenadante. En esta etapa, el reactor recientemente ha completado el ciclo de decantación acondicionando el tanque para las etapas posteriores y en general lo que se espera es que la nueva carga de agua residual que se encontraba en el tanque de precualización entre al RSF para que los sólidos suspendidos sean mezclados mecánicamente por el AQUACAM.

Es relevante mencionar que típicamente, la zona de lodos sedimentados contendrá la mayor parte de la vida microbiana, la cual sigue realizando de manera normal procesos de respiración celular agotando en los lodos los niveles oxígeno disuelto (O.D.).



INTERACTIVE 9.2 Lorem Ipsum dolor amet, consectetur
Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipisicing elit,
sed do tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua.

La capa sobrenadante por encima de la zona de lodo sedimentado representa una fracción significativa (por lo gene-

ral 60% al 70%) del volumen del reactor. Dado que la mayoría de la vida microbiana se ha depositado en el fondo de el reactor, el efecto relativo de la respiración microbiana en la capa sobrenadante (en comparación con la capa de lodos sedimentados) se reduce en general. Por lo tanto, el O.D. en la concentración en la capa sobrenadante varía desde 0,50 hasta 1,5 mg / l antes del inicio de la Fase de Llenado con Mezcla.

Por otro lado, las características del agua en la capa sobrenadante son generalmente de calidad razonablemente buenos si se compara con concentraciones de parámetros específicos de aguas residuales. Así mismo, los niveles residuales solubles de materia orgánica (determinados por medidas de DBO5 y DQO) están presentes en concentraciones por encima o debajo de los valores anticipados del efluente. Con respecto a los sólidos suspendidos totales (SST), nitrógeno total (NT) y fósforo total (PT) están presentes en concentraciones iguales o inferiores a los niveles esperados del efluente.



Antes que la Fase de Llenado con Mezcla comience operaciones, el flujo de aguas residuales proveniente del precualizador entran al RSF y el AQUACAM empieza a realizar la mezcla. En este punto el AQUACAM realiza su trabajo sin suministrar oxígeno al RSF. Igualmente, las condiciones del gradiente de la columna de agua residual al interior del tanque que existía en la anterior fase durante esta operación cambia a un estado de mezcla total.

La biomasa (lodos sedimentados) asentada ahora se resuspenden y se combinan con la capa del sobrenadante y las aguas residuales provenientes del precualizador. El flujo de aguas residuales del precualizador continúan fluyendo hacia RSF, buscando con ello la vida microbiana que estaba presente en los lodos asentados puedan mezclarse con la nueva carga de aguas residuales.

Los niveles residuales de O.D. que existían en la capa sobrenadante previo al inicio de esta operación se agotan rápida-

mente como resultado de la respiración microbiana siendo efectiva a través de todo el volumen del reactor.

En esta etapa el operador monitorea los niveles de O.D. en esta fase para confirmar que los valores de las concentraciones de O.D. son $<0,5 \text{ mg / l}$. Si los valores de O.D. no han bajado entonces la eficiencia de esta fase disminuye presentándose un incremento en la población de bacteria filamentosas (no deseadas en el proceso de tratamiento), afectación del proceso de desnitrificación y liberación de fósforo se reduce.

A medida que el agua residual proveniente de tanque de precualización sigue entrando, la cantidad de materia orgánica se incrementa, lo cual significa que debido a que aún no hay procesos aeróbicos (facilitados por el suministro de oxígeno gracias al AQUACAM), la degradación biológica de la materia orgánica en el agua residual del afluente es limitada.



En esta fase la concentración total de nitrógeno Kjeldahl (TKN) en el reactor también aumenta. El TKN consiste de ni-

trógeno orgánico (Org-N) y de amoníaco (NH_3). Por el proceso de hidrólisis (con o sin oxígeno presente), la mayoría del nitrógeno orgánico se convierte en amoníaco. El de amoníaco debe entonces ser oxidado por el proceso de nitrificación. En presencia de oxígeno, el proceso de nitrificación convierte el amoníaco a nitratos (NO_3).

Debido a que la fase aún no se ha suministrado oxígeno de manera mecánica, el proceso de nitrificación todavía no se inicia. Por lo tanto, a pesar de la ausencia de O.D. en el reactor, la desnitrificación es capaz de suceder durante la Fase de Llenado con Mezcla. Como resultado, los niveles residuales de nitrato que existía previamente en la capa de sobrenadante prácticamente se han agotado llegando a niveles de concentración cerca a cero.

El proceso de desnitrificación convierte los nitratos a nitrógeno gaseoso (N_2), y el gas nitrógeno es liberado posteriormente a la atmósfera. Si se requiere que el sistema produzca un efluente cuya calidad sea oscila entre 3-5 mg/ l TN, la con-



centración de de $\text{NO}_x\text{-N}$ en el tanque al comienzo de la Fase de Llenado con Mezcla debe ser de 1-2 mg/l.

La Fase de Llenado con Mezcla, en combinación con los períodos de no suministro de aire durante la Fase de Llenado con Reacción y Fase de Reacción, puede ser eficaz en la producción de una concentración extremadamente baja de NO_3 en el efluente. Sin embargo, ya que el nitrógeno que entra en el reactor no es generalmente en la forma de NO_3 , la cantidad de desnitrificación que se produce durante la Fase de Llenado con Mezcla se limita al NO_3 residual del ciclo anterior.

Antes de que el nitrógeno en el afluente pueda ser desnitrificado, primero debe nitrificarse durante los períodos de aireación de la Fase de Reacción con Llenado y la Fase de Reacción. Por lo tanto, una fracción relativamente pequeña del nitrógeno total debe ser removida durante la Fase de Llenado con Mezcla.

Al inicio de la Fase de Llenado con Mezcla, el mezclado eficiente de la biomasa (lodos sedimentados) con el afluente (aguas residuales) en un entorno anóxico da como resultado una liberación sustancial de fósforo proveniente de la población bacteriana al entorno inmediato. La concentración de fósforo se distribuye a través de todo el volumen del RSF durante la Fase de Llenado con Mezcla. La tasa de aumento de fósforo es significativamente mayor si se le compara con la cantidad de fósforo presente en las aguas residuales antes de entrar a la PTAR. Si se extiende el período de tiempo de la Fase de Llenado con Mezcla aumentará la cantidad de fósforo liberado por las bacterias y, en última instancia, habrá una mayor eliminación de fósforo durante las subsecuentes fases donde interviene el suministro de oxígeno al sistema.

El uso de condiciones anóxicas en los lodos sedimentados pueden ser altamente efectivos para mejorar las condiciones de sedimentación y control de proliferación de bacterias filamentosas en el sistema de tratamiento (este proceso contro-



la organismos filamentosos que pueden vivir en niveles de O.D. bajo como la Nocardia pero no es efectivo en casos donde hay carga de grasas y aceites al sistema puesto que habría proliferación de organismos como la *M. parvicella*). La operación de la Fase de Llenado con Mezcla crea unas condiciones anóxicas hasta llegar hacer casi anaerobio en todo el RSF.

En resumen esta fase busca que ocurra desnitrificación biológica, liberación de fósforo y acondicionamiento anaeróbico /anóxico de los lodos sedimentables.

Fase de Llenado con Reacción:

Durante la operación de la Fase de Llenado con Reacción, el flujo de aguas residuales sigue entrando al RSF proveniente del tanque de precualización y el AQUACAM empieza a suministrar aireación en la columna de agua. Así mismo el AQUACAM continua operando para mantener los sólidos suspendidos completamente mezclados. El suministro de oxígeno con-



vierte al reactor de un ambiente anóxico/anaeróbico a un entorno aeróbico. La nitrificación ocurre durante períodos



de aireación y la desnitrificación en los momentos donde se interrumpe el suministro cuando se permite que el O.D. disminuya a valores de 0.5 mg/l. A pesar que la reducción de BOD₅ normalmente ocurre bajo condiciones aerobicas y anóxicas, la tasa de reducción de BOD₅ es mucho mayor durante los períodos de suministro de aire.

Las aguas residuales que continúan entrando al RSF representan un potencial para la demanda de oxígeno. La demanda de oxígeno ocurre debido al metabolismo aeróbico de los constituyente orgánicos y la nitrificación del NH₃. El sistema de aireación se ha dimensionado para satisfacer esta demanda de oxígeno, sobre la base de los valores de diseño para la carga afluyente y flujo.

El perfil de la concentración de oxígeno disuelto en el RSF revelará un patrón de incremento de O.D. durante los períodos de suministro de oxígeno, seguido por una disminución de la concentración de O.D. durante los períodos de interrup-

ción de la aireación. La concentración de O.D. llegará a su máximo valor al final del período de aireación.

El ciclo repetitivo de suministro e interrupción de aire producirá un patrón de incremento de los valores de las concentraciones de O.D. durante cada período de aireación. Este es el resultado de la consecución de un sistema el cual provee un mayor grado de tratamiento.

A medida que el grado de tratamiento se incrementa, se presentará como resultado una disminución constante de la tasa de consumo de oxígeno en la biomasa (lodos sedimentables). La exacta magnitud de la disminución, se verá afectada al cargar el sistema, así como la duración de cada fases durante todo el ciclo de tratamiento. La concentración de nitrógeno total presente en el RSF disminuye constantemente a medida que la Fase de Llenado con Reacción se completa.

Los procesos de nitrificación y desnitrificación reducen las concentraciones de nitrógeno total en el reactor a pesar que



continúa entrando aguas residuales provenientes del tanque de precalificación con una carga de nitrógeno adicional. En

otra palabras, las tasas de nitrificación y desnitrificación son típicamente más que suficiente para compensar la tasa de nitrógeno que entra en el reactor.

La nitrificación es un proceso de dos etapas que implica dos grupos individuales de microorganismos, a saber, Nitrosomonas y Nitrobacter. Cabe resaltar que no eliminan el nitrógeno de las aguas residuales, lo que hacen es simplemente convertir una forma de nitrógeno a otra forma. Es decir, en presencia de oxígeno, el nitrógeno amoniacal (NH_3) se convierte primero en nitrógeno de nitrito (NO_2) por las Nitrosomonas. Luego nitrógeno de nitrito se convierte a continuación en nitrógeno de nitrato (NO_3) por el Nitrobacter. Debido a que los organismos Nitrobacter por lo general son actúan de manera más rápida que las Nitrosomonas, la concentración NO_2 en el RSF es por lo general insignificante.

El nitrógeno se elimina realmente de las aguas residuales por el proceso de desnitrificación en la cual interviene una amplia gama de microorganismos, conocidos colectivamente



como "heterótrofos", que se encuentran en la mayoría de los sistemas de tratamiento de aguas residuales. En ausencia de oxígeno, estos heterótrofos convierten los nitratos de nitrógeno a nitrógeno gaseoso (N_2). El gas nitrógeno se libera posteriormente desde el reactor a la atmósfera.

Por otro lado, la cantidad de material orgánico soluble (como se evidencia por la DBO_5 y concentración de DQO) en el reactor normalmente disminuye durante la Fase de Llenado con Reacción, durante la cual, la oxidación biológica se produce simultáneamente con la adición de material orgánico en el reactor. La disminución de la DBO_5 y concentración de DQO será similar a al patrón observado en la concentración de N total.

En la Fase de Llenado con Reacción, la aparición de condiciones aeróbicas en el RSF permite que los microorganismos capten fósforo. Por lo tanto, el fósforo que se liberó a la solución durante la fase anterior es retomado nuevamente por estos organismo para llevar a cabo actividades metabólicas.

A su vez, parte de ese fósforo presente en el afluente es captado también en los lodos sedimentables. También es importante comprender que debido a que en la fase anterior había una escasez de fósforo en los microorganismos en esta etapa nueva hay una tendencia a que ellos tomen más fósforo del necesario para satisfacer sus necesidades biológicas (esto se conoce como remoción aumentada de fósforo biológico).

Fase de Reacción:

En esta etapa no continua la entrada de agua contaminada de la piscina de precualización. Por medio del AQUACAM se incrementa la aireación, así como el mezclado, para aumentar los niveles de oxígeno y favorecer el crecimiento de las bacterias facultativas.

Durante la operación de la Fase de Reacción, las aguas residuales provenientes del tanque de precualización no siguen entrando al RSF. El AQUACAM continúa operando y mezclando completamente las aguas y el sistema de aireación conti-



núa el ciclo de suministro e interrupción de aire. Esto crea alternativamente condiciones aeróbicas y anóxicas.

La Fase de Reacción reduce los niveles de concentración de contaminantes de las aguas residuales sin la influencia de una nueva carga de aguas negras y grises entrando al reactor. Si se realiza un monitoreo de los parámetros de DBO₅ y de DQO en el RSF, a medida que se suministra aire en esta etapa se puede evidenciar una caída de la cantidad de materia orgánica.

Si se compara esta fase con las etapas anteriores la tasa de disminución es dramáticamente alta, favoreciendo el incremento de O.D., reducción de DBO₅ y nitrógeno total.

Fase de Sedimentación:

Durante la Fase de Sedimentación, aún se mantiene la interrupción del ingreso de aguas residuales al interior del RSF.



Así mismo, el AQUACAM (mezcla y suministro de aire) se encuentra apagado. La ausencia de una nueva carga de agua, mezcla y aireación produce un ambiente ideal para la separación de sólidos suspendidos en el líquido.



En este momento, las fases anteriores obtuvieron como resultado la disminución de compuestos orgánicos (DBO₅), nitrógeno total y fósforo. Por lo tanto, el Reactor Secuencial por Fases actúa como un “clarificador estático” en vez de un “clarificador de flujo de paso”.

Gracias a que no hay un flujo de aguas residuales entrando o saliendo del RSF, los sólidos suspendidos pueden sedimentarse al no verse afectados por la hidráulica del sistema. Los lodos sedimentables son removidos del RSF por una bomba estacionaria sumergida al finalizar la Fase de Sedimentación y son dirigidos al reactor biológico para continuar su tratamiento y posteriormente ser enviados al lecho de secado de lodos.

Fase de Decantación:

En esta fase se interrumpe el proceso de aireación. El AQUACAM retira el agua para ser enviada al postecualizador y los lodos son dirigidos al reactor biológico y al lecho de secado.

Después del tratamiento de las aguas residuales y la subsecuente separación de los sólidos de las aguas residuales durante la Fase de Sedimentación, es necesario remover aproximadamente el mismo volumen de líquido que entro al reactor durante la Fase de Llenado con Reacción y la Fase de Reacción.

El AQUACAM logra la remoción del efluente desde el nivel superior del estrato de la columna de aguas residuales evitando que la espuma pueda ser succionada y envía esta agua hacia el tanque de postecualización.

La Fase de Decantación termina en el nivel mínimo predeterminado que es controlado por sensores sumergidos. Una señal eléctrica, detecta estos niveles, cerrando válvulas en el AQUACAM para evitar que continúe el flujo de agua hacia el postecualizador.



POSTECUALIZADOR:

La función primaria del tanque de postecualización es reducir la tasa de flujo del líquido tratado hacia los equipos (filtros de carbón activado y filtros encordados y plisados de 5 y 10 micras) aguas abajo permitiendo mayor consistencia y estabilidad en el agua tratada. El flujo del agua de la decantación es enviada al postecualizador y luego se le añade sulfato de aluminio al sistema para ayudar a remover químicamente el fósforo que puede aún queda en las aguas tratadas provenientes del tanque RSF, para posteriormente ser enviados a una serie de filtros para remoción de partículas suspendidas por dos bombas de transferencia.

Sistema Ultravioleta

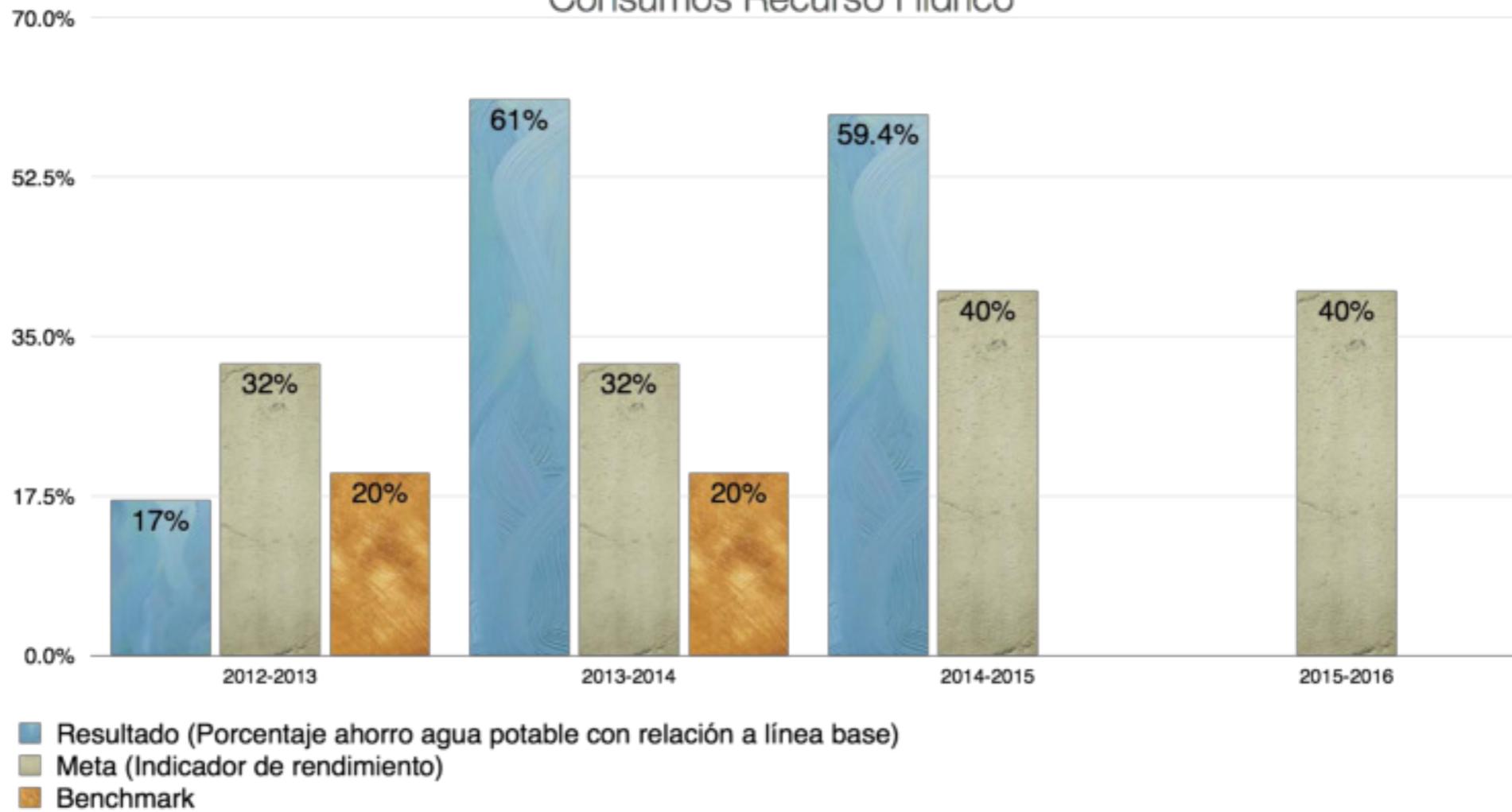
El efluente es tratado con luz ultravioleta para destruir bacterias patógenas y virus. Cuando los niveles del agua en el postecualizador han llegado a un valor determinado, una se-

ñal es enviada al sistema para que las lámparas de luz ultravioleta empiecen a trabajar.





Consumos Recurso Hídrico



Paisajismo

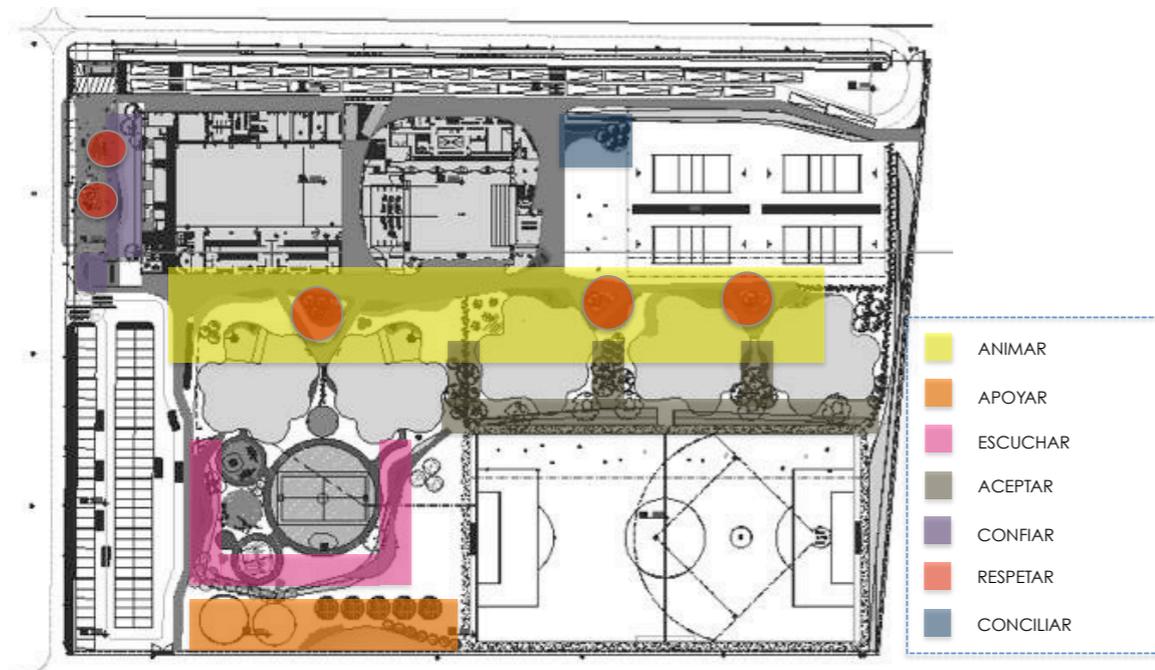




El proyecto “Our Own Landscape” parte de la idea de utilizar nuestras especies nativas y las instalaciones del colegio como una herramienta pedagógica. Basado en estos principios, el diseño del paisaje busca traducir parte de la filosofía del colegio (teoría de la Elección) en espacios reales y tangibles: siete jardines temáticos para siete hábitos saludables.

Inicialmente, se analizó la implantación del proyecto arquitectónico en términos de usos, usuarios y ubicación relativa en el proyecto. Se realizó un análisis completo de los espacios de circulación y contemplación y de los portes esperados de la vegetación con relación al uso del espacio. Se analizaron los niveles para identificar lugares con alto volumen hídrico. Era indispensable determinar lugares clave para aislar, integrar, y rematar espacios de tal manera que acompañen la arquitectura propuesta y proporcionen escala a los edificios con respecto a los usuarios.

Conceptualmente, los jardines deben integrar el proyecto educativo del colegio con el espacio físico. Según William Glasser, para lograr que las relaciones construidas sean sólidas y exitosas, se deben modelar promover hábitos constructivos. *“Los hábitos constructivos de las relaciones permiten resolver las diferencias entre las personas, mantenerlas conectadas y preservar la salud física y mental de todos los involucrados”*. Los siete hábitos constructivos (CREA) se convierten en siete jardines temáticos.



De esta manera tenemos siete jardines que nos enseñan hábitos, así:

- **Confiar**, es el jardín sembrado en el espacio entre el edificio de administración y la reja perimetral del costado norte del Colegio. En este jardín están sembradas enredaderas adaptadas a nuestro ecosistema como el Bungavil (*Bougainvillea spectabilis*) y especies de arbustos nativos como

el Holly Piracanta (*Cotoneaster pannosus*). Ellos nos enseñan a trabajar en equipo, “a creer en la otra persona, a saber delegar y tener altas expectativas” para ser más resistentes y llegar más alto.

- **Conciliar** es un jardín que aún está en proceso de siembra, es la franja posterior a los bloques antes de la cancha de fútbol. Las especies aquí plantadas concilian entre ellas y conviven mejor juntas. Mediante asociación natural tres especies absolutamente distintas de árboles busca la mejor manera para convivir, negocia sus diferencias en busca del bien común: Robles (*Quercus humboldti*) especie de porte alto que aún no se ha sembrado en sitio esperando a que estén un poco más fuertes, Sangregados (*Croton bogotanus*), especies medianas y Siete Cueros nativo (*Tibouchina lepidota*) especie de porte medio-bajo.
- **Respetar**, son 5 jardines triangulares que se encuentran en la entrada de los bloques 1 y 2, frente al bloque 3, frente a bloques 4 y 5 y dos en la plazoleta de acceso principal al



colegio. Este jardín tiene especies nativas que se encuentran amenazadas en su vida silvestre, vedadas o endémicas. En estos jardines tenemos árbol Amarrabollos (*Meriania nobilis*) como árbol endémico de nuestro bosque alto Andino, Roble (*Quercus humboldti*) especie vedada para el uso industrial para conservar las especies en su vida silvestre, arbustos como Palmas bobas (*trichipteris frigida*) y Epidendro (*Epidendrum elongatum*) un tipo de orquídea típica del bosque Alto Andino entre otros.

- **Escuchar** se encuentra rodeando el parque de preescolar con especies de árboles de porte mediano que por sus frutos atraen la avifauna. Aunque aún son individuos muy pe-

queños que no producen frutos, esperaremos con paciencia a verlos crecer. Aquí tenemos sembrados especies de Papa-yuelo (*Carica cundinamarcensia*), Tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*), Alcaparros (*Senna viarum*) y Caucho saba-nero (*Ficus andicola*) entre otros.

- **Animar** son los jardines con flores que acompañan el corredor central del colegio. Por medio del uso de color, textura y formas queremos acompañar el ingreso a las aulas y animarlo, queremos hacer de nuestro paso por el colegio un lugar colorido y agradable que promueva el optimismo y la amabilidad. En estos jardines tenemos especies adaptadas al ecosistema como los Lirios (*hemerocalis spp.*), Linos





(*Phormium tenax*) y especies nativas como las azaleas (*Rhododendrum indicum*).

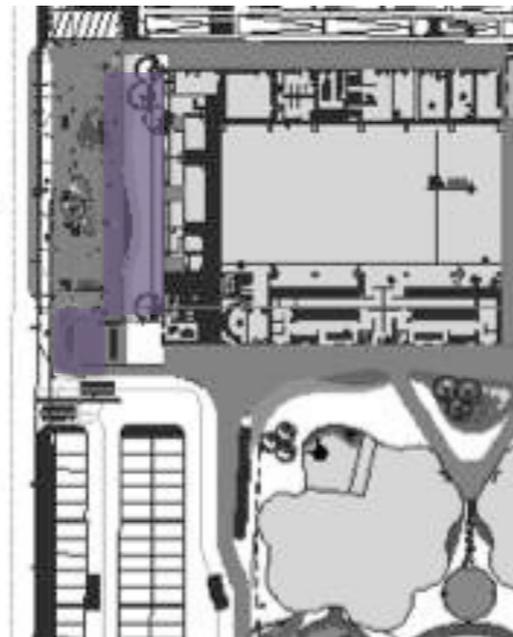
- **Aceptar** es el jardín que se encuentra en frente del Snack Bar y en el jardín interior del bloque 2. Son las especies encargadas de restaurar un bosque secundario: ellas aceptan el cambio y vuelven a nacer. Aquí encontramos Palmas Bobas (*Trichipteris frigida*), Escallonia (*Escallonia macrantha*), Uva Camarona (*Cavendisha cordiflora*), Chusque (*Chusquea scandens*), Mano de Oso (*Oreopanax floribundum*), entre otros.
- **Apoyar** es todo el sector detrás del parque de precolar, comprende el reservorio, las huertas y las composteras. Aquí tenemos prácticas sostenibles que queremos promover, liderar y apoyar en los niños y tenemos especies que nos ayudan a mantenerlas mediante la regulación del nivel freático como los Arbolocos (*Smalanthus pyramidalis*) y el control de plagas y olores con plantas aromáticas.

Aún cuando el paisaje cambia por la época del año o por las actividades que se desarrollan en el lugar, las relaciones se mantienen; y así como nosotros cada día, crecemos e intentamos mejorar. Nuestro Paisaje (“Our Own Landscape”) es mucho más que el entorno natural inmediato, es con quién nos relacionamos y es producto de cómo nos relacionamos cada día. Mediante la observación y la interacción aprendemos de la naturaleza y le enseñamos también, porque incluso el Bosque Andino necesita de los hábitos constructivos para subsistir.

Selección de especies: Confiar



Axinaea macrophylla



Cotoneaster pannosus



Bougainvillea spectabilis



Rhododendrum indicum

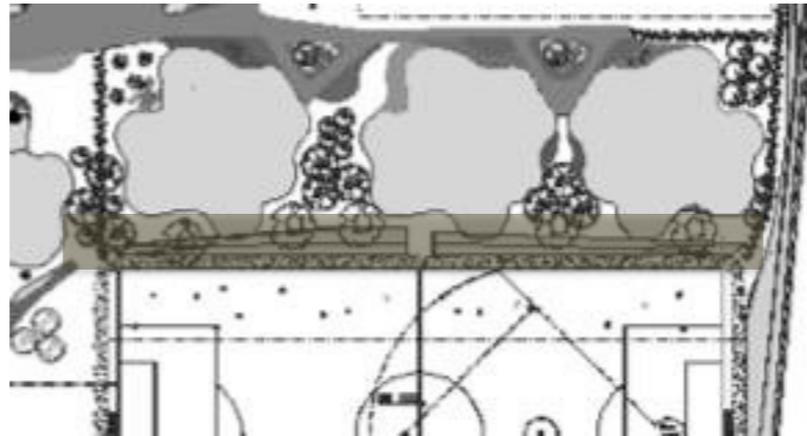


Epidendrum elongatum



Hedera helix

Selección de especies: Conciliar



Croton funkianus



Tibouchina lepidota



Quercus humboldti

Selección de especies: Respetar



Meriania nobilis



Meriania nobilis Close Up



Escallonia macrantha



Quercus humboldti



Epidendrum elongatum



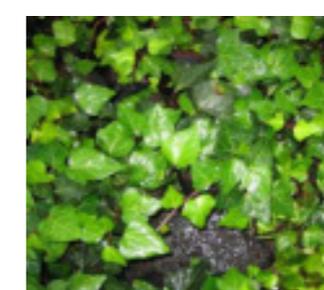
Philodendrum selloum



Dryopteris sp.



Trichipteris frigida



Hedera helix

Selección de especies: Escuchar



Ficus andicola



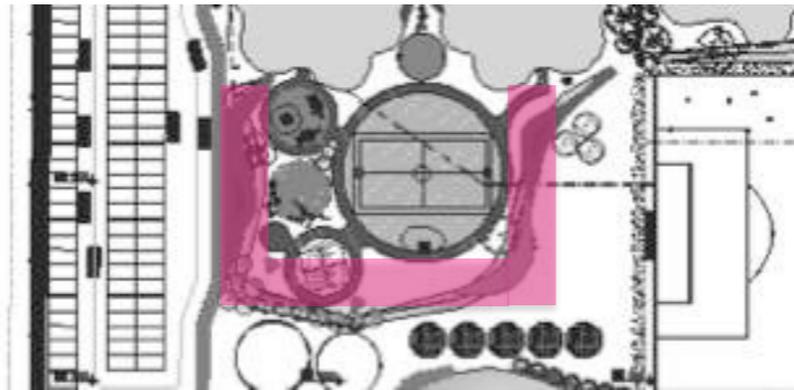
Cyphomandra betacea



Senna Viarum



Carica cundinamarcensia



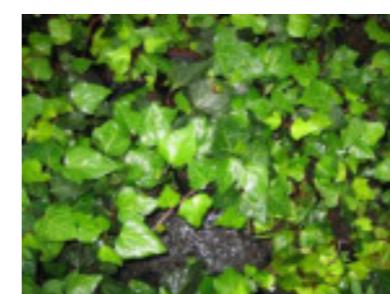
Fuchsia hybrida



Streptosolen jamesonii



Pennisetum alopecuroides



Hedera helix

Selección de especies: Animar



SIETE CUEROS *Tibouchina lepidota*



UVA CAMARONA *Axinaea macrophylla*



CHILCO *Baccharis tricuneata*



AZALEAS
Rhododendrun indicum



Pictures taken from Personal archive, www.tofosdejardin.com.ar, www.infojardin.com, www.cerrosdebogota.org



LINOS *Phormium tenax*



FUCSIA *Fuchsia hybrida*



LIRIOS *Hemerocallis spp.*



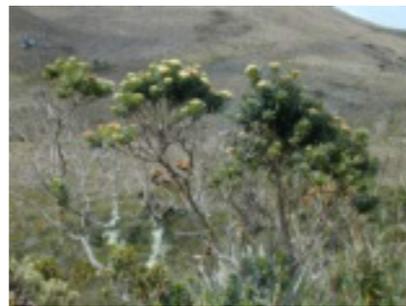
HIEDRA *Hedera helix*

Pictures taken from Personal archive, www.fotosdejardin.com.ar, www.infojardin.com, www.cerrosdebogota.org

Selección de especies: Aceptar



Oreopanax floribundum



Baccharis tricuneata



Cavendishia cordiflora



Chusquea scandens



Trichipteris frigida

Selección de especies: Apoyar



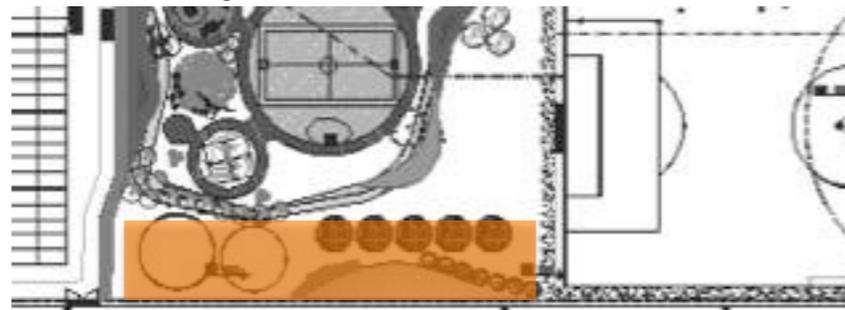
ARBOLOCO
Smilax pyramidalis



SAUCO
Sambucus nigra



CORTADELIA
Cortaderia selloana



CHUSQUE *Chusquea scandens*



Scirpus californicus



Dryopteris sp.

Albedo

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua. Ut enim ad minim veniam, quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi ut aliquip ex ea commodo consequat.

Related Glossary Terms

Drag related terms here

Index

Find Term

ASHRAE

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua. Ut enim ad minim veniam, quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi ut aliquip ex ea commodo consequat.

Related Glossary Terms

Drag related terms here

Index

Find Term

Azimut

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua. Ut enim ad minim veniam, quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi ut aliquip ex ea commodo consequat.

Related Glossary Terms

Drag related terms here

Index

Find Term

Chapter 4 - Auditería y Bloques

Carpooling

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua. Ut enim ad minim veniam, quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi ut aliquip ex ea commodo consequat.

Related Glossary Terms

Drag related terms here

Index

Find Term

Escorrentía

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua. Ut enim ad minim veniam, quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi ut aliquip ex ea commodo consequat.

Related Glossary Terms

Drag related terms here

Index

Find Term

Isla de calor

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua. Ut enim ad minim veniam, quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi ut aliquip ex ea commodo consequat.

Related Glossary Terms

Drag related terms here

Index

Find Term

Policarbonato

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua. Ut enim ad minim veniam, quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi ut aliquip ex ea commodo consequat.

Related Glossary Terms

Drag related terms here

Index

Find Term

Chapter 3 - Centro Acuático

Polipropileno

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua. Ut enim ad minim veniam, quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi ut aliquip ex ea commodo consequat.

Related Glossary Terms

Drag related terms here

Index

Find Term

Chapter 3 - Centro Acuático