



Fortaleciendo capacidades para la eficiencia energética en edificios en América Latina (CEELA)

Documento interno - Outcome 1 - Output 1
Informe de resultados proceso Design Charrette - Colombia
Marzo.2022



Índice

1. Introducción.....	5
2. Principios de Confort y Eficiencia Energética.....	6
3. Antecedentes proyecto Coral 11	7
3.1 Antecedentes generales.....	7
3.2 Descripción unidades de vivienda	10
4. Design Charrette	13
4.1 Participantes Design Charrette Coral 11	13
4.2 Estructura de trabajo y resultados	15
4.2.1 Día 1 - Enfoque en principios de EECA	15
4.2.2 Principios no priorizados en el Proyecto	17
4.2.3 Día 2 - Priorización de medidas de EECA	19
4.2.4 Día 3 - Decisión de medidas concretas en base a resultados.....	24
5. Conclusiones y próximos pasos	30
A1. Anexos.....	31
A1.1 Principios de eficiencia energética y confort adaptativo.....	31
A1.2 Anexo participantes Design Charrette.....	32
A1.3 Anexo 3 Resultados Design Charrette día 1	34
A1.4 Anexo 3 Resultados Design Charrette día 2	35
A1.5 Anexo 3 Resultados Design Charrette día 3	36

Índice de Figuras

Figura 1 Ubicación proyecto Coral 11	7
Figura 2 Temperatura Cartagena. Fuente: Weather spark	8
Figura 3 Categorías de nubosidad en Cartagena. Fuente: Weather Spark	8
Figura 4 Radiación solar incidente (onda corta) en Cartagena. Fuente Weather Spark.....	9
Figura 5 Emplazamiento proyecto Coral 11. Fuente: Prodesa	9
Figura 6 Planta nivel 1 / planta nivel 2 a 4.....	10
Figura 7 Esquema de sección (circulación exterior)	11
Figura 8 Materialidad del proyecto	11
Figura 9 Participantes Charrette día 1	14
Figura 10 Imagen ejercicio Mural día 1.....	14
Figura 11 Imagen ejercicio Mural día 2.....	15
Figura 12 Esquema de trabajo Design Charrette.....	15
Figura 13 Principios priorizados en el proyecto Coral 11	16
Las estrategias representadas en la Figura 14 corresponden a las que fueron revisadas por el grupo de trabajo. Las estrategias priorizadas son principalmente las siguientes.	19
Figura 15 Estrategias adecuadas en el proyecto Coral 11	24
Figura 16 Esquema de protección solar en balcones y ventana.....	25
Figura 17 Vidrio tipo BienEstar Bronce Claro. Fuente: vidrioandino.com	25
Figura 18 Ejemplo esquema de estrategia seleccionada.....	27
Figura 19 ejemplo casos de envolvente y materiales	28
Figura 20 esquema de implementación de paneles fotovoltaicos	29
Figura 21 Imagen portería del edificio	30
Figura 22 Esquema principios de diseño y construcción en CEELA	31
Figura 23 Criterios de carácter técnico proyecto CEELA	32
Figura 24 Ejemplo participantes Design Charrette	32
Figura 25 Participantes Design Charrette día 2	33
Figura 26 Participantes Design CHARrette día 3.....	33

Índice de Tablas

Tabla 1 Listado de principios de EECA de carácter constructivo	6
Tabla 2 Listado de principios de EECA de carácter técnico	6
Tabla 3 participantes Design Charrette Colombia	13
Tabla 4 Descripción principios no incorporados.....	18
Tabla 5 Estrategias priorizadas en el día 2	20
Tabla 6 Estrategia principio aislamiento térmico de la envolvente.....	21
Tabla 7 Descripción estrategias de movimiento de aire	22
Tabla 8 Descripción estrategia control de la radiación	22

Tabla 9 Descripción de estrategia de diseño bioclimático de espacios exteriores..... 23
Tabla 10 Descripción de estrategia de auto generación energética 23

1. Introducción

El presente informe corresponde al reporte de actividades del proceso de Design Charrette realizada en Colombia por el equipo CEELA, junto a la empresa Prodesa. La Design Charrette de CEELA corresponde a un taller intensivo de trabajo de tres días de duración, donde se reúnen los distintos participantes de un proyecto de arquitectura y construcción, y son evaluados desde el punto de vista de los criterios de eficiencia energética y confort adaptativo (EECA) definidos en CEELA.

El proyecto que fue analizado en la Design Charrette es el complejo residencial Coral 11, ubicado en la ciudad de Cartagena, Colombia. En el proceso de Design Charrette se contó con la participación de 30 personas, con distintos roles y especialidades en el proyecto, y con profesionales del equipo CEELA, quienes apoyaron en la evaluación de las estrategias de EECA en el proyecto.

Este documento presenta como resumen las distintas estrategias analizadas, y las recomendaciones que el equipo de CEELA propone implementar en el proyecto Coral 11. Este documento es la base para el proceso de acompañamiento y monitoreo del proyecto.

2. Principios de Confort y Eficiencia Energética

Los principios de eficiencia energética y confort adaptativo son uno de los parámetros principales para realizar los estudios relativos a los edificios Showcase en el proyecto CEELA. La definición de estos principios de EECA fueron definidos en un proceso de talleres colaborativos entre actores de la construcción sustentable de América Latina. Los principios de EECA, han sido clasificados en dos tipos.

- Principios de carácter constructivo: Referentes a medidas que son alcanzables principalmente mediante medidas de diseño pasivo o bioclimático, y de planificación.
- Principios de carácter técnico: Referentes a estrategias de sistemas activos, ya sea como provisión de confort o iluminación, o bien como auto generación de energía en el edificio.

La presentación general de los principios se muestran en las siguientes tablas.

Tabla 1 Listado de principios de EECA de carácter constructivo

Principios EECA Diseño y Construcción	
Principio 1: Diseño integrado	Principio 6: Movimiento del aire
Principio 2: Control de la radiación solar directa	Principio 7: Reducción de combustibles fósiles
Principio 3: Energía incorporada	Principio 8: Enfriamiento nocturno
Principio 4: Aislamiento térmico de la envolvente	Principio 9: Diseño bioclimático de espacios exteriores
Principio 5: Reducción de materiales tóxicos	

Tabla 2 Listado de principios de EECA de carácter técnico

Principios EECA de carácter técnico	
Principio 10: Equipo eléctrico e iluminarias de alta eficiencia	Principio 13: Climatización eficaz
Principio 11: Comportamiento de los usuarios	Principio 14: Autogeneración de energía eléctrica renovable
Principio 12: Manejo consciente del agua	Principio 15: Monitoreo

El detalle de los principios de EECA, su descripción e impacto esperado se presenta en el A1.1.

3. Antecedentes proyecto Coral 11

La selección del proyecto Coral 11 se realizó en un proceso de revisión de proyectos en Colombia, el cual se realizó a través de un proceso transparente en el que participaron actores del sector público y asociaciones relativas a la construcción sustentable de Colombia. Las características que permiten seleccionar el proyecto Coral 11 son las siguientes.

- Es un proyecto que cuenta con un financiamiento asegurado, ya que es parte de un esquema de inversión de la empresa Prodesa.
- Es un proyecto que beneficia a personas en desventaja económica, ya que es un edificio de tipología Vivienda de Interés Social (VIS).
- Es un proyecto ubicado en una zona de clima cálido, en la ciudad de Cartagena.

A continuación, se presentan los antecedentes del proyecto.

3.1 Antecedentes generales

Ubicación

El proyecto “Coral 11” se encuentra ubicado en el sector de Manzanillo al norte de la ciudad de Cartagena.

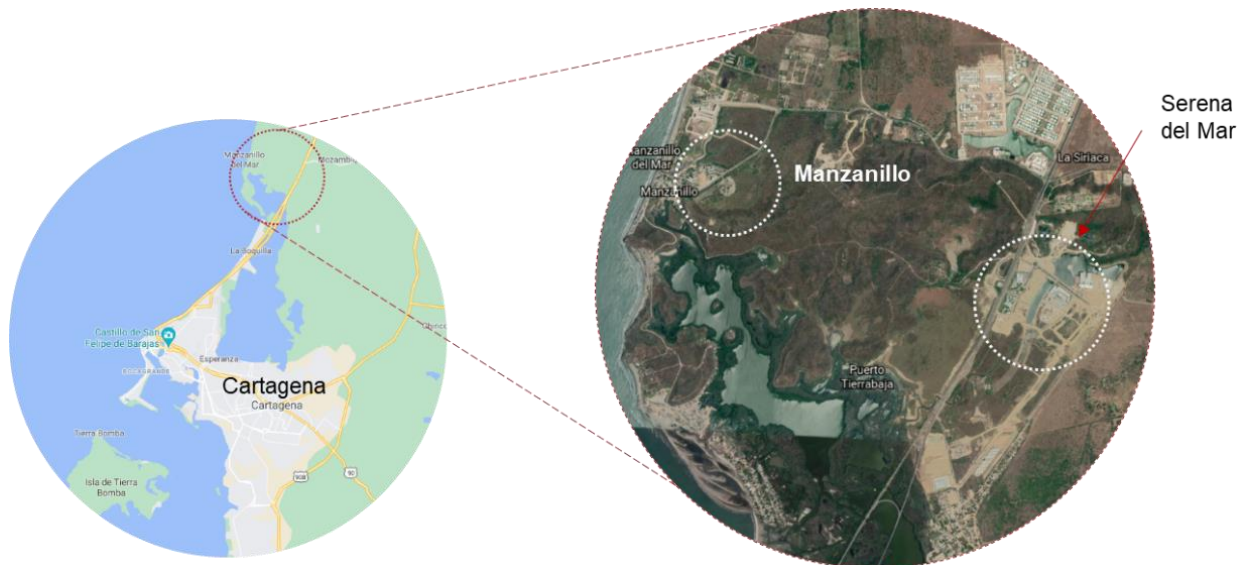


Figura 1 Ubicación proyecto Coral 11

Clima de Cartagena

El clima de la ciudad de Cartagena es cálido húmedo, con temperaturas que llegan a los 35°C en algunos meses del año. La temperatura promedio del aire es de 27.8 grados y la humedad relativa promedio del 81%, estando la mayor parte del año por debajo de la temperatura de confort.

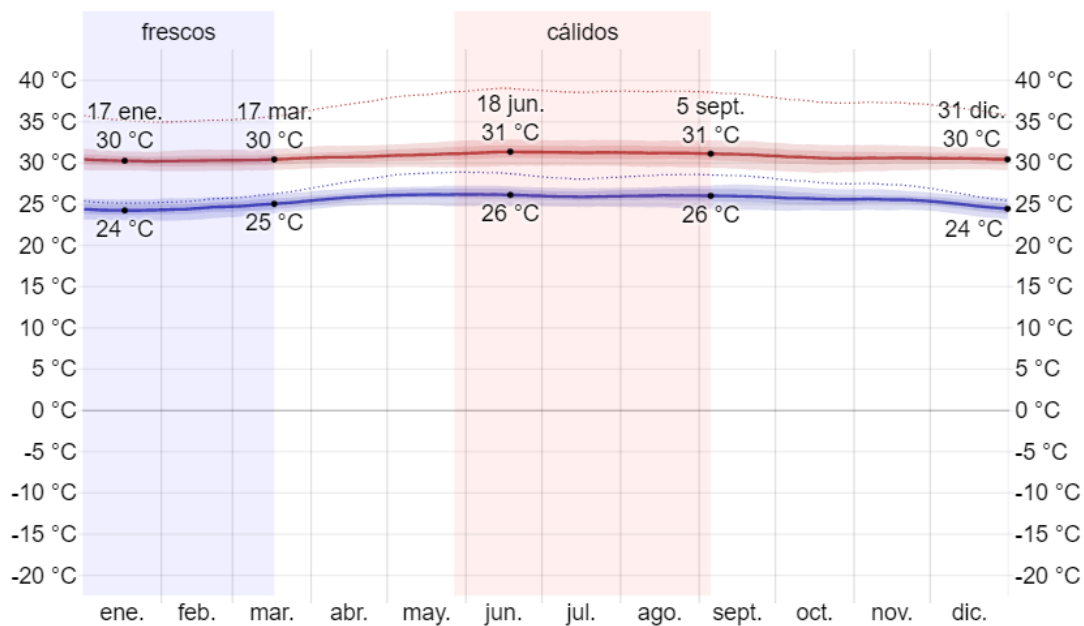


Figura 2 Temperatura Cartagena. Fuente: Weather spark

El grado de nubosidad anual y mensual se puede ver en la siguiente figura, como se puede observar, la menor cobertura de nubosidad se da entre los meses de noviembre a abril. Esto coincide con los meses más frescos entre enero y marzo como se presenta en la Figura 2.

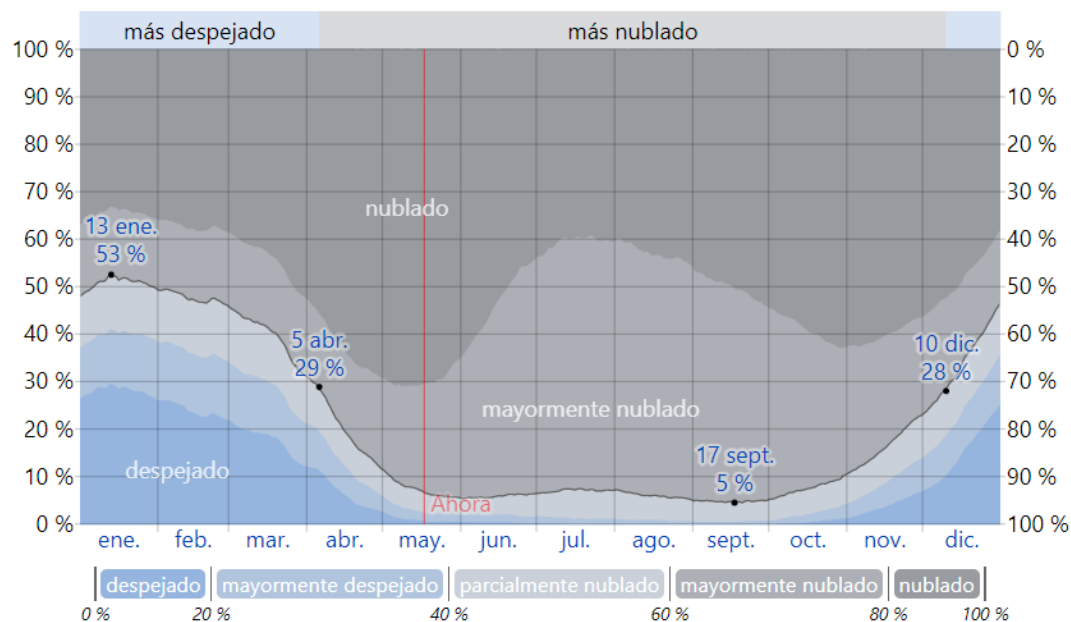


Figura 3 Categorías de nubosidad en Cartagena. Fuente: Weather Spark

La radiación solar incidente de Cartagena se puede ver en la Figura 4. Como se puede revisar, el nivel de radiación presenta una variación importante, llegando a tener una variación entre 6,4 kWh en el mes de marzo, a 3,1 kWh en el mes de octubre.

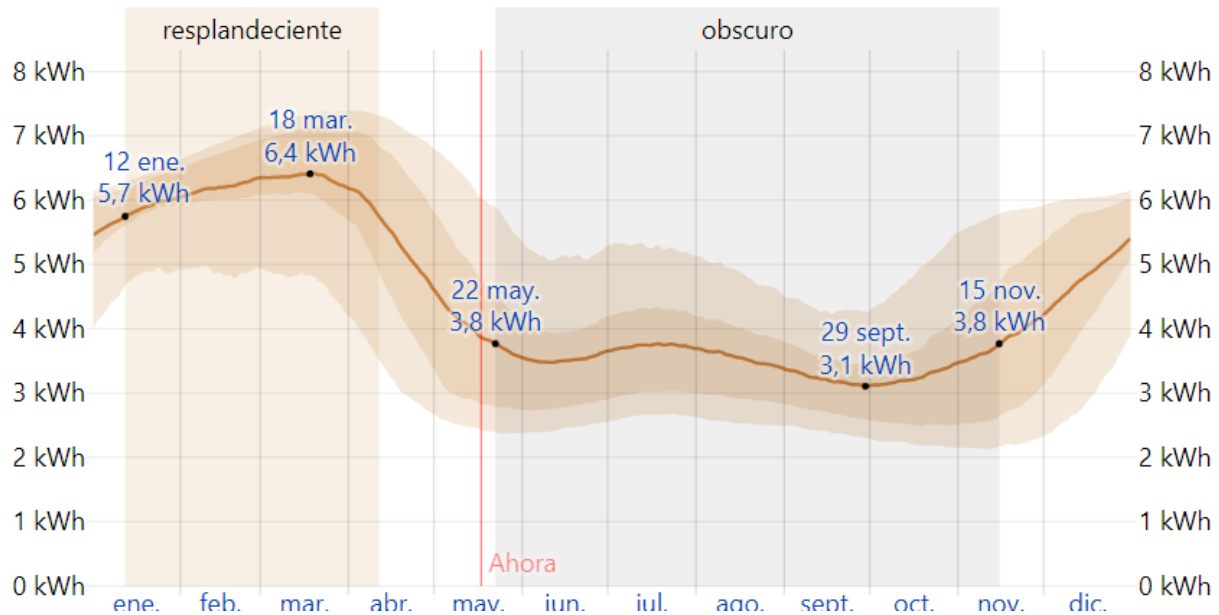


Figura 4 Radiación solar incidente (onda corta) en Cartagena. Fuente Weather Spark.

Emplazamiento general

El proyecto Coral 11 está compuesto por 352 unidades de vivienda, distribuidas en 22 torres de 4 pisos, la siguiente figura presenta la disposición de las torres, en el perímetro del proyecto se plantea un cuerpo de agua y al costado poniente un área de proyección comercial.

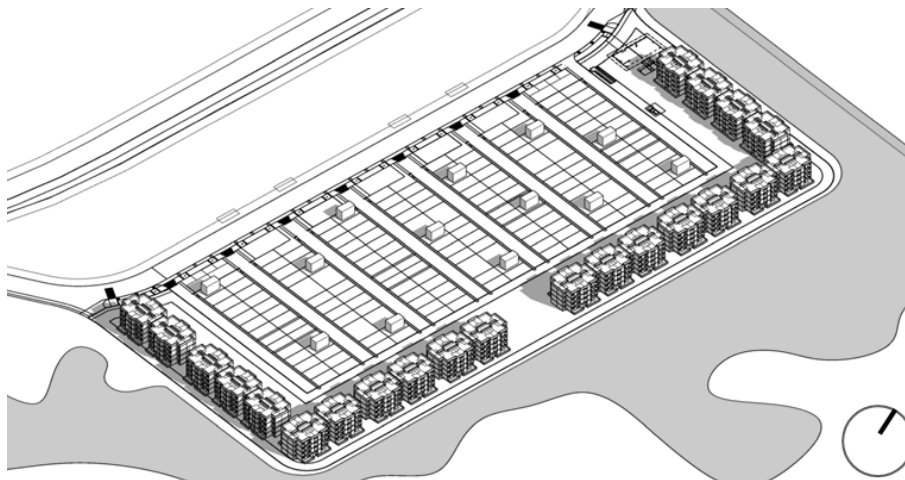


Figura 5 Emplazamiento proyecto Coral 11. Fuente: Prodesa

Este desarrollo es parte del macro proyecto Serena del Mar, y anexo a este se encuentra un terreno que será desarrollado con viviendas unifamiliares de interés social o interés prioritario.

Planificación del proyecto

El proyecto Coral 11 tiene una planificación que considera un inicio de construcción para el mes de noviembre 2021, y la entrega de las primeras unidades se estima para el mes de noviembre 2023.

3.2 Descripción unidades de vivienda

El área aproximada de cada apartamento es de 58 metros cuadrados, en las siguientes figuras se presentan las plantas del edificio. Como se puede observar, cada torre de departamentos se compone de cuatro departamentos por nivel(?) de dos habitaciones cada uno, con la posibilidad de habilitar una tercera habitación, más el área común de cocina y living.

- General (niveles, planta)

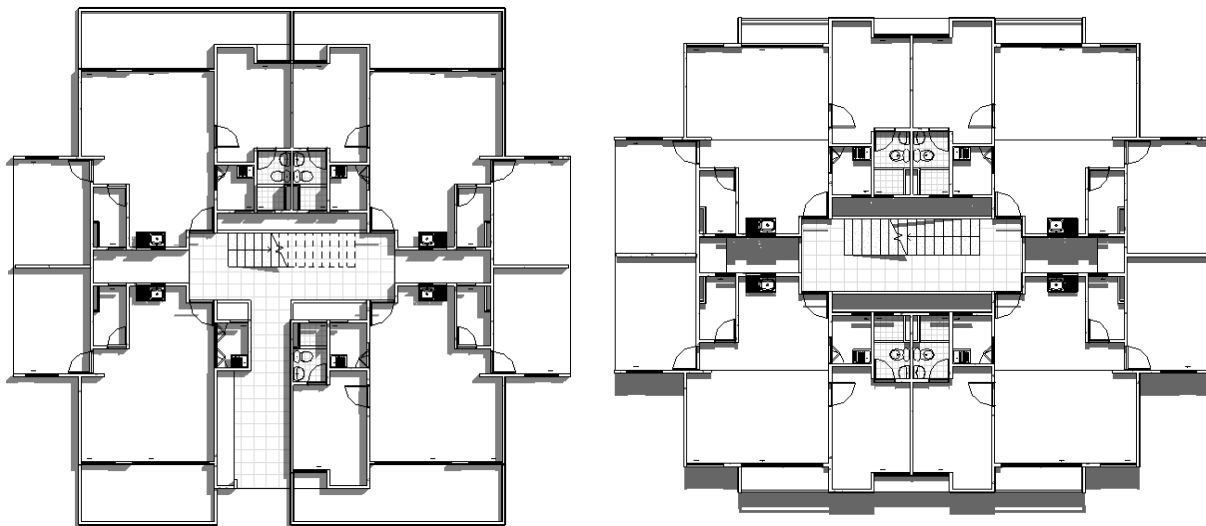


Figura 6 Planta nivel 1 / planta nivel 2 a 4

Un aspecto favorable que es importante indicar en este caso, es la preocupación que hay por la ventilación cruzada en el proyecto. Este tipo de diseño se observa en otros desarrollos en Colombia. En este caso, la circulación central está conectada con el exterior del edificio en el nivel 1 y en la cubierta del edificio como se muestra en la Figura 3.



Figura 7 Esquema de sección (circulación exterior)

Como se muestra, cada unidad tiene conexión con aire exterior en su fachada perimetral y en el interior. Esta configuración de diseño también tiene el propósito de contar con espacio para la instalación de las unidades exteriores de climatización.

- Descripción constructiva

El proyecto se construirá en un sistema industrializado de muros y losas en concreto. La siguiente figura presenta las especificaciones propuestas.

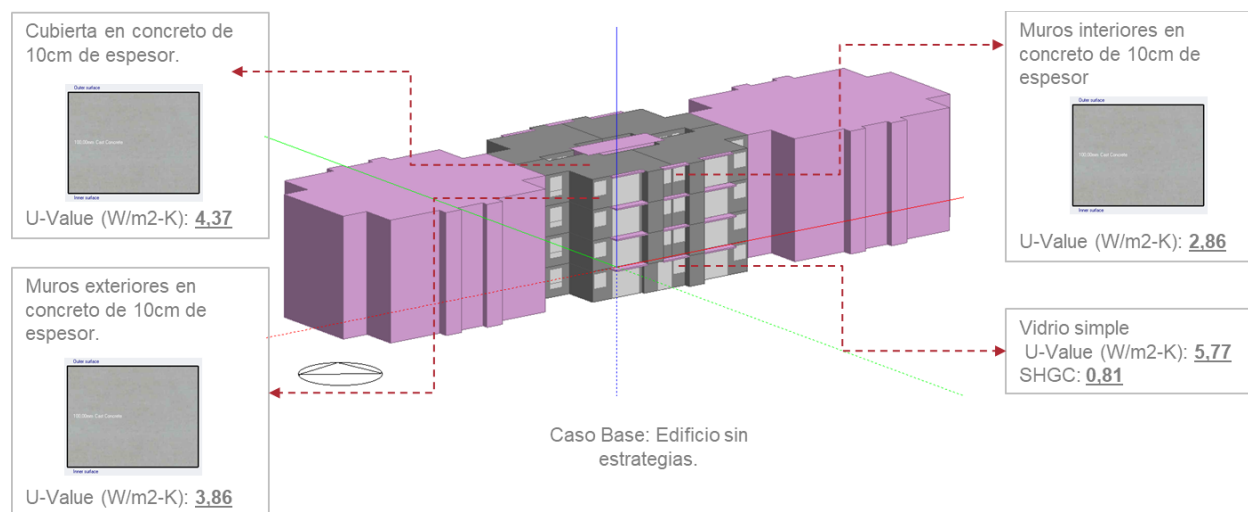


Figura 8 Materialidad del proyecto

En general, la materialidad es de tipo hormigón mediante un sistema prefabricado de muros. En el caso de las cubiertas, se prioriza un nivel de aislamiento térmico equivalente a 50 mm de poliestireno expandido, sin embargo, se ha optado por no considerar este valor, para identificar las ventajas que esta estrategia implica en el proyecto, en la construcción del caso base del proyecto.

4. Design Charrette

4.1 Participantes Design Charrette Coral 11

El proceso de Design Charrette se desarrolló entre los días lunes 28, martes 29 y miércoles 30 de junio de 2021, y contó con los siguientes participantes.

Tabla 3 participantes Design Charrette Colombia

Equipo CEELA		Equipo Prodesa	
Participante	Rol en el proyecto	Participante	Rol en el proyecto
Antonio Espinoza	EBP	Carlos Vargas	Gerencia Unidad Estratégica
Pablo González	57uno	Alfredo	Gerencia Unidad Estratégica
Roger Walther	EBP	Mauricio García	Gerencia Técnica
Johana Infante	EBP	Rodrigo Sarmiento	Gerencia Técnica
Franco Morales	EBP	Javier Bejarano	Gerencia Técnica
Jachen Schleich	EBP	Daniel Moreno	Gerencia Técnica
Gabriela Farías	EBP	Felipe Guzmán	Gerencia Planeación
Ana Milena Avendaño	EBP / IFC	Andrea Yaya	Gerencia Comunidades
Natalia Carrero	57uno	Natalia Arcila	Gerencia Mercadeo
Emilia de Leon	Efizity	Lina García	Becaria U Andes
Tamara Quiroz	Efizity	Camilo Santamaria	Arquitectura
Iván Islas	The Carbon Trust	Oscar Mesa	Arquitectura
		Luis López	Paisajismo
		John Saavedra	Eléctrico
		Juan Jacobo Pinilla	Certificación (EDGE)
		Liliana Mouthon	Estructura

La Design Charrette se realizó a través de la plataforma Teams, con la herramienta de trabajo colaborativo Mural , en el anexo.



Figura 9 Participantes Charrette día 1

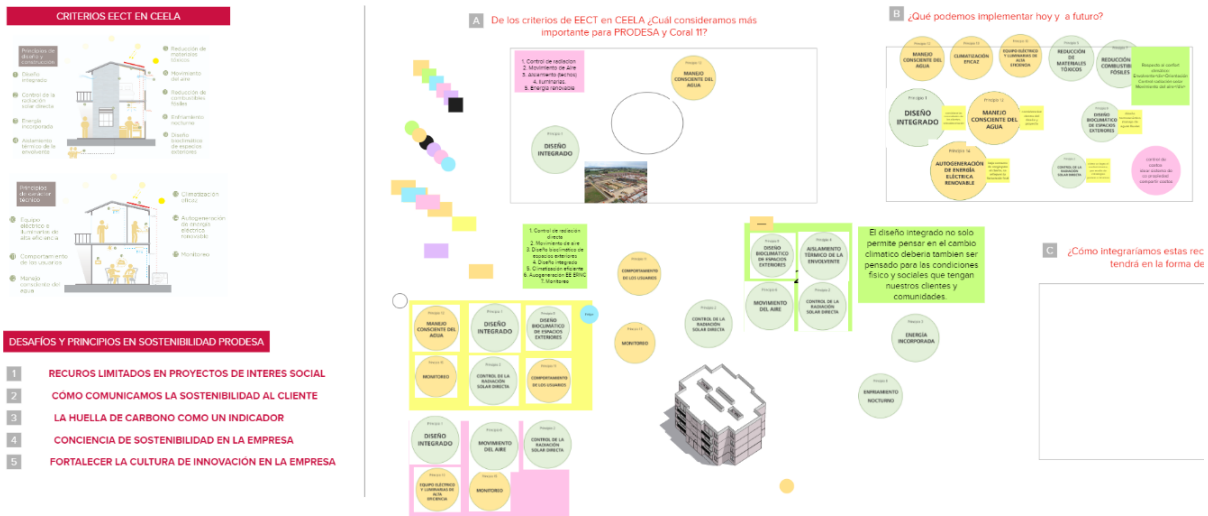


Figura 10 Imagen ejercicio Mural día 1

Para revisar el detalle de los resultados de la Design Charrette expresados en la plataforma Mural, revisar los anexos A1.3, A1.4 y A1.5.

QUÉ ESTRATEGIAS AVANZAN A ETAPA DE DISEÑO

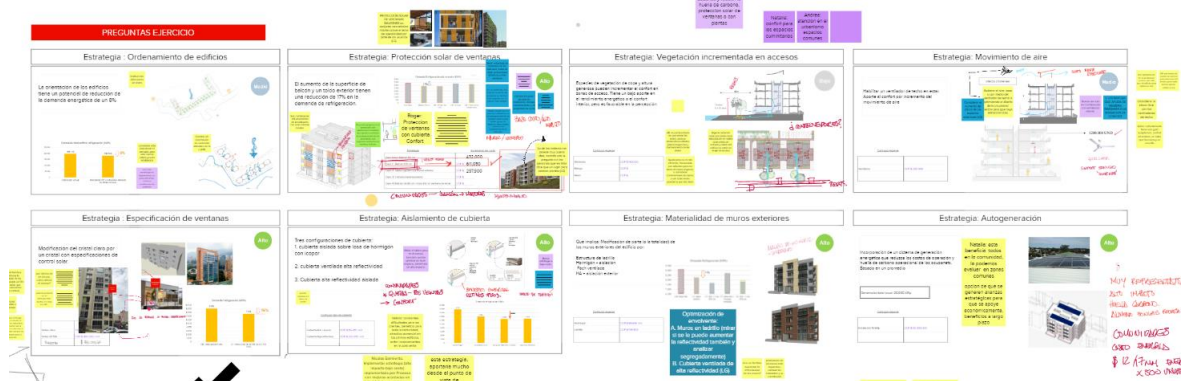


Figura 11 Imagen ejercicio Mural día 2

4.2 Estructura de trabajo y resultados

La estructura de trabajo propuesta en la herramienta de Design Charrette CEELA se basa en presentaciones por parte del equipo y posterior trabajo grupal de los participantes de la siguiente forma:

- Presentaciones realizadas por equipo CEELA: instancia en que se levantan datos relevantes a los resultados de eficiencia energética y confort en el proyecto.

Se presenta en el siguiente diagrama.

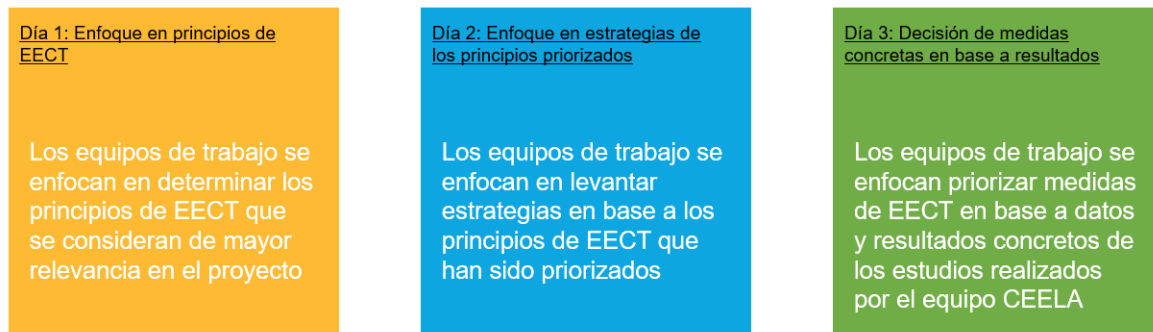


Figura 12 Esquema de trabajo Design Charrette

A continuación, se describen los principales resultados de cada día de trabajo.

4.2.1 Día 1 - Enfoque en principios de EECA

Durante el día 1 de la Design Charrette se enfoca en la presentación de los principios de EECA definidos en CEELA, y de la relevancia que estos tienen en el contexto que se encuentra el proyecto. En la siguiente figura, se muestra el esquema de trabajo.

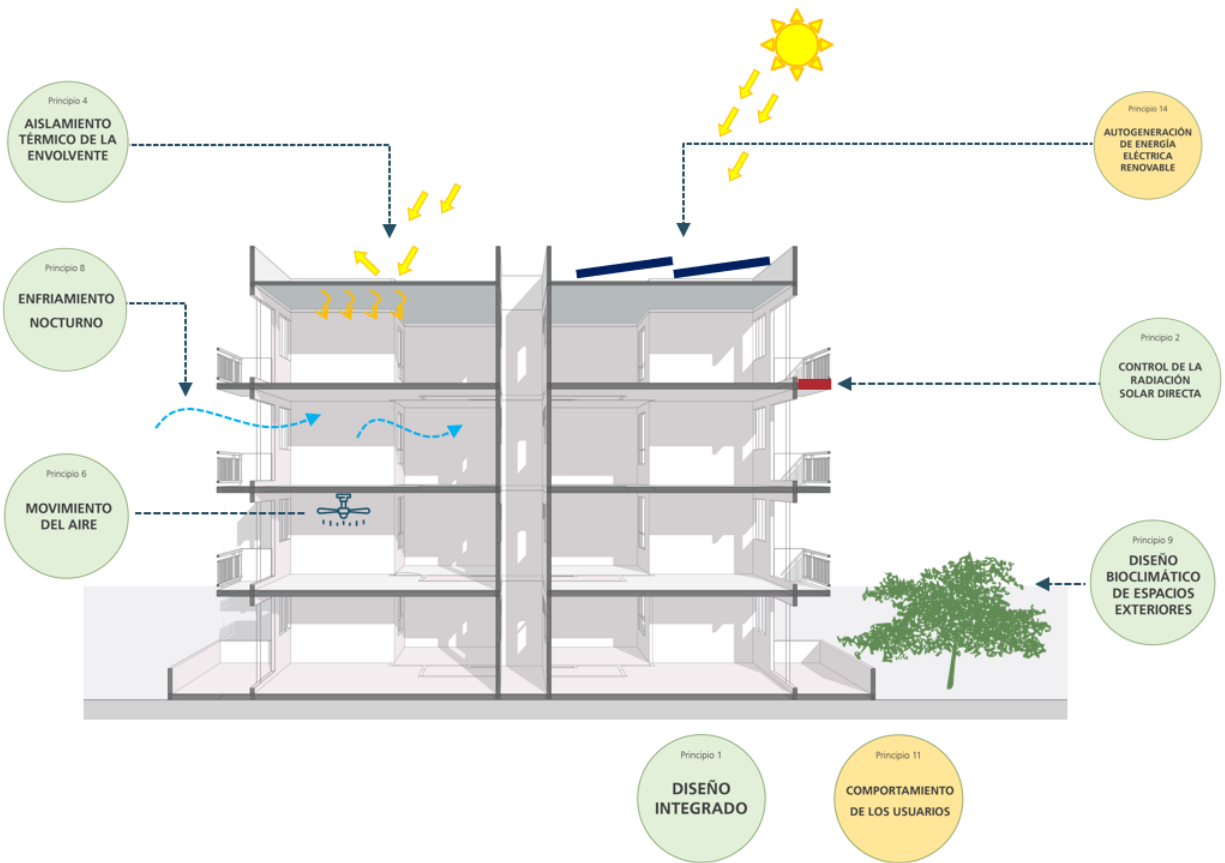


Figura 13 Principios priorizados en el proyecto Coral 11

Del ejercicio realizado en equipos, se tiene como resultado la priorización de los siguientes principios de EECA, indicando su respectivo impacto y conclusiones relevantes.

Principio 1: Diseño integrado

Este principio ha sido priorizado por los beneficios que se tiene en un proyecto, al momento de contrastar las visiones de los distintos actores en un proyecto. En referencia a esto, el equipo de Prodesa indica que existe interés de instalar esta metodología de trabajo en los proyectos de la empresa. Ante esto, el equipo CEELA propone que esta metodología se integra en el informe de resultados de la Design Charrette.

Principio 2: Control de la radiación directa

Este principio es de alta relevancia, especialmente de acuerdo con lo que se ha presentado en el punto 3.1, la radiación solar de Cartagena es de la zona de mayor radiación en Colombia, y este factor es uno de los principales agentes que afectan el comportamiento energético y el confort en zonas cálidas. El control de la radiación solar directa debe ser una estrategia a abordar desde el diseño del proyecto.

Principio 4: Aislamiento térmico de la envolvente

En las zonas cálidas, el aislamiento térmico de la envolvente debe ser controlado, este es especialmente relevante en las cubiertas de las edificaciones, y en zonas de los muros donde exista alta incidencia solar.

Principio 5/8: Movimiento de aire - Enfriamiento nocturno

El movimiento de aire tendrá un efecto importante en el confort interior, ya que esta estrategia permite expandir la aceptabilidad de los límites del confort adaptativo. En este caso, se pueden tener en cuenta los efectos del movimiento del aire ya sea a través de medios pasivos (rejillas, ventanas), o activos (ventiladores, sistemas de refrigeración). En el caso del proyecto Coral 11, se propone tratar este principio en combinación con el principio de enfriamiento nocturno.

Principio 14: Autogeneración energética

En zonas cálidas, donde existe una creciente dependencia de sistemas activos de climatización y movimiento de aire para alcanzar temperaturas de confort, el apoyo de un sistema de auto generación de energía fotovoltaica es un factor relevante para la reducción de emisiones de un proyecto, esto es especialmente atinente dada la alta incidencia solar en el clima de Cartagena y el impacto de esta en la demanda de refrigeración. Este principio es básico al momento de planificar edificaciones de consumo de energía neta cero.

Principio 3: Energía incorporada

Prodesa ha expresado su interés en avanzar en estrategias de reducción de la energía incorporada en sus proyectos. Como propuesta, el equipo CEELA realizará el cálculo de línea base para la determinación del estado del arte de huella de carbono incorporada en la construcción del proyecto.

Principio 9: Diseño bioclimático de espacios exteriores

La selección de especies que permitan controlar la radiación en las fachadas de los primeros niveles, así como el ordenamiento de unidades con una mirada del control solar y vientos que se genera entre los edificios son una estrategia que se ve como favorable para este proyecto.

Principio 15: Monitoreo

Se reconoce la importancia que tiene el monitoreo de las condiciones ambientales y de energía en las edificaciones, y el impacto que se logrará, posterior a la implementación de las medidas de EECA en el proyecto. Es por esto que se incluye este principio en la implementación con el apoyo del proyecto CEELA.

4.2.2 Principios no priorizados en el Proyecto

En referencia a los principios que no ha sido priorizados de EECA, es importante señalar que estos no se incluyen como producto del trabajo de la Design Charrette, sin embargo, sí se consideran en otros aspectos del proyecto, esto se explica en la siguiente tabla.

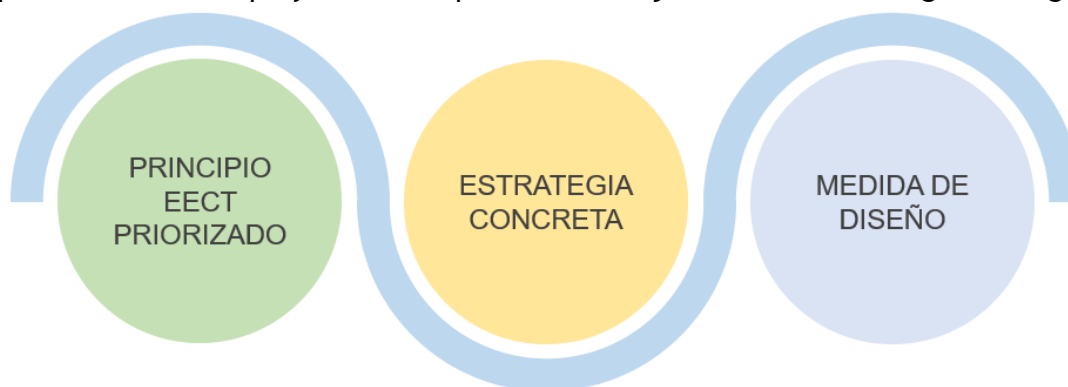
Tabla 4 Descripción principios no incorporados

Principios EECA CEELA	Razones de no integración
Principios de diseño y construcción	
Principio 6 Movimiento de aire	Si bien es una estrategia deseable en climas cálidos, generalmente esto se integra mediante la incorporación de ventiladores de techo en proyectos de tipo residencial. Debido a la altura interna de piso a cielo, no es conveniente incluir estos elementos.
Principio 7 Reducción de combustibles fósiles	Esta estrategia tiene un impacto en la planificación, dado que la alternativa para la reducción de los combustibles fósiles es el uso de cocina eléctrica, y este sistema presenta dificultades, por la potencia requerida en la totalidad de las unidades.
Principio 8 Enfriamiento nocturno	Si bien se reconoce la importancia de esta estrategia, se debe tener presente que el enfriamiento nocturno es un principio que debe integrarse independiente del diseño de ventanas. Adicionalmente, los departamentos se diseñan aptos para la incorporación de sistemas unitarios de climatización.
Principios de carácter técnico	
Principio 10 Equipo eléctrico e iluminarias de alta eficiencia	Esta implementación está en manos de las familias propietarias de los departamentos, por lo que no se incorpora en el proceso de Design Charrette.
Principio 11 Comportamiento de los usuarios	Este principio es de gran importancia, sin embargo, no se ha considerado preliminarmente, sin embargo, no se descarta incluir lineamientos de este requerimiento en las guías del usuario previo a la entrega de las unidades de departamento.
Principio 12 Manejo consciente del agua	Se reconoce la importancia de este principio, y es parte de las medidas que regularmente se incluyen en los diseños de la empresa, adicionalmente, el proyecto debe lograr al menos un 20% de ahorro en consumo de

		agua, puesto que busca alcanzar la certificación EDGE, sin embargo, la incorporación de este principio no es
Principio Climatización eficaz	13	Si bien el trabajo realizado en la Design Charrette está enfocada en las medidas pasivas para control de la temperatura, se reconoce que un sistema de climatización eficaz es altamente determinante en las condiciones de consumo energético de las edificaciones. Las estrategias propuestas apuntan a reducir la potencia de climatización, por ende, el consumo anual de energía de los edificios. La implementación de los sistemas de finalmente es una inversión a cargo de las familias propietarias de los departamentos.

4.2.3 Día 2 - Priorización de medidas de EECA

Como resultado de las medidas de eficiencia energética se han priorizado estrategias de diseño que buscan mejorar el confort adaptativo e incrementar la eficiencia energética del proyecto. La priorización de estrategias se centra en identificar los resultados de la aplicación de los principios de EECA en el proyecto. El esquema de trabajo se detalla en la siguiente figura.



Las estrategias representadas en la Figura 14 corresponden a las que fueron revisadas por el grupo de trabajo. Las estrategias priorizadas son principalmente las siguientes.

Tabla 5 Estrategias priorizadas en el día 2

Estrategias en base a los principios de diseño y construcción	Estrategias en base a los principios de carácter técnico
Estrategia de aislamiento de la envolvente	Estrategia de comportamiento de los usuarios
Estrategia de enfriamiento nocturno	
Estrategia de movimiento de aire	
Estrategia de diseño integrado	Estrategia de auto generación energética
Estrategia de control de la radiación	
Estrategia de diseño bioclimático de espacios exteriores	

A continuación, se detallan los resultados de las estrategias de diseño. Se excluye el principio de diseño integrado, puesto que este está expresado en la Design Charrette CEELA, y el principio de comportamiento del usuario, dado que este se abordará en el proceso de monitoreo.

Tabla 6 Estrategia principio aislamiento térmico de la envolvente.

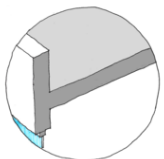
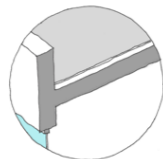
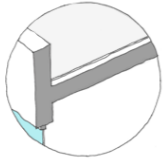
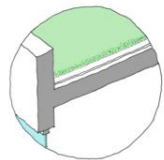
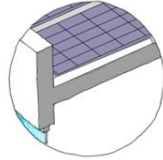
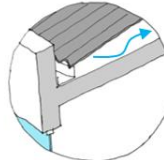
Estrategia 1: Estrategia de aislamiento de la envolvente		
Beneficio concreto: La reducción del traspaso de radiación incidente de los recintos del nivel superior y por ende reducción de la potencia y demanda de refrigeración.		
Método de comprobación: Simulación comparando la reducción de la transferencia de energía a través de la cubierta en seis escenarios.		
<p>Hormigón Valor U: 4,37</p> 	<p>Aislación 5cm Valor U: 0,66</p> 	<p>Cubierta clara Valor U: 0,66</p> 
<p>Cubierta verde Valor U: 1,16</p> 	<p>Aislación + FV Valor U: 0,97</p> 	<p>Cámara de aire Valor U: 2,6</p> 
<p>Discusión y próximos pasos:</p> <ul style="list-style-type: none"> — Se selecciona analizar económicamente las soluciones 2, 3 y 6 — Posterior a la definición concreta del tipo de cubierta, evaluar económicamente la implementación de estas. 		

Tabla 7 Descripción estrategias de movimiento de aire

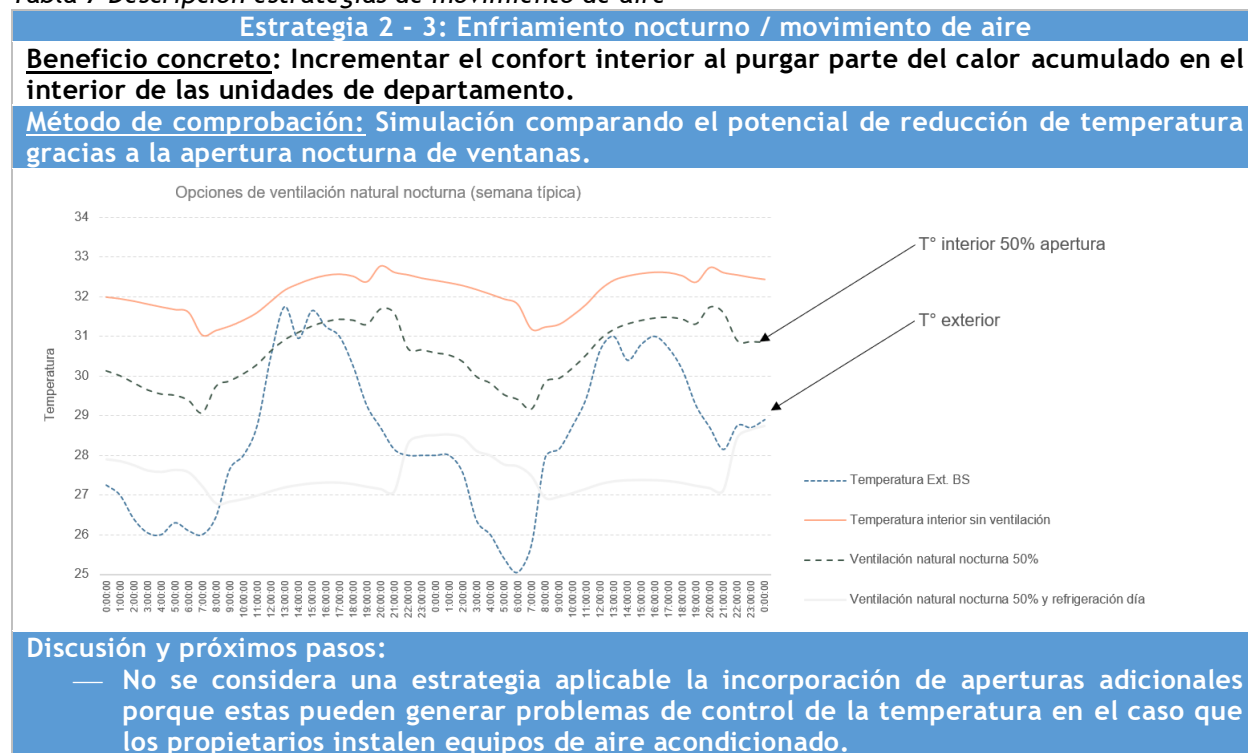


Tabla 8 Descripción estrategia control de la radiación

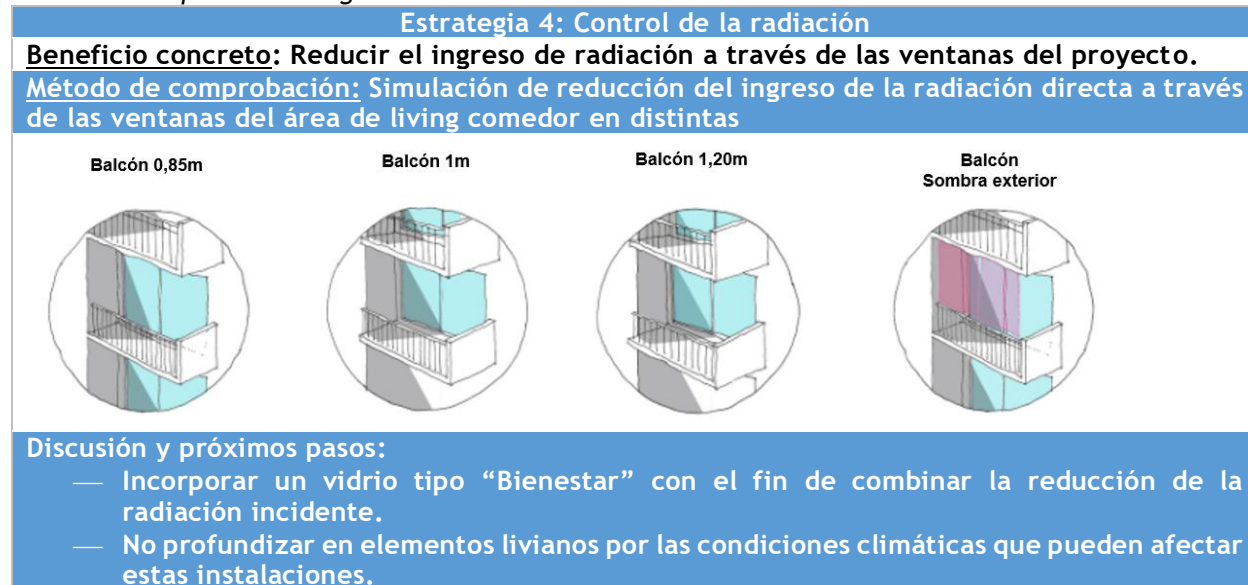


Tabla 9 Descripción de estrategia de diseño bioclimático de espacios exteriores

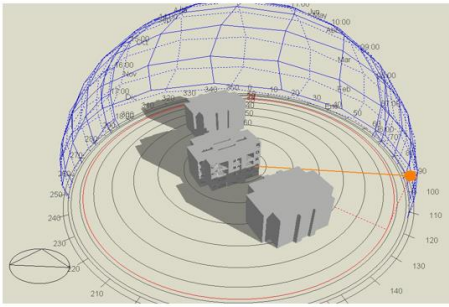
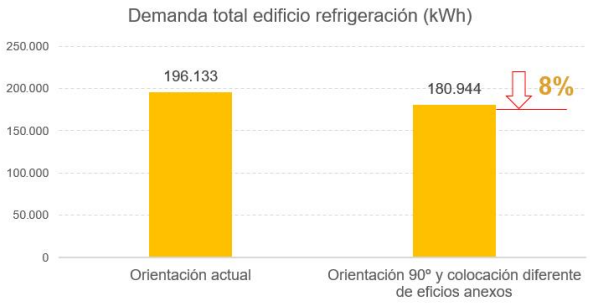
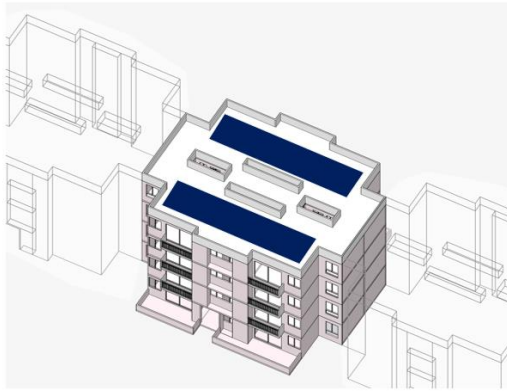
Estrategia 5: Diseño bioclimático de espacios exteriores	
Beneficio concreto: Integrar el diseño de urbanización y espacios exteriores en la planificación de estrategias de EECA en el proyecto.	
Método de comprobación: Simulación de reducción de demanda de refrigeración de un edificio en combinación con las sombras generadas por los edificios cercanos.	
	
Discusión y próximos pasos:	
<ul style="list-style-type: none"> No es factible avanzar con esta estrategia, sin embargo, es un tema que se tendrá presente en futuros proyectos como parte de los análisis preliminares. 	

Tabla 10 Descripción de estrategia de auto generación energética

Estrategia 6: Auto generación energética	
Beneficio concreto: Reducir el impacto de la edificación en la huella de carbono en la operación, reducir los costos de los usuarios, e innovar en la integración de la auto generación fotovoltaica en proyectos de vivienda de interés social.	
Método de comprobación: Cálculo preliminar de	
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;"> <p>1 kWp = 1.391 kWh anual</p> <p>15,4 kWp = 21.421 kWh anual</p> </div> <p>Factibilidad:</p> <ul style="list-style-type: none"> Económicamente: Baja Técnicamente: Alta 	
Discusión y próximos pasos:	
<ul style="list-style-type: none"> Se ha acordado realizar un estudio en mayor detalle de esta estrategia para la definición de esta estrategia. La probabilidad de integrarla en las áreas comunes es mayor a la de incorporar en las cubiertas del edificio. 	

Posterior al ejercicio de Design Charrette del día 2, se procede a evaluar cada estrategia (con excepción del comportamiento de los usuarios) desde un punto de vista técnico y económico. Con esta información a la vista, se realiza la tercera sesión de la Design Charrette, la cual se enfoca en la selección de medidas que se propone avanzar a etapa de diseño.

4.2.4 Día 3 - Decisión de medidas concretas en base a resultados

Durante el día 3 las estrategias que han sido priorizadas y se han analizado técnica y económicamente, a continuación, se presenta un esquema resumen.

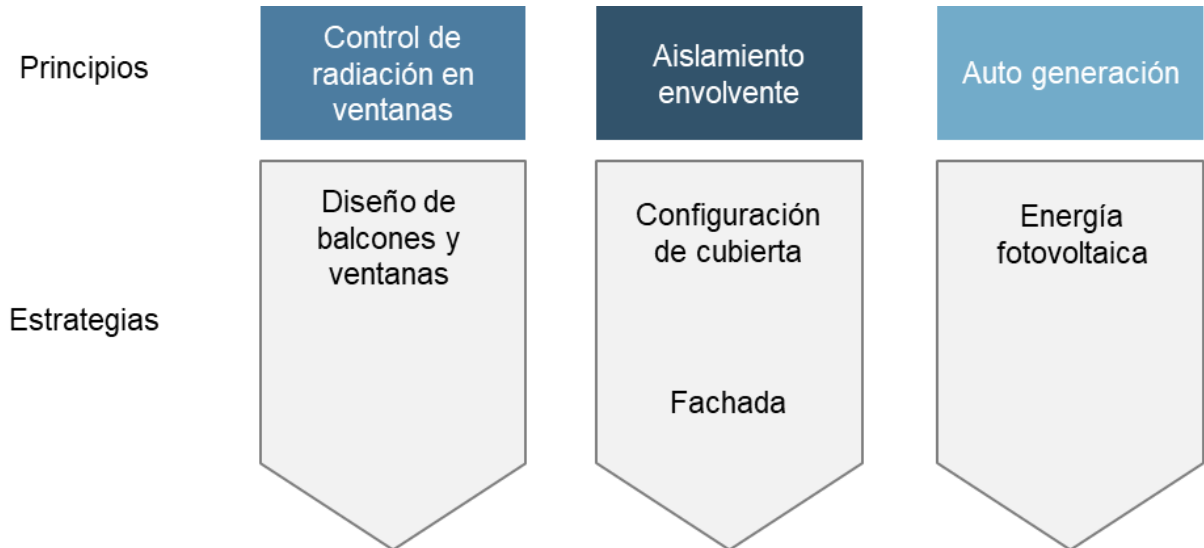


Figura 15 Estrategias adecuadas en el proyecto Coral 11

A continuación, se presentan las medidas priorizadas en el proceso de Design Charrette. Cada medida es individualizada desde el punto de vista técnico y económico. Es importante mencionar que las estrategias han sido revisadas en conjunto con el equipo de presupuesto, con el fin de proponer acciones que son realizables en el marco presupuestario del proyecto.

Medida 1 Diseño de Balcones y ventana

Descripción

Esta medida corresponde a la extensión de los balcones inicialmente proyectados en 85 cm, por balcones de 120 cm. Adicionalmente, se propone incluir una loseta tipo alero sobre la ventana que permita reducir la radiación incidente como se muestra en la siguiente figura.

- Uso de vidrio Bienestar Bronce Blanco.

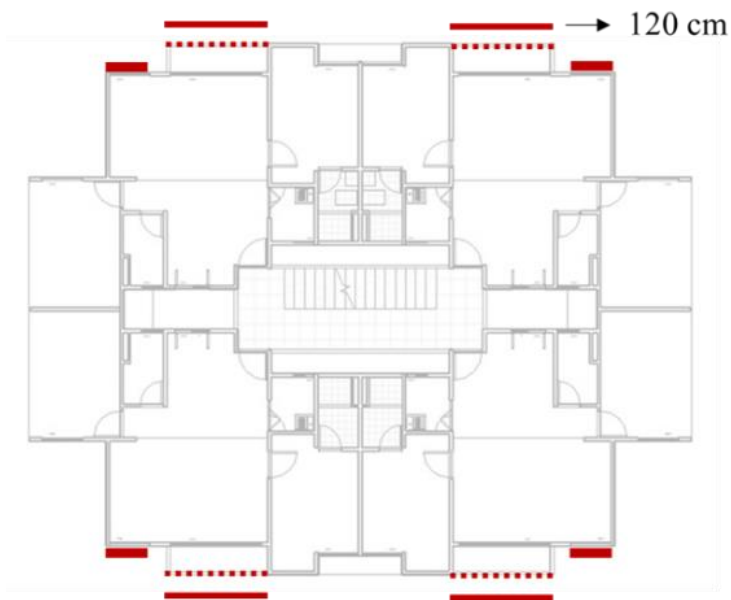


Figura 16 Esquema de protección solar en balcones y ventana

En complemento con las medidas anteriores, se propone el uso de un vidrio tipo Bronce como se muestra en la siguiente figura. Este tipo de vidrio permitirá no solo reducir la radiación incidente, sino que también reducir la demanda de refrigeración de los departamentos.



Figura 17 Vidrio tipo BienEstar Bronce Claro. Fuente: vidrioandino.com

La información técnica recabada de este tipo de vidrio es la siguiente:

- Valor de transmitancia: 5,6 W/m²K
- Coeficiente de ganancia solar (SHGC) 0,5
- Coeficiente de sombra 0,6

- Transmisión de luz visible: 32%

De acuerdo con la información técnica del producto, los vidrios indicados tienen la capacidad de reducir el ingreso de radiación entre un 40% y un 70%.

Beneficio

En el caso de incorporar esta estrategia, se ha identificado que se obtendrá una reducción de hasta un 17% en la demanda energética de los recintos de áreas comunes, junto con el incremento en confort por parte del usuario al contar con mayor espacio en el balcón de su propiedad. Un beneficio anexo a esto en temas de arquitectura, es que

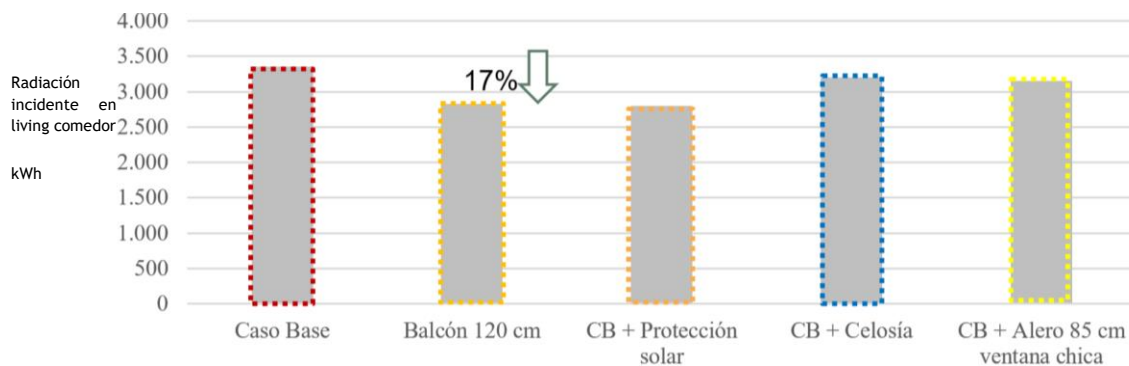


Gráfico 1 Resultados de simulación energética estrategias de control solar

Medida 2 Diseño de aislamiento de cubierta

Descripción

Esta medida apunta a mejorar las condiciones de confort y eficiencia energética de los departamentos ubicados en los niveles 4 de las unidades de edificio. Durante el desarrollo del ejercicio, se ha identificado que existe la opción de reducir el ingreso de radiación directa a través de la cubierta mediante tres tipos de estrategias:

- Cubierta aislada con 50 mm de poliestireno expandido
- Cubierta aislada con teja y material reflectivo (esto implica cámara de aire)
- Cubierta con cámara de aire y material reflectivo

La ventaja de utilizar un material reflectivo es que este reduce en gran medida la radiación que traspasa por conducción en las unidades. Como se puede ver en el siguiente gráfico, estas estrategias tienen un potencial de reducción de la radiación incidente de un 21% o superior.

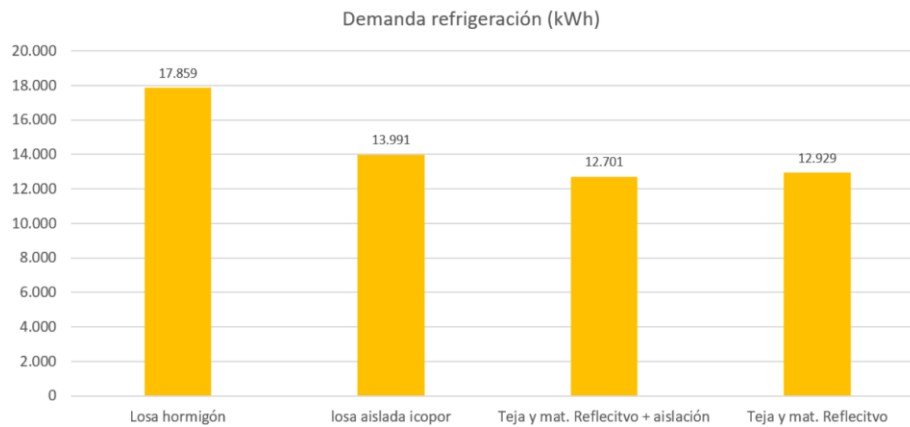


Gráfico 2 Resultados de traspaso de radiación a través de la cubierta

En la solución actualmente aplicada en proyectos con cubierta ventilada y teja de alta reflectividad, se propone incluir una lámina de papel reflectivo, el cual tiene la propiedad de reflejar un aproximado de un 90% de la energía radiante incidente en la cubierta¹.

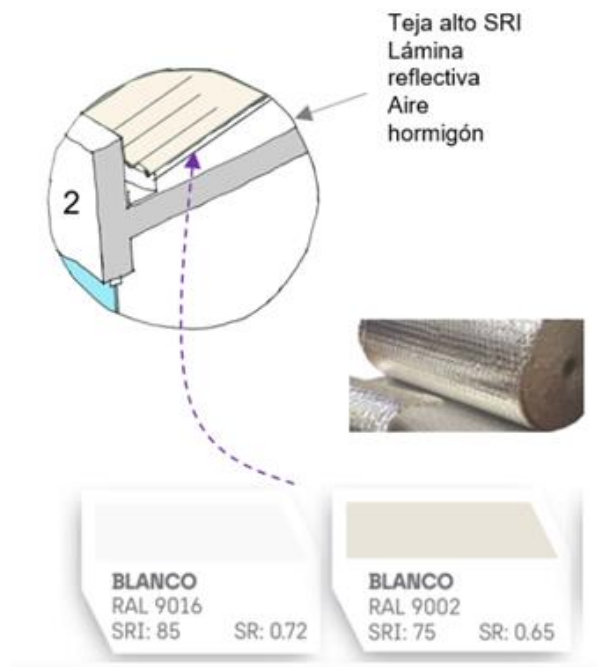


Figura 18 Ejemplo esquema de estrategia seleccionada

Beneficio

Los beneficios que se registran de esta estrategia son la reducción estimada de un 23% de reducción de demanda de refrigeración en las unidades de departamento del cuarto nivel (ver

¹ Revisar la siguiente fuente: Referencia

Gráfico 2). Esto tiene un impacto favorable en el gasto energético final que tendrán las unidades de departamento del nivel 4.

Medida 3 Materialidad de los muros perimetrales

Descripción

Esta medida corresponde al incremento de la superficie de ladrillo en las fachadas del edificio. Esta estrategia se propone por las siguientes razones:

- La empresa Prodesa ha utilizado en diversos proyectos la combinación de materialidad de la envolvente de ladrillo y hormigón, por lo que el uso de ladrillo estaría validado como una opción en los proyectos de Prodesa.
- La conductividad de los materiales arcillosos es menor que la conductividad del hormigón, en una estimación general, se puede identificar que este valor es equivalente a 1,63 W/m K en el caso de hormigón, y 1,2 W/m K en el caso de ladrillo.



Figura 19 ejemplo casos de envolvente y materiales

Beneficio

Potencial reducción de hasta un 30% de la demanda de refrigeración.

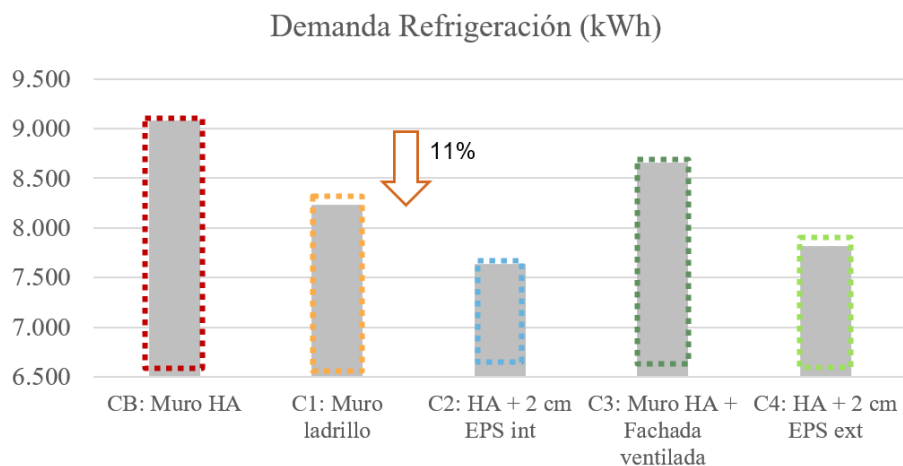


Gráfico 2 Estimación de impacto en la modificación de la fachada perimetral

El Gráfico 3 muestra la diferencia global que se presenta en el caso de modificar el muro perimetral existente por el caso de ladrillo. Si bien, como se puede ver se produce una reducción de la demanda de refrigeración de un 11%, se debe estimar esta reducción en un nivel acorde al porcentaje de fachada que puede ser modificado. Este porcentaje será definido posteriormente por Prodesa en la estimación de la implementación de las medidas de EECA.

Medida 4 Energía fotovoltaica

Descripción

Esta medida se refiere a la incorporación de sistemas de energía fotovoltaica en las cubiertas del proyecto. Esto como un modelo que permita convertir a Prodesa en una de las empresas líderes en la implementación de energía fotovoltaica en proyectos de vivienda de interés social en Colombia.

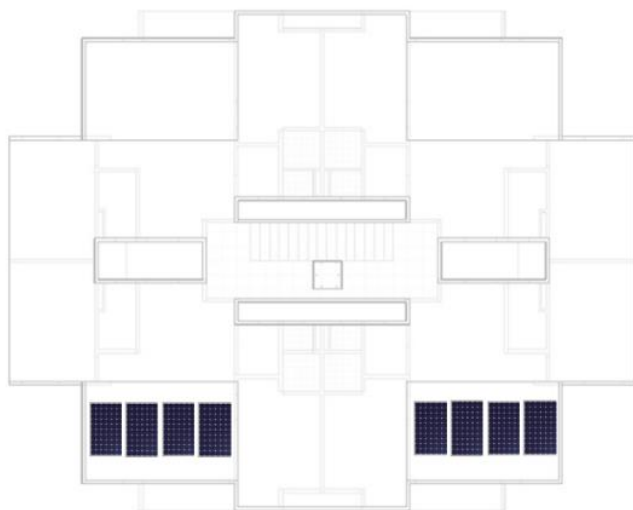


Figura 20 esquema de implementación de paneles fotovoltaicos

Esta medida se propone como apoyo al consumo estimado para las zonas comunes.

Beneficio

Si bien los beneficios económicos son cuantificables, es importante tener presente que en una primera instancia se debe definir el modelo de negocios que esta medida requiere. Sin perjuicio de lo anterior, es posible adelantar los siguientes beneficios.

- Aporte a la visión global de sostenibilidad de la empresa
- Liderazgo visible en la implementación de sistemas de auto generación
- Reducción de costos de operación para los usuarios

Durante el acompañamiento del proyecto, se ha identificado que la opción con mayor factibilidad es la implementación de un sistema fotovoltaico de potencia estimada de 5kWp en

el sector de portería, esto en base a un modelo de cofinanciamiento con apoyo del proyecto CEELA.

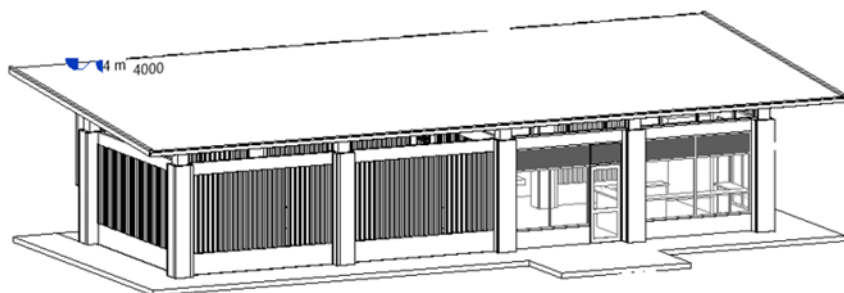


Figura 21 Imagen portería del edificio

5. Conclusiones y próximos pasos

- El proceso de Design Charrette del proyecto Coral 11 ha demostrado ser un ejercicio exitoso en integrar las distintas visiones de los actores participantes, acordando en la mirada global de incremento de la eficiencia energética y confort adaptativo. Los resultados presentados en este informe son de tipo anteproyecto, por lo que el equipo de CEELA, en conjunto con el equipo de Prodesa deben trabajar en los siguientes pasos.
- En relación con la medida de control solar a través de balcones y tipología de vidrio Prodesa debe estimar económicamente el impacto de esta medida desde el punto de vista técnico, de manera de revisar la factibilidad del incremento de los balcones del proyecto. La selección del vidrio dependerá del análisis económico y de la factibilidad del material en la zona de Cartagena.
- En relación con la medida de aislamiento de cubierta, el equipo de Prodesa evaluará la factibilidad técnica de esta estrategia (cubierta ventilada con lámina reflectiva). En el caso que esta estrategia no sea factible técnicamente, se ha propuesto que se considere la estrategia de aislamiento con un recubrimiento superior de alta reflectividad (alto SRI). Esto se evaluará junto al equipo CEELA.
- En relación a la medida de configuración de los muros exteriores, el equipo de Prodesa evaluará cuáles son los muros que pueden ser modificados de hormigón a revestimiento de ladrillo. Posterior a esta selección, se coordinará con el equipo CEELA para cuantificar el efecto final que se genera en este caso.
- En relación con la medida de energía solar fotovoltaica, durante el proceso de seguimiento del proyecto se ha coordinado con el especialista eléctrico la estimación de costos, ventajas y barreras en la implementación de un sistema de 5kWp de potencia para apoyar los consumos de áreas comunes del proyecto.
- Las medidas se revisarán hasta el fin del mes de septiembre, tras lo cual se redactará el acuerdo de trabajo indicando la implementación de medidas y las acciones de acompañamiento y monitoreo en el proyecto.

A1. Anexos

A1.1 Principios de eficiencia energética y confort adaptativo

Las siguientes figuras muestran los principios de EECA propuestos en el proyecto CEELA.



Figura 22 Esquema principios de diseño y construcción en CEELA

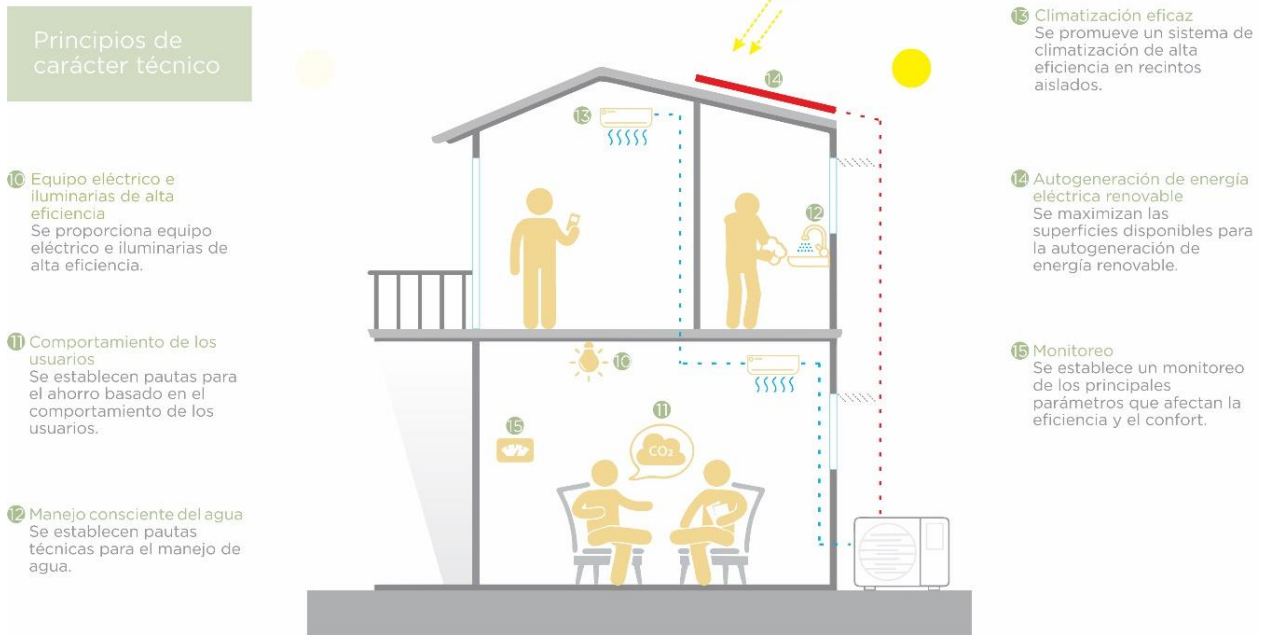


Figura 23 Criterios de carácter técnico proyecto CEELA

A1.2 Anexo participantes Design Charrette

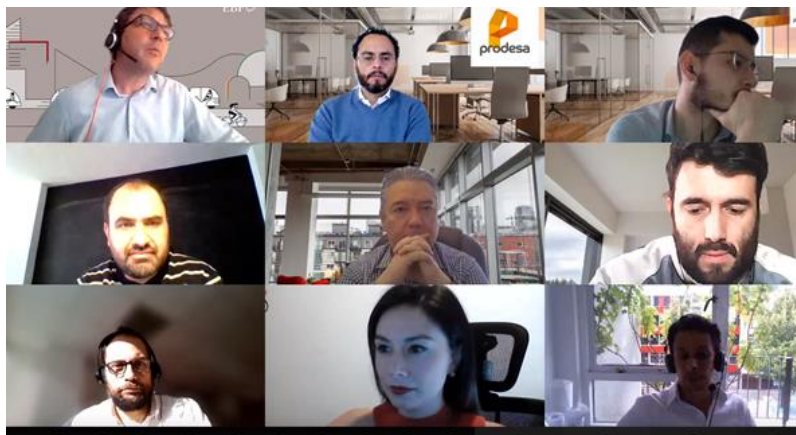


Figura 24 Ejemplo participantes Design Charrette



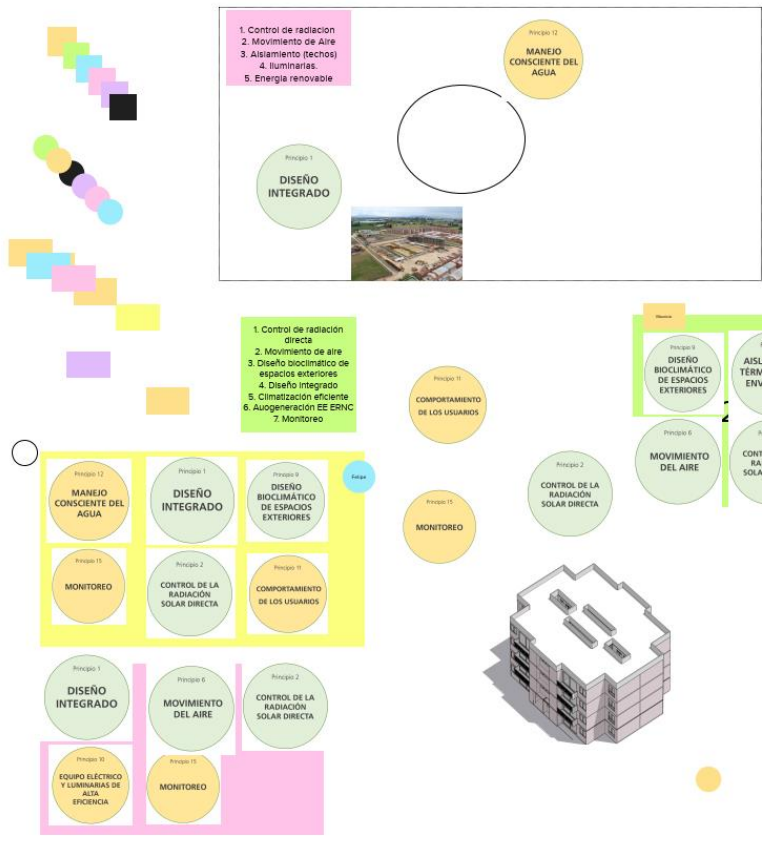
Figura 25 Participantes Design Charrette día 2



Figura 26 Participantes Design Charrette día 3

A1.3 Anexo 3 Resultados Design Charrette día 1

A De los criterios de EECT en CEELA ¿Cuál consideramos más importante para PRODESA y Coral 11?

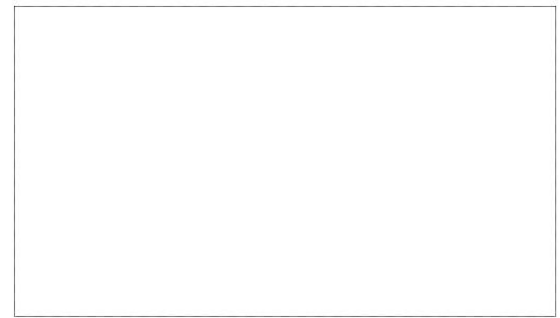


B ¿Qué podemos implementar hoy y a futuro?



El diseño integrado no solo permite pensar en el cambio climático debería también ser pensado para las condiciones físico y sociales que tengan nuestros clientes y comunidades.

C ¿Cómo integraríamos estas recomendaciones, y qué impacto tendrá en la forma de diseñar y construir?



A1.5 Anexo 3 Resultados Design Charrette día 3

Estrategia : Ordenamiento de edificios

La orientación de los edificios tiene un potencial de reducción de la demanda energética de un 8%

MG
Analizar pero no necesariamente implementar

Orientación inicial	Orientación OT (considerando orientación de edificios sucesos)
188.133	173.344

Reducción de 8%

Estrategia: Protección solar de ventanas

El aumento de la superficie de balcón y un toldo exterior tienen una reducción de 17% en la demanda de refrigeración.

MG
Darle profundidad a la ventana 20-10 cm
Efecto sobre ventana

MG
Avanzar para analizar. Avanzar por sobre estrategia de diseño.

MG
Efecto sobre ventana

Elemento	Costo (\$)
Casa base Balcon 85 cm	432,000
Casa 1. Balcon 120 cm	611,050
Casa 2. Toldo y protección móvil exterior	297,900
Casa 3. Cortina exterior	---
Casa 4. Balcon de 85 cm + toldo 85 cm ventana de estar	---

Estrategia: Vegetación incrementada en accesos

Especies de vegetación de cope y altura generosa pueden incrementar el confort en zonas de acceso. Tiene un bajo aporte en el rendimiento energético o el confort interior, pero es favorable en la percepción

Bajo

Elemento	Costo (\$)
Arboreo	103,000
Mango	---
Nenúfar	---

Estrategia : Especificación de ventanas

Modificación del cristal claro por un cristal con especificaciones de control solar.

MS
PVC Impacto en el proyecto

JF
Efecto aún en el confort en contraste con las balcones

RS
En Villeta hay PVC tratado, estimando al doble de costo

FG
Polarizar genera diferencias más notadas en los proyectos

Bajo EDGE se ha evaluado, tiene alto costo beneficioso

OT - vidrio simple 6 mm	OT - Vidrio Control 20 - 10 - 10 - 10 - 10 - 10 - 10
9.880	8.400

Reducción de 16%

Elemento	Costo (\$)
Modelero	176,000
Bienestar Bronce Claro	182,000
Coel Dte ST / STB	316,000

Estrategia: Aislamiento de cubierta

Tres configuraciones de cubierta:
1. cubierta aislada sobre losa de hormigón con icopor
2. cubierta ventilada alta reflectividad
3. Cubierta alta reflectividad aislada

MG
Hacer un croquis y mostrarle que se va a hacer a base. Revisar el costo de ambos sistemas. El presupuesto puede ser menor con las techos.

RS
Revisar los costos, en más sistemas de techos para tener un presupuesto.

MS
Investigando en cambio los productos que se le puede usar para que se modifique por sistema alternos.

ICOPOR con aislante
Investigando que mejoran el comportamiento térmico.

JF
Se han evaluado, materiales más baratos.

Elemento	Costo (\$)
Cubierta HA + icopor	135,411 / m2
Cubierta alta reflectiva	232,000 / m2

Estrategia: Materialidad de muros exteriores

Qué implica: Modificación de parte (o la totalidad) de los muros exteriores del edificio por:

- Estructura de ladrillo
- Hormigón = aislamiento
- Fach ventilada
- HA = aislamiento exterior

Alto

Elemento	Costo (\$)
Hormigón	93,886 / m2
Ladrillo	98,800

JF
Efecto de reflectividad sobre el ladrillo

RS
Estudiar un nivel de aislamiento de ladrillo en las fachadas del edificio 30%

MG
Aumentar el porcentaje de ladrillo

MS
Analizar impacto en el comportamiento estructural

MS
Disminuir costos de mantenimiento de fachadas y mayor durabilidad con la implementación del ladrillo.