Descripción Del Proyecto

En la búsqueda de mayores estándares de sustentabilidad, servicios y capacidad de espectadores, Cruzados S.A.D.P, busca llevar a cabo una modernización de su estadio San Carlos de Apoquindo ubicado en la precordillera de la ciudad de Santiago de Chile. Para lo anterior, se contrató a WSP Chile para apoyar en los procesos de diseño y construcción del proyecto. A continuación, se presenta la ubicación del complejo deportivo y una vista aérea del área de influencia:

a) Ubicación proyecto en ciudad de Santiago

b) Área de influencia del proyecto

Figura 1 – Ubicación y vista aérea de área de influencia. Fuente: Google Earth, 2021.

La infraestructura actual data de 1987 y cuenta con una capacidad de 14 mil espectadores en sus tribunas. Asimismo, se cuenta con 2.348 plazas de estacionamientos. Dicho esto, la modernización contempla, entre otros objetivos, un ***aumento en aforo a 20 mil espectadores,*** más servicios comerciales, ***disminución del impacto*** del entorno natural y habitacional, y mejoras en sustentabilidad e infraestructura deportiva, no requiriendo un aumento de los estacionamientos dentro del recinto, dado la generación de convenios para contar con estacionamientos satélites.

Como parte de los servicios contratados, WSP lidera el gerenciamiento del proyecto, el desarrollo de las ingenierías (MEP y Estructural), gestión de permisos ambientales y sectoriales, y diseño de estrategia de sustentabilidad. Para esto, se ha incorporado una visión holística a la resolución de problemas, que ha permitido desarrollar una visión de futuro y enfrentar hoy los desafíos que vendrán. Esta visión es el centro de ***Future Ready®***, programa global de innovación y sustentabilidad de la compañía, que alineado con los objetivos de desarrollo sostenible (ODS), ayuda a incorporar tendencias en distintos aspectos ingenieriles y sociales a la consultoría.

Enmarcado en lo anterior, WSP presenta las propuestas del proyecto que alineadas a los objetivos de desarrollo sostenible número 7, 9 y 13.

Energía asequible y no contaminante

- **Independencia energética –** Para abordar el desafío del abastecimiento eléctrico que la infraestructura proyectada presenta, se lleva a cabo un estudio de eficiencia energética. A partir de este trabajo, se proyecta la demanda eléctrica anual futura, y se dimensiona una planta de generación fotovoltaica en la cubierta del estadio, que proporcione la cantidad de energía equivalente al consumo anual. De esta forma, se diseña una configuración de 1.025 paneles en una superficie de 2.802 m^2 para lograr ***1.182 MWh/año***, con lo que se espera evitar la emisión de ***409 Ton CO_2/año***.

  Del mismo modo, se hicieron recomendaciones para la optimización del consumo con gran potencial de ahorro energético (e.g. incorporación de tecnología LED más eficiente). Como consecuencia de lo anterior, podemos destacar que se estima una densidad de potencia en el edificio principal, del orden de un ***40% más eficiente*** respecto de ASRHAE 90.1-2007.

- **Climatización** – Para disminuir el consumo eléctrico que requieren los sistemas de climatización durante un evento, se ha incorporado al diseño medidores de CO_2 en cada recinto permitiendo generar un caudal variable en las unidades manejadoras de aire. Todo lo anterior se encuentra integrado a un sistema de control centralizado (BMS), de manera de poder controlar lo que sucede en cada recinto.

Industria, innovación e infraestructura

- **Infraestructura resiliente ante aumento de temperaturas –** Como parte de la estrategia de adaptación a escenarios climáticos con temperaturas promedio más altas, se establecen estrategias de ventilación y climatización eficientes. En particular, se lleva cabo un análisis de eficiencia energética, a partir del cual se evalúa una fachada que permita el paso de la luz, pero ***atenúe el del calor***. Del mismo modo, se proponen corredores de ***ventilación pasiva***, que permita el paso del viento entre las graderías altas y bajas, beneficiando también al césped. A continuación, se presenta una maqueta del nivel medio del estadio, donde se proyecta el paso del viento:

Figura 2 – Nivel boulevard. Fuente: IDOM, 2021.

- **Infraestructura multipropósito –** Para una mayor integración con la comunidad, se invita tempranamente a vecinos a participar del proyecto, dando a conocer el diseño y tomando en consideración inquietudes y sugerencias. Dentro de lo anterior, se contempla la construcción de una cubierta sobre el estadio, que, además de otorgar confort a los espectadores mediante sombra y protección de la lluvia, ayuda a ***disminuir la contaminación lumínica y acústica*** del sector.

  Por otro lado, se propone la construcción de espacios dentro del complejo, que presten servicios adicionales y generen valor agregado a la comunidad local. Algunos de los servicios que se proponen incorporar son restaurantes, gimnasio y centros de eventos, que permitirán ***distender el peak de flujo vehicular*** durante los eventos masivos.

- **Mayor presión en infraestructura vial –** Pese al aumento en la capacidad del estadio, no se considera la construcción de estacionamientos adicionales, debido a problemas actuales de congestión en la vialidad circundante. Con el fin de mejorar la situación actual, se consideran medidas como: reforzar el trabajo con colaborativo con el transporte público, la habilitación de un tercer acceso vehicular, un aumento de los servicios y comodidades para diluir los *peak* de ingreso/egreso de público y la elaboración de convenios de arriendo de estacionamientos con recintos cercanos habilitando estacionamientos satélite al proyecto.

Acción climática

- **Menor disponibilidad hídrica –** En los últimos años se ha visto comprometida la disponibilidad de agua para riego debido al aumento global de la temperatura y derretimiento de los glaciares en cordillera, incurriendo ocasionalmente en el uso de agua potable para este propósito. A raíz de lo anterior, se presenta una evaluación del desempeño hídrico actual del complejo deportivo, junto con una estrategia de optimización en el uso de recursos hídricos.

  Dentro de las propuestas de la estrategia, se encuentra un sistema de riego inteligente para el césped, que incorpora un sistema de medición de humedad automático. Luego, para avanzar hacia asegurar el suministro constante durante los meses de verano, se proyecta la acumulación de agua en un estanque que permite la autonomía de 2 días.

  Asimismo, se propone la recuperación y utilización de aguas lluvia y aguas grises para el riego, junto con artefactos sanitarios de bajo consumo. Mediante la implementación de estas medidas, se estima una reducción en la ***huella hídrica azul*** de aproximadamente un ***18%.***

- **Reducción en la huella de carbono de materiales de construcción –** Para alcanzar mayores estándares de sustentabilidad, se consideran materiales de baja huella de carbono, y que brinden a su vez, una propuesta innovadora desde el punto de vista arquitectónico. Dentro de los elementos más importantes a destacar, se encuentra la cubierta de madera laminada de fabricación nacional, lo que permite reducir las distancias de transporte, al no tener que exportarlas.

  Para concretar lo anterior, se trabajó junto con los equipos WSP de Canadá y Holanda, gracias a lo cual se pudo ofrecer una solución con estándar internacional. Producto de lo anterior, se estima una reducción de un ***30% en el costo de los materiales*** de la cubierta. A modo de ejemplo, se presenta la solución escogida para la cubierta del estadio en la que destaca una solución compuesta entre madera y acero para la cercha de techo, ya que cada uno de los materiales se desempeña de mejor manera dada la configuración con la cual se ha diseñado:

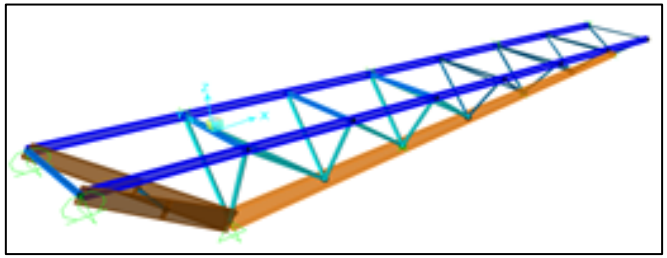

Figura 3 – Estructura mixta cubierta estadio.

- **Promoción de la biodiversidad –** Dadas las mayores exigencias normativas de protección de flora y fauna nativa y el escenario de escasez hídrica actual de nuestro país, se propone la incorporación de ejecución de paisajismo que contemple especies endémicas y de bajo consumo de agua.

  Mediante la plantación de flora nativa, el proyecto busca la compensación total de la huella de carbono dada la operación original del recinto. La emisión equivalente de CO_2 es ***9 Ton,*** lo que corresponde a aproximadamente ***3.200 árboles*****.**

¿Cómo nuestro enfoque fue diferente?

El elemento diferenciador más importante de nuestro enfoque corresponde a la aproximación holística de la consultoría ofrecida por WSP. Este servicio integral nos permitió ir más allá y reducir las huellas de carbono y agua totales del proyecto, por medio de la implementación de estrategias de eficiencia energética e hídrica, utilización de materiales con menor huella, compensación de carbono mediante plantación de flora nativa e incorporación de fuentes de energía renovables no convencionales. Estas estrategias, enmarcadas en la visión ***Future Ready®,*** solucionan ***problemáticas actuales*** latentes y se hacen cargo de ***tendencias futuras***.

Por otro lado, el carácter global de la compañía nos permitió trabajar con los equipos de Holanda y Canadá para ofrecer soluciones de innovación con estándar internacional. Del mismo modo, la sugerencia de participación temprana de la comunidad en el proyecto y la utilización del término “modernización del estadio”, fueron claves en la aceptación del proyecto por parte de los vecinos y autoridades.

Es necesario señalar que este proyecto busca, en las próximas etapas, ampliar y profundizar la estrategia de sustentabilidad, mediante lo cual se espera alcanzar la certificación ***LEED***. Esta contempla dimensiones como energía, agua, innovación y calidad de ambiente interior, y permite asegurar estándares internacionales establecidos por Green Building Council (GBC).