

Confort lumínico y consumo energético como parámetro para el diseño de vivienda colectiva

Por:

Danna Alejandra Avellaneda Álvarez

Contenido

- Introducción
- Resultados
 - Un caso de estudio accesible y relevante de vivienda de interés social prioritaria (VIP)
 - Un rediseño para “Plaza de la hoja”
 - Una comparación del caso de estudio con el diseño final
- Discusión
- Conclusión
- Bibliografía

Introducción

Tema

Gestión de la energía y confort lumínico.

Problema

Inequidad en la incidencia sobre el presupuesto destinado a servicios públicos por las familias que adquieren vivienda de interés social prioritaria (VIP), de los costos de la energía eléctrica requerida para suplir deficiencias de confort lumínico, que pueden ser subsanadas con iluminación natural.

Pregunta

¿Cómo mediante el diseño arquitectónico se puede reducir la inequidad en la incidencia sobre el presupuesto destinado a servicios públicos por las familias que adquieren vivienda de interés social prioritaria (VIP), de los costos de la energía eléctrica requerida para suplir deficiencias de confort lumínico, que pueden ser subsanadas con iluminación natural?

Hipótesis

Mediante la consideración de variables como la orientación y el grado de la exposición de las fachadas a la radiación solar en el proceso de diseño, se puede reducir la inequidad en la incidencia sobre el presupuesto destinado a servicios públicos por las familias que adquieren vivienda de interés social prioritaria (VIP), de los costos de la energía eléctrica requerida para suplir deficiencias de confort lumínico, que pueden ser subsanadas con iluminación natural.

Objetivo

Evaluar el potencial de la consideración de variables como la orientación y el grado de la exposición de las fachadas a la radiación solar en el proceso de diseño, para reducir la inequidad en la incidencia sobre el presupuesto destinado a servicios públicos por las familias que adquieren vivienda de interés social prioritaria (VIP), de los costos de la energía eléctrica requerida para suplir deficiencias de confort lumínico, que pueden ser subsanadas con iluminación natural.

Objetivos específicos

Objetivo específico 1

- Identificar un caso de estudio accesible y relevante de vivienda de interés social prioritaria (VIP), a partir del cual establecer la magnitud de las diferencias en el consumo de energía eléctrica para iluminación, asociada a la superación de deficiencias de confort lumínico, que pueden ser subsanadas con iluminación natural.

Objetivo específico 2

- Rediseñar el caso de estudio de tal manera que, mediante la consideración de variables como la orientación y el grado de la exposición de las fachadas a la radiación solar en el proceso de diseño, se subsanen deficiencias de confort lumínico con iluminación natural, obteniendo así mayor equidad en la incidencia sobre el presupuesto destinado a servicios públicos por las familias que adquieren vivienda de interés social prioritaria (VIP), de los costos de la energía eléctrica para iluminación.

Objetivo específico 3

- Comparar el caso de estudio con el resultado de las simulaciones realizadas al proyecto rediseñado, para establecer el potencial de la consideración de variables como la orientación y el grado de la exposición de las fachadas a la radiación solar en el proceso de diseño, para reducir la inequidad en la incidencia sobre el presupuesto destinado a servicios públicos por las familias que adquieren vivienda de interés social prioritaria (VIP), de los costos de la energía eléctrica requerida para suplir deficiencias de confort lumínico, que pueden ser subsanadas con iluminación natural.

Metodología

Evaluación cuantitativa y simulación.

Resultados

Un caso de estudio relevante

Proyectos VIS y VIP - Centro



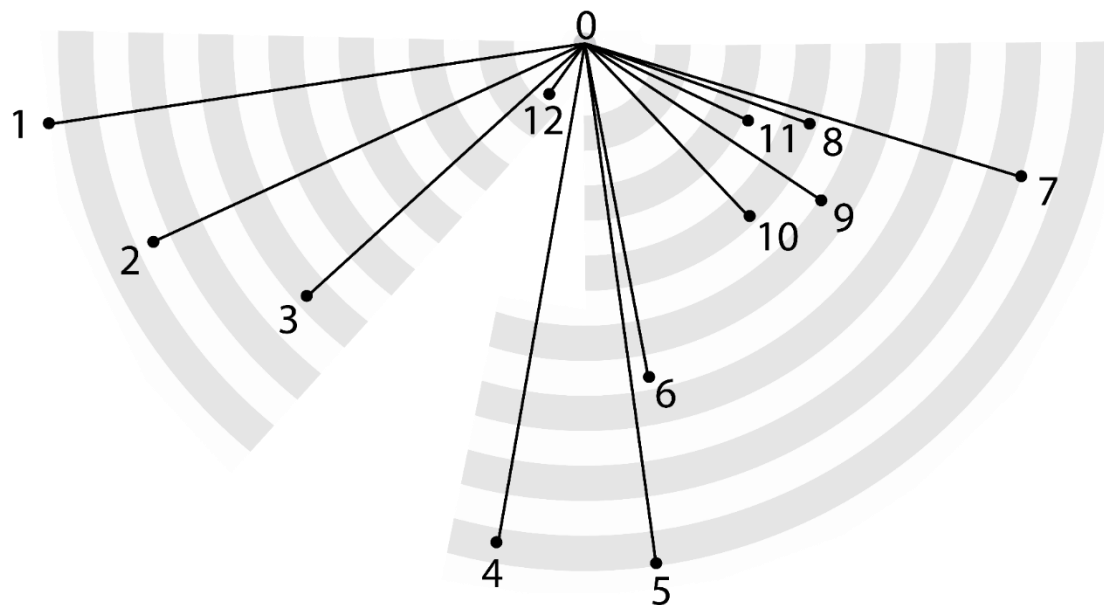
Convenciones	
1. Suba	7. Comuneros
2. Gran granada	8. San Cristobal
3. Fontibon	9. Los Molinos
4. Bosa	10. La Resurrección
5. Soacha	11. Veinte de Julio
6. Madelena	12. Proyecto "Plaza de la hoja"

0 1.000 3.000 5.000 m

Un caso de estudio relevante

Distancia proyectos VIS y VIP – Línea recta

Línea recta			
#	Zona	Metros	Kilómetros
0	Calle 22	Rumbo	Rumbo
1	Suba	15190,77	15,19
2	Gran Granada	13450,96	13,45
3	Fontibón	10695,16	10,70
4	Bosa	14407,22	14,41
5	Soacha	14939,68	14,94
6	Madelena	9635,58	9,64
7	Comuneros	13036,61	13,04
8	San Cristóbal	6805,60	6,81
9	Los Molinos	8089,50	8,09
10	La Resurrección	6773,40	6,77
11	Veinte de Julio	5146,45	5,15
12	Proy. "Plaza de la hoja"	1710,65	1,71

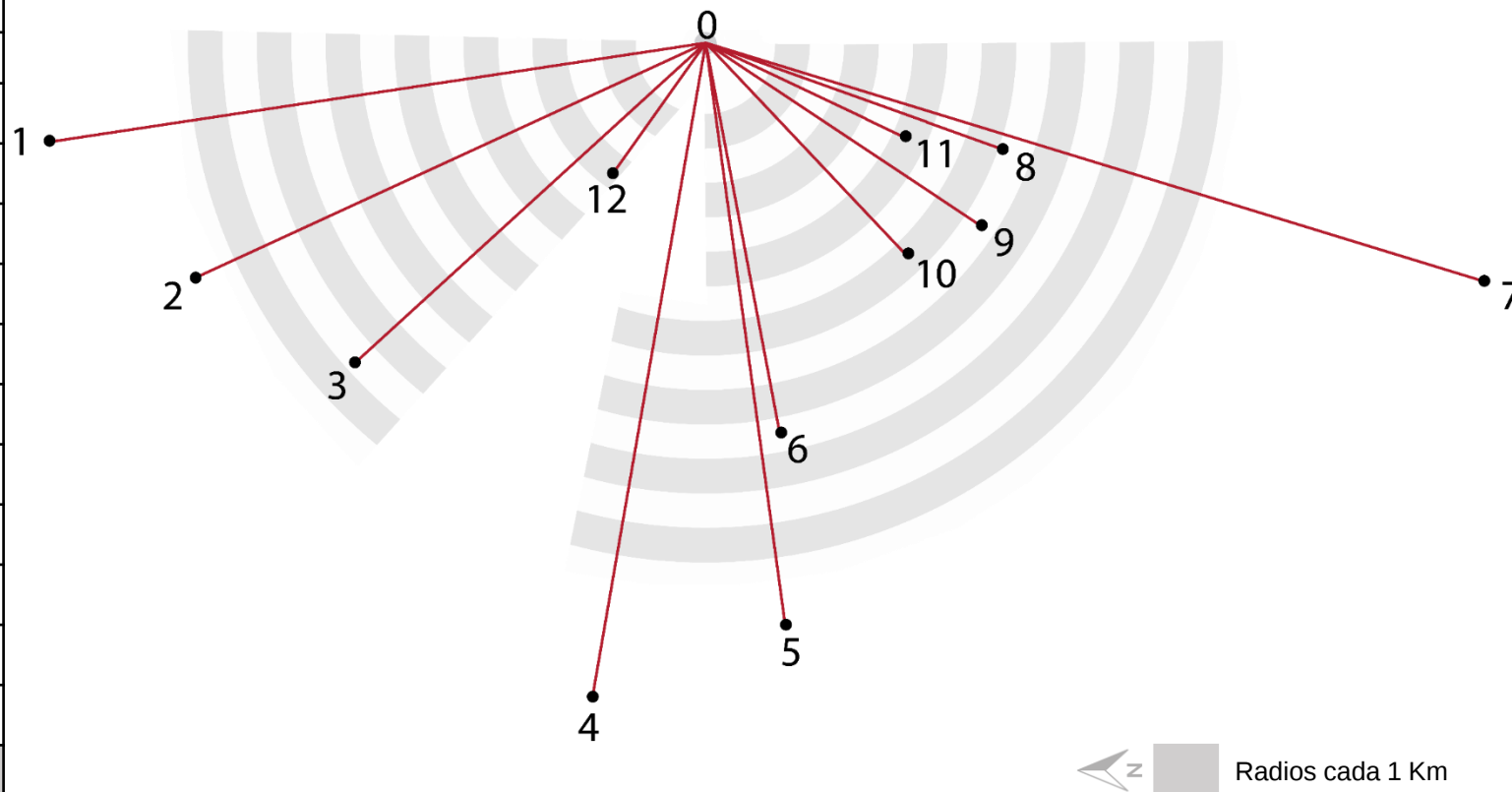


Radios cada 1 Km

Un caso de estudio relevante

Distancia proyectos VIS y VIP – Recorrido en transporte público

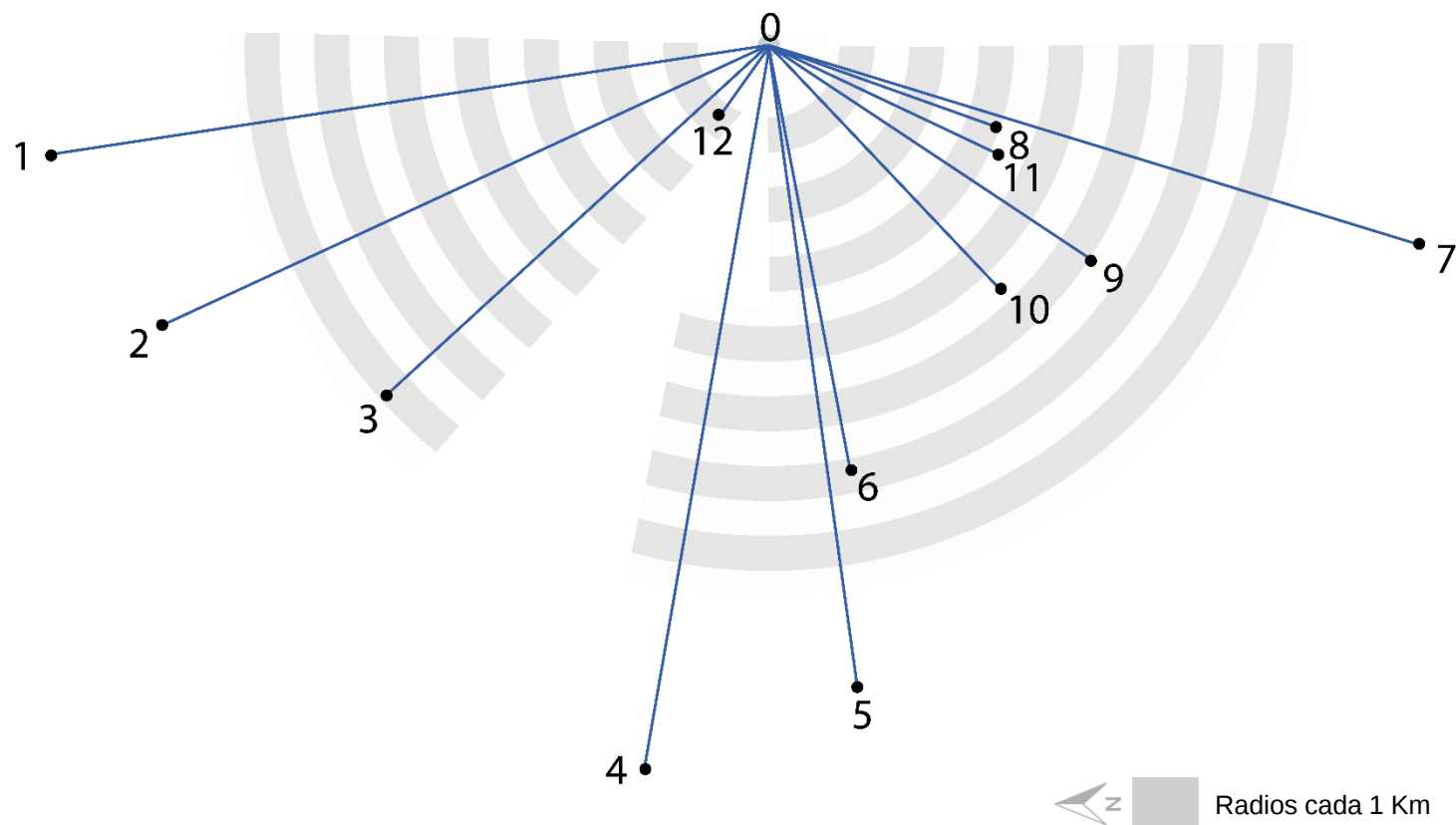
Recorrido en transporte publico				
#	Zona	Metros	Kilómetros	min
0	Calle 22	Recorrido	Recorrido	Tiempo
1	Suba	19000	19	55 min
2	Gran Granada	16237	16,2	61 min
3	Fontibón	13703	13,7	67 min
4	Bosa	19208	19,2	74 min
5	Soacha	16974	17	58 min
6	Madelena	11450	11,4	55 min
7	Comuneros	20459	20,5	86 min
8	San Cristóbal	9052	9,0	58 min
9	Los Molinos	9673	9,67	52 min
10	La Resurrección	8373	8,37	48 min
11	Veinte de Julio	6244	6,24	34 min
12	Proy. “Plaza de la hoja”	4540	4,54	19 min



Un caso de estudio relevante

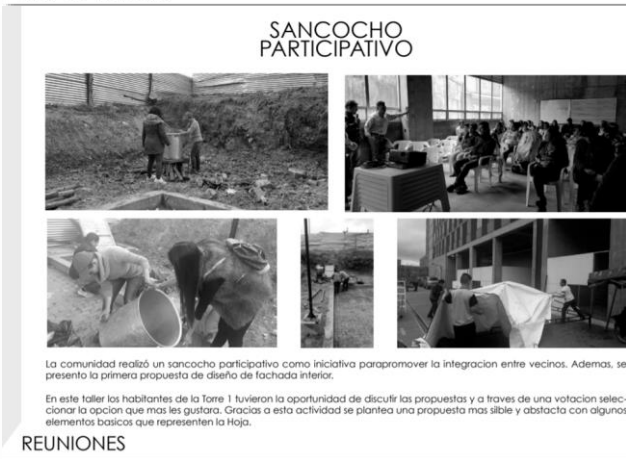
Distancia proyectos VIS y VIP – Recorrido caminando

Recorrido caminando			
#	Zona	Metros	Kilómetros
0	Calle 22	Rumbo	Rumbo
1	Suba	18293	18,3
2	Gran Granada	16757	16,8
3	Fontibón	12950	13
4	Bosa	18483	18,5
5	Soacha	10866	10,9
6	Madelena	16285	16,3
7	Comuneros	17075	17
8	San Cristóbal	5953	5,95
9	Los Molinos	9673	9,67
10	La Resurrección	8373	8,37
11	Veinte de Julio	6244	6,24
12	Proy. "Plaza de la hoja"	2120	2,12



Un caso de estudio accesible

- Relación U. Piloto “Plaza de la hoja”



Un caso de estudio accesible

- Carta de presentación



Un caso de estudio accesible

• Diseño de la encuesta

UNIVERSIDAD
Piloto
DE COLOMBIA

Encuesta

A continuación marque con una x según sea su caso

1. ¿Qué ve desde su apartamento? Si desea utilice el mapa para guiarse

☐ La Av. Carrera 30 (centro comercial calima)

☐ La Av. Calle 19

☐ El Barrio Condinamarca (Casas)

☐ La Florida occidental (Industrias)

☐ El interior del conjunto

☐

PROYECTO "PALA DE LA NOCHE"

El Barrio Condinamarca (Casas)

La Florida occidental (Industrias)

Av. Calle 19

Av. Carrera 30 y Centro comercial Calima

2. ¿En que apartamento y piso vive?

☐ Apartamento _____ piso _____

3. ¿Cómo siente usted la iluminación general de su apartamento?

Muy brillante	Brillante	Normal	Oscuro	Muy oscuro

4. ¿Qué tan cómodo se siente con la iluminación natural, es decir la que tiene el apartamento si no se prenden las luces eléctricas ?

Lugar	Muy satisfecho	Satisfecho	Ni satisfecho, ni insatisfecho	Poco satisfecho	Insatisfecho
Cocina					
Baño					
Zona de lavado					
Habitaciones					
Sala - Comedor					

5. ¿Qué tan adecuada cree que es la iluminación en su apartamento?

Muy adecuada	Adecuada	Más o menos	Poco adecuada	Inadecuada

6. ¿Cómo considera la temperatura de su apartamento?

☐ Muy caliente

☐ Caliente

☐ Normal

☐ Frío

☐ Muy frío

7. En su apartamento, ¿Necesita encender luces eléctricas durante el día?

☐ Sí

☐ No

UNIVERSIDAD
Piloto
DE COLOMBIA

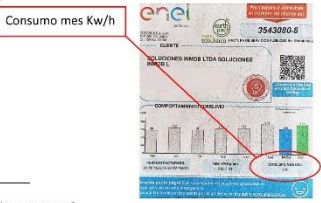
8. Si respondió sí a la pregunta anterior, por favor indique a continuación, ¿En qué lugares de su apartamento necesita encender luces eléctricas durante el día? (marque todas las que necesite)

Lugar	Mañana	Medio día	Tarde	Solo en la noche
Cocina				
Baño				
Zona de lavado				
Habitaciones				
Sala - Comedor				

9. De acuerdo con el último recibo de la luz ¿Cuántos kilovatios/hora consume su apartamento al mes? (El dato se encuentra donde indica la imagen del derecho)

☐ _____ kilovatios/hora

Consumo mes Kw/h



10. ¿Cuánto paga al mes de luz ?

☐ 0 pesos☐ 1.000 a 10.000 pesos☐ 10.000 a 30.000 pesos☐ 30.000 a 50.000 pesos☐ 50.000 a 70.000 pesos☐ Más de 70.000 pesos

Si lo desea, indiquenos el valor _____

11. Después de la pandemia del Covid -19, ¿el recibo de luz aumento?

☐ Si☐ No

12. ¿Cuánto pagaba de luz en febrero antes del Covid -19?

☐ 0 pesos☐ a 10.000 pesos☐ 10.000 a 30.000 pesos☐ 30.000 a 50.000 pesos☐ 50.000 a 70.000 pesos☐ Más de 70.000 pesos

Si lo desea, indiquenos el valor _____

13. ¿Cuál es su ingreso mensual?

☐ Menor de 300.000 pesos☐ De 300.000 a 500.000 pesos☐ De 500.000 a 1'000.000 de pesos☐ Más de 1'000.000 de pesos

Si lo desea, indiquenos el valor _____

14. ¿Cuántas personas viven en su casa?

☐ 1 persona☐ 2 personas☐ 3 personas☐ 4 personas☐ 5 personas☐ Más de 5, ¿Cuántas? _____

UNIVERSIDAD
Piloto
DE COLOMBIA

15. ¿Cuáles de los siguientes equipos eléctricos o electrónicos posee?

☐ Lavadora☐ Secador de cabello☐ Secadora de ropa☐ Calentador eléctrico de ambiente☐ Equipo de sonido☐ Nevera☐ Licuadora☐ Televisores☐ Celulares☐ Computadores☐ Otros: _____

16. ¿Cuántos equipos eléctricos (nevera, lavadora , secador de cabello, secadora de ropa , calentador eléctrico de ambiente) o electrónicos (celulares, televisores, computadores, equipos de sonido) utiliza con frecuencia semanal?

☐ _____

17. ¿Cuántos equipos eléctricos (nevera, lavadora , secador de cabello, secadora de ropa , calentador eléctrico de ambiente) o electrónicos (celulares, televisores, computadores, equipos de sonido) utiliza con frecuencia diaria?

☐ _____

18. ¿Cuántos equipos eléctricos (nevera, lavadora , secador de cabello, secadora de ropa , calentador eléctrico de ambiente) o electrónicos (celulares, televisores, computadores, equipos de sonido) utiliza con frecuencia dos a tres días?

☐ _____

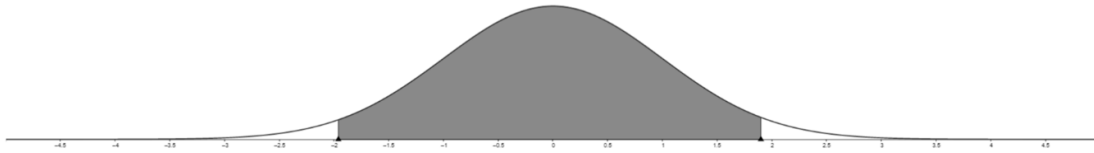
¡Muchas gracias por su colaboración , es de gran ayuda para nosotros!

Un caso de estudio accesible

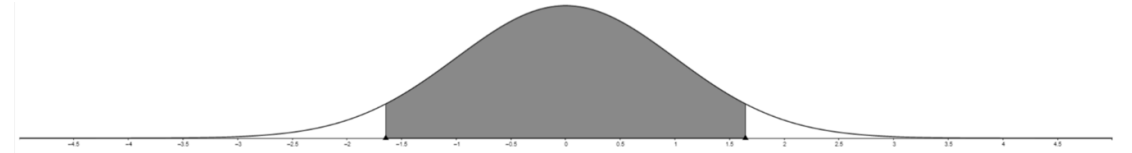
- Diseño marco muestral

Marcos muestrales

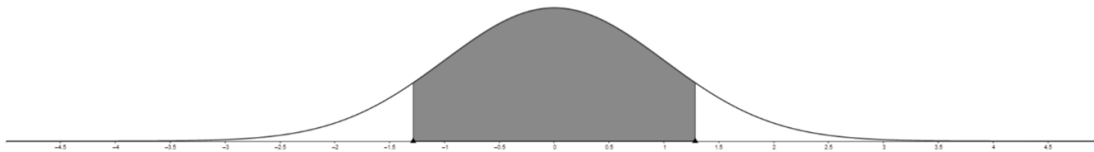
- Confianza 95% y error de 5% = **321 Encuestas**



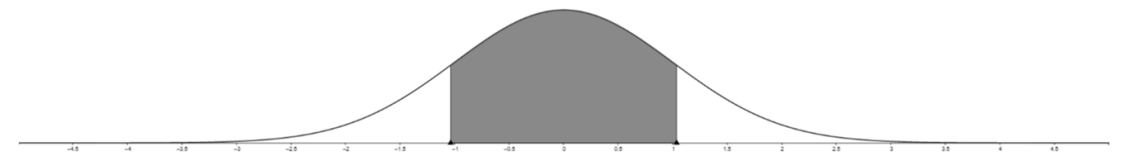
- Confianza 90% y error de 10% = **270 Encuestas**



- Confianza 80% y error de 20% = **41 Encuestas**



- Confianza 70% y error de 30% = **12 Encuestas**

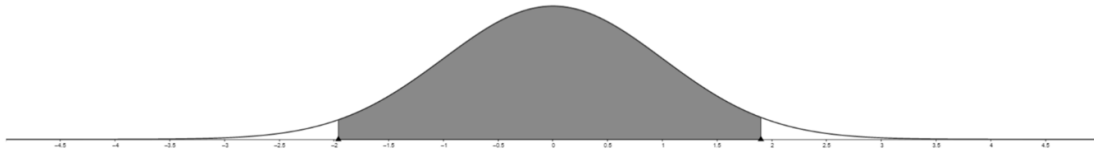


Un caso de estudio accesible

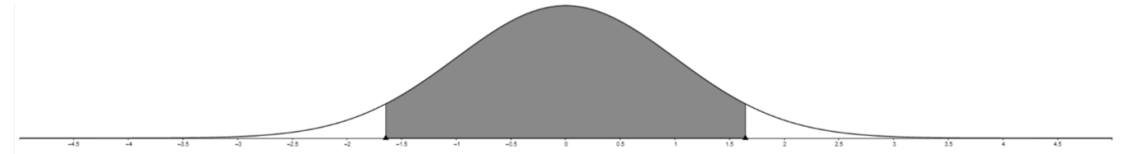
- Diseño marco muestral

Marcos muestrales

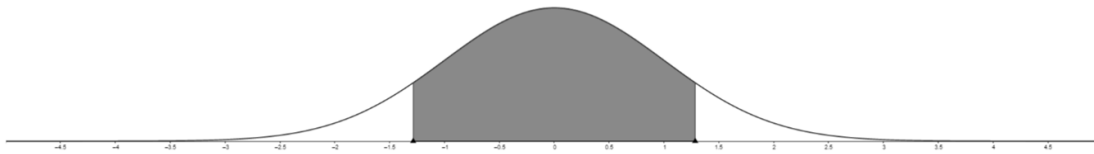
- Confianza 95% y error de 5% = **321 Encuestas**



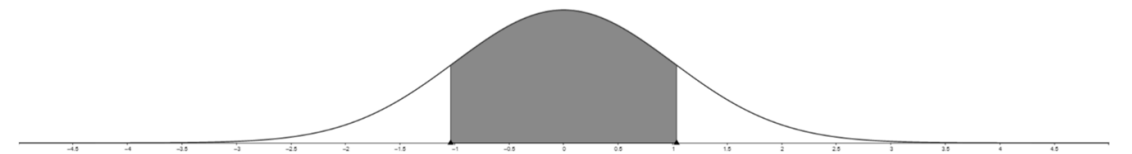
- Confianza 90% y error de 10% = **270 Encuestas**



- Confianza 80% y error de 20% = **41 Encuestas**



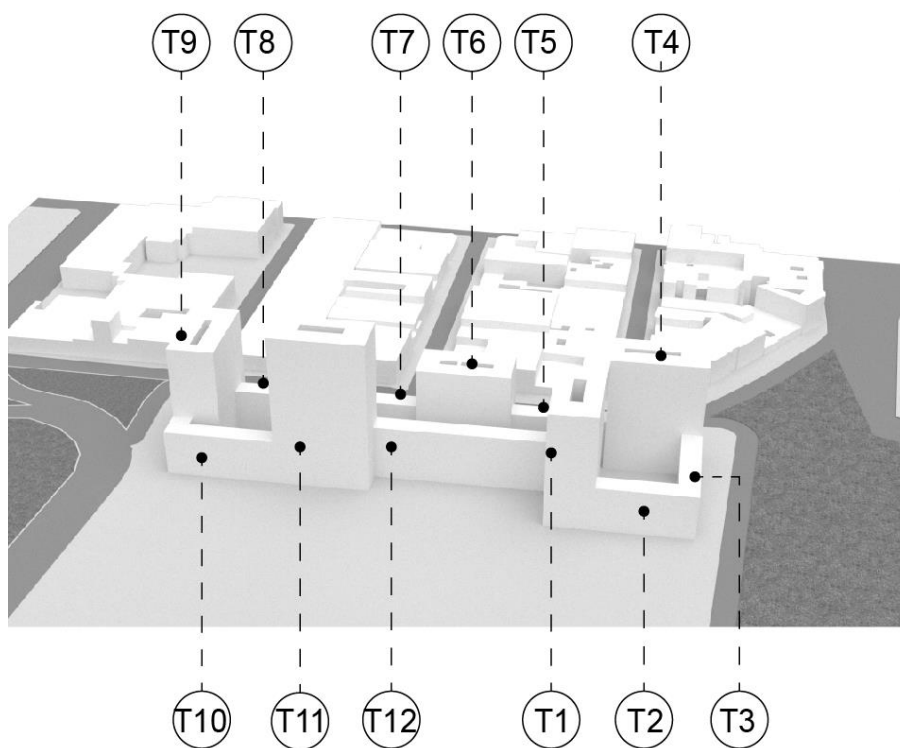
- Confianza 70% y error de 30% = **12 Encuestas**



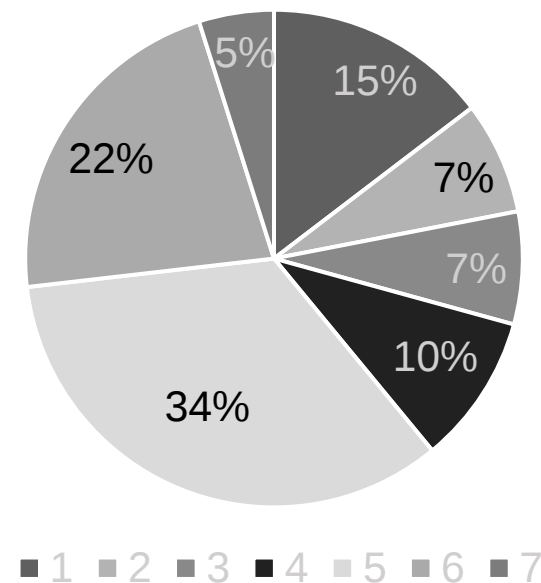
Un caso de estudio accesible

- Resultados de la encuesta

Torres encuestadas



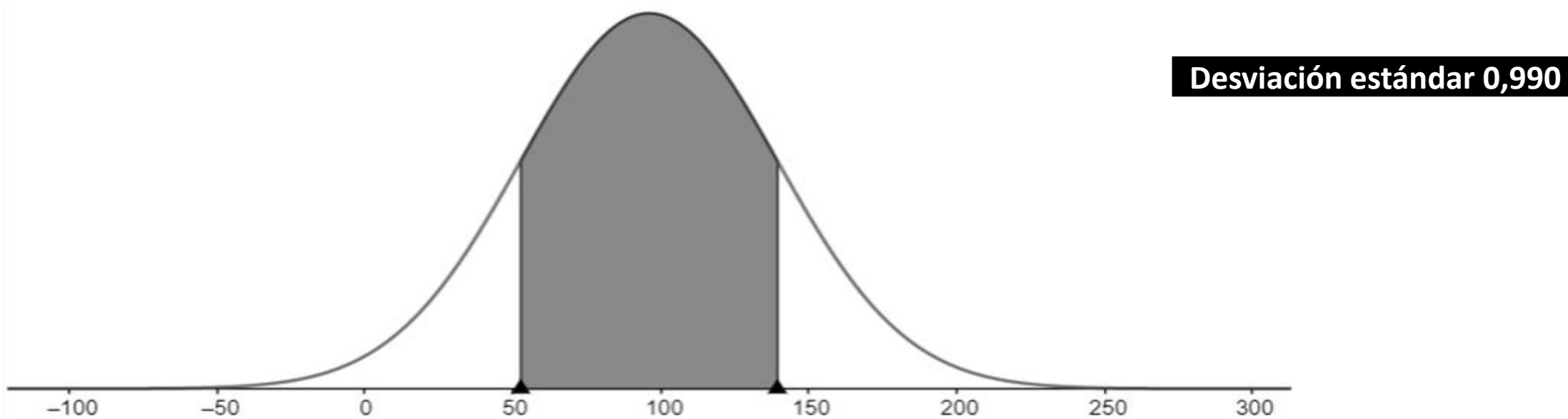
Cantidad de personas por apartamento



Un caso de estudio accesible

- Resultados de la encuesta

Desviación estándar

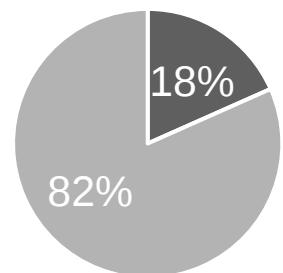


Un caso de estudio accesible

- Resultados de la encuesta

Análisis del consumo de iluminación y electrodomésticos.

Incidencia Gastos
Sobre Ingresos



Duración de luces
encendidas

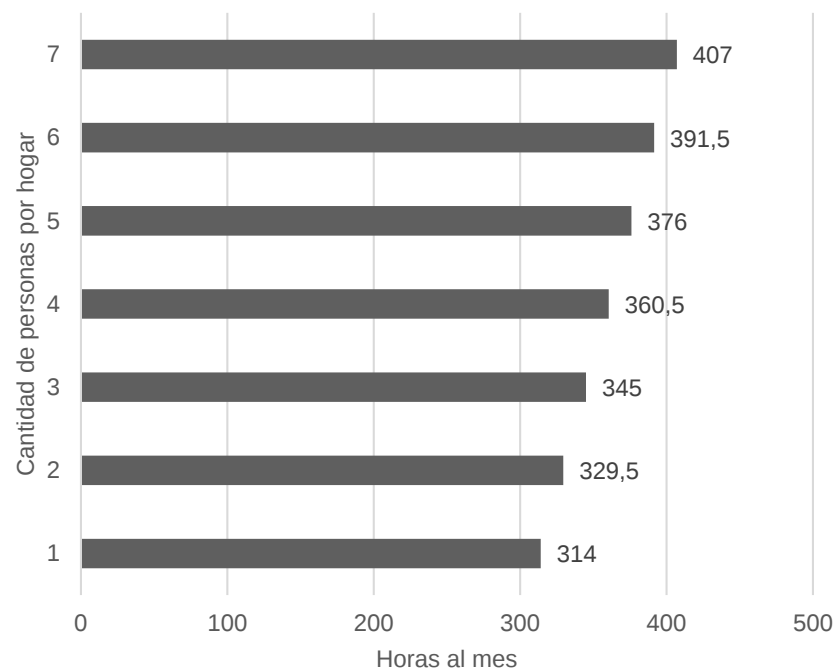


Un caso de estudio accesible

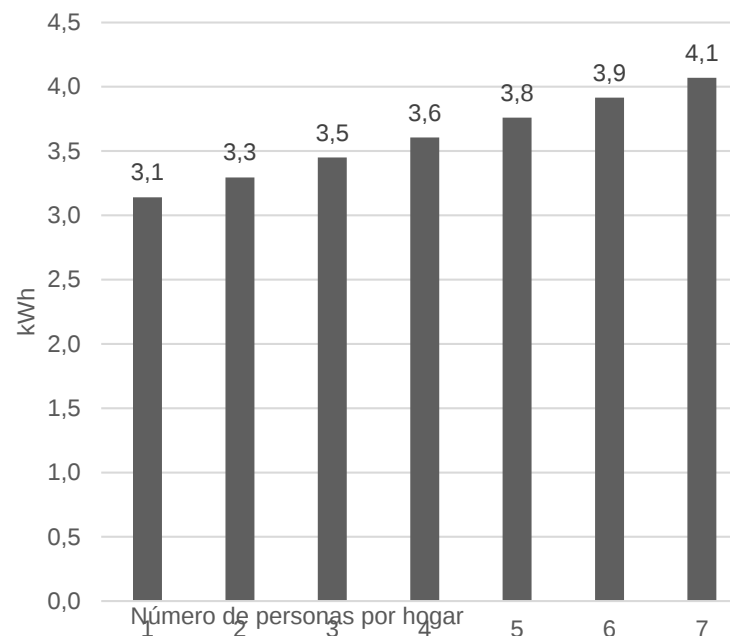
- Resultados de la encuesta

Análisis del consumo de iluminación y electrodomésticos.

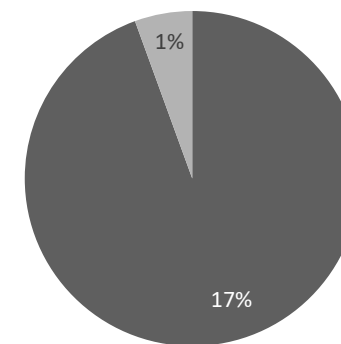
Hrs de luces encendidas por mes



kWh Según cantidad de usuarios

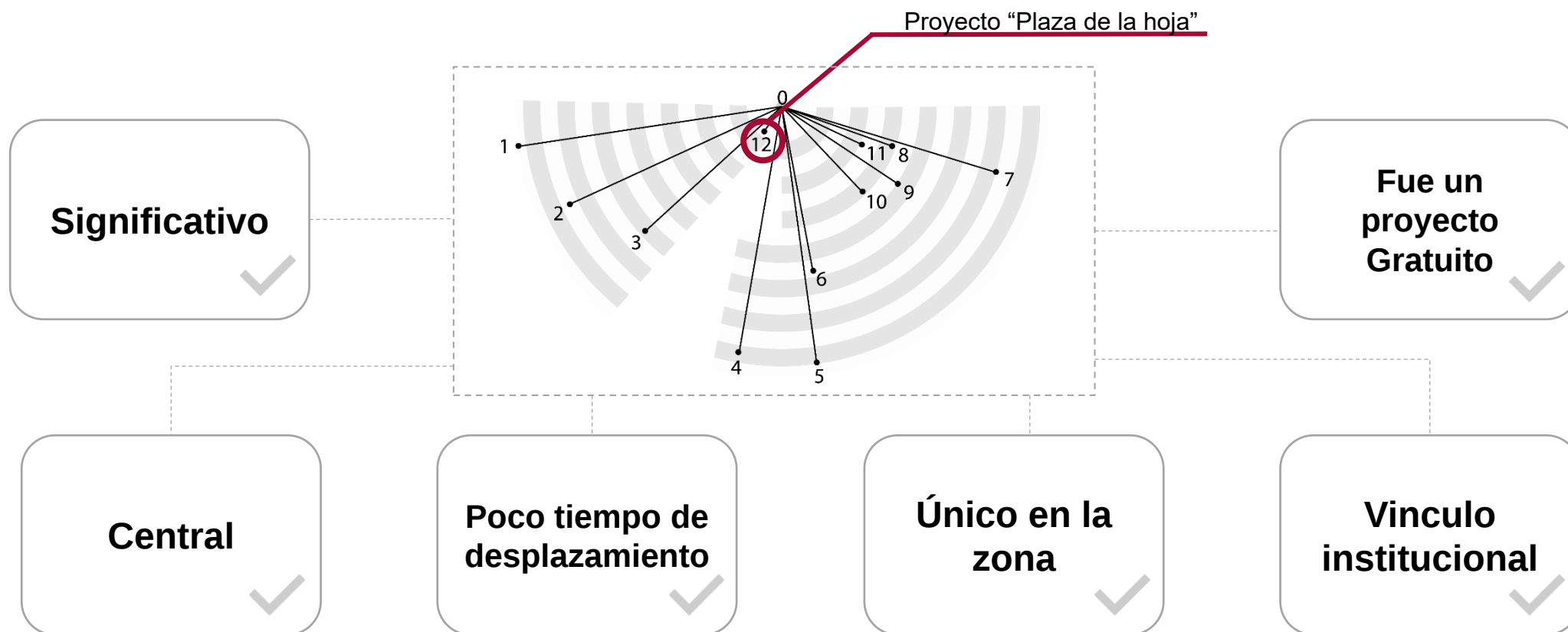


Electrodomésticos Vs. Iluminación



Un caso de estudio relevante y accesible

Proyecto escogido



Un rediseño para “Plaza de la hoja”

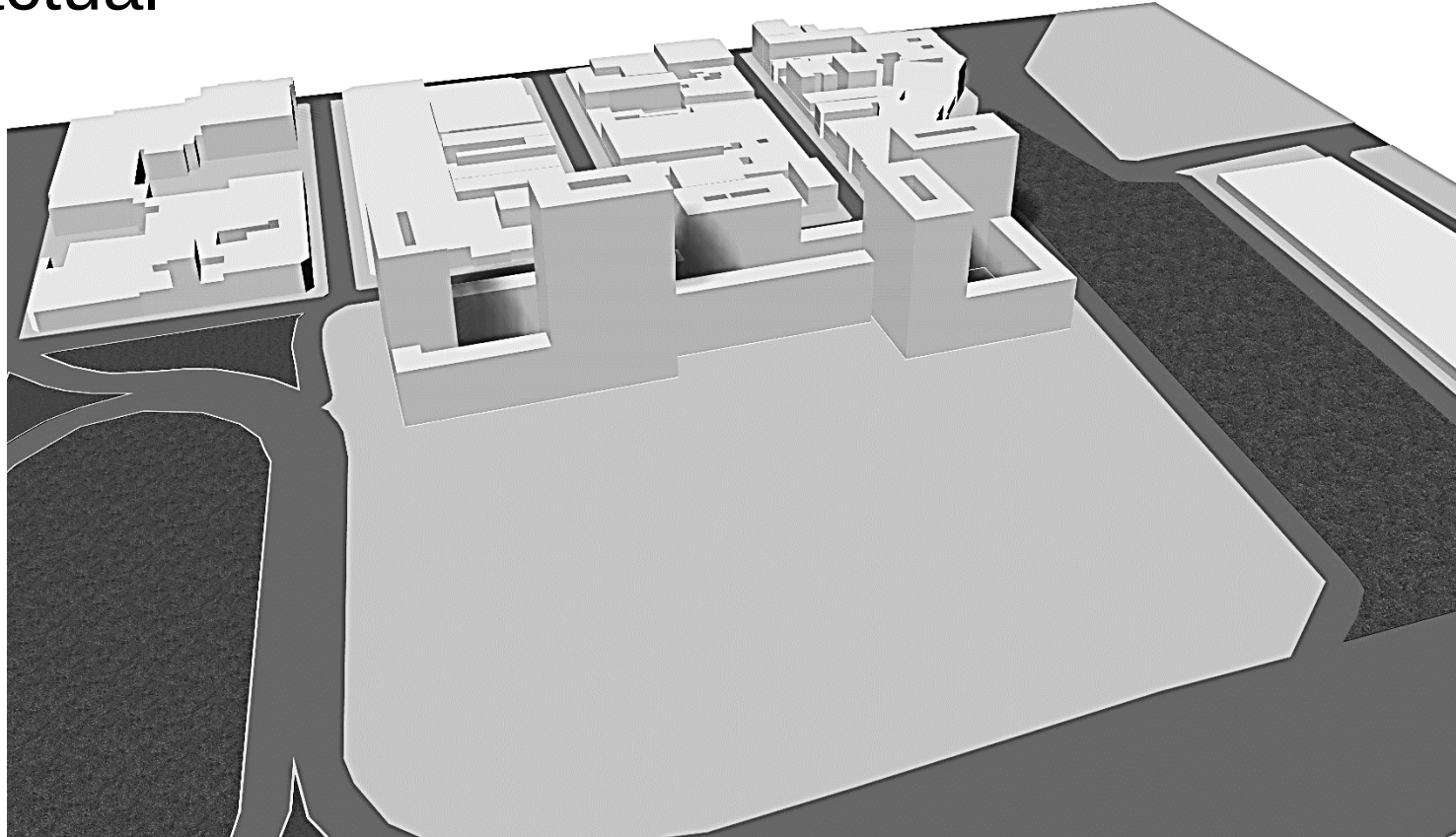
- Simulaciones realizadas con LadyBug

Color	kWh
	1612,94
	1451,65
	1290,35
	1129,06
	967,76
	806,47
	645,18
	483,88
	322,59
	161,29



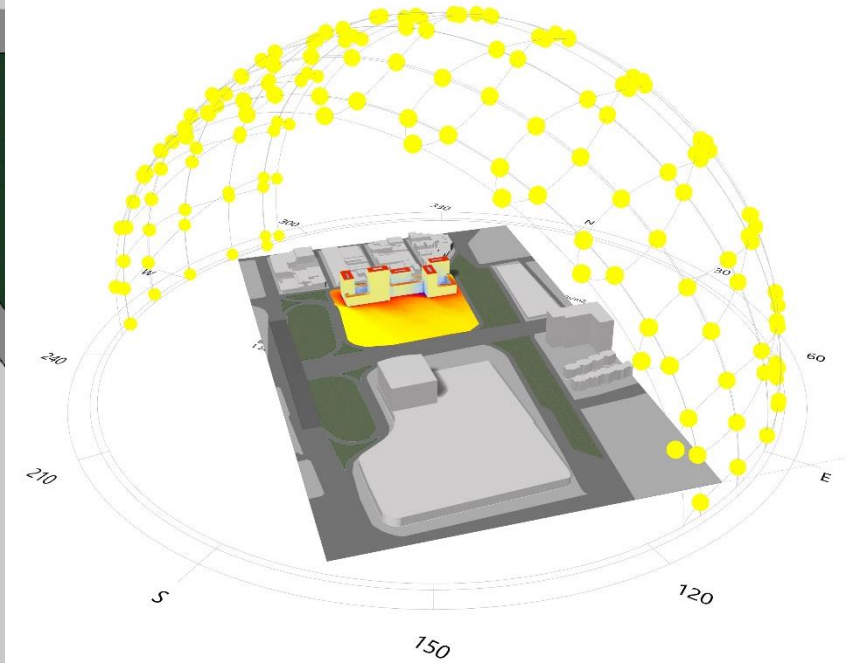
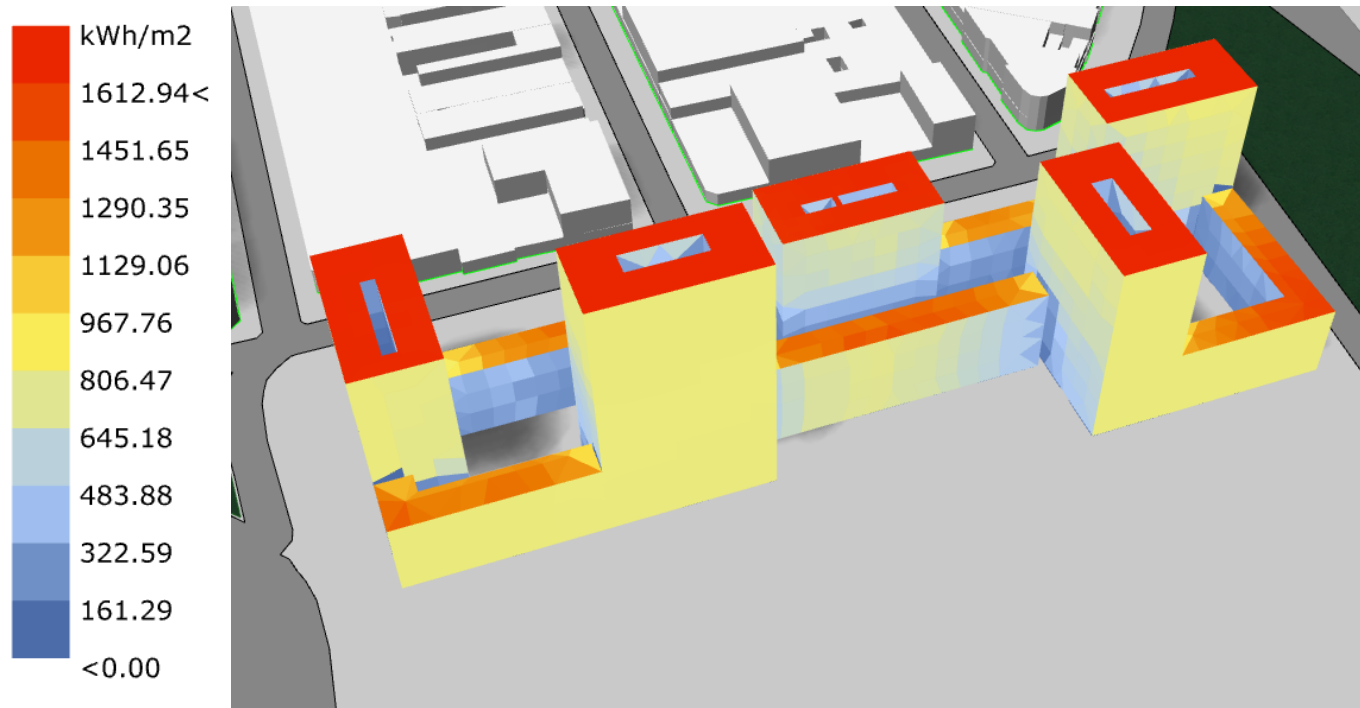
Un rediseño para “Plaza de la hoja”

- Estado actual



Un rediseño para “Plaza de la hoja”

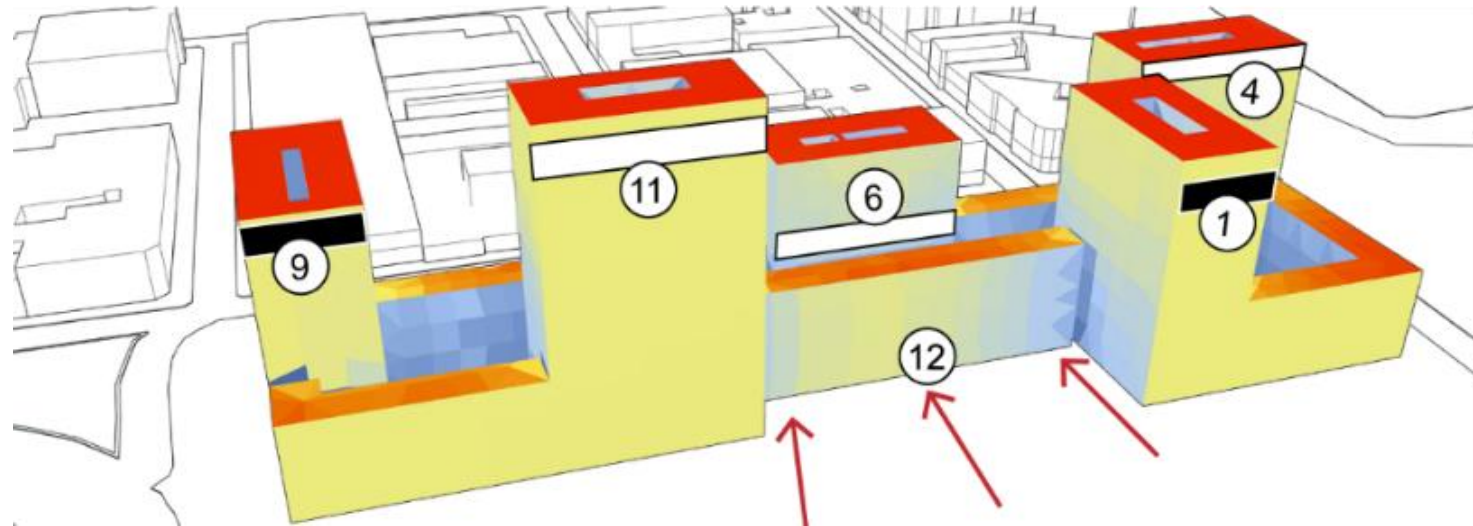
- Radiación solar en estado actual



Un rediseño para “Plaza de la hoja”

- Análisis de radiación solar en estado actual

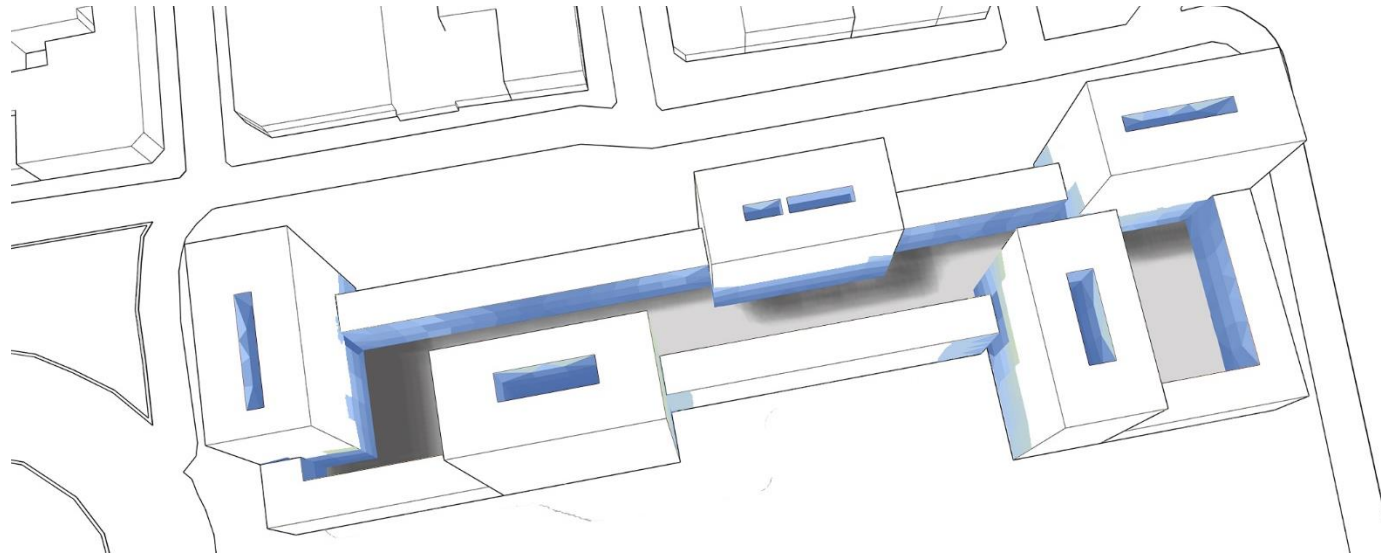
967,76 806,47 645,18 483,88 322,59 161,29



La torre 12 se ubica desplazada hacia atrás en lugar de seguir la línea de la torre 11 y 1, generando que la radiación disminuya, bajando de 967 a 322 kWh/m², además las fachadas más largas de las torres 4, 6 y 11 están orientadas aprovechando la radiación solar, sin embargo, siendo que es la mayor conveniencia las torres 1 y 9 están orientadas inversamente y provoca que la radiación no sea de 967 sino 645 kWh/m².

Un rediseño para “Plaza de la hoja”

- Análisis de radiación solar en estado actual



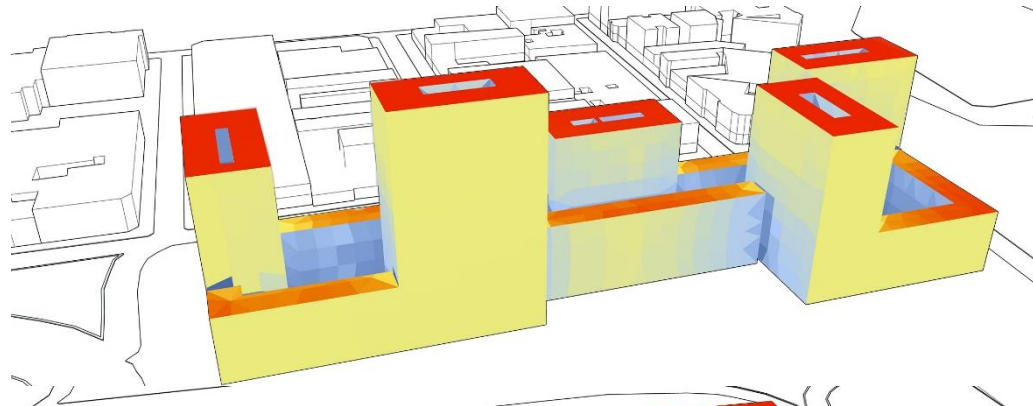
En los buitrones centrales de ventilación la radiación que recibe es mínima teniendo de 161 a 483 kWh/m², además, la simulación ilustra que el interior del conjunto en su totalidad es el lugar con menos radiación solar teniendo de 161 a 483 kWh/m².

Un rediseño para “Plaza de la hoja”

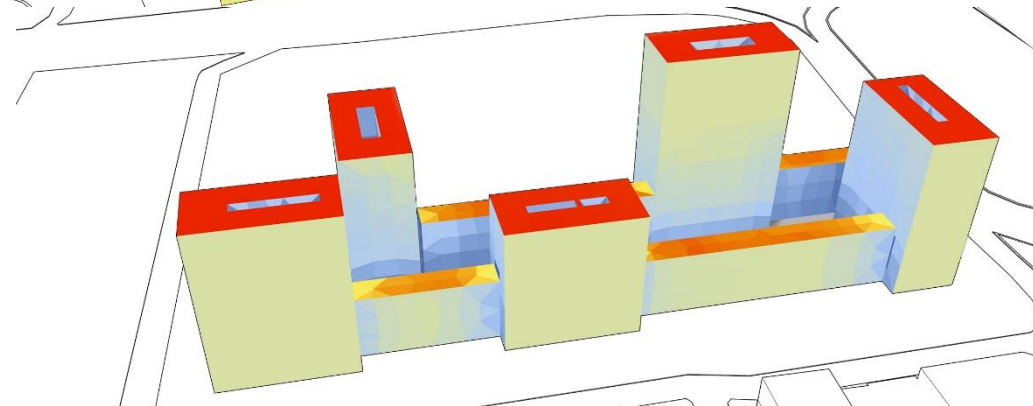
- Análisis de radiación solar en estado actual

967,76 806,47 645,18 483,88 322,59 161,29

Fachada suroriental



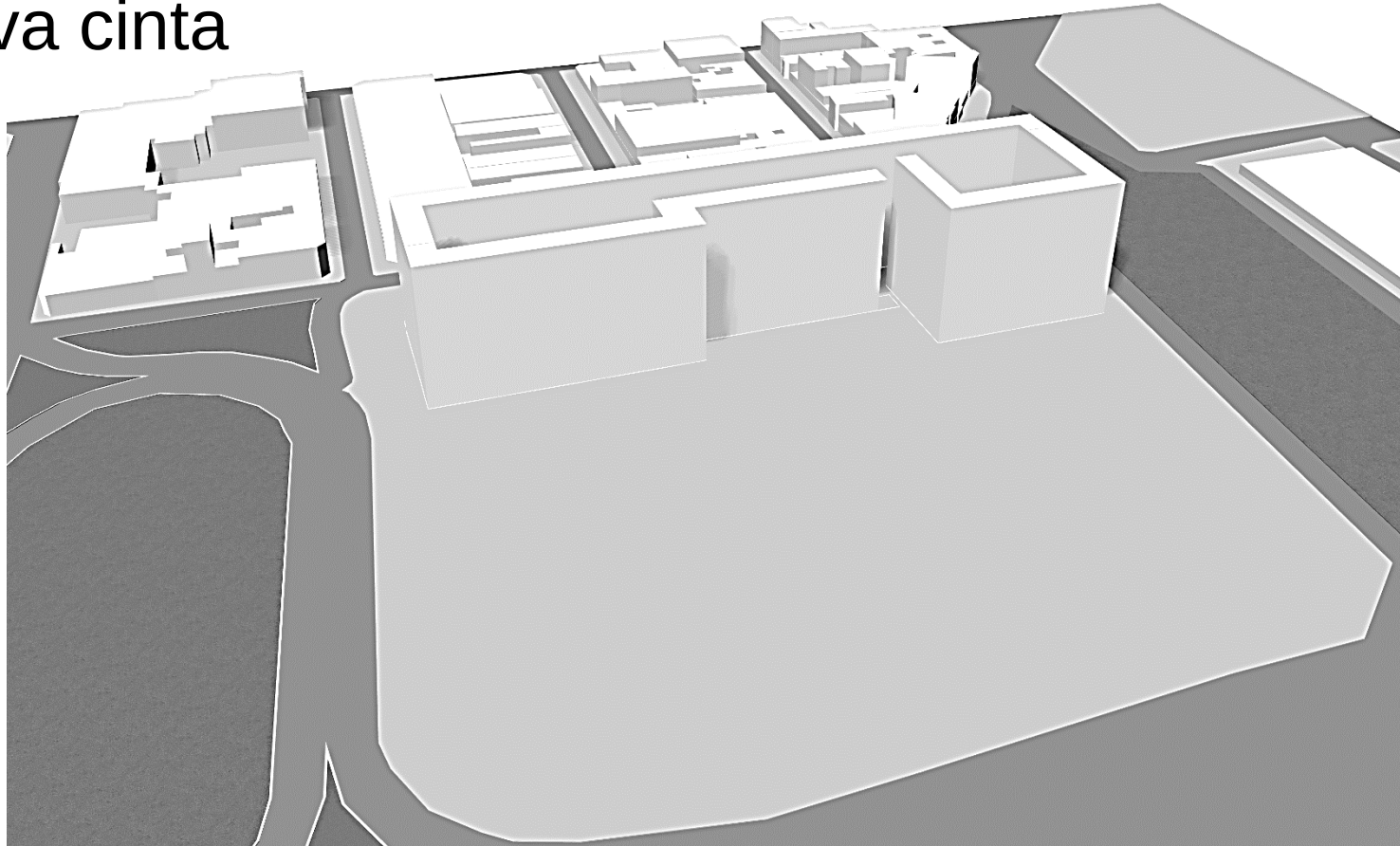
Fachada noroccidental



La fachada suroriental y la noroccidental son las fachadas con más radiación, sin embargo, la suroriental recibe 967 kWh/m² y noroccidental menos con 806 kWh/m².

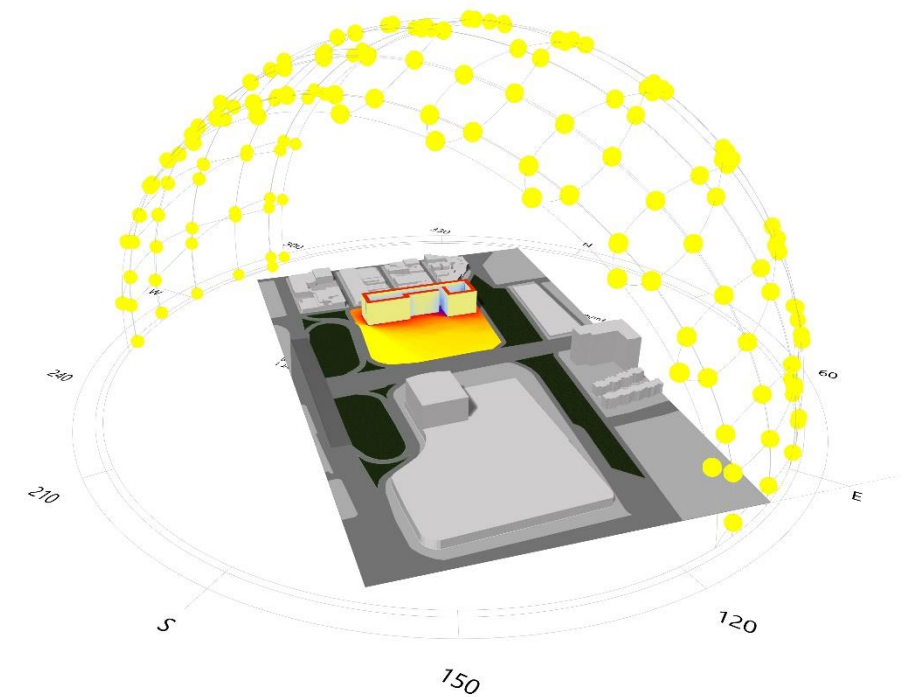
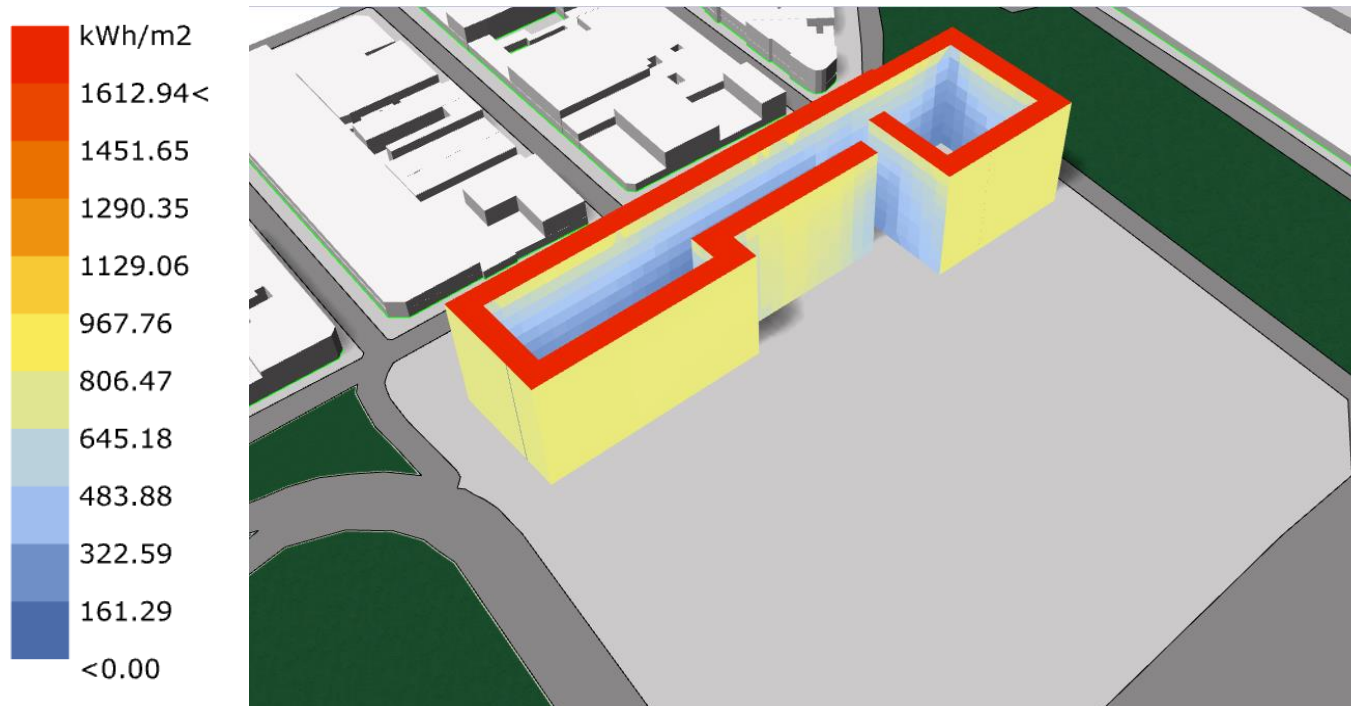
Un rediseño para “Plaza de la hoja”

- Alternativa cinta



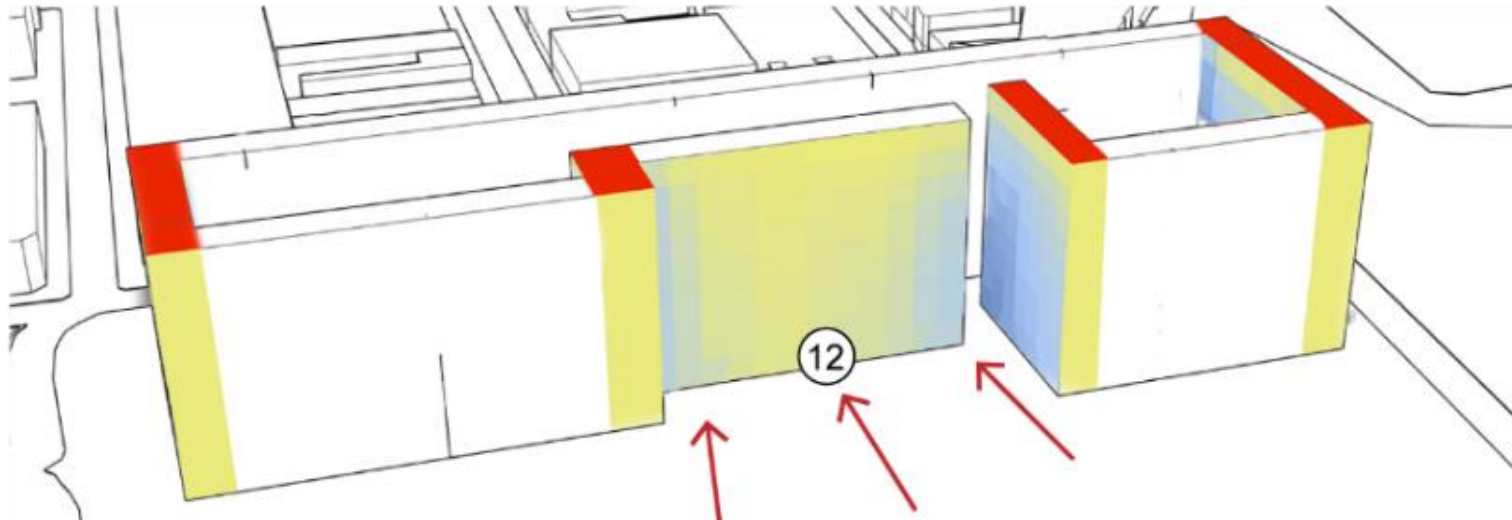
Un rediseño para “Plaza de la hoja”

- Radiación solar en alternativa cinta



Un rediseño para “Plaza de la hoja”

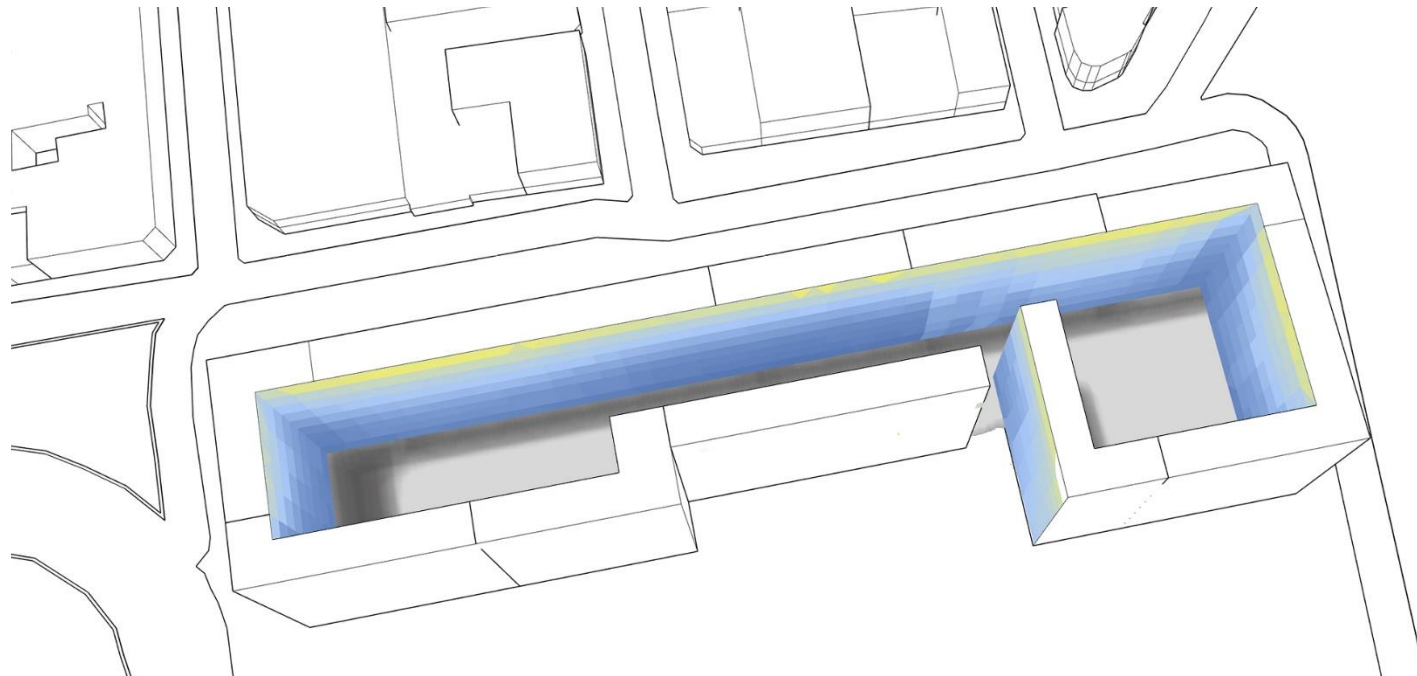
- Análisis de radiación solar en alternativa cinta.



Al tratar de mantener la misma forma, la cinta doce sigue estando desplazada hacia atrás en lugar de seguir la línea de la cinta once y dos generando que la radiación disminuya como se vio anteriormente, además, la orientación de las cintas graficadas desaprovechan la radiación en su fachada más larga, pudiendo obtener 967 kWh/m² obtendría 483 kWh/m².

Un rediseño para “Plaza de la hoja”

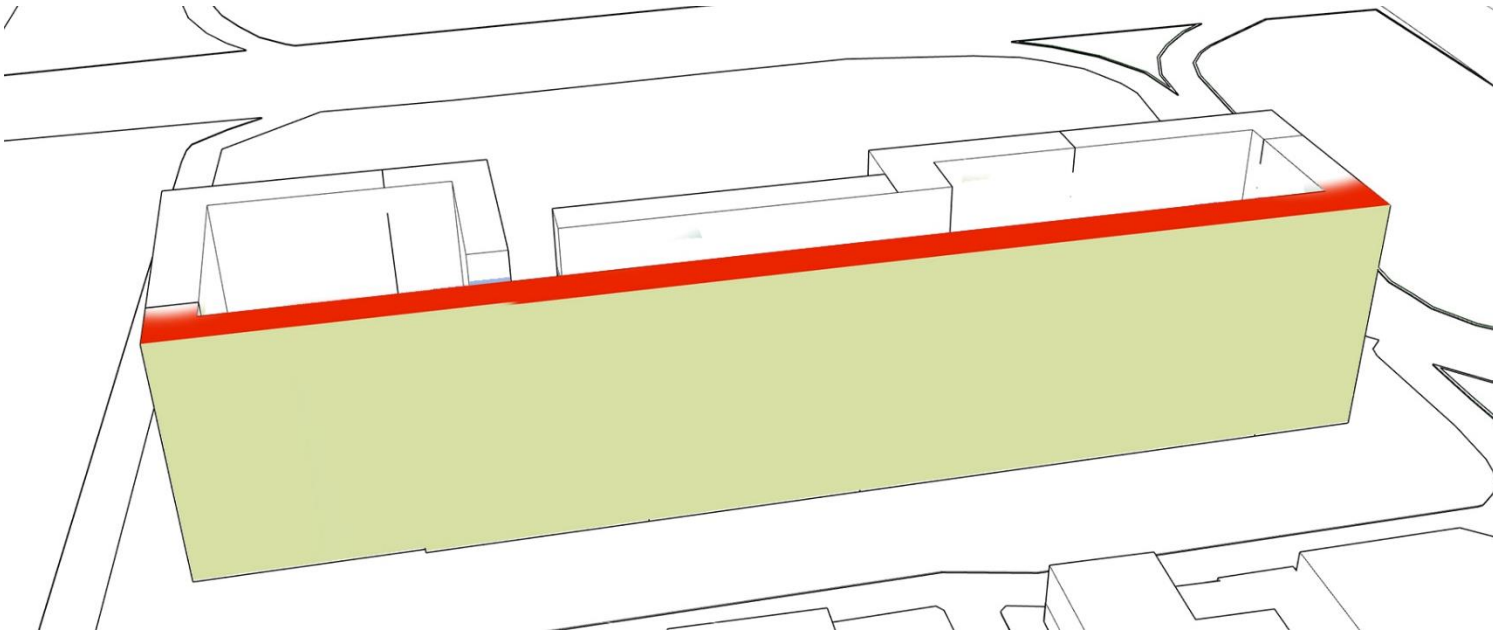
- Análisis de radiación solar en alternativa cinta.



La poca radiación en el interior empeoraría debido a que no estaría solo en los primeros pisos sino en la totalidad de su altura.

Un rediseño para “Plaza de la hoja”

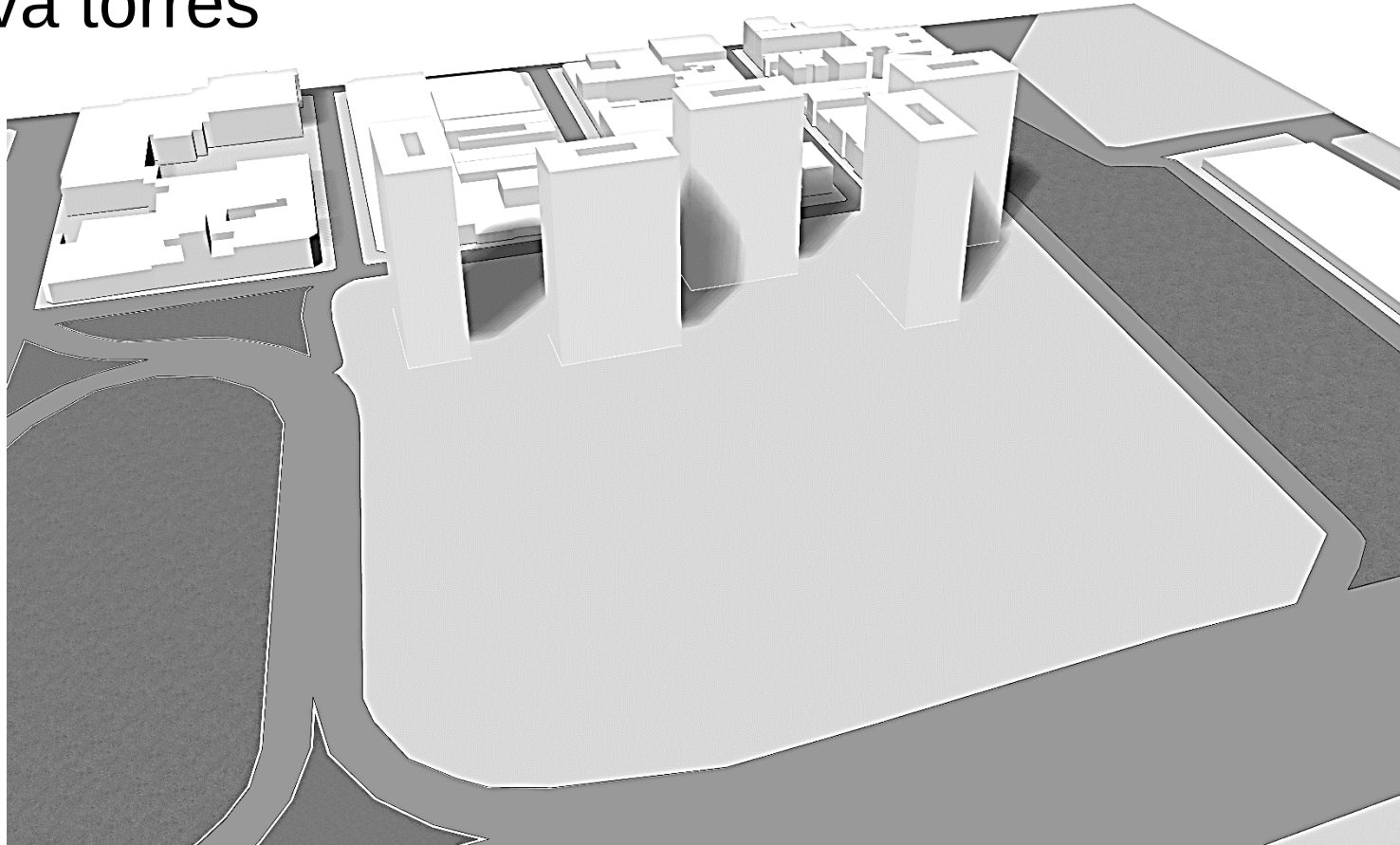
- Análisis de radiación solar en alternativa cinta.



La simulación ilustra que al mantener la forma de cinta pero aumentando la altura garantizando que la ocupación sea la misma del proyecto, la radiación en el exterior puede beneficiarse ya que estaría alrededor de 806 y 967 kWh/m².

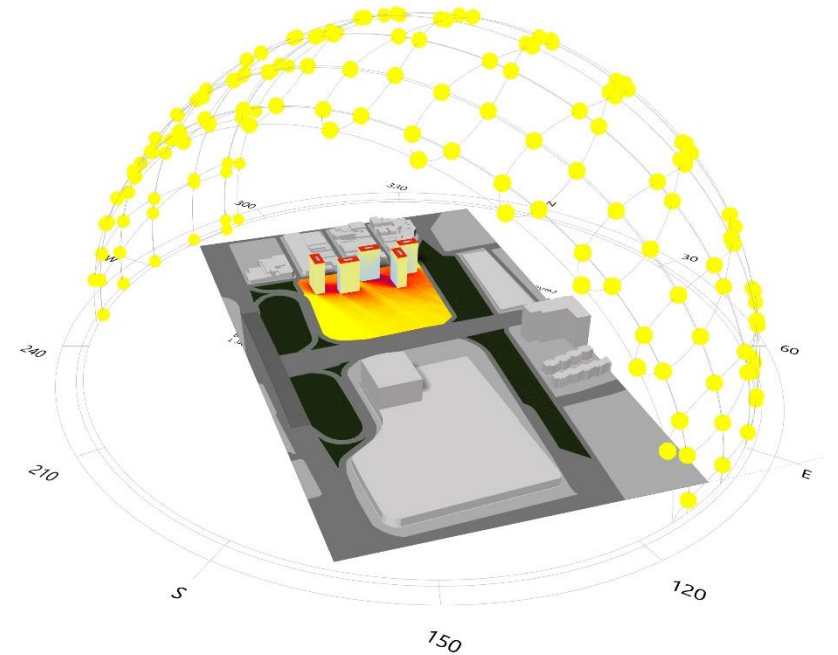
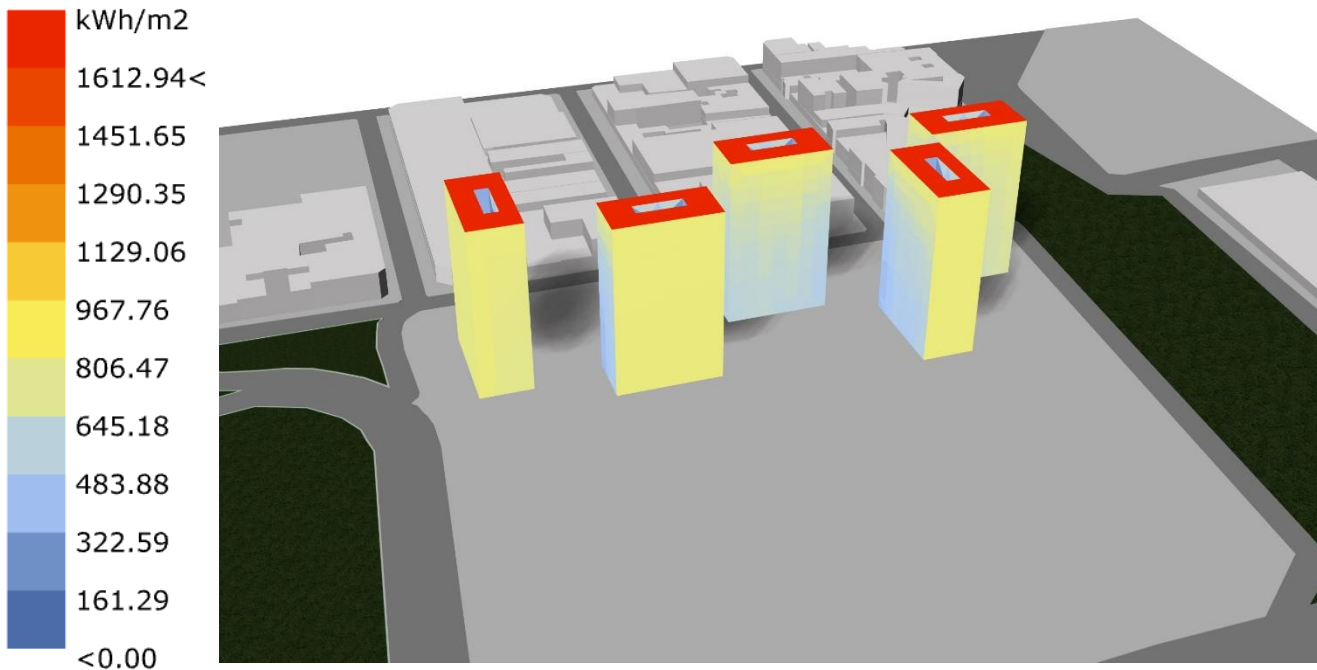
Un rediseño para “Plaza de la hoja”

- Alternativa torres



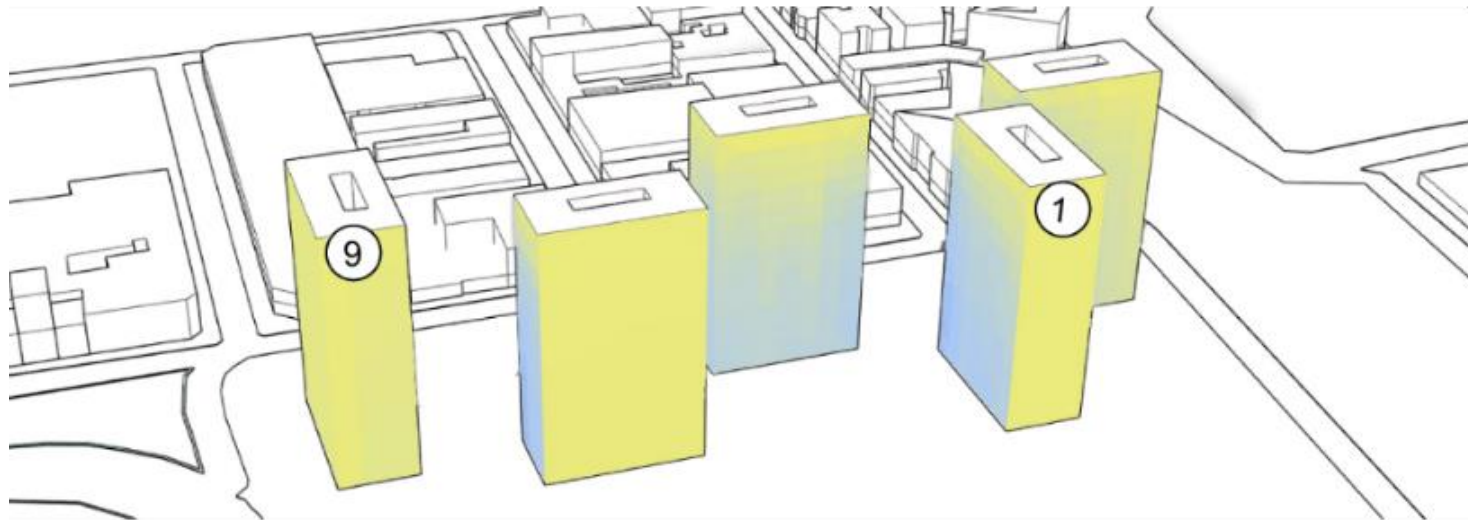
Un rediseño para “Plaza de la hoja”

- Radiación solar en alternativa torres



Un rediseño para “Plaza de la hoja”

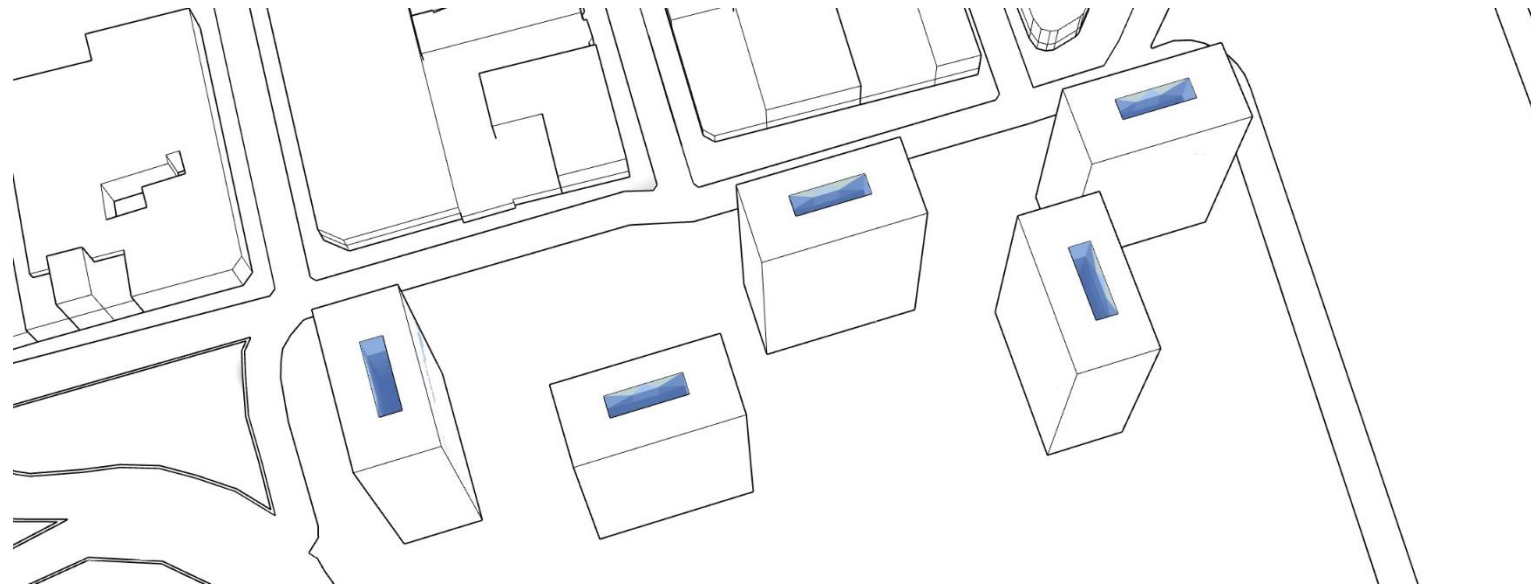
- Análisis de radiación solar en alternativa torre.



Al aumentar la altura y quitar las cintas genera una mayor radiación solar en el interior a la que se veía en las dos alternativas pasadas, sin embargo, la torre uno y nueve siguen estando mal orientadas al desaprovechar la fachada más larga en diferente dirección.

Un rediseño para “Plaza de la hoja”

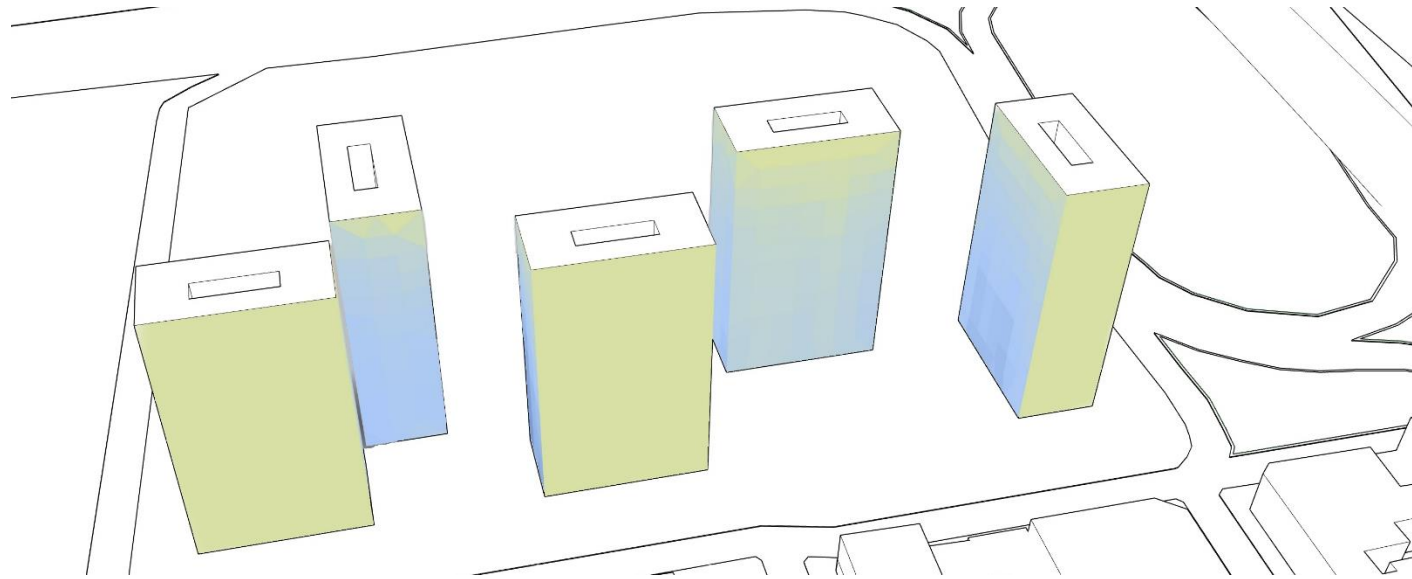
- Análisis de radiación solar en alternativa torre.



Los buitrones hechos para ventilación e iluminación siguen teniendo una radiación mínima con 161 kWh/m².

Un rediseño para “Plaza de la hoja”

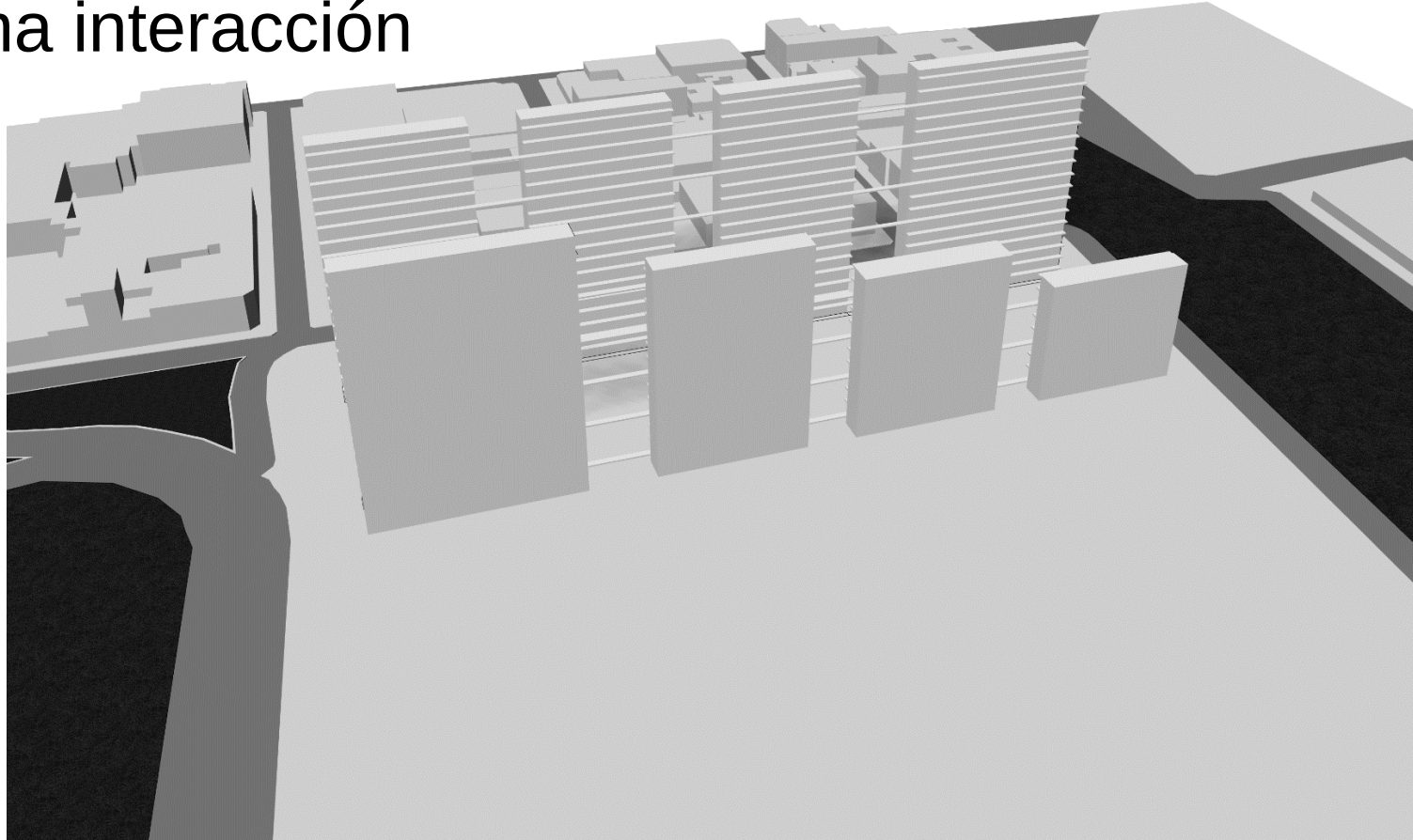
- Análisis de radiación solar en alternativa torre.



La fachada nororiental es la menos favorecida en radiación solar con 483 kWh/m², además, se observa en las fachadas que a pesar de aumentar la radiación solar con esta alternativa, sigue existiendo partes en donde hay radiación de 645 kWh/m² y 483.88 kWh/m², consecuencia de la cercanía entre las torres al ser mucha altura para solo 10 m de distancia.

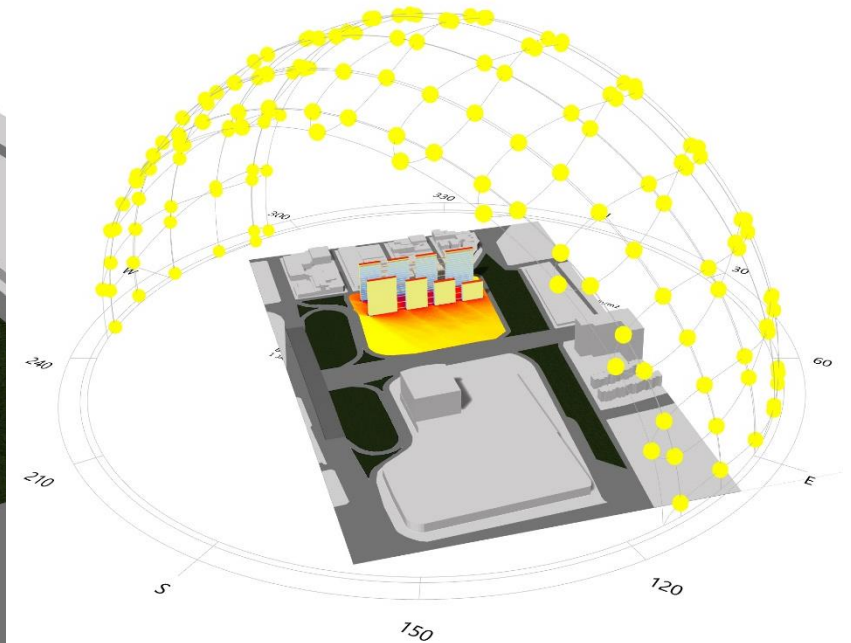
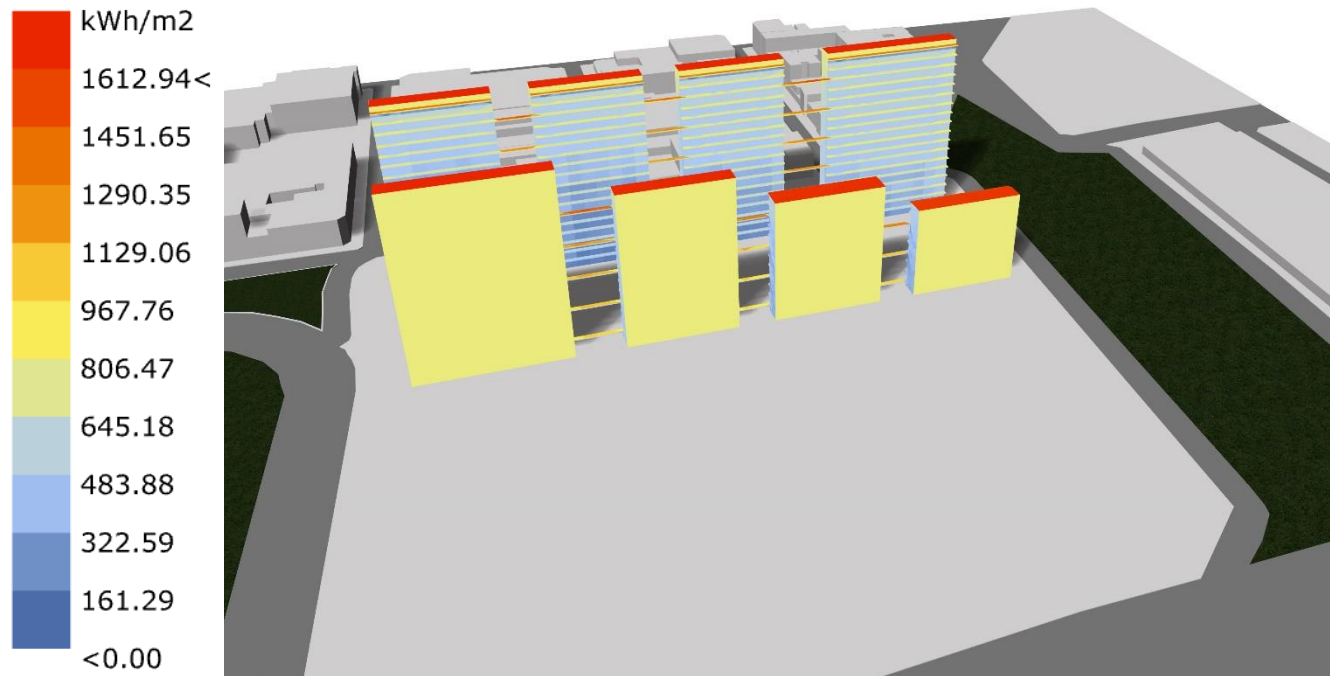
Un rediseño para “Plaza de la hoja”

- Penúltima interacción



Un rediseño para “Plaza de la hoja”

- Radiación solar en la penúltima interacción



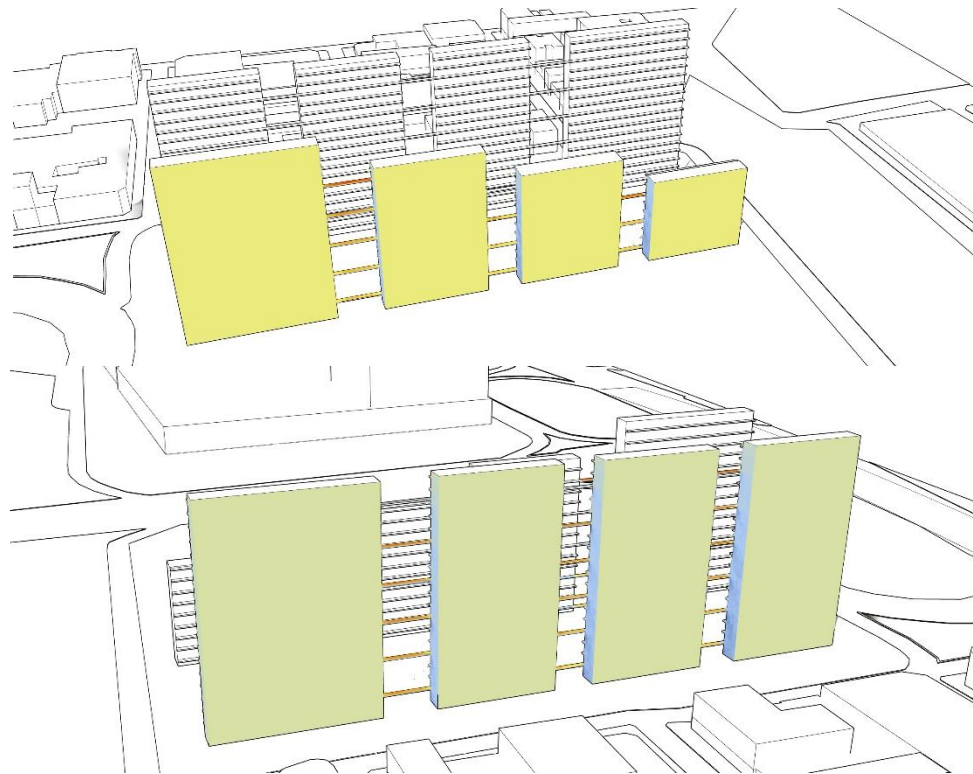
Un rediseño para “Plaza de la hoja”

- Análisis de radiación solar en la penúltima interacción



Fachada suroriental

Fachada noroccidental

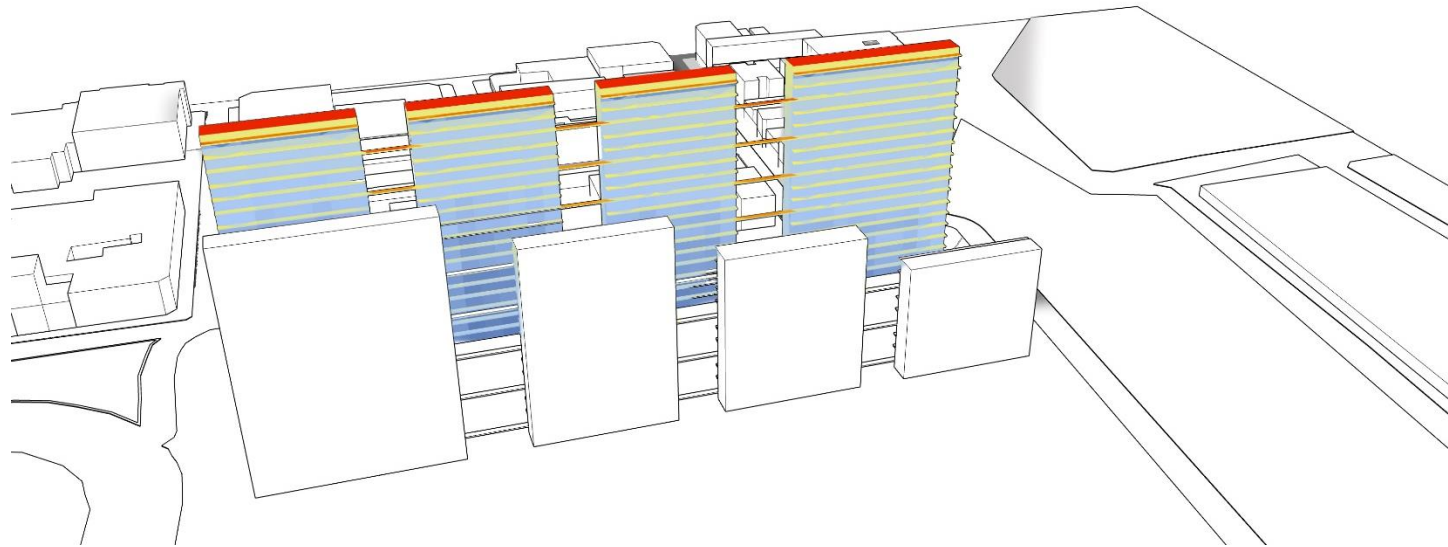


Las zonas servidas (habitaciones, sala y comedor) en la totalidad de los apartamentos poseen kWh altos.

En las 4 cintas de la fachada suroriental reciben 967.76 kWh y las de la fachada noroccidental 806.47 kWh.

Un rediseño para “Plaza de la hoja”

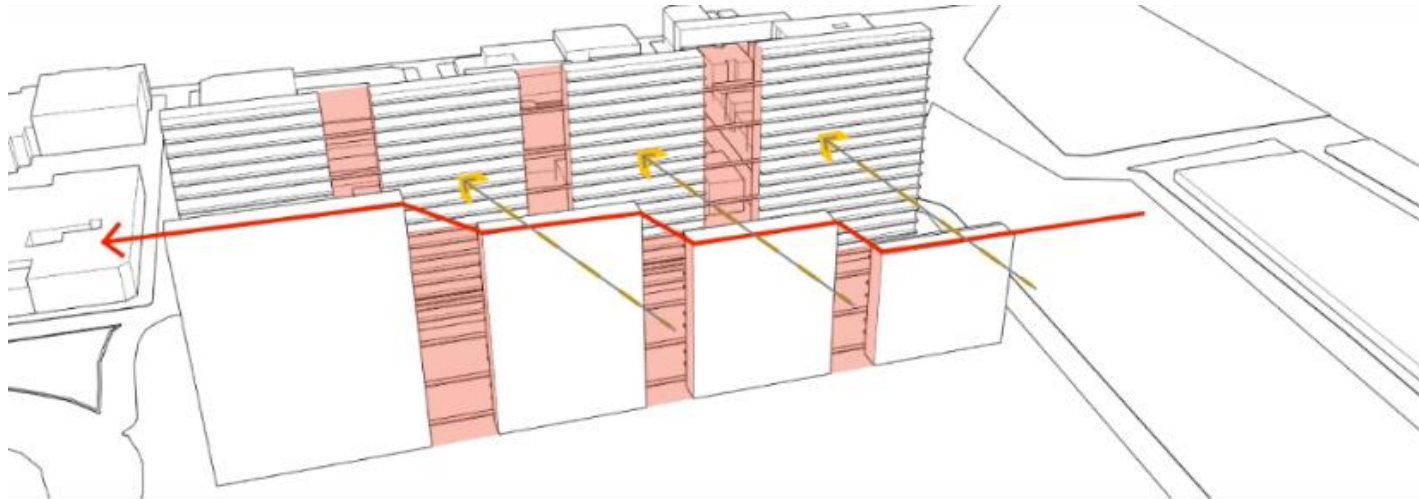
- Análisis de radiación solar en la penúltima interacción



En anteriores propuesta las zonas de servicio (cocina, baño y zona de lavado) tenían de 161.29 a 322.59 en cambio con este rediseño se logra obtener prácticamente el doble, 645.18 kWh.

Un rediseño para “Plaza de la hoja”

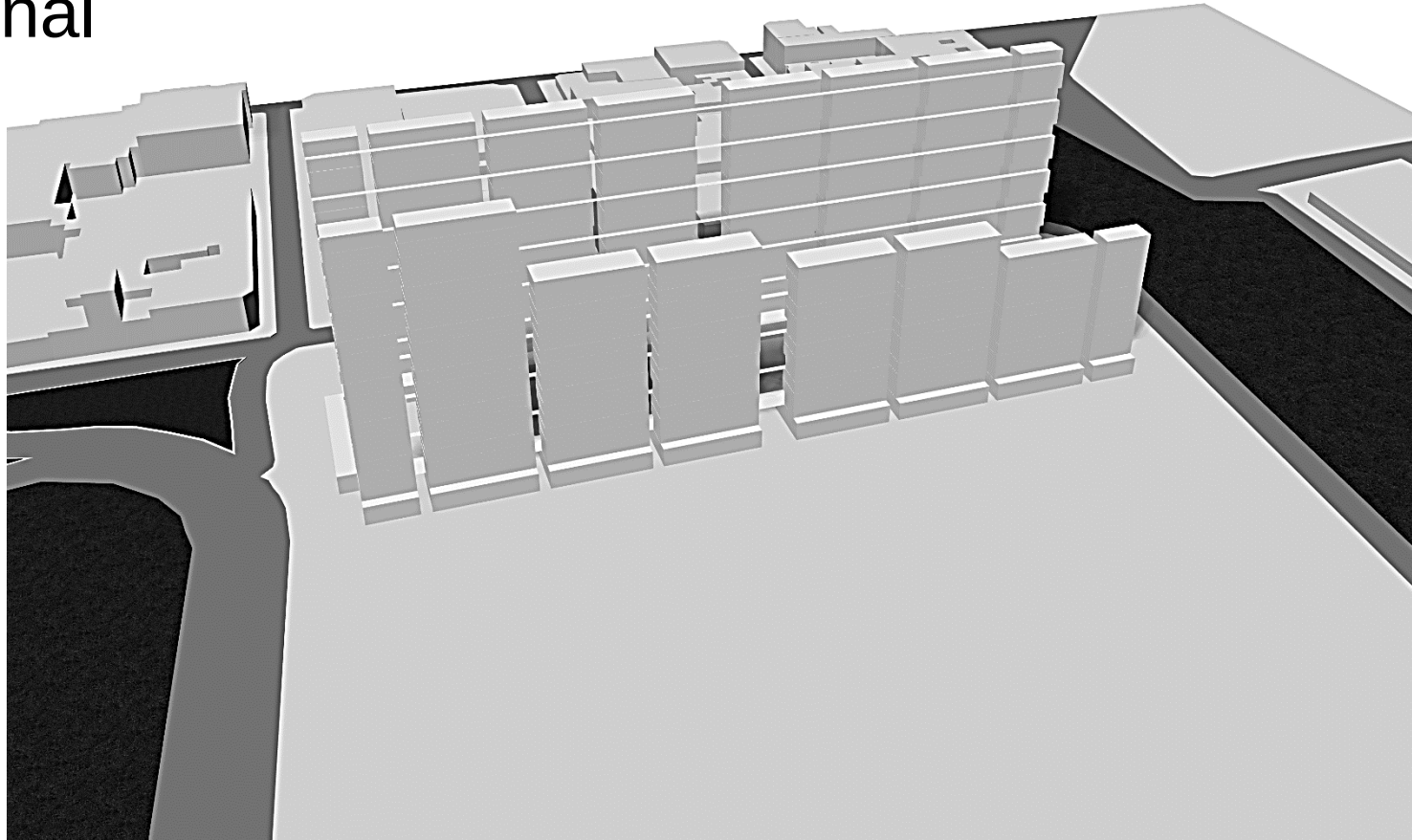
- Análisis de radiación solar en la penúltima interacción



Forma de dos cintas en altura (cinta-torre) desapareciendo el buitrón central que tenían los diseños anteriores, los puntos fijos son transparentes para dejar pasar mayor iluminación y mejorar la estética, finalmente su forma escalonada, realizada según su orientación y asoleación para generar mayor radiación en las torres traseras.

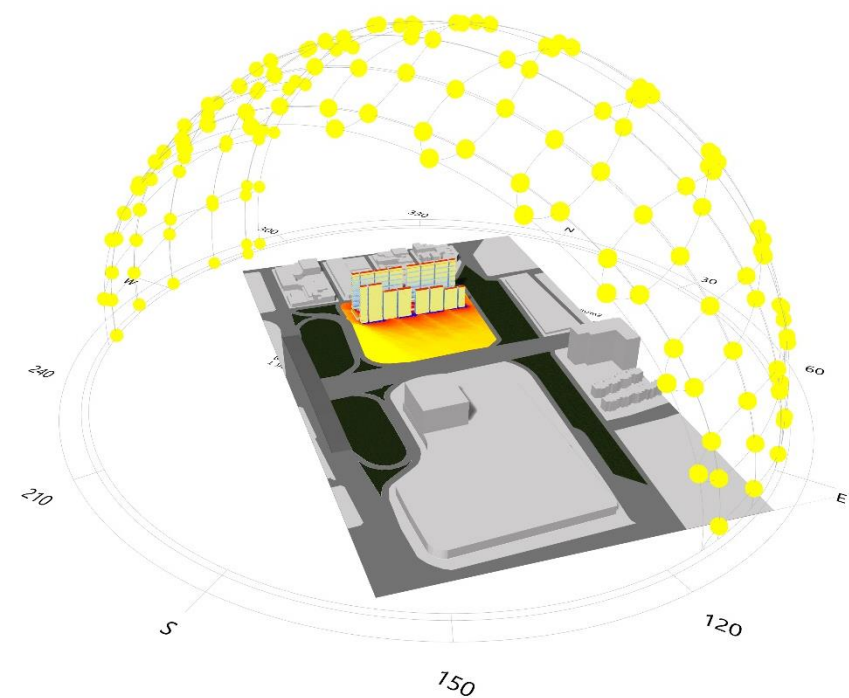
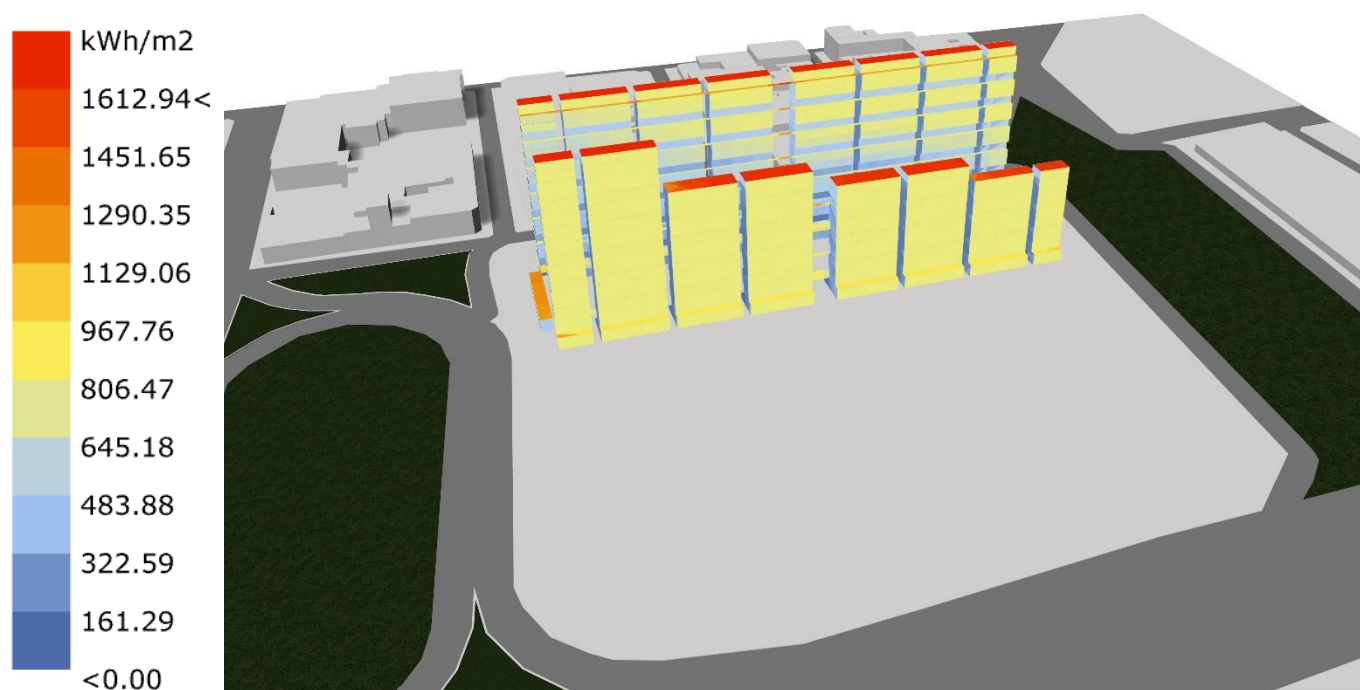
Una comparación del caso de estudio con el diseño final

- Diseño final



Una comparación del caso de estudio con el diseño final

- Radiación solar en diseño final.

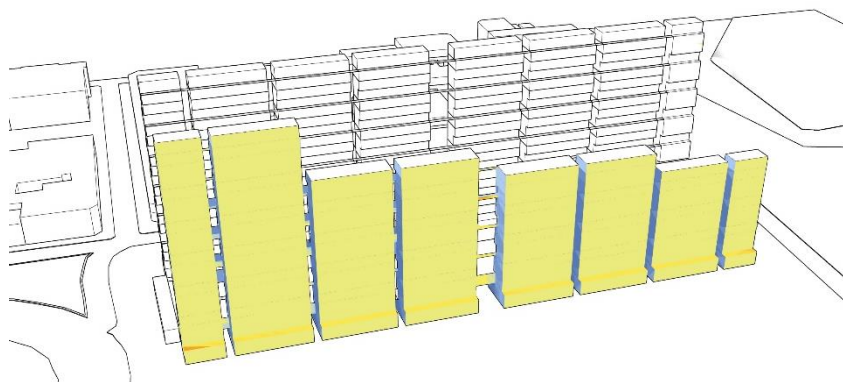


Una comparación del caso de estudio con el diseño final

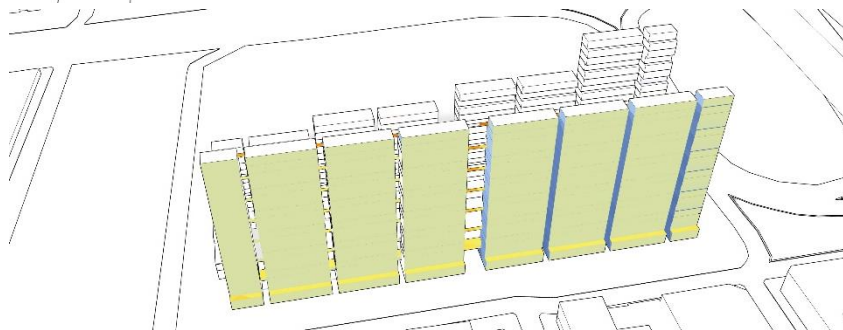
- Análisis de radiación solar en diseño final.



Fachada suroriental



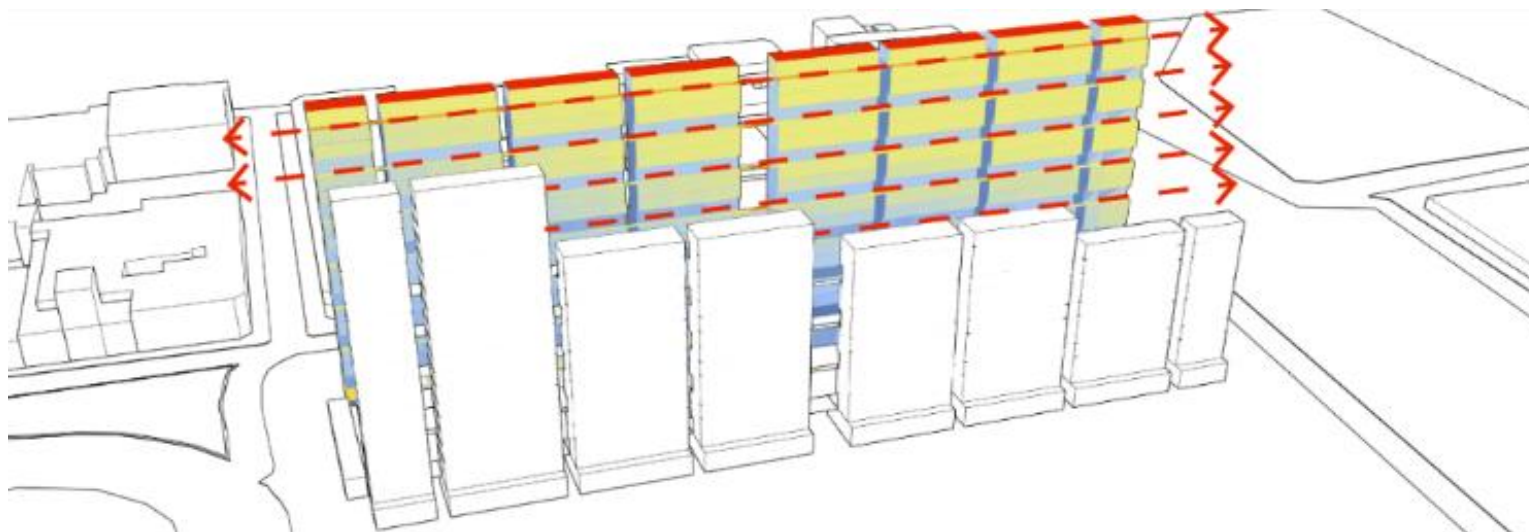
Fachada noroccidental



Las zonas servidas (habitaciones, sala y comedor) en la totalidad de los apartamentos poseen kWh altos. En las 4 cintas de la fachada suroriental reciben 967.76 kWh y las de la fachada noroccidental 806.47 kWh.

Una comparación del caso de estudio con el diseño final

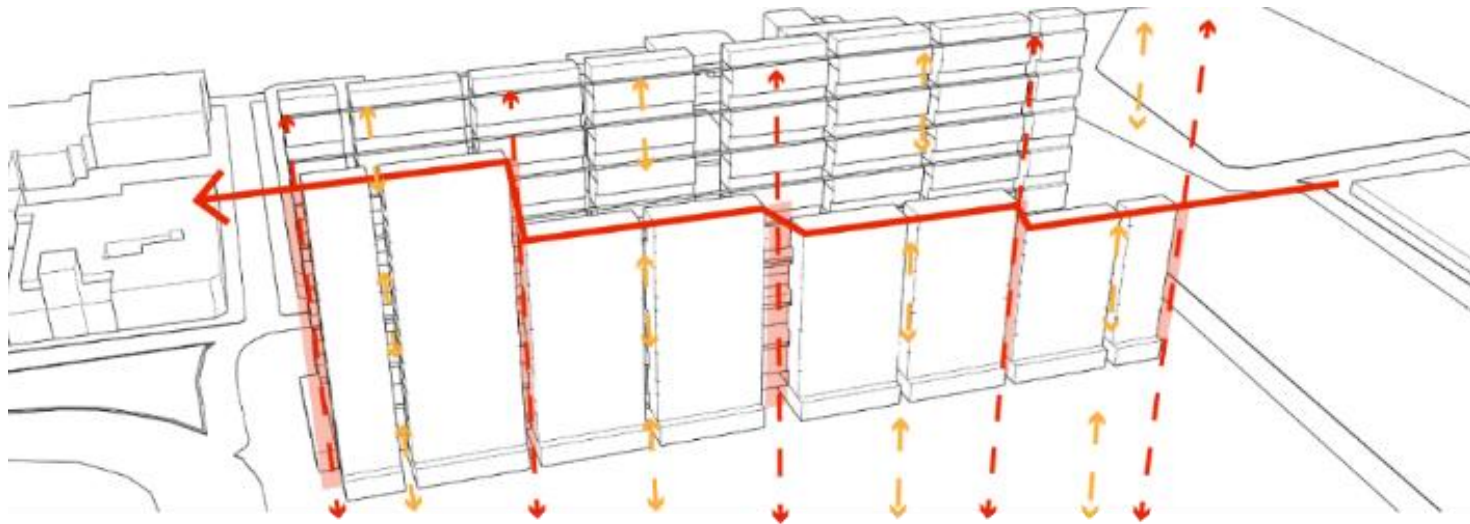
- Análisis de radiación solar en diseño final.



En anteriores propuesta las zonas de servicio (cocina, baño y zona de lavado) tenían de 161.29 a 322.59 en cambio con este rediseño se logra obtener prácticamente el doble, 645.18 kWh.

Una comparación del caso de estudio con el diseño final

- Análisis de radiación solar en diseño final.



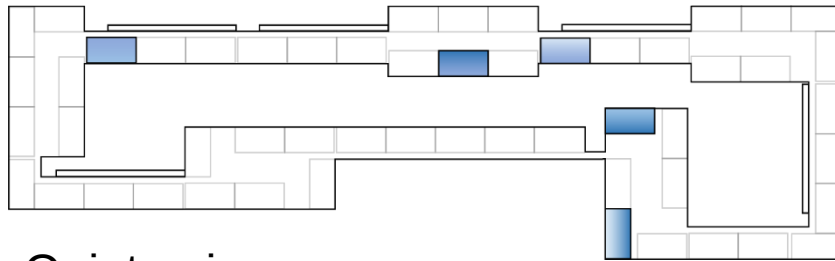
Forma de dos cintas en altura (cinta-torre) en donde desaparece en buitrón central que tenían los diseños anteriores, los puntos fijos son transparentes para dejar pasar mayor iluminación y mejor la estética al igual que la forma escalonada para que según la orientación y asoleación para tenga mayor radiación en las torres de atrás.

Una comparación del caso de estudio con el diseño final

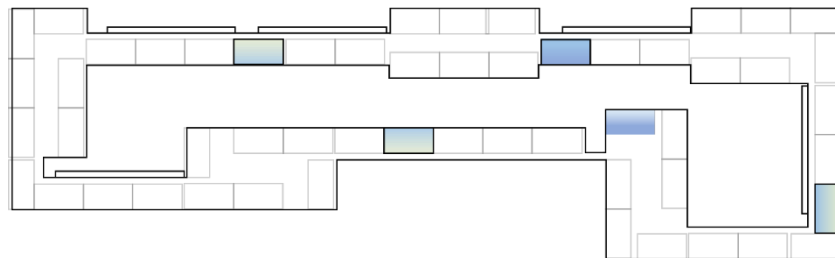
- Comparación diseño actual Vs. Diseño final

Radiación solar en planta - diseño actual

Cuarto piso

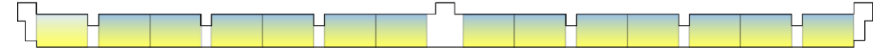


Quinto piso



Radiación solar en planta - diseño final

Cuarto piso



Quinto piso

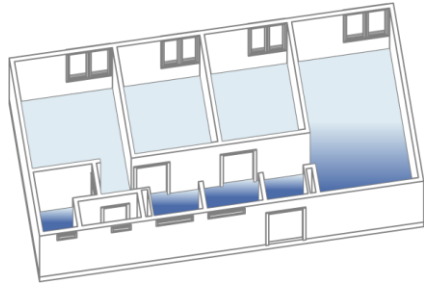


Una comparación del caso de estudio con el diseño final

- Comparación diseño actual Vs. Diseño final

Diseño actual – Único modelo de apartamentos

Modelo A

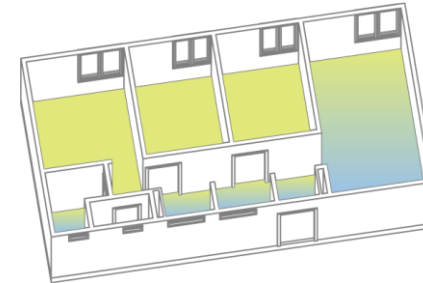


Las estrategias finales proporcionaron un cambio notable de radiación en todos los apartamentos. Además, se proporciono un nuevo modelo pasando de 51 metros cuadrados a 65.

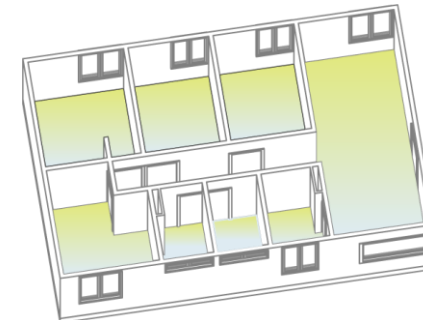
967,76 806,47 645,18 483,88 322,59 161,29

Diseño final – Dos modelos de apartamentos

Modelo A

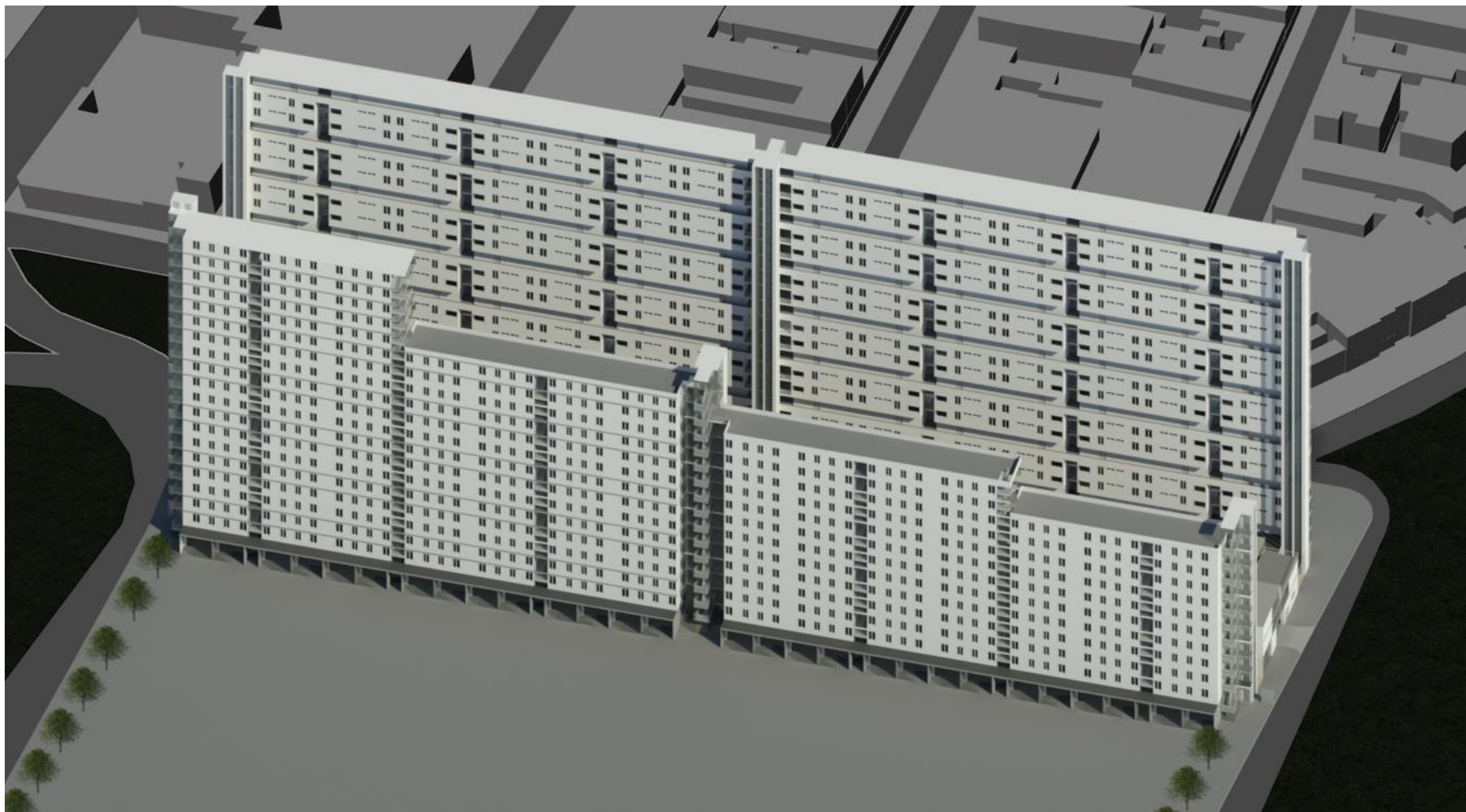


Modelo B



967,76 806,47 645,18 483,88 322,59 161,29

DISEÑO FINAL



Discusión



Diseño arquitectónico

aprovechando fuentes
naturales para la iluminación

Vs.

Avances tecnológicos

de iluminación artificial

- Logra un consumo más eficiente que, ante la coyuntura del cambio climático resulta significativo.
- Aprovecha al máximo el potencial que la naturaleza brinda para obtener el mismo servicio, ilimitado y gratuito.

Conclusión



Mediante variables como la orientación y el grado de exposición de las fachadas a la radiación solar en el proceso de diseño, se logró reducir la inequidad en la incidencia sobre el presupuesto destinado a servicios públicos por las familias que adquieren vivienda de interés prioritaria.



El buen diseño arquitectónico logra reducir el consumo energético y logra obtener equidad en los diferentes apartamentos, con lo cual atendemos la frase de Aravena en la que se sostiene que **el buen diseño es un atajo hacia la equidad y mejora la calidad de vida ante la pobreza** (Aravena & Iacobelli, 2011).

Bibliografía

- Aravena, A., & Iacobelli, A. (2011). *Elemental*. Chile: HATJE CANTZ. Retrieved Marzo 12, 2020
- Aymonino, C. (1973). *La vivienda racional: Ponencias de los congresos CIAM 1929-1930*. Barcelona: Gustavo Gili, S.A. doi:84-252-0755-x
- Ching, F., & Shapiro, I. (2015 [2014]). *ARQUITECTURA ECOLÓGICA - Un manual Ilustrado*. (I. H. John Wiley & Sons, Ed., & C. Jiménez Romera, Trans.) Nueva Jersey, Estados Unidos de América: Editorial Gustavo Gili. Retrieved 09 1, 2020
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE). (2018). *Encuesta Nacional de Presupuestos de los Hogares (ENPH)*. Bogotá. Retrieved 08 12, 2020, from <https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/enph/boletin-enph-2017.pdf>
- Francesconi Latorre, R. (2020). Blasones de oropel: Conflicto y ordenamiento espacial en la provincia de tunja en el Nuevo Reino de Granada, entre los siglos XVI y XVIII.
- Hernández Castro, N. L. (2006). *La conformación del hábitat de la vivienda informal desde la técnica constructiva* (Ilustrada ed.). (U. N. Colombia, Ed.) Bogotá D.C., Colombia: Punto aparte. Retrieved Febrero 25, 2020
- Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio. (2012, Septiembre 17). Decreto número 1921 (17 SEP 2012). 11. Bogotá, Colombia. Retrieved 08 22, 2020, from <http://www.minvivienda.gov.co/Decretos%20Vivienda/1921%20-%202012.pdf>
- Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio. (2015, Julio 10). Anexo 1 Resolución 0549. *Código de construcción sostenible para el ahorro de agua y energía en edificaciones*, 89. Colombia. Retrieved 09 6, 2020
- Secretaría Distrital de Planeación. (2015). Guía de lineamientos sostenibles en el ámbito edificatorio. 66. Bogotá, Colombia: Universidad Nacional de Colombia. Retrieved Mayo 15, 2020

Muchas gracias por su atención.