

ADVERTIMENT. La consulta d'aquesta tesi queda condicionada a l'acceptació de les següents condicions d'ús: La difusió d'aquesta tesi per mitjà del servei TDX (www.tesisenxarxa.net) ha estat autoritzada pels titulars dels drets de propietat intel·lectual únicament per a usos privats emmarcats en activitats d'investigació i docència. No s'autoritza la seva reproducció amb finalitats de lucre ni la seva difusió i posada a disposició des d'un lloc aliè al servei TDX. No s'autoritza la presentació del seu contingut en una finestra o marc aliè a TDX (framing). Aquesta reserva de drets afecta tant al resum de presentació de la tesi com als seus continguts. En la utilització o cita de parts de la tesi és obligat indicar el nom de la persona autora.

ADVERTENCIA. La consulta de esta tesis queda condicionada a la aceptación de las siguientes condiciones de uso: La difusión de esta tesis por medio del servicio TDR (www.tesisenred.net) ha sido autorizada por los titulares de los derechos de propiedad intelectual únicamente para usos privados enmarcados en actividades de investigación y docencia. No se autoriza su reproducción con finalidades de lucro ni su difusión y puesta a disposición desde un sitio ajeno al servicio TDR. No se autoriza la presentación de su contenido en una ventana o marco ajeno a TDR (framing). Esta reserva de derechos afecta tanto al resumen de presentación de la tesis como a sus contenidos. En la utilización o cita de partes de la tesis es obligado indicar el nombre de la persona autora.

WARNING. On having consulted this thesis you're accepting the following use conditions: Spreading this thesis by the TDX (www.tesisenxarxa.net) service has been authorized by the titular of the intellectual property rights only for private uses placed in investigation and teaching activities. Reproduction with lucrative aims is not authorized neither its spreading and availability from a site foreign to the TDX service. Introducing its content in a window or frame foreign to the TDX service is not authorized (framing). This rights affect to the presentation summary of the thesis as well as to its contents. In the using or citation of parts of the thesis it's obliged to indicate the name of the author

**¿ILUMINACIÓN O VENTILACIÓN?
POSIBILIDADES DE ADAPTACIÓN DE LAS PAUTAS DE DISEÑO DE
LOS HOSPITALES DE LA RED SARAH (BRASIL) AL
CLIMA MEDITERRANEO DE CATALUÑA**

ELOISA PIZARRO FERNANDES

ANNEXOS

Annexo A

Entrevista – Arq. João Filgueiras Lima - Lelé

Hospitales de la Red Sarah

06/10/08 – CTRS – Salvador

(Traducción de la autora)

Eloisa – En la red Sarah, se ve cambios en la forma del shed de un edificio hacia el otro. ¿Cuál ha sido el motivo? ¿Adaptación a las necesidades del clima, temas económicos o por intuición?

Lelé – Puede haber sido por razones económicas, por el hecho de que un material tiene mejor precio que otro, o por razones técnicas como ha ocurrido con el cambio de la teja galvanizada por la teja de aluminio, que no oxida con el paso del tiempo cuando expuesta a las intemperies. Y también, lo que ha pasado en la forma del shed del hospital Sarah Fortaleza, que ha sido cambiada para impedir reflexión de la radiación hacia el interior. Pero algunos diseños, como la forma más aerodinámica que se ha buscado en el shed de algunos hospitales, son por sentimiento, intuición, por la experiencia acumulada, con la intención de encontrar una solución que funcione mejor que la anterior.

Los formatos que tienen los sheds son para resolver un tema de asepsia, porque promueve una ventilación vertical y así reduce el nivel de infección. El objetivo es este: reducción del índice de infección cruzada. El proyecto no ha sido idealizado en búsqueda de alcanzar un confort ambiental. Esto ha sido consecuencia natural de su diseño, así como su estética.

Eloisa – ¿Que índices de infección cruzada son permitidos y encontrados en los hospitales de la Red Sarah? ¿Cómo se obtiene esta información? ¿Hay datos para cada hospital?

Lelé –El índice máximo aceptado por normativas sanitarias es de 2,8%. En el Sarah, de modo general, está alcanzando un índice de 0,2%, que está muy por debajo de los demás hospitales.

Esta información es obtenida por estudios realizados regularmente, pero que yo no tengo el dato específico para cada hospital. Tampoco te puedo asegurar que este índice tan bajo sea exclusivamente por el diseño del shed. Yo creo que están relacionados varios factores para alcanzar esto, incluso el hecho de que las enfermeras del hospital están entrenadas y siguen normativas muy estrictas con el tema de la asepsia. La ventilación por los sheds puede ser un elemento a más que contribuya para alcanzar estos índices.

Eloisa – ¿Se ha aplicado otras técnicas de sostenibilidad en los edificios de la Red? Como reaprovechamiento del agua y placas solares.

Lelé –En el Sarah Rio está previsto el uso de placas solares fotovoltaicas, pero que producirá muy poco ahorro energético y que al final se quedará más como algo simbólico. También habrá reaprovechamiento de aguas grises, de lavatorio y duchas, que pasará por estación de tratamiento y después será reutilizada para riego de los jardines. Yo creo que lo ideal sería invertir en energía eólica, que considero ser más eficiente para producir energía. No me parece bien que en Brasil se exija la utilización de placas solares que es una tecnología tan cara, cuando la población necesita todavía de lo básico para vivir.

Annexo B

Entrevista – Arq. Josep Maria Gil

Hospital de la Santa Creu i Sant Pau

01/08/13 – Barcelona

Roger (Esta introducción me lo ha hecho un joven arquitecto colaborador) – Aquí está el hospital viejo y aquí está el nuevo hospital, que tiene un edificio de consultas externas que da a la Ronda y estos dedos que se meten en el parque, que son la hospitalización, que hacen de transición con el hospital viejo. Después, en el medio, hay un gran vestíbulo. Esto es un gran vestíbulo que tiene unos lucernarios, que vas a cada uno de los dedos o vas al edificio grande. Los dedos, las habitaciones y la parte de consultas externas. Más o menos esta es la configuración general del proyecto.

Si nos miramos un poco estas plantas... más o menos explica esto. Esta distribución, como de una mano y este eje que marca la misma dirección que hay entre el hospital antiguo y la Sagrada Familia. Hay un eje de Muntaner y que termina aquí, en el punto este final. Si te miras el plano de urbanismo de la ciudad, se entiende este final del recorrido como este espacio público grande, que es el vestíbulo.

Josep M^a - ¿Usted, que necesita exactamente?

Eloisa – Conocer un poco los aspectos de ventilación e iluminación natural que se ha considerado en el proyecto. Porque mi tesis va en este tema y también en la obra del arquitecto brasileño, Joao Filgueiras Lima. Además, hago un paralelismo de sus obras con las obras contemporáneas que se ha construido aquí en Catalunya.

Josep M^a – Lo que hay en Brasil, lo conocemos poquísimo. Este hospital, en el fondo, es muy sencillo. Respecto a este tema que te preocupa de la orientación y la ventilación: las habitaciones que estaban dispuestas así, sí que buscaban un buen nivel de sombra y la buena ventilación. En cambio este, que era un bloque ambulatorio que es más interior, es distinto.

El hospital de Lelé era muy compacto, sin tantos vacíos. Es una construcción más compacta, porque, supongo, buscaba que fuera más económica, no tiene tanta fachada. Este edificio lo que hace es esto, utilizar esta disposición de los dedos y de los brazos un poco para ganar fachada para las habitaciones. Y sobretodo buscar buena orientación, en este sentido Sur. Lo que se buscaba es que todas las habitaciones tuviesen sol, al menos un rato, 4-5 horas de sol. En cambio, los ambulatorios, que es donde estaban los despachos médicos, donde se visitan, ya es otra cosa. Es mucho más compacto, funcionaban a través de estos patios que ventilaban, estos lucernarios. Y las zonas de público son las que daban a una fachada y a

otra. Pero era bastante más compacto. Entonces esta es un poco la idea. El otro (el de Lelé) era un solo organismo, donde debajo estaba todo. Y aquí son distintos edificios.

Eloisa – Claro, cada uno es distinto. Yo no estoy comparando. Yo solo quiero conocer ejemplos aquí en Catalunya de los hospitales contemporáneos. Qué se está haciendo.

Josep M^a – Se terminó de construir hace 3 años, en 2010. Duró mucho la obra. Aquí hubo y hay problemas. Hubo huelga, ahora no tienen presupuesto y hay muchísimos problemas. Pero teóricamente esta medio terminado. Falta concluir una parte pequeñita. Pero está terminado.

Eloisa –¿Antes de que se hiciera este edificio, que era lo que había en este terreno?

Josep M^a – Esto antes estaba vacío. Este es el edificio del arquitecto Domènech i Montaner y se terminó de construir más o menos por aquí, porque se terminó el dinero. Esto lo construyó Domènech i Montaner y estos dos edificios los construyó el hijo. Entonces, hubo un concurso en que se seleccionaron al final diez finalistas. Hubo una segunda etapa y de estos diez nos escogieron a nosotros.

Ya ves que aquí se ve muy simple, tiene un cambio por abajo y hay una planta que se recoge todo el hospital, subterráneo. Aquí, hay una calle, que es esta de aquí, que comunicaba los diferentes pabellones, que lo recoge todo. El hospital es un organismo muy complejo y tiene que estar muy bien comunicado y todo esto. Y este hospital, en principio, substituye este. Están arreglando los pabellones y los están convirtiendo en museos. Hay uno que es el museo de la medicina, otro que es para la universidad.

Aquí, la planta baja que desaparece en los dedos. Esta planta es donde están los quirófanos y donde están todos los servicios que son únicos. De manera que, tu bajando por cada escalara, siempre pinchas abajo donde está toda la unión entera. La idea, pues, era un gran vestíbulo desde este de aquí. Abajo, el edificio ambulatorio y los dedos que se abrían en el terreno. Un poco porque, no sé si lo conoces, pero esto son como jardines, que los jardines entrasen un poco aquí dentro. Para que no quedase un muro construido como este de aquí y sino que el jardín pudiera estar subiendo. El terreno hace mucha pendiente, de aquí hasta aquí son casi 22 metros de desnivel.

Y esto es cuando estamos arriba, la distribución, la parte publica de la fachada y dentro, con unos lucernarios, la parte de los despachos de los médicos y de las consultas.

Eloisa – Entonces la luz natural sí que entra bastante. ¿Y la parte de ventilación es climatización artificial?

Josep M^a – Hay climatización artificial, pero también hay un sistema en la ventana, que te piden que no se pueda abrir para que la gente no se suicide, porque hay gente que está muy enferma. Teníamos un pequeño elemento que se abría para dar ventilación natural.

La ventana es muy complicada. Te explico muy esquemáticamente. La ventana es el elemento que regulaba un poco el clima de la habitación. Esta ventana, para entendernos, era esto así. La dibujo un poco en perspectiva. Por lo cual, había una pequeña tarja de ventilación que era esa de aquí. Esta se abría. Delante, tenía una malla para que la gente no pudiese caerse y para que no entrasen los mosquitos, ni ningún insecto que se pudiese dar, pero permitía la ventilación siempre directa. El otro resto de la ventana era así. Un cristal sencillo, una carpintería sencilla por delante, otra carpintería sencilla por detrás. Y aquí en el medio, hicimos unas ranuras.

Y lo que hacíamos era lo siguiente: el aire de la habitación recogíamos por aquí dentro, hacíamos pasar por aquí y, a través de unos conductos, lo sacábamos por encima. Con lo cual, en invierno, este aire que se calentaba salía más caliente aquí y, así, podríamos volver a impulsar dentro de la habitación. En verano, el aire que pasaba por aquí se calentaba y transformábamos este aire caliente en frío, a través de estas máquinas inversoras. Siempre sacábamos partido de esto.

Y esto también tenía aquí dentro una persiana, de estas de lamas, de color muy oscuro. Lo que hacía era que cuando pegaba el sol, se cargaba de energía. La temperatura que teníamos aquí dentro era muy importante, era más caliente y cuando la persiana estaba toda cerrada, se calentaba mucho el aire que pasaba por aquí. Es un sistema que lo propusimos con un ingeniero que nos ayudó, que es el Sr. Millá. Realmente es el mecanismo regulador de la habitación, pero hay aire acondicionado.

Muchos hospitales de estos que me decías, yo creo que no tenían aire acondicionado. ¿Buscaban la ventilación natural, no?

Eloisa – ¿Los de Lelé? Sí, había las dos cosas. Algunos ambientes como las salas de cirugía, Raio-X, estos sí que tienen un clima controlado. Pero la parte de hospitalización, normalmente no. Pero después sí que se puso aire acondicionado, por ejemplo, en el de Rio, que es un clima muy caliente, ahí sí que se puso. Pero hay las dos posibilidades: tanto ventilación natural, como aire acondicionado

Josep M^a – Aquí, la *Generalitat* pide aire acondicionado en los edificios hospitalarios. En cambio, por ejemplo, en Suiza que es otro clima, solo te piden renovación del aire de la habitación. Aquí teníamos aire acondicionado y renovación. La renovación lo hacíamos así: circulábamos el aire de la habitación por aquí debajo de la ventana. Así que esto en sección ya te lo puedes imaginar. Hay una ranura y pasaba el aire por aquí debajo. Y luego pasaban por otros tubitos que había aquí, que son estas ranuras.

Eloisa – ¿Y, finalmente, se hizo eso en todas las habitaciones?

Josep M^a – Si que se hizo. Teóricamente hay menos consumo y menos aire acondicionado porque aprovecha la energía del sol, de la ventana, etc. Y, a parte, el doble cristal era económico porque eran dos ventanas normales. No era una ventana muy difícil de hacer, si no que era muy sencilla. Dos ventanas normales: una delante y otra detrás, con cristal normal y esta ranura de ventilación muy pequeña. Tenemos habitación a un lado y a otro, y todo eso permitía una cierta ventilación cruzada de estos bloques de habitación.

Eloisa – ¿Pero el aire acondicionado está encendido constantemente?

Josep M^a – No, a veces se para.

Eloisa – ¿Y es el propio paciente el que abre la ventana? ¿O tiene que venir una enfermera?

Josep M^a – No, tiene que ser una enfermera. Aquí, las personas no las dejan tocar nada en un hospital público. Las dejan tocar poca cosa. Es una enfermera la que viene con una llave especial y abre la ventana. Sobre todo la ventilación, en un hospital, sirve para cuando hay un cambio de habitación o un cambio de enfermo. Dejar un poco ventilar. No hay mucha tradición de abrirlo todo por la mañana.

Eloisa – ¿Se han puesto otros sistemas como paneles fotovoltaicos o placas solares térmicas?

Josep M^a – Placas solares térmicas sí que hay, para el agua caliente sanitaria, que en un hospital se gasta mucho. Placas fotovoltaicas no, porque en aquel momento ya empezaba a haber problemas. No sé si lo sabes que aquí en España se ha sacado la subvención. Entonces, poner placas fotovoltaicas para vender electricidad, resulta que nadie te la compra. Las compañías no te la compran. Y la fotovoltaica para tu consumo, lo que produce es poquísimo, sirve para encender, a lo mejor, la iluminación de emergencia. De fotovoltaica hay un trocito muy pequeñito. Pero te diría que es casi anecdótico, porque la ley te obliga. Energía solar térmica sí, hay más porque el agua caliente sanitaria la producimos básicamente de la energía solar térmica.

Aunque en un hospital también hay otros sistemas. El agua caliente sanitaria se puede producir a través de los aparatos de aire acondicionado. Siempre estas produciendo agua caliente, porque para disipar el calor de las maquinas, pues vas produciendo agua caliente.

Sobre la orientación de las habitaciones: es mas casi de exposición, de decir, vamos orientar las habitaciones en este sentido. No es bien Este-Oeste, ya lo ves, pero es casi sol de mañana y sol de medio día-tarde.

Eloisa – De todos modos, las personas tienen la posibilidad de ver la dinámica del día.

Josep M^a – La idea es que estos espacios entre los dedos, que ahora no está ajardinado... Sí que se terminó el edificio, pero la urbanización no se ha hecho nada. Las tierras están arregladas, pero no han plantado árboles. Si plantan árboles, pues está muy bien.

Otra cosa que teníamos para los enfermos. Esto depende siempre de los médicos. Aquí arriba tenía una terraza, esta de aquí, que de cada núcleo de habitaciones podían salir a tomar el sol. Pero esto, es verdad, que hay algún bloque que se os dejan salir, en cambio otros no, porque a los médicos no les gusta que salgan. Resulta que iban a tomar el sol, fumaban un cigarrillo, bueno... pero era un sitio que tenía esta intensidad. Si te venían a visitar unos familiares, podías salir al exterior, aquí que hace buen tiempo. Y es bastante agradable este sitio, está siempre muy bien soleado. Esto es la terraza superior, es el techo del vestíbulo, para entendernos. El techo del vestíbulo tiene estas salidas desde los brazos de habitaciones, para que la gente esté en el exterior.

Eloisa – ¿Pero de todos modos está regulado por los médicos, no? De permitir o no que puedan hacer eso. Bueno, la propuesta está hecha.

Josep M^a – Y a nivel de térmico, otra cosa que se hizo es que la calefacción, una gran parte, es con techo radiante. Un techo metálico absorbente que posee un circuito de agua que pasa por en cima, haciendo circular agua fría o agua caliente, por si das calor o frío. Pero esto, básicamente, es en la parte de las consultas. Cuando llegamos a las habitaciones, el propio hospital propuso recuperar la idea del pequeño radiador. Aquí no, es el techo radiante en todo este bloque de consultas. Y aquí hay aire acondicionado para frío y un poco el radiador.

Esto que te digo es la recirculación natural del aire, aprovechando la inercia de la ventana. Aquí el aire frío iba hacia el interior de la ventana, que se calentaba y el aire caliente subía para arriba y luego volvíamos a tirarlo luego por abajo de la habitación. Hacíamos esta circulación. Y esto era lo más importante. No hay grandes cosas.

Yo, lo que recuerdo de los edificios de Lelé es que eran como grandes cubiertas, donde se levantaban y dejaban espacios de ventilación muy grandes, no sé si incluso pasaban unos pájaros y todo...

Eloisa – De los pájaros, no lo sé. Esta ventilación se da por esta especie de lucernario que está arriba. También muchos de los edificios tienen galerías subterráneas, de modo que la ventilación se da verticalmente, más que horizontalmente. Cada ambiente se renueva independiente del otro.

Josep M^a – En este aspecto no está muy tocado. Ya te digo, más que nada, desde el punto de vista oficial, se tiende al clima artificial. En el momento en que tienes el aire acondicionado, no tiene sentido plantearte todo eso. Tiene un gasto energético alto, pero se ha tomado la decisión de que haya aire acondicionado. A veces, según como, tener mucha ventilación, va contra el sistema de aire acondicionado porque tienen que empezar las máquinas, hay que tener un termostato por si te abren muchos canales de ventilación, pues entonces, se para las máquinas, etc. Y por tanto, esto no tenemos. Ahora, se vuelve a utilizar el sistema de circular el aire por debajo del terreno y tirarlo dentro del edificio.

Eloisa – Hay muchas cosas que se pueden hacer. Entonces una de las ideas que hago en la tesis es justamente evaluar que sistemas podrán ser aplicados aquí o ya están siendo aplicados. Qué es lo que hay en este sentido. Por eso, a veces, hay gente que conoce y dice que sí, que la idea podría ser aplicada. Son temas que estoy todavía investigando.

Josep M^a – ¿Necesitas algo más?

Eloisa – ¿Hay alguna recomendación para el tema de arquitectura hospitalaria en el clima mediterráneo?

Josep M^a – Para el clima mediterráneo, sí que puedes utilizar mucho esta idea de las terrazas. Nosotros sí que la defendíamos. Luego, resulta que a los médicos no les gustan mucho. Hay algún bloque que no los dejan salir, en cambio, ves a los otros bloques que han salido... Es una situación un poco especial. Como característica, la brisa es muy suave. Aquí tenemos la brisa de mar a montaña, que también nos coge ascendente. Pero esto tiene sentido aquí. Cuando el edificio tiene 40 metros de profundidad, en los ambulatorios, es muy difícil plantearte, tener una buena ventilación natural es prácticamente imposible. Hay patios también, es un buen regulador térmico en el clima mediterráneo. Cuando hace frío, la temperatura del patio es más suave y cuando hace calor, la temperatura es un poco más fría. Y eso ayuda un poco a graduar este cambio térmico.

Eloisa – Pues muy bien. Creo que es eso. Como te he dicho por el correo, estoy viendo lo que existe de arquitectura contemporánea, que pueda de alguna manera ser citada en la tesis.

Josep M^a – Si necesitas alguna información de esto, sí que te podría enviar algún plano. Tu solo pides a Roger.

Eloisa – Vale! Es muy ingeniosa esta ventana

Josep M^a – Es muy complicado! Decíamos que a lo mejor no funcionaría.

Eloisa – ¿Y en la práctica sí que funciona?

Josep M^a – Sí, tenemos unas pruebas hechas. Lo que pasa es que casi todo el mundo se sube la persiana, nadie la tiene bajada. ¿Entiendes? El enfermo se levanta y lo pliega todo. Lo único que no puede es abrir la ventilación, pero si alguien del hospital no lo controla, es mucho más difícil. Esto es lo que pasa con estas cosas públicas. Un hospital tiene un uso muy intenso, un desgaste muy fuerte. Como hagas sistemas de ventilación muy débiles, los destrozan, porque el uso es muy intenso.

Eloisa – Y para que yo entienda un poco más. Entonces, la idea es que se calienten las persianas en invierno. Y, en verano, la persiana ayuda también a que no entre directamente el sol.

Josep M^a – En días de verano, el calor, convertirlo en frío, a través de estas máquinas inversoras.

Eloisa – ¿Pero, para eso es importante que pase por las persianas también?

Josep M^a – Siempre, porque la persiana lo que hace es cargarse. Y, de día, este aire de aquí entre los cristales siempre está más caliente. Pero si hay una persiana, aun más, aumenta muchísimo el rendimiento. Y a parte, no te deja que el rayo llegue al interior de la habitación y suba la temperatura. La persiana, realmente, donde tendría más sentido sería en verano. En invierno, que te entre el sol dentro es agradable. Y aquí dentro siempre había esta diferencia de temperatura con el exterior, 3°C - 4°C por encima y por abajo.

Eloisa – Seguro que hay una reducción de consumo energético.

Josep M^a – En el estudio había. Creo que se iba al 12% o 13%. No era tan espectacular...

Eloisa – Esto ya es algo para un edificio de este porte!

Josep M^a – Y esto que hace que todas las ventanas sean iguales, industrializadas. A ver si tengo alguna fotografía... se ve un edificio muy compacto y muy espectacular. Esto, claro, lo ves con todas las ventanas iguales. Una construcción muy sencilla también, que fuese fácil de construir. Es como más organicista. ¿Era mayor que Lucio Costa o no?

Eloisa – Joao Filgueiras Lima tiene hoy más de 80 años!

Josep M^a – ¿Aun es vivo?

Eloisa – Si, está vivo y sigue viajando, haciendo conferencias, recibiendo a los alumnos que lo buscan. Esta cada día más reconocido. Ahora mismo, hay mucha gente que ha hecho tesis sobre sus obras.

Josep M^a – Yo, este sistema que me decías de galerías de ventilación y todo esto, no lo sabía. Conocía su obra por fotografía, por el tema de las cubiertas.

Eloisa – La marca registrada de sus obras son justamente estos elementos curvos como una ola, que hay aquí con una ventana, con una rejilla. Y eso se repite muchas veces, no solo en los hospitales. Esta red de hospitales se llama Red Sarah. Hay en Salvador, Belo Horizonte, Rio, Fortaleza, Brasilia, son capitales de Brasil, cada una tiene un clima distinto. Son climas tropicales, pero algunos más fríos y otros más calientes.

El de Rio ha sido el último de la serie, que se ha construido hace poco tiempo. Imagínate que en Rio, en invierno puede hacer menos de 15°C y en verano llegar a más de 40°C, en algunos días. Entonces, sí que ahí lo ha automatizado, de modo que hay un termostato y, a una determinada temperatura, entra en marcha el aire acondicionado. Se cierran unas lamas translucidas, se permite todavía el paso de la iluminación natural por la cubierta, pero claro, ahí la ventilación natural se corta y entra en marcha el aire. Pero la idea era esta: proponer que se pudiera utilizar las dos cosas.

Josep M^a – Lo que pasa es que tiene que tener unos conductos que te tire el aire por abajo, para conseguir la sensación ascendente. Esto quiere decir una obra que se hace, que para el hospital, dicen: ¿Por qué se gasta usted este dinero?

Eloisa – Bueno, se habla de toda la vida del hospital.

Josep M^a – Lo amortiza al largo de toda la vida del hospital. No sería lo lógico... pero esto sería difícil de conseguir.

Eloisa – Finalmente la inversión que se hace para todos estos sistemas que se dicen sostenibles, la idea es esta, porque se gasta un poco más al principio, pero después esto va a durar 50-100 años. Se va a pagar y se va a ahorrar. Pero es eso, cada proyecto, cada idea está hecha para un clima específico. Por eso que ahora estoy mirando también lo que pasa en el clima mediterráneo, que soluciones se ha dado para este clima, que es distinto al clima que tenemos allá.

Josep M^a – No mucha cosa, yo no conozco mucho, no lo sé... hay también Pinearq que también ha hecho muchos hospitales. No sé si plantea algún tema de estos de ventilación natural. Hay también Mario Corea.

Eloisa – Hay otros hospitales que estoy mirando. Sí, Mario Corea. He estado con él y me ha explicado sobre el Hospital de Mollet.

Josep M^a – Sí, pero él ahí ha utilizado geotermia y eso es caro. Nosotros no podíamos utilizar.

Eloisa – Sí, él ha dicho que ha sido una inversión muy fuerte.

Josep M^a – Aquí no, porque era un poco la propia propiedad la que marcaba también, a nivel de ingeniería, que es lo que quería, como lo veía.

Eloisa – Además es muy grande! Son más de 100.000 m² ¿Verdad?

Josep M^a – Sí, casi 100.000 m²

Eloisa – Claro, a veces la inversión que se puede hacer para un edificio de 20.000 m² no es la misma que se puede hacer para uno de 100.000 m². Sí, lo entiendo perfectamente.

Josep M^a – Bueno, si necesitas algo, de proyecto, nos envía un e-mail para que te lo pueda facilitar.

Annexo C

Entrevista – Arq. Mario Corea

Hospital de Mollet

25/07/13 – Barcelona

Mario - El Hospital de Mollet es uno de los hospitales donde yo he aplicado la tesis de la iluminación natural en las dos vertientes: como ahorro energético, para bajar el consumo de luz artificial por un lado y por otro, el hecho de lo que significa la terapia médica, de ver la luz, los patios, ver el sol. Es un hospital en que todas las habitaciones y todas las dependencias donde hay un paciente o trabaja alguien tienen luz natural, a través de unos patios interiores.

Para hacer una tesis te valdría ir y pasar un día, una mañana, una tarde para ver cómo cambia. Posiblemente es el hospital donde más hemos usado, aunque el de Mahón y el de Reus también.

El de Mollet fue, primero, el hospital modelo cuanto a sostenibilidad, porque pudimos hacer geotermia y pudimos hacer un montón de cuestiones que tenían que ver con los temas de la sostenibilidad y para esto se ha invertido más dinero para ver qué pasaba. La verdad es que ha dado muy buen resultado. Hubo un encarecimiento inicial del proyecto, pero los resultados posteriores han sido muy buenos porque el consumo energético ha bajado muchísimo. Se ha bajado la tarifa y en pocos años más se habrá amortizado la inversión.

Lo que está en este informe son todas las medidas que se han tomado con el tema de la sostenibilidad: agua, luz, energía, geotermia, una serie de factores que ayudan a la sostenibilidad energética. Es un hospital que el uso de luz natural y ventilación natural está dentro de los objetivos del apartado de la sostenibilidad.

Veras que es un edificio con mucho cristal, pero son cristales especiales, que reflejan, rechazan el 70% de la luz solar como calor porque tienen una lamina de plata entre medio de ellos, que es transparente y reflectante. Entonces, a pesar de que hay mucha luz natural, mucho cristal en todas las fachadas principales y de los patios, no dejan pasar el calor. Generalmente los edificios que tienden a ahorrar, continuamente reducen el acristalamiento.

Te doy también el informe de datos del Hospital de Mollet, donde hay información de la geotermia, el techo radiante, las cubiertas sostenibles, los patios de luz, el aislamiento térmico optimizado y la gestión térmica centralizada. Ahora, lo mejor después de toda esta información es ir a verlo.

Ahora en un término más arquitectónico, yo soy discípulo de Sert, de Josep Lluís Sert. Él siempre fue un arquitecto de la luz, un arquitecto con los museos, la Fundación Miro. Casi todos los edificios que hacia Sert eran muy de la luz natural. Yo, un poco aprendí de él. Yo en el Hospital de Mollet me llaman del arquitecto de la luz. Un poco en broma, un poco en serio por la cantidad de luz natural que tiene todo. No hay nadie que pueda decir que hay que andar con luz artificial. Solamente en la zona de depósito, o tipo de servicio donde el paciente o las personas no están mucho tiempo, no tiene luz natural.

Hay tres conceptos que yo repito mucho en mis memorias: la planta es la apropiación del lugar, en el sentido de cómo se pone el edificio, como se implanta, como se orienta, es la determinación horizontal del edificio; la sección es la que crea el espacio porque hasta que no tienes sección, no tienes espacio y con la sección, aparece la luz que, para mí, es la calificadora del espacio. Un poco esto, por ejemplo aquí, estamos en una nave industrial, son las 5h de la tarde y no hemos prendido la luz en todo el día. En invierno, un poco antes porque oscurece, pero mientras hay luz natural suficiente, estamos perfecto y no hemos prendido la luz. Este concepto que lo he aplicado a mi estudio, lo he llevado a todos mis edificios.

Hay un efecto psicológico y un efecto de ahorro sostenible en el uso natural. El efecto psicológico es que la gente sabe si es de día, de noche, sabe lo que está pasando. Cuando tu estas en un lugar con luz artificial, no sabe si son las 3h de la mañana, las 5h de la tarde o las 12h del medio día. Aquí yo veo como el sol cambia. Tiene todos los efectos de saber donde estas y como estas. Según la ley. Los días nublados no tiene calor pero son tristes, para mí. Puede ser poético, pero son tristes. Nublado y llueve. En cambio cuando hay sol, es alegre. Yo creo que esto es intrínseco del hombre.

Yo he vivido en Londres y me encantaba, pero el día que ha salido el sol, hemos salido todos porque hacía 36 días que no salía el sol. Este día éramos todos alumnos extranjeros y hemos salido de la clase a tomar el poquito sol que te daba Londres. Entonces eso, de Sert y entender que los espacios son calificados por la luz.

El espacio tiene forma. En los espacios calificados con la luz natural, la forma cuenta menos. Si el espacio está iluminado, o penumbra, o media sombra, o luz normal, o luz intensa, cambia el carácter y la calidad del espacio. Entonces en este sentido, para mí, la luz se diseña igual que la planta, o la sección o la fachada. Y, por otro lado, las fachadas para mí son mucho más una expresión de cómo meter la luz dentro del edificio que como composición, de actitud compositiva.

En los edificios trabajo siempre con patios. El patio, las fachadas y los lucernarios son las fuentes por donde yo puedo incorporar la luz en los espacios. Y a su vez calibrar el espacio y saber cuánta luz quiero meter y cuanta luz no quiero meter. Entonces, para mí la luz es tan importante cuanto diseñar la función. Yo no solo quiero diseñar la habitación con la cama sino también qué vista, qué luz, como la puedo

controlar. Porque la luz no es solo dejar entrar la luz, si no, saber cómo controlarla en según qué lugares. Que tipos de partesoles, que tipo de cortinas pones, según el lugar, el tipo de función que esta habitación va a tener. Yo creo que muchos arquitectos no lo hacen.

Yo creo que diseñar la luz como luz es tan importante o más importante como diseñar la fachada, las ventanas o los lucernarios. Si uno diseña, puede hacer una sección compleja y puede no tener luz, o al revés, utilizarla para que entre una luz. Yo acá (en su despacho) podría haber hecho eso y no tener luz. Ahora la sección está hecha para reflejar esta luz en este pequeño lucernario en el techo. Entonces, cuando no tengo posibilidad de entrar la luz por el techo es que hago los patios, de este tamaño, para tener fachadas interiores que me den luz. Y después tengo todas las fachadas exteriores. Entonces yo creo que eso, en la escuela, se enseña poco. Ahora se enseña un poco más por el tema que está el recurso de sostenibilidad. Pero para mí, es primero un recurso de arquitectura.

Y si tu miras los grandes arquitectos, ellos siempre han tenido mucho cuidado en cómo proyectaban la luz, sea de una casa o de un rascacielos. Era una forma de estudiar un poco el cristal, los reflejos, la luz y los edificios. Era arquitectura pura, no era una solución. Y ahora todo esto se ha visto enfatizado por el tema de la sostenibilidad y del ahorro energético, que puede significar tener una buena iluminación natural en los lugares de trabajo, de estar, de uso cotidiano. Así que a mi percepción, el uso de la luz me parece importante.

Eloisa - Yo sé que muchas fachadas y patios pueden estar cerrados. ¿Se puede controlar también la ventilación?

Mario - Yo veo que este tema tiene que ver más con toda la eficiencia. Nosotros siempre planteamos la posibilidad de ventilación natural, que esta fachada de vidrio se pueda abrir. Pero si hay aire acondicionado y es un edificio de uso público, no ponemos la manilla. La abren el día que falla, porque sino el desperdicio de aire es muy costoso. Estoy hablando de edificios públicos. En vivienda, mucho más. Yo creo que siempre se puede tener que ventilar naturalmente. Si no hay aire acondicionado, por supuesto, porque es la única forma.

Ahora, por ejemplo, acá que tenemos aire acondicionado, yo no he abierto mas ventilación que esta del patio y las ventanas de la calle que se abren para producir una cierta corriente de aire. Sobre todo en este clima, en los meses de primavera y otoño, muchas veces ni siquiera encendemos el aire acondicionado. Entonces, en estos meses las puertas se abren, las ventanas se abren, hay la circulación natural y se está perfectamente. Yo creo que la ventilación es un tema tan necesario cuanto la luz.

Sert, en sus fachadas de los grandes edificios de Boston tenía una cosa que se llamaba Ventiluz. Esto es puramente para la ventilación. ¿Ves estas líneas rojas (una foto de un libro)? Esto es cristal. Hay una puerta, pero hay esta línea. Esto se abre y son puramente de ventilación. Son finitos, pero están en toda la fachada. Entonces todo ambiente tiene la puerta - ventana para salir al balcón, la ventana fija y este Ventiluz, porque el día que no queréis salir al balcón, tenéis la posibilidad de ventilar. Y después siempre hay una ventilación cruzada en toda la fachada.

Acá es igual (una foto de un libro). Esta, que es una fachada, un ambiente de cristal, estos pequeñitos se abren. En una fachada de muro cortina tiene que haber un porcentaje de zonas practicables por el caso de que pueda fallar el aire acondicionado, por el caso de que hay alguna cosa de mal olor o humo. Esta ventilación la tenéis, para el momento de no tener el aire acondicionado o calefacción. La ventilación tiene que estar muy controlada porque te baja la temperatura. O si hace mucho calor, te emite el calor. Si uno tiene aire acondicionado, la idea es tenerlo bastante cerrado. Pero esta idea de tener un porcentaje de ventilación tiene que ver con las épocas donde la calefacción y el aire acondicionado no son tan necesarios. Estos seis meses del año.

Siempre cuando hago aire acondicionado, agrego la ventilación pura, que no está produciendo ni frío ni calor, pero está haciendo la renovación mecánica del aire. Pero también, y según la complejidad del edificio, la renovación de aire o la ventilación por ventana practicable es importante, pero hay que saber que si el edificio es de uso público, no se puede abrir. Esto porque puede producir un desequilibrio en el sistema de climatización.

Hay gente que no le gusta el aire, entonces quiere abrir la ventana. ¿Qué pasa? El sistema no está diseñado para preferencias personales. En una vivienda no importa porque si abre la ventana o la puerta, gasta más y no le importa, pero en un edificio público la ventilación, cuando es mecánica, no es problema porque es parte del sistema de renovación del aire acondicionado del edificio, pero cuando es de ventilación pura natural, hay que tener este control para que la gente no te desequilibre la calefacción o el aire.

Yo creo que la ventilación cumple mucho de los factores en los edificios de vivienda, por ejemplo, donde la mayoría de las veces no usa el aire acondicionado. La vivienda pública no pone nunca el aire acondicionado. Cada uno se pone su aparato, su *split*, si quiere, entonces allí sí que se garantiza una ventilación. No solo abriendo la ventana, si no, tener circulación del aire. Para eso, muchas veces los lucernarios permiten una muy buena ventilación.

Estoy haciendo ahora unas escuelas. Te voy a enseñar unas fotos, que eléctricamente puedo abrir las ventanas y ventilar, o cerrarlas. Porque esto es pura ventilación. Esta es una foto del aula. ¿Ves que la

ventana del centro es una ventana que se abre? Está alta. Pero entonces tenéis un botón para abrirla eléctricamente, porque si no, no abriría nadie. Pero esta aula tiene esta otra ventana enfrente.

Acá hay ventilación pero no hay aire acondicionado. En las escuelas, por los chicos, no nos dejan poner aire. Hay aire acondicionado nada más que en algunos lugares. Todo lo que es sin aire, es renovación mecanizada. Pero también está la posibilidad de no encender la ventilación mecánica y ventilar a través de la ventilación cruzada que se produce entre la ventana alta y la ventana baja, que refresca todo el ambiente. Para mí, luz y ventilación van una con la otra. Lo único que hay que tener cuidado es que si es un sistema público, el tema del control, de que no cualquiera te abra la puerta.

Eloisa - ¿Y cómo se abre entonces? ¿Es automático, alguien lo determina, en caso de los hospitales?

Mario - Esto te abren eléctricamente y nadie puede llegar y abrir. La electricidad lo maneja la maestra. Las otras tienen una maneta y las abren el servicio de mantenimiento y, a veces las propias enfermeras, que en determinados casos pueden abrir. Hay momentos, en los hospitales, en que los enfermos tienen accidentes, vómitos. Son habitaciones compartidas, hay olores fuertes. Entonces, además de limpiar, abren las ventanas para que se ventile, tal cual y después la cierran. Pero eso lo maneja la enfermera por seguridad, por muchas cosas, para que los pacientes no las estén abriendo y cerrando. Pero como las enfermeras están encima de las habitaciones, son ellas las que modulan este tipo de cosa. Se pueden abrir con estas manetas que normalmente no están las manijas, pero están las llaves. Entonces viene la propia enfermera o el de mantenimiento y con una maneta la abre.

También esto es muy importante, además de ventilación lo usamos para limpieza de los muros cortina. O tenéis que hacer estas cosas que se limpian por afuera, con los carriles, todo eso o tenéis que permitir que la señora de la limpieza la abra, para poder limpiar los cristales por fuera sin tener que estar colgada. Entonces, hacemos la abertura de manera que tú la puedas abrir, puedas limpiar entre costado. As veces son correderas. Tú la corres, limpia este costado, después la corres para el otro lado, limpia el otro y limpia la ventana en sí.

El tema de la limpieza es otro tema para lo cual la practicidad de la ventana es importante, para que se pueda limpiar. Hay esto que se llama de silo - batiente. Se abre así, pero para la limpieza se bate. Entonces, vos cuando quieras ventilar, solo abre los silos y cuando quieres limpiar, se hace batiente y tu limpia los dos cristales. Generalmente esta hoja va en el medio para poder llegar. Si esta partida por dos por tres, es la central para poder llegar con la mano a limpiar los otros cristales. Si es de cuatro, se estudia una o las dos del extremo o las dos del centro, para poder llegar. Nunca, en los edificios públicos se abren todas las ventanas. En viviendas podrían llegar a abrir. A veces son correderas, pero tienen que tener en cuenta ventilación, seguridad y limpieza.

Eloisa - E una pregunta. ¿Esta solución que se ha dado para esta escuela, que hay la ventilación arriba a través de los lucernarios, eso se ha aplicado en algún hospital también o no?

Mario –Se ha aplicado en hospitales en los lugares de mucho público como auditorios, salas de aula, también para ventilar. Pero no en las habitaciones. En las habitaciones, las ventanas están normales. No tengo porque hacer el silo-batiente. En las habitaciones son las ventanas normales de cualquier habitación. En cambio en los lugares tipo aula, gimnasio, se ha usado la ventanas altas, que eléctricamente se abren. Generalmente hay alguna forma de cubierta, de balcones para limpiarlas por fuera. O si no son silo-batientes. Las altas se abren con un utensilio de mango largo y afuera subiendo por la cubierta. Total, estas ventanas se limpian una vez cada mes, una vez cada quince días, depende de que si hay una lluvia. Además yo siempre las cortejo para que el agua no le entre, no le peguen.

Eloisa – Me has dicho que en las escuelas no se permite el aire acondicionado para los niños. ¿Es por un tema de salud?

Mario - En general lo tienen solo en muy pocos lugares, por la salud de los chicos. Para que no haya el frio del aire acondicionado o calor de la calefacción, que vayan al patio sin abrigo y vuelvan. Las aulas tienen calefacción por suelo radiante porque es más suave y más compacto. No tienen radiadores para que los chicos no se quemen. En los hospitales hemos hechos falsos techos radiantes para la calefacción, porque el calor viene como el sol, de arriba para abajo. Aunque todo el mundo dice que el calor sube. Pero en Mollet, es muy comfortable.

Eloisa - ¿Y cómo funciona?

Mario - Es un falso techo con un serpentín de agua, como lo mismo de un suelo radiante, pero es el falso techo radiante.

Esto es el Mollet. Yo te aconsejo que si vas a escribir sobre este, que te leas toda la información y que le hagas una visita. Podéis visitar y conocer las instalaciones de geotermia. Esto no lo estás tocando. ¿Vos sabes cuál es el principio de la geotermia? La tierra está en temperatura constante en cambio el aire cambia. Entonces el salto térmico que hay entre la temperatura constante de la tierra y el calor que hace afuera te produce en verano frio y en invierno calor a través de una bomba de calor. Y bajas el consumo energético de petróleo, de fuel, de gasoil, de lo que fuera muchísimo. Y los hospitales son especiales para eso porque los hospitales funcionan 365 días del año, las 24 horas. Entonces la sofisticación de la instalación tiene que ver con la cantidad del uso que le puede dar porque se hace más o menos rentable. A

mí me han dicho que lo que baja en la tarifa de energía en un hospital como el de Mollet es impresionante.

Dicen también que hay mucha luz natural, inclusive, que tienen que bajar la cortina para no tener tanta luz. La luz artificial, además, no es muy buena para una persona que trabaja muchas horas y tan continuamente. Nosotros, los arquitectos, estamos mucho con la luz y con el ordenador. Si podéis trabajar con luz natural es mejor porque la luz artificial termina estropeando la vista más tarde. La iluminación y la ventilación es un tema de ahorro energético, de salud y de confort.

Eloisa – Me has hablado también del hospital de Sant Joan de Reus, este de Tarragona. Este habéis hecho en sociedad con Pich Aguilera. ¿Es proyecto anterior o posterior a lo de Mollet?

Mario - Ha sido posterior. Yo hice un proyecto desde hace mucho tiempo, pero construirlo, había construido en el Hospital de Tortosa una ampliación, en Vila de Cans. En Martorell hice una gran ampliación del hospital. Pero el primero hospital del cero, al final, lo hice en Argentina. (Me regala un libro) ahí hablo de Heca y de Mahón, de la luz y de la ventilación en los dos hospitales. Primero fue Heca, en seguida fue ese de Mahón, después el de Mollet y finalmente el de Reus.

Ahora estoy haciendo siete hospitales en Argentina, un hospital en Ecuador y terminando una reforma de un hospital en Irak. Ahora he terminado una biblioteca, he hecho un estadio cubierto y piscina cubierta. Lo que pasa es que cuando tú haces tres, cuatro hospitales importantes, te conviertes en un especialista aunque uno no quiera. En este momento de baja cantidad de proyectos, viene bien, por los menos te llaman porque de lo otro no hay nada. Lo que pasa es que lo que hago es arquitectura y a veces me toca y tengo cierta experiencia de hacer arquitectura hospitalaria, pero no soy un arquitecto hospitalario.

Yo he hecho estadio, piscina cubierta, vivienda, biblioteca, centros culturales, hospitales. Porque solo hacer hospitales es encarcelar la arquitectura, subordinando la arquitectura al tema de hospitales. A mí siempre me han dicho, cuando he estado en congresos, que en mis hospitales la arquitectura es importante. Hay hospitales que están funcionando bien, pero un poco desprecian la arquitectura. Yo creo que un hospital, primero que nada es que debe funcionar bien, pero eso no es motivo para decir que uno puede descuidar de los aspectos arquitectónicos.

Y la luz es un aspecto arquitectónico 100%. Pero eso desde la Alhambra. La luz es entendida como luz, media luz, sombra, porque la luz no es solo luz, es distintos grados de confort, de uso. Es el diseño de la luz. La Alhambra es una especie de fara roja, de cómo trabajar la luz. Yo creo que toda la historia de la arquitectura está marcada por la manera como el arquitecto maneja el espacio. Y el espacio siempre está

calificado por la luz. No puedes, en un gran espacio, no pensar como le entra la luz, como la tamiza, como la refleja. Entonces creo que el hospital es una pieza de arquitectura.

En una pieza de arquitectura, si la función está mal no es una pieza de arquitectura, es una escultura. Hay gente que entiende que la función no es importante y que lo importante es esta escultura. Yo pienso que no, que la arquitectura tiene esta doble demanda que tiene que ser útil, usable, muy bien usable, pero además ser espacial, ser espacio, ser luz, ser calidad de proporción, calidad de diseño. En la arquitectura estas dos cosas no se pueden separar. La estructura no es una solución a posteriori de ingeniería, la estructura es parte del concepto del edificio, la luz es parte del concepto del edificio. Como la diseñáis, como la manejas.

Estoy haciendo un pequeño concurso que está todo trabajado en función de la luz. Hay un patio interior central, donde dan todas las consultas con la luz tamizada. Si miras en la web, veras que en los Centros de Atención Primaria (CAP), en las escuelas, en todos estos edificios siempre la luz aparece, puntual, tamizada, fuerte, en las dobles alturas. Tengo la luz cruzada, lucernarios en los pasillos, que en general son ciegos porque dan a medianera, pero da la luz natural en los pasillos. Pienso que el diseño tiene que llegar a estos lugares. Y la arquitectura es espacio y luz.

Eloisa – ¿Y qué cuidados, que recomendaciones me darías para el clima mediterráneo?

Mario – Aquí el problema fundamental es que la luz es muy fuerte. Entonces yo, lo que hago en el clima mediterráneo es proteger la entrada del sol. No la entrada de luz, pero la entrada de sol. En verano, sobre todo en las fachada Sur. En Brasil es la Norte. En Argentina, el sol es la Norte y el Sur es la fachada fría. Acá el Sur es el sol. La fachada Sur generalmente las protejo con alero o con partesoles verticales. Muy transparentes. Pero dejo que entre la luz sin que penetre el sol, porque el sol es el que da el calor, en cambio la luz se funde sin sol, entonces hago paneles vidriados pero las protejo, o controlo la cantidad de vidrio al Sur. Al norte, al revés. Abro mucho el Norte porque la luz es indirecta. Entonces al no pegar el sol, tener mucha luz al Norte está muy bien. Entonces yo te digo que en el mediterráneo es protegerse del sol, pero abrirse a la luz. Entonces como te proteges de la luz, según la orientación, con partesoles verticales o partesoles horizontales.

Por ejemplo, yo estoy haciendo ahora en Mollet una reforma. Esta es la planta. Recubrimos el patio central y mantuvimos bastante los espacios que no son habitacionales sobre las fachadas. Esta es la fachada Sur, con las protecciones partesoles Sureste y Suroeste. Mientras que el patio interior es de ventanas, los espacios estos son más públicos y los tenemos bastante vidriados al patio. Estos son gimnasios, zonas de estar, etc. Y tenemos cortinas de enrollar para el día que quieran tamizar la luz. Hay

partes que son translucidas y hay partes que son transparentes, según la función. Estos son ventanas a la calle. Fíjate el color que tienen. Y sobre el corredor, total transparencia.

Esto es Argentina. Un hospital pequeñito. 1500 m². El criterio es el mismo. Igual, la ejecución es un poquito menos. Un gran patio central con dos naves. La parte de servicio y la parte pública. Toda la fachada, partesol. En cambio el parque al que dan los corredores es muy vidriado. Y después las habitaciones tienen estas ventanas corridas. Las ventanas corridas en los hospitales es una cuestión que tiene que ver con la iluminación y la ventilación. Las habitaciones no son todas iguales. Las ventanas horizontales tienen la gran ventaja que al cambiar la dimensión, siempre la proporción de cristal con el ancho de la habitación es siempre la misma. Si tengo una habitación estrecha, la ventana es estrecha. Si tengo una habitación grande, la ventana es grande. Ahí está la relación que la ventana vertical no te da. La ventana vertical tiene que estar muy bien dibujada con respecto al tabique. Pero los hospitales tienden a cambiar mucho. Por eso yo pongo o muro cortina o pongo ventana horizontal.

Y en Mollet lo vas a ver así. Porque es el que me permite cambiar los tabiques con 60cm de diferencia y no tener que cambiar la fachada cada vez que hago remodelación de la planta. Entonces tanto está la ventana horizontal, que es muy buena para la luz, como el muro cortina. Y el muro cortina nunca es todo cristal. Hay una parte que está trasdosada, es cristal como piel, pero hay una parte que es ciega y otra parte que es acristalada. En Mollet, vos ves el muro cortina en los espacios públicos. Te quiero mostrar la fachada de Mollet.

Mira te quiero mostrar dos cosas. Uno es este CAP, por el tema de ventilación e iluminación. Este combina la ventana muro cortina con la ventana horizontal. El CAP de Manresa. Estas ventanas, que son las del consultorio, igual que estas, son horizontales. En cambio estas que son de las salas de espera es una ventana horizontal. Entonces no me importa como es la división de las habitaciones, siempre tiene una fachada que además la puedo cambiar sin problema. En cambio, esta es la sala de espera, de muro cortina, muy vidriada. Porque en la sala de espera hay cortina y está protegida por partesoles. Pero esta es la sala pública. En cambio, las de uso son generalmente lugares diáfanos. Entonces el muro cortina en los lugares diáfanos va muy bien. En cambio donde hay mucho tabique, viene mejor la ventana horizontal. En este combino ambas cosas.

Y el hospital de Mollet es un poco lo mismo. Porque tiene esta parte que es todo muro cortina, porque esta es la parte pública, el hall general, donde están todas las circulaciones, las escaleras mecánicas, etc. Cuando empieza las habitaciones, cambia la piel a esta piel. Esta es la fachada de atrás. Fíjate que es todo de ventanas. Excepto estas que son terrazas. Esta es el interior de aquella piel en la zona libre, de estar de los pacientes, de circulaciones. Toda esta triple altura. En cambio, mira la habitación que concreta. ¿Ve que se abre? Esta ventana se abre para limpiar todos los cristales. Es la ventana horizontal. Y tiene

protección porque tiene sol. Después están estos patios, que tienen, en las zonas de habitación, esta ventana horizontal y en otros lugares son muros cortina que son a veces traslucidos y a veces transparente.

Eloisa – ¿Y este vidrio especial que has puesto?

Mario – En la fachada Sur, que es muro cortina. Este muro medio verde. El color verde viene por la lámina de plata. Visítalo, has tus propias fotos que te va ayudar para la tesis.

Eloisa – ¿Entonces cuando llegaste a hacer el Hospital San Joan de Reus has hecho otras cosas, verdad?

Mario – La asociación con Pich Aguilera fue muy interesante. Él aportó mucho de lo que sabe de sostenibilidad y también apporto mucho al proyecto ejecutivo. Él no tenía experiencia en hospitales. El proyecto hospitalario arquitectónico es un poco más mío, el proyecto mas tecnológico y sostenible es la colaboración con Pich. En las fachadas, hemos tenido que congeniar. Reus tuvo también un tema de dinero.

¿Sabes cómo es Reus? Es una gran nave con una gran calle, de ahí sales unas espigas, que son las zonas de internación. La mayor cantidad de cristal está en esta nave que tiene aspecto más público, que tiene una parte horizontal y una parte inclinada y que después tiene una protección. Tiene toda una fachada maciza, con algún espacio, para protegerle porque le daba el sol. Tenemos toda una base de cristal. Después las ventanas de las habitaciones son horizontales.

Mollet tiene más muro cortina que Reus porque Mollet tiene geotérmica y Reus no. En Reus se tuvo que hacer todo un estudio de sostenibilidad, climatológico, de iluminación y ventilación, sin geotérmica, sin tener la posibilidad de usar energía barata. Entonces se redujo la cantidad de cristal, se usó la ventana horizontal que es la ventana más eficiente, se usó cielo raso radiante, como en Mollet, además hay patios bastante generosos. Bueno, son parientes, pero digamos que uno es más tecnológico y mejor lumínicamente. Podrías visitarlo y te darás cuenta.

Mollet es fantástico! Casi es como si estuviera en un parque y estás dentro de un hospital. Para mi es mucho más arquitectónico, mucho más rico Mollet que Reus. Reus, lo que pasa es que es imponente, tres veces el tamaño. Por el tamaño, el precio y el lugar, Reus es mucho más caluroso que Mollet. Entonces, reducimos la cantidad de cristal con respeto a la cantidad que usábamos en Mollet. Las fachadas que son compuestas, que tienen la ventana horizontal, son muy similares en Mollet, con este material que es un compuesto de cemento. La otra es una chapa. Reus es chapa y Mollet es de compuesto de hormigón. Tienen la multicapas: las dos tienen el aislamiento térmico, una cámara de aire y luego el Pladur.

Ulma, es el material que lo puedes ver. Es una piel impermeable, de compuestos de resina y hormigón, ligera. Después viene cámara de aire, aislamiento térmico y Pladur. Es una cámara compuesta, ventilada. La cámara de aire esta ventilada para que en verano no se acumule calor. Y la otra, en lugar de tener Ulma, que esta fachada de resina y cimienta, es una chapa. Pero también con cámara de aire, con aislamiento térmico, terminando con Pladur, en algunos casos es Pladur y alicatado, en algunos casos es Pladur con hpn y con resina, y a veces Pladur pintado. Según el uso el último acabado es Pladur pintado o hpn o alicatado, de azulejos.

Eloisa – ¿A nivel térmico se comportan parecido?

Mario – Sí, a nivel térmico están balanceados. Se comportan parecidos a un menor coste. En este sentido Mollet es más caro que Reus por m² porque tiene geotermia. Calculando coste de construcción, es más caro Mollet que Reus. Pero Mollet va a resultar muy bueno en el consumo energético por la geotermia. De arranque, es un millón de euros más. En un tercio del hospital fue un millón de euros más. Si hubiéramos tenido que ponerlo en Reus tendría sido tres o cuatro millones. Entonces el plazo de amortización de eso es mayor. Calcula que en siete años estará amortizado y a partir de allí es ahorro puro. Mollet es más caro, se comporta mejor térmicamente y es más luminoso.

Yo creo que para una tesis como esa, tienes que ir a la obra. Si vas a tomar las muestras: Reus y Mollet. Y el Mollet que es una restauración. Es importante ver como pasa de un edificio que no tenía nada a un edificio con una fachada metálica, de Alucobond con cristal. La otra parte soleada, para preservar, hemos puesto aislamiento. Como también en un tema de renovación los temas de ventilación, iluminación, aislamiento y consumo energético se cuidan. Lo que pasa, es que en una renovación hay cosas que no se pueden implementar. Yo creo que son tres casos parecidos y a su vez diferentes. Cosas distintas: el tamaño y las fachadas. Una es más acristalada y la otra es menos.

Eloisa – ¿Y cubierta verde también se ha puesto en Reus?

Mario – En Mollet también hay zonas de cubiertas verdes. En los patios. En Reus, las cubiertas que son verdes son las de los patios, de las grandes plazas, pero las cubiertas superiores no lo son. ¿Sabe qué pasa? Todavía en España, por el clima, se necesita mucho mantenimiento. El sol es muy fuerte. La cubierta verde funciona fantástica en Inglaterra porque casi sin mantenimiento están siempre verdes. O en Escocia, en Alemania, hasta en Holanda, pero cuando venís más para el sur: Grecia, Italia, España, Portugal, las cubiertas verdes...

En Reus hemos tenido problemas con las cubiertas verdes porque se nos seca. Entonces hay que plantarlas, el sol es muy fuerte, la gente no la riega, el riego por aspersión es un coste y no lo quisieron poner. La cubierta verde es fantástica, tanto estéticamente cuanto funcionalmente, pero costosa, tanto en plantar cuanto en mantener. Entonces en Mollet es donde mejor la han mantenido. Vas a ver que están bien y están bien mantenidas. Reus hay pocas y vas a ver que están marrones. En vez de estar verdes, están marrones.

Eloisa – Y de lo que conoces de las obras de Lelé, de lo que te acuerdas, de lo que utiliza él, además de este tema de los lucernarios. ¿Qué más tú crees que se puede aplicar al clima mediterráneo?

Mario – A mí, lo que me impresionó mucho, que yo creo que para estos climas es muy difícil son los invernaderos. Es crear casi selva interior en los espacios. ¿Vos te acordáis de estos espacios? Hay espacios, que en las zonas del público hay plantas que oxigenan el ambiente. Este trabajo del espacio público como casi un jardín de invierno. De invierno porque en verano está más protegido y en invierno usa la luz. Además este verde da frescor y purifica el aire. Acá es implacable. Se necesita una superficie bastante grande, tiene que gastar mucho dinero en las fachadas. Acá no te dejan hacerlo ni de casualidad.

A mí lo que más me impresiona en este sentido es que estas en un hospital y es como si estuviera dentro de la selva, en un jardín. Es muy importante. Después todas las otras cuestiones del hospital son bastante parecidas a las nuestras. La gran innovación de los hospitales de Lelé son estas cuestiones del verde, del invernadero, del espacio público muy ambientado con plantas y muy ventilado naturalmente en algunos casos. Esto es lo más interesante de la arquitectura de Lelé. La parte hospitalaria tiene que ver con las formas de los hospitales de Brasil. Yo no encontré ningún avance.

Lo que más me sorprendió es esta rambla que yo hago y lo verde, porque las mías son bastante duras, tienen mucha luz pero no tienen casi plantas y las de Lelé van como espacios públicos. Tampoco es que conozco todo de Lelé. Pero sé que es un arquitecto que ha hecho mucho hospitales, es posiblemente el arquitecto más importante de centros de salud en Brasil y tiene esta cuestión de la purificación del aire, de la vegetación como parte interior del edificio, que nosotros la manejamos más como parte exterior.

Eloisa – Y para concluir, saber si hay alguna crítica o observación sobre el tema de la sostenibilidad en la arquitectura hospitalaria

Mario – Yo creo que en el hospital, por su uso continuado, el tema de la sostenibilidad, tanto energética, como de materiales, como renovación, es fundamental. En una escuela, meter geotermia sería una locura porque el coste no lo amortiza en treinta años. En cambio, todo lo que es sostenibilidad empieza por el diseño. Definido el diseño, tenéis que buscar el apoyo tecnológico: geotermia, cristales reflejantes,

ventilación, toda la tecnología. Pero el principal motivo inicial es el diseño, teniendo en cuenta la orientación, la cantidad de acristalamiento, de aislamiento.

Primero es el diseño, luego viene la parte de equipamiento tecnológico que apoya este diseño para hacerlo más económico. Y yo creo que el hospital es uno de los edificios que más necesariamente y más justificadamente tiene que invertir en sostenibilidad y en ahorro energético porque su uso es permanente. Durante toda su vida útil nunca está cerrado.

Un centro de salud por ahí, cierra o está abierta una pequeña parte. Una escuela, en los tres meses de verano, cuando hay más calor no está en funcionamiento. Por esto una escuela no tiene aire acondicionado. Cuando empieza a apretar el calor, se acaban las clases. Tiene buena ventilación, renovación de aire, tiene muy buena calefacción, sí, porque en invierno pasa frío, pero no tiene aire acondicionado. Una por los chicos y otra porque no es tan necesario como en un hospital.

Entonces en un hospital, te digo, este criterio de sostenibilidad es cada vez más importante. Inclusive no solo sostenibilidad en términos del ahorro sino también de la durabilidad. Hay gente que cree que hacer sostenible el edificio, o ser sostenible, es bajar el coste, pero en los hospitales esto es pan para hoy y hambre para mañana. Los hospitales duran y duran mucho tiempo y se transforman. Entonces tienen que durar y los materiales tienen que ser los más duraderos y transformables posible.

Uno de los temas, que no va con tu tema de doctorado, pero para mí es importante es que el hospital cambia constantemente. Yo he tenido que cambiar diseños interiores de hospitales antes de terminar la obra porque entre que se hizo el proyecto y se terminó la obra han pasado cinco años. Y cambiaron criterios o cambiaron equipamientos, entonces he tenido que reformar el hospital en construcción. Entonces es muy importante saber cuáles son las partes duras del hospital que no tienen que cambiar y cuáles son las partes que tienen que ser muy blandas para poder cambiar, con el menor coste y la menor dificultad posible.

Es por eso que nosotros hemos hecho el taller del suelo técnico entre medio para poder cambiar y hacer intervenciones sin parar el hospital, tratando que las instalaciones por plantas sean las menos posibles para hacer todas las grandes máquinas y la cubierta la menos expuesta posible. La cubierta es un tema también de mantenimiento y de sostenibilidad. Las máquinas de intemperies aguantan menos que una máquina de interior. Entonces, es un invento que Mollet lo tiene. Este entresuelo técnico, que lo hice también en Argentina, es fundamental.

En Mahón no me dejaron hacer y ya ha tenido problemas. Cada vez que hay que cambiar la instalación tienen que romper el falso techo y parar. Yo te puedo cambiar toda una máquina sin que se pare el

hospital, excepto cuando tenga que pinchar la habitación, pero el trabajo gordo lo hago sin parar el hospital. Y además las maquinas interiores están mucho más protegidas de las intemperies, del granizo, del viento, de la tierra. Hay filtros que en zona muy ventosa y con mucha tierra, hay que cambiarlo cada dos meses y si están en interior y la tierra no le entra, te puede durar seis, ocho meses.

La sostenibilidad es bastante compleja. La gente piensa que sostenibilidad es poner cuatro placas solares, pero sostenibilidad tiene mucha, mucha tela porque tiene que ver, otra vez en los hospitales más que en ningún edificio, con el mantenimiento. Entonces el tener forma de mantener el hospital sin parar el hospital es fundamental. Parar una ala de servicio, descompagina todo un hospital. Y todo tiene que estar, por ejemplo: quirófanos, siempre son grupos de quirófanos, cuatro, seis, ocho, diez, nunca poner un quirófano.

Por ejemplo: En la renovación del Mollet viejo, hay un solo quirófano. Porque los quirófanos reales son los del Mollet nuevo. Aquí, es para que los residentes sanitarios hagan pequeñas intervenciones, por si tiene un problema, si hay un brazo que hay que acomodar, cosas leves. Entonces, hay un quirófano muy bien, pero hay uno porque el uso es puramente ocasional. En cambio, el otro hospital tiene seis quirófanos en batería para que, si tenéis que renovar dos quirófanos, podéis seguir usando los otros seis, entrando por el pasillo sucio. Los hospitales tienen muchas cuestiones de este tipo.

¿Ahora, tú estás hablando de iluminación en toda la arquitectura o no?

Eloisa – En hospitales.

Mario – En Reus, se hizo lo mismo. Esto también tuvo que ver con dinero. Así como en Mollet todo está ventilado naturalmente, en Reus ni todo esta ventilado naturalmente. Ni ventilado ni iluminado naturalmente. Por ejemplo: las consultas en Mollet son así: acá está la sala de espera, acá esta la consulta y esto es patio. Entonces todas las consultas ventilan naturalmente a patios que son abiertos. El área de espera no ventila naturalmente, pero tiene luz porque acá hay una caja de cristal que permite que cierta luz natural le llegue.

En Reus, el tema es así: una sala muy alta. Esto son casi siete metros, acá están los equipos. Esta sala alta tiene luz por los laterales y esto es todo cristal. Este es el pasillo técnico. Las salas de espera están acá. Y estas no ventilan a ningún lado naturalmente y ni están iluminadas. Todo esto es cristal. Le entra la luz por la nave. Esto está ventilado al exterior. Entonces, entre estos dos criterios, yo prefiero el de Mollet, pero por ahí el *Servei* ve esto más eficiente o más económico. Te lo dejo para ti que lo analice y vea cual es el más eficiente.

Reus lo que sí que tiene, aunque Mollet tiene esta triple altura, en Reus hay acá las internaciones y esto es el gran espacio. Entonces tengo una cubierta así. Esto es cristal y esto es cristal. Se produce una ventilación cruzada en altura. Y estas son las naves que luego tienen los patios. Esto es la sección así, pero por acá tiene ventilación cruzada. También esto es muy eficiente. Yo he hecho los dos con lo cual soy muy neutro en el sentido de decir que el mío es mejor que el otro. Los dos lo he hecho yo. Son criterios distintos inclusive impulsados por el *Servei Catalán*.

A mí me parece más eficiente este (Mollet), pero quizás en el tamaño que tenía este (Reus), que es tres veces este, está bien. El tamaño influye muchísimo. ¿Viste este hospital chiquitito que te mostré? Claro es toda planta baja, tiene un patio central, circulación y tchau, no tiene más historia, porque tiene 1500m². Reus tiene 100.000 m² y Mollet tiene 30.000 m².

(Me enseña el libro del hospital Mateo Orfila en Menorca, anterior a Reus y Mollet, enseña plantas y explica la teoría de los hospitales horizontales x hospitales verticales)

Eloisa – ¿Y entonces porque el hecho de cambiar el concepto del hospital de vertical a horizontal?

Mario – Si hay espacio, el horizontal te simplifica, pero nadie recoge todo el hospital. Uno va a la consulta, a visitar un paciente o va a un área. Entonces, el horizontal no depende de los ascensores. Yo sigo defendiendo el hospital horizontal que es mucho más fácil de ampliar, de transformar, de construir y de usar. Con muchas más posibilidades de tener iluminación y ventilación.

La placa tiene también buenas posibilidades de iluminación y ventilación natural, porque está en el aire, pero la complicación de la placa es que nunca tiene suficiente batería de ascensores para bajar la gente. La dependencia de la batería de ascensores es grande. El consumo energético de un hospital vertical es mayor que el consumo energético de un hospital horizontal porque hay muchas cosas que se tiene que mover mecánicamente. El mantenimiento de una fachada vertical es mucho más complicado que de una fachada horizontal. Todo se complica. Pero hay momentos en que no hay terreno y el hospital tiene que estar ahí.

Annexo D

Entrevista – Arq. Jordi Paris

Hospital Sant Joan de Reus

29/08/13 - Barcelona

Jordi - En los años 60-70 hubo una arquitectura hospitalaria aquí muy funcional, en todo sentido de la palabra. Los hospitales como Bellvitge, Vall d'Hebron, todos estos grandes hospitales, al final estaban muy centrados en el acto médico, pero a nivel de eficiencia energética había poca reflexión. Son hospitales muy cerrados. No eran como los hospitales antituberculosos, muy pensados en el paciente, si no que estaban pensados en la curación del paciente como acto médico. Pero no como edificios arquitectónicos capaces de incidir en la curación del paciente también desde la arquitectura, que es lo que Aalto, por ejemplo, en el famoso sanitario pensaba. Y, poco a poco se ha ido trabajando en este sentido.

Aquí en Catalunya, el primero cambio de modelo se produjo cuando el Gobierno de la *Generalitat* de Catalunya quiso impulsar el *CatSalut* y algunos buenos arquitectos empezaron a trabajar para el Gobierno de Catalunya. Por ejemplo, un edificio que en su momento fue una referencia a nivel tipológico, fue el edificio de Elías Torres y Martínez Lapeña de Mora d'Ebre. Es un pequeño hospital en Mora de Ebro, donde ahí hay unos patios y una voluntad de que la arquitectura también forme parte de este proceso de curación, o del hecho de que el paciente pueda tener unas condiciones a nivel de radiación solar, a nivel de protección, a nivel de sombra y a nivel tipológico también. Para *CatSalut* marcó el principio, seguramente, de una nueva era.

Nosotros, la verdad, es que en el despacho, hemos hecho una evolución, que no es una evolución de proyectar edificios sanitarios y cada vez hacerlos de modo más eficiente. Si no que, en nuestro despacho, aunque habíamos hecho unos pequeños edificios sanitarios hace unos años, la primera gran experiencia fue el hospital de Reus. Y lo que hicimos es aportar a este edificio todas las reflexiones que habíamos hecho durante todos los años que habíamos construido básicamente otros tipos de edificios.

Nosotros, como despacho, estamos especializados en eficiencia energética y procesos constructivos industrializados. Por tanto, en este edificio, en Reus, hicimos una colaboración conjunta con Coreamoran, que ellos sí que tienen mucha experiencia en tipología hospitalaria y por tanto unimos un conocimiento importante a nivel de funcionamiento del hospital con un conocimiento importante a nivel de eficiencia energética. Con lo cual, sumamos un equipo interesante que nos permitió diseñar este edificio con altos niveles de eficiencia y de confort, al mismo tiempo garantizamos su funcionamiento como hospital.

Entonces, si quieres, te puedo pasar un *power point* para explicarte un poco el hospital. Supongo que algo debes haber visto, pero, creo que va a ayudar.

Esto está en Reus, no sé si has tenido ocasión de ir. Esto está relativamente cerca del aeropuerto, si algún día vas. Está en uno de los accesos principales de Reus, la via de Bellissens, y se sitúa Norte-Sur. Con una fachada Norte vinculada a esta pequeña autovía de acceso y a Sur con un nuevo paseo, que teóricamente lo van a urbanizar todo el nuevo barrio al Sur. De momento está un poco parado, pero es este barrio de aquí.

El edificio se compone de este elemento horizontal que está inclinado, que le llamamos La Rambla, como espacio de paseo y comunicación, que es donde se producen todas las circulaciones públicas del hospital. Entonces, a Norte hay otra circulación, paralela a esta, que es la técnica y por tanto el edificio se organiza mediante el cruce, la conexión entre la circulación pública y la circulación técnica (médicos). Es una circulación muy clara.

Este espacio interior, protegido por esta cubierta inclinada tiene a Sur unos pabellones que son espacios comunes de cafetería, auditorio, oratorio, universidad y gerencia que son estos elementos que hay aquí, bajo los cuales hay un parking. Y tenemos tres plantas rectangulares que son la planta baja, que básicamente son consultas y los dos sótanos. Un sótano donde hay la zona quirúrgica y el último sótano que es logística, almacenes. Por tanto tenemos planta baja y dos sótanos. Esto está enterrado porque tenemos el aeropuerto cerca y no podíamos subir demasiado la altura del edificio. Y luego tenemos seis barras que es donde hay las habitaciones de los enfermos. Es muy grande. Todo el complejo tiene 100.000m², pero la organización es muy sencilla.

Aquí tenemos la planta baja con la urbanización y aquí se ve la voluntad de incorporar vegetación en todos los espacios exteriores posibles. Una vegetación de plantas que consumen poco agua. Todo esto aquí está en la planta a nivel de calle y estos aquí están en nivel encima de la planta baja, donde hay unos patios accesibles desde las habitaciones, donde hay también unos pequeños jardines para estar al exterior aunque la gente esté dentro del hospital, para poder salir a un espacio exterior y ver el paisaje. El paciente tiene acceso por unas rampas y los visitantes también.

Aquí vemos toda la zona de circulaciones técnicas. Esta circulación es la pública, la Rambla. Y aquí vemos como la circulación pública y la técnica son como dos peines que encajan, de modo que estos son las salas de espera de las consultas, estos son las consultas y los médicos van por dentro. De modo que no se cruzan los médicos con los pacientes. Esto hay países donde no es así, pero aquí, en general, se intenta evitar que los médicos y los pacientes utilicen la misma circulación. Por eso desde la circulación pública salen las salas de espera de las consultas y desde la circulación técnica, los pasillos a las consultas.

En planta: Aquí hay una de las dos plantas con las habitaciones, con unos jardines entre medio. Aquí hay una planta técnica debajo de las habitaciones, donde hay los climatizadores. Esto es el primer sótano, donde hay básicamente el área quirúrgica, diagnóstico por imagen, quirófanos, hospital de día, urgencia, todos estos paquetes de atención al enfermo. Y debajo hay un parking de ambulancia, farmacia, almacenes, todas estas cosas.

En sección: Este edificio se puede ver aquí claramente los patios, como aportan luz hasta el último sótano. Esto es importante. La iluminación natural llega a todos los lugares del edificio. Los patios son estos elementos de aquí. Este es el último sótano, que se ve que prácticamente todos los paquetes importantes tienen iluminación natural. Y luego, aquí vemos los dos sótanos, la planta baja con doble altura, las barras de internación de los enfermos y esto que es La Rambla, que es lo que comunica todas las circulaciones públicas de sótano -1, planta baja, primera y segunda.

Aquí vemos, aunque está enterrada, realmente el sótano -2, en la fachada norte, recibe ventilación natural y luz natural. Hay este talud, aquí hay un paquete de instalaciones de producción energética y aquí hay un carril exterior de circulación de médicos. Con lo cual toda esta fachada es realmente una fachada exterior. Aunque la hemos enterrado por el tema del aeropuerto, tenemos luz natural y ventilación natural por toda esta fachada. En los laterales, pasa un poco lo mismo, el sótano -1 está, mediante un patio inglés, en el perímetro, abierto con ventanas y por tanto puede tener la iluminación natural tanto en un lado como en el otro. Y aquí, vienen también todos los patios que van bajando. Tenemos dos sótanos, la planta baja, la semi-planta técnica que está debajo de las barras de internación y las dos barras de internación.

Hay diferentes estrategias a nivel de eficiencia energética. Una importante, es que la temperatura de confort se zonifica según la necesidad de cada zona. Por tanto, en la rambla de acceso la temperatura de confort es una temperatura mejor que la exterior, pero no tan restrictiva como la interior del edificio y, por tanto esa temperatura permite solucionar los problemas de temperatura sin aportar demasiada energía. En este caso, sin aportar energía. Luego pasamos a otro gradiente de temperatura que es la zona de salas de espera donde la gente ya se ha sacado el abrigo, ya se ha sentado y la temperatura es un poco mejor, es un poco más afinada, gastamos un poco más de energía. Y finalmente tenemos, por ejemplo, el interior de las consultas que la temperatura es la que se necesita exactamente porque en este espacio la gente se puede desnudar y, entonces, aquí sí que gastamos toda la energía necesaria para llegar a los 22-25°C, los que sean, grados en cada momento.

Por tanto, los espacios más grandes, como el acceso, son los que necesitan menos energía, los intermedios, necesitan poca energía y las cajas pequeñas, que tienen poco volumen de aire, que son las consultas, son las únicas que realmente consumen mucha energía en esta planta baja.

Esto es importante porque estas pequeñas decisiones al final son las que ahorran mucho dinero porque si vas a los hospitales normalmente entras en el vestíbulo y realmente ya estas a 22°C. Incluso a veces es molesto porque si hace calor en la calle y entras de modo muy directo a un espacio frío, pues este contraste térmico es menos confortable que tener un gradiente de temperaturas, que poco a poco te va adaptando la temperatura corporal desde un calor exterior hasta un fresco interior.

Tenemos también la optimización de la ventilación, donde es posible. Esto lo vamos a hablar mejor con el ejemplo de la Rambla. Bueno, siempre que ha sido posible se ha optimizado la ventilación natural y la iluminación natural. Elementos constructivos industrializados, construcción en seco para evitar residuos y minimizar la energía durante el proceso de fabricación del edificio, cubiertas vegetales.

Eloisa - ¿En este caso la cubierta (vegetal) es la que está sobre la planta baja?

Jordi – Sí, estas son vegetales.

Eloisa - ¿La de arriba no, verdad?

Jordi - No, por el tema económico. Finalmente la cubierta vegetal solo era en los patios. El control de puentes térmicos, aislamientos térmicos, el control de la radiación. Eso lo vamos a ver algún ejemplo después. A nivel de producción de energía pues, utilizar las bombas de calor en lugar de calderas; *Free cooling*, que es recircular el aire exterior dentro del sistema de refrigeración, en lugar de enfriar el aire cuando hace aire fresco por la noche. Por ejemplo, del exterior, coger este aire y utilizarlo. Diferentes estrategias.

El edificio, que lo comenté antes, el tema del montaje en seco, elementos industrializado y semi-industrializados. El uso, en lo posible, de materiales naturales y reciclados.

Eloisa - ¿Qué se ha utilizado de material reciclado?

Jordi – Se ha intentado utilizar al máximo, no solo materiales, como por ejemplo, el hormigón de la solera, la arena y la grava de la solera era hormigón triturado y también se utilizó, por ejemplo, agua del nivel freático. Se utilizó para hacer todo el hormigón de la obra, en lugar de coger agua potable de la red. Lo que se hizo fue: analizar el agua que había en el subsuelo, se hizo una planta hormigonera al lado del solar y se fabricó todo el hormigón sin uso de agua de red. Y luego, se ha priorizado materiales que sean, en la medida del posible, respetuosos con el medio ambiente. Lo que pasa es que aquí hemos tenido que negociar con la empresa constructora porque había unos que no se podían incorporar finalmente.

Este fue proyecto y obra, o sea, que nosotros participamos del concurso conjuntamente con la empresa constructora. Entonces, definimos unas calidades en el concurso, que es lo que finalmente construimos.

A nivel de iluminación, unos patios que habíamos visto antes para que la luz entre. Esto de la luz es importante no solo por un tema de ahorro energético como también por un tema de ahorro climático. O sea, si las luces interiores pueden estar apagadas, automáticamente no solo no consumen electricidad sino que no se calientan. Y por tanto no se necesita más energía térmica para compensar la temperatura que producen estas iluminaciones. Por tanto, si hay luz exterior suficiente, no se encienden las luces interiores.

Además, el hecho de relacionar la mayoría de los espacios del hospital con luz natural permite, no solo a los pacientes, sino también a la gente que está trabajando ahí, de tener una relación con el grado de iluminación exterior. Está demostrado que estos cambios de luz que se producen durante el día aportan confort respecto a una iluminación continua de luz artificial porque el ciclo del día y la noche permite trabajar con menos desgaste. Sobre todo con menos ansiedad. Es mucho más confortable. Por tanto, la presencia de la iluminación natural dentro del edificio, y es un edificio muy grande, nos permite muchas cosas a la vez: ahorro eléctrico, ahorro climático y también mejora de las condiciones de trabajo de los usuarios, de los trabajadores y mejora de la percepción.

Otro tema importante es la gestión inteligente de los sistemas de climatización e iluminación. Es importante que tengan un sistema de gestión domótica, para entendernos, que controle todos los aspectos importantes por donde se producen los consumos, para poder minimizarlos. Por tanto, si hay contadores suficientes y están centralizados, la información llega a un ordenador y se pueden establecer unos balances de qué departamentos o qué zonas están consumiendo más, o la evolución de estas zonas. La acción para reducir costes es mucho más eficaz que si el hospital tiene un contador general y la gente gasta lo que quiere. Por tanto, es la información, la gestión y el hecho de que, por ejemplo, durante un tiempo al día o a la semana que un espacio no se usa, automáticamente se apagan las luces. Pues esto son mejoras que, con un sistema de gestión centralizado, se pueden conseguir de un modo relativamente fácil y que al largo del año producen ahorros importantes.

Eloisa - ¿El usuario tiene la posibilidad de controlar el gradiente de iluminación, o la ventilación, a través de la apertura de una ventana?

Jordi – Aquí, en las habitaciones, se decidió optar por un sistema de ventanas cerradas para ahorrar energía. Con lo cual, el usuario no las puede abrir, como pasan en los autocares, para que no se produzcan movimientos descontrolados del aire. Pero en cambio, sí que tiene un cierto margen en la regulación del aire de entrada, del aire de renovación de la habitación, para que este aire sea un poco mayor o un poco

menor. A nivel térmico, que este aire sea un poco más fría o un poco más caliente. Por tanto, el usuario puede controlar hasta cierto punto la temperatura de la habitación, pero en cambio no puede abrir la ventana porque esto produce pérdidas importantes.

En las habitaciones, un sistema que se aplicó a nivel de eficiencia energética fue el techo radiante, frío y caliente. No sé si sabes cómo funciona. Circula agua fría o caliente y por tanto el techo se convierte en emisor, como si fuera un radiador a baja temperatura. De modo que, por un lado es muy eficiente con sistemas de producción de energías alternativas, con placas solares térmicas, etc. Con poca temperatura se puede conseguir una gran eficiencia en el calentamiento, enfriamiento del espacio. Son más eficientes que, por ejemplo, un radiador.

Al ser un sistema de agua, es más sencillo transmitir esta energía que con aire. Porque el aire siempre ocupa mucho volumen. En un hospital, en una habitación, donde el paciente está estirado, es muy cómodo porque la radiación le cae directamente, tanto la fría como la caliente, homogéneamente en todo el cuerpo, que está siempre a la misma distancia.

Y en el caso de un hospital es especialmente interesante porque si aportamos buena parte de la energía con la radiación, esto nos permite que el aire que circulamos sea estrictamente el necesario para su renovación, para la ventilación. Por tanto, reducimos drásticamente el volumen de circulación del aire por las habitaciones. Esto en un hospital, donde hay enfermos con distintas enfermedades, algunas de las cuales son enfermedades contagiosas, virus, etc. Si hay menos volumen de aire circulando, es mucho más seguro porque reducimos el número de virus que está circulando por el edificio. Menos infección cruzada.

Por tanto, entre que cerramos las ventanas, controlamos la posición del aire y que reducimos el volumen de aire en circulación, pues esto está mejorando no solo en confort, sino también la seguridad de los usuarios del hospital.

Esto de cerrar las ventanas, además, nos ayuda porque en el clima de Reus, así como en buena parte de Catalunya, en verano hay días que puede haber una temperatura exterior caliente con mucha humedad. Si el techo está frío y esta humedad nos entra por la ventana directamente, de un modo brusco, podría pasar que esta humedad, al tocar la superficie fría del techo, podría llegar a condensar y, por tanto, el techo se podría llenar de humedad. Siendo así, es un motivo más que nos incitó a cerrar estas ventanas.

En cambio hay otros espacios del edificio, concretamente la Rambla, en el cual optamos directamente por la ventilación natural. No hay ningún tipo de instalación para la climatización de este espacio. No hay aportación directa ni de frío ni de calor. Por tanto, es un espacio que no consume energía calorífica de ningún modo. No hay ni radiadores, ni aire acondicionado, ni nada. Sencillamente, con una ventilación

natural o forzada de aire exterior y la propia configuración del espacio, a nivel de materiales y geometría, es suficiente para obtener el nivel de confort a que está destinado este espacio de circulación.

Eloisa - ¿En invierno, por ejemplo, se aprovecha la radiación solar para calentar?

Jordi – Sí! Ahora lo veremos. A nivel de elementos de construcción eficaz, de tecnología constructiva, tenemos unos forjados muy finos, de 35cm con 13,5m de luz entre pilares. Con lo cual, con poco hormigón conseguimos grandes espacios. Esto se consiguió porque es un sistema pos-tensados, con unos cables interiores que se estiran y permiten que este forjado con un ancho convencional, pueda aguantar en lugar de 5-6 metros, pues pueda aguantar 13 metros.

Tenemos elementos industrializados como paneles de hormigón. Todo lo que hemos podido, lo hemos fabricado en taller. Porque en un taller, al ser una industria, tienes un mayor control de residuos, menos uso de materiales, de agua, unas temperaturas de trabajo más controladas y por tanto unos niveles de acabados superiores, además de mayor seguridad en la obra. Y todo eso es positivo. Hay quizás un poco mas de energía del transporte, que si se construye aquí, porque los materiales vienen de la fábrica hasta este solar. Pues si la fábrica no está muy lejos, compensa absolutamente el hecho de poder montar el edificio, en lugar de construirlo todo en la obra. Esto nos permite también reducir el tiempo de ejecución. Así, estoy trabajando en muchos sitios a la vez y en la obra solo se monta. Estas son estrategias que utilizamos a menudo en nuestros proyectos.

Estos son los baños del edificio. Los baños del edificio se montaron en una industria y vinieron terminados, con el inodoro, con el espejo, la luz. En un baño, generalmente pasan todos los industriales de una obra. A partir de la estructura, ahí tienen que pasar el de la pared, el de la electricidad, el del agua, el de los accesorios, el del techo. Por tanto, en un espacio muy pequeño, tiene que pasar mucha gente. Y cuando pasa mucha gente por un espacio durante una obra, si uno se retrasa, el otro no puede entrar. Aquí teníamos que hacer trescientos baños. Habría sido prácticamente el doble de tiempo si lo hubiéramos hecho en modo convencional. De este modo, se ha hecho como si fueran coches y cuando el coche está terminado, se pone aquí, se conecta y ya está.

Aquí es la zona Norte, con estos elementos en voladizo que sobresalen volumétricamente hacia esta carretera. Esta es una visión en construcción de los patios interiores. Como ves, en toda esta parte superior son elementos muy ligeros de chapa, con una fachada ventilada también de chapa. De modo, que la fachada ventilada nos permite que el panel de aislamiento interior no se caliente ni se enfríe tanto porque está siempre en sombra y trabaja mucho mejor. La fachada ventilada utilizamos en todas las partes que están expuestas. Las plantas de arriba, todas son fachadas ventiladas, incluso el plano inclinado también es una fachada ventilada ligera de hormigón.

Eloisa - ¿La inclinada está cara Sur y esto está cara Norte?

Jordi - Las barras de interacción están Este y Oeste. Tenemos también unas lamas, esto es la fachada ventilada de chapa y a Este-Oeste tenemos unas lamas para proteger. Esta es la construcción de la estructura metálica de la fachada inclinada, con estos perfiles en “V” metálicos, que se montaron aquí, que son los que aguantan estos elementos. Aquí estamos viendo desde un balcón. Se ven los huecos de la cafetería, del auditorio, etc. La conexión con el sótano, que también es de circulación pública. Aquí estamos en uno de los dos balcones de internación.

Esto es una visión desde abajo y esto es la visión del espacio terminado. Este espacio funciona así, sin climatización, mediante varias estrategias. Una primera estrategia es el hecho de que está inclinada (la cubierta) y el cristal de abajo también está inclinado. De modo que el sol, en verano, no entra prácticamente nunca. Aquí no está inclinado porque es la cafetería.

En verano, que el sol es muy vertical, no permite que la radiación solar entre aquí dentro. Por tanto todo esto siempre está en sombra con unas pequeñas aberturas que están muy controladas y prácticamente no aportan casi radiación. En cambio, en invierno, el sol nos entra prácticamente hasta el final y nos calienta el pavimento de piedra. Con lo cual, en invierno, tenemos un aporte muy importante de radiación, que como está muy aislado y con el cristal, se convierte en un efecto invernadero que permite que el espacio sea suficientemente confortable como para no tener que climatizar.

Además, tenemos esta fachada inclinada que tiene un buen aislamiento y luego tiene la fachada ventilada que lo protege de la radiación solar en verano, por tanto en verano prácticamente no hay aporte de radiación exterior.

Y también tenemos la forma. Esta forma de chimenea nos permite concentrar en esta parte de aquí la temperatura en verano, que es el problema que teníamos más importante. Tenemos una bolsa de aire caliente, que se va acumulando aquí. El aire sube y se acumula arriba. Y cuando está suficientemente llena de aire caliente, que todavía no afecta a la zona de uso, con unos extractores ventiladores se le saca. Se para estos ventiladores y el aire se puede ir manteniendo a un cierto nivel de confort. Abajo hay unas ventanas que, cuando se activa esto, se abren y se cambia el aire muy caliente de aquí con el aire menos caliente de esta zona.

Eloisa - ¿Pero esto es solo en momentos puntuales?

Jordi - Sí, solo cuando es necesario, que básicamente es en verano. Y esto está automatizado.

Es por esto que hace más de dos años que está en funcionamiento el hospital y no ha habido ningún problema con este espacio, aunque no tenga ningún sistema de climatización. Hay también unas placas solares que dan un poco de sombra sobre la fachada ventilada. Y estas placas solares fotovoltaicas producen electricidad. Están en el plano inclinado.

Para garantizar que esto funcionara y no poner en este espacio ningún tipo de climatización, lo que hicimos fue enseñarlo mediante la comprobación de unos cálculos de CFD que nos permitieron saber con las diferentes condiciones del edificio, tomar decisiones y ver realmente cómo se comportaba el aire a nivel de temperaturas, a nivel de velocidades. Y, por tanto, pudimos determinar cuáles eran los puntos delicados y corregir algunas decisiones.

Por ejemplo, mediante estos análisis, vimos que era importante cerrar la conexión entre este espacio y el resto del hospital. Pusimos aquí unas puertas para que el aire climatizado del hospital no entrara dentro de este espacio de circulación. Porque si no, entonces, realmente lo estábamos climatizando, corriendo aire del resto del hospital, entonces no ganábamos nada. Básicamente radiación, temperaturas del aire, pero no temperaturas puntuales, sino como circula, como se acumula y la velocidad de circulación del aire. En los espacios grandes es importante este tipo de análisis.

Y por tanto, conseguimos un espacio de 250 metros de largo, que trabaja como una calle exterior. Pero pudimos conseguir, aunque cerrando esta calle, que pudiera funcionar bien tanto en invierno cuanto en verano, sin añadir ningún tipo de energía.

En este espacio tenemos unas tiendas en planta baja, ascensores... Realmente en un día normal está lleno de gente y hay mucha vida.

Eloisa - ¿Y por estas ventanas entra luz natural?

Jordi – Sí, entra un poco de luz natural.

Eloisa - ¿No hay iluminación artificial en esta zona?

Jordi - No. Hay solo unas luces aquí que se activan durante la noche y en los pasillos también hay luz artificial, porque hay horas que se necesita. Realmente hay un nivel de luz suficiente para cada espacio. No hay ni más ni menos. A veces se ilumina mucho y cuando entra mucha luz, normalmente está entrando mucha radiación. Esto se tiene que compensar. Aquí, en las zonas de circulación, hay lo

suficiente como para tener una sensación agradable y como para estar bien. Pero no hay ni un lumen más de lo necesario, si no esto nos está aportando problemas a nivel térmico.

Es importante encontrar el equilibrio. Es malo iluminar poco, pero también es malo iluminar demasiado, a nivel de consumo e incluso de confort. Y al exterior, también hay poca iluminación. El auditorio tiene una chapa perforada que permite que sean los mismos volúmenes del auditorio y cafetería los que iluminen la urbanización. Y prácticamente no hay luces artificiales. Hay apenas unas pequeñas luces ledes de posicionamiento. Esta iluminación que sale por aquí y la iluminación de estas fachadas, a nivel interior. Pero realmente, a nivel de iluminación exterior, hay muy poca. Estos son los patios, que comentaba antes, que están pintados de blanco y que permiten que la luz baje bien hacia los sótanos del edificio. Aquí hay estas plazas con las rampas para que puedan bajar.

Eloisa - ¿Lo que me has enseñado antes, están abiertos por arriba?

Jordi – Sí, son estos agujeros de aquí. Estos agujeros grandes son los patios. Y los pequeños son lucernarios, que no están abiertos.

Estas tienen rampas, cada dos barras se reúnen en esta plaza para que sea de utilización de los pacientes y las otras son solo accesibles a nivel de mantenimiento. Las rampas van hacia uno de cada dos. Eso nos sirve también, aparte de que hay un poco más de densidad, también porque salir a un jardín y estar solo, normalmente, no es muy agradable. Siempre es mejor que haya gente. Las plazas y los jardines, que haya al menos alguien más. También nos permite coger aire de los climatizadores que hay aquí debajo. Cogerlo en los jardines donde hay gente y expulsar el aire sucio por el otro lado, por las zonas donde no hay gente. Y, por tanto, no hay nunca esta sensación de que estas en un jardín y te sale el aire caliente de un climatizador.

El tema de la cubierta vegetal... bueno aquí no hay margen del lateral de este edificio. Esta es la cafetería y estas son las salas de espera con los patios. Las consultas son estas cajas que hay entre patios. Aquí intentamos dar una cierta dimensión al espacio para no tener salas de espera demasiado pequeñas. Esto también es de la planta baja. Estos son los lucernarios que veíamos antes. Esto es una zona de rehabilitación, con árboles en los patios. Y esta es la visión desde la carretera con estos volúmenes que marcan un poco el ritmo.

Eloisa - Muy bien! Todo se ve muy bien pensado

Jordi – Sí, la verdad es que conseguimos que las ideas que habían en el concurso, mantenerlas hasta el final. Esto fue importante porque, claro, la empresa constructora intentaba no gastar más que lo

estrictamente necesario. Pero, al final, conseguimos. Todos los puntos importantes, nos los respetaron y pudimos construir el edificio. Se podía haber hecho alguna cosa mejor, pero yo creo que conseguimos este edificio con un nivel de consumo energético y un nivel de confort por parte del usuario, que yo creo que está en la franja alta de lo que hoy en día se hace en construcción hospitalaria.

Este edificio costó unos €1400/m², lo que realmente es poco. O sea, sin impuestos. Pero, normalmente estos hospitales están en €1600/m², €1800/m². El Sant Pau, por ejemplo, costó €1900/m². O sea, con pocos recursos, conseguimos del orden de 35% de ahorro. Solo en la Rambla, por ejemplo, el hecho de que ahí no hay ningún consumo, esto es un ahorro importante. Y luego las pequeñas decisiones, sin utilizar grandes sistemas activos, a nivel de instalaciones. Son instalaciones que están bien, pero no hay geotermia, no hay sistemas muy caros. Hay lo suficiente.

Yo creo que en este sentido es importante esta apuesta por la arquitectura, por los materiales, por la geometría, por la orientación, porque con estos elementos activos, cuando dentro de veinte años tengan que renovar las máquinas, pues seguramente van a poner máquinas mejores pero el edificio va continuar funcionando igual de bien. A veces se hacen sistemas muy caros, a nivel de instalaciones y no se hace el suficiente hincapié en la parte pasiva de la arquitectura. Este edificio cuesta lo mismo o más barato que edificios similares y, en cambio, consume mucho menos. Si hubiéramos llegado a €1900/m², usando sistemas activos potentes, este edificio casi no consumiría.

Es importante a la hora de diseñar, priorizar las estrategias pasivas, como la Rambla por ejemplo, antes de diseñar un espacio que necesita mucha más energía y luego compensarlo con muchos elementos que, aunque sean muy eficientes, están aportando temperatura durante toda la vida útil del edificio.

Eloisa - ¿Entonces los paneles fotovoltaicos donde están? ¿En esto que está inclinado?

Jordi – Sí

Eloisa - ¿Y los solares térmicos donde están?

Jordi – Finalmente no hay solares térmicos, porque en los hospitales, como hay una producción muy importante de agua fría, porque son espacios donde se necesita bastante climatización en quirófanos, la producción de agua fría automáticamente implica un residuo en forma de agua caliente. Con lo cual, aquí tenemos mucha producción de agua caliente que podemos utilizar para el agua caliente sanitaria.

En ningún momento necesitamos placas térmicas porque, especialmente en verano, que es cuando funciona más, ya tenemos mucha producción de agua. Entonces lo que decidimos es que en lugar de hacer

algunas térmicas y algunas fotovoltaicas, hacerlas todas fotovoltaicas, que son las que hay aquí en fachada. Al principio había más en proyecto, pero que al final quedaron a la mitad. Las líneas estas, algunas son ventanas y algunas son placas solares. Y luego hay en la cubierta de arriba un campo de placas fotovoltaicas.

Eloisa - ¿Y entonces con este agua caliente que circula se hace un intercambio con el agua sanitaria?

Jordi – Sí

Eloisa - ¿Y es también el agua que circula para hacer el techo radiante?

Jordi – Sí

Eloisa - Y sobre el análisis del CFD. ¿Cuál es el programa?

Jordi – El CFD es el nombre genérico. Ya te pasaré el nombre del programa.

Eloisa – Lo que me comentabas es que ahí se ha puesto todas las ideas que se habían experimentado en proyectos más pequeños o cosas que se imaginaba que podría funcionar. ¿Hubo alguna idea que se quiso poner en práctica y al final no se ha utilizado, que se ha quedado por el camino?

Jordi – Sí, por ejemplo, queríamos utilizar aguas grises, pero finalmente por un tema de precio, y también por un tema de un cierto recelo, para evitar posibles contaminaciones de gérmenes que con las aguas grises no pudieran estar suficientemente filtradas, elementos muy concretos. Hay material radioactivo, hay toda una serie en este tipo de hospitales, o gente con enfermedades muy contagiosas. Pues, finalmente, esto decidimos no ponerlo. Tampoco era fundamental, por tanto esto es un tema que cayó, que no pudo ser.

El número de placas en la fachada principal también se disminuyó; el número de árboles que estaba previsto plantar, también se disminuyó. El mobiliario en las cubiertas de arriba, también estaba previsto poner papeleras y banco y al final no se pudo poner. Pero bueno, estos son temas secundarios, que en cualquier caso, alguien puede llegar a poner. Poner una papelera, poner un banco es siempre posible. Pero en cambio, poner un patio, o poner una estructura que tiene unos pilares muy separados, esto si no lo hace a principio de la obra, eso será imposible. Por tanto, los temas importantes se respetaron todos. Y luego, si al futuro, alguien quiere plantar mas arboles o quiere recuperar algunas de las ideas menores que teníamos o que defendíamos, pues, no pasa nada.

Eloisa –Y entonces, volviendo al tema de la ventilación natural. ¿Los espacios donde realmente hay ventilación natural sería un poco por la Rambla, cuando se abre, y donde más?

Jordi – Es básicamente por la Rambla. Hay algunos despachos que tienen posibilidad de abrirse. Pero bueno, la mayor parte del edificio es con la ventilación, climatización controlada.

Eloisa – En la tesis, lo que justamente estoy mirando es la utilización de la ventilación e iluminación natural en los ámbitos hospitalarios en Brasil y mirando que tipo de solución podría ser utilizada aquí también. ¿Qué recomendaciones me darías de estrategias que podrían ser utilizadas para el clima mediterráneo?

Jordi –Aquí es un clima particular en el sentido de que no hace mucho frío, pero hace frío y no hace mucho calor, pero hace calor. Y, por tanto, tenemos que adoptar estrategias que simultáneamente se comporten bien con el frío y con el calor. Seguramente, buena parte de Brasil hace sobretodo calor y buena parte del norte de Europa hace sobretodo frío, por tanto, con una estrategia es suficiente para asegurar el funcionamiento de los edificios. En zonas nórdicas, puedes tener, por ejemplo, aislamientos muy importantes y cristal. Y con esto es suficiente. Aquí, esto nos funciona muy bien en invierno, pero en verano es un desastre.

Y entonces, nuestra experiencia es que lo mejor para el clima mediterráneo es por un lado un aislamiento suficiente para invierno, controlar puentes térmicos, la cubierta bien aislada, todo esto, por supuesto, pero también invertir en temas de protección a la radiación. Aquí hay dos problemas: el frío del invierno y sobretodo la radiación del verano. Para la protección de la radiación, pues es fundamental que todos los elementos acristalados tengan una protección según su orientación. Por tanto, desde elementos de parasol, *brise soleil*, como remates encima de ventanas, o lamas, o la misma fachada ventilada, todo esto son estrategias que son muy importantes aquí y que seguramente en el norte de Europa, pues con aislamiento tienes suficiente. Aquí tenemos que combinar la protección a la radiación con la protección a las temperaturas externas.

Hay un movimiento del norte de Europa que hace mucho hincapié en el aislamiento. Nosotros creemos que el aislamiento es necesario, pero no es suficiente. Además si ponemos un aislamiento excesivo, a veces puede producir el efecto contrario, en según qué tipologías. Si hay mucho aislamiento en nuestro clima, a veces pueden hacer que en alguna época del año, primavera o así, el calor de las cargas internas de funcionamiento del edificio, las maquinas, ordenadores, luces, se quede dentro. En lugar de compensarse con la temperatura exterior, este aislamiento hace con que no salga este exceso de calor y, por tanto, es un problema.

Siendo así, es importante encontrar este equilibrio. En cada clima, pues, tener exactamente la dosificación exacta de lo que se necesita para que funcione bien durante todas las condiciones del año. Aquí tenemos un clima bastante cambiante, aunque es suave. En general, no hace ni mucho frío ni mucho calor. Y luego, las circulaciones de la ventilación natural para aprovechar, sobretodo, las épocas en que no hace ni mucho frío, ni mucho calor. Aquí estamos en un país en que tenemos cuatro estaciones muy marcadas: invierno, primavera, verano y otoño, que es como la primavera. Por tanto, para simplificar, diríamos, protecciones a la radiación en verano, en primavera y otoño, circulación de ventilación natural e en invierno, aislamiento. Esto es muy simple. Son varias estrategias que sirven.

Eloisa – ¿Se ha usado un vidrio especial, un vidrio doble, alguna protección en los vidrios de las ventanas?

Jordi – Sí. Hay vidrios dobles con cámara de aire, pero esto es importante de todos modos, es importante que sean unos vidrios de una cierta calidad. Pero, sobre todo, es importante en nuestro clima que tengan unas lamas, o que la geometría del edificio proteja y deje pasar el sol en invierno y lo proteja en verano. Pero bueno, es como lo de las lamas. Al final, las lamas funcionan igualmente bien. Aquí lo que pasa es que este espacio te permite tener todas estas ventanas sin lamas. Estéticamente es mejor. Pero bueno, al final, esto de aquí, para simplificar, funciona. Si esto son 6 metros y estos son 6 metros, funciona igualmente bien que esto de aquí. Si estos son 30 cm y esto son 30 cm. O sea, el paso de la radiación en invierno y la protección en verano es la misma que si esto está así. Nosotros, además, lo hemos hecho, en lugar de así, lo hemos hecho así. Pero bueno, es una variante.

Eloisa – ¿Y que conoces de la obra del arquitecto Lelé? ¿Visualizas algún edificio suyo?

Jordi – Había visto edificios con estos lucernarios.. Estos los había visto, pero no lo relacionaba con un nombre en concreto. No he tenido la ocasión, pero me gustaría conocer un poco más la obra de este arquitecto.

Eloisa – Te preguntaba, por si tenías alguna idea de que si algunos de los elementos se podrían utilizar en el clima mediterráneo.

Jordi – Yo creo que sin haberlo estudiado a fondo, es posible que sí.

Eloisa – Utilizando todas estas estrategias de aquí: la protección, el aislamiento...

Jordi – Sí. Yo pienso que es una cuestión de escala, de tamaño, de dosis. Yo creo que lo que funciona bien en Brasil, a otra escala, con otra proporción, también puede funcionar bien, por ejemplo, en verano aquí.

Annexo E

Resultados completos de simulación para funcionamiento lumínico

Modelo Sarah Salvador

Para averiguar el comportamiento del modelo Sarah Salvador en su funcionamiento lumínico, a través de la herramienta Radiance Daylight de Design Builder, se ha calculado el Factor de Luz Diurna (FLD), inicialmente, para dos tipos de shed: uno con vidrio + persiana (Sarah SSA-46) y otro con vidrio + vidrio (Sarah SSA-47), que son las dos situaciones que ocurren en el edificio Sarah Salvador.

Se ha hecho tres simulaciones: la primera con la escala libre de la leyenda, la segunda con la escala definida entre 0,00% y 5,00% y la tercera con la escala definida entre 0,00% y 1,00% y sin aportación lumínica de la ventana de vidrio de la terraza.

Se ha considerado un modelo de cielo intermedio soleado para un día de primavera (23/09 - Salvador) (23/03 - Barcelona), un modelo de cielo claro soleado para un día de verano (21/12 - Salvador) (21/06 - Barcelona) y un modelo de cielo nublado para un día de invierno (21/06 - Salvador) (21/12 - Barcelona). Entre las 7h y las 18h.

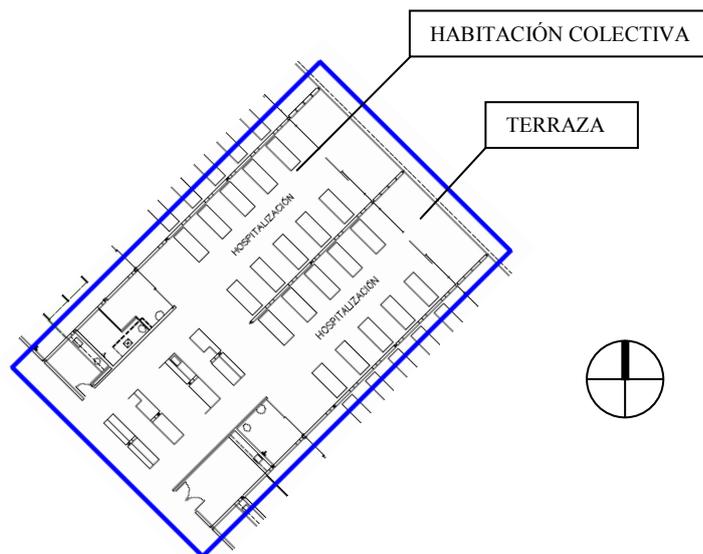


Figura A.1 – Modelo Sarah Salvador - Planta baja de hospitalización (archivo del CTRS adaptado por la autora)

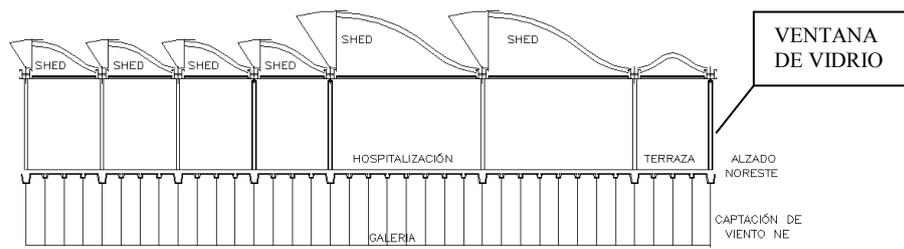


Figura A.2 – Modelo Sarah Salvador - Sección transversal ampliada (archivo del CTRS adaptado por la autora)

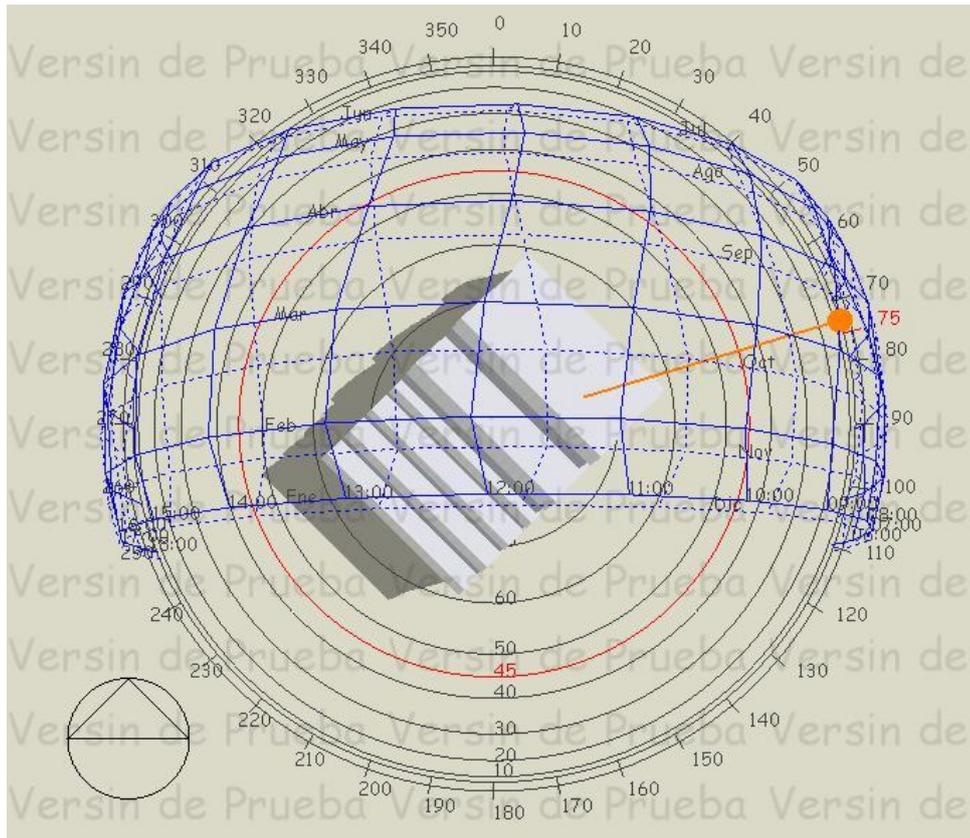


Figura A.3 – Modelo Sarah Salvador - Diagrama solar - Salvador - Latitud: 13° 00' Sur

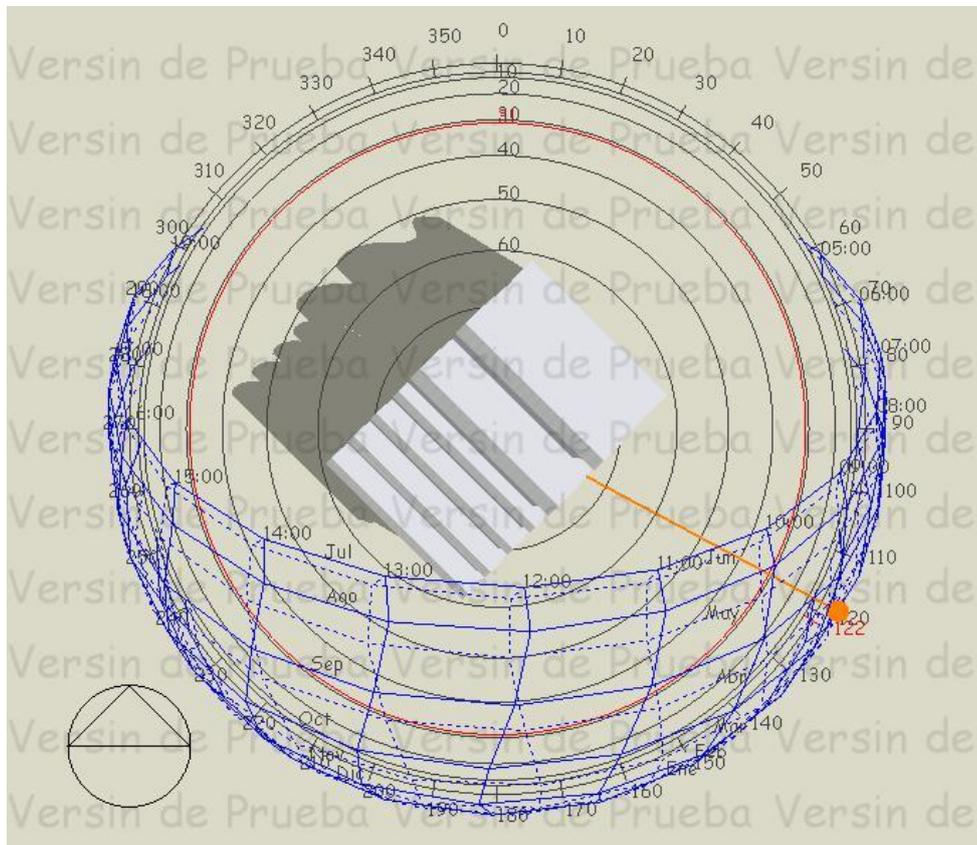
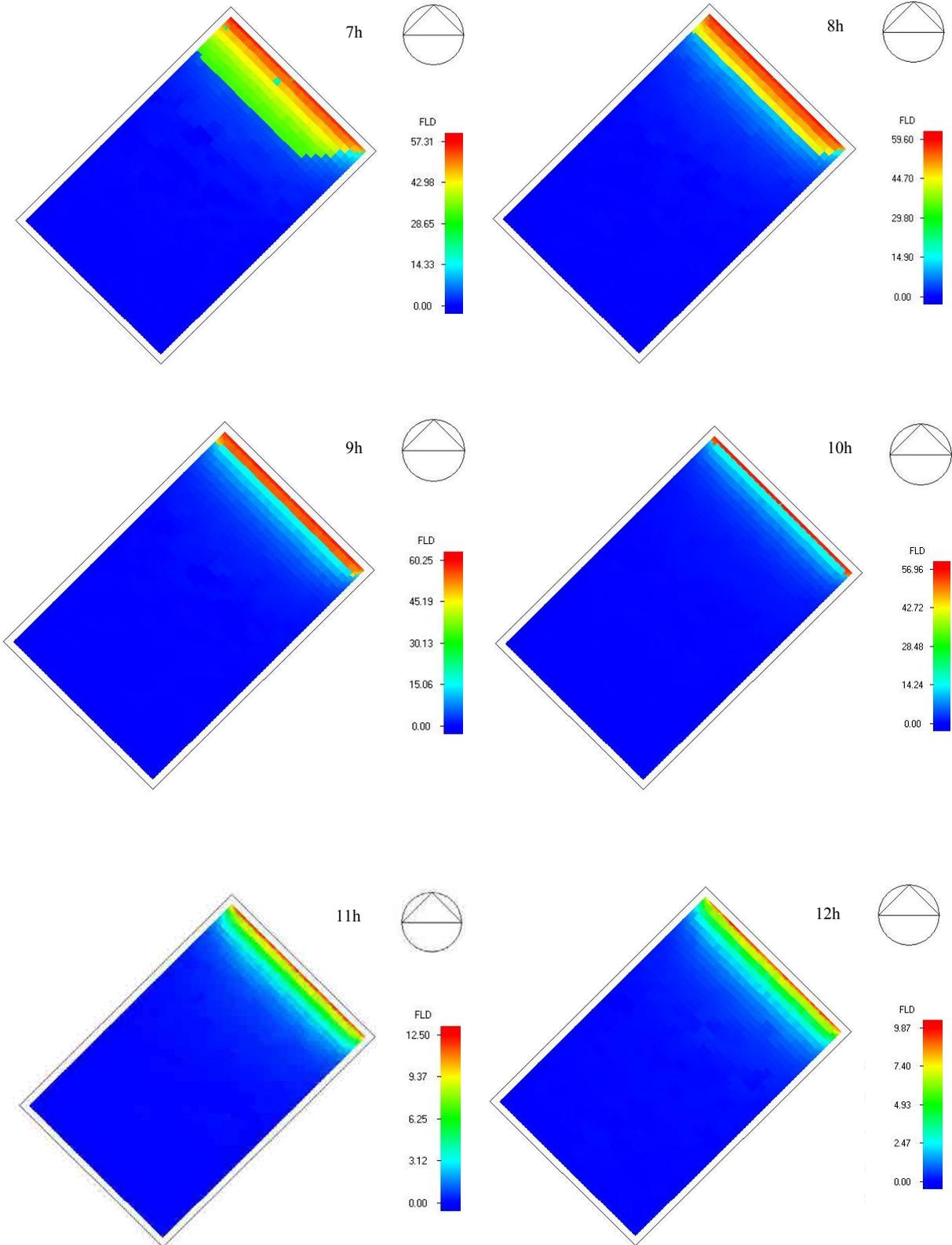


Figura A.4 – Modelo Sarah Salvador - Diagrama solar - Barcelona - Latitud: 41° 28' Norte

1ª Simulación – Escala libre de leyenda

1ª. 1. Sarah Salvador 46 (vidrio+veneciana) - día de primavera (23/09) - cielo intermedio soleado en Salvador



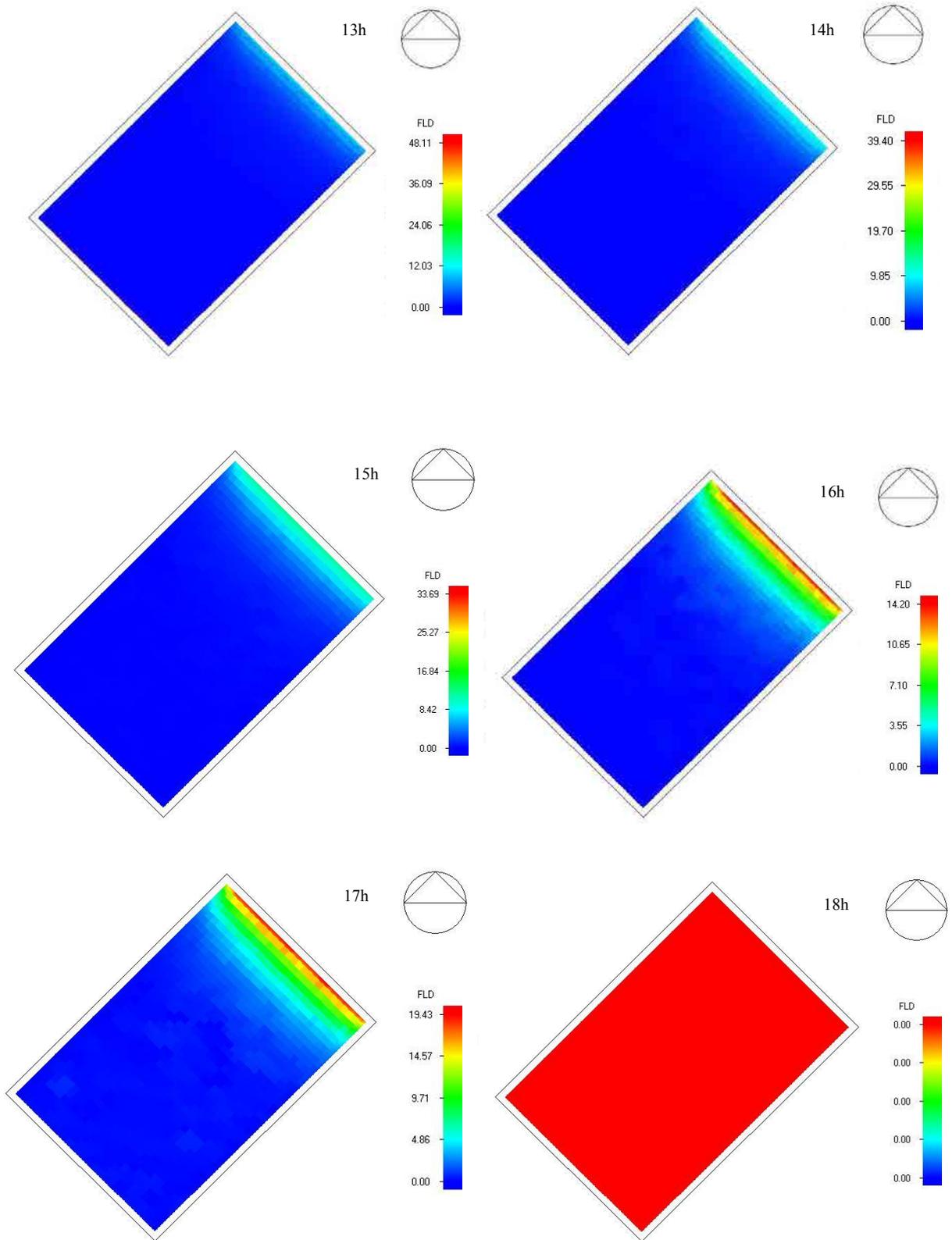
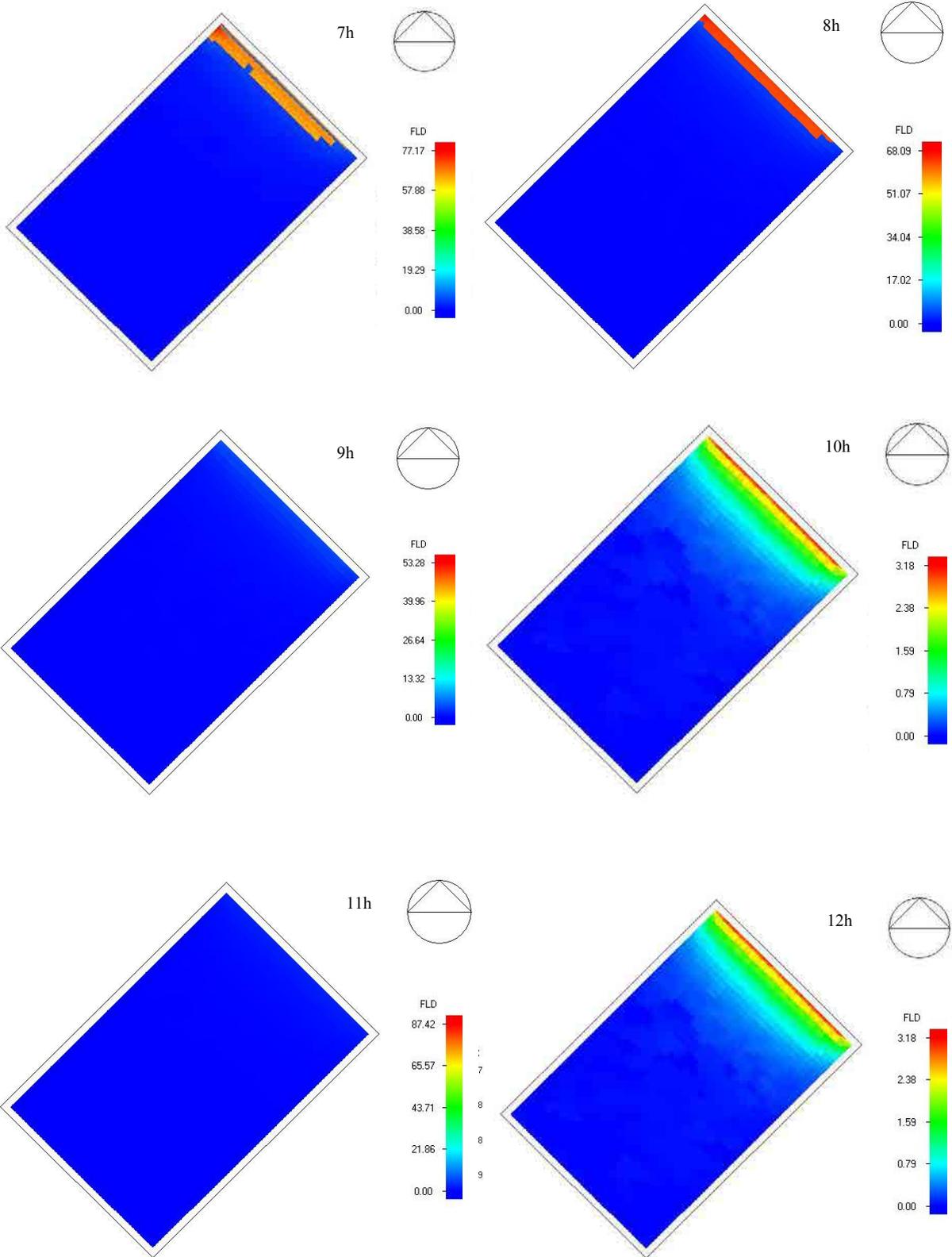


Figura A.5 –Modelo Sarah Salvador - Simulación lumínica

1ª. 2. Sarah Salvador 46 (vidrio+veneciana) - día de verano (21/12) - cielo claro soleado en Salvador



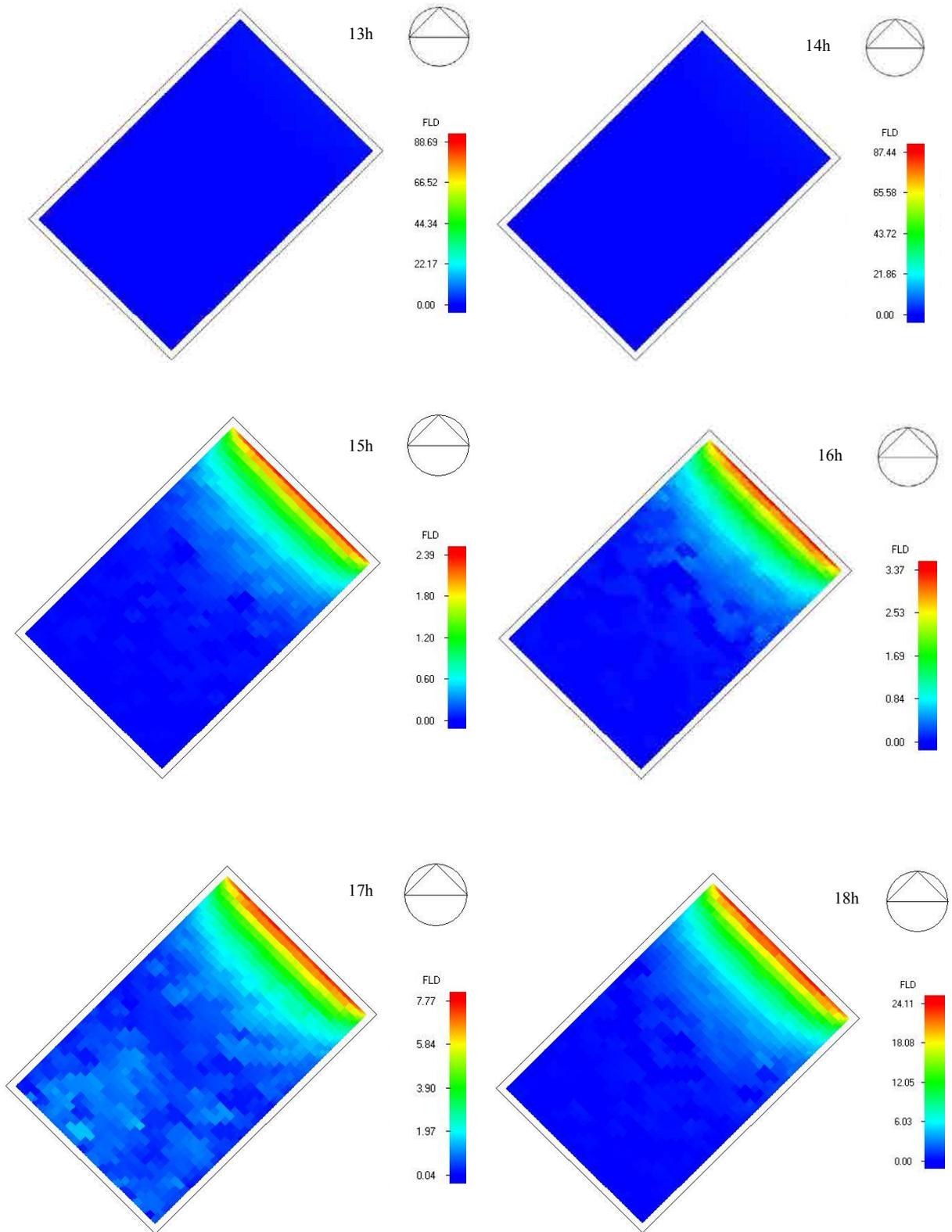
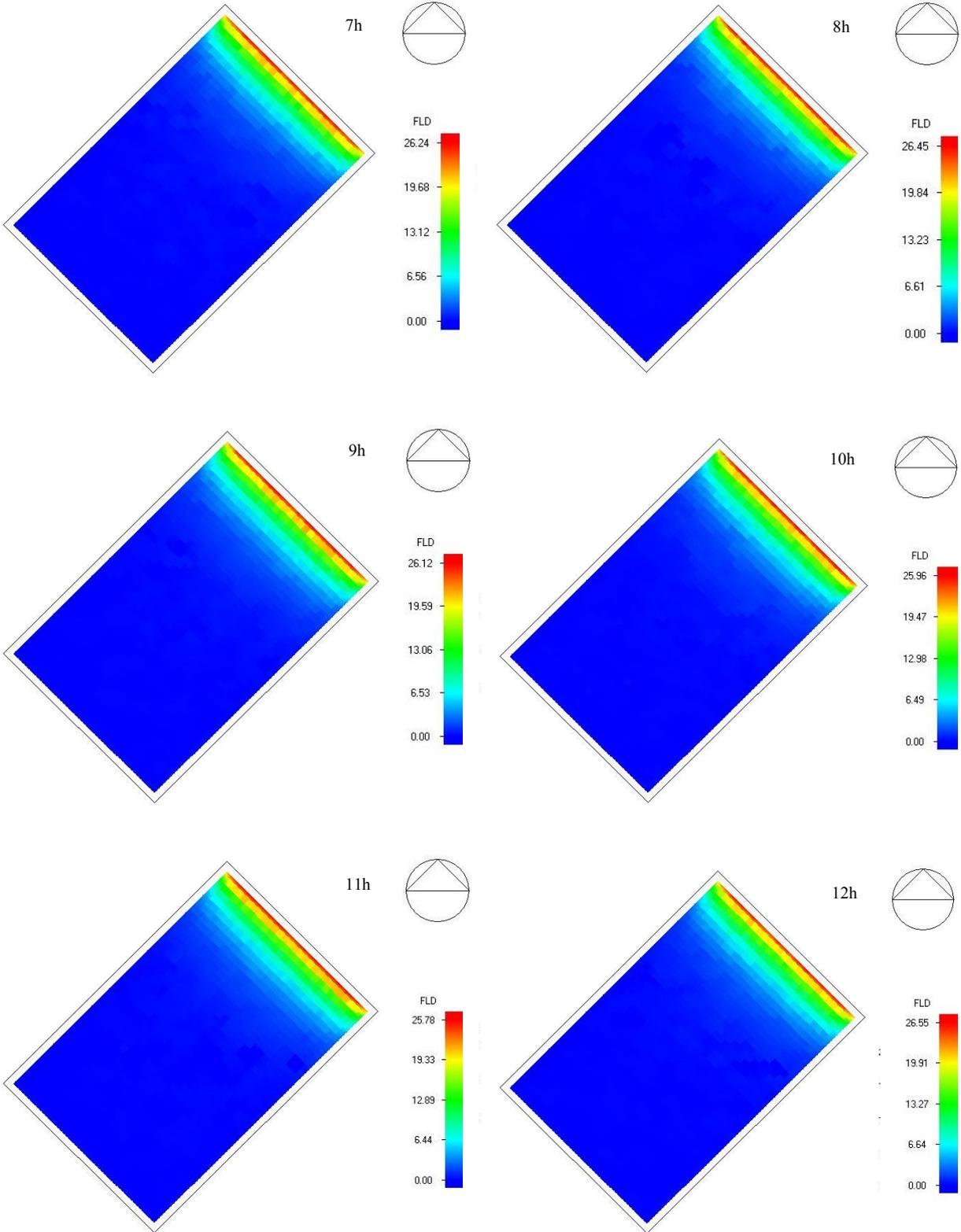


Figura A.6 –Modelo Sarah Salvador - Simulación lumínica

1ª. 3. Sarah Salvador 46 (vidrio+veneciana) - día de invierno (21/06) - cielo nublado en Salvador



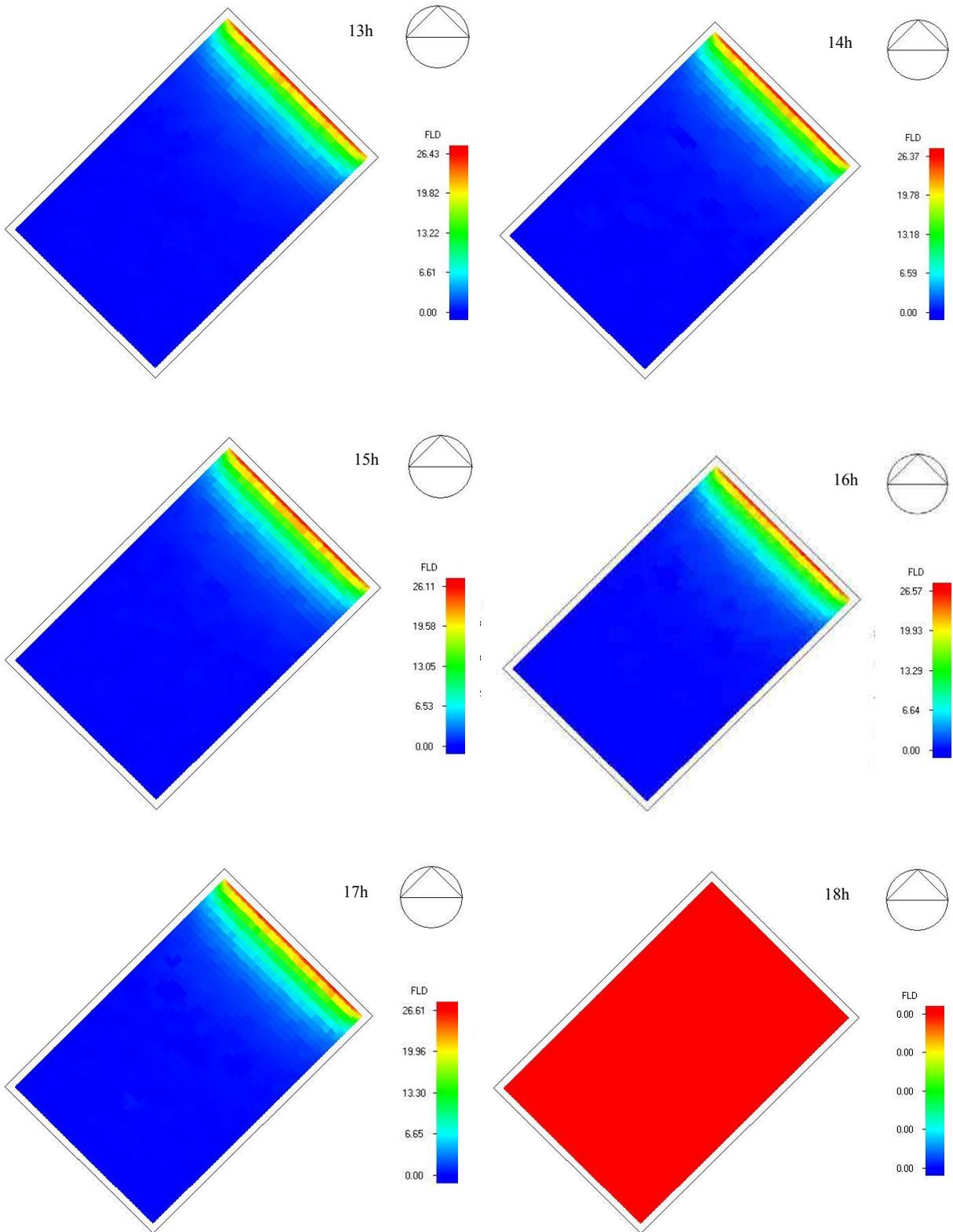
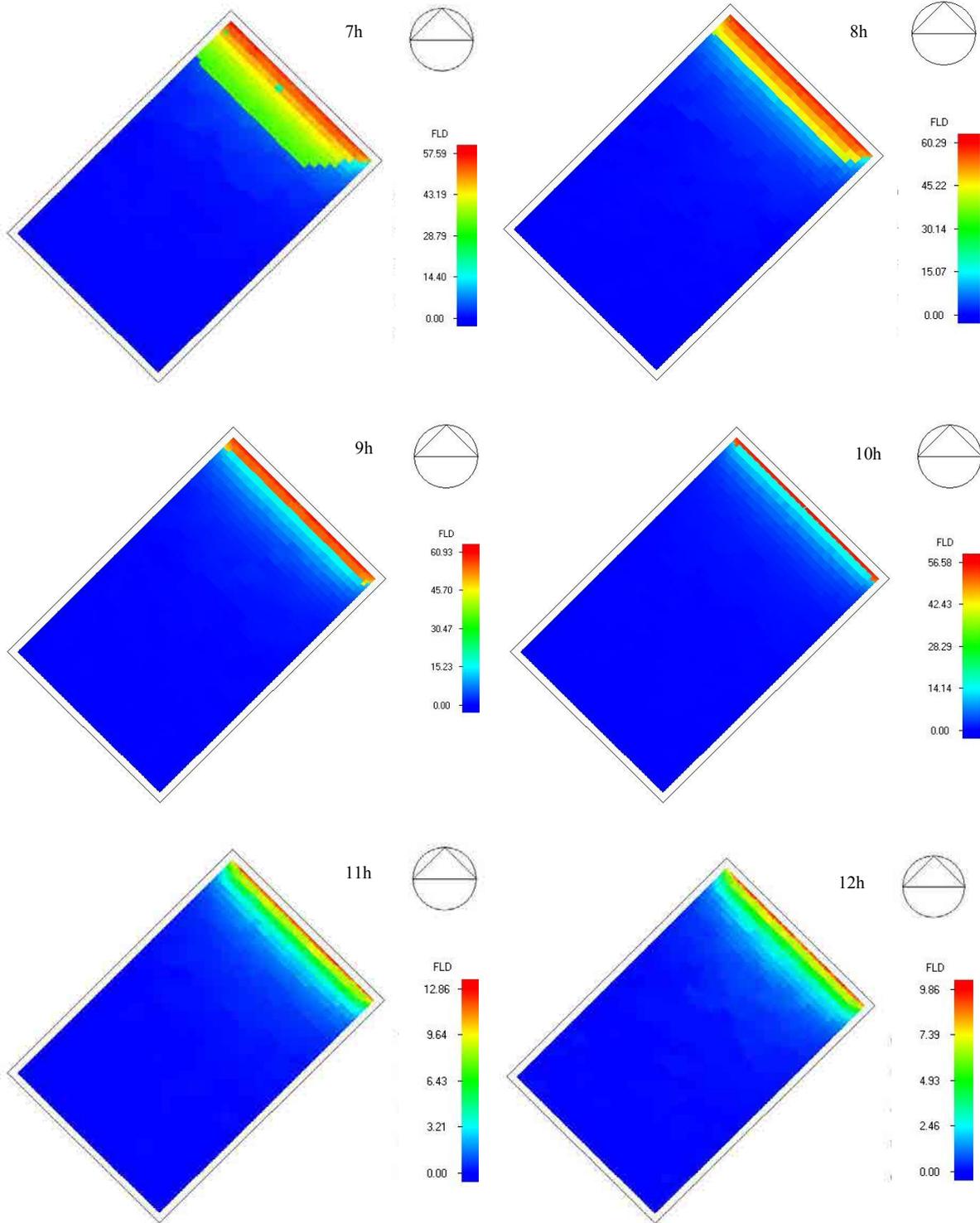


Figura A.7 –Modelo Sarah Salvador - Simulación lumínica

1ª. 4. Sarah Salvador 47 (vidrio+vidrio) - día de primavera (23/09) - cielo intermedio soleado en Salvador



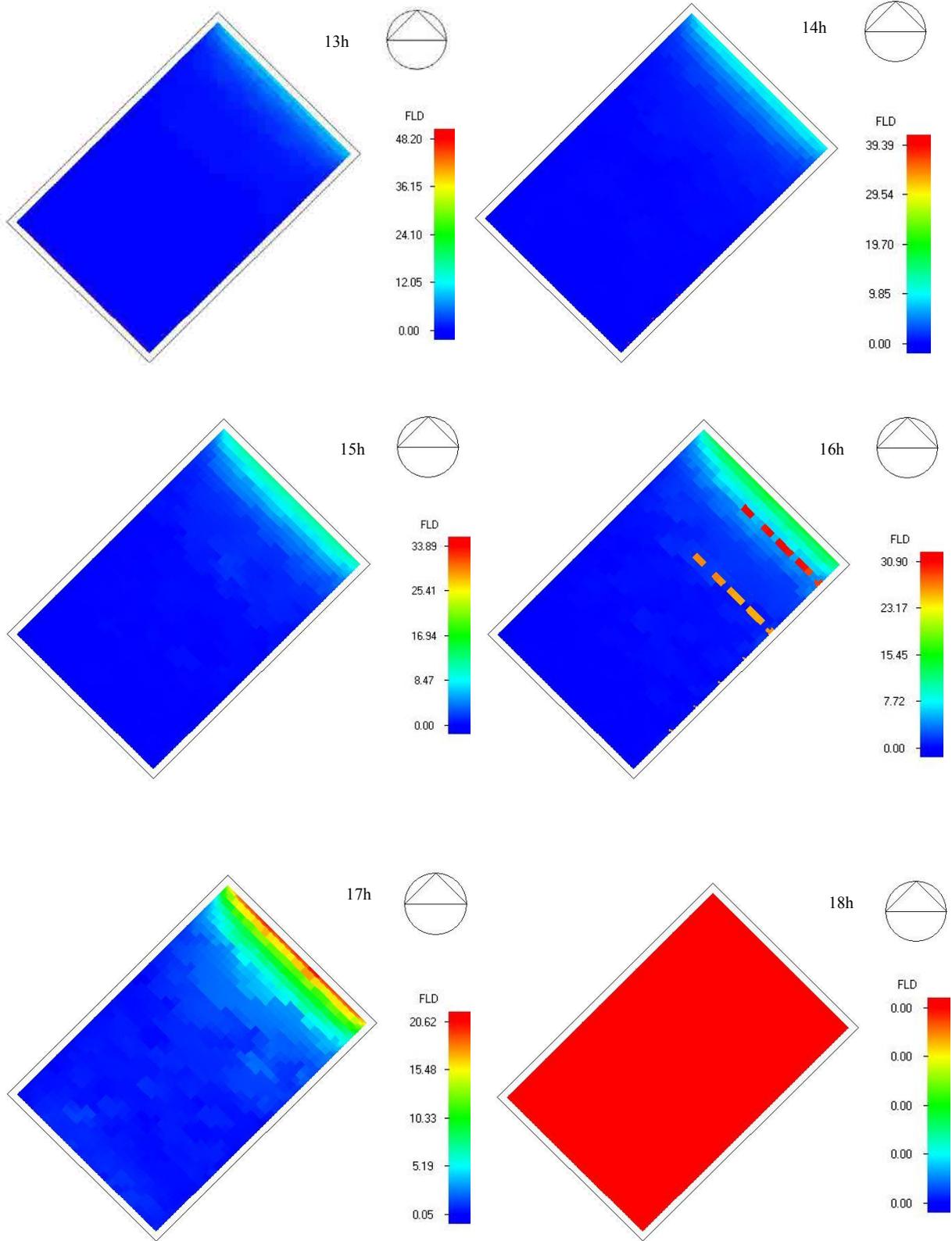
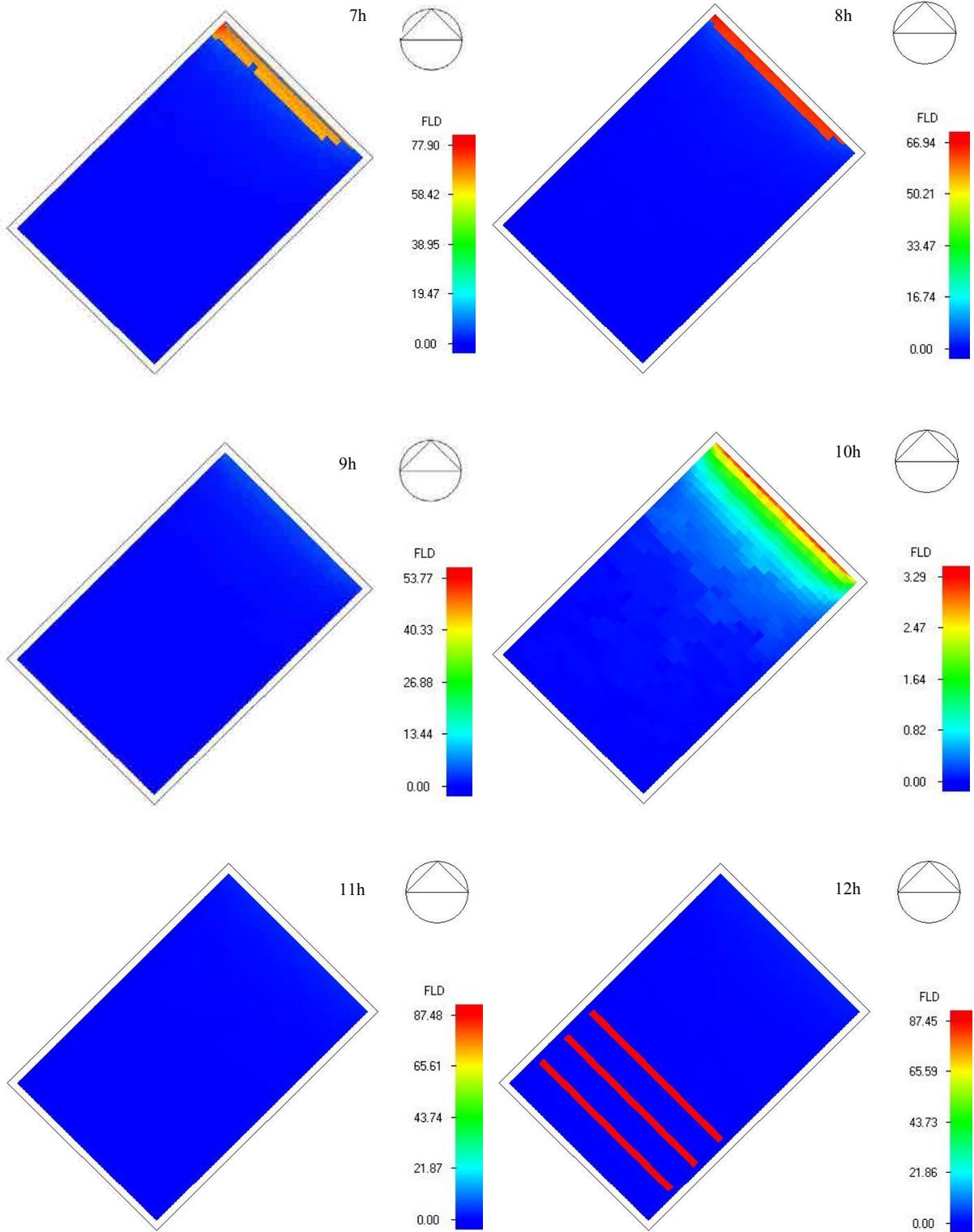


Figura A.8 –Modelo Sarah Salvador - Simulación luminica

1ª. 5. Sarah Salvador 47 (vidrio+vidrio) - día de verano (21/12) - cielo claro soleado en Salvador



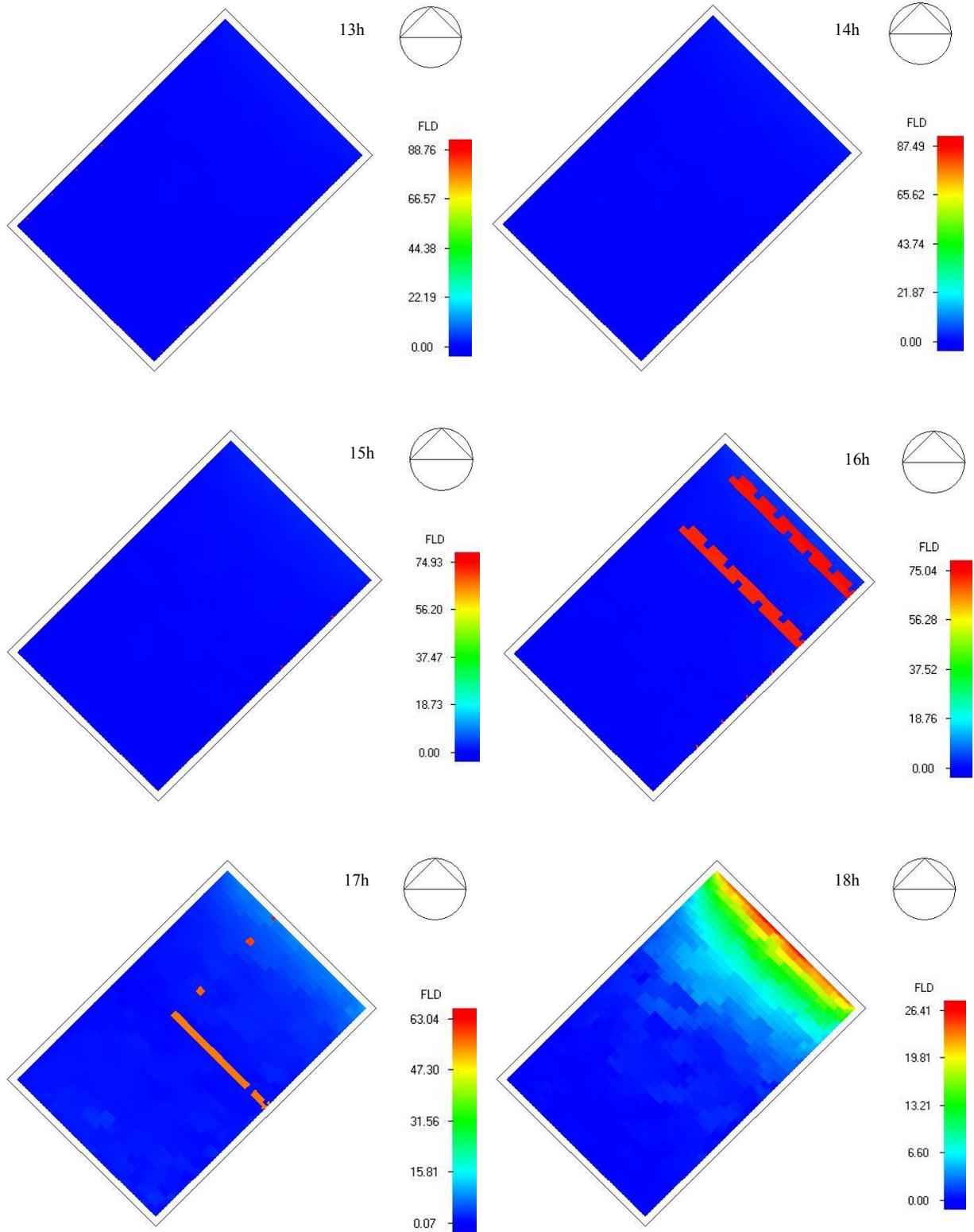
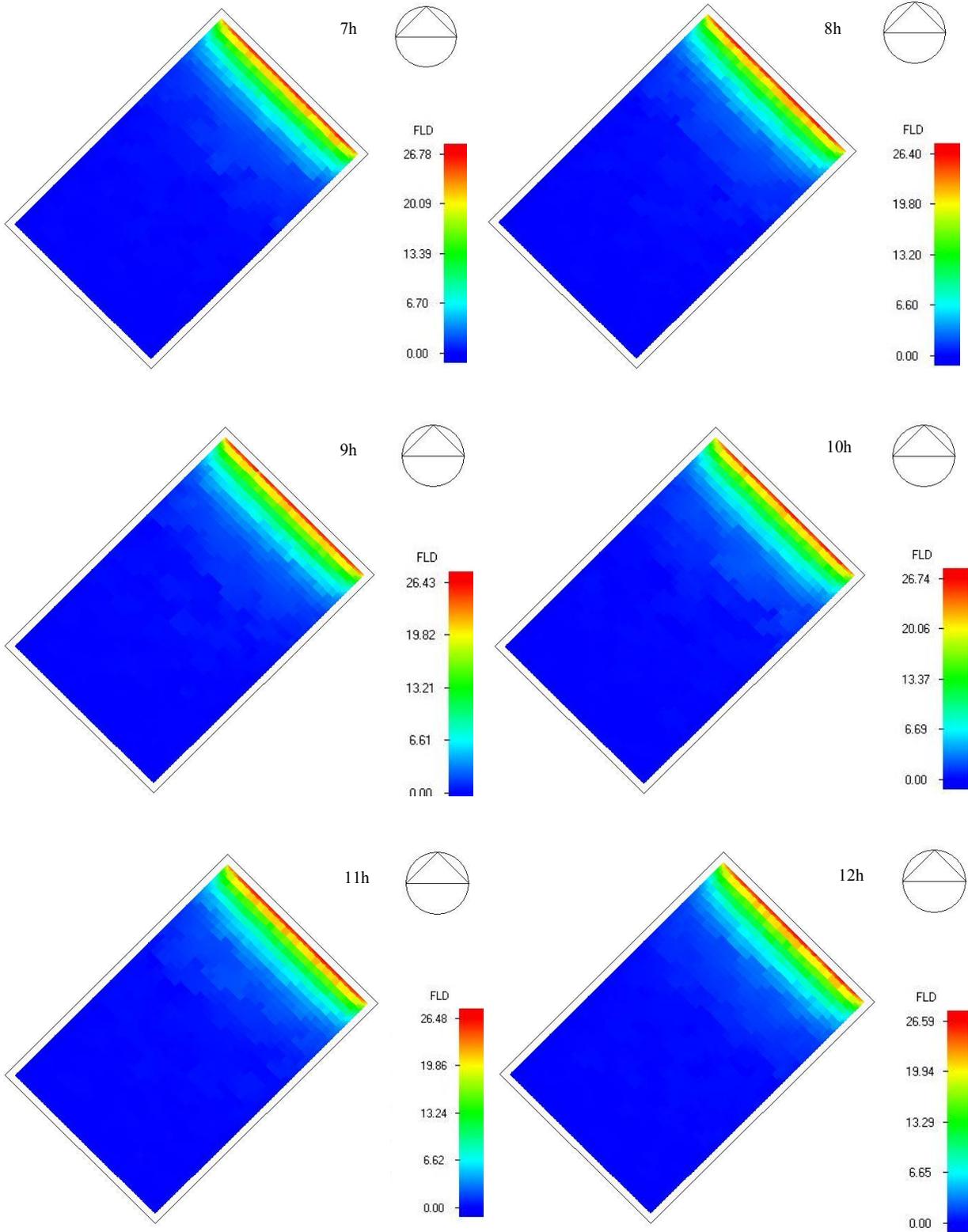


Figura A.9 –Modelo Sarah Salvador - Simulación lumínica

1ª. 6. Sarah Salvador 47 (vidrio+vidrio) - día de invierno (21/06) - cielo nublado en Salvador



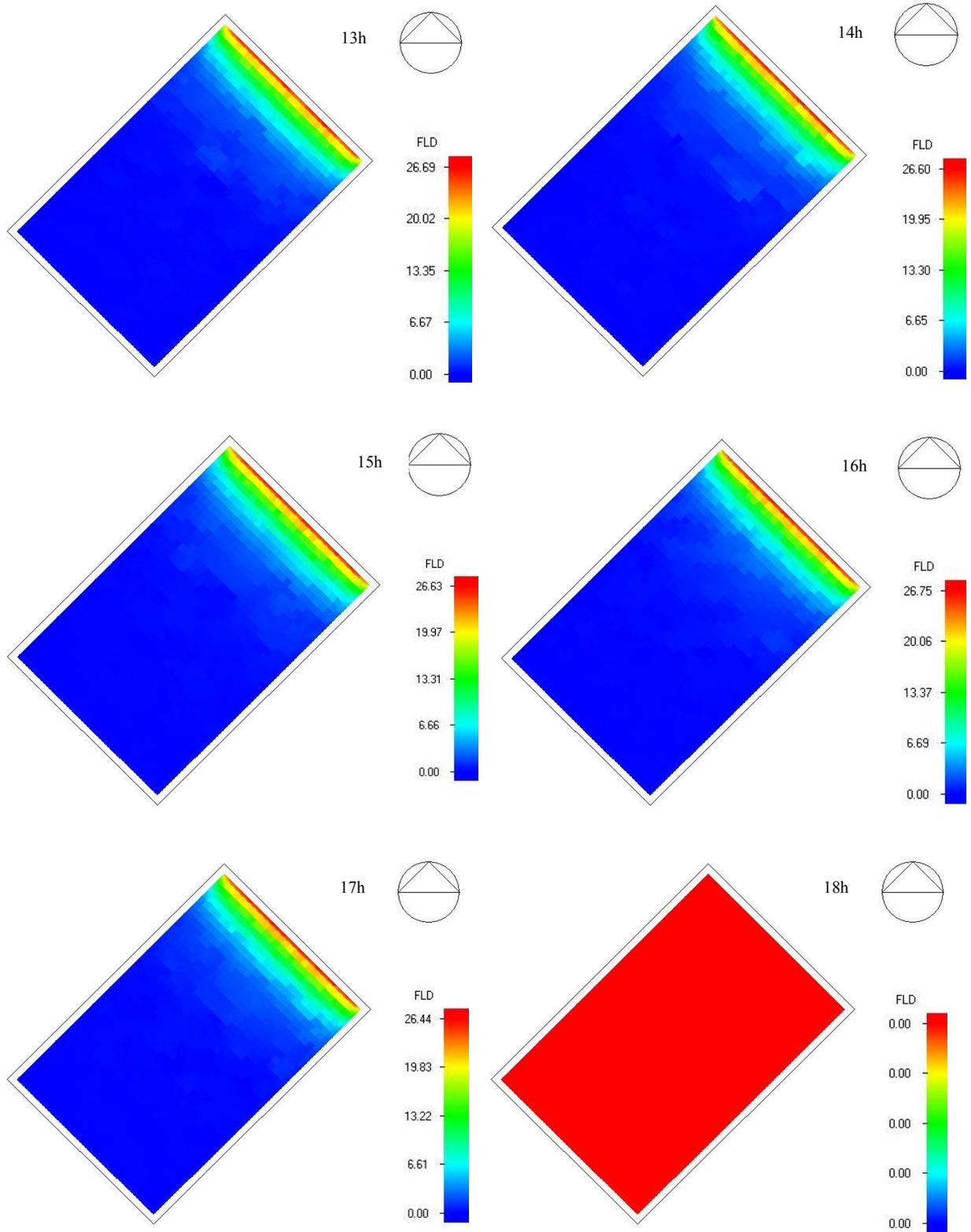
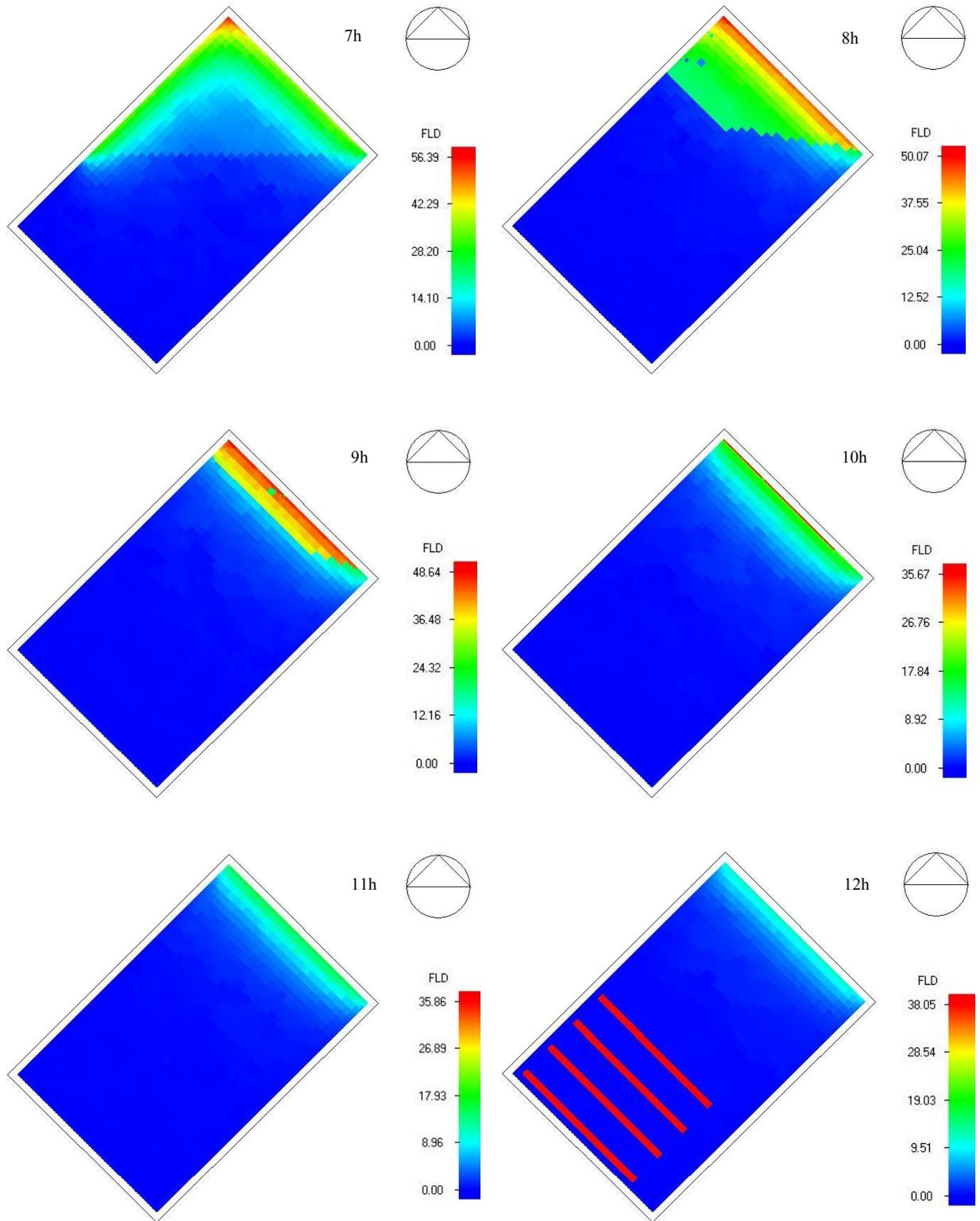


Figura A.10 –Modelo Sarah Salvador - Simulación lumínica

1ª. 7. Sarah Salvador 47 (vidrio+vidrio) - día de primavera (21/03) - cielo intermedio soleado en Barcelona



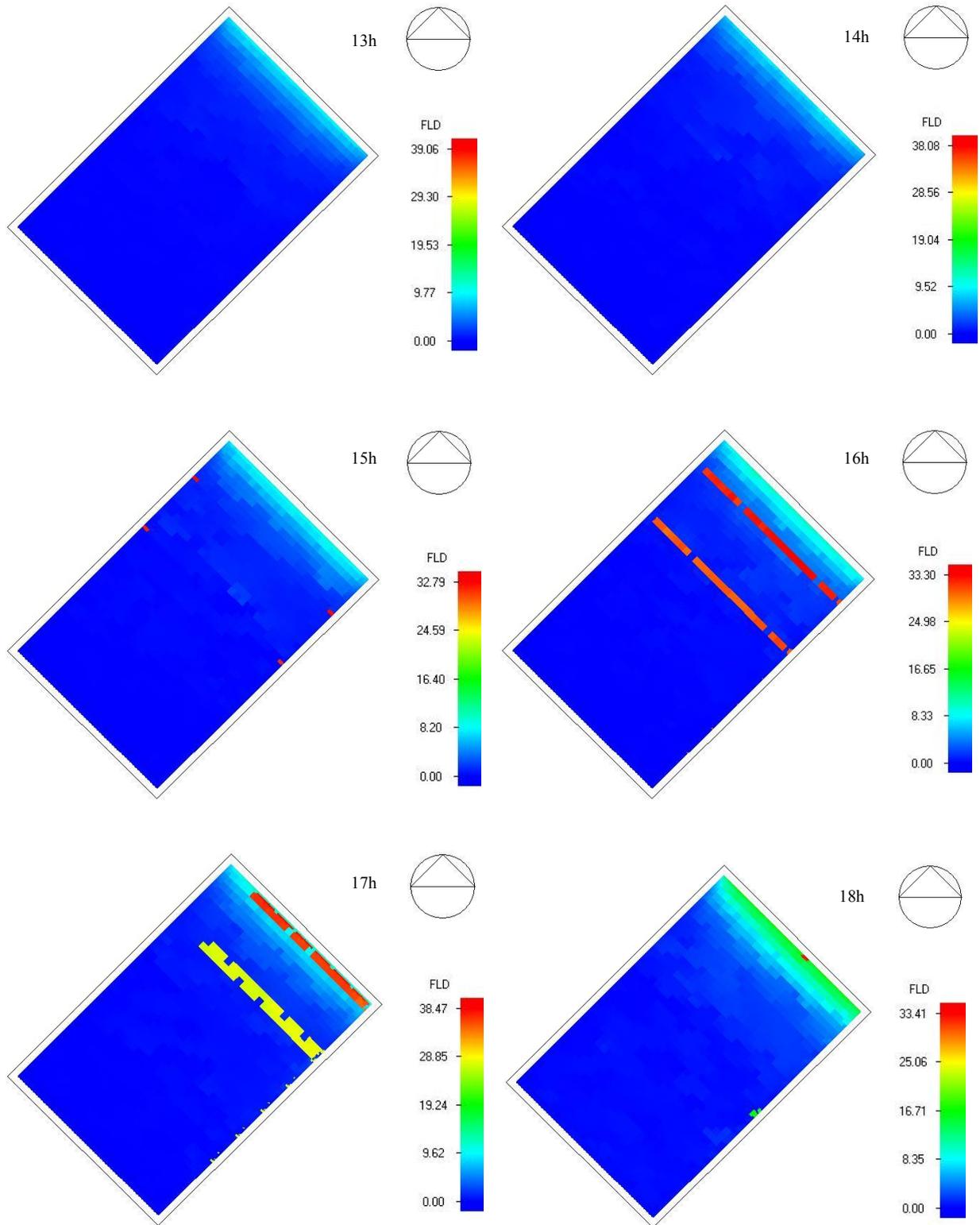
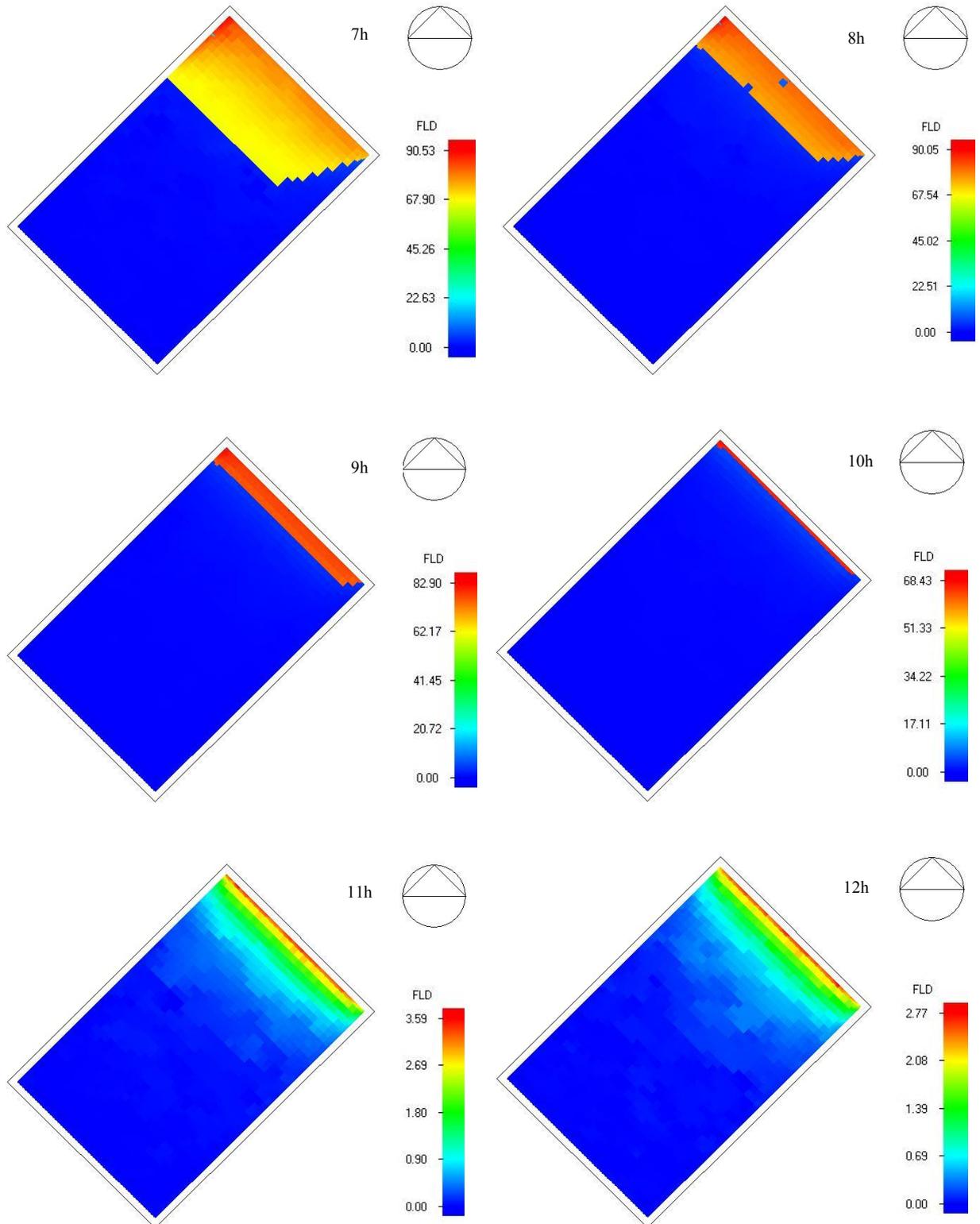


Figura A.11 –Modelo Sarah Salvador - Simulación lumínica

1ª. 8. Sarah Salvador 47 (vidrio+vidrio) - día de verano (21/06) - cielo claro soleado en Barcelona



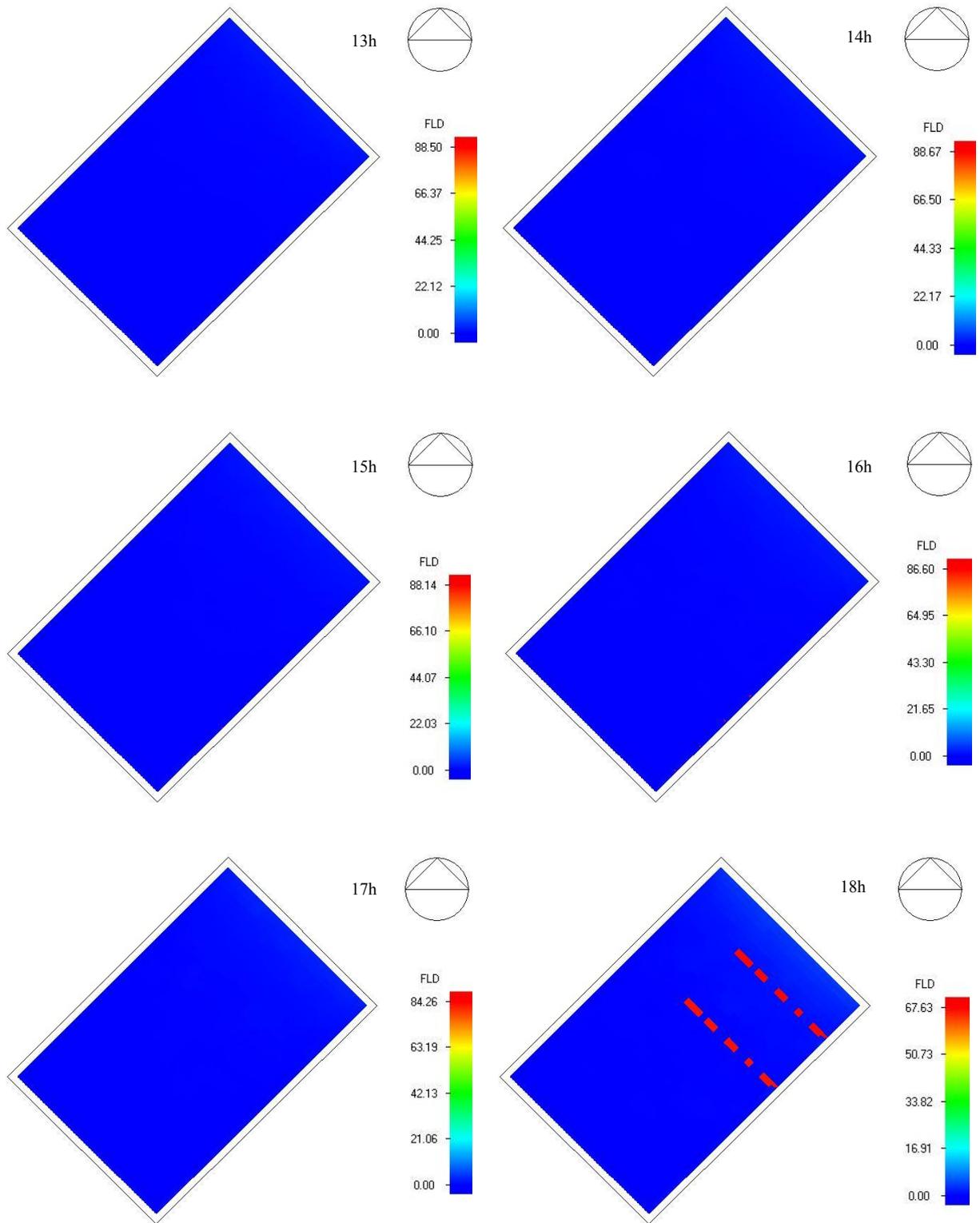
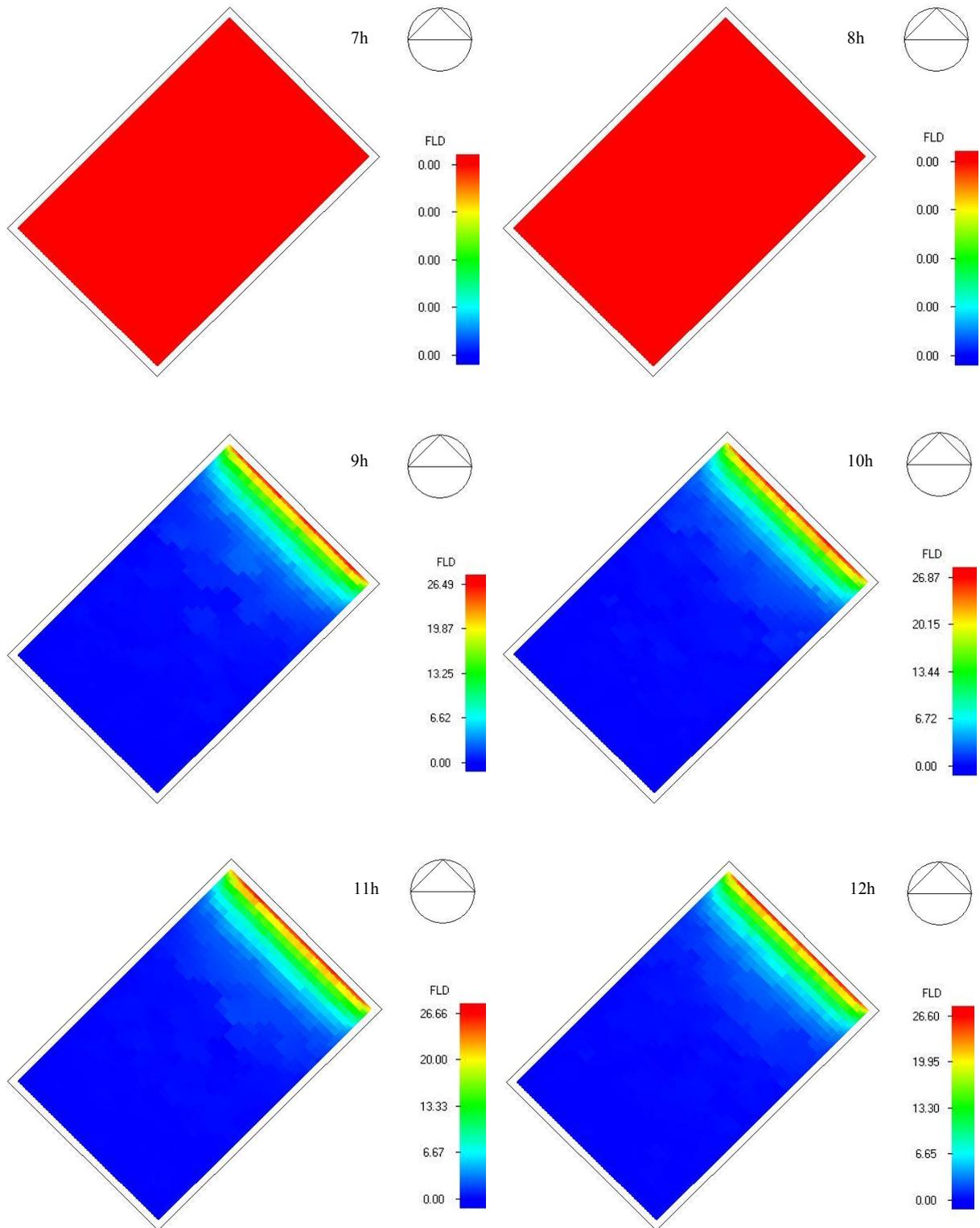


Figura A.12 –Modelo Sarah Salvador - Simulación lumínica

1ª. 9. Sarah Salvador 47 (vidrio+vidrio) - día de invierno (21/12) - cielo nublado en Barcelona



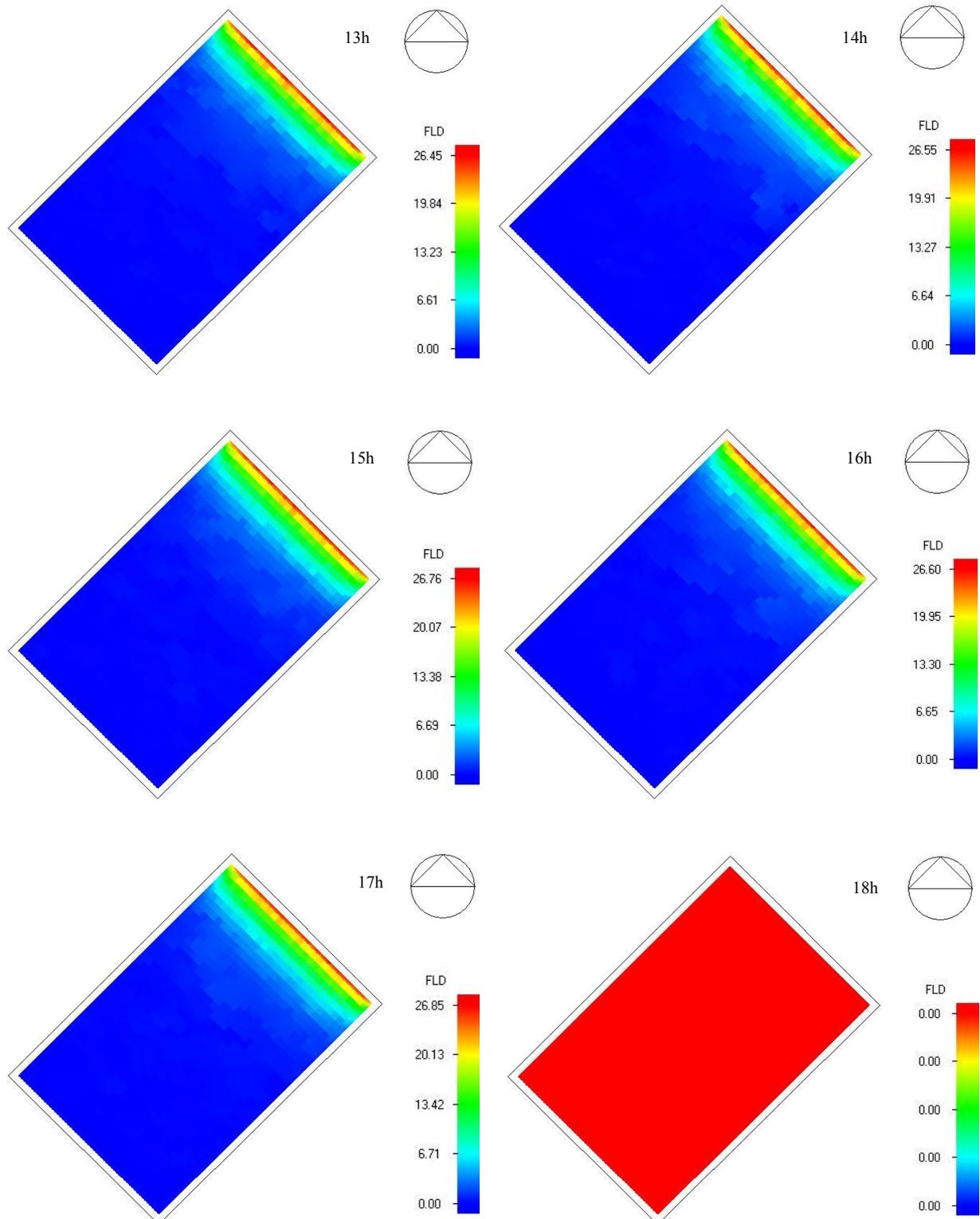
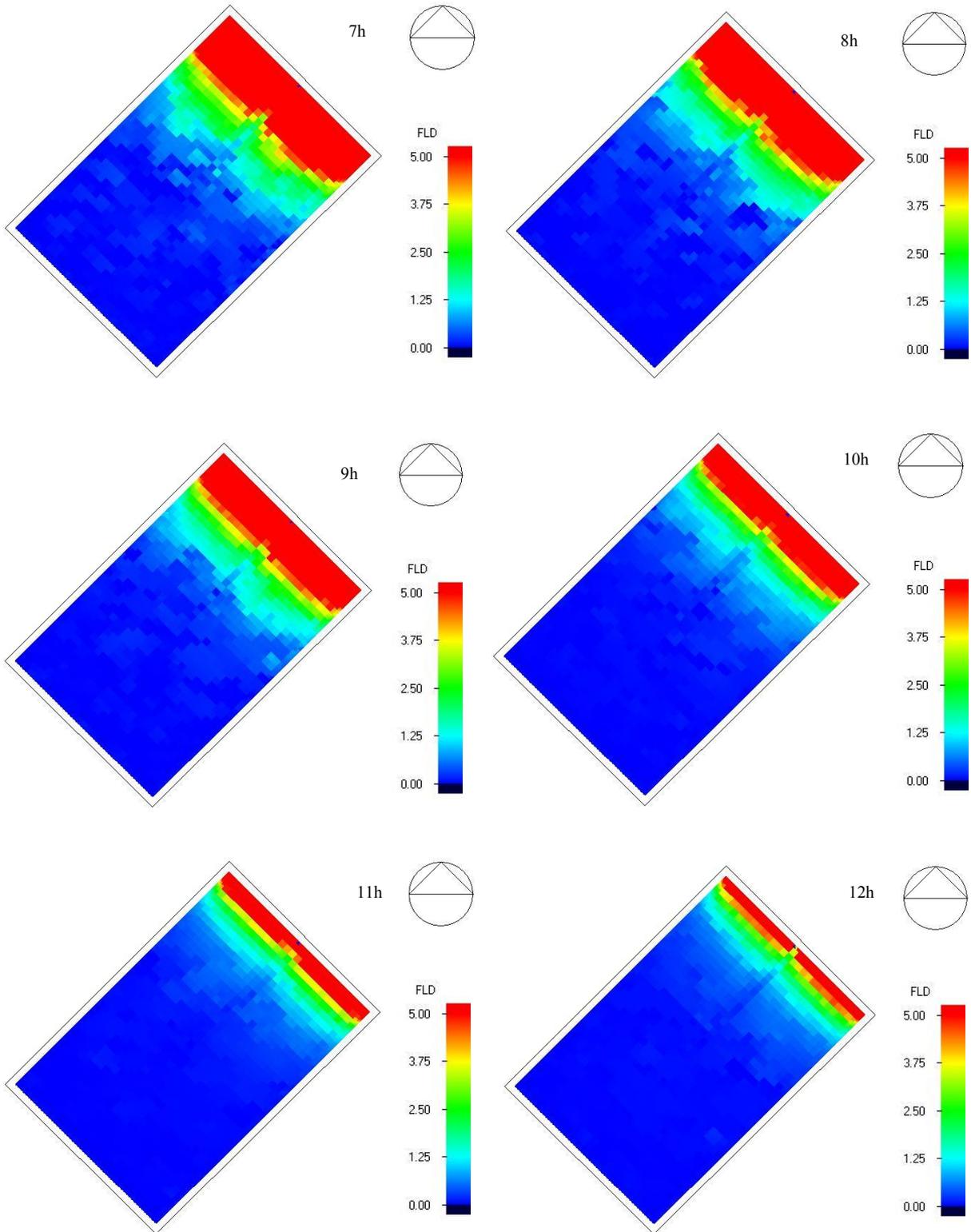


Figura A.13 –Modelo Sarah Salvador - Simulación lumínica

2ª Simulación – Escala fija de leyenda entre 0,00% y 5,00%

2ª. 1. Sarah Salvador 47 (vidrio+vidrio) - día de primavera (23/09) - cielo intermedio soleado en Salvador



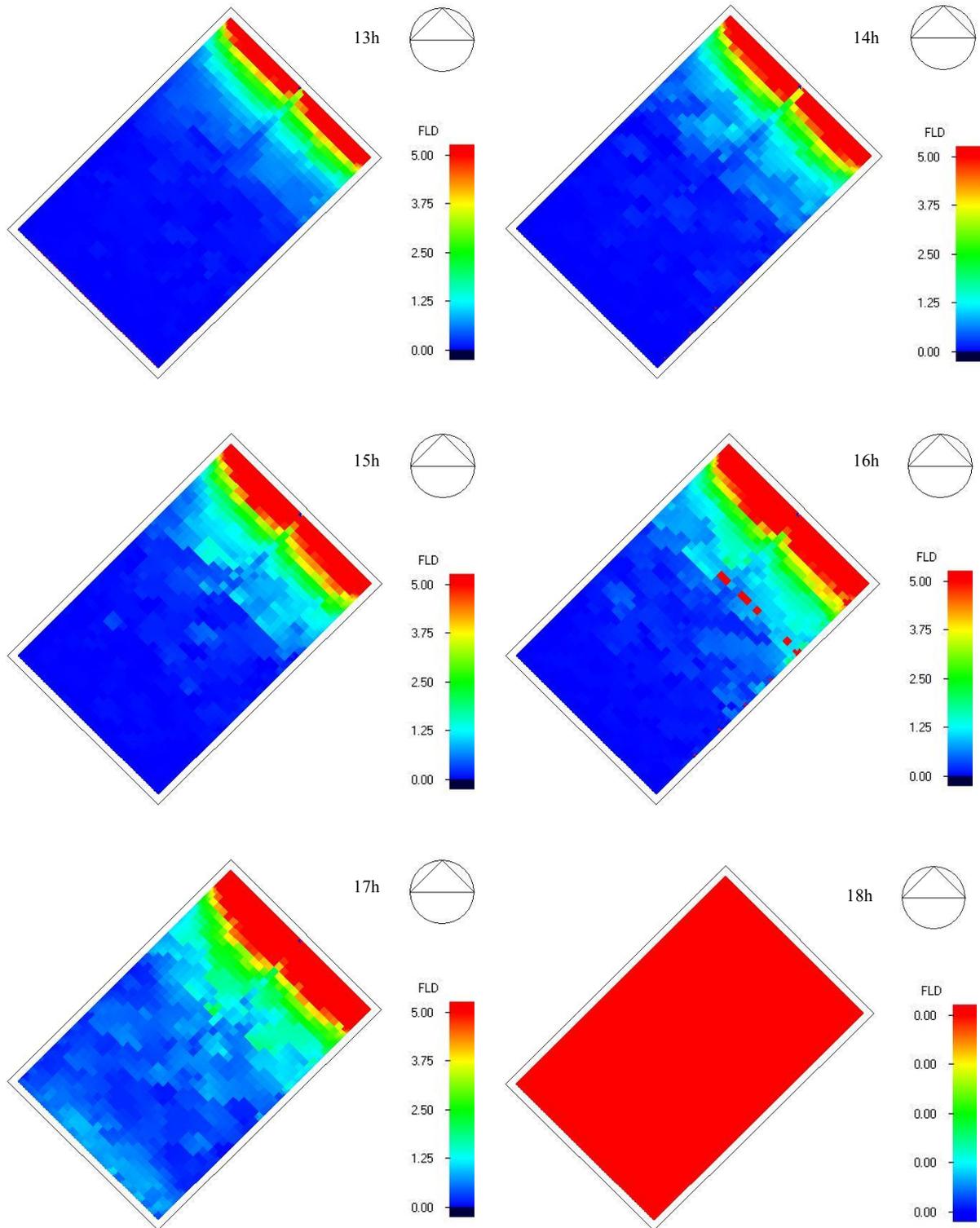
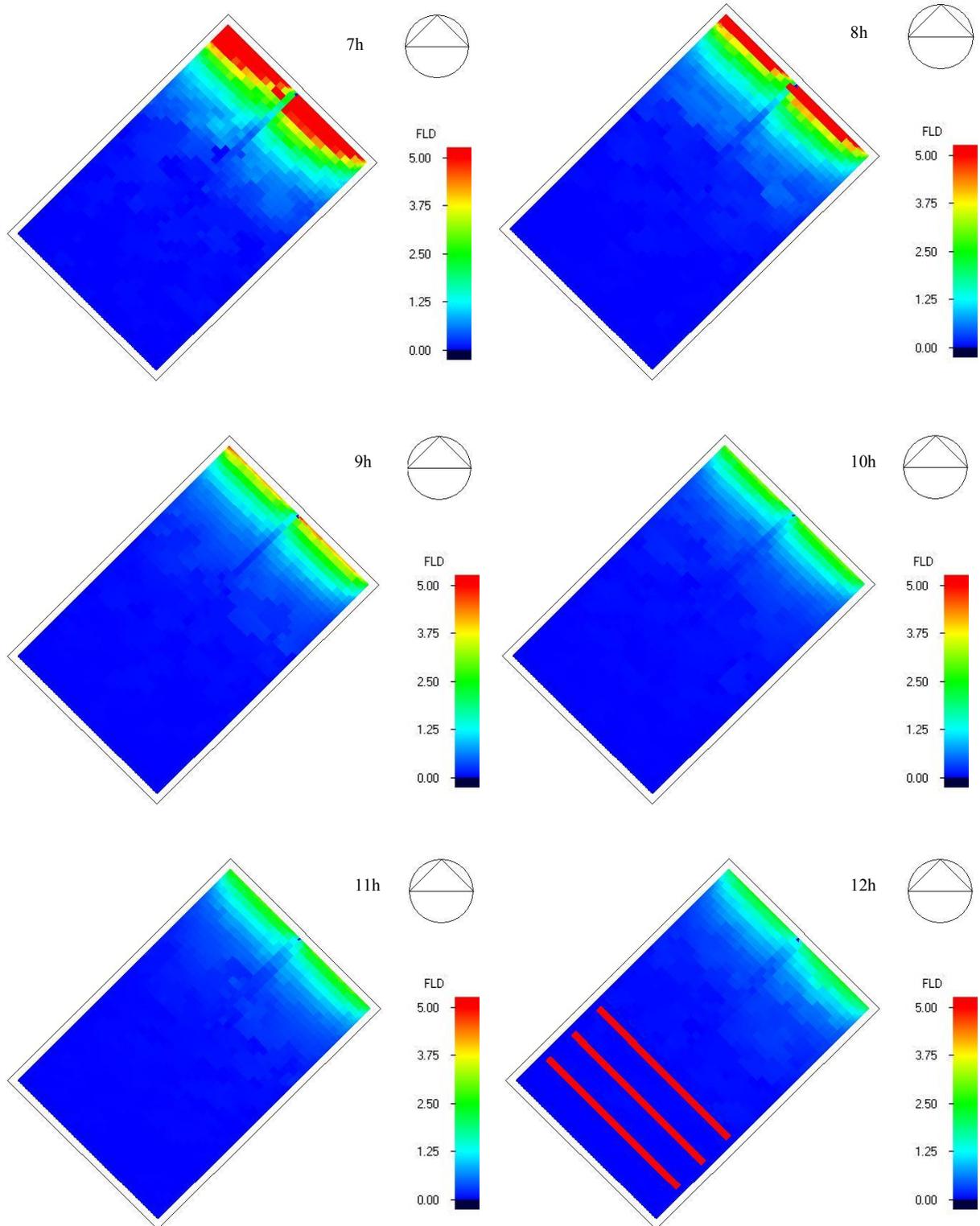


Figura A.14 –Modelo Sarah Salvador - Simulación lumínica

2ª. 2. Sarah Salvador 47 (vidrio+vidrio) - día de verano (21/12) - cielo claro soleado en Salvador



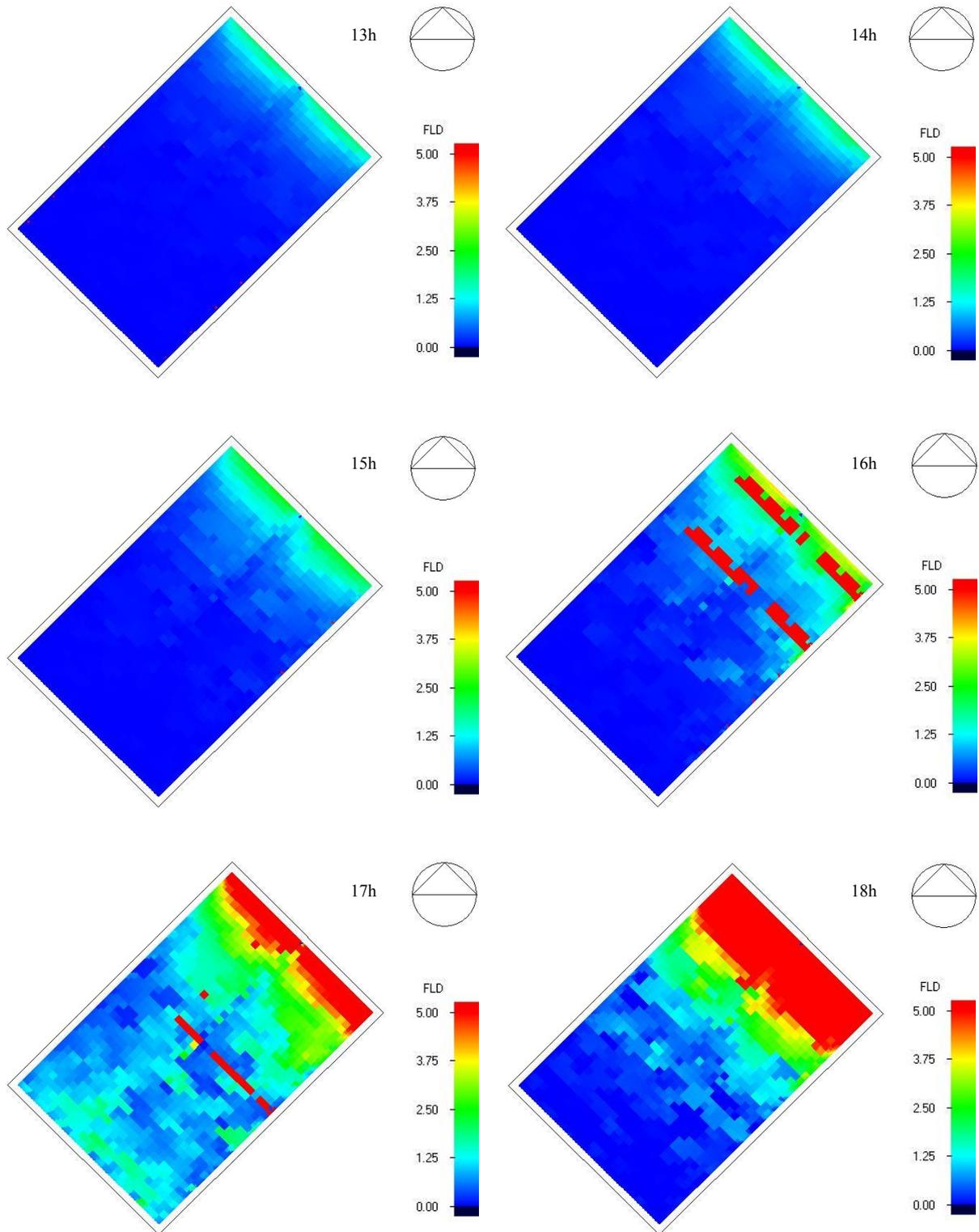
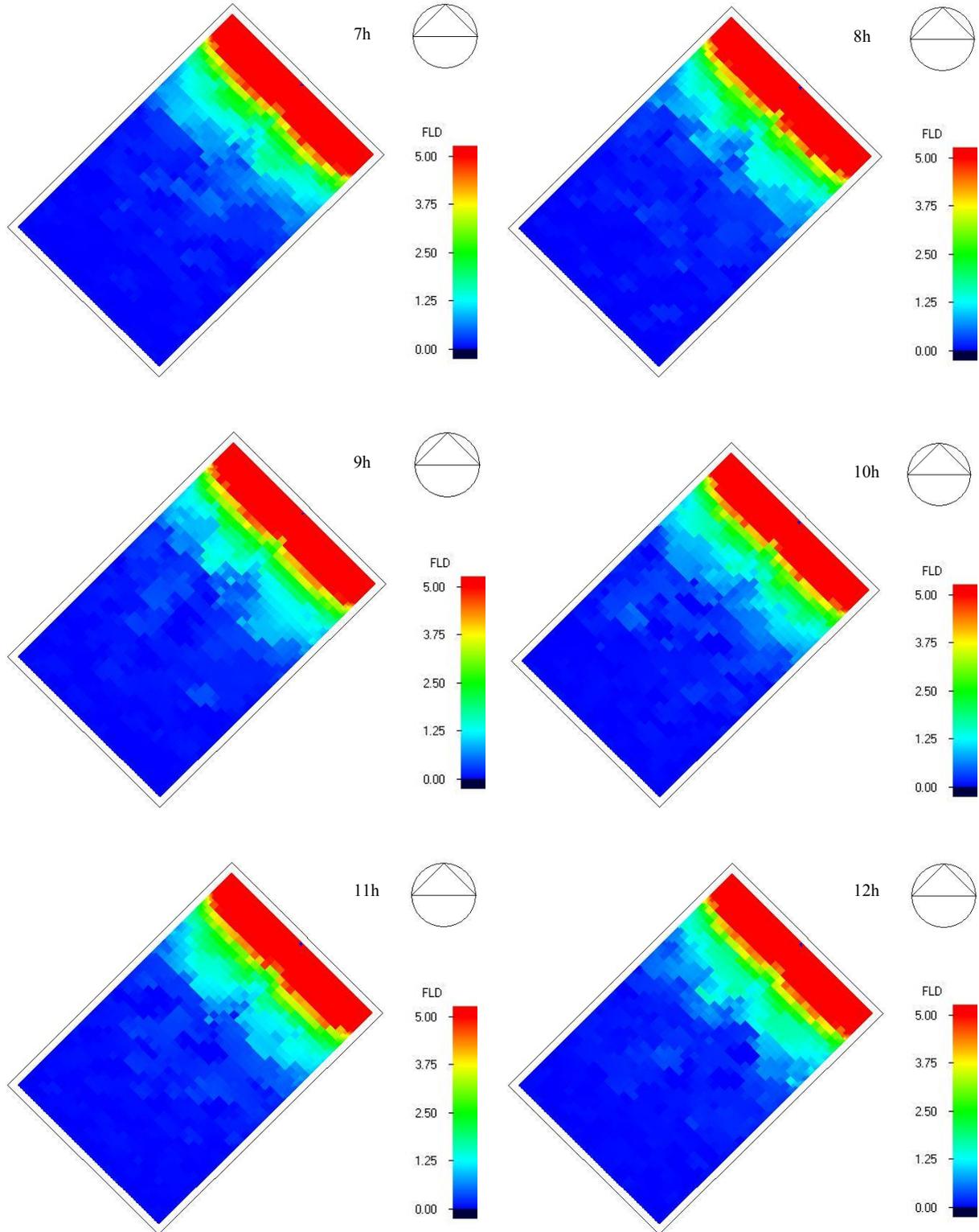


Figura A.15 –Modelo Sarah Salvador - Simulación lumínica

2ª. 3. Sarah Salvador 47 (vidrio+vidrio) - día de invierno (21/06) - cielo nublado en Salvador



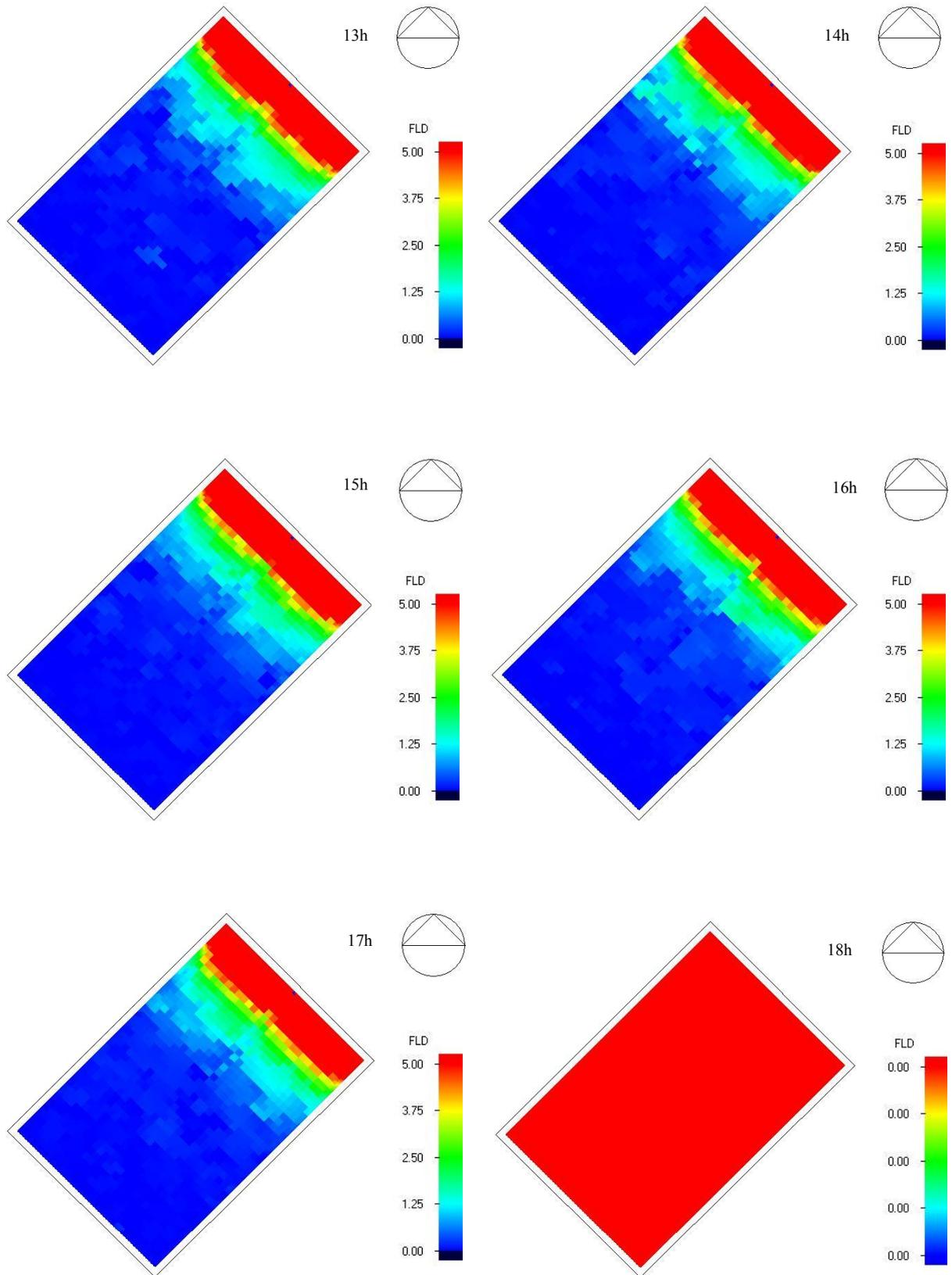
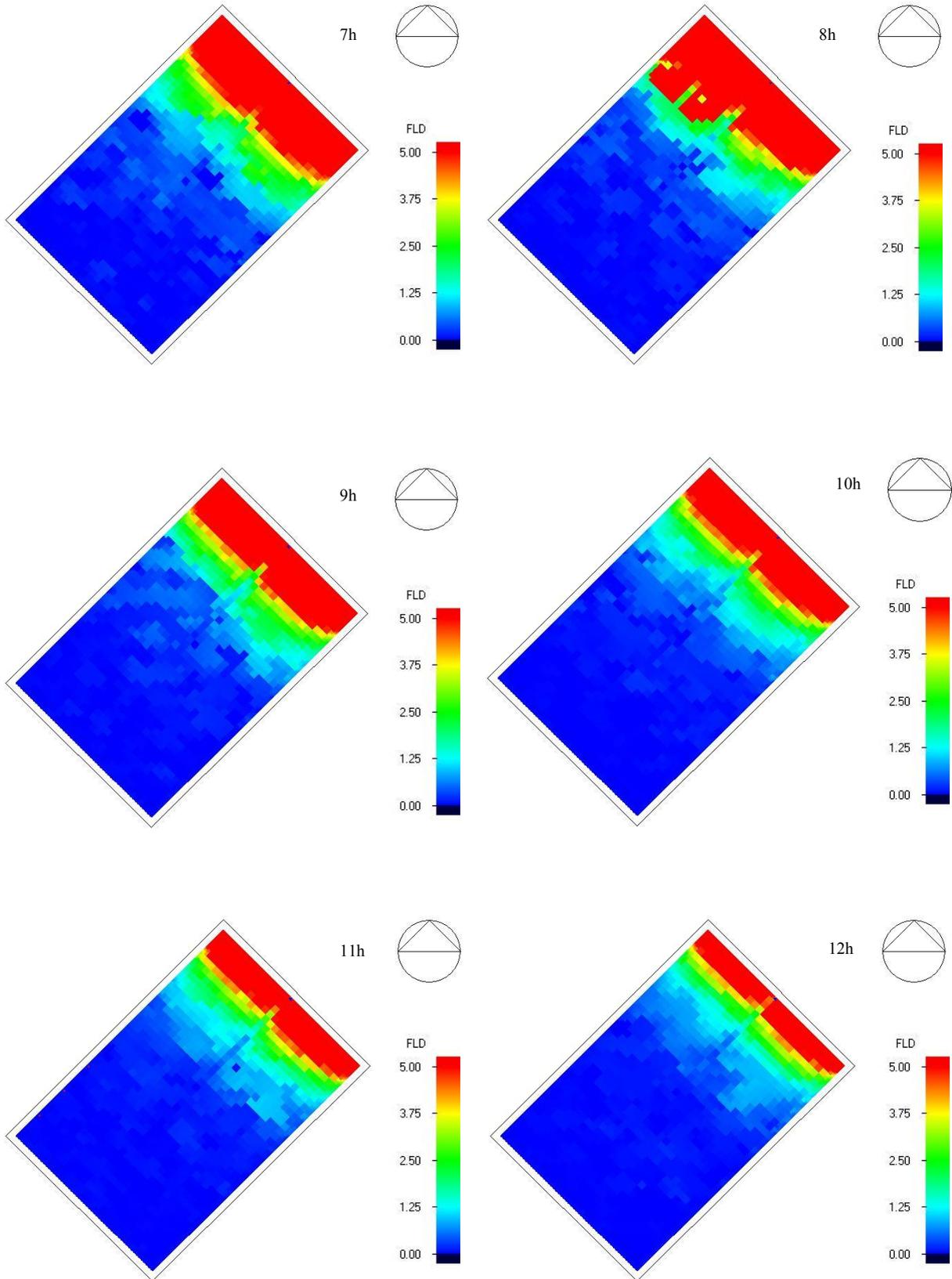


Figura A.16 –Modelo Sarah Salvador - Simulación lumínica

2ª. 4. Sarah Salvador 47 (vidrio+vidrio) - día de primavera (21/03) - cielo intermedio soleado en Barcelona



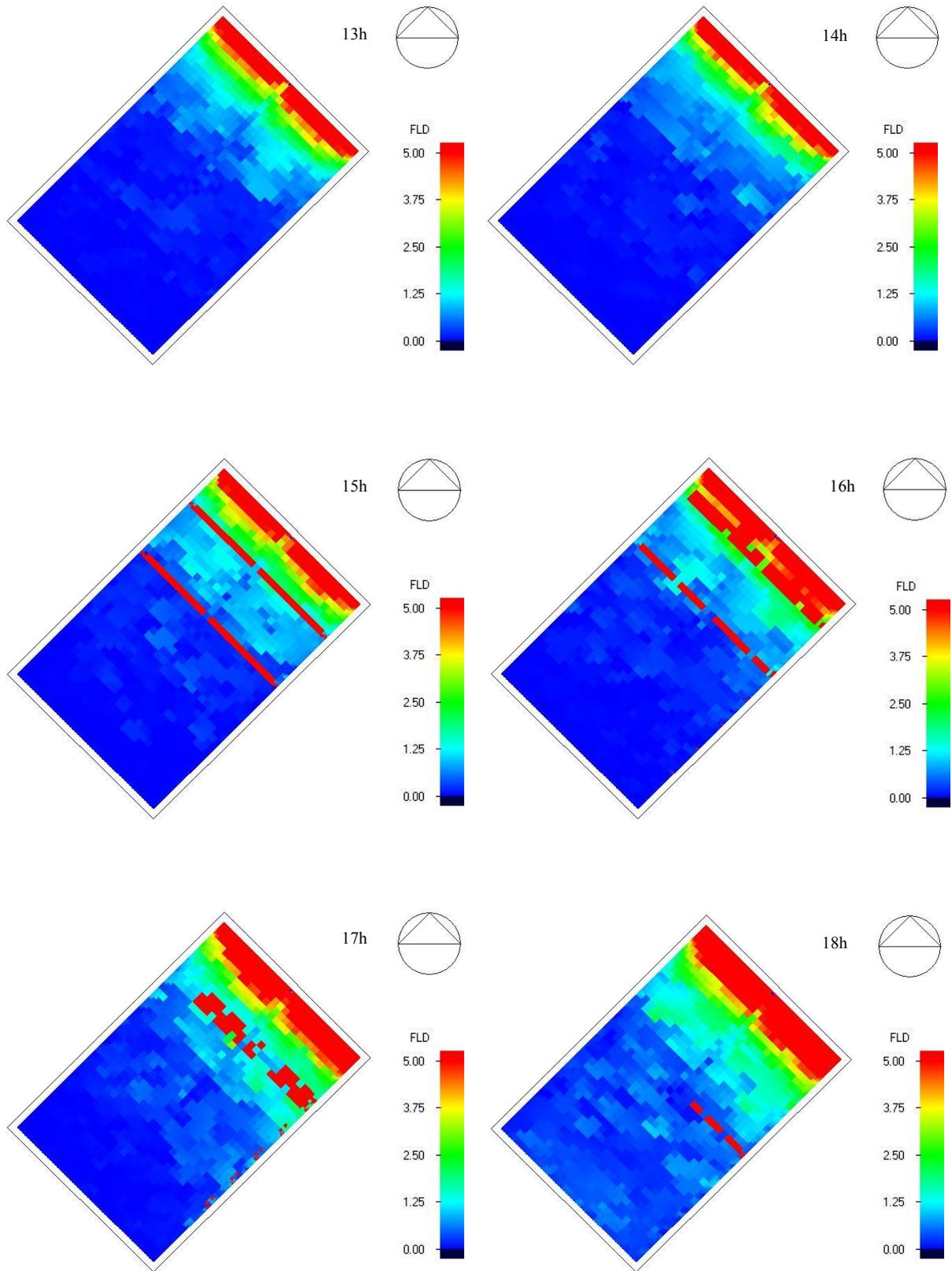
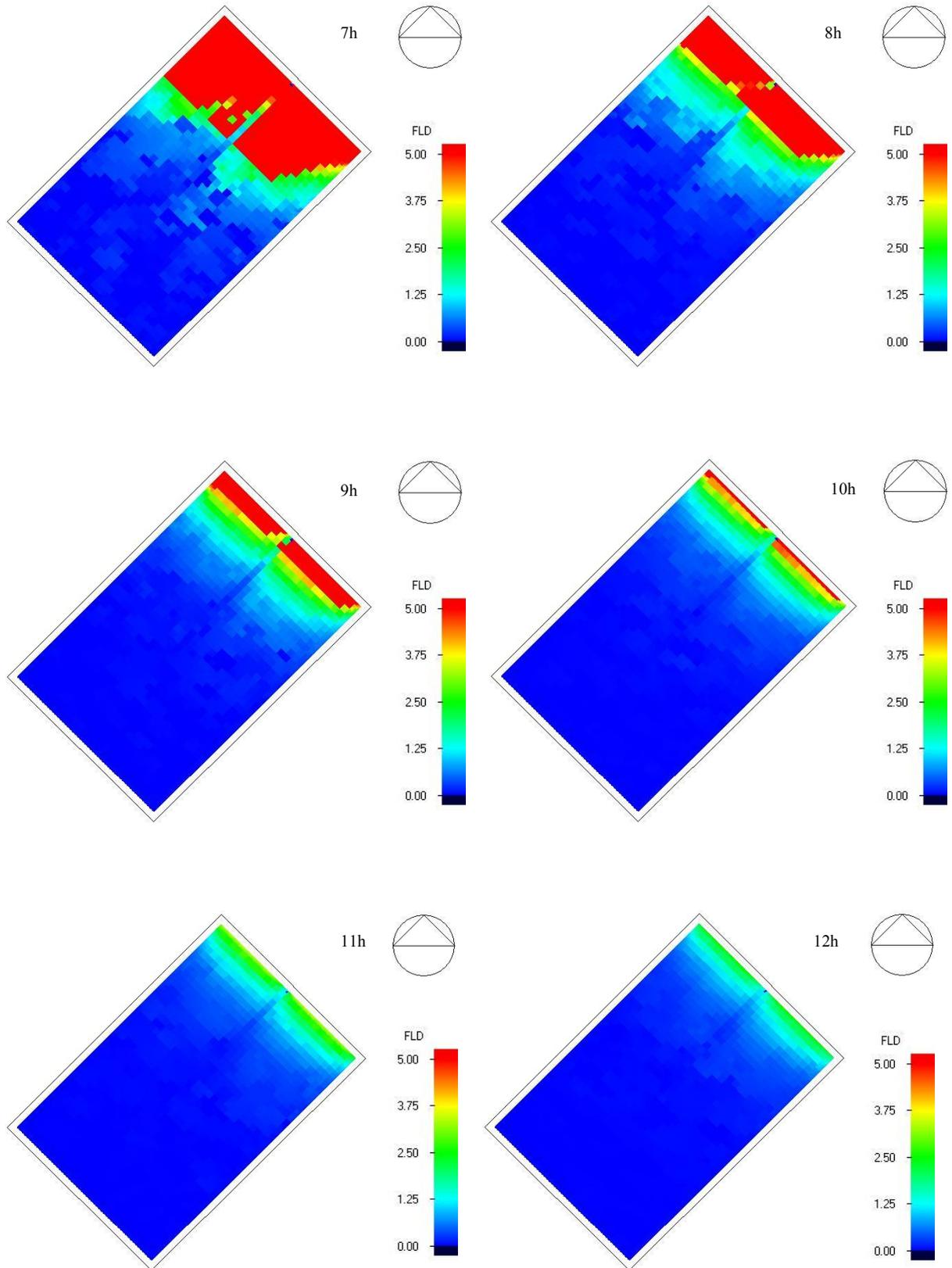


Figura A.17 –Modelo Sarah Salvador - Simulación lumínica

2ª. 5. Sarah Salvador 47 (vidrio+vidrio) - día de verano (21/06) - cielo claro soleado en Barcelona



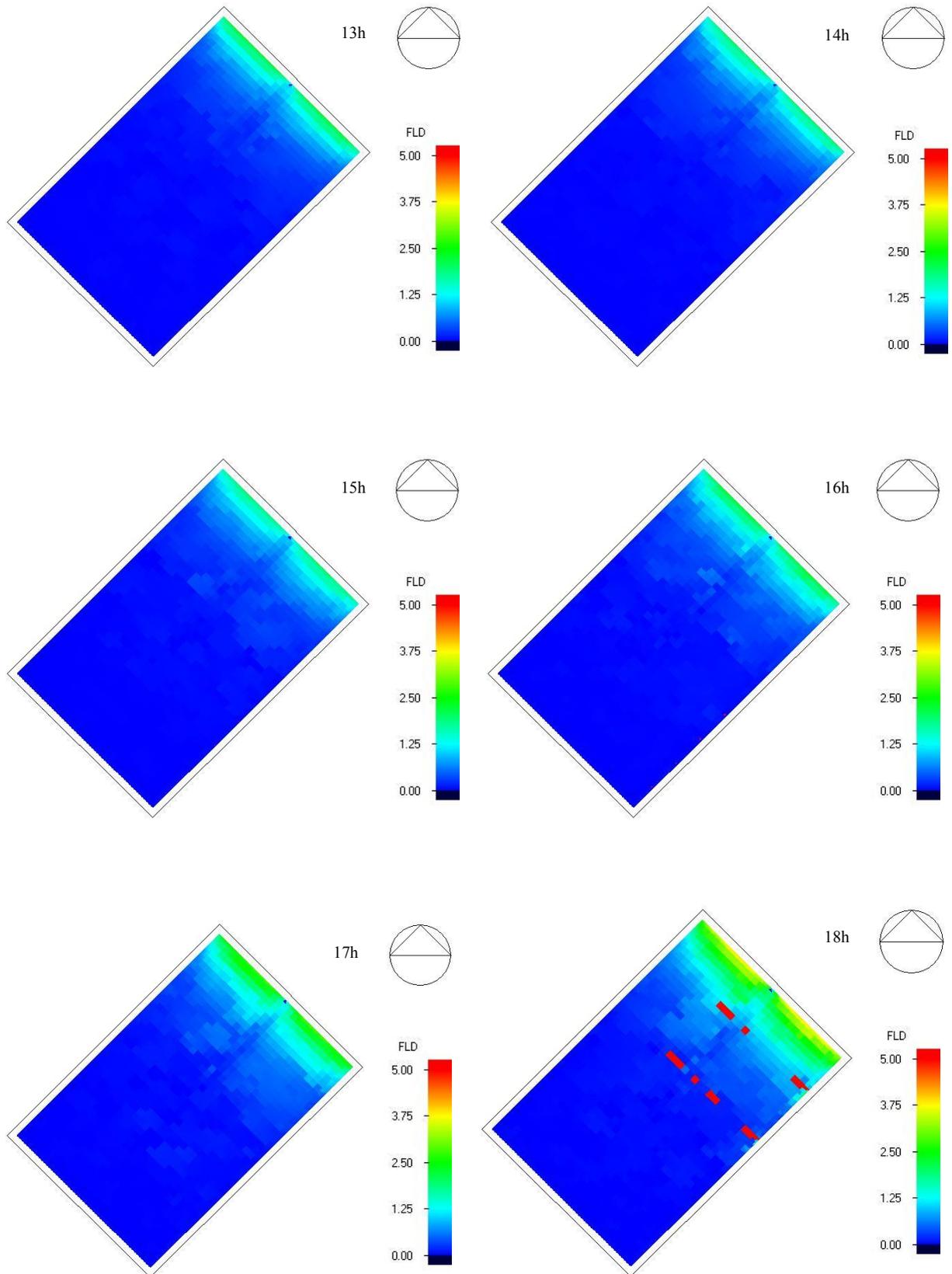
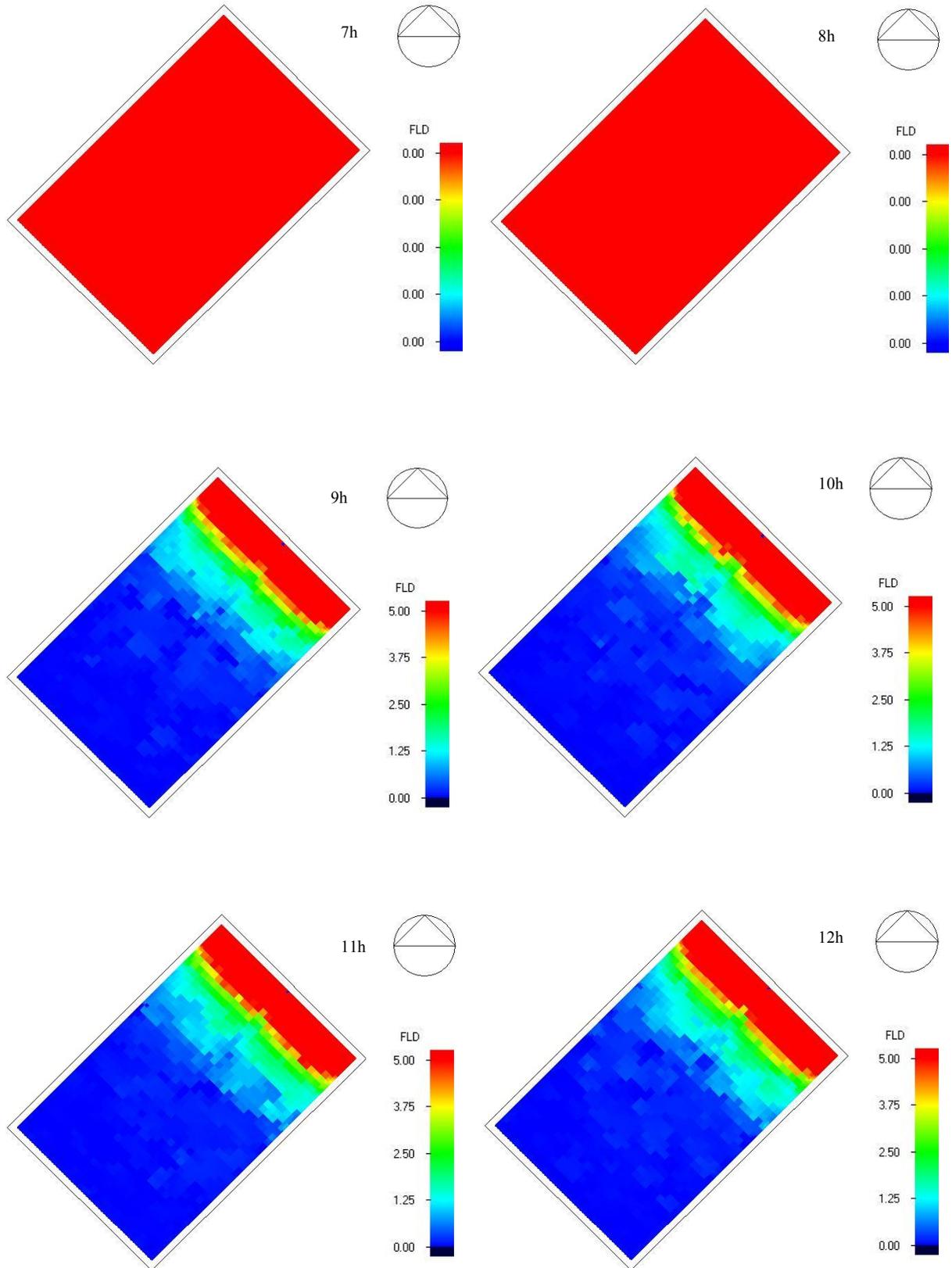


Figura A.18 –Modelo Sarah Salvador - Simulación lumínica

2ª. 6. Sarah Salvador 47 (vidrio+vidrio) - día de invierno (21/12) - cielo nublado en Barcelona



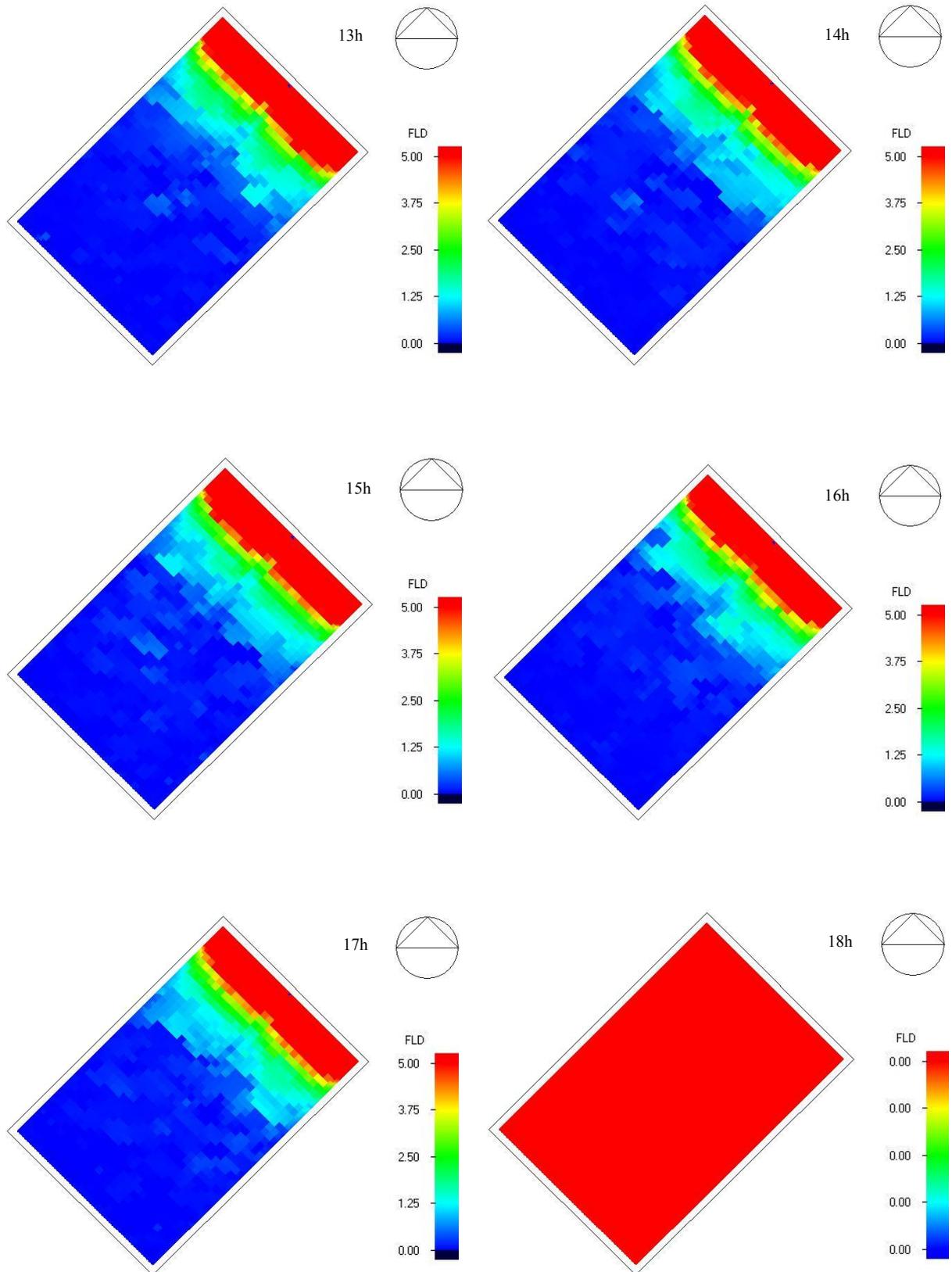
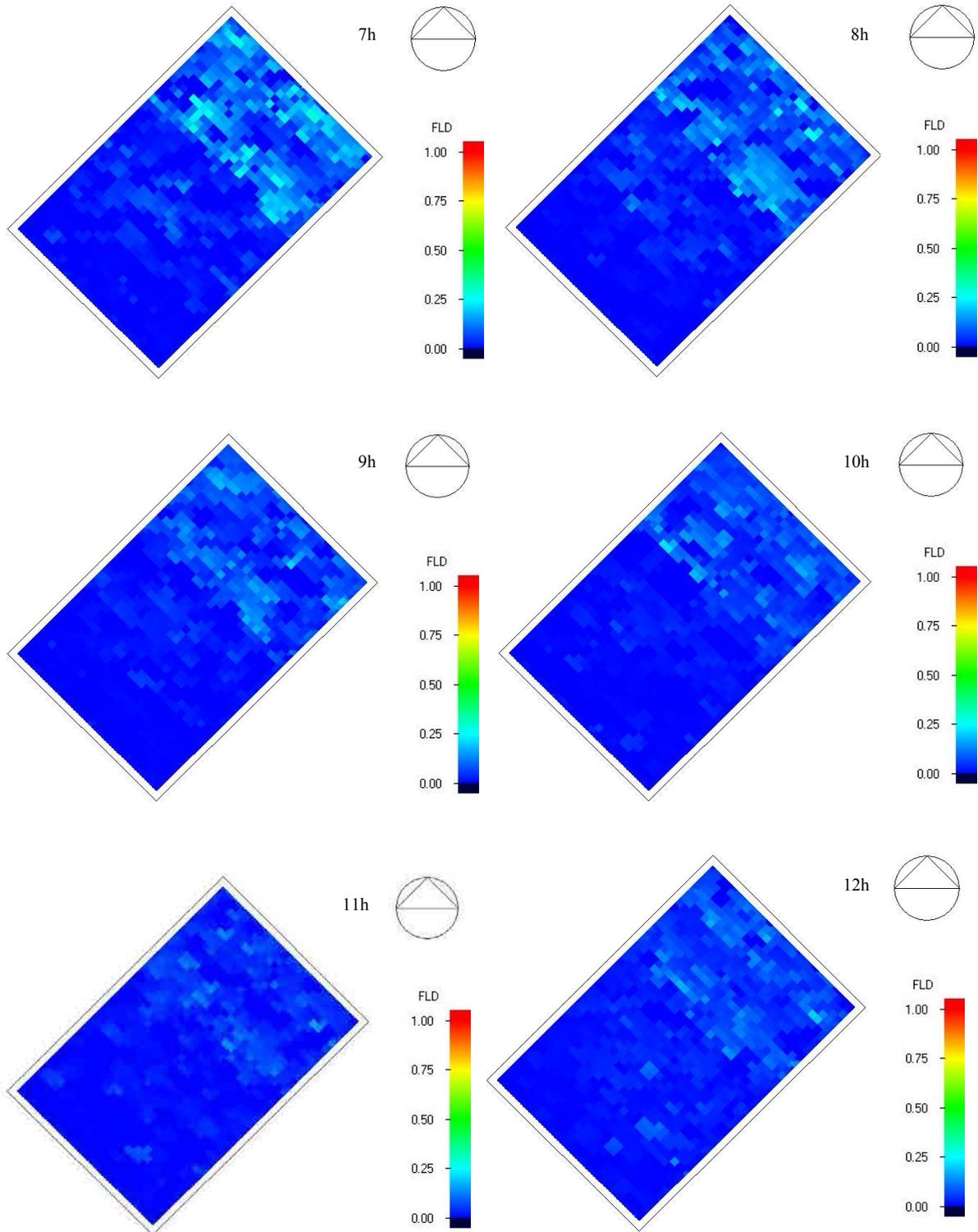


Figura A.19 –Modelo Sarah Salvador - Simulación lumínica

3ª Simulación – Escala fija de leyenda entre 0,00% y 1,00% y apenas ventana de los sheds

3ª.1. Sarah Salvador 47 (vidrio+vidrio) - día de primavera (23/09) - cielo intermedio soleado en Salvador



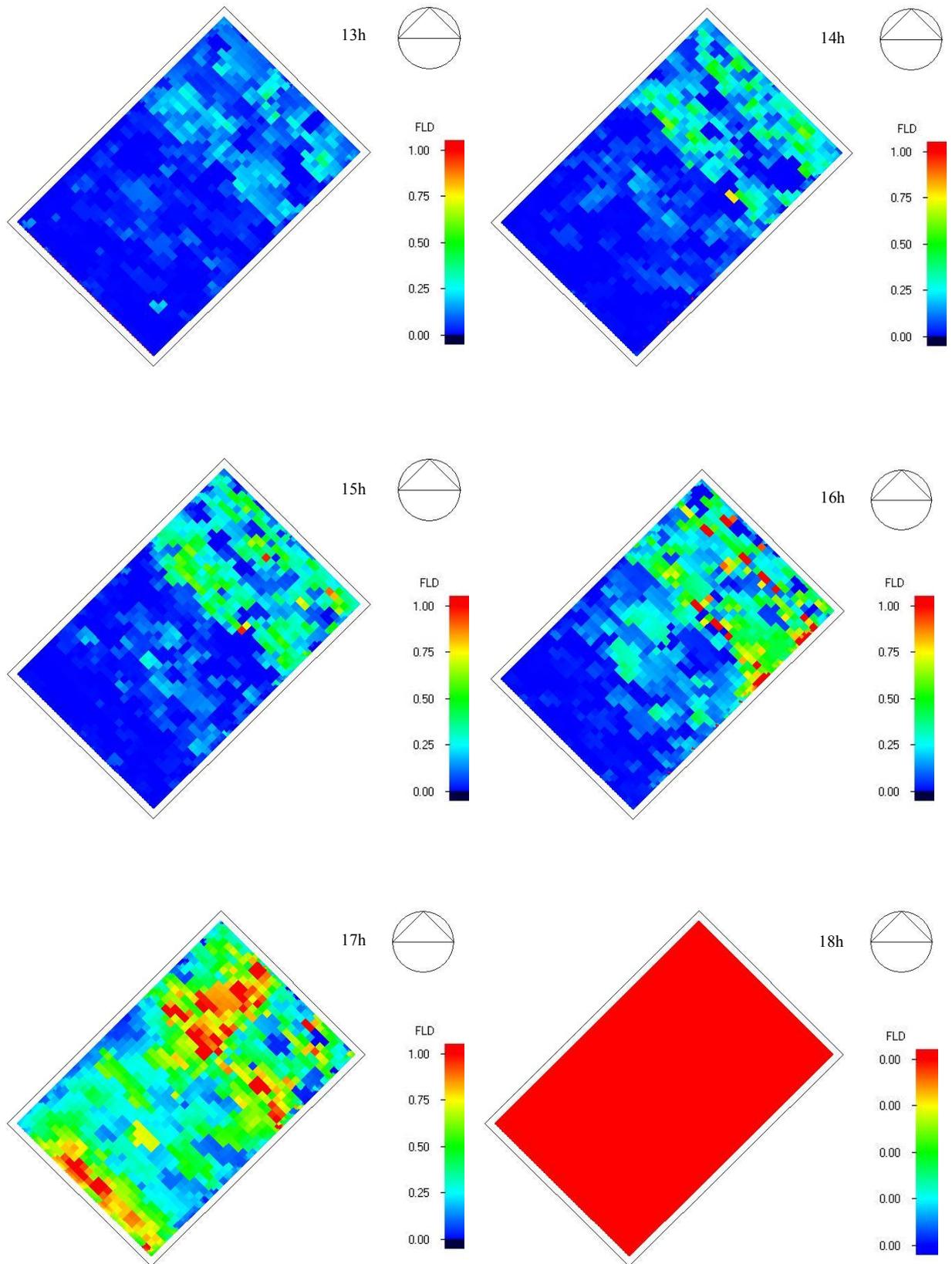
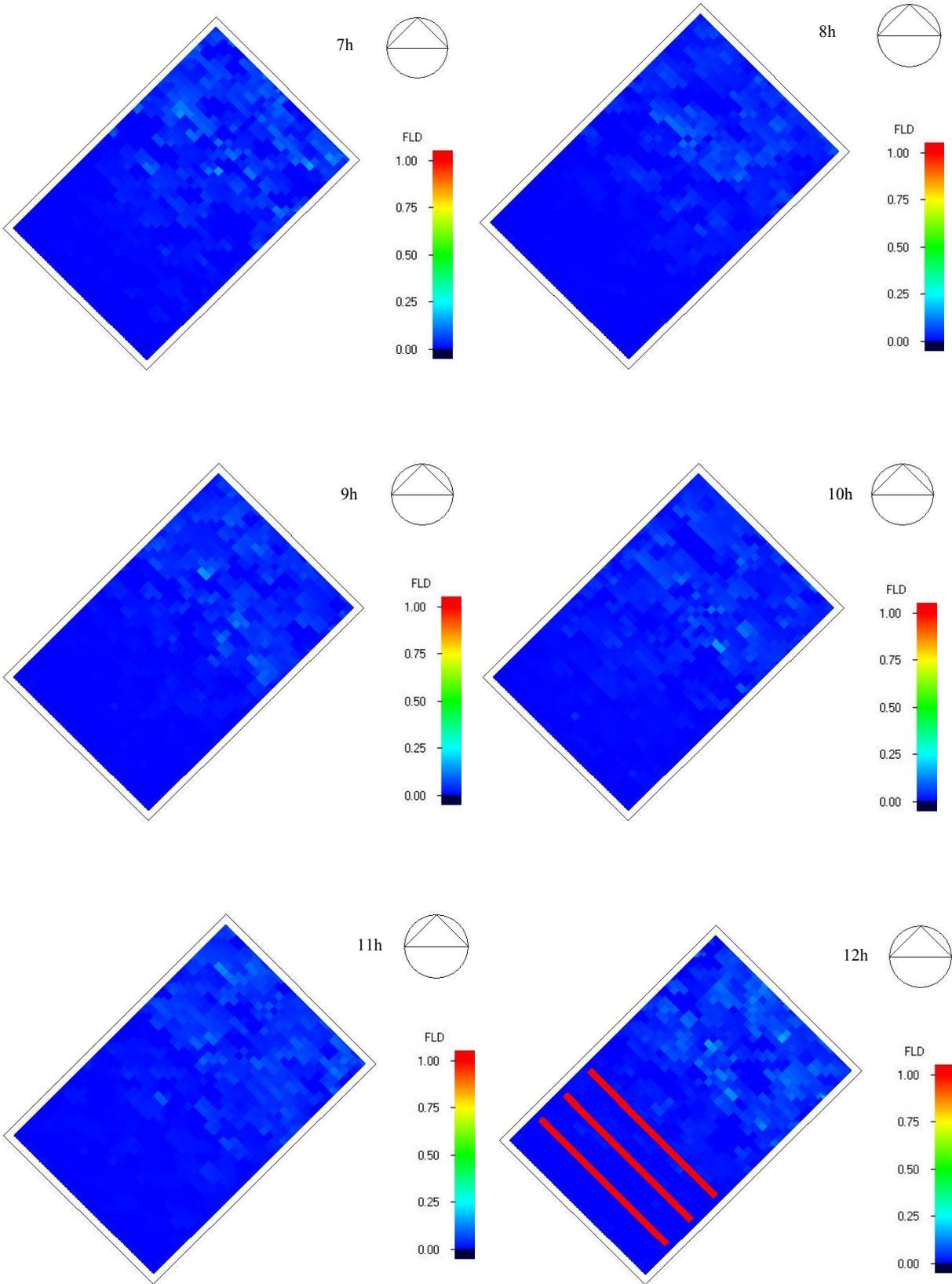


Figura A.20 – Modelo Sarah Salvador - Simulación lumínica

3ª. 2. Sarah Salvador 47 (vidrio+vidrio) - día de verano (21/12) - cielo claro soleado en Salvador



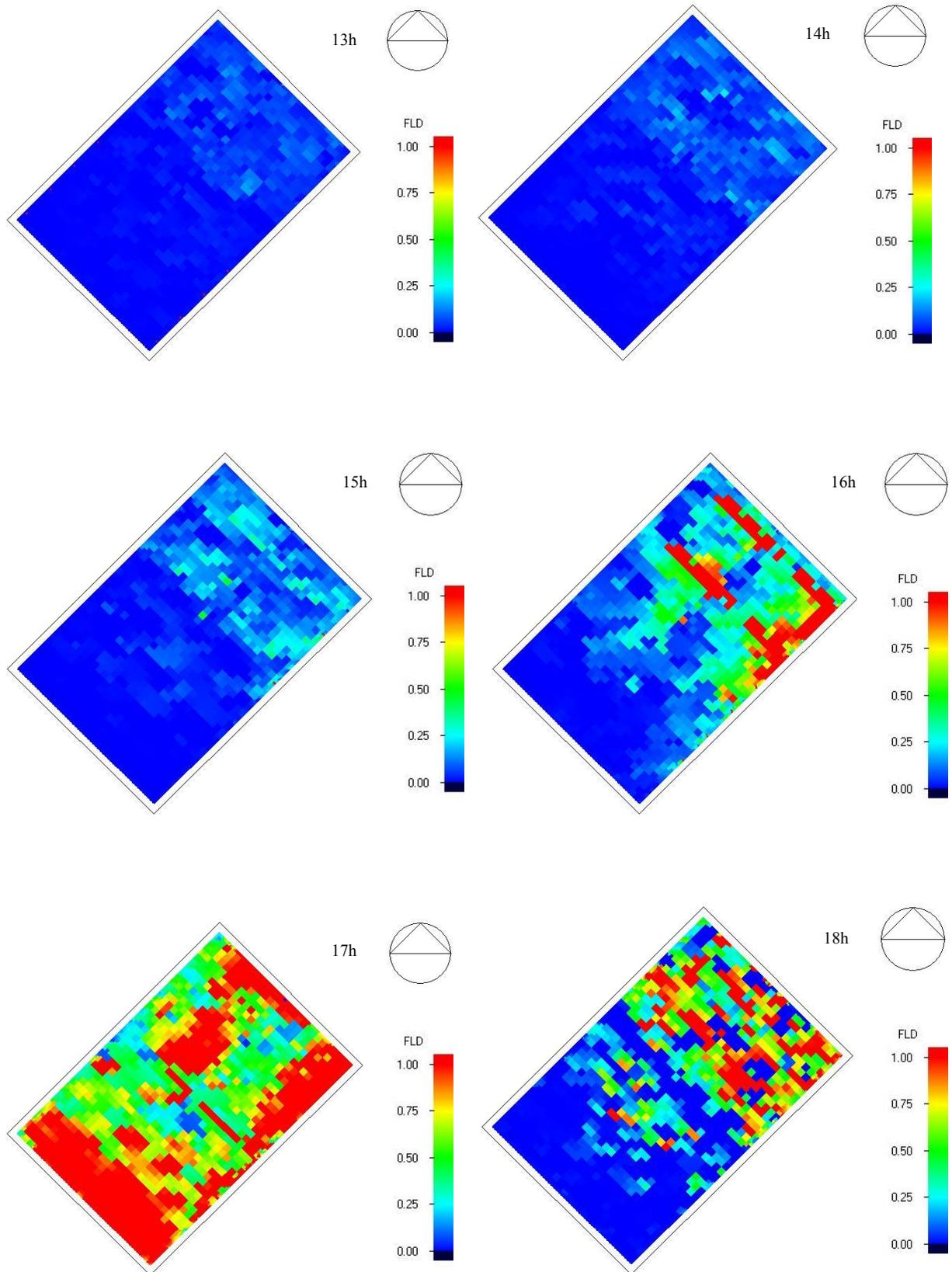
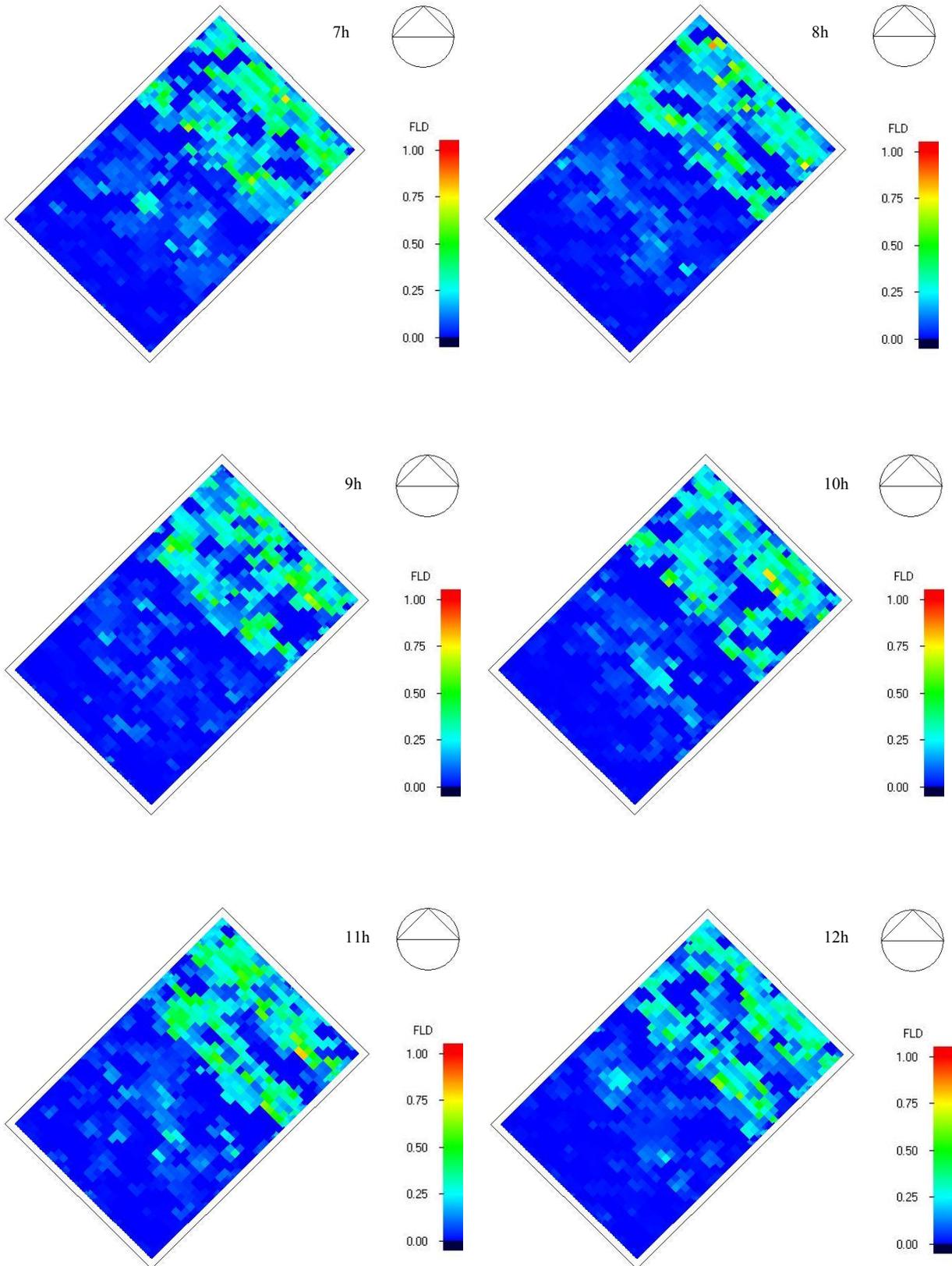


Figura A.21 – Modelo Sarah Salvador - Simulación lumínica

3ª. 3. Sarah Salvador 47 (vidrio+vidrio) - día de invierno (21/06) - cielo nublado en Salvador



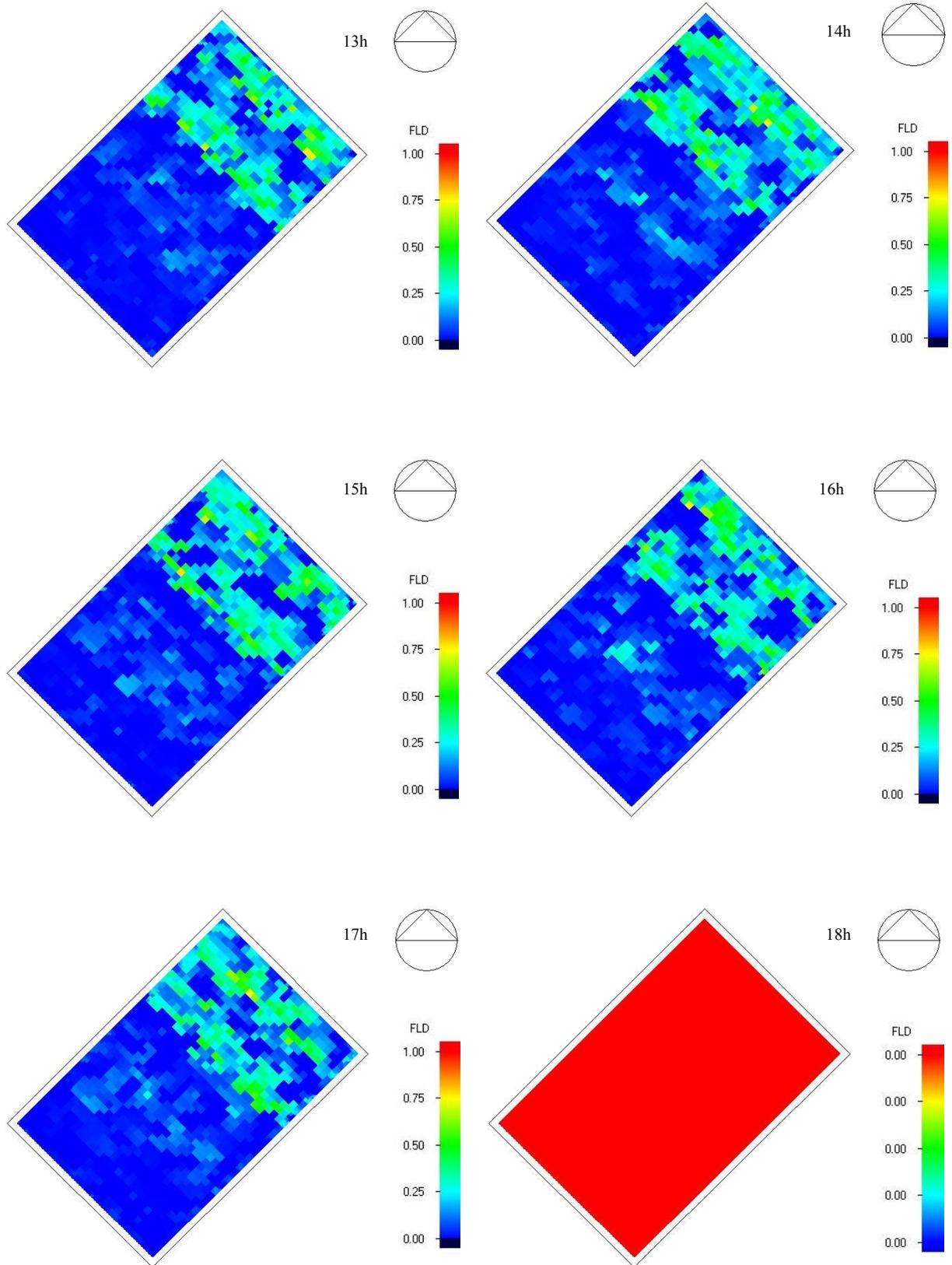
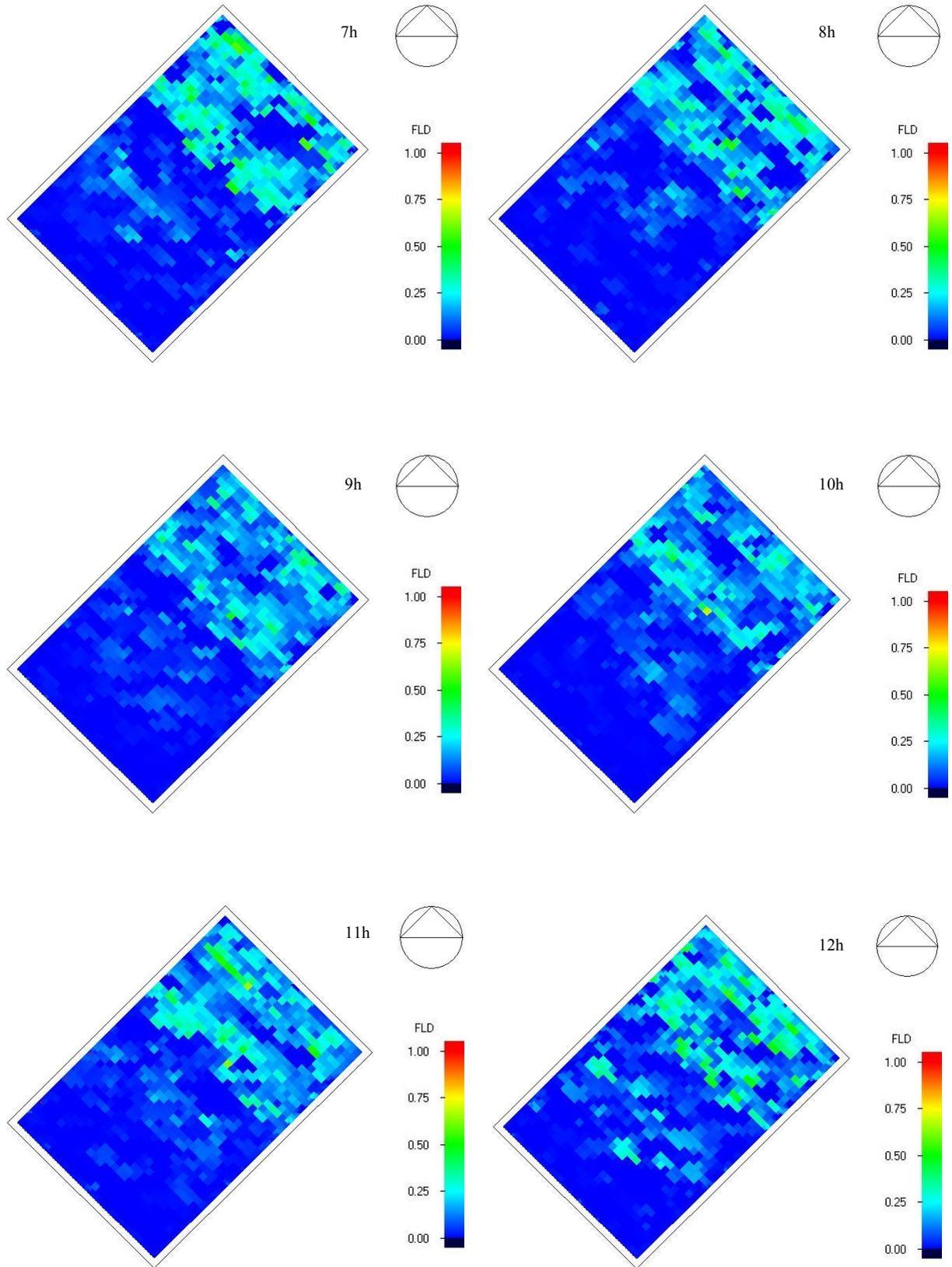
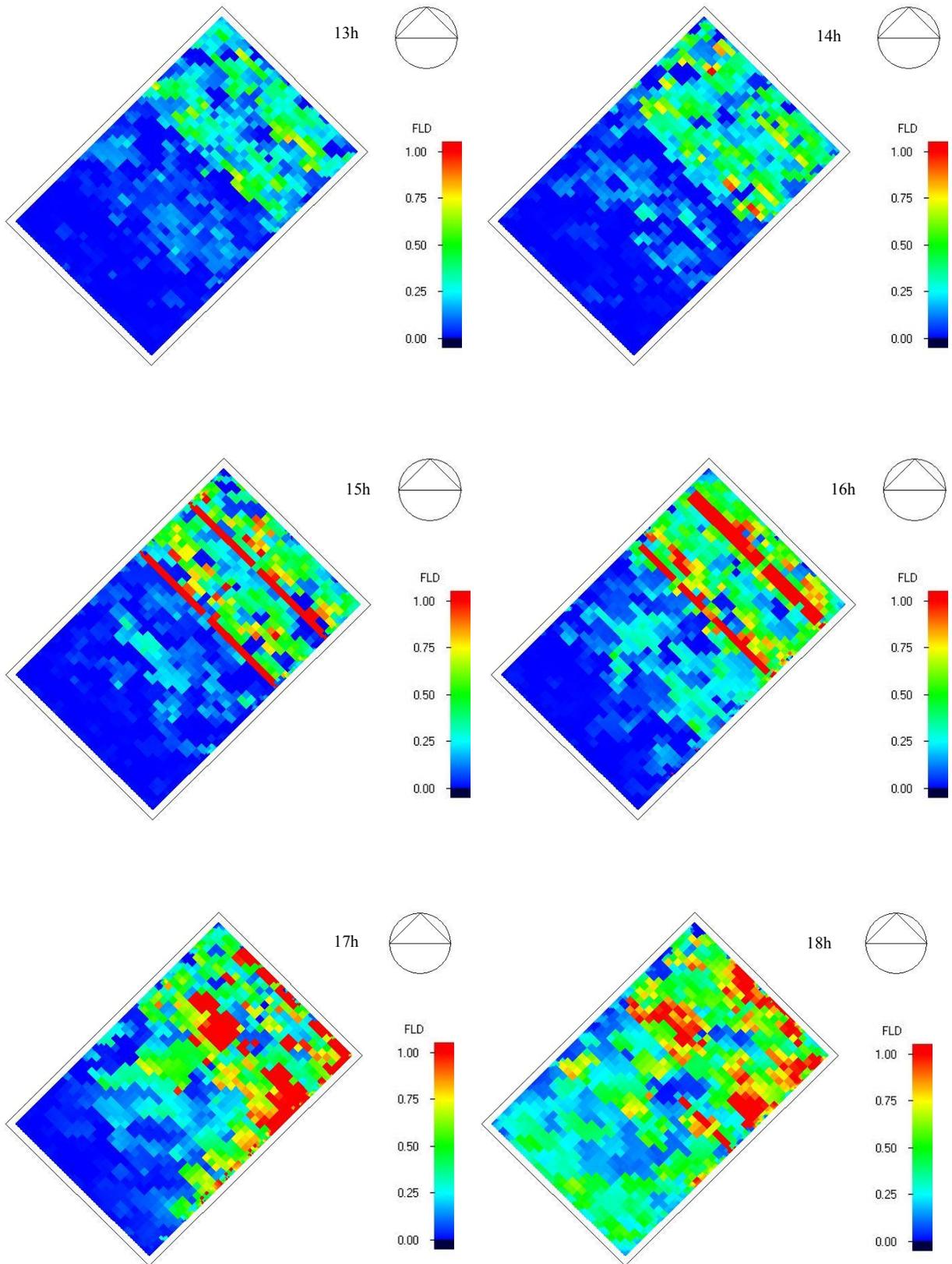


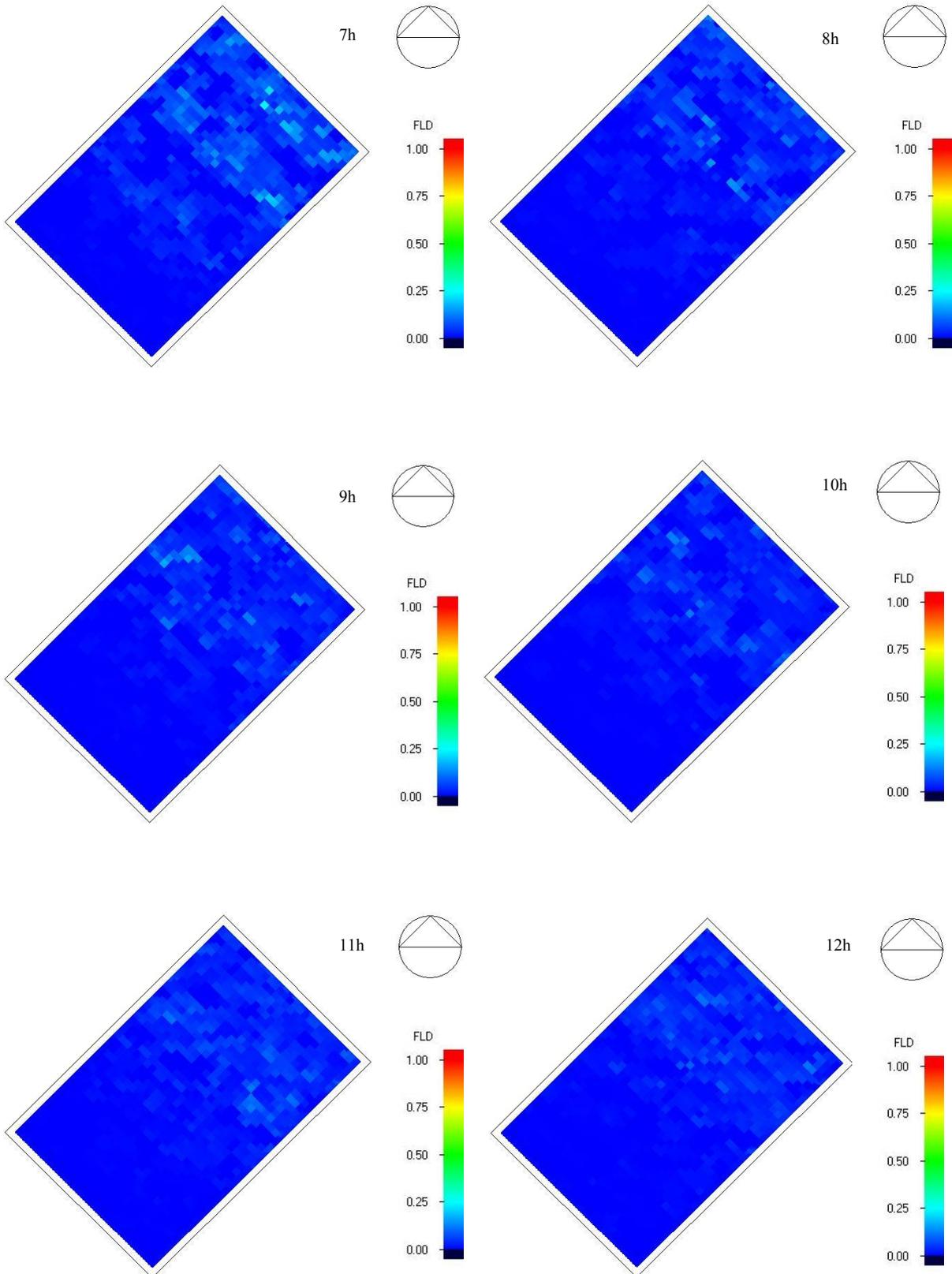
Figura A.22 – Modelo Sarah Salvador - Simulación lumínica

3ª. 4. Sarah Salvador 47 (vidrio+vidrio) - día de primavera (21/03) - cielo intermedio soleado en Barcelona



**Figura A.23** – Modelo Sarah Salvador - Simulación lumínica

3ª. 5. Sarah Salvador 47 (vidrio+vidrio) - día de verano (21/06) - cielo claro soleado en Barcelona



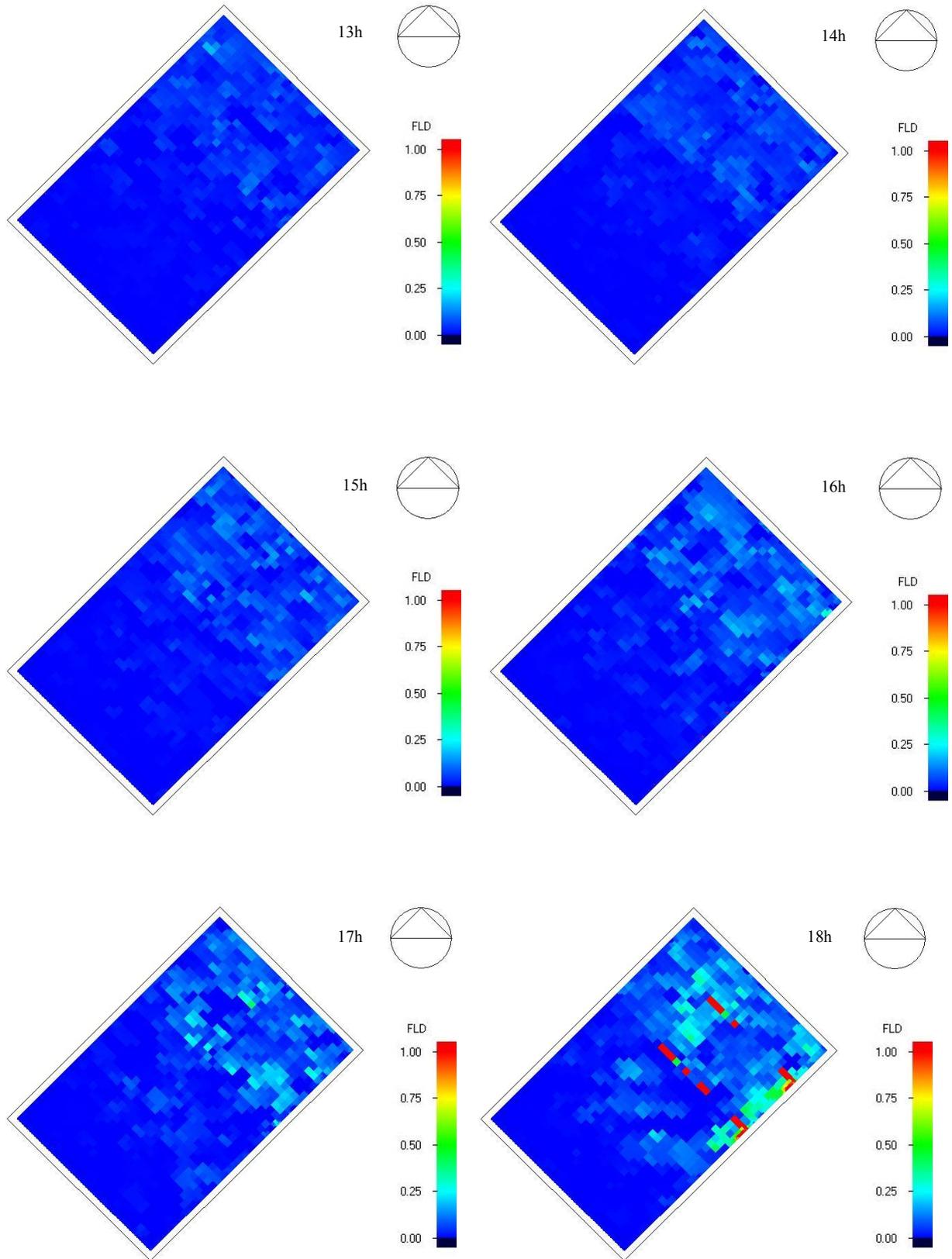
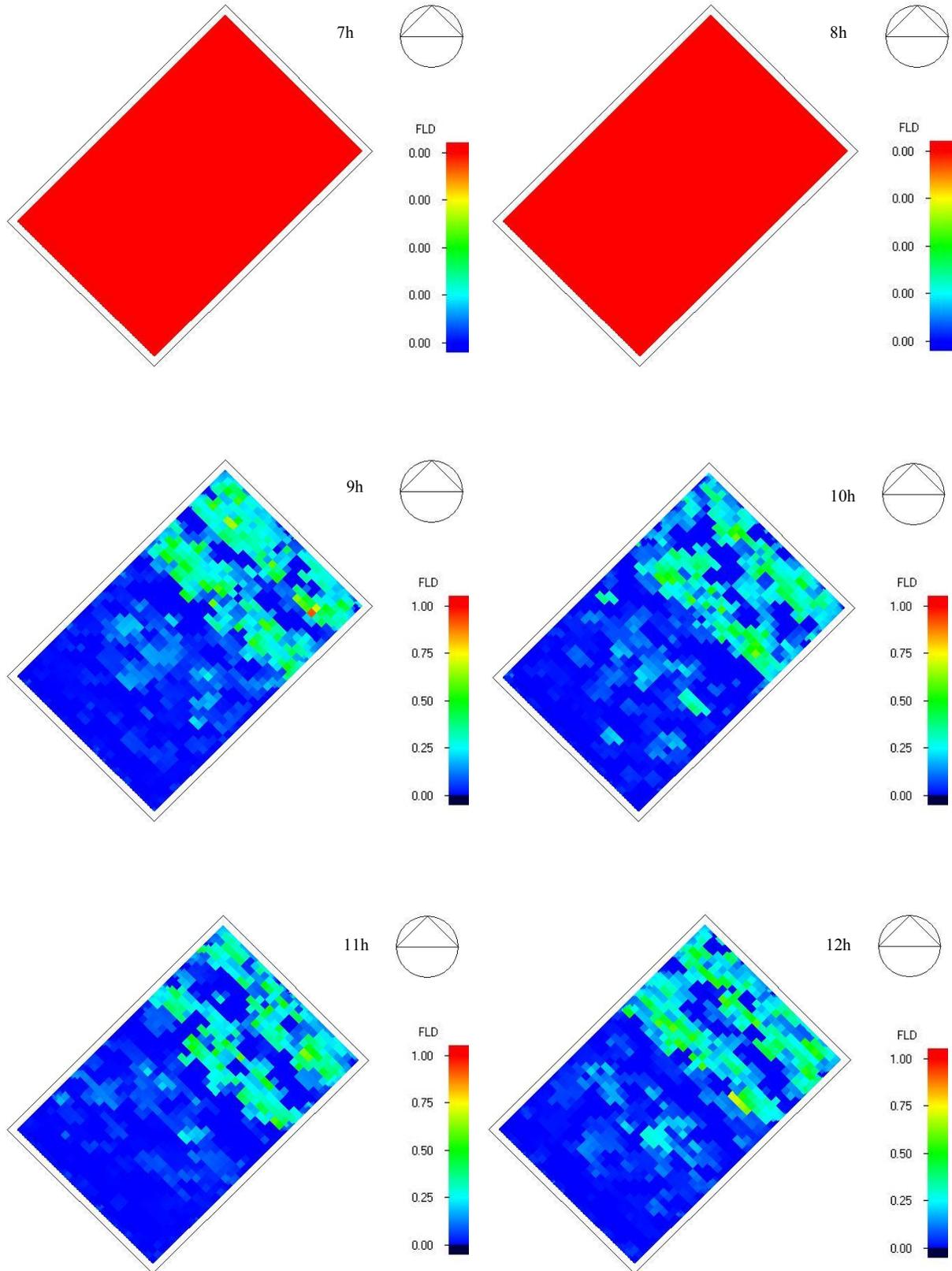


Figura A.24 – Modelo Sarah Salvador - Simulación luminica

3ª. 6. Sarah Salvador 47 (vidrio+vidrio) - día de invierno (21/12) - cielo nublado en Barcelona



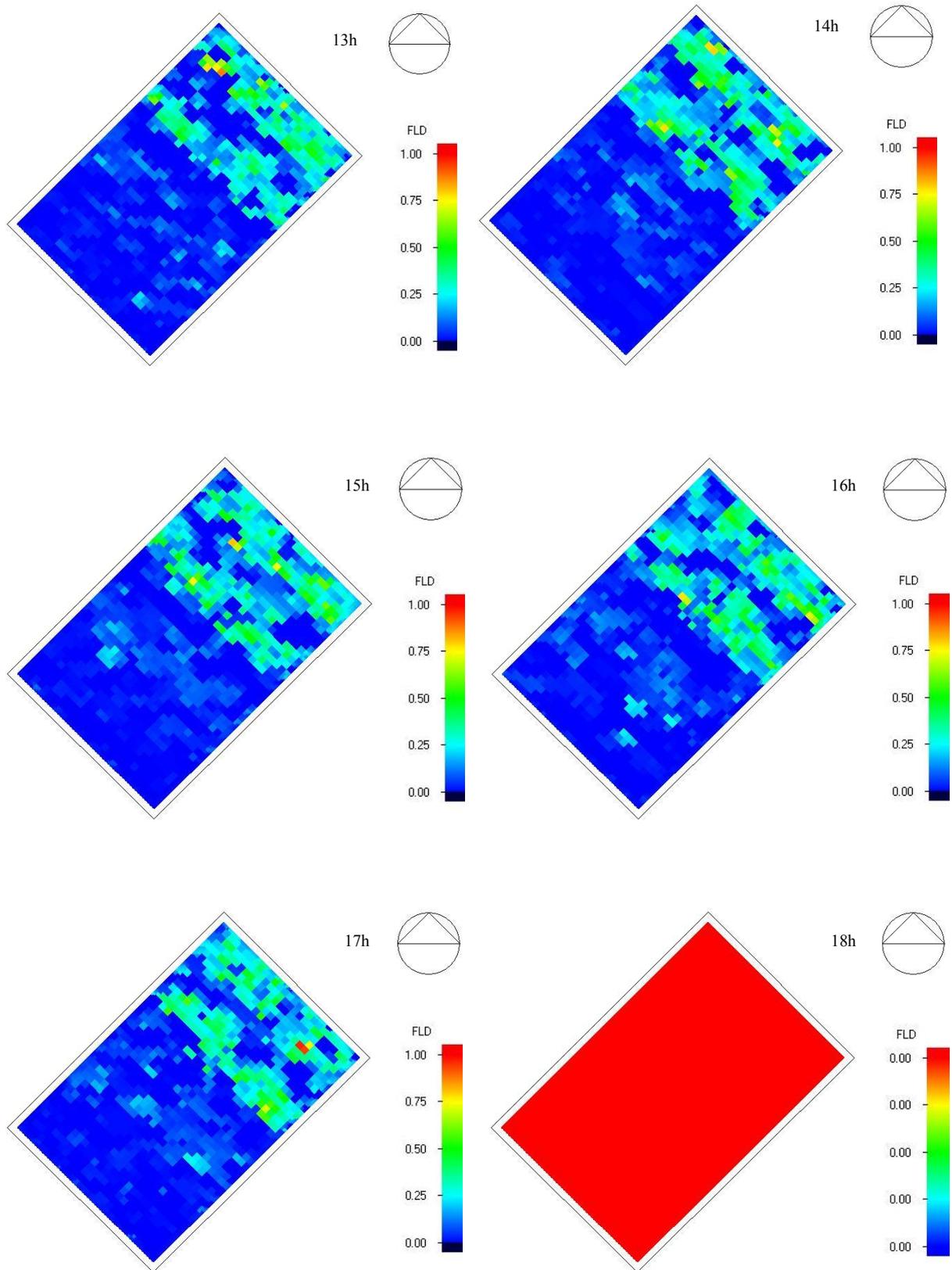


Figura A.25 – Modelo Sarah Salvador - Simulación lumínica

Modelo Sarah Rio de Janeiro

Para averiguar el comportamiento del modelo Sarah Rio de Janeiro en su funcionamiento lumínico, a través de la herramienta Radiance Daylight de Design Builder, se ha calculado el Factor de Luz Diurna (FLD) para la situación real en la ciudad de Rio de Janeiro y para la situación hipotética en la ciudad de Barcelona. Siempre considerando la orientación real del edificio. Para este estudio, se ha averiguado apenas lo que ocurría en la habitación colectiva.

Se ha hecho tres simulaciones: la primera con la escala libre de la leyenda, la segunda con la escala definida entre 0,00% y 5,00% y la tercera con la escala definida entre 0,00% y 1,00% y sin aportación lumínica de la puerta de vidrio.

Se ha considerado: cielo intermedio soleado para un día de primavera (23/09 - Rio) (23/03 - Barcelona), cielo claro soleado para un día de verano (21/12 - Rio) (21/06 - Barcelona) y cielo nublado para un día de invierno (21/06 - Rio) (21/12 - Barcelona). Entre las 7h y las 18h.

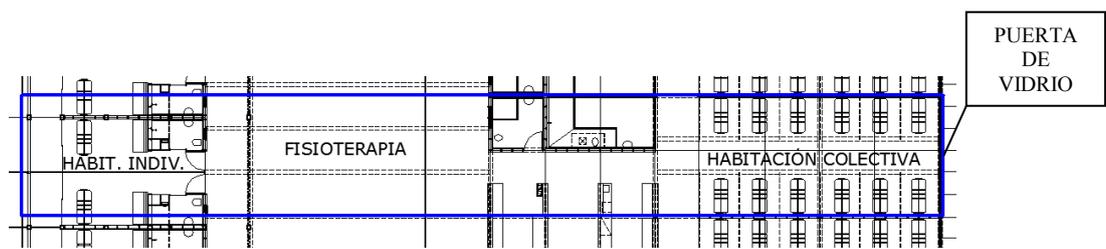


Figura A.26 – Modelo Sarah Rio - Planta baja de hospitalización (archivo del CTRS adaptado por la autora)

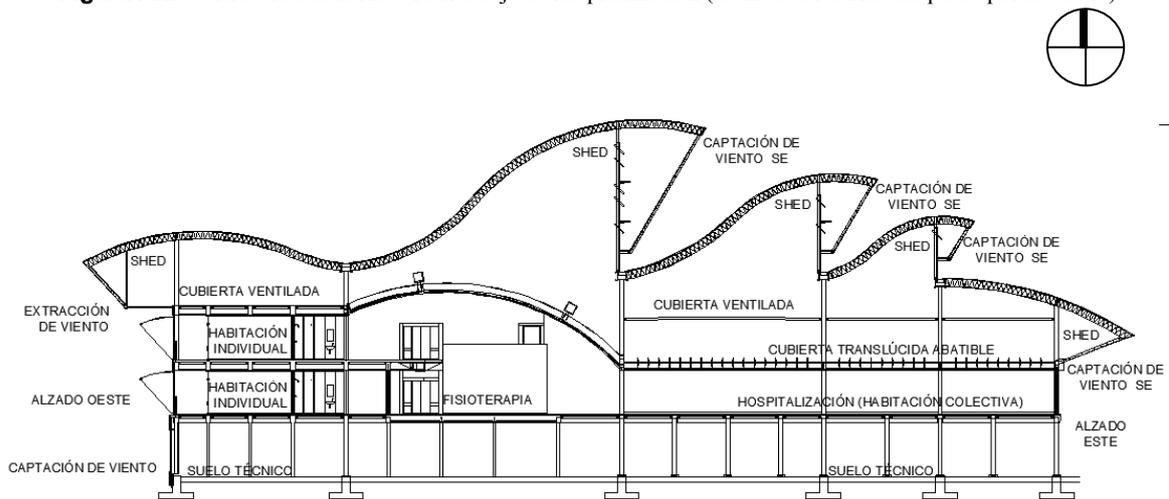


Figura A.27 – Modelo Sarah Rio - Sección transversal ampliada – zona de hospitalización (archivo del CTRS adaptado por la autora)

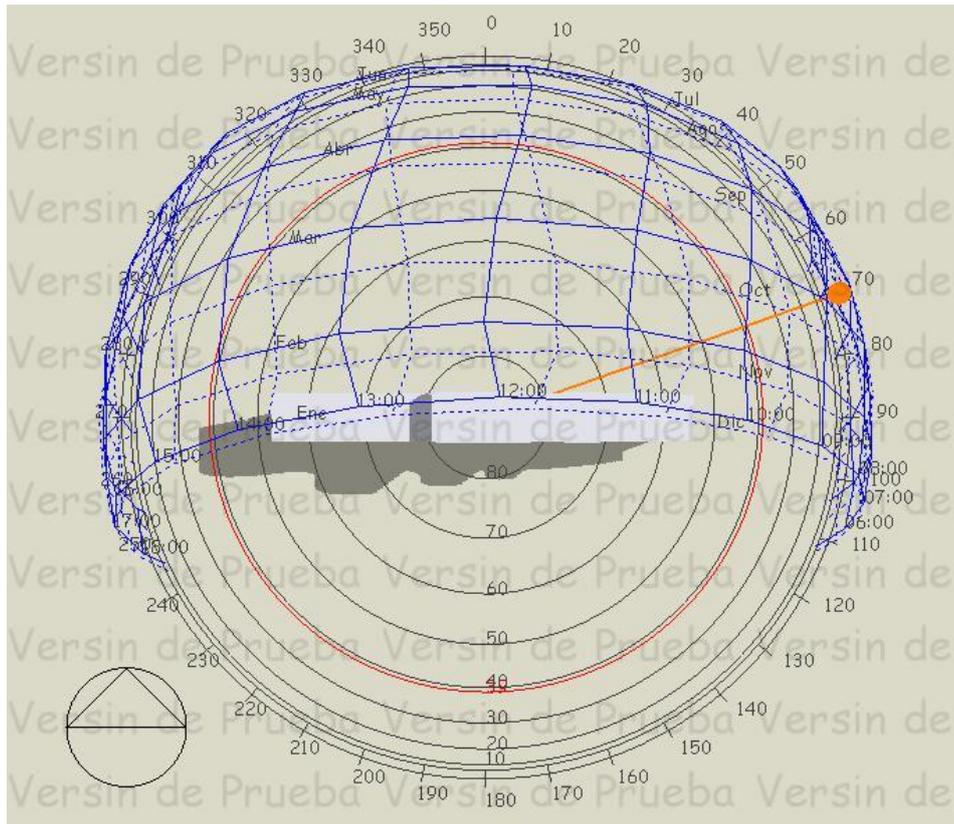


Figura A.28 – Modelo Sarah Rio - Diagrama solar - Rio de Janeiro - Latitud: 22° 90' Sur

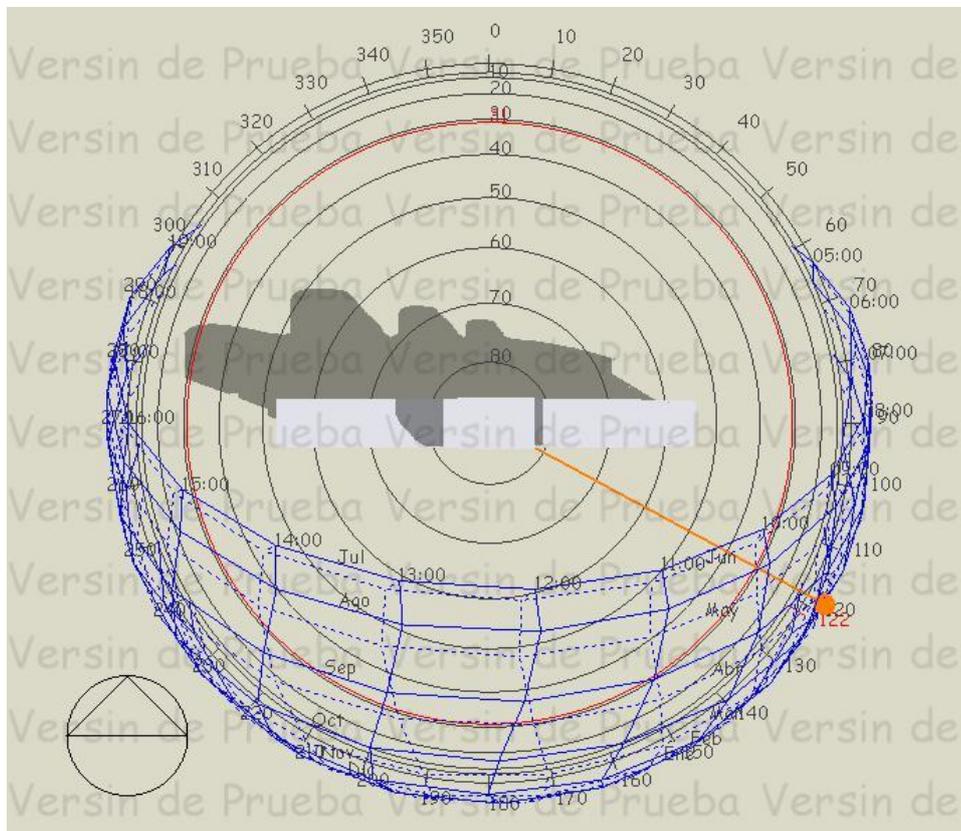
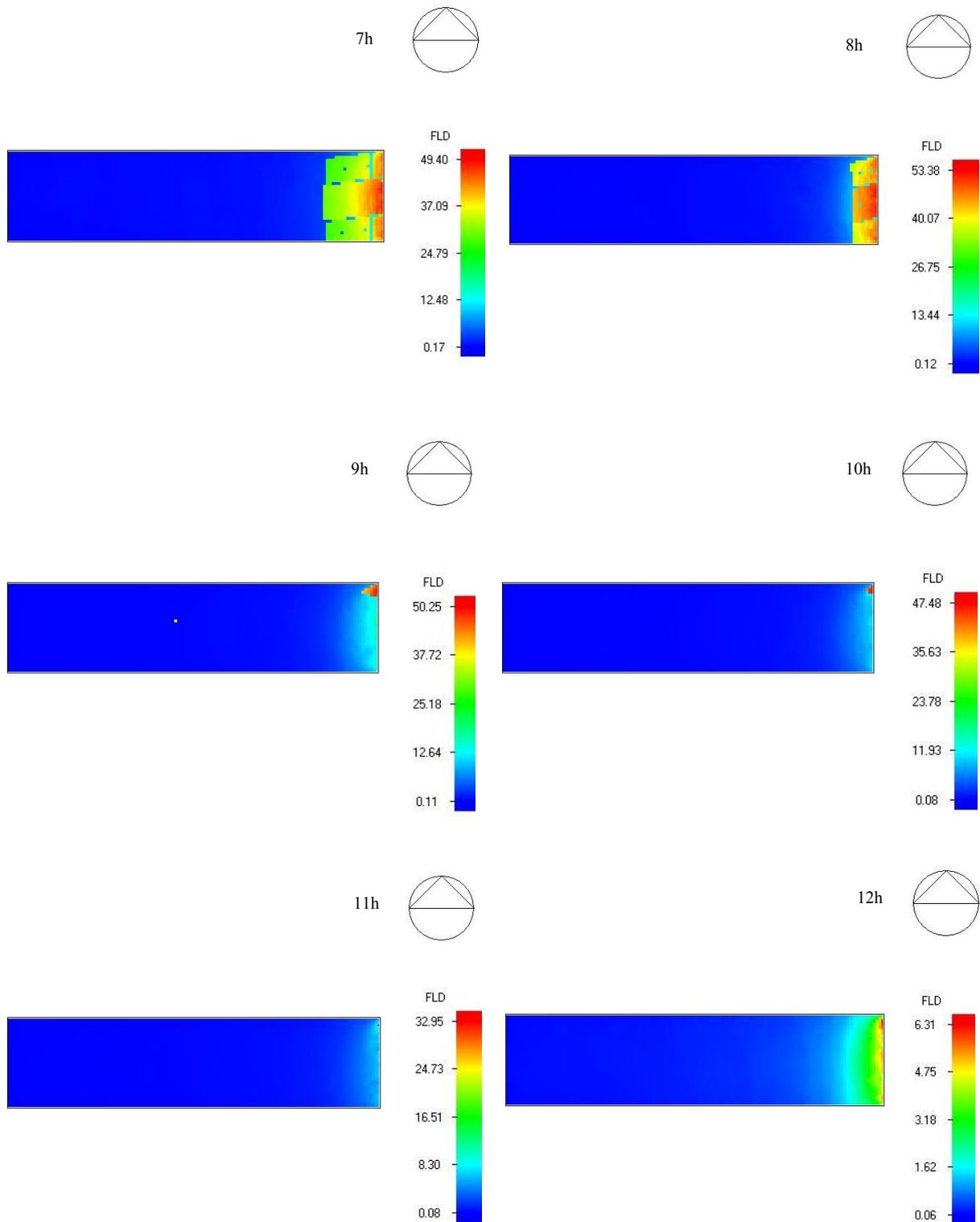


Figura A.29 – Modelo Sarah Rio - Diagrama solar - Barcelona - Latitud: 41° 28' Norte

1ª SIMULACIÓN – Escala libre de leyenda

1ª. 1. Sarah Rio 23 - día de primavera (23/09) - cielo intermedio soleado en Rio de Janeiro



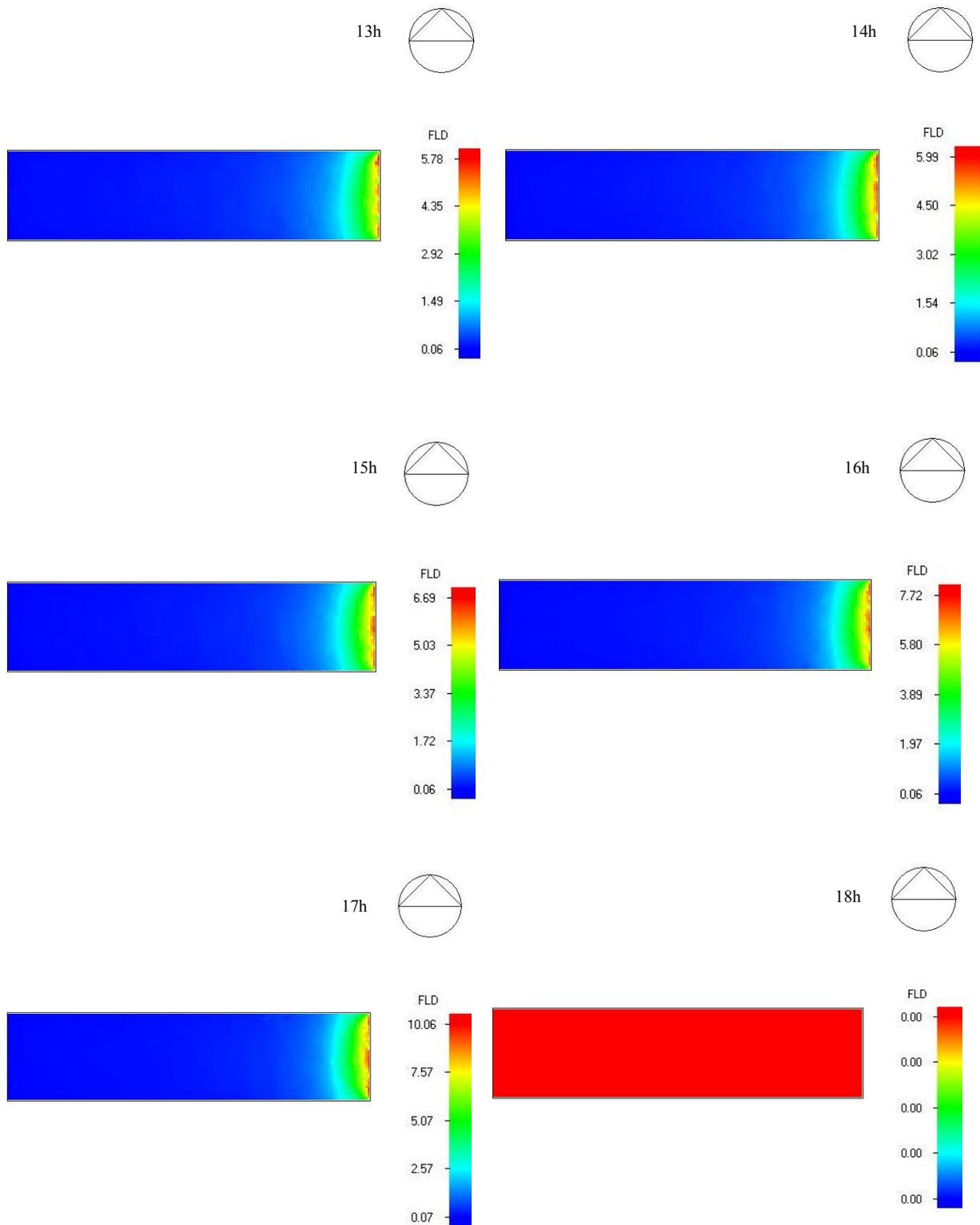
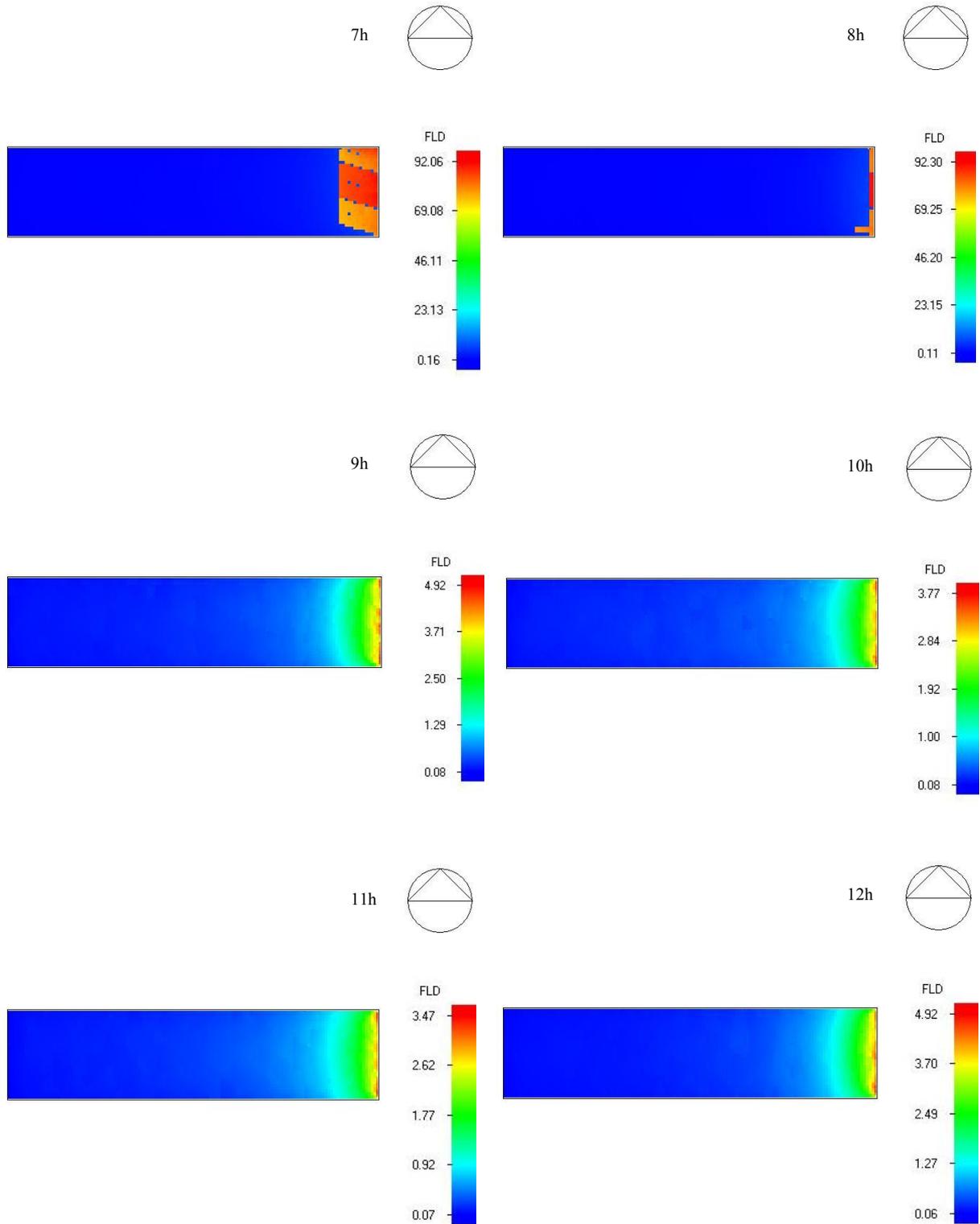


Figura A.30 – Modelo Sarah Rio - Simulación lumínica

1ª. 2. Sarah Rio 23 - día de verano (21/12) - cielo claro soleado en Rio de Janeiro



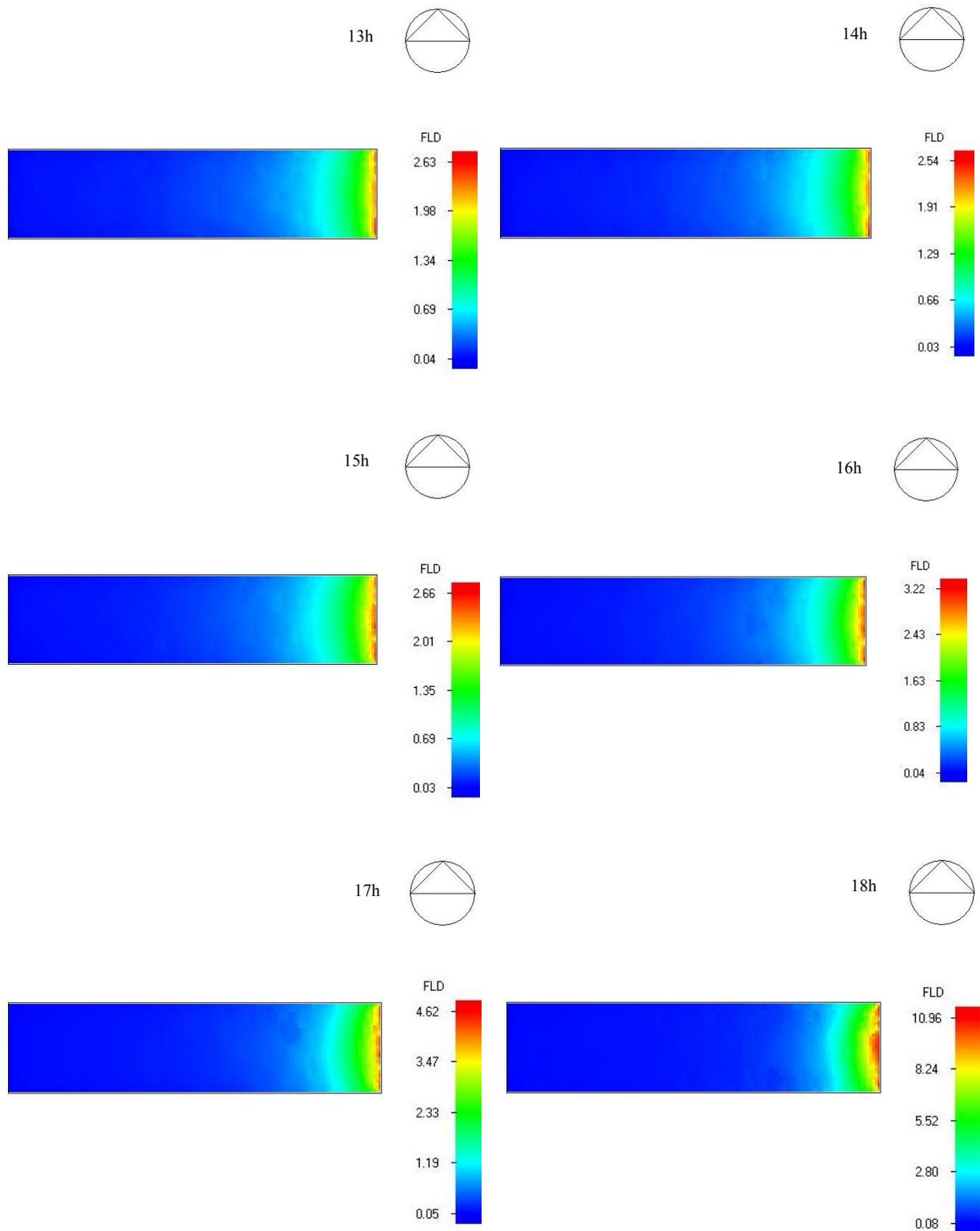
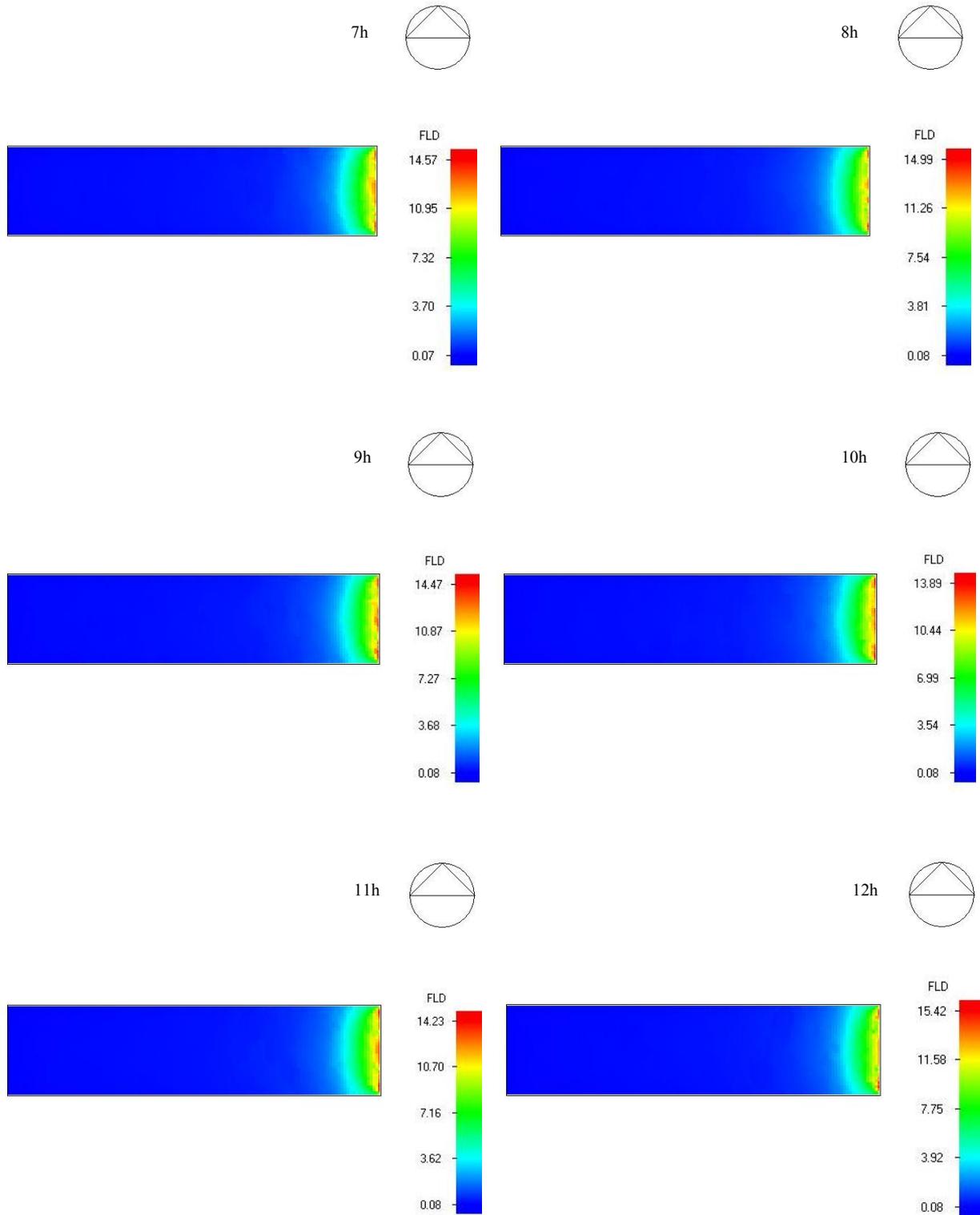


Figura A.31 – Modelo Sarah Rio - Simulación lumínica

1ª. 3. Sarah Rio 23 - día de invierno (21/06) - cielo nublado en Rio de Janeiro



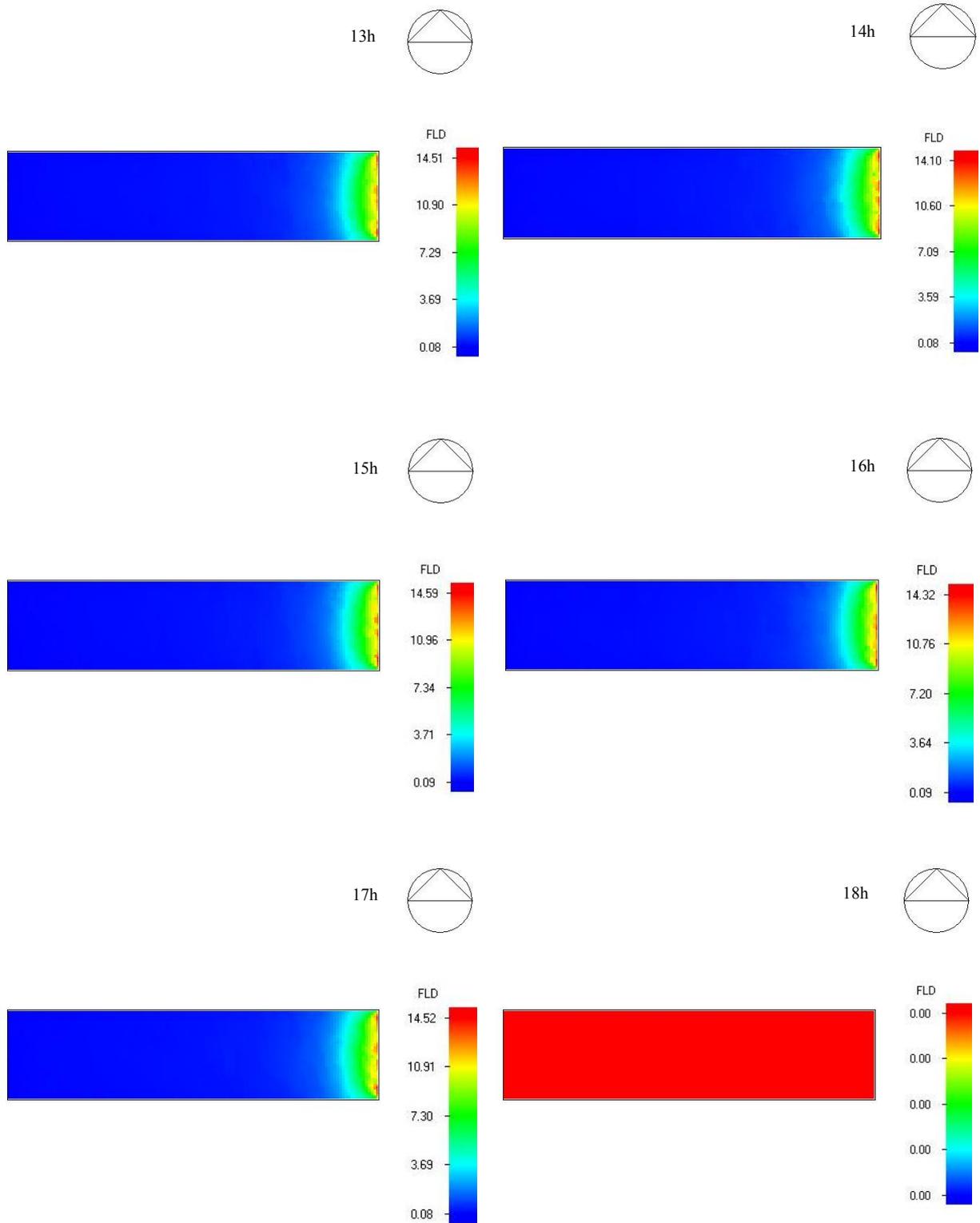
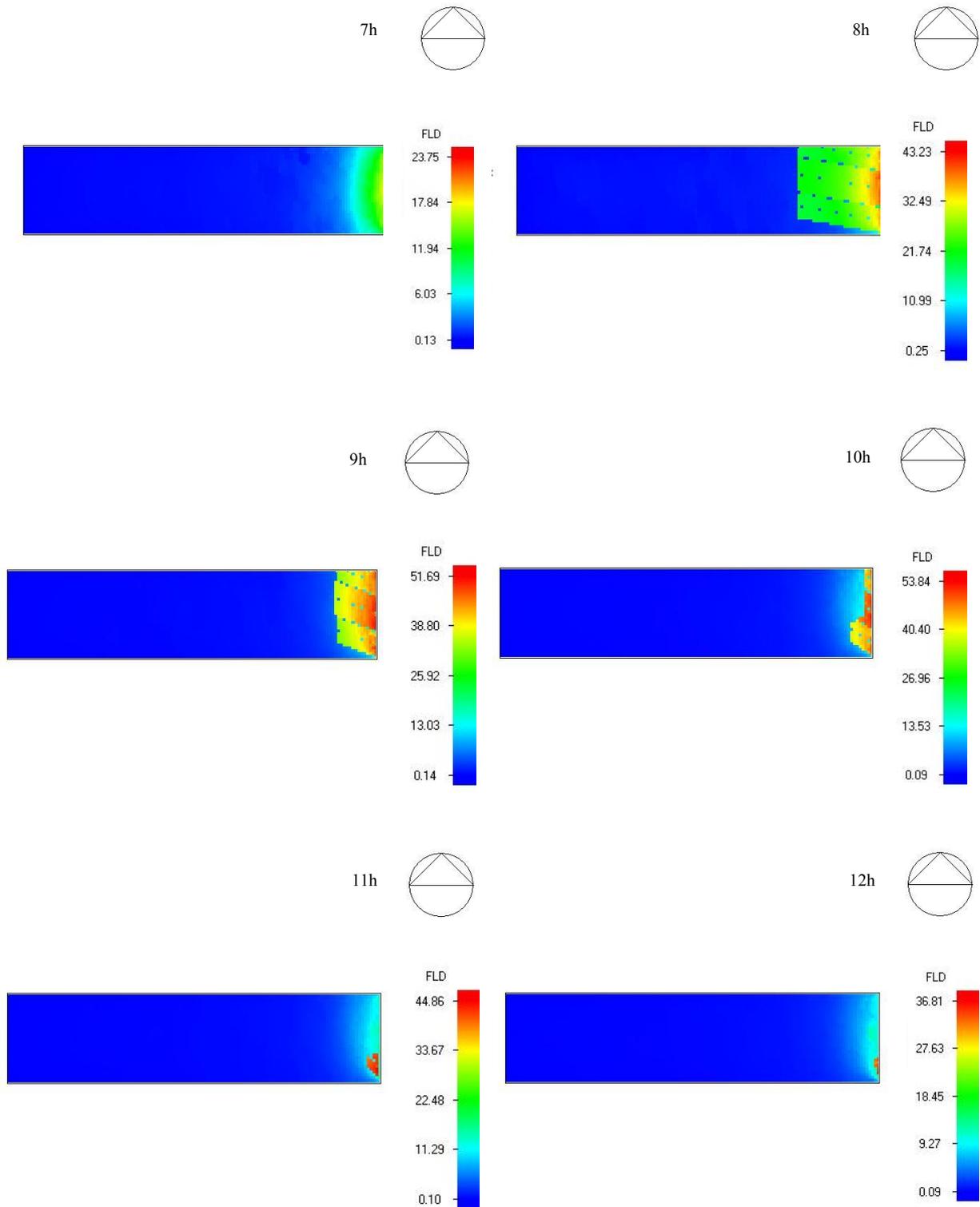


Figura A.32 – Modelo Sarah Rio - Simulación lumínica

1ª. 4. Sarah Rio 23 - día de primavera (21/03) - cielo intermedio soleado en Barcelona



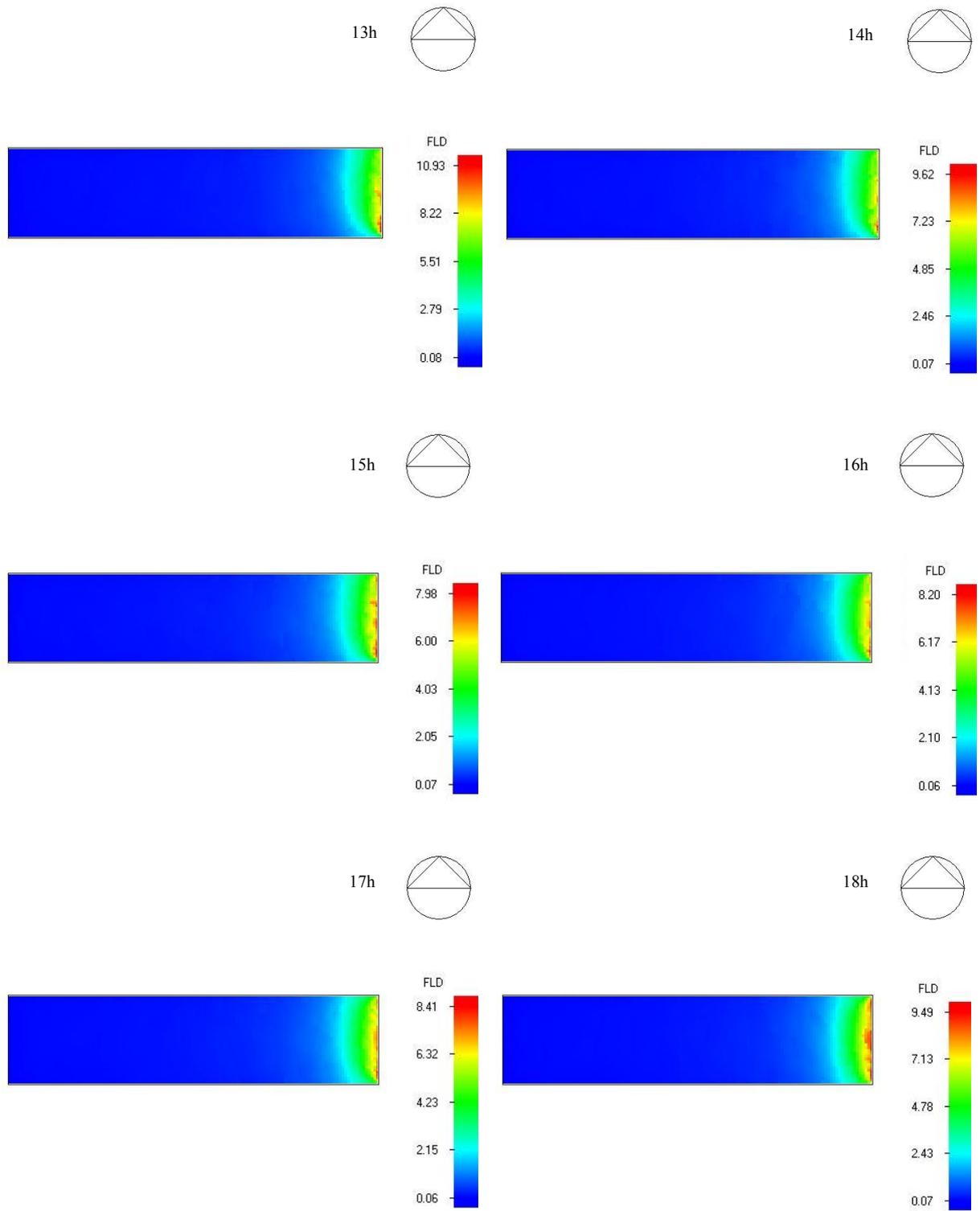
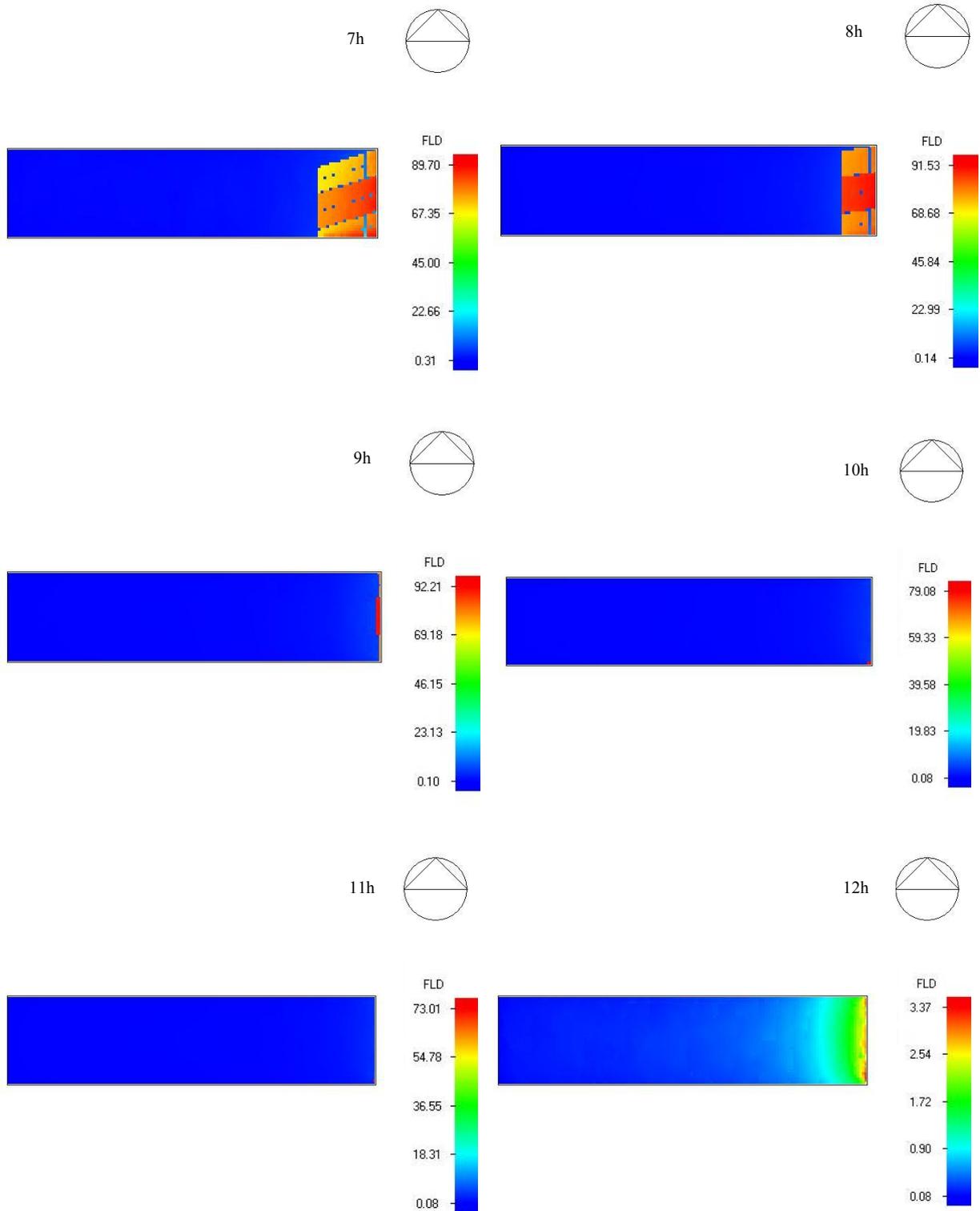


Figura A.33 – Modelo Sarah Rio - Simulación lumínica

1ª. 5. Sarah Rio 23 - día de verano (21/06) - cielo claro soleado en Barcelona



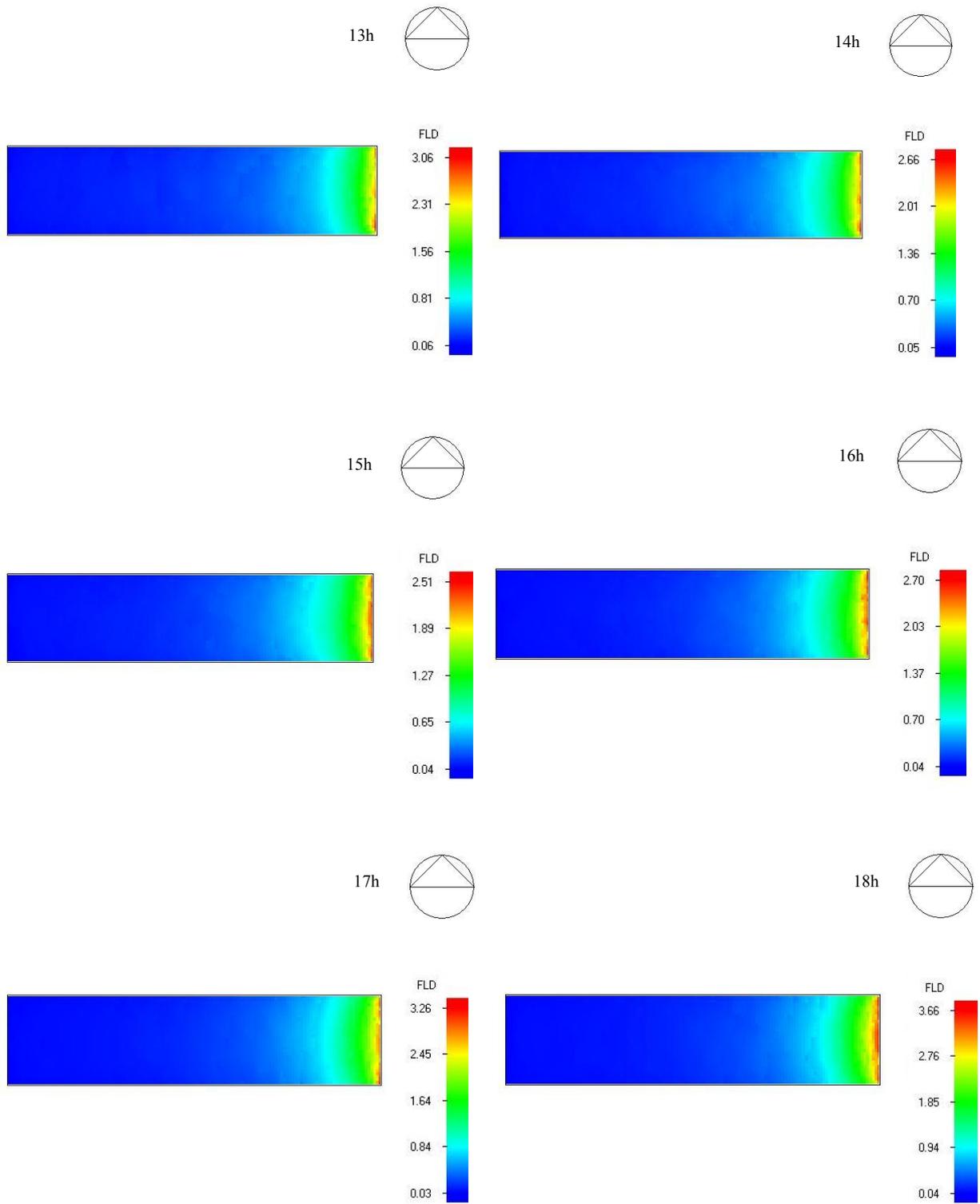
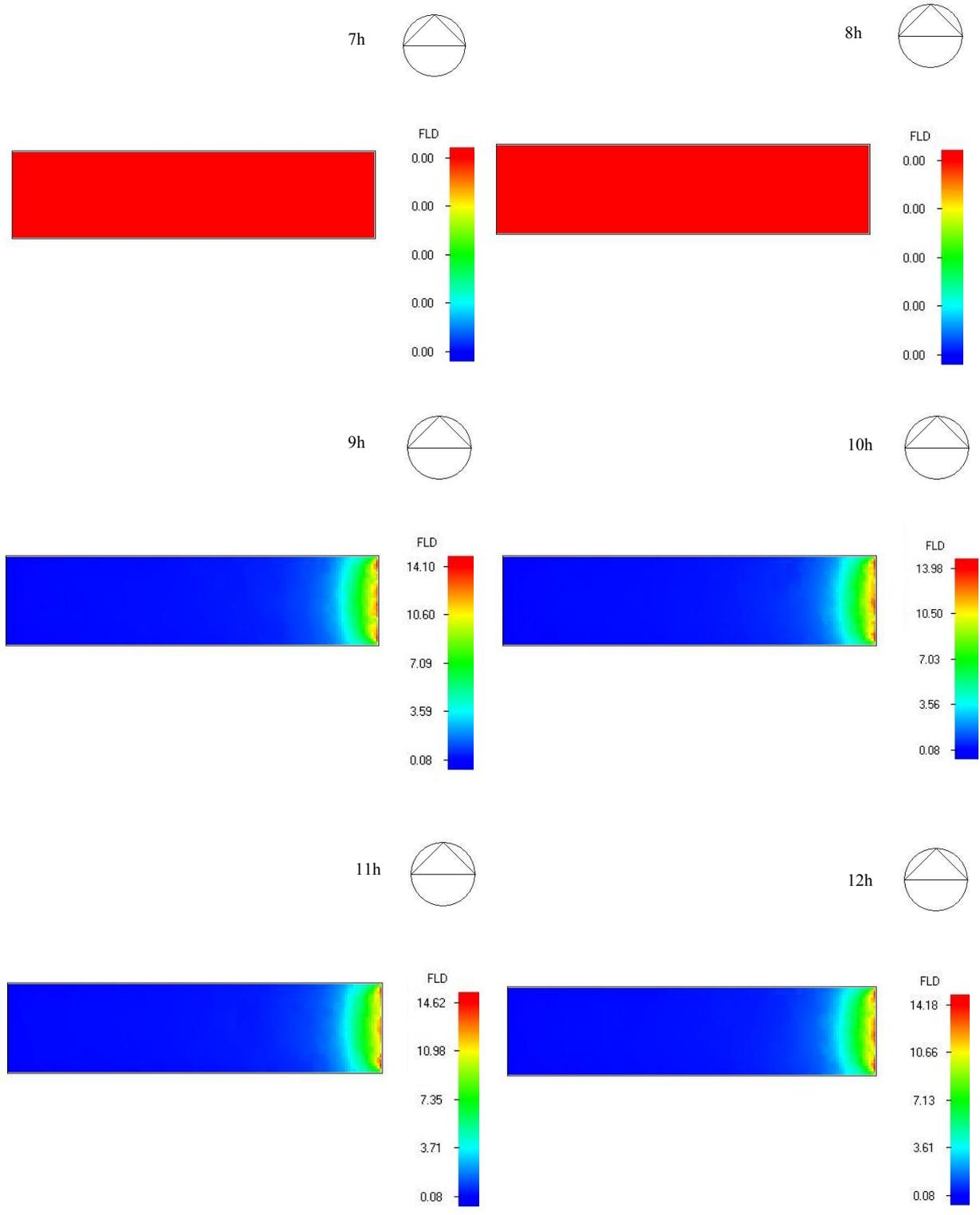


Figura A.34 – Modelo Sarah Rio - Simulación lumínica

1ª. 6. Sarah Rio 23 - día de invierno (21/12) - cielo nublado en Barcelona



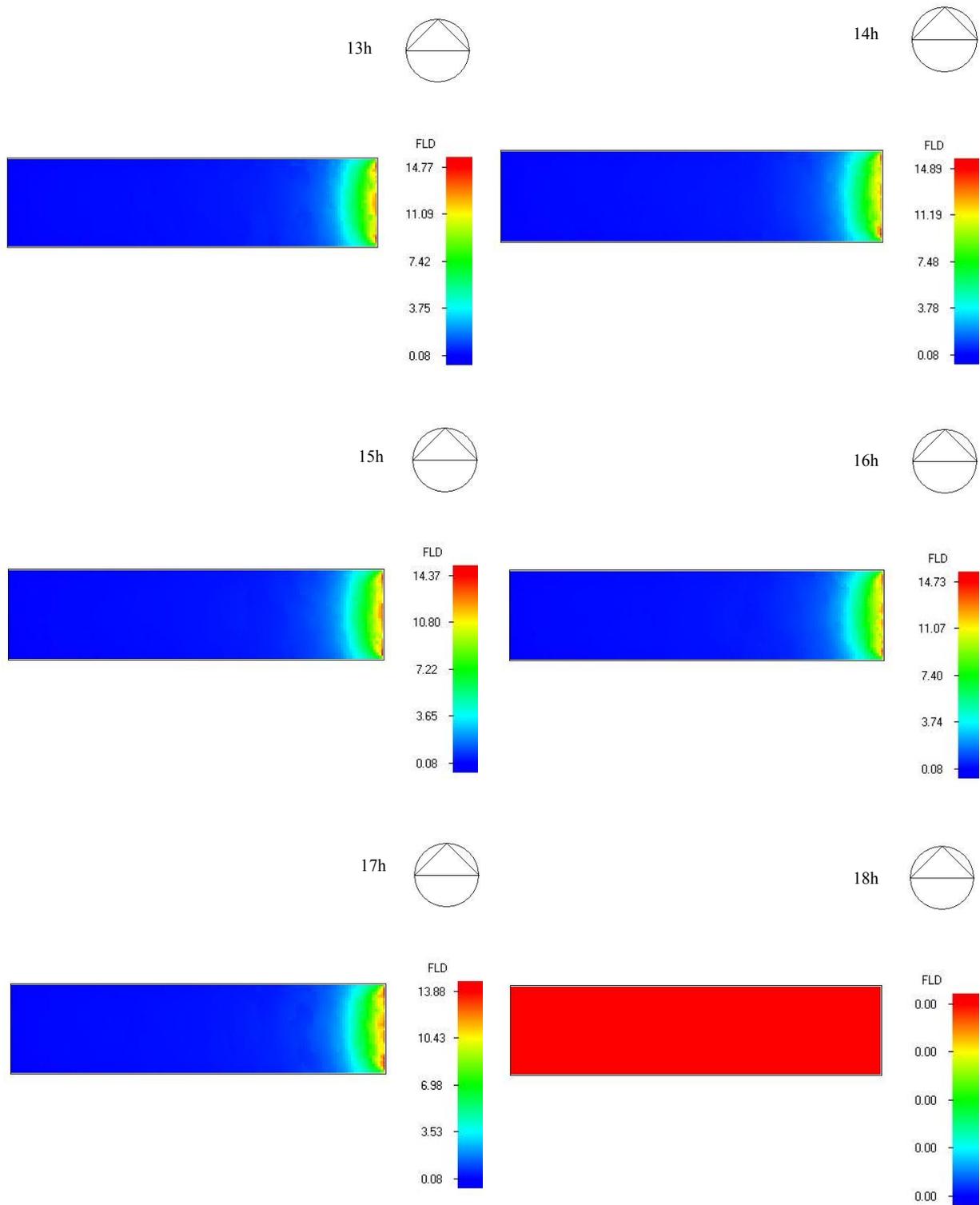
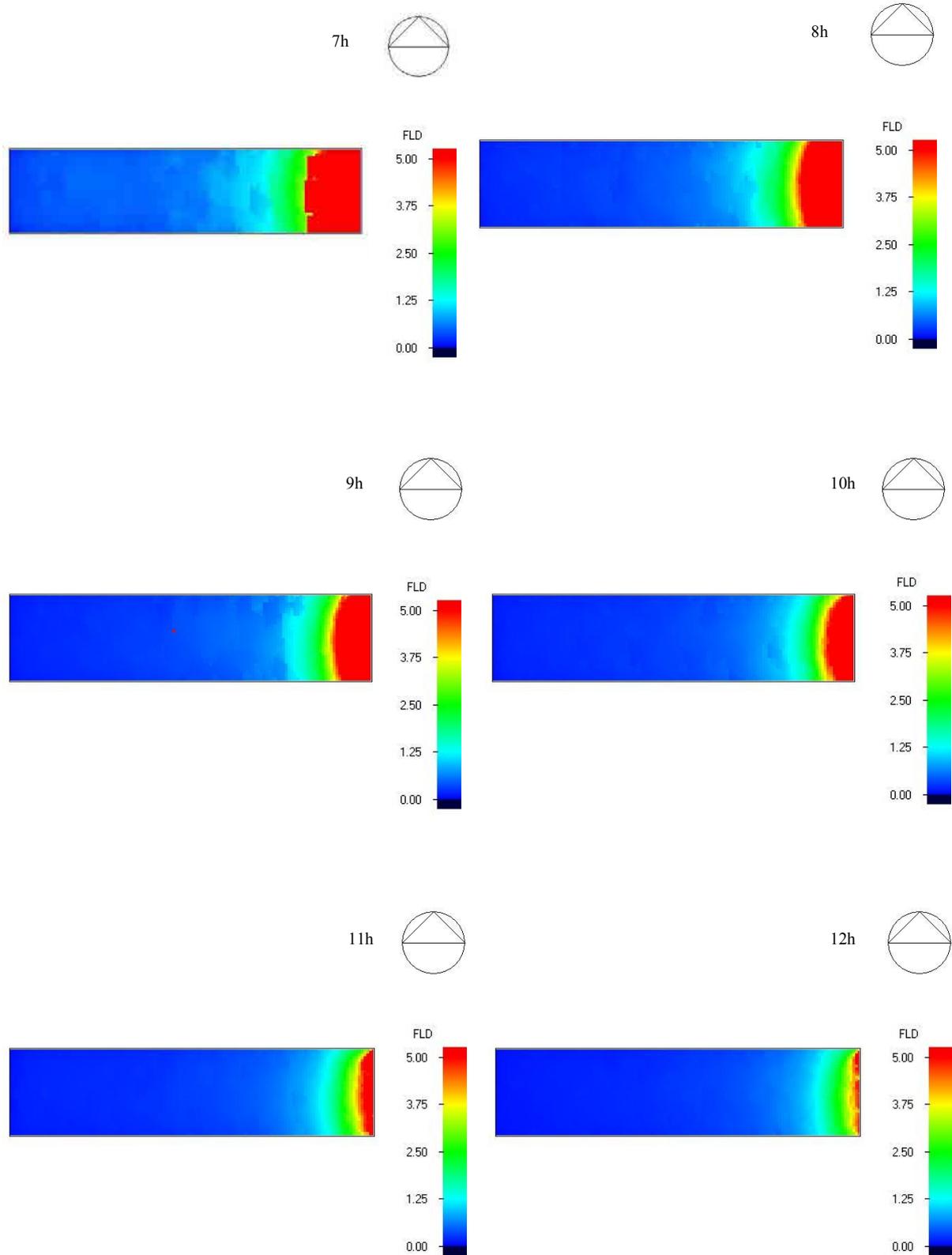


Figura A.35 – Modelo Sarah Rio - Simulación lumínica

2ª Simulación – Escala determinada de leyenda entre 0,00% y 5,00%

2ª. 1. Sarah Rio 23 - día de primavera (23/09) - cielo intermedio soleado en Rio de Janeiro



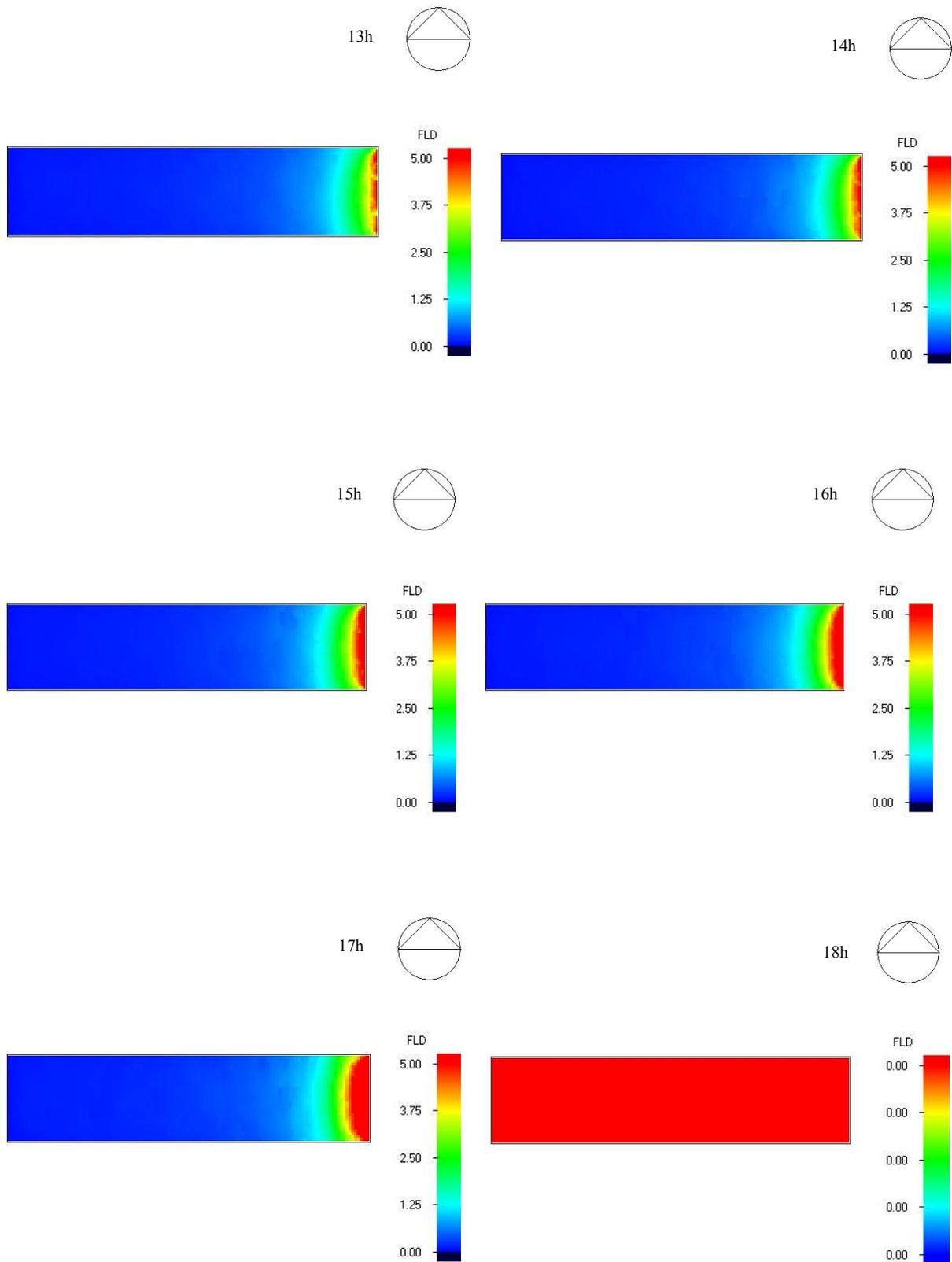
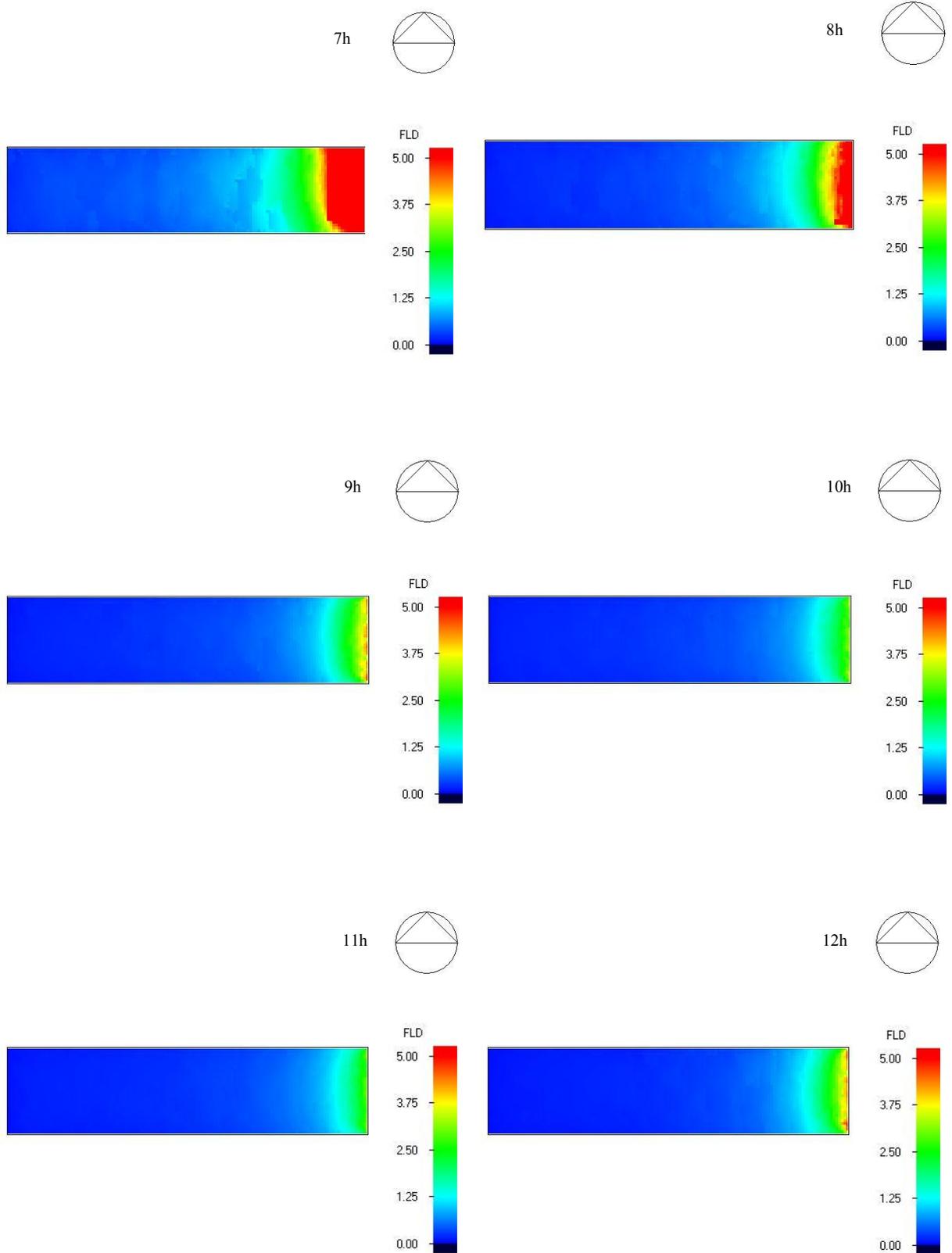


Figura A.36 – Modelo Sarah Rio - Simulación lumínica

2ª. 2. Sarah Rio 23 - día de verano (21/12) - cielo claro soleado en Rio de Janeiro



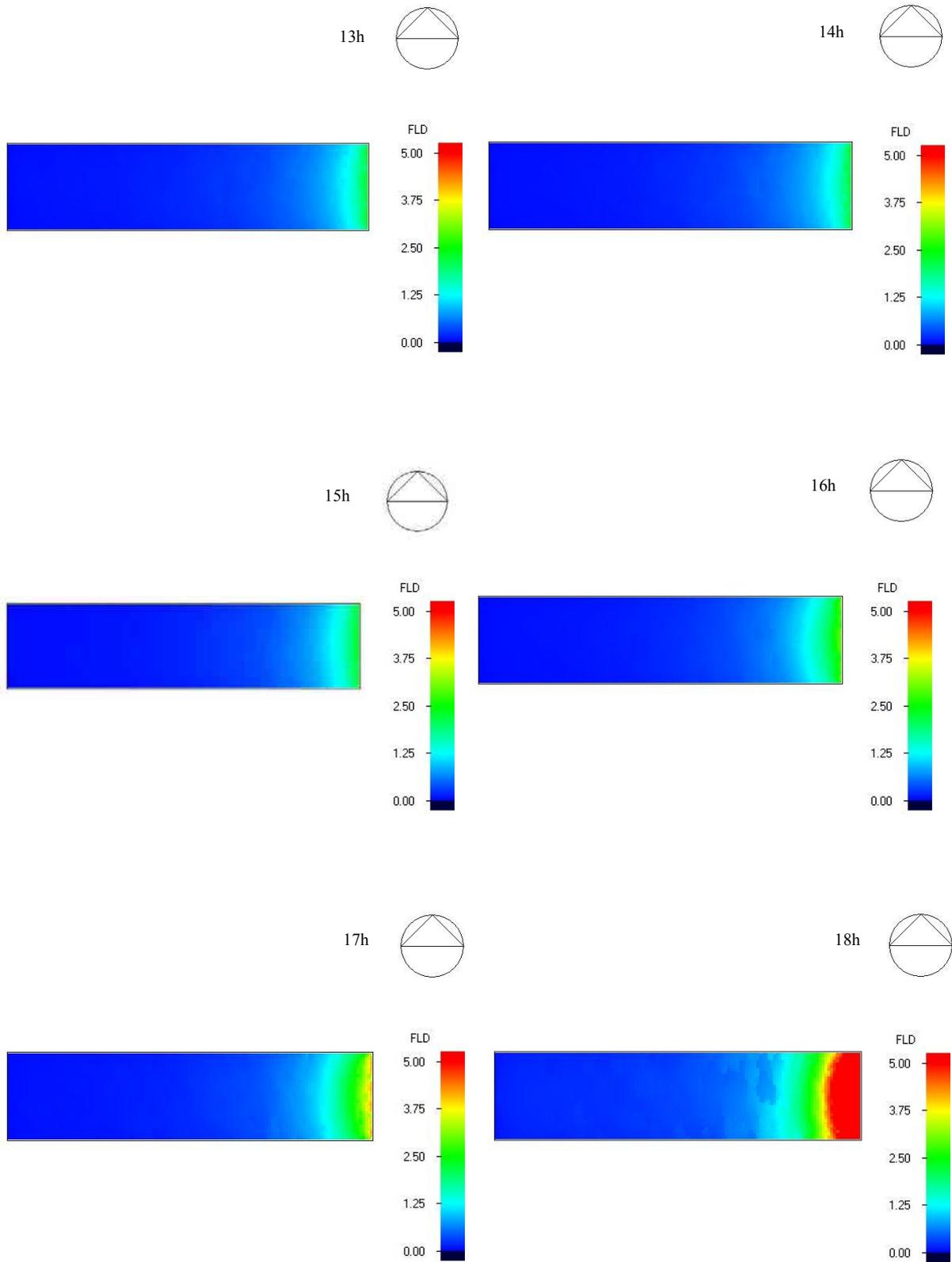
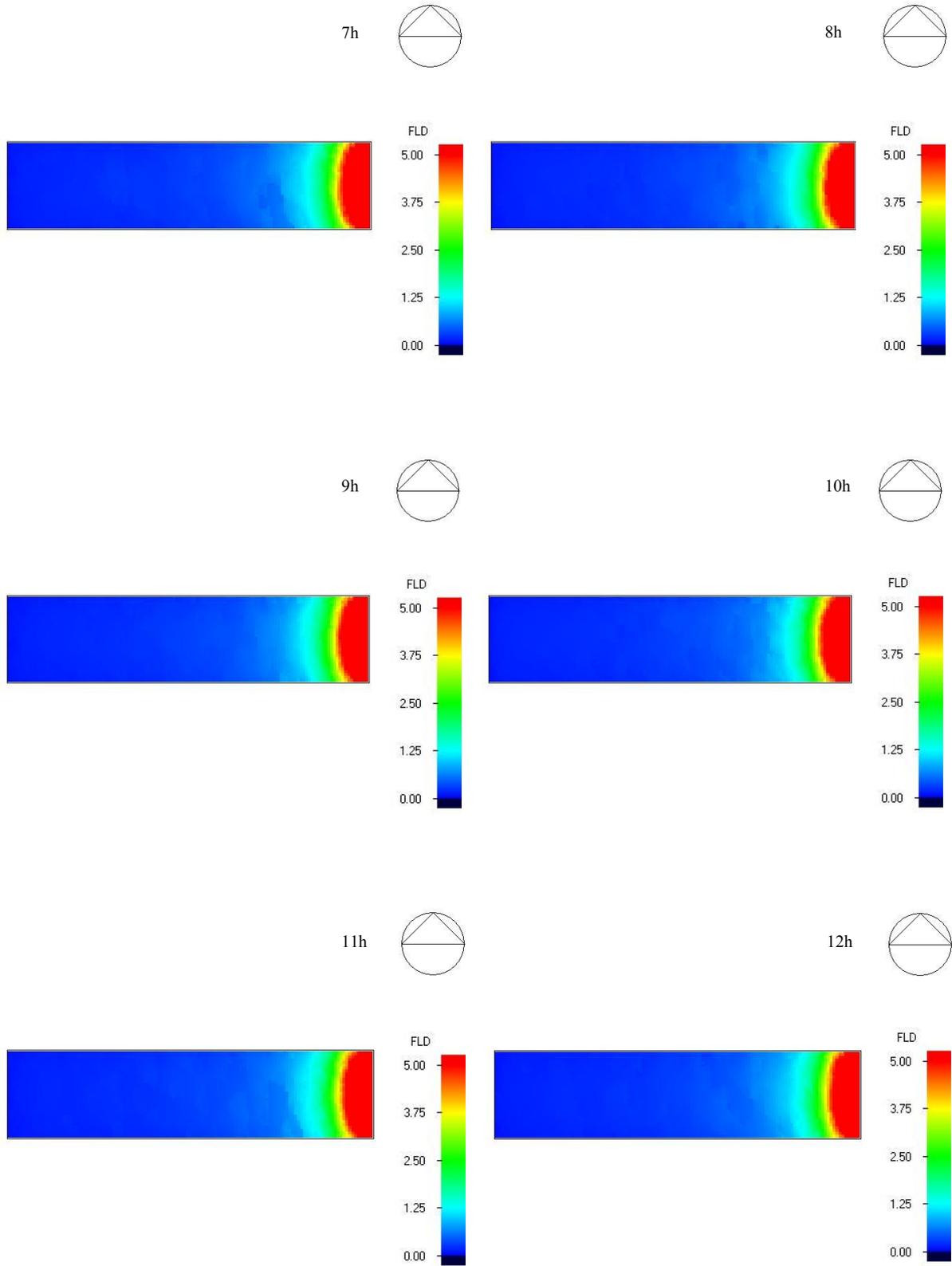


Figura A.37 – Modelo Sarah Rio - Simulación lumínica

2ª. 3. Sarah Rio 23 - día de invierno (21/06) - cielo nublado en Rio de Janeiro



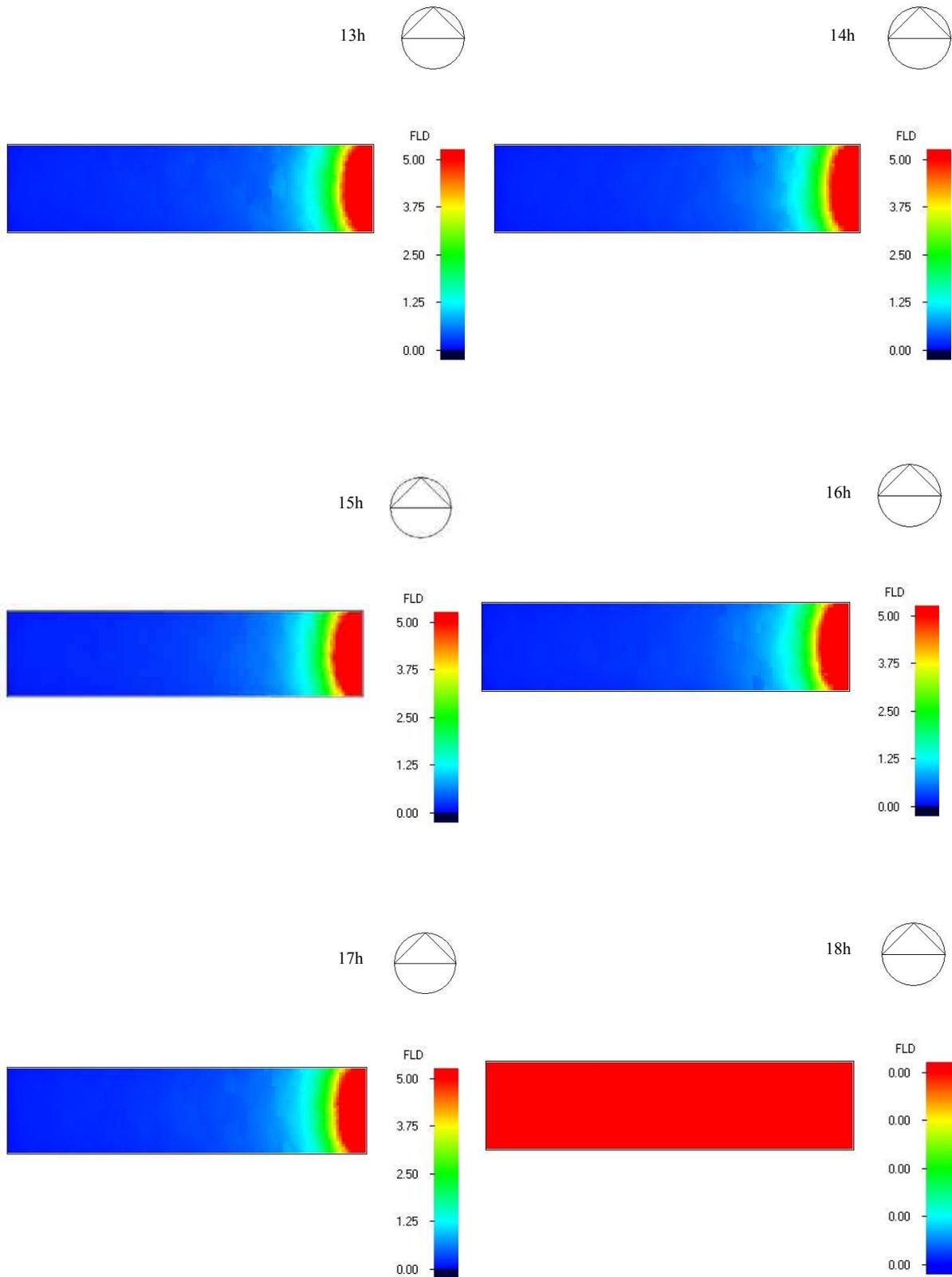
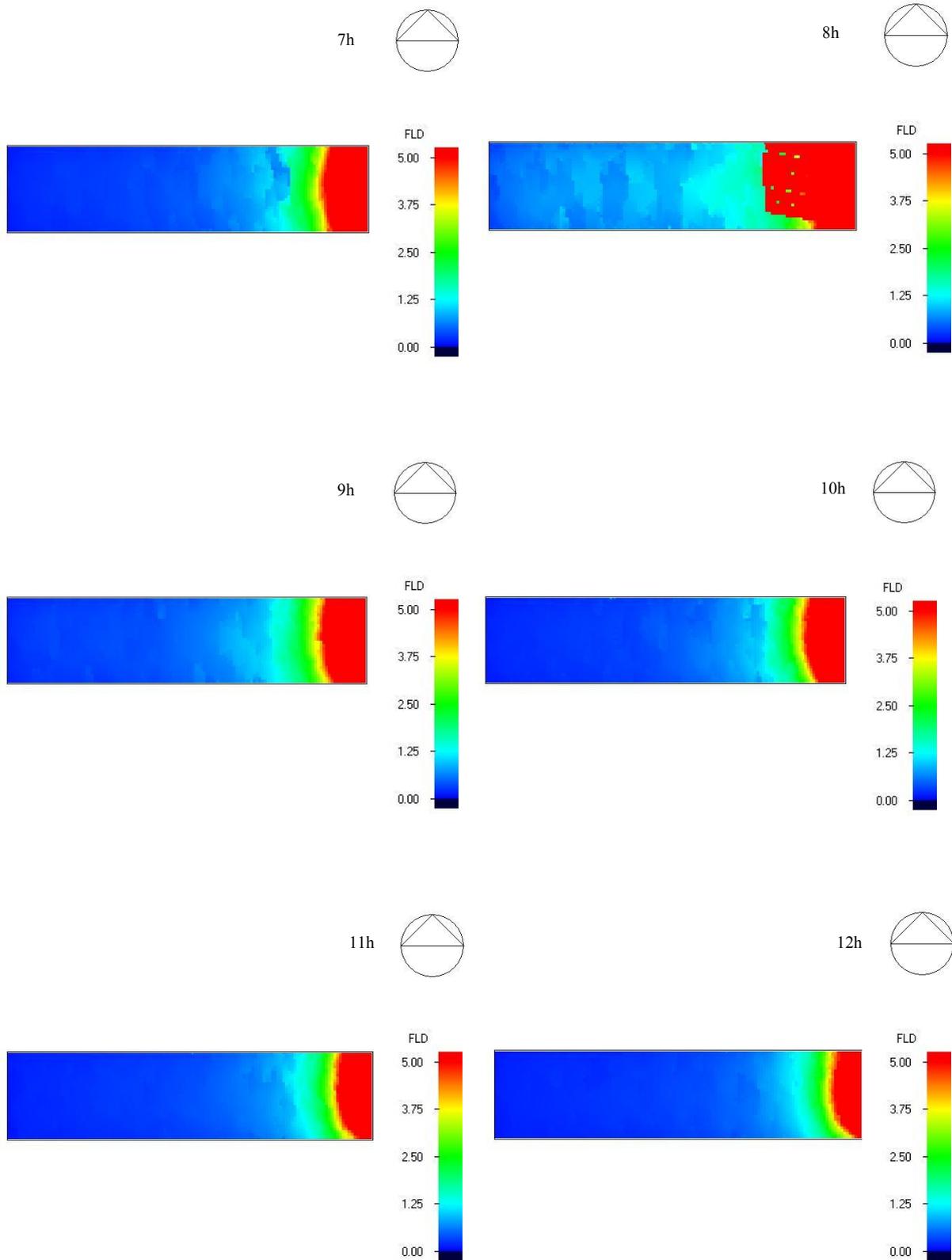


Figura A.38 – Modelo Sarah Rio - Simulación lumínica

2ª. 4. Sarah Rio 23 - día de primavera (21/03) - cielo intermedio soleado en Barcelona



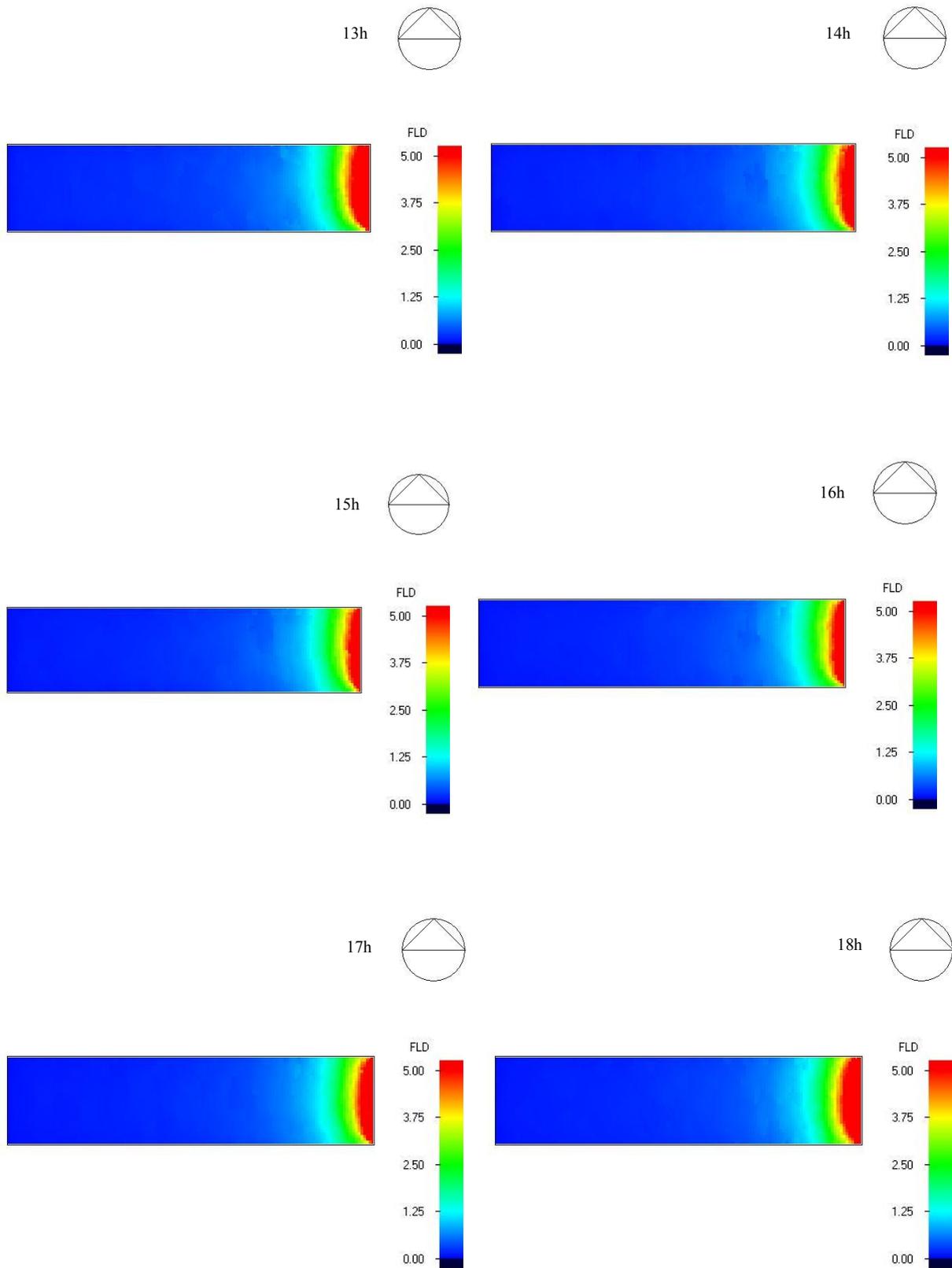
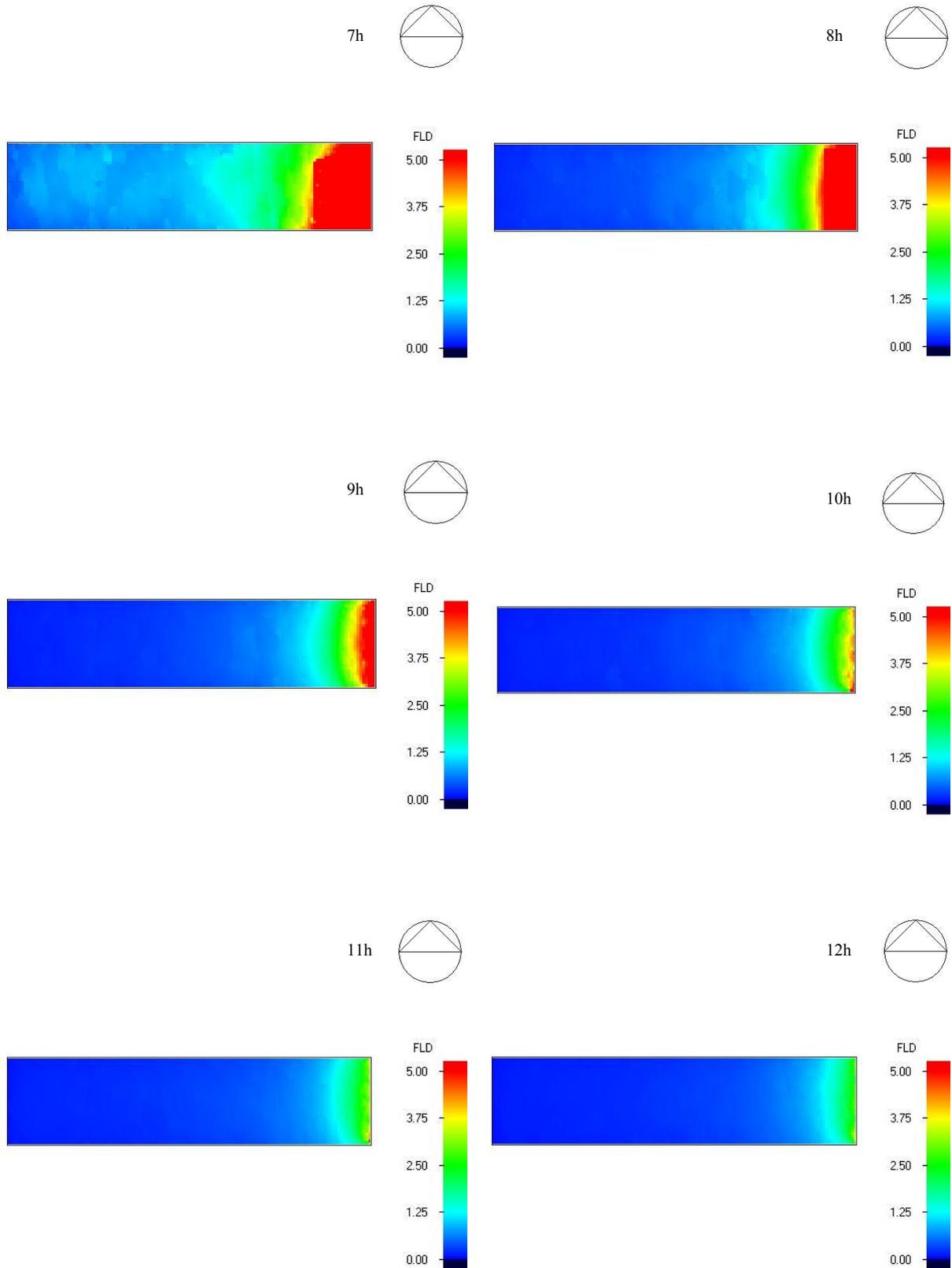


Figura A.39 – Modelo Sarah Rio - Simulación lumínica

2ª. 5. Sarah Rio 23 - día de verano (21/06) - cielo claro soleado en Barcelona



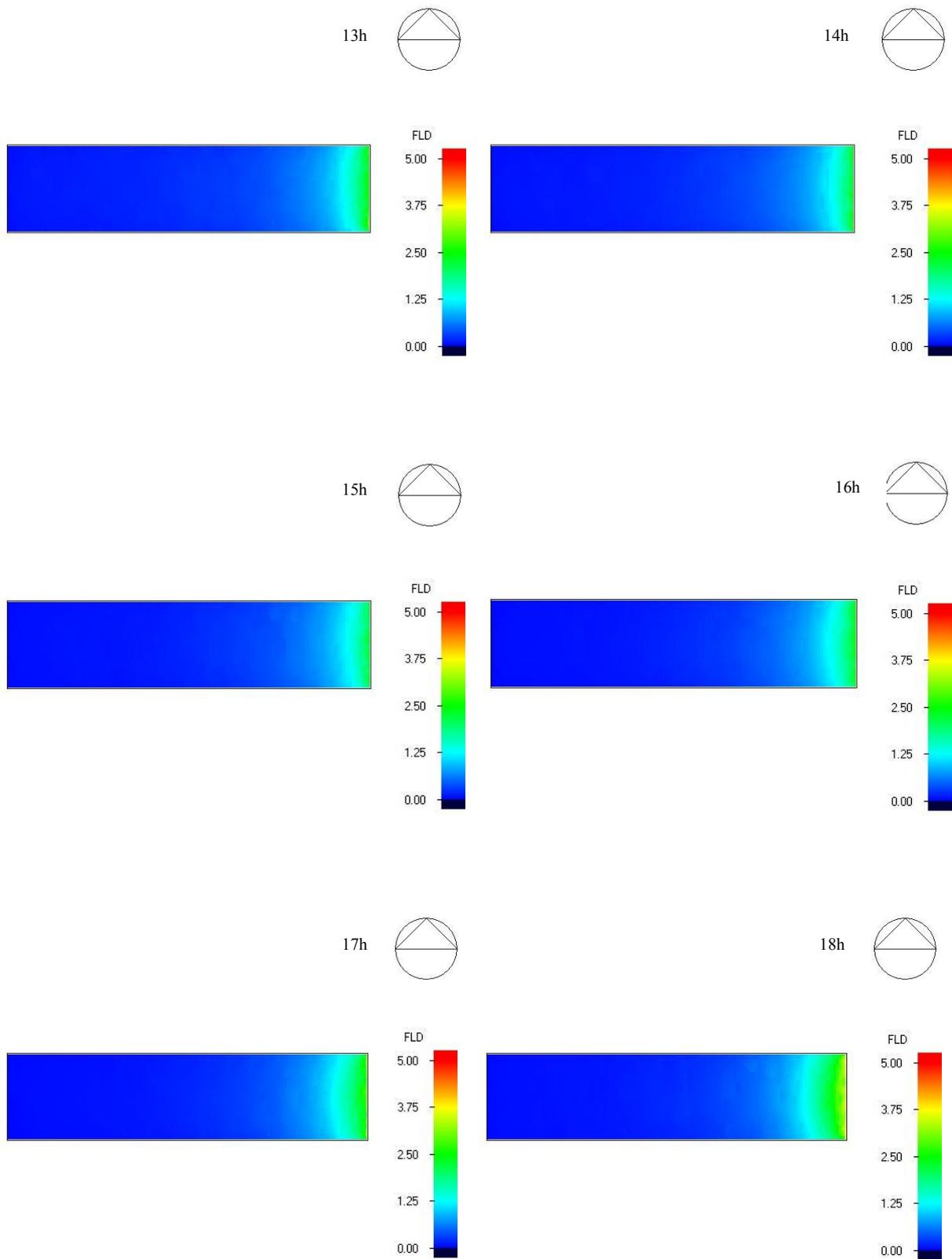
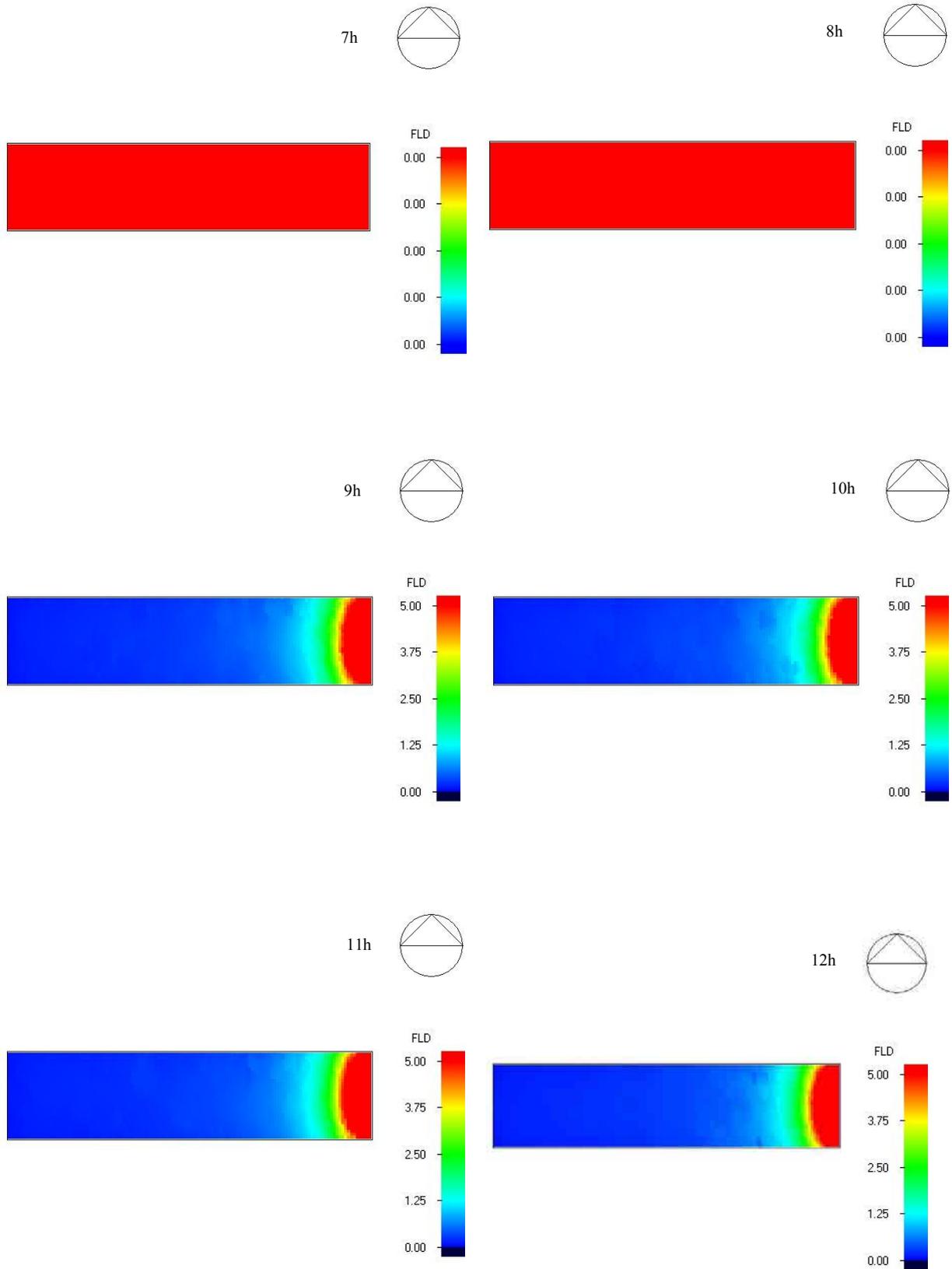


Figura A.40 – Modelo Sarah Rio - Simulación lumínica

2ª. 6. Sarah Rio 23 - día de invierno (21/12) - cielo nublado en Barcelona



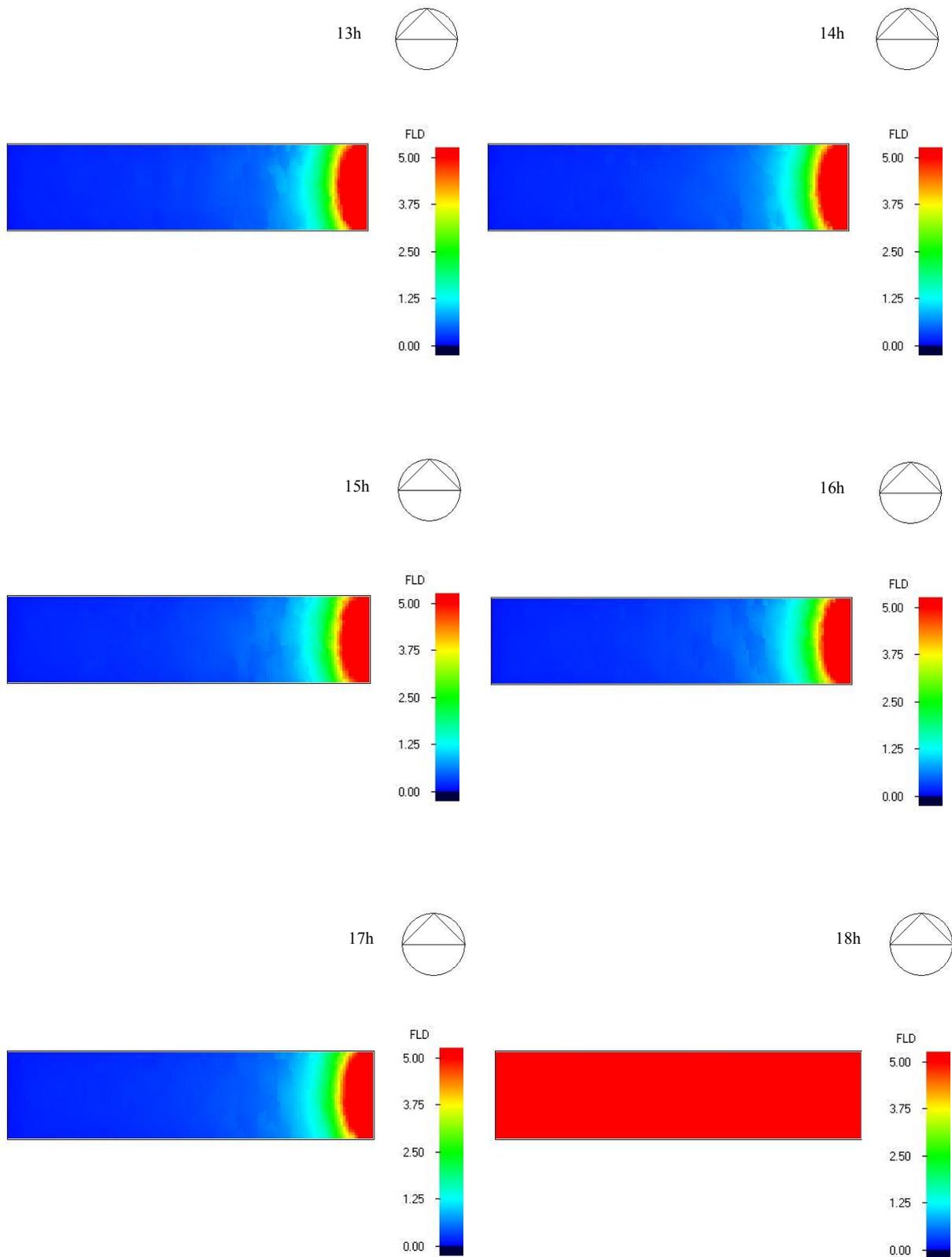
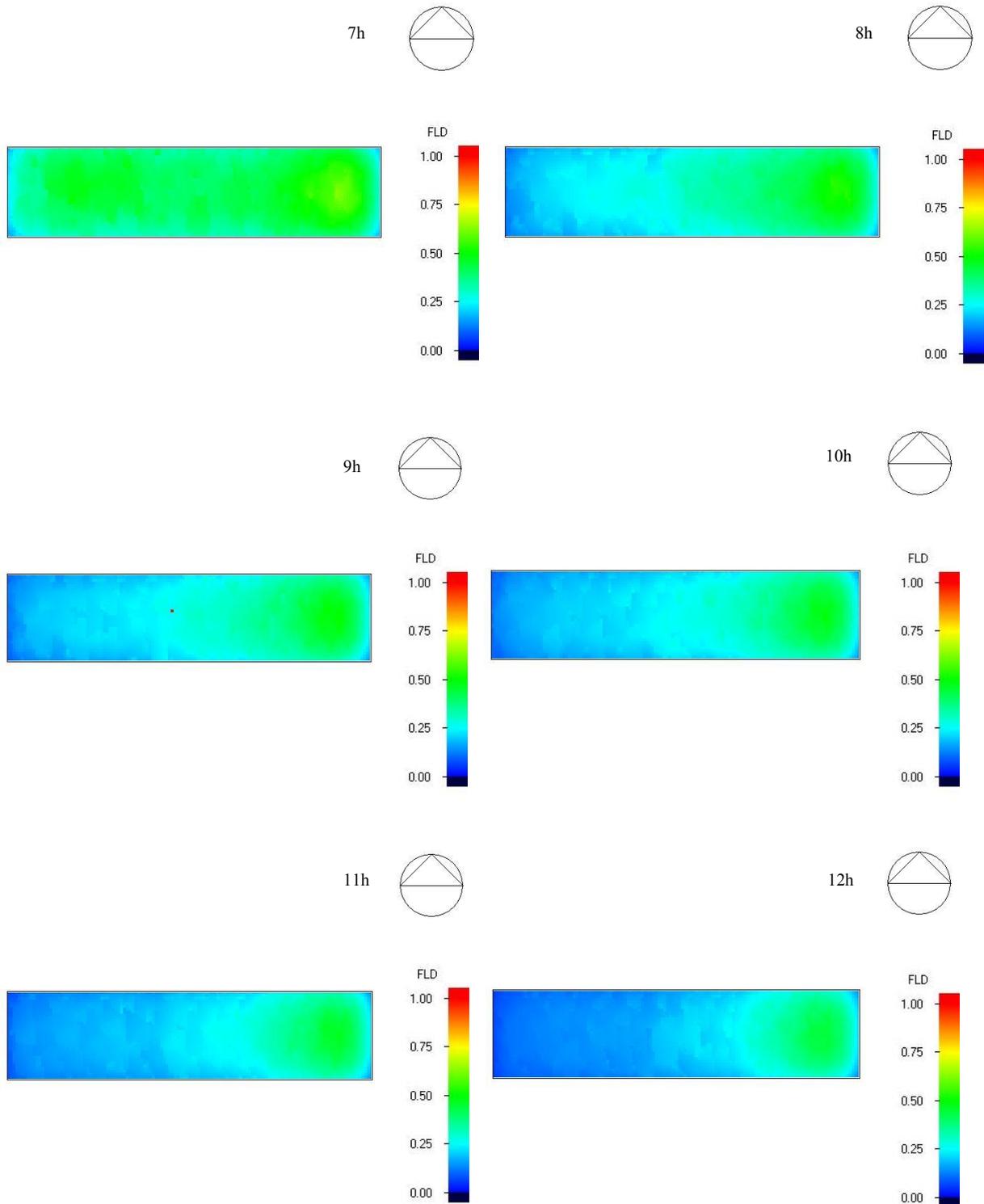


Figura A.41 – Modelo Sarah Rio - Simulación lumínica

3ª Simulación – Escala determinada de leyenda entre 0,00% y 1,00% y apenas iluminación por la cubierta ventilada de sheds

3ª. 1. Sarah Rio 24 - día de primavera (23/09) - cielo intermedio soleado en Rio de Janeiro



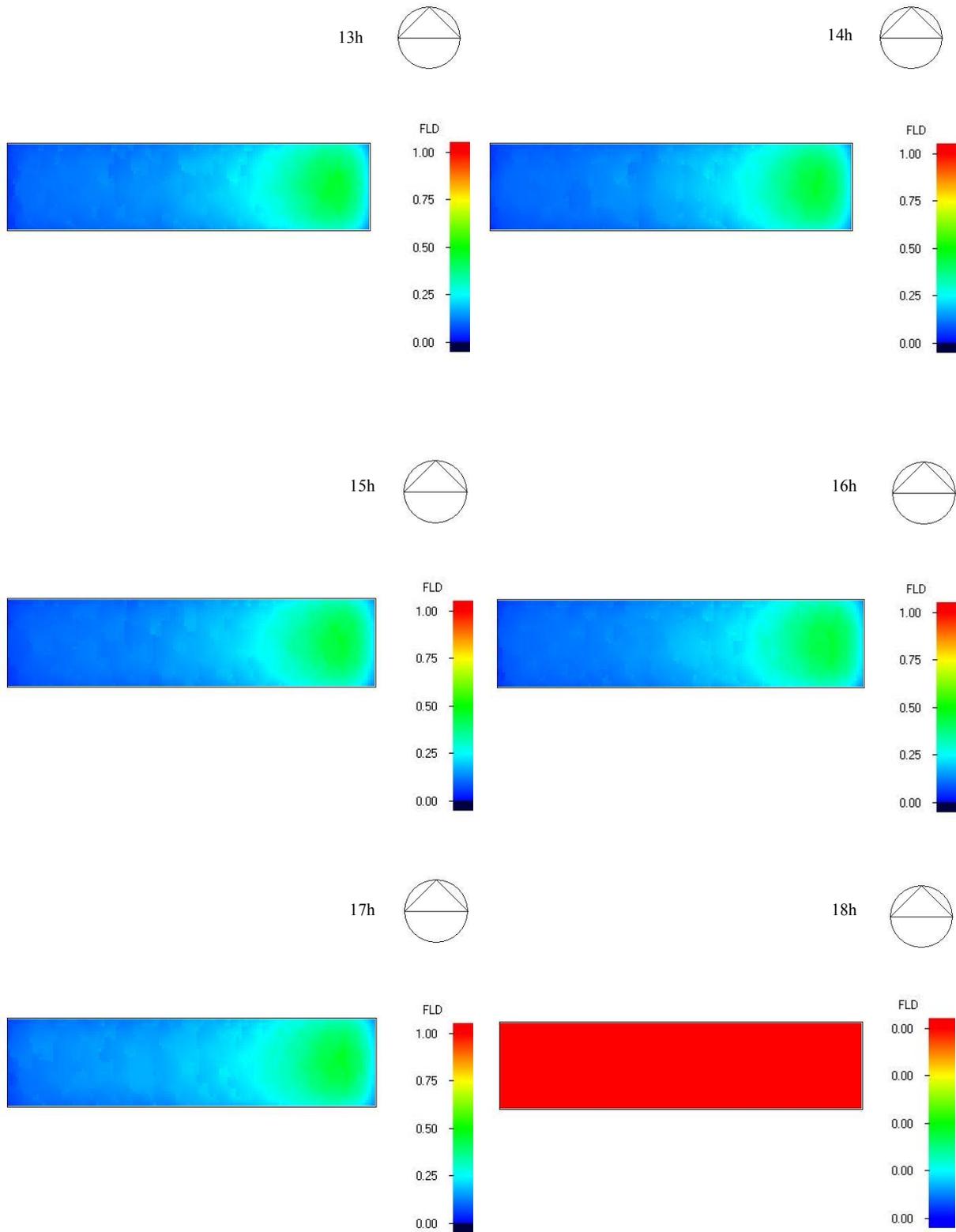
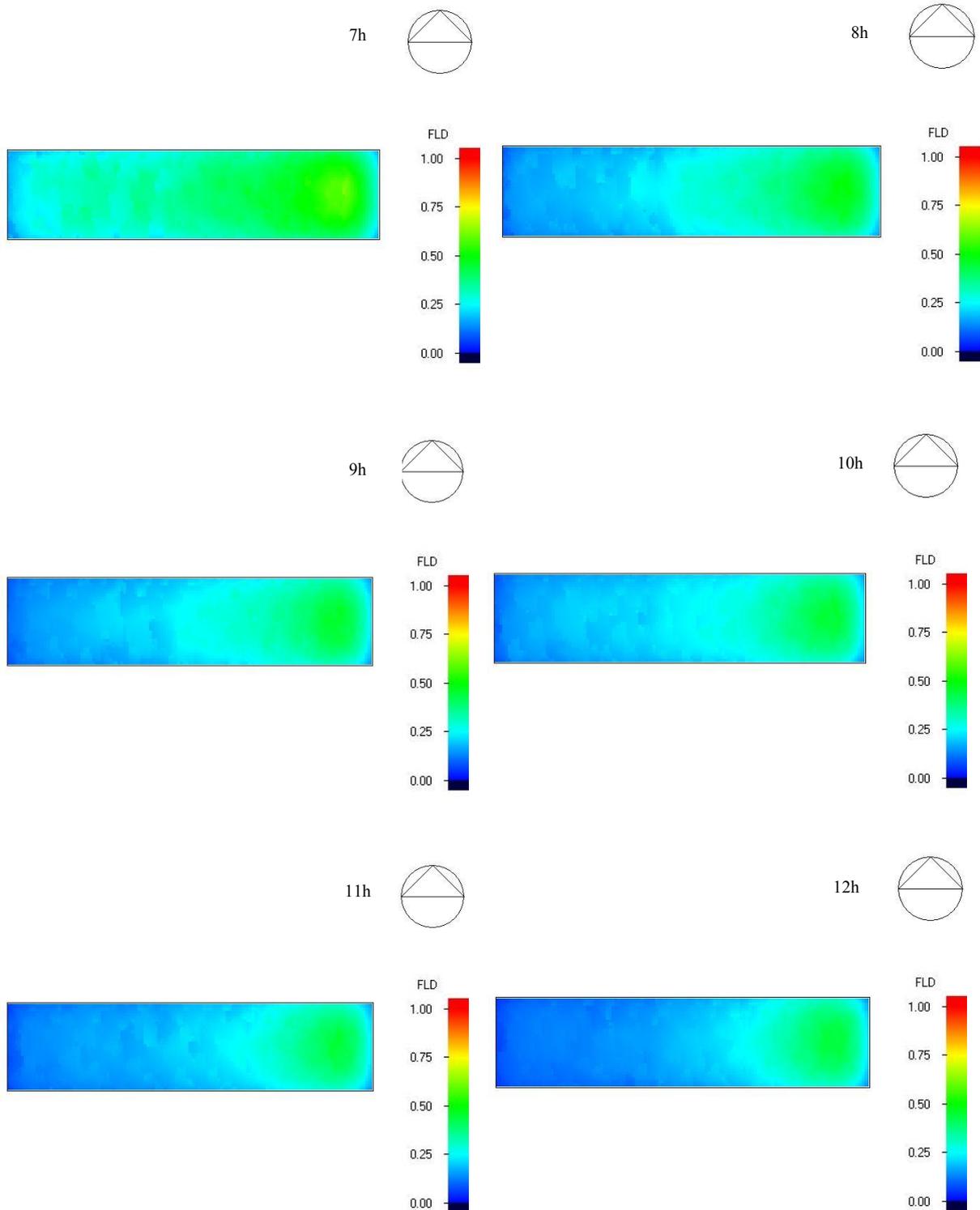


Figura A.42 – Modelo Sarah Rio - Simulación lumínica

3ª. 2. Sarah Rio 24 - día de verano (21/12) - cielo claro soleado en Rio de Janeiro



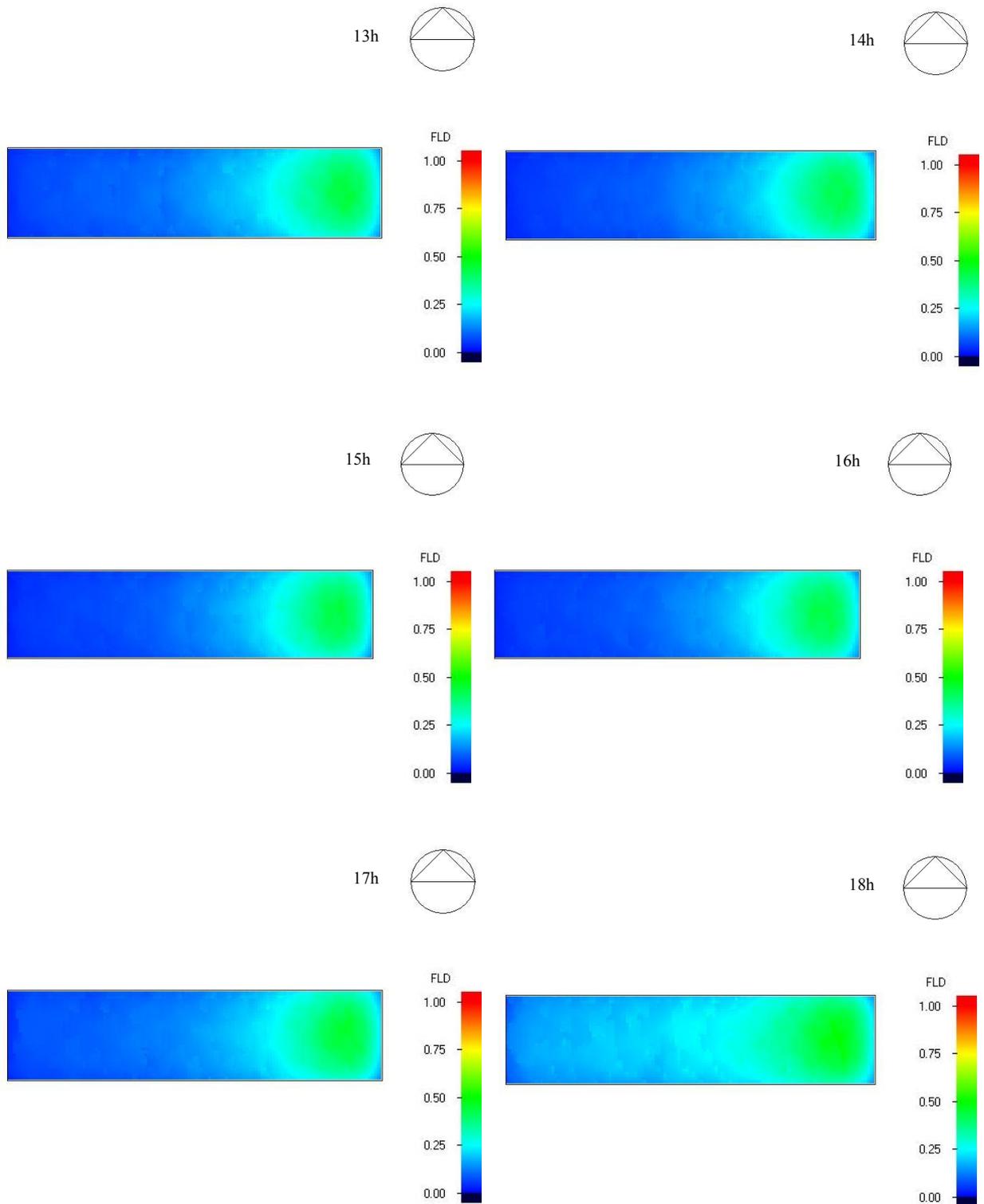
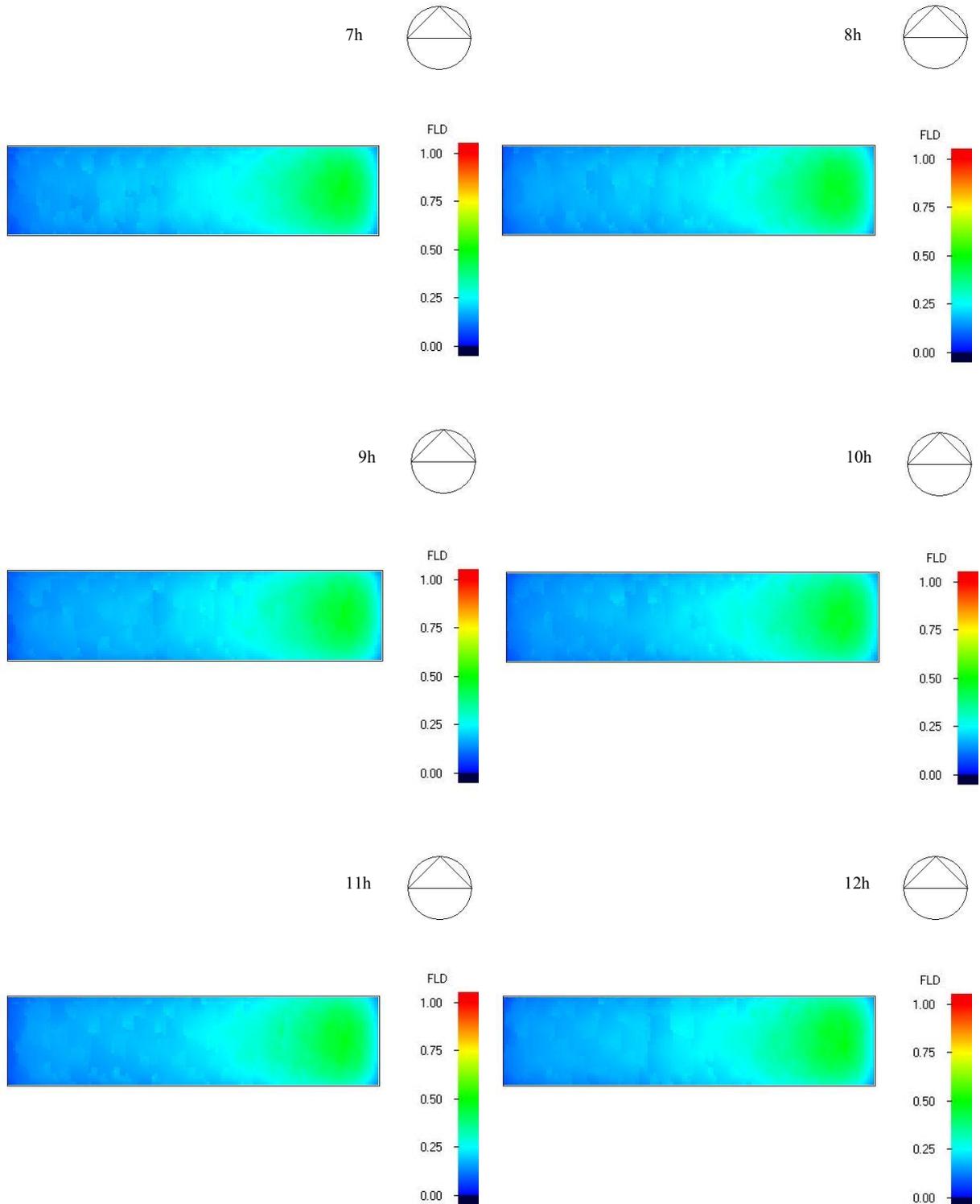


Figura A.43 – Modelo Sarah Rio - Simulación lumínica

3ª. 3. Sarah Rio 24 - día de invierno (21/06) - cielo nublado en Rio de Janeiro



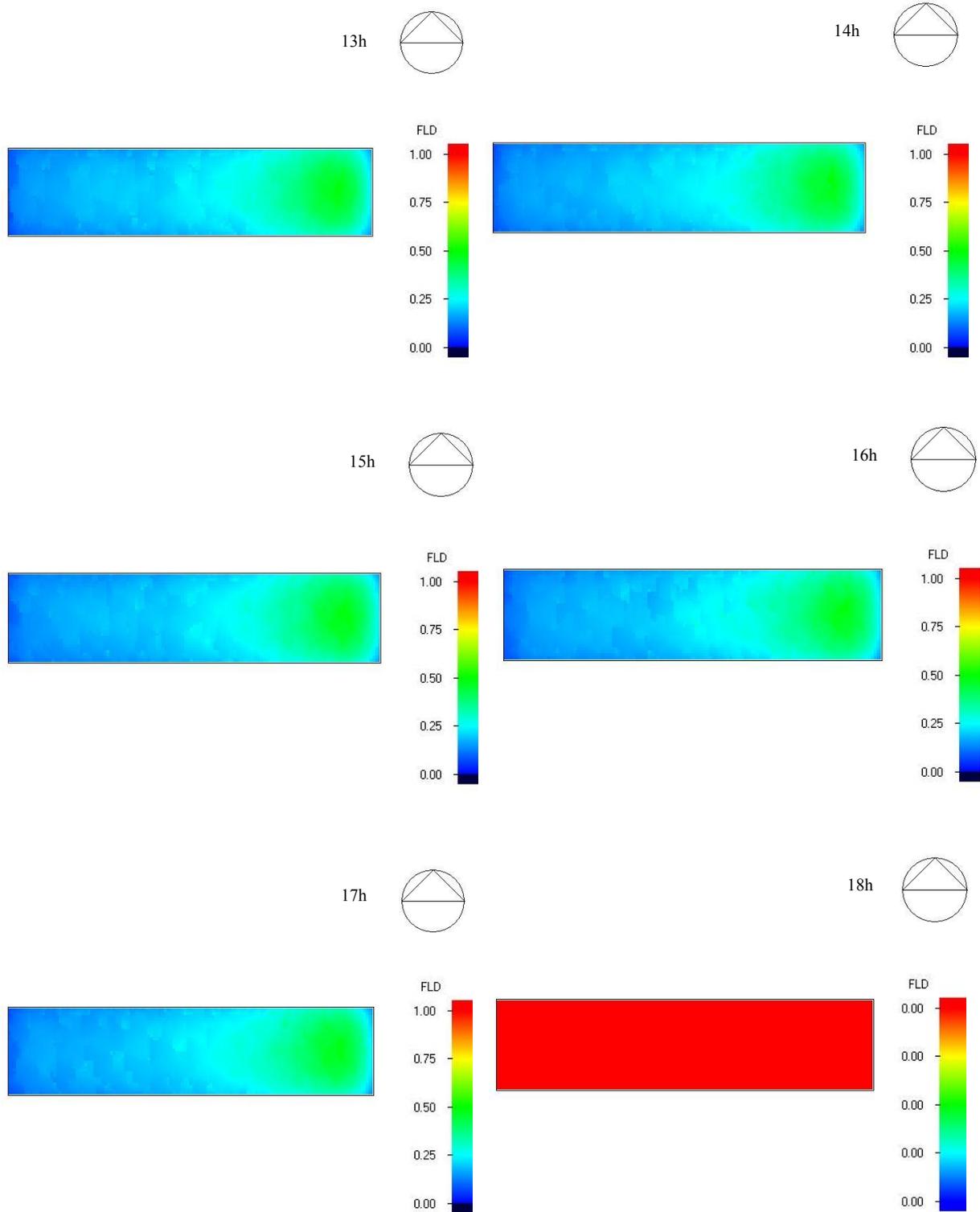
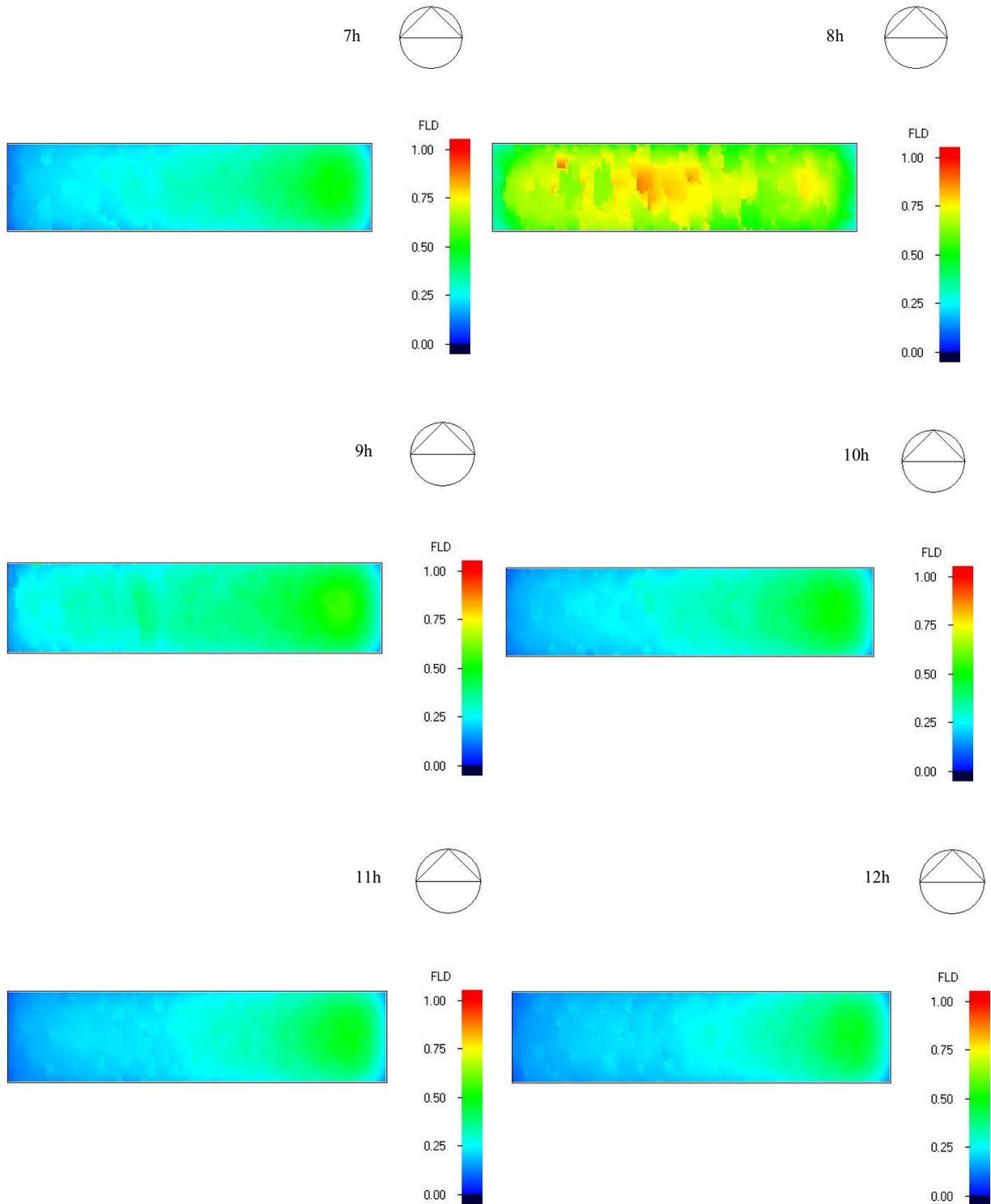
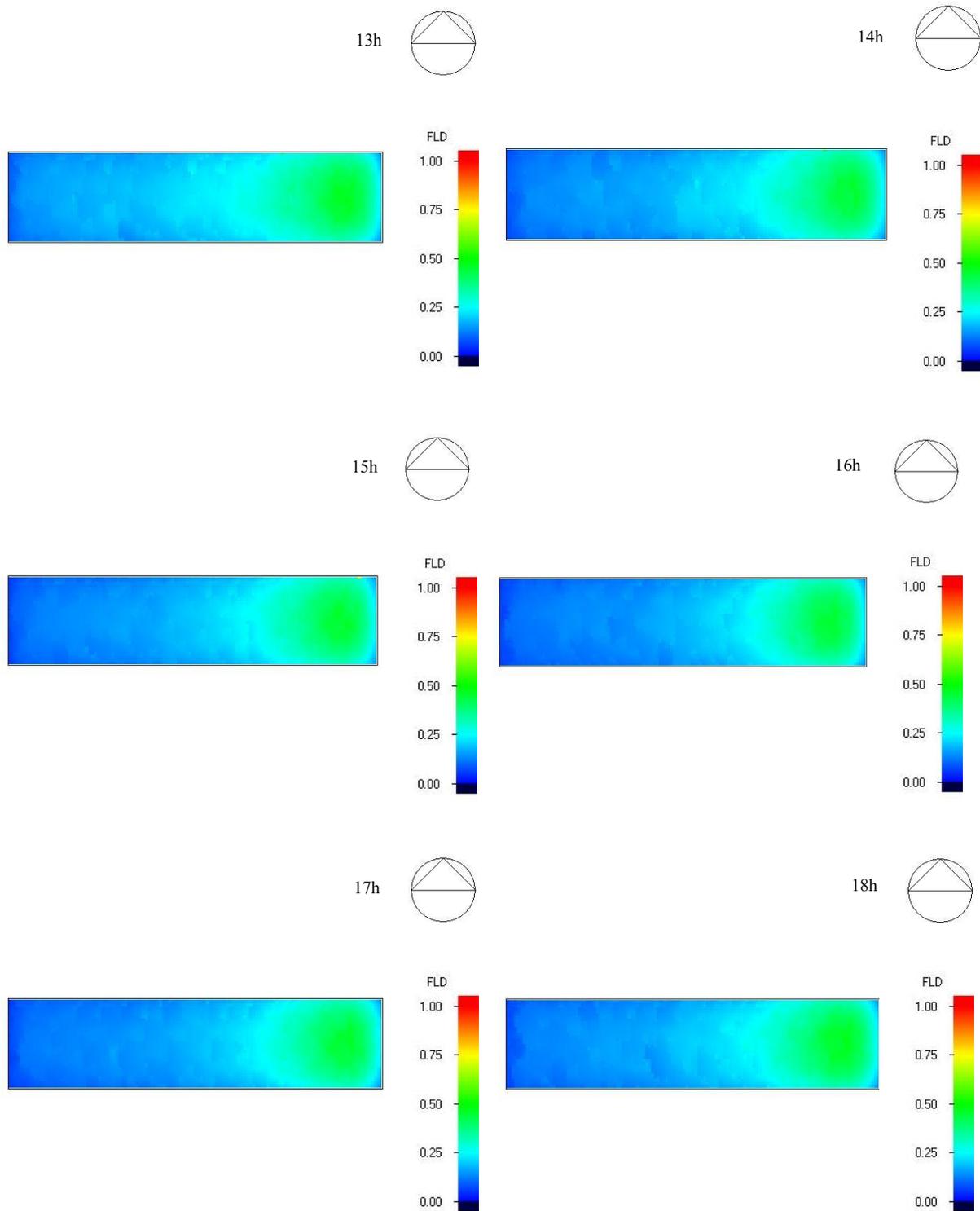


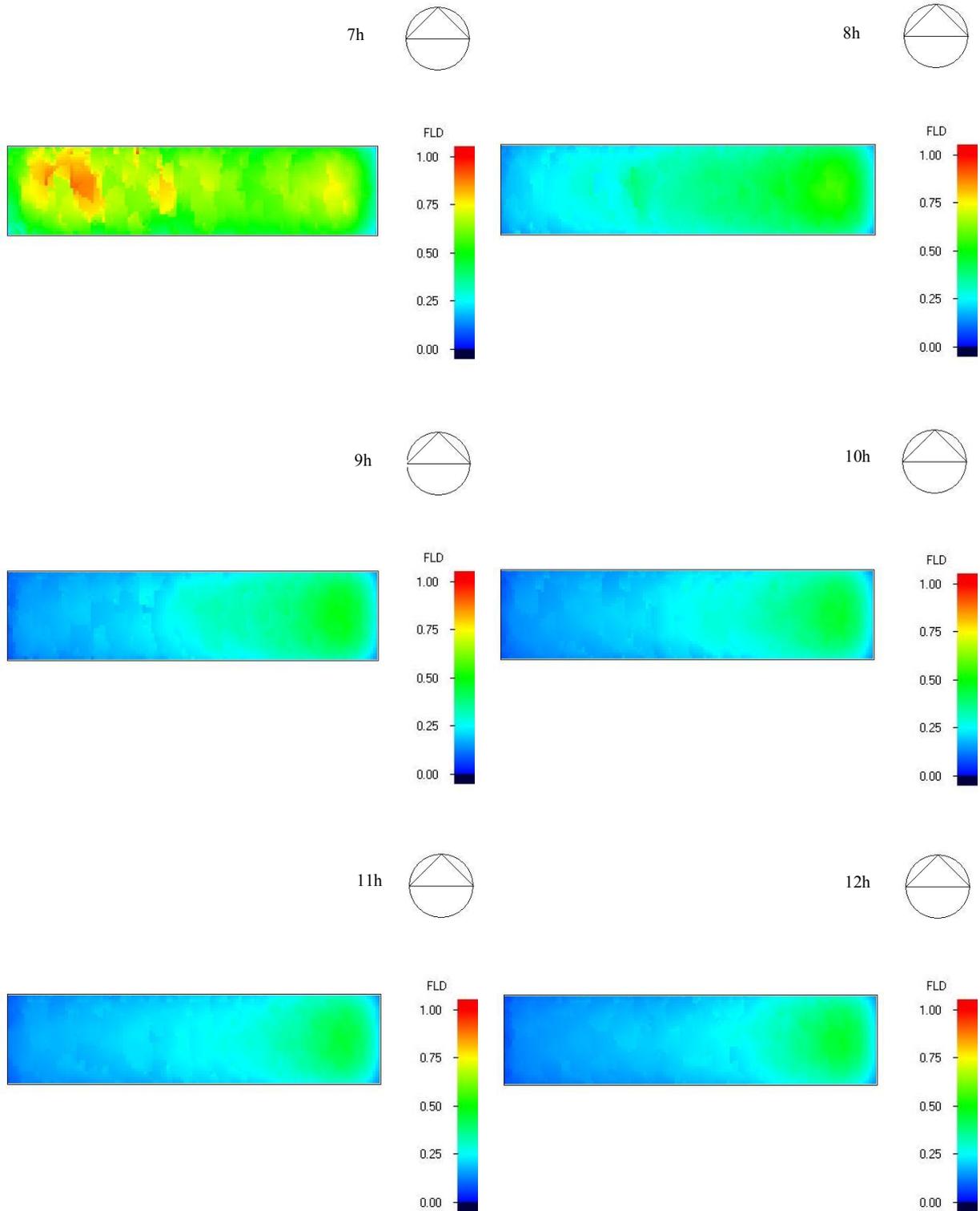
Figura A.44 – Modelo Sarah Rio - Simulación lumínica

3ª. 4. Sarah Rio 24 - día de primavera (21/03) - cielo intermedio soleado en Barcelona



**Figura A.45** – Modelo Sarah Rio - Simulación lumínica

3ª. 5. Sarah Rio 24 - día de verano (21/06) - cielo claro soleado en Barcelona



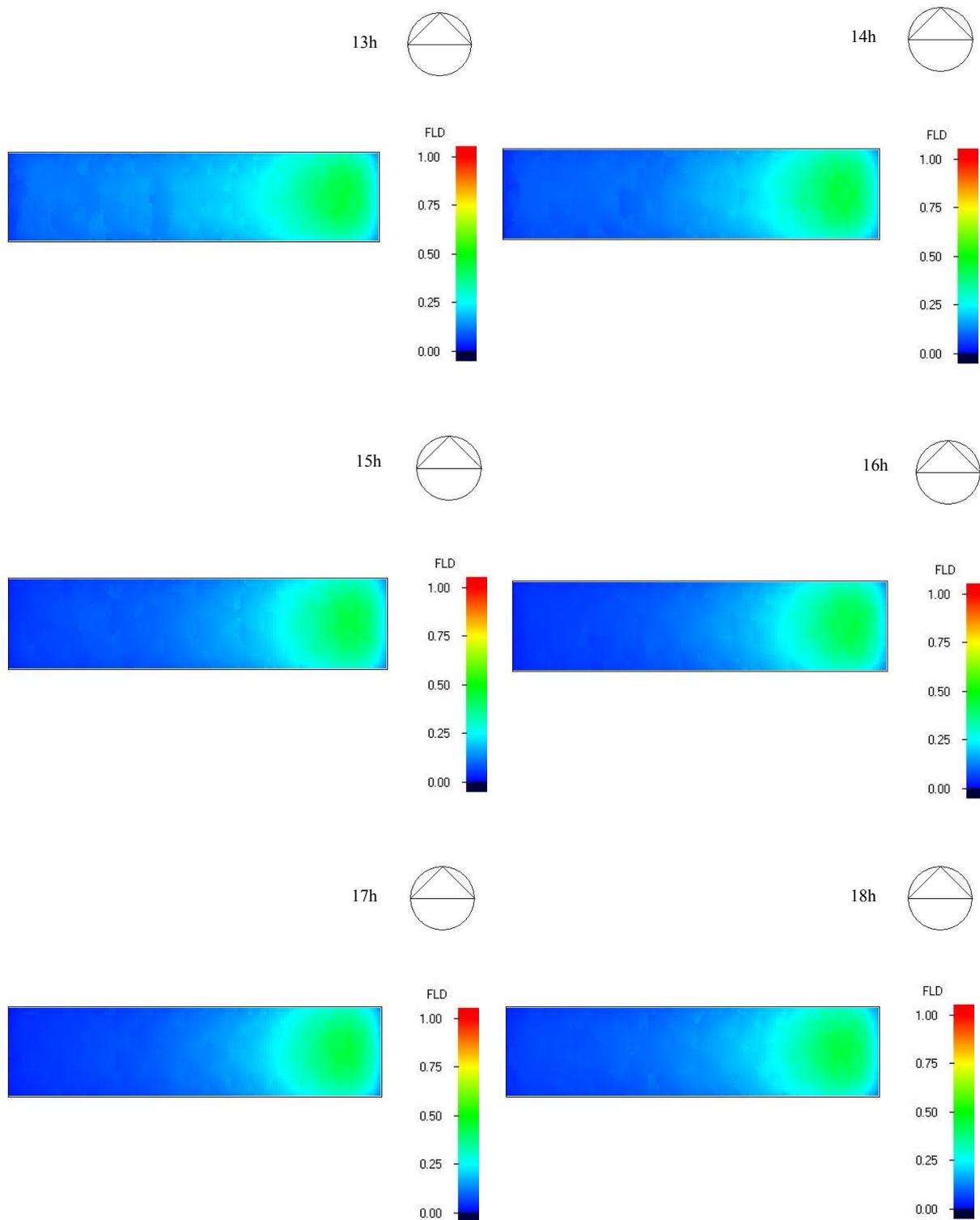
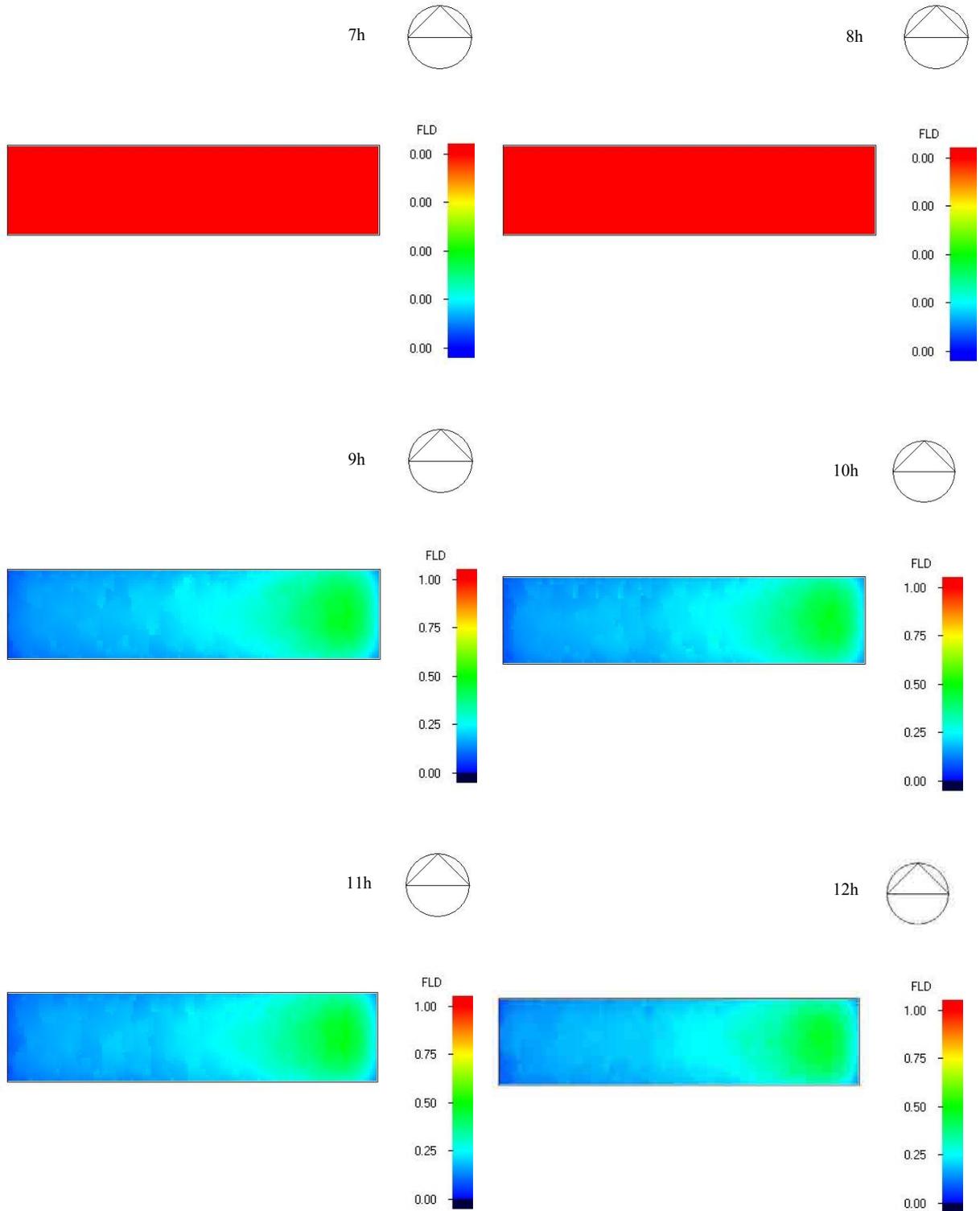


Figura A.46 – Modelo Sarah Rio - Simulación lumínica

3ª. 6. Sarah Rio 24 - día de invierno (21/12) - cielo nublado en Barcelona



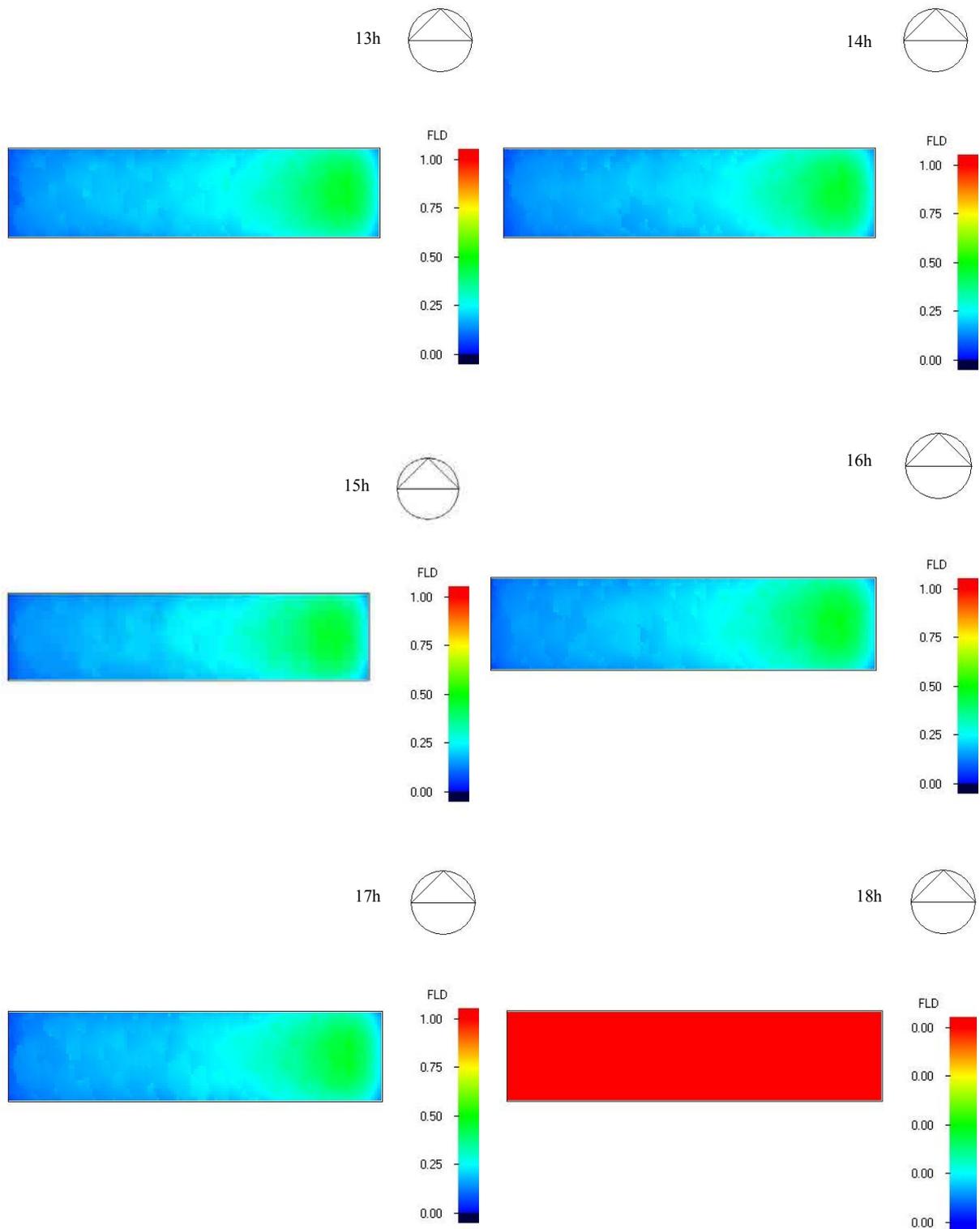


Figura A.47 – Modelo Sarah Rio - Simulación lumínica

Annexo F

Resultados completos de simulación para funcionamiento térmico

Para averiguar el comportamiento de los modelos en su funcionamiento térmico, se ha considerado dos situaciones, tanto para el edificio situado en Salvador, cuanto para el edificio situado en Rio de Janeiro. La primera situación será el caso de la hospitalización (enfermería) abierta a las condiciones exteriores y la segunda, será el caso de la hospitalización cerrada, donde no se permita un intercambio intenso del aire interior con el exterior.

Se ha simulado para un período de una semana. Se ha elegido los días 18 a 25 de Junio (verano en Barcelona e invierno en Salvador y Rio) y 18 a 25 de Diciembre (verano en Salvador y Rio e invierno en Barcelona) - Una semana típica, con el día 21 en el medio, acercándose a las fechas de solsticio de verano e invierno. Las temperaturas encontradas son las medias entre las máximas y las mínimas.

Modelo Sarah Salvador (SSA)

Las condiciones establecidas para que se den las dos situaciones simuladas son las siguientes:

Hospitalización abierta:

Están abiertas: las ventanas de los sheds, la puerta de vidrio hacia el exterior, la comunicación con el pasillo y las rejillas de ventilación con la galería subterránea.

Hospitalización cerrada:

Están cerradas, las ventanas de los sheds y la puerta de vidrio hacia el exterior. La comunicación con el pasillo y las rejillas de ventilación con la galería subterránea se mantienen abiertas, para que se renueve el aire.

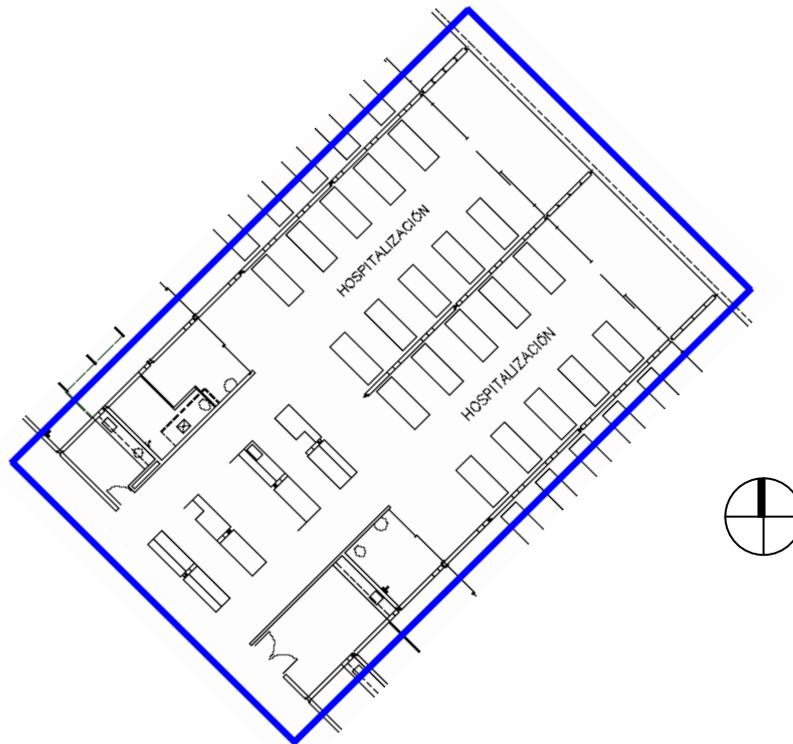


Figura A.48 – Modelo Sarah Salvador - Planta baja de hospitalización - habitación colectiva
(archivo del CTRS adaptado por la autora)

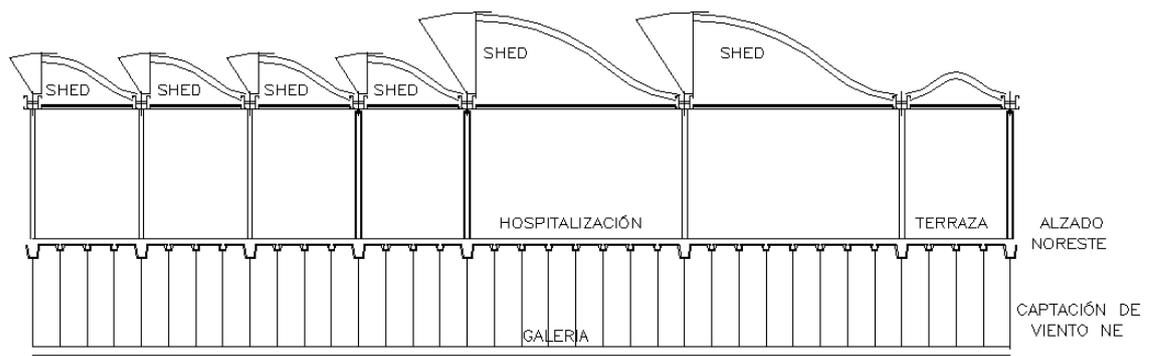
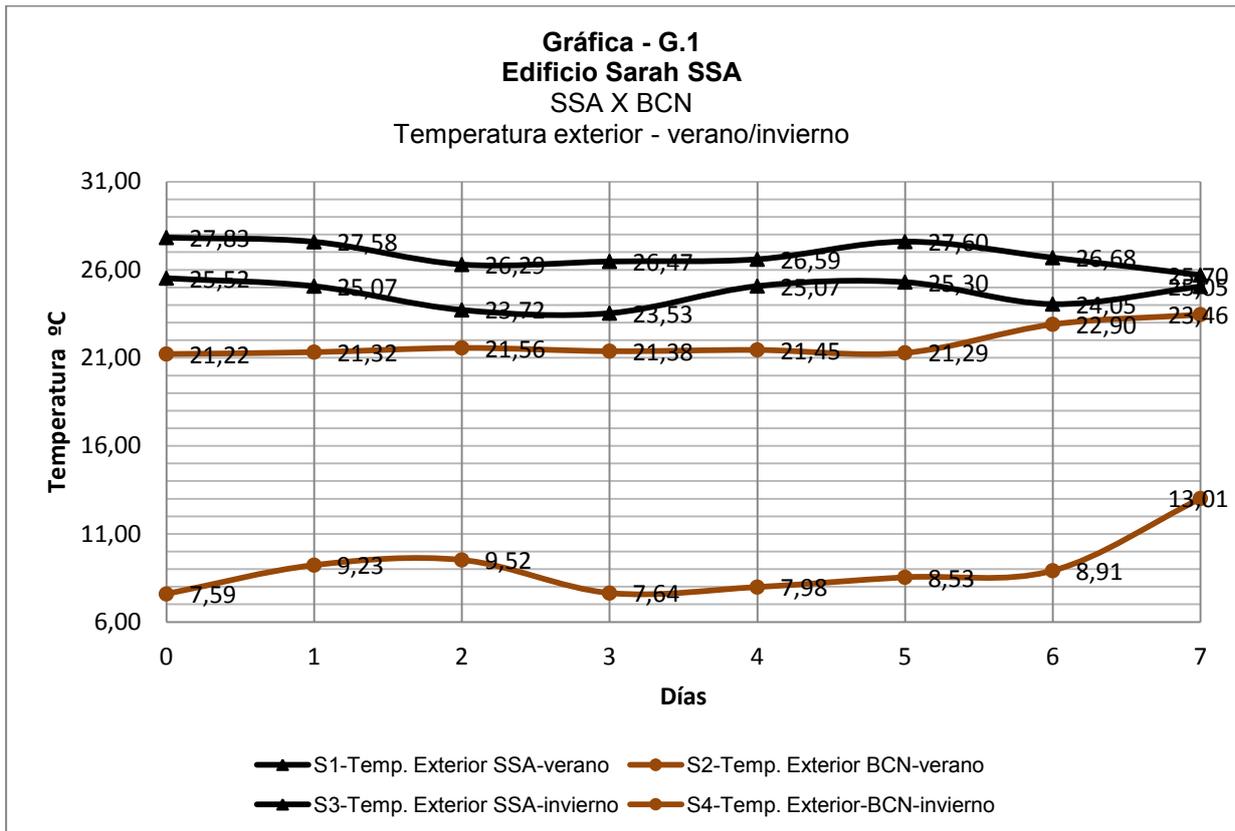


Figura A.49 – Modelo Sarah Salvador - Sección transversal ampliada – zona de hospitalización
(archivo del CTRS adaptado por la autora)

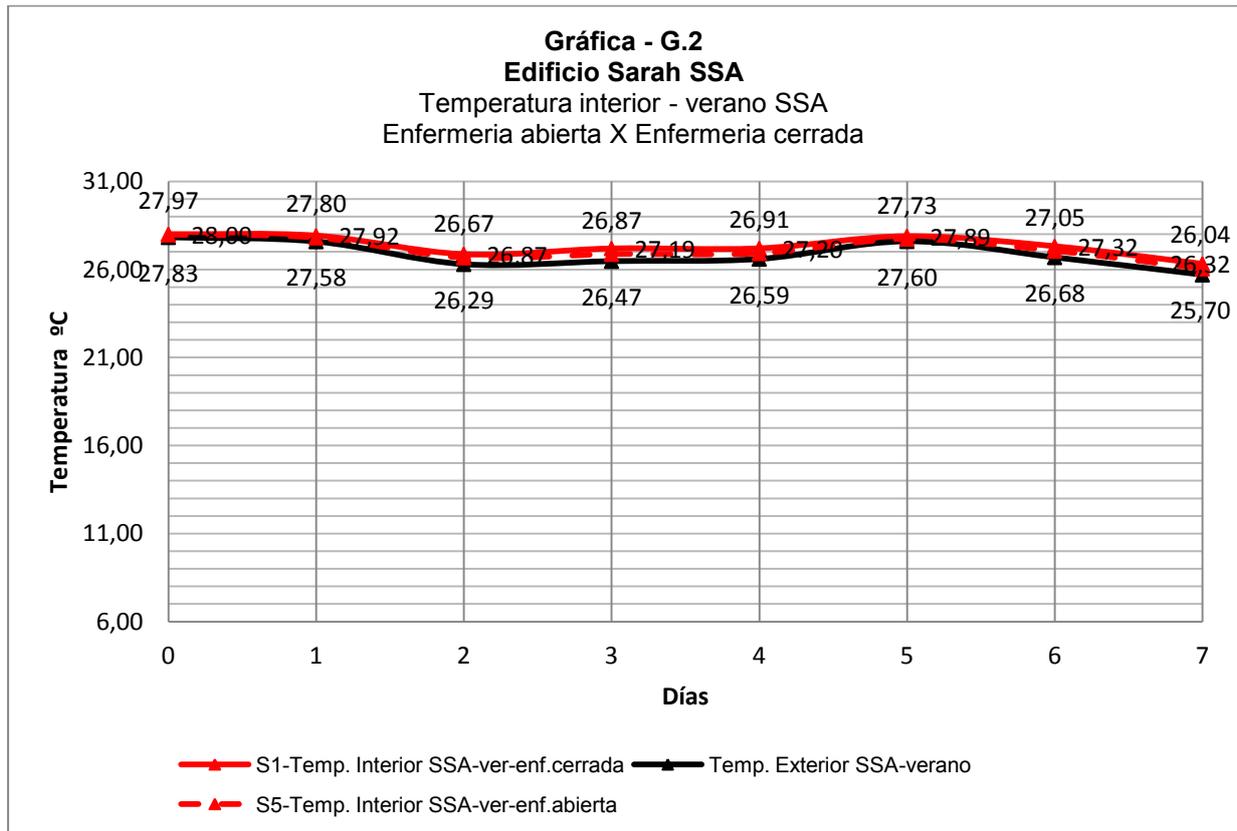


Gráfica A.1 – Modelo Sarah Salvador – Simulación térmica

• **Análisis - G1**

(Temperatura exterior)

- Las temperaturas de verano de Ssa varían entre 25,70°C y 27,83°C y las de invierno varían entre 23,53°C y 25,52°C.
- Las temperaturas de verano de Bcn varían entre 21,22°C y 23,46°C y las de invierno varían entre 7,59° y 13,01°C.
- La diferencia de temperatura entre verano e invierno en Ssa varía de 0,65°C a 2,94°C. Y la diferencia de temperatura entre verano e invierno en Bcn varía de 10,44°C a 13,99°C. Se nota que el salto térmico en la ciudad de Bcn es más pronunciada que en Ssa. Característica típica del clima templado.
- Las diferencias de temperatura entre el verano de Ssa y el de Bcn varían desde 2,24°C hasta 6,61°C. y en invierno, varían desde 12,04°C hasta 17,93°C. Las mayores diferencias realmente son en invierno.

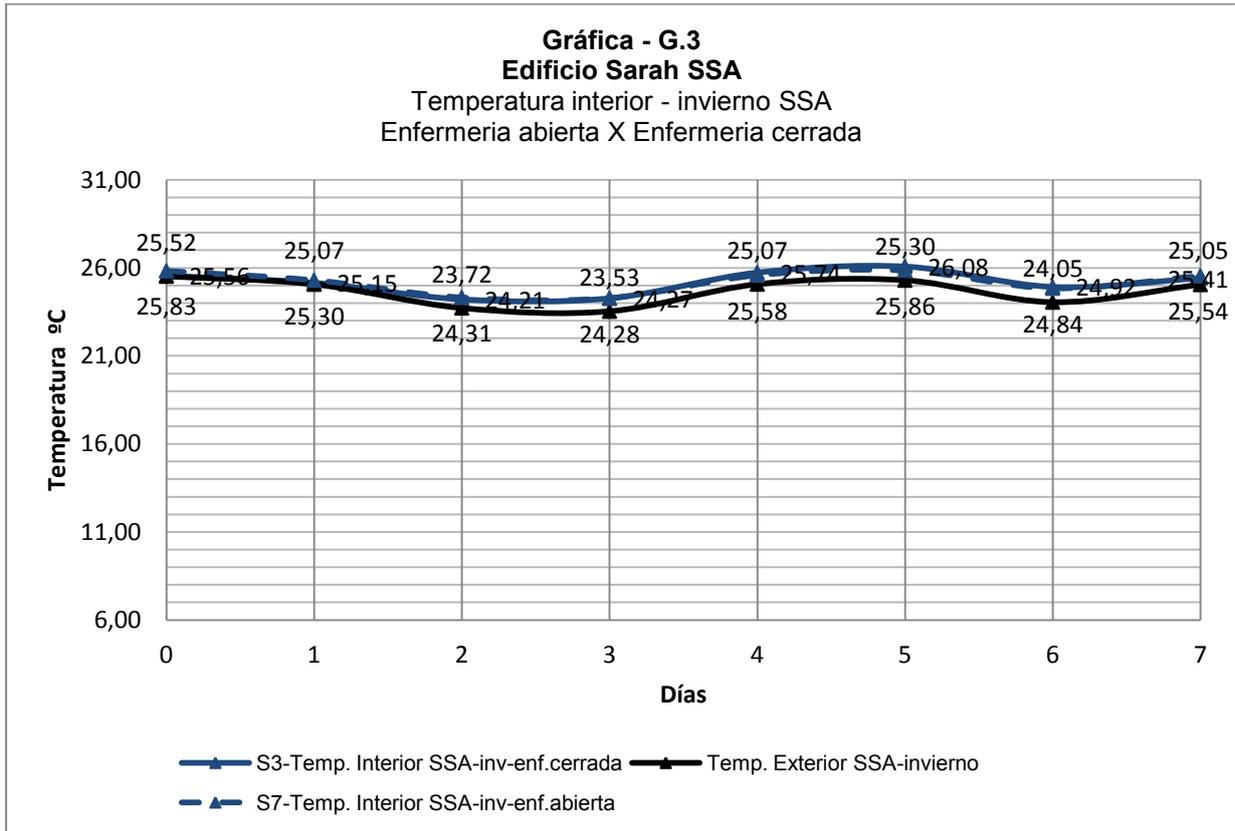


Gráfica A.2 – Modelo Sarah Salvador – Simulación térmica

- **Análisis - G2**

- (Ssa – verano - enfermería cerrada x abierta)

- Las temperaturas exteriores varían entre 25,70°C y 27,83°C. Las temperaturas interiores de la enfermería abierta varían entre 26,04°C y 27,97°C. Las temperaturas interiores de la enfermería cerrada varían entre 26,32 y 28,00°C.
 - Las temperaturas interiores para la enfermería cerrada se acercan mucho a las encontradas para la enfermería abierta, con diferencias que varían entre 0,03°C y 0,33°C. Estando las de enfermería cerrada ligeramente por encima de las de enfermería abierta.
 - Las dos están por encima de la temperatura exterior, pero la diferencia con la temperatura de la enfermería cerrada, que es la más alta, varía entre 0,17°C y 0,63°C.

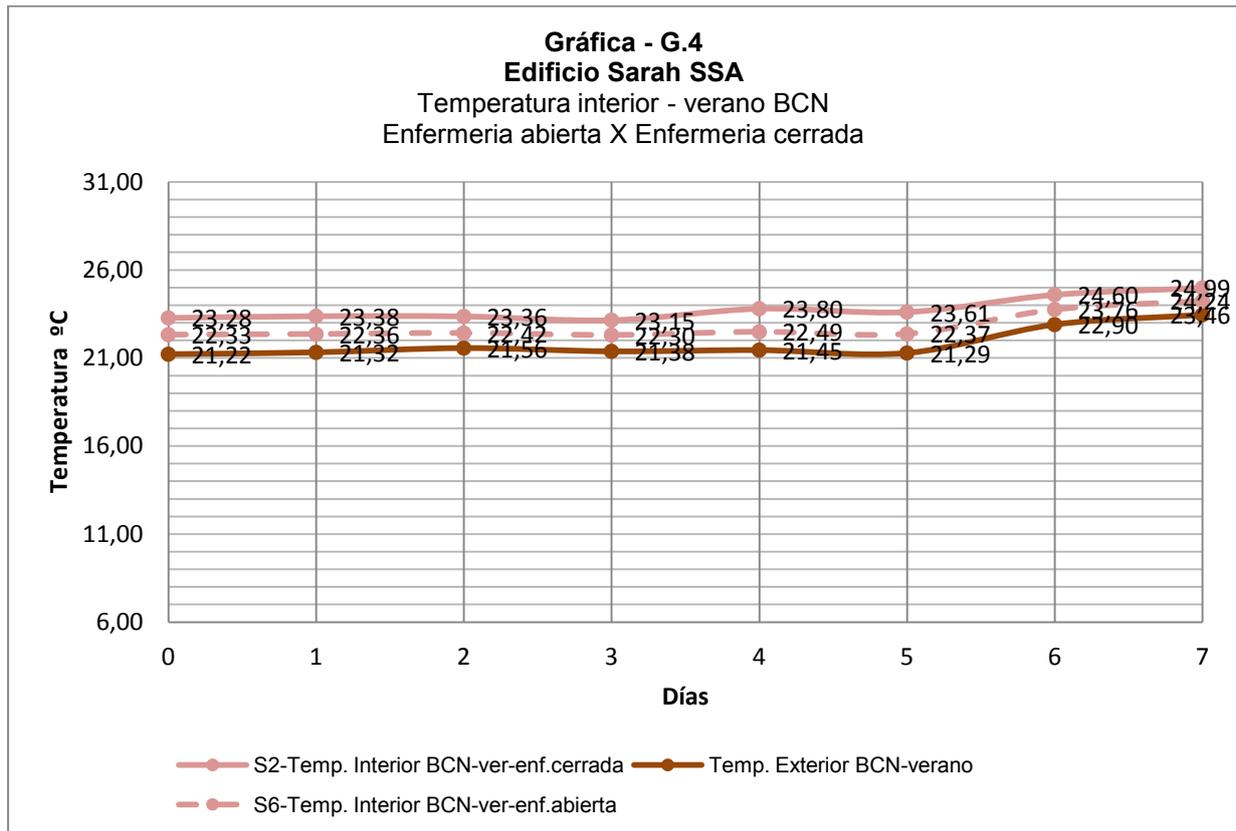


Gráfica A.3 – Modelo Sarah Salvador – Simulación térmica

• **Análisis - G3**

(Ssa – invierno - enfermería cerrada x abierta)

- Las temperaturas exteriores varían entre 23,53°C y 25,52°C. Las temperaturas interiores de la enfermería abierta varían entre 24,28°C y 25,86°C. Las temperaturas interiores de la enfermería cerrada varían entre 24,21 y 26,08°C.
- Siguen siendo muy parecidas las temperaturas interiores de enfermería abierta y cerrada, con diferencias que varían entre 0,01°C y 0,27°C. Estando las de enfermería cerrada a veces por encima y a veces por abajo de las de enfermería abierta.
- También en este caso las temperaturas interiores están ligeramente por encima de la temperatura exterior, con diferencias entre la exterior y la interior de enfermería cerrada que varían entre 0,04°C y 0,87°C.

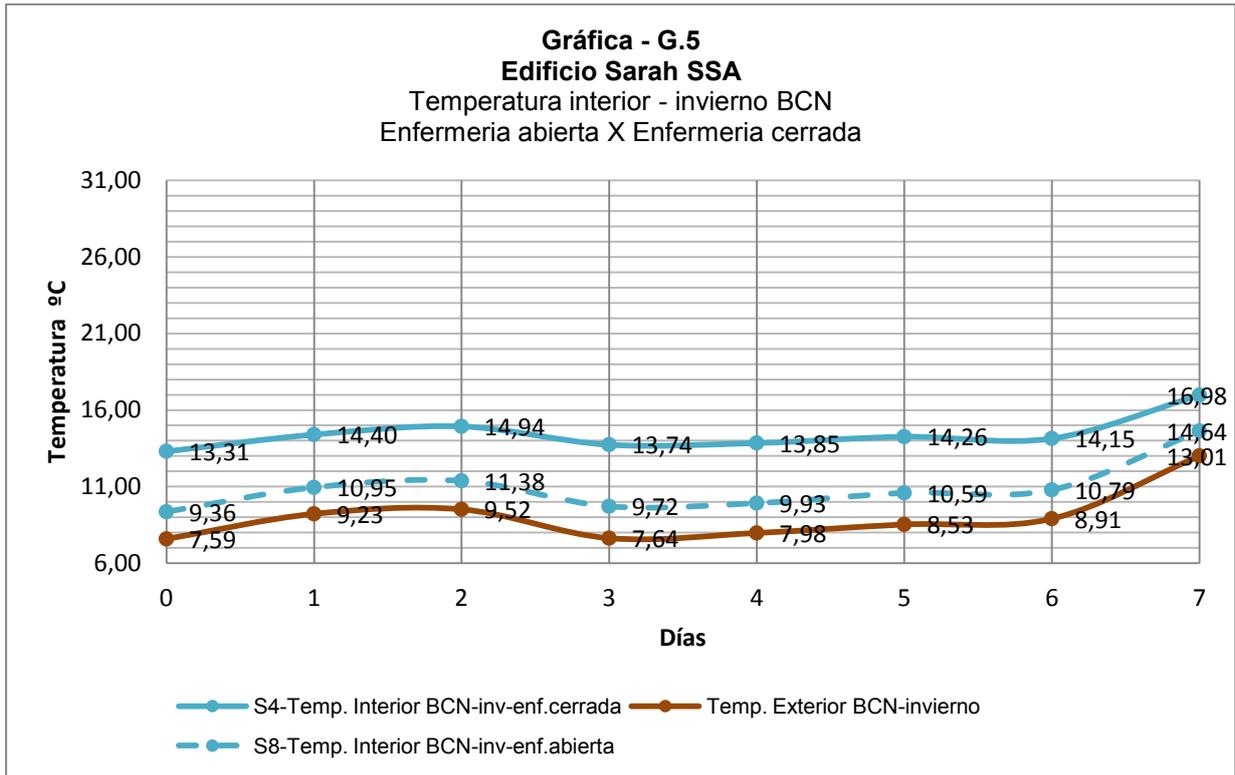


Gráfica A.4 – Modelo Sarah Salvador – Simulación térmica

- **Análisis - G4**

- (Bcn – verano – enfermería cerrada x abierta)

- Las temperaturas exteriores varían entre 21,22°C y 23,46°C. Las temperaturas interiores de la enfermería abierta varían entre 22,30°C y 24,24°C. Las temperaturas interiores de la enfermería cerrada varían entre 23,15 y 24,99°C.
 - Se notan pocas diferencias entre la temperatura interior de la enfermería cerrada y abierta, con valores entre 0,75°C y 1,32°C. Estando las de enfermería cerrada por encima de las de enfermería abierta.
 - También en este caso las temperaturas interiores están por encima de la temperatura exterior, con diferencias entre la exterior y la interior de enfermería cerrada que varían entre 1,53°C y 2,35°C.

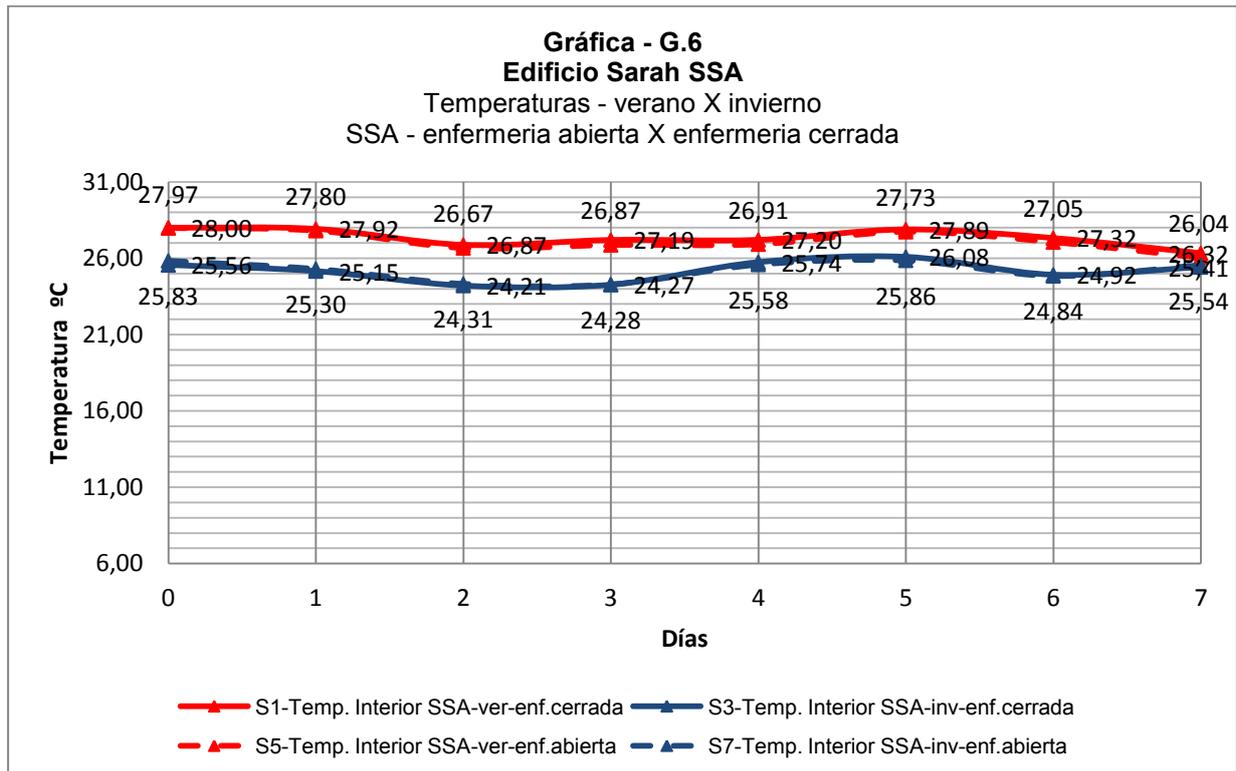


Gráfica A.5 – Modelo Sarah Salvador – Simulación térmica

• **Análisis - G5**

(Bcn – invierno - enfermería cerrada x abierta)

- Las temperaturas exteriores varían entre 7,59° y 13,01°C. Las temperaturas interiores de la enfermería abierta varían entre 9,36°C y 14,64°C. Y las temperaturas interiores de la enfermería cerrada varían entre 13,31°C y 16,98°C.
- La diferencia entre la temperatura interior de la enfermería cerrada y abierta varía entre 2,33°C y 4,03°C.
- Las dos están por encima de la temperatura exterior, pero la diferencia con la temperatura de la enfermería cerrada varía entre 3,96°C y 6,11°C.

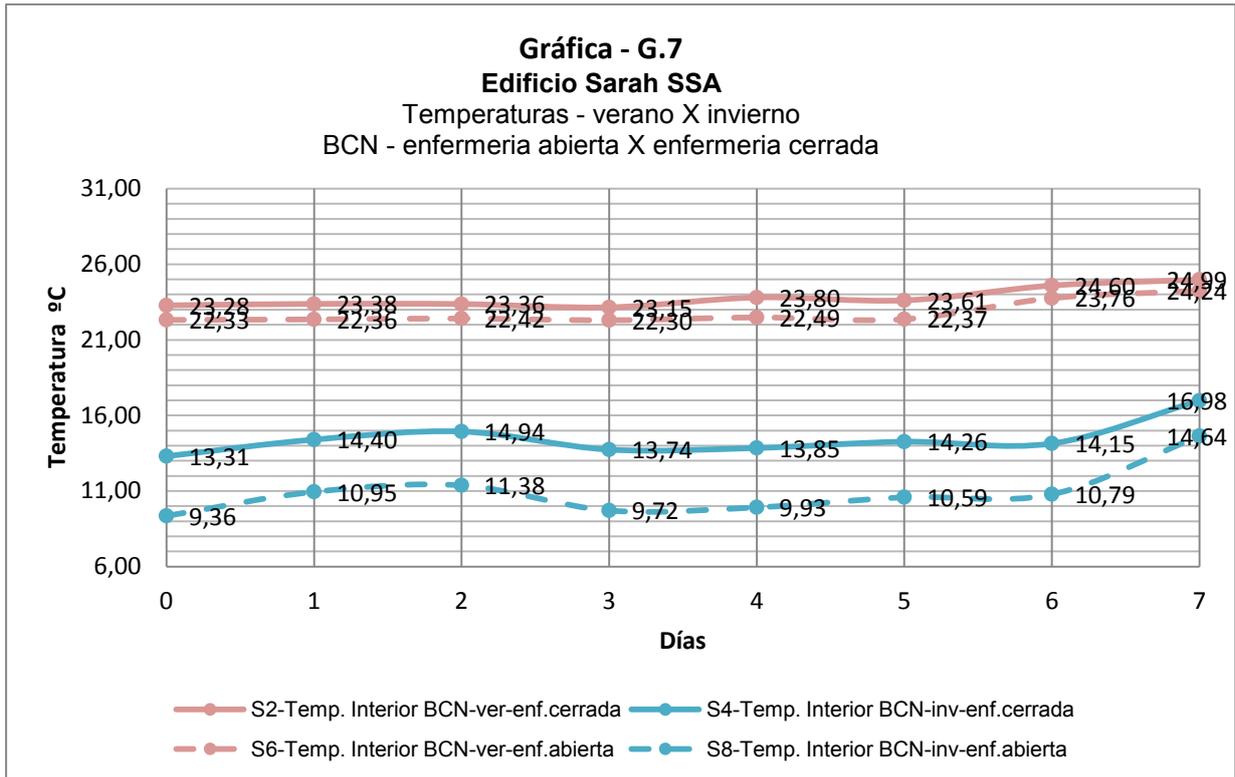


Gráfica A.6 – Modelo Sarah Salvador – Simulación térmica

- **Análisis - G6**

(Ssa - temperatura interior – verano x invierno – enfermería cerrada x abierta)

- En verano, las temperaturas interiores de la enfermería abierta varían entre 26,04°C y 27,97°C. Las temperaturas interiores de la enfermería cerrada varían entre 26,32 y 28,00°C.
- En invierno, las temperaturas interiores de la enfermería abierta varían entre 24,28°C y 25,86°C. Las temperaturas interiores de la enfermería cerrada varían entre 24,21 y 26,08°C.
- Las diferencias de temperatura entre verano e invierno para enfermería abierta varían entre 0,50°C y 2,59°C.
- Las diferencias de temperatura entre verano e invierno para enfermería cerrada varían entre 0,91°C y 2,93°C.

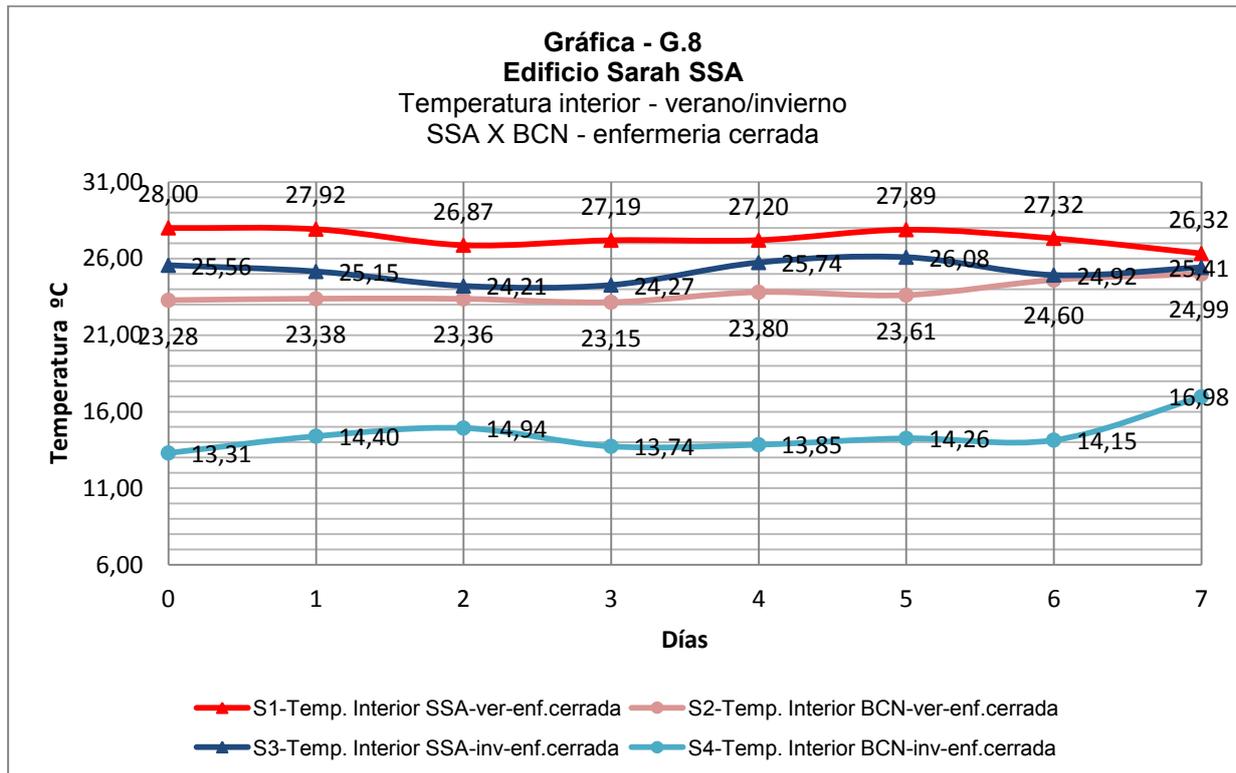


Gráfica A.7 – Modelo Sarah Salvador – Simulación térmica

• **Análisis - G7**

(Bcn - temperatura interior – verano x invierno – enfermería cerrada x abierta)

- En verano, las temperaturas interiores de la enfermería abierta varían entre 22,30°C y 24,24°C. Las temperaturas interiores de la enfermería cerrada varían entre 23,15 y 24,99°C.
- En invierno, las temperaturas interiores de la enfermería abierta varían entre 9,36°C y 14,64°C.. Y las temperaturas interiores de la enfermería cerrada varían entre 13,31°C y 16,98°C.
- Las diferencias de temperatura entre verano e invierno para enfermería abierta varían entre 9,60°C y 12,97°C.
- Las diferencias de temperatura entre verano e invierno para enfermería cerrada varían entre 8,01°C y 10,45°C.

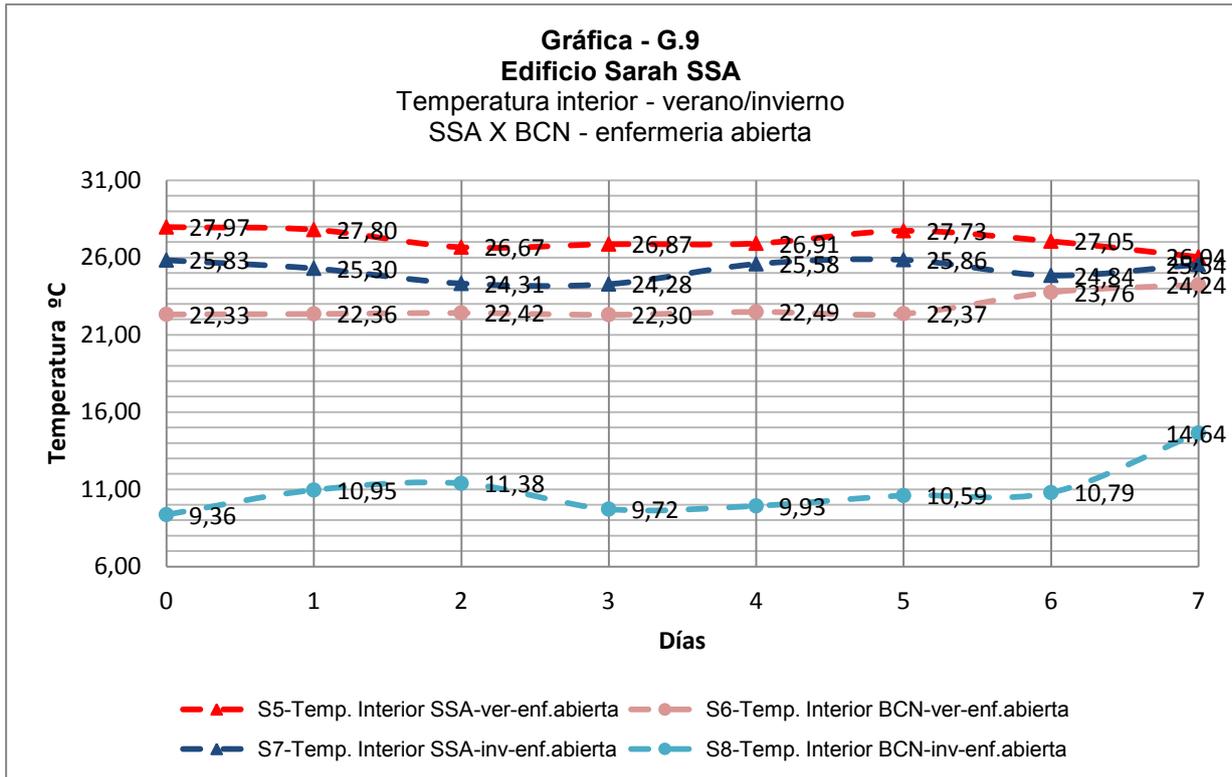


Gráfica A.8 – Modelo Sarah Salvador – Simulación térmica

- **Análisis - G8**

(Ssa x Bcn - temperatura interior – enfermería cerrada - verano x invierno)

- Los valores máximos y mínimos encontrados para verano e invierno y para enfermería cerrada ya fueron presentados en las gráficas anteriores G2, G3, G4, G5, G6 y G7.
- Las diferencias de temperatura interior entre Ssa y Bcn en verano varían entre 1,34°C y 4,72°C.
- Las diferencias de temperatura interior entre Ssa y Bcn en invierno varían entre 8,44°C y 12,25°C.

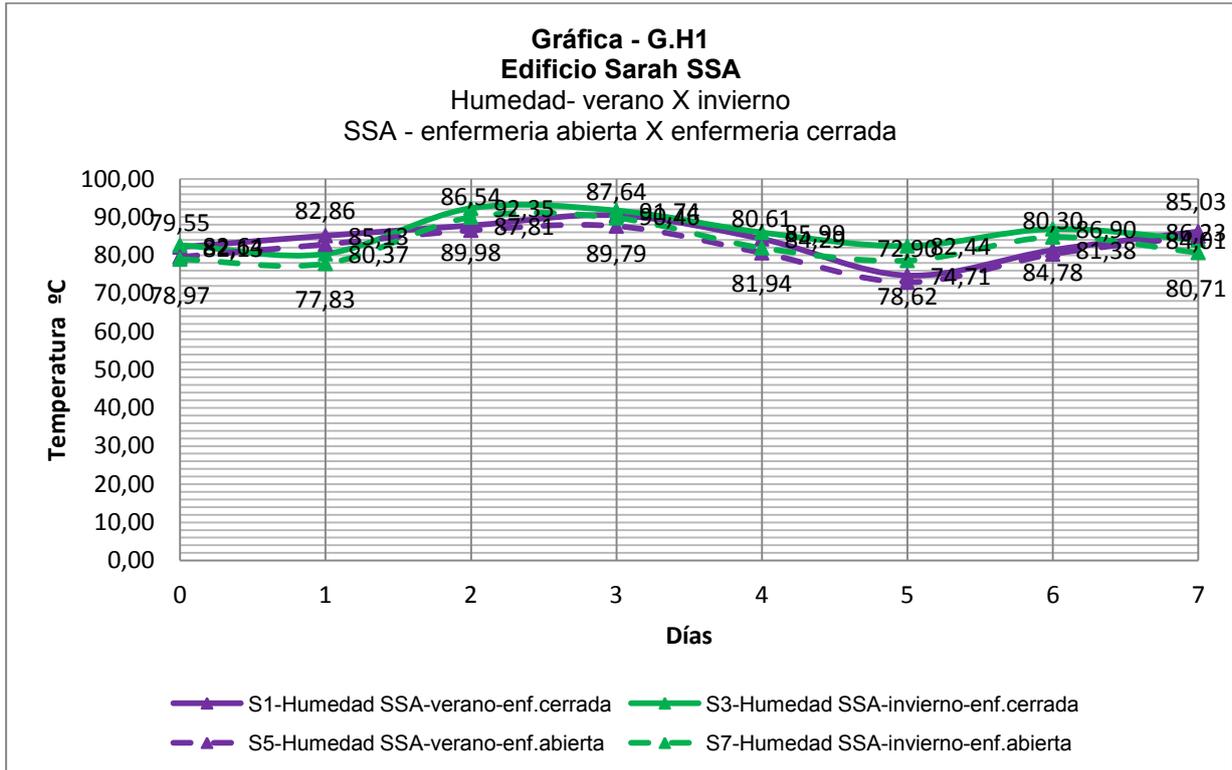


Gráfica A.9 – Modelo Sarah Salvador – Simulación térmica

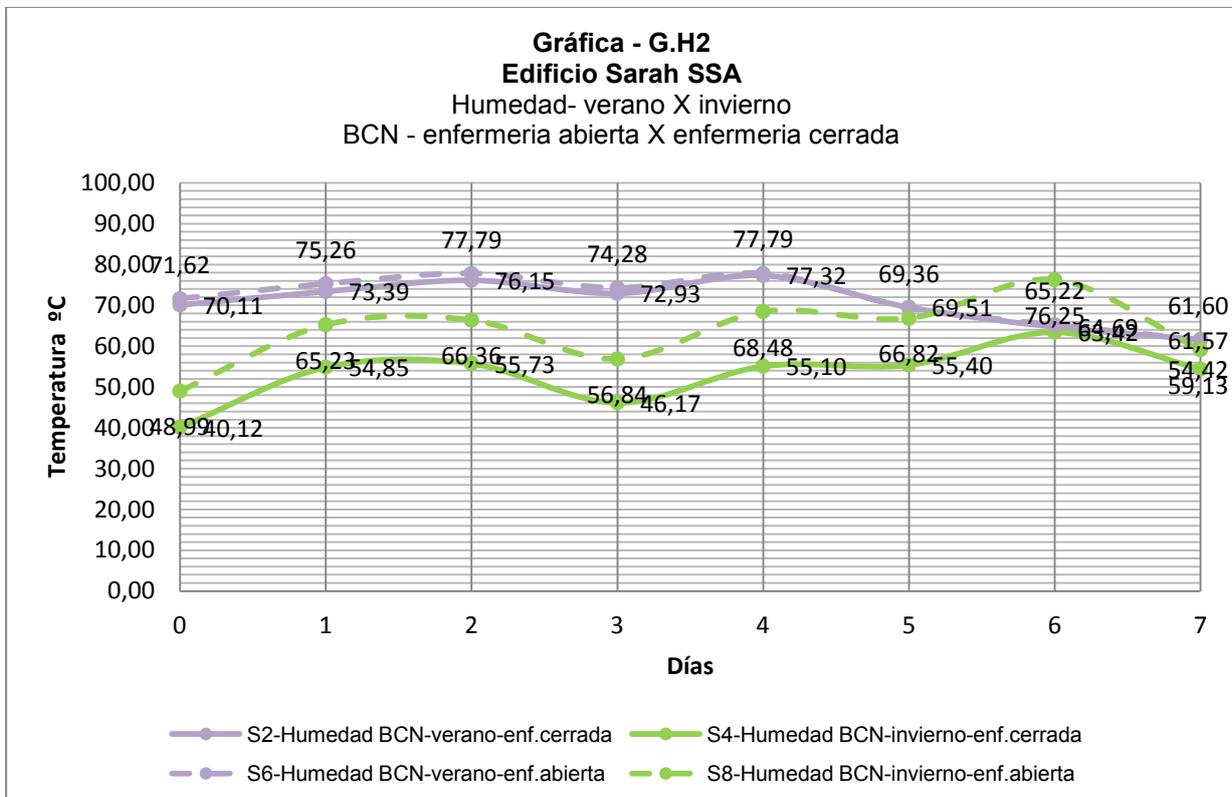
• **Análisis - G9**

(Ssa x Bcn - temperatura interior – enfermería abierta - verano x invierno)

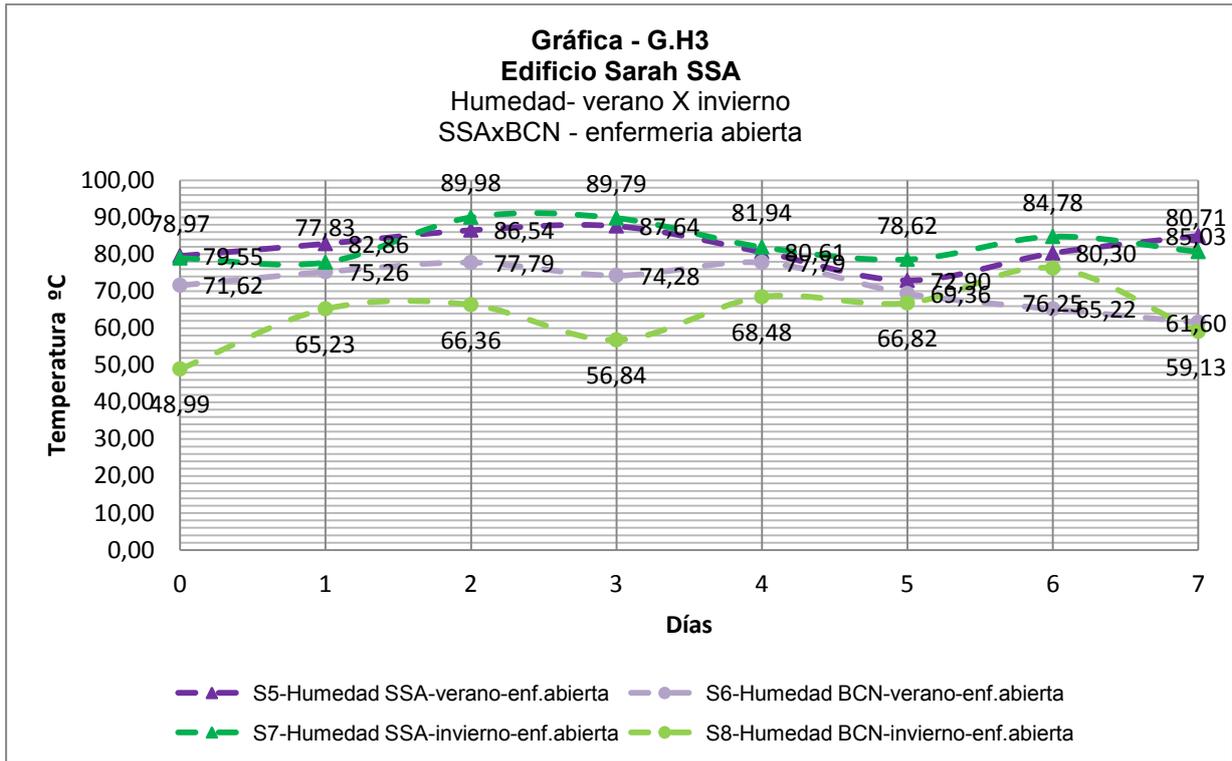
- Los valores máximos y mínimos encontrados para verano e invierno y para enfermería abierta ya fueron presentados en las gráficas anteriores G2, G3, G4, G5, G6 y G7.
- Las diferencias de temperatura interior entre Ssa y Bcn en verano varían entre 1,80°C y 5,65°C.
- Las diferencias de temperatura interior entre Ssa y Bcn en invierno varían entre 10,90°C y 16,47°C.



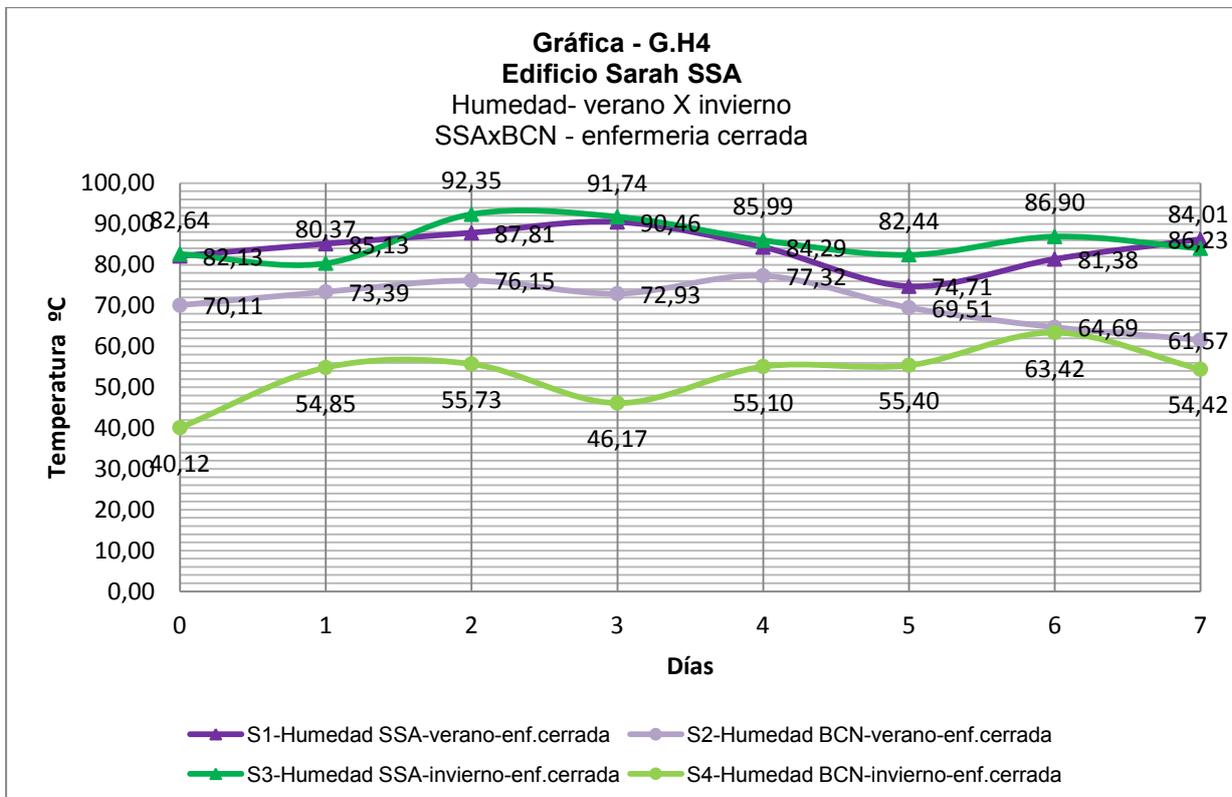
Gráfica A.10 – Modelo Sarah Salvador – Simulación térmica



Gráfica A.11 – Modelo Sarah Salvador – Simulación térmica



Gráfica A.12 – Modelo Sarah Salvador – Simulación térmica



Gráfica A.13 – Modelo Sarah Salvador – Simulación térmica

Modelo Sarah Rio de Janeiro

Las condiciones establecidas para que se den las dos situaciones simuladas son las siguientes:

Hospitalización abierta:

Están abiertas: la cubierta translúcida abatible, la puerta de vidrio hacia el exterior, la comunicación con el pasillo y las rejillas de ventilación con el suelo técnico.

Hospitalización cerrada:

Están cerradas: la cubierta translúcida abatible y la puerta de vidrio hacia el exterior. La comunicación con el pasillo y las rejillas de ventilación con el suelo técnico se mantienen abiertas.

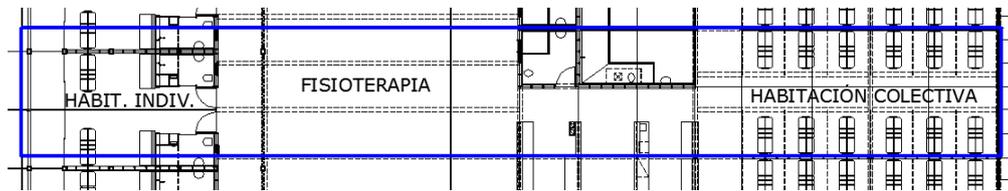


Figura A.50 – Modelo Sarah Rio - Planta baja de hospitalización - (archivo del CTRS adaptado por la autora)

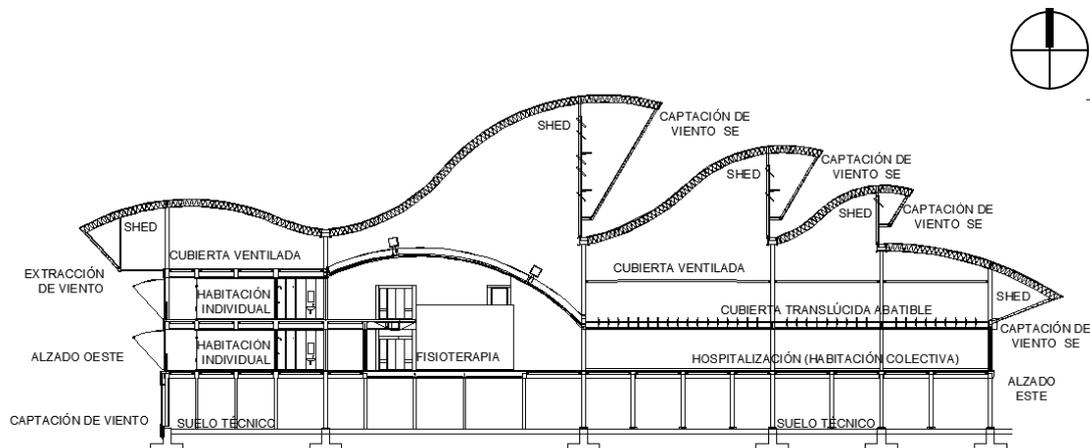
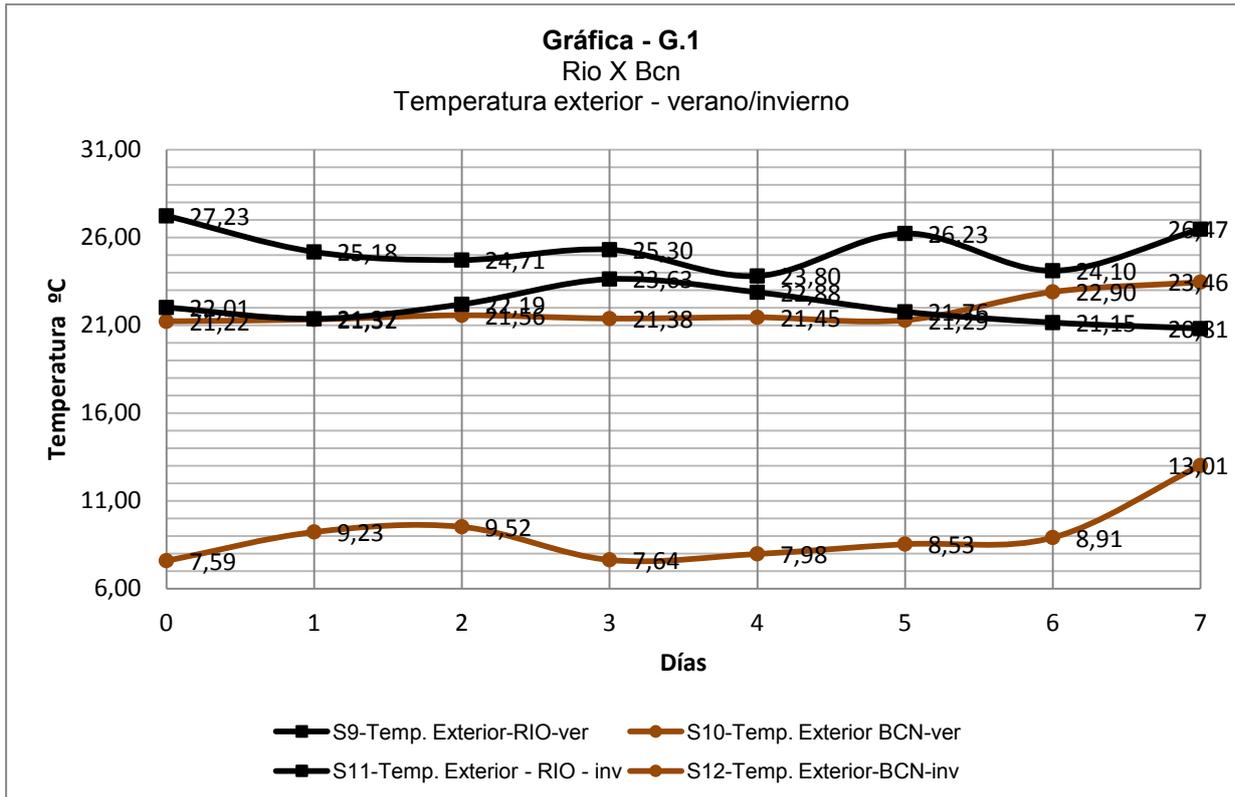


Figura A.51 – Modelo Sarah Rio - Sección transversal ampliada – zona de hospitalización
(archivo del CTRS adaptado por la autora)

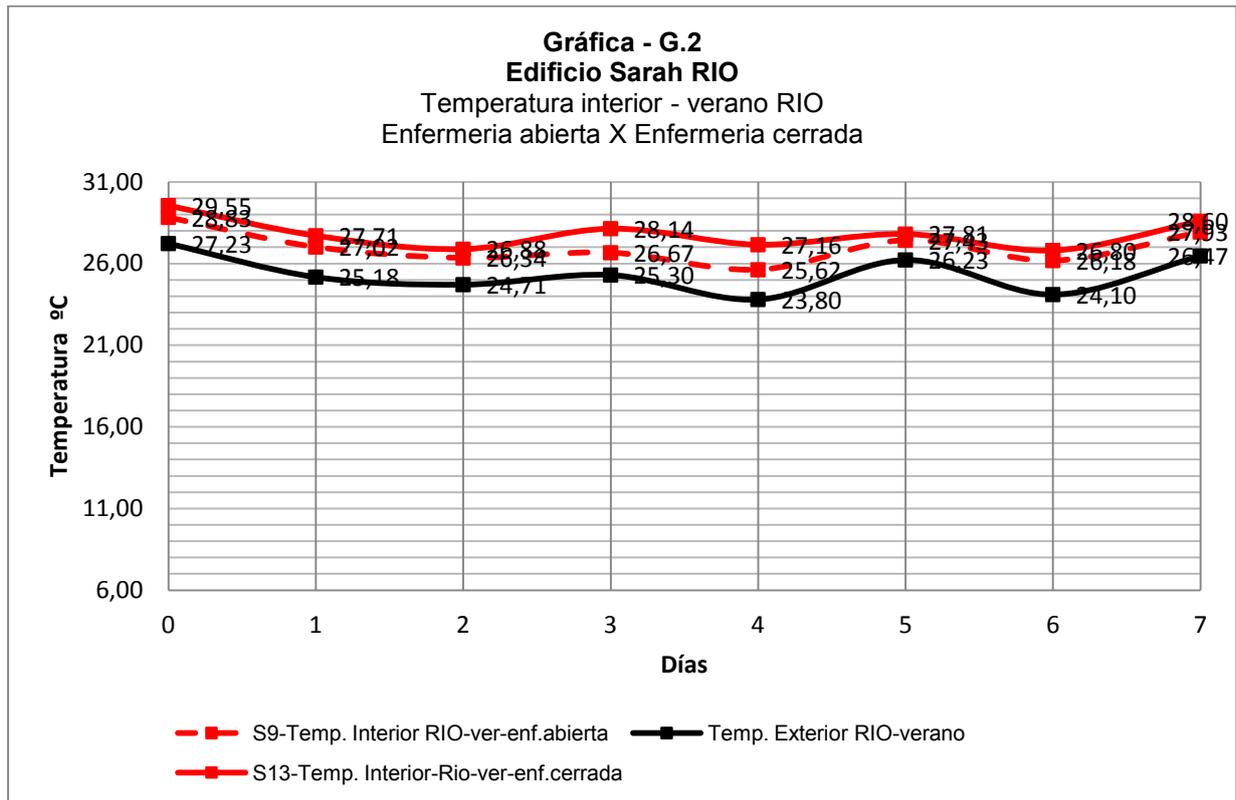


Gráfica A.14 – Modelo Sarah Rio – Simulación térmica

• **Análisis - G1**

(Temperatura exterior)

- Las temperaturas de verano de Río varían entre 23,80°C y 27,23°C y las de invierno varían entre 20,81°C y 23,63°C.
- Las temperaturas de verano de Barcelona varían entre 21,22°C y 23,46°C y las de invierno varían entre 7,59° y 13,01°C.
- La diferencia de temperatura entre verano e invierno en Río varía de 0,92°C a 5,67°C. Y la diferencia de temperatura entre verano e invierno en Barcelona varía de 10,44°C a 13,99°C. Se nota que el salto térmico en la ciudad de Bcn es más pronunciada que en Río. Característica típica del clima templado.
- Las diferencias de temperatura entre el verano de Río y el de Barcelona varían desde 1,20°C hasta 6,01°C. y en invierno, varían desde 7,79°C hasta 15,99°C. Las mayores variaciones realmente son en invierno.

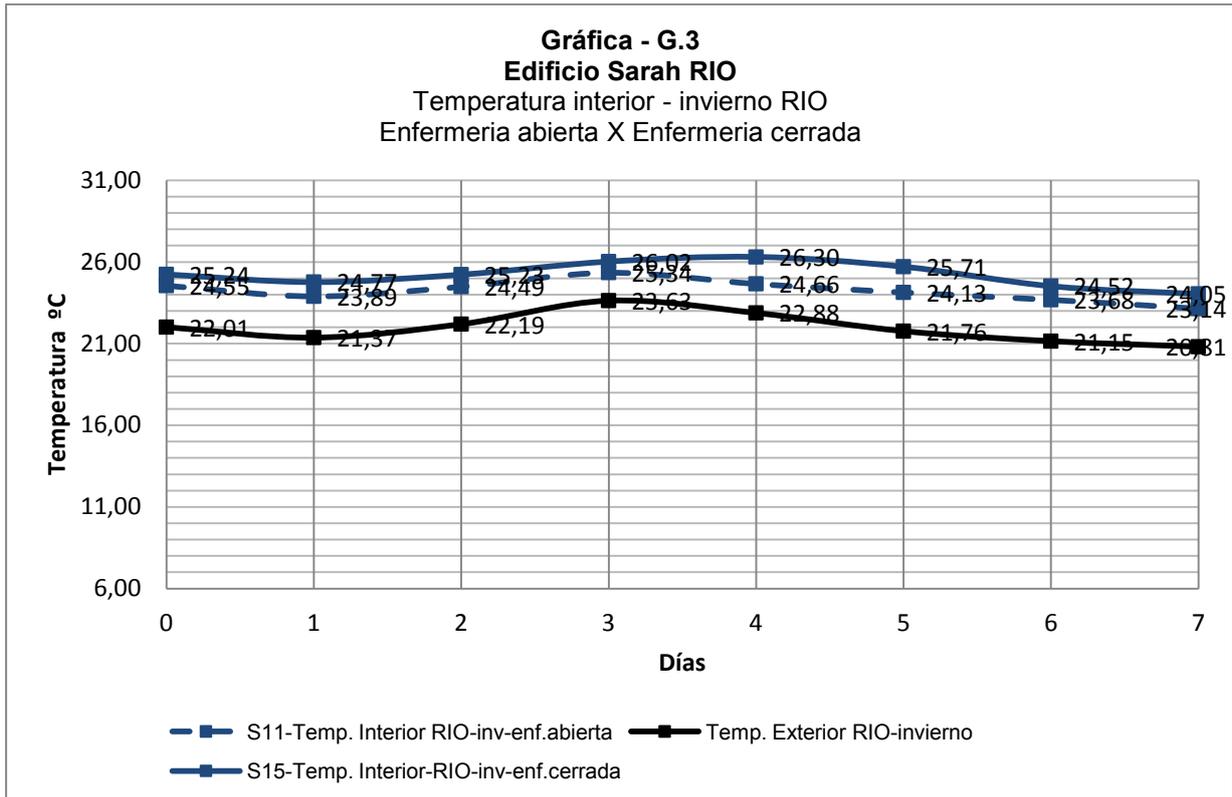


Gráfica A.15 – Modelo Sarah Rio – Simulación térmica

- **Análisis - G2**

- (Rio – verano - enfermería cerrada x abierta)

- Las temperaturas exteriores varían entre 23,80°C y 27,23°C. Las temperaturas interiores de la enfermería abierta varían entre 25,62°C y 28,83°C. Las temperaturas interiores de la enfermería cerrada varían entre 26,80 y 29,55°C.
 - Las temperaturas interiores para la enfermería cerrada se acercan a las encontradas para la enfermería abierta, con diferencias que varían entre 0,38°C y 1,53°C. Estando las de enfermería cerrada por encima de las de enfermería abierta.
 - Las dos están por encima de la temperatura exterior, pero la diferencia con la temperatura interior de la enfermería cerrada, que es la más alta, varía entre 1,58°C y 3,35°C.

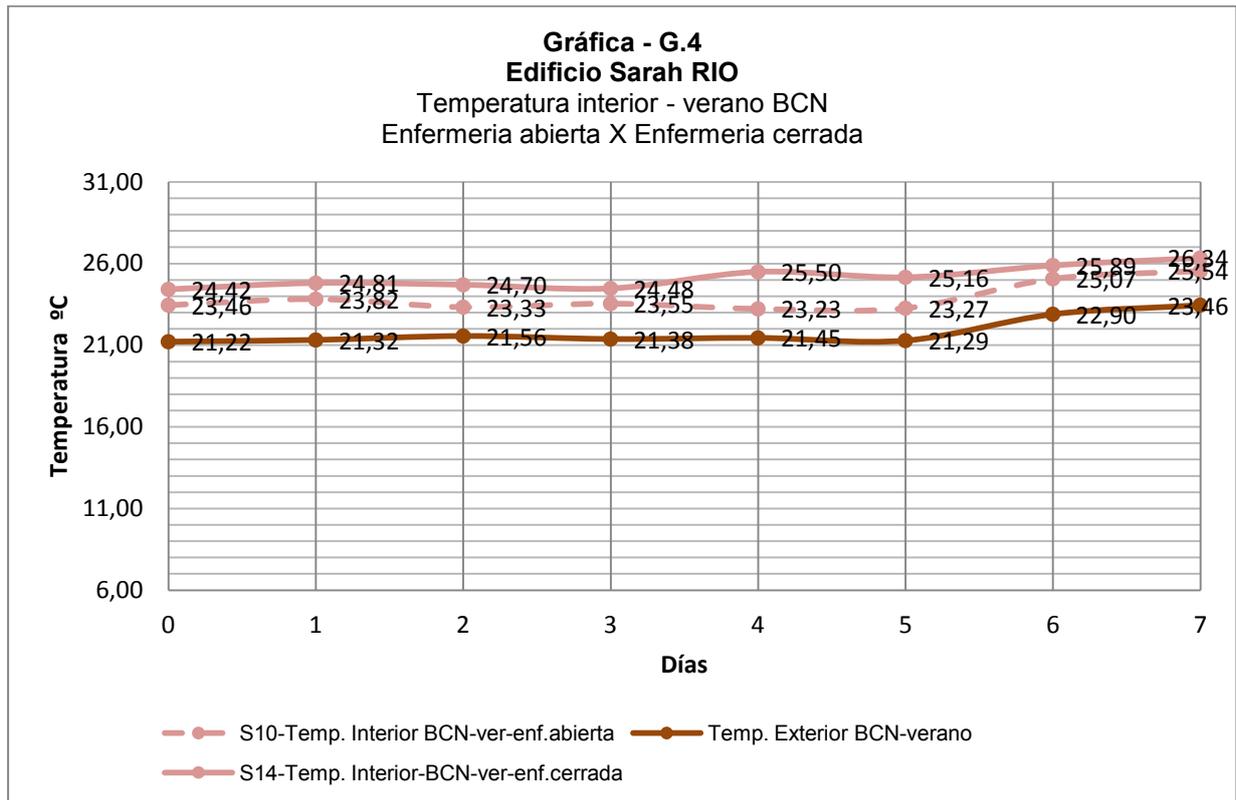


Gráfica A.16 – Modelo Sarah Rio – Simulación térmica

• **Análisis - G3**

(Rio – invierno - enfermería cerrada x abierta)

- Las temperaturas exteriores varían entre 20,81°C y 23,63°C. Las temperaturas interiores de la enfermería abierta varían entre 23,14°C y 25,34°C. Las temperaturas interiores de la enfermería cerrada varían entre 24,05 y 26,30°C.
- Siguen siendo muy parecidas las temperaturas interiores de enfermería abierta y cerrada, con diferencias que varían entre 0,68°C y 1,64°C. Estando las de enfermería cerrada por encima de las de enfermería abierta.
- También en este caso las temperaturas interiores están por encima de la temperatura exterior, con diferencias entre la exterior y la interior de enfermería cerrada que varían entre 2,39°C y 3,94°C.

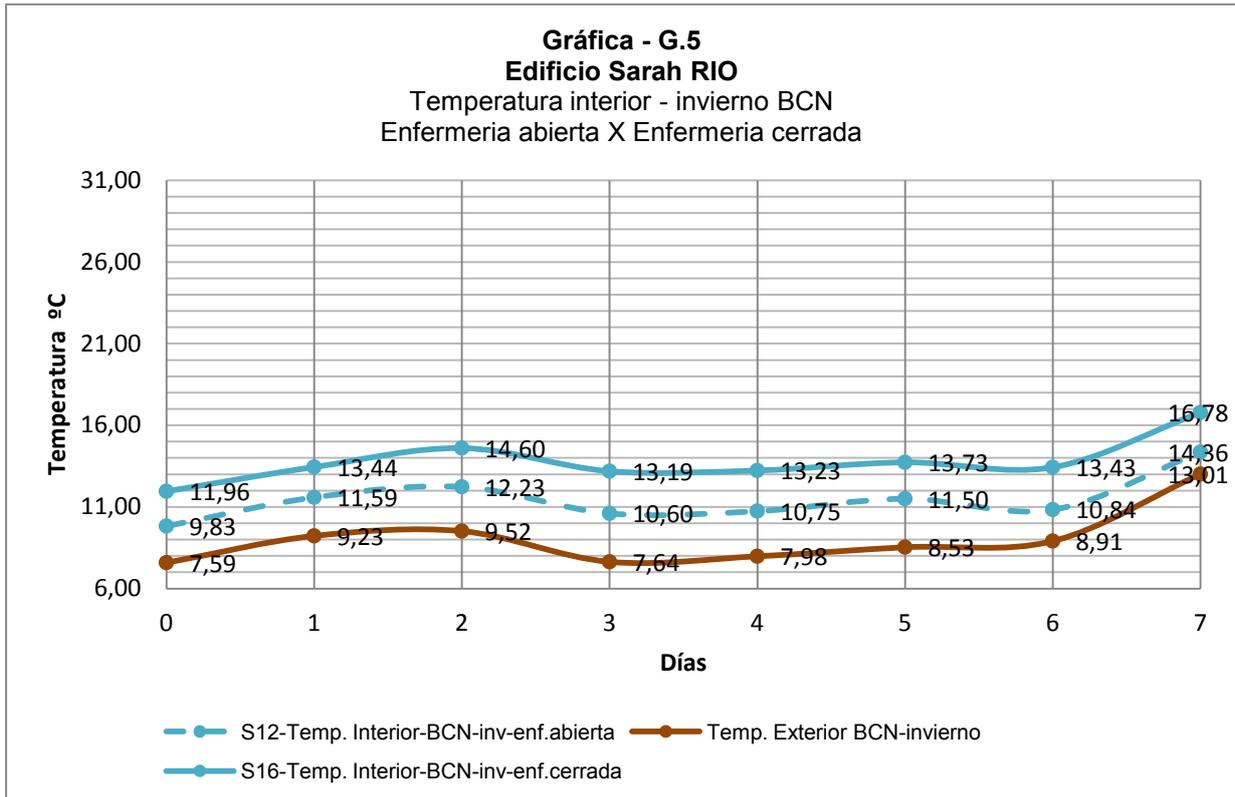


Gráfica A.17 – Modelo Sarah Rio – Simulación térmica

- **Análisis - G4**

- (Bcn – verano – enfermería cerrada x abierta)

- Las temperaturas exteriores varían entre 21,22°C y 23,46°C y se acercan a las encontradas en el invierno de Rio. Las temperaturas interiores de la enfermería abierta varían entre 23,23°C y 25,54°C. Las temperaturas interiores de la enfermería cerrada varían entre 24,42 y 26,34°C.
 - Se notan pocas diferencias entre la temperatura interior de la enfermería cerrada y abierta, con valores entre 0,80°C y 2,27°C. Estando las de enfermería cerrada por encima de las de enfermería abierta.
 - También en este caso las temperaturas interiores están por encima de la temperatura exterior, con diferencias entre la exterior y la interior de enfermería cerrada que varían entre 2,89°C y 4,05°C.

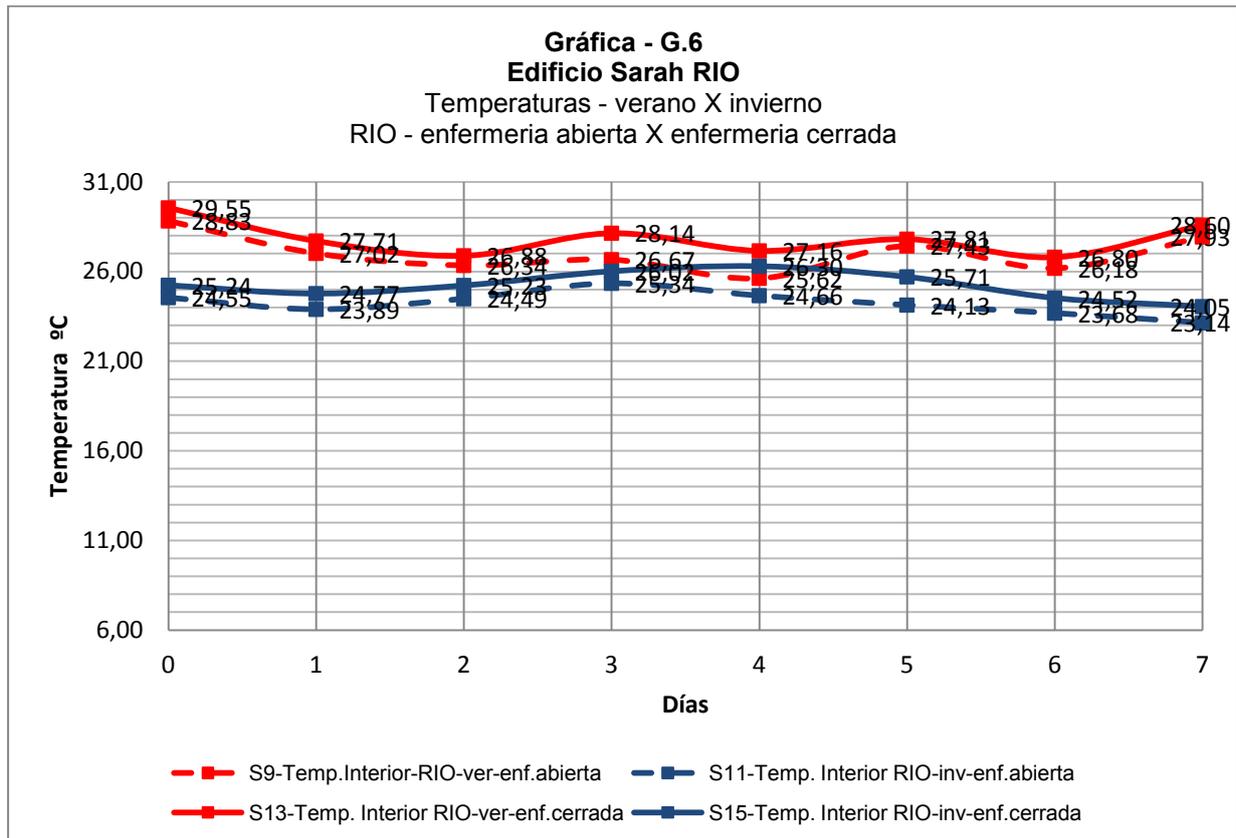


Gráfica A.18 – Modelo Sarah Rio – Simulación térmica

- Análisis - G5**

(Bcn – invierno - enfermería cerrada x abierta)

- Las temperaturas exteriores varían entre 7,59° y 13,01°C. Las temperaturas interiores de la enfermería abierta varían entre 9,83°C y 14,36°C. Y las temperaturas interiores de la enfermería cerrada varían entre 11,96°C y 16,78°C.
- La diferencia entre la temperatura interior de la enfermería cerrada y abierta varía entre 1,86°C y 2,59°C.
- Las dos están por encima de la temperatura exterior, pero la diferencia con la temperatura interior de la enfermería cerrada varía entre 3,77°C y 5,55°C.

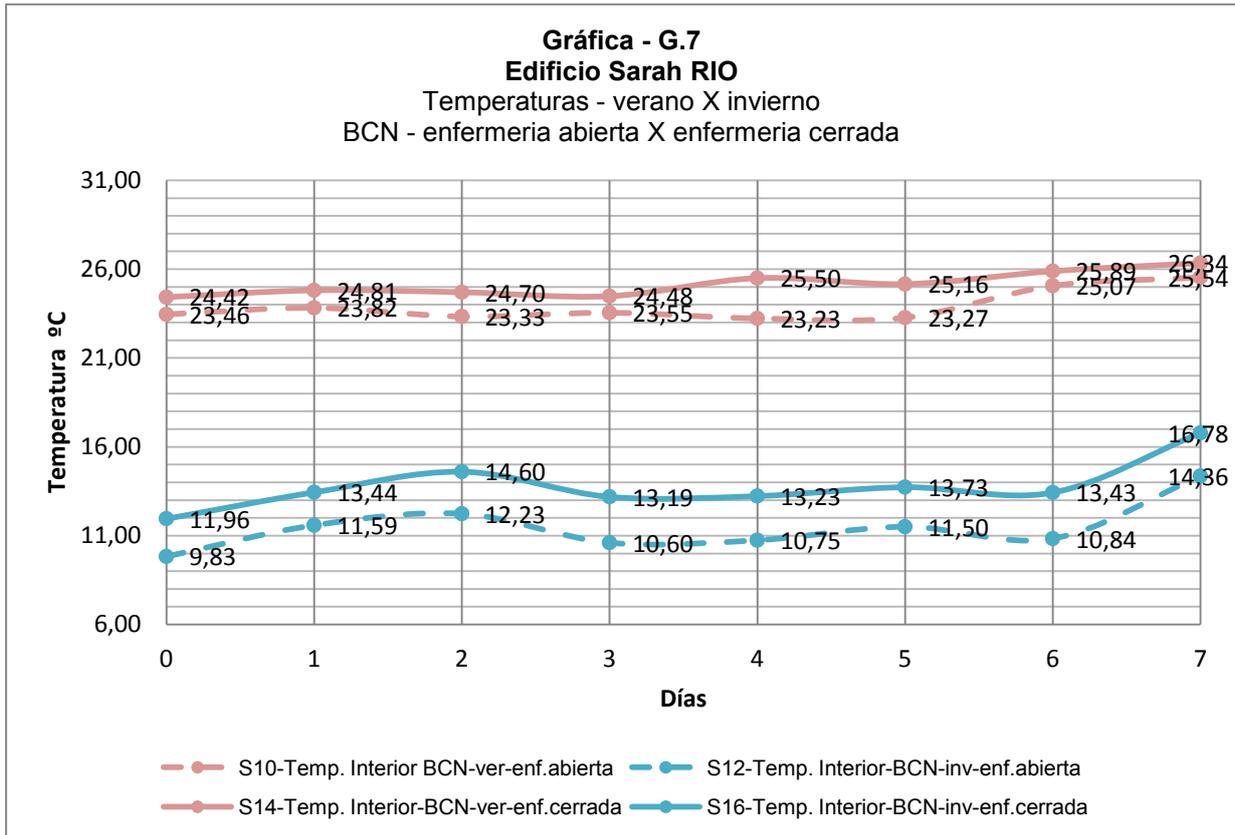


Gráfica A.19 – Modelo Sarah Rio – Simulación térmica

- **Análisis - G6**

(Rio - temperatura interior – verano x invierno – enfermería cerrada x abierta)

- En verano, las temperaturas interiores de la enfermería abierta varían entre 25,62°C y 28,83°C. Las temperaturas interiores de la enfermería cerrada varían entre 26,80 y 29,55°C.
- En invierno, las temperaturas interiores de la enfermería abierta varían entre 23,14°C y 25,34°C. Las temperaturas interiores de la enfermería cerrada varían entre 24,05 y 26,30°C.
- Las diferencias de temperatura entre verano e invierno para enfermería abierta varían entre 0,96°C y 4,80°C.
- Las diferencias de temperatura entre verano e invierno para enfermería cerrada varían entre 0,85°C y 4,55°C.

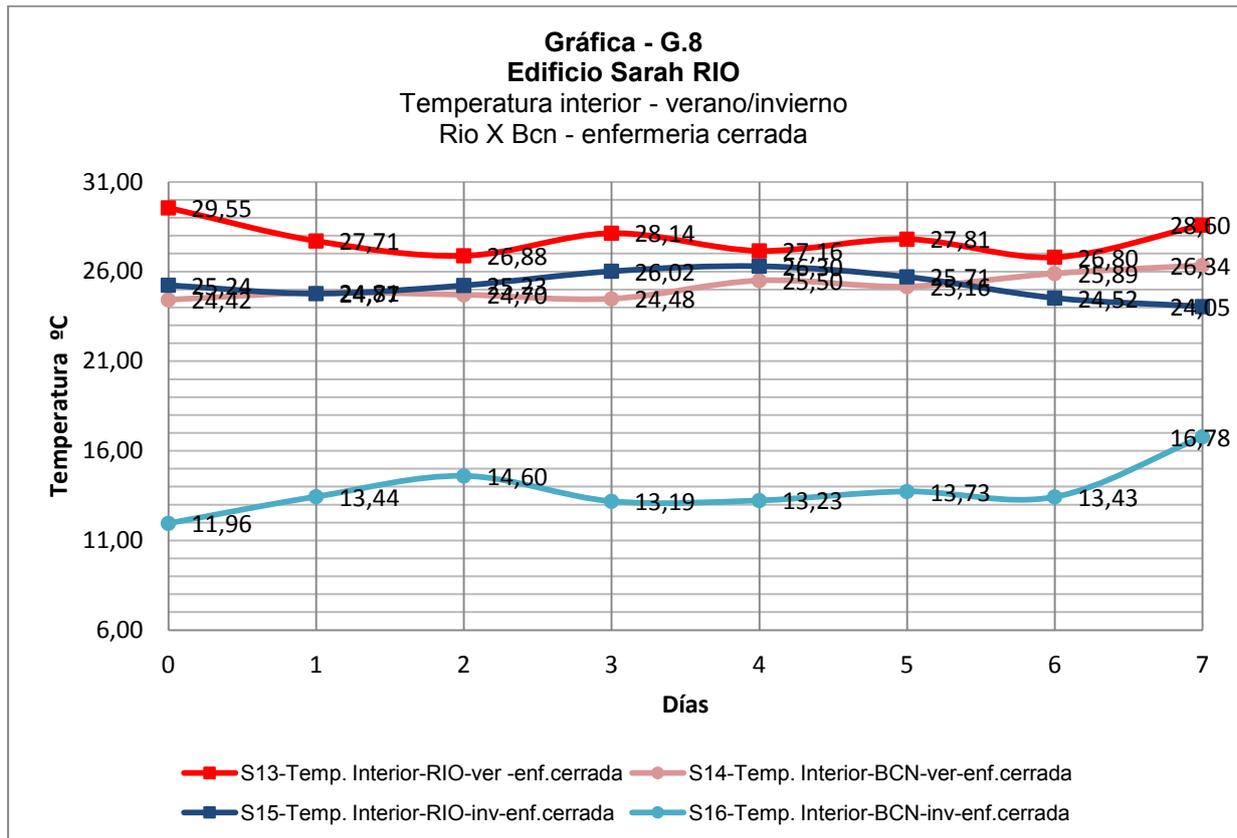


Gráfica A.20 – Modelo Sarah Rio – Simulación térmica

• **Análisis - G7**

(Bcn - temperatura interior – verano x invierno – enfermería cerrada x abierta)

- En verano, las temperaturas interiores de la enfermería abierta varían entre 23,23°C y 25,54°C. Las temperaturas interiores de la enfermería cerrada varían entre 24,42 y 26,34°C.
- En invierno, las temperaturas interiores de la enfermería abierta varían entre 9,83°C y 14,36°C. Y las temperaturas interiores de la enfermería cerrada varían entre 11,96°C y 16,78°C.
- Las diferencias de temperatura entre verano e invierno para enfermería abierta varían entre 11,10°C y 14,23°C.
- Las diferencias de temperatura entre verano e invierno para enfermería cerrada varían entre 9,56°C y 12,47°C.

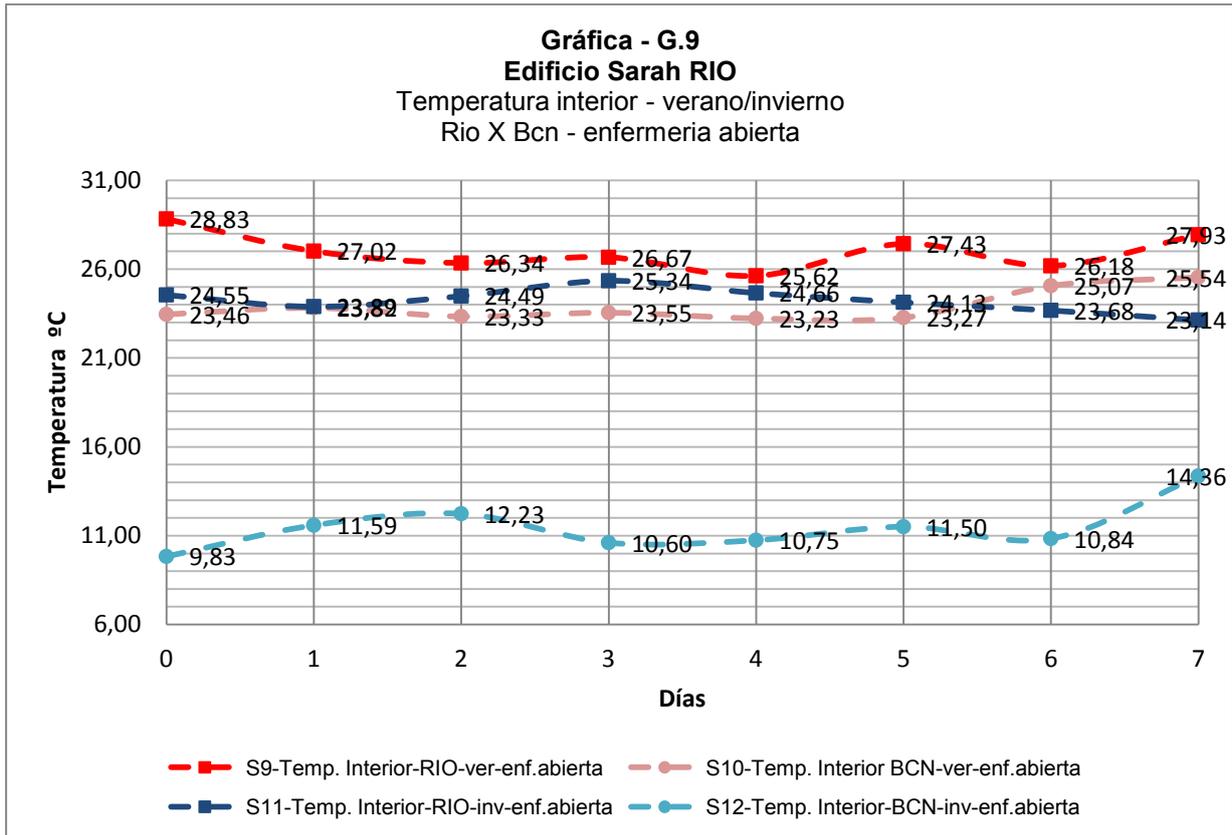


Gráfica A.21 – Modelo Sarah Rio – Simulación térmica

- **Análisis - G8**

(Rio x Bcn - temperatura interior – enfermería cerrada - verano x invierno)

- Los valores máximos y mínimos encontrados para verano e invierno y para enfermería cerrada ya fueron presentados en las gráficas anteriores G2, G3, G4, G5, G6 y G7.
- Las diferencias de temperatura interior entre Rio y Bcn en verano varían entre 0,91°C y 5,13°C.
- Las diferencias de temperatura interior entre Rio y Bcn en invierno varían entre 7,26°C y 13,28°C.

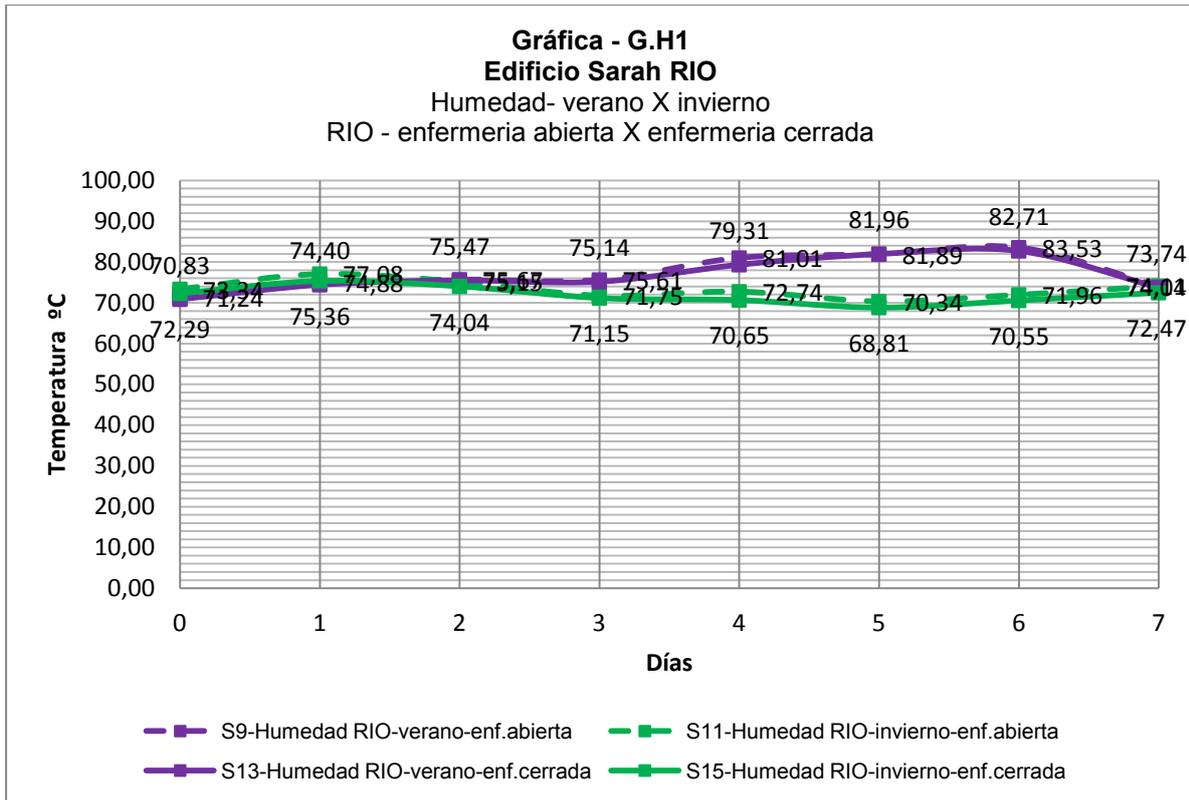


Gráfica A.22 – Modelo Sarah Rio – Simulación térmica

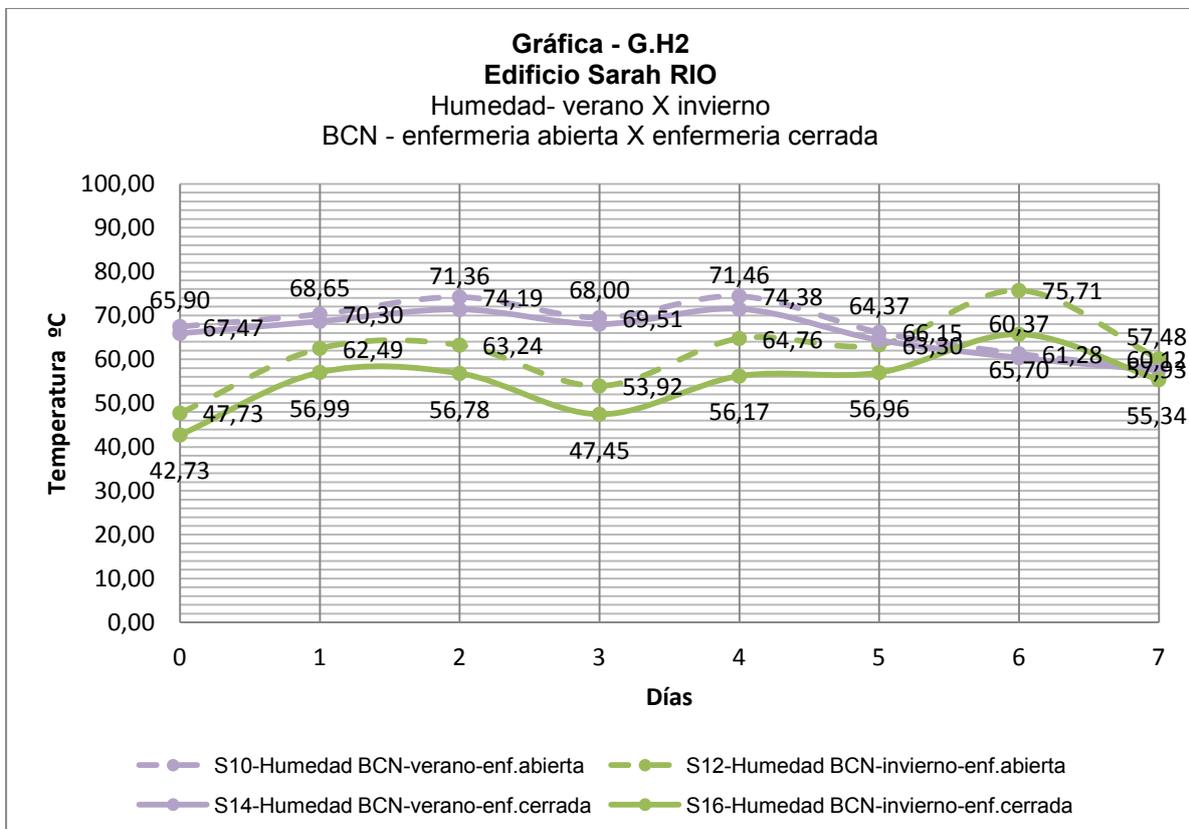
• **Análisis - G9**

(Rio x Bcn - temperatura interior – enfermería abierta - verano x invierno)

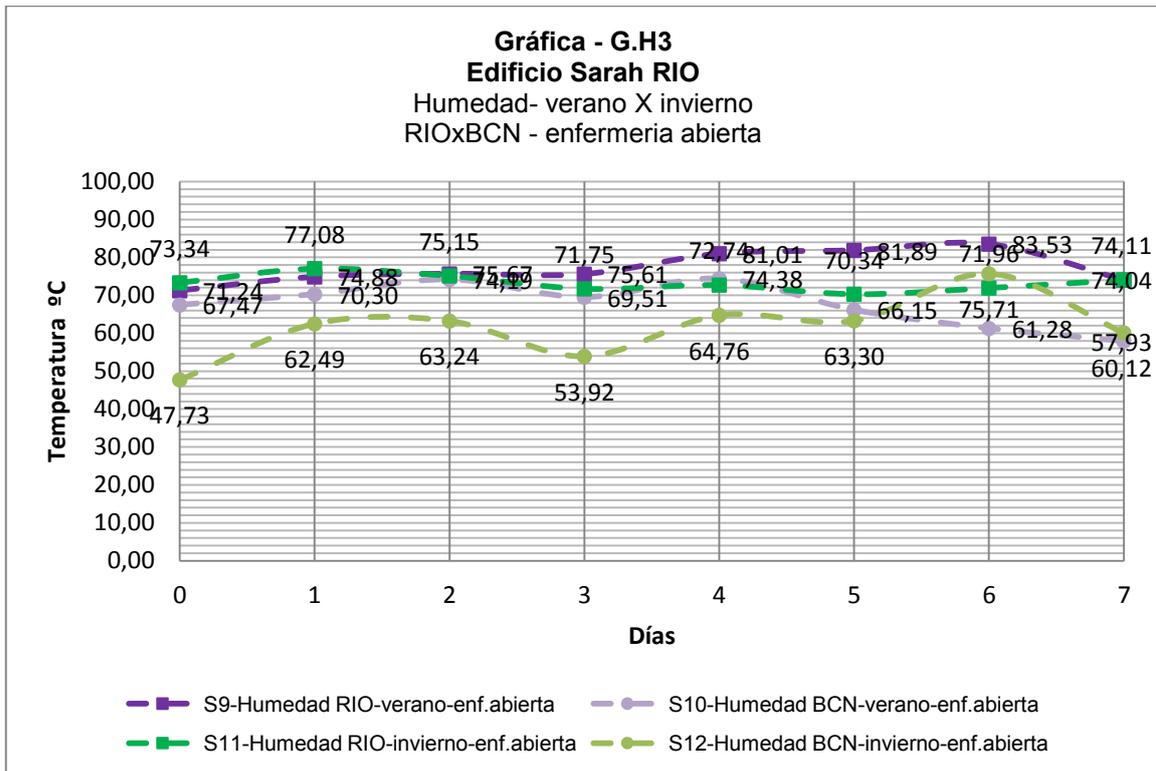
- Los valores máximos y mínimos encontrados para verano e invierno y para enfermería abierta ya fueron presentados en las gráficas anteriores G2, G3, G4, G5, G6 y G7.
- Las diferencias de temperatura interior entre Rio y Bcn en verano varían entre 1,12°C y 5,37°C.
- Las diferencias de temperatura interior entre Rio y Bcn en invierno varían entre 8,78°C y 14,74°C.



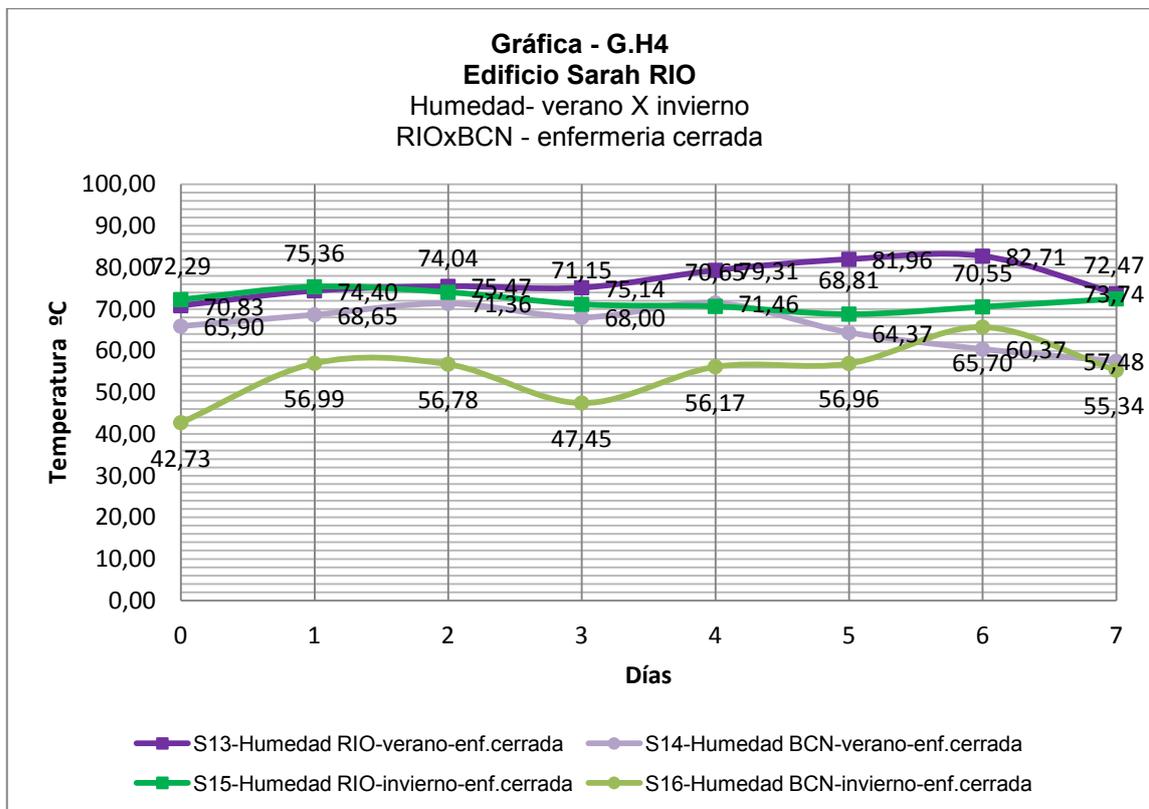
Gráfica A.23 – Modelo Sarah Rio – Simulación térmica



Gráfica A.24 – Modelo Sarah Rio – Simulación térmica



Gráfica A.25 – Modelo Sarah Rio – Simulación térmica



Gráfica A.26 – Modelo Sarah Rio – Simulación térmica

Annexo G

Resultados completos de simulación para funcionamiento de ventilación

Modelo Sarah Salvador

Para averiguar el comportamiento del modelo Sarah Salvador, en su funcionamiento de ventilación, se ha considerado tres situaciones:

Para la primera situación, se ha utilizado el archivo Sarah Salvador 28.1, donde se simula el comportamiento del modelo con aprovechamiento de la ventilación natural, sin el mecanismo de la impulsión desde la galería hacia la planta baja.

Para la segunda situación, se ha utilizado el archivo Sarah Salvador 28.2, donde se simula el comportamiento del modelo con aprovechamiento de la ventilación natural más la impulsión mecanizada de los ventiladores situados en la galería.

Para la tercera situación, se ha utilizado el archivo Sarah Salvador 28.3, donde se simula el comportamiento del modelo con aprovechamiento de la ventilación natural, pero con el edificio girado 180°, de modo que los sheds que originalmente están ubicados a sotavento, se sitúen a barlovento. Esta posición también permite que las aperturas de la galería estén orientadas a suroeste y así puedan captar los vientos que eventualmente soplan desde esta dirección

Se estableció una simulación a través del motor de análisis Energy Plus por medio del interfaz Desing Builder. Estableciendo como fechas de simulación del día 18 de Diciembre al 25 de Diciembre, siendo esta una semana tipo de verano en Salvador.

La simulación se estableció con un intervalo de base horaria a cada 1 hora, durante todo el periodo de la semana. Como el Desing Builder en su CFD solo establece el análisis interior para una hora determinada, los resultados se establecieron para el día 23/12, 25/12 y 19/12 a las 18:00 horas. Esta hora y este día han sido elegidos por representar el momento cuando el Energy Plus ha registrado los más altos valores de movimiento de aire dentro de las chimeneas de la hospitalización.

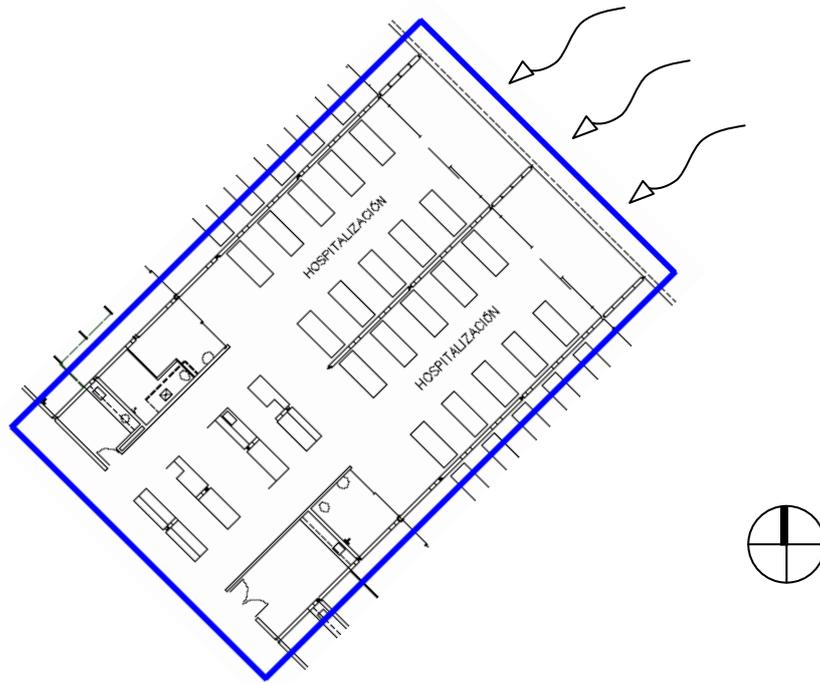


Figura A.52 – Modelo Sarah Salvador - Planta baja de hospitalización - habitación colectiva
(archivo del CTRS adaptado por la autora)

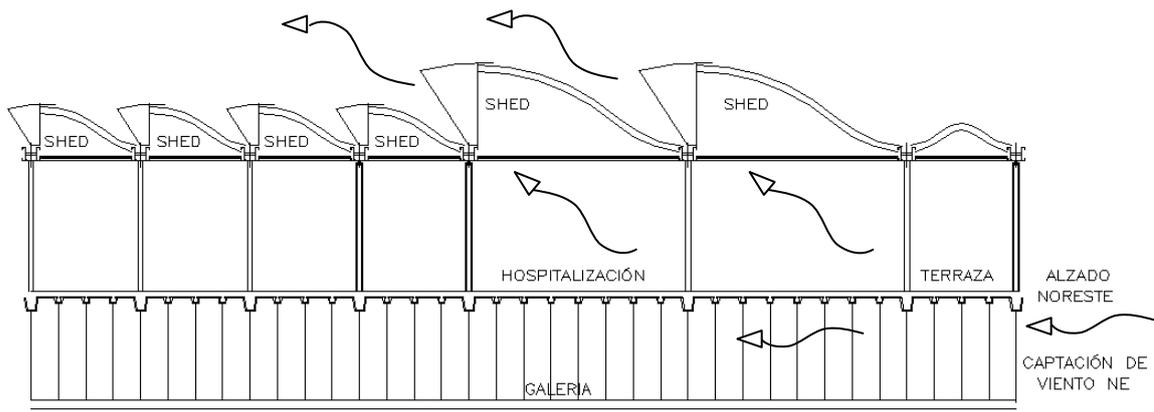


Figura A.53 – Modelo Sarah Salvador - Sección transversal ampliada – zona de hospitalización
(archivo del CTRS adaptado por la autora)

Tabla A.1– Modelo Sarah Salvador - Guía de Archivos (.DBS)

Nombre Archivo	Fechas de Simulación EP	Día CFD	Hora CFD	Velocidad del Viento m/s	Dirección del Viento °	Temper. Interior* °C	Temper. Exterior °C	Descripción del Modelo
Sarah-ssa 28-1	18 - 25 DIC	23	18	2,8	50	27,03	27,35	Ventilación Natural
Sarah-ssa 28-2	18 - 25 DIC	25	18	2,8	50	27,13	27,35	Ventilación Natural / Ventilac.Mecanizada
Sarah-ssa 28- 3	18 - 25 DIC	19	18	2,325	140	27,49	27,62	Ventilación Natural Giro de 180°

*La temperatura interior es la correspondiente a la zona de la hospitalización (enfermería)

El modelo es el mismo para los tres archivos (Sarah Salvador 28-1, 28-2 y 28-3), modificando al mínimo su descripción, funcionamiento y orientación. En la figura que sigue, están situadas las aberturas que tienen influencia en el cálculo del CFD. Todas las ventanas han sido sustituidas por huecos para garantizar el paso de viento en el modelo. Lo mismo ha ocurrido con la rejilla existente en la galería subterránea, que aquí lo vemos como hueco.

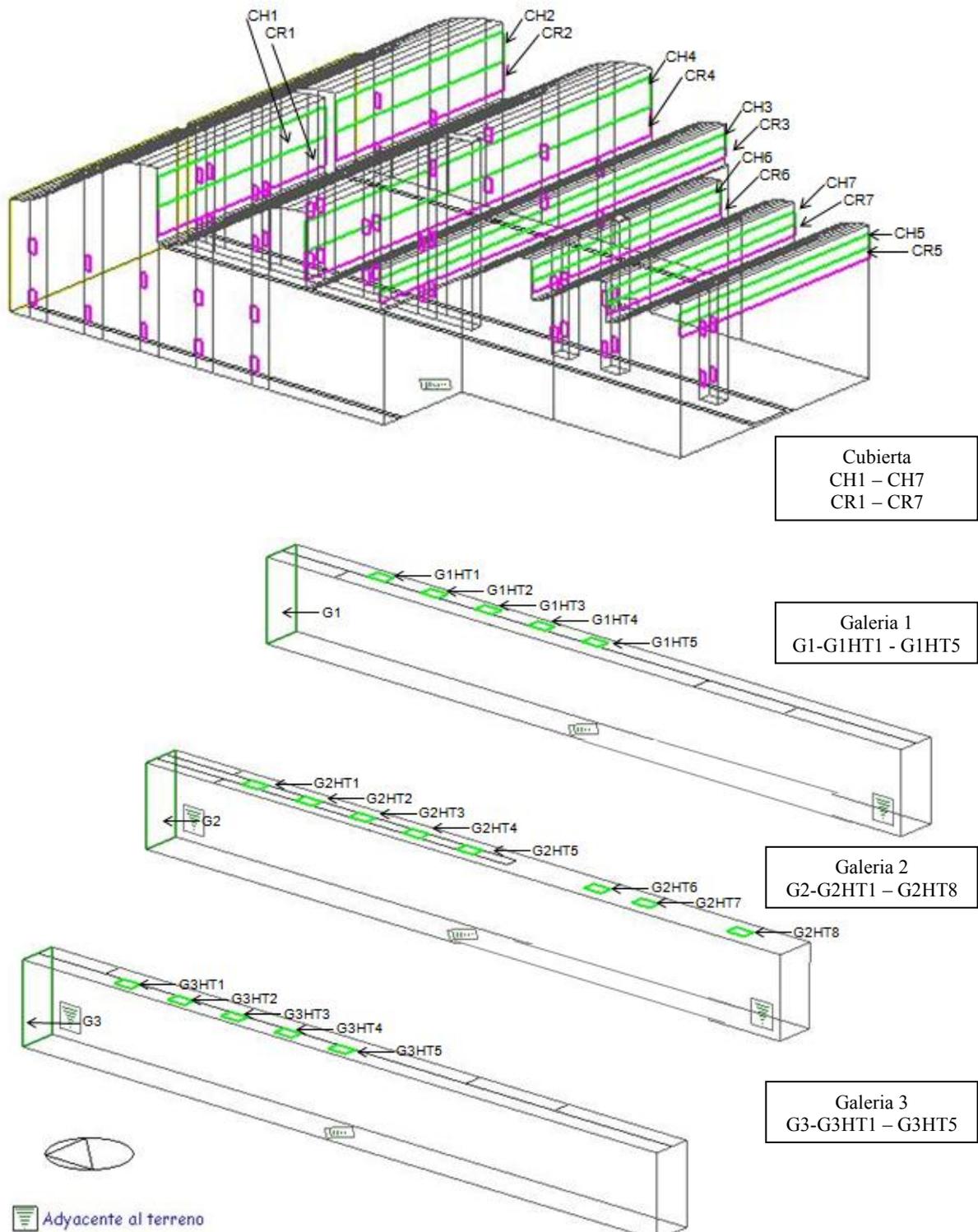


Figura A.54 – Modelo Sarah Salvador - Aperturas consideradas por el CFD (Design Builder)

El modelo es el mismo para los tres archivos, modificando solo su descripción, funcionamiento y orientación. Se ubicaran apenas las aberturas que tienen una influencia en el CDF.

Tabla A.2– Modelo Sarah Salvador 28.1. Guía de Ventanas, Huecos y Rejillas (Ventilación Natural)

Sarah-ssa 28-1							
Nomenclatura	Bloque / Tipo Cerramiento	Area m2	Orientación °	Tipo de abertura	Area m2	Caudal Entrante l/s	Caudal Saliente l/s
G1	Galeria 1/Muro	3,070	45	Hueco	3,070	364,299	157,119
G1HT1	Galeria 1/Techo	27,260	-	Hueco	0,240	41,55	0,940
G1HT2	Galeria 1/Techo	27,260	-	Hueco	0,240	41,15	0,142
G1HT3	Galeria 1/Techo	27,260	-	Hueco	0,240	42,85	0,000
G1HT4	Galeria 1/Techo	27,260	-	Hueco	0,240	40,992	0,148
G1HT5	Galeria 1/Techo	27,260	-	Hueco	0,240	41,073	0,109
G2	Galeria 2/Muro	3,070	45	Hueco	3,070	626,187	146,665
G2HT1	Galeria 2/Techo	27,260	-	Hueco	0,240	61,873	0,039
G2HT2	Galeria 2/Techo	27,260	-	Hueco	0,240	60,375	0,045
G2HT3	Galeria 2/Techo	27,260	-	Hueco	0,240	59,443	0,045
G2HT4	Galeria 2/Techo	27,260	-	Hueco	0,240	58,811	0,045
G2HT5	Galeria 2/Techo	27,260	-	Hueco	0,240	59,297	0,045
G2HT6	Galeria 2/Techo	27,260	-	Hueco	0,240	59,003	0,045
G2HT7	Galeria 2/Techo	27,260	-	Hueco	0,240	60,955	0,045
G2HT8	Galeria 2/Techo	27,260	-	Hueco	0,240	60,083	0,045
G3	Galeria 3/Muro	3,070	45	Hueco	3,070	330,857	123,706
G3HT1	Galeria 3/Techo	27,260	-	Hueco	0,240	40,458	0,318
G3HT2	Galeria 3/Techo	27,260	-	Hueco	0,240	41,594	0,306
G3HT3	Galeria 3/Techo	27,260	-	Hueco	0,240	42,893	0,004
G3HT4	Galeria 3/Techo	27,260	-	Hueco	0,240	41,827	0,305
G3HT5	Galeria 3/Techo	27,260	-	Hueco	0,240	41,609	0,315
CH1	Enfermeria/Muro	13,840	225	Hueco	5,540	0,707	972,111
CR1	Enfermeria/Muro	13,840	225	Rejilla	5,360	38,837	373,053
CH2	Enfermeria/Muro	13,890	225	Hueco	5,570	0,570	978,891
CR2	Enfermeria/Muro	13,890	225	Rejilla	5,370	38,729	374,479
CH3	Enfermeria/Muro	15,412	225	Hueco	5,070	134,207	583,618
CR3	Enfermeria/Muro	15,412	225	Rejilla	4,169	64,980	271,971
CH4	Enfermeria/Muro	28,614	225	Hueco	11,420	1,481	2003,826
CR4	Enfermeria/Muro	28,614	225	Rejilla	10,940	77,486	762,579
CH5	Enfermeria/Muro	32,120	225	Hueco	2,790	76,805	320,234
CR5	Enfermeria/Muro	32,120	225	Rejilla	2,220	34,756	144,619
CH6	Enfermeria/Muro	8,412	225	Hueco	2,883	73,283	333,941
CR6	Enfermeria/Muro	8,412	225	Rejilla	2,258	35,212	147,214
CH7	Enfermeria/Muro	8,412	225	Hueco	2,747	74,456	315,262
CR7	Enfermeria/Muro	8,412	225	Rejilla	2,333	36,674	151,990

Tabla A.3— Modelo Sarah Salvador 28.1. Guía de Ventanas, Huecos y Rejillas (Ventilación Natural)

Tabla de rejillas Sarah-ssa 28-1							
Nomenclatura	Bloque / Tipo Cerramiento	Area m2	Orientación °	Tipo de abertura	Area m2	Caudal Entrante l/s	Caudal Saliente l/s
CHIM14R1	Enfermería/Partición	1,977	-	Rejilla	0,079	0,000	12,761
CHIM14R2	Enfermería/Partición	1,977	-	Rejilla	0,080	0,000	16,981
CHIM14R3	Enfermería/Partición	1,977	-	Rejilla	0,082	0,000	17,412
CHIM14R4	Enfermería/Partición	1,977	-	Rejilla	0,082	0,000	13,177
CHIM16R1	Enfermería/Partición	1,977	-	Rejilla	0,079	0,000	12,847
CHIM16R2	Enfermería/Partición	1,977	-	Rejilla	0,079	0,000	16,432
CHIM16R3	Enfermería/Partición	1,977	-	Rejilla	0,080	0,000	17,152
CHIM16R4	Enfermería/Partición	1,977	-	Rejilla	0,080	0,000	13,107
CHIM1R1	Enfermería/Partición	2,044	-	Rejilla	0,080	0,000	21,462
CHIM1R2	Enfermería/Partición	2,044	-	Rejilla	0,082	0,000	20,061
CHIM17R1	Enfermería/Partición	2,044	-	Rejilla	0,081	0,000	21,688
CHIM17R2	Enfermería/Partición	2,044	-	Rejilla	0,080	0,000	19,277
CHIM9R1	Enfermería/Partición	2,044	-	Rejilla	0,079	0,000	16,740
CHIM9R2	Enfermería/Partición	2,044	-	Rejilla	0,081	0,000	12,378
CHIM9R3	Enfermería/Partición	2,044	-	Rejilla	0,082	0,000	12,575
CHIM9R4	Enfermería/Partición	2,044	-	Rejilla	0,082	0,000	17,265
CHIM12R1	Enfermería/Partición	2,306	-	Rejilla	0,079	0,000	16,726
CHIM12R2	Enfermería/Partición	2,306	-	Rejilla	0,080	0,000	16,981
CHIM12R3	Enfermería/Partición	2,306	-	Rejilla	0,079	0,000	12,408
CHIM12R4	Enfermería/Partición	2,306	-	Rejilla	0,081	0,000	12,653
CHIM20R1	Enfermería/Partición	2,306	-	Rejilla	0,082	0,000	21,854
CHIM20R2	Enfermería/Partición	2,306	-	Rejilla	0,081	0,000	19,607
CHIM4R1	Enfermería/Partición	2,306	-	Rejilla	0,081	0,000	21,652
CHIM4R2	Enfermería/Partición	2,306	-	Rejilla	0,080	0,000	19,637
CHIM15R1	Enfermería/Partición	2,548	-	Rejilla	0,081	0,000	13,280
CHIM15R2	Enfermería/Partición	2,548	-	Rejilla	0,080	0,000	17,178
CHIM15R3	Enfermería/Partición	2,548	-	Rejilla	0,081	0,000	17,386
CHIM15R4	Enfermería/Partición	2,548	-	Rejilla	0,080	0,000	13,067
CHIM10R1	Enfermería/Partición	2,838	-	Rejilla	0,081	0,000	12,630
CHIM10R2	Enfermería/Partición	2,838	-	Rejilla	0,081	0,000	12,662
CHIM10R3	Enfermería/Partición	2,838	-	Rejilla	0,080	0,000	17,046
CHIM10R4	Enfermería/Partición	2,838	-	Rejilla	0,081	0,000	17,063
CHIM18R1	Enfermería/Partición	2,838	-	Rejilla	0,081	0,000	19,493
CHIM18R2	Enfermería/Partición	2,838	-	Rejilla	0,081	0,000	21,525
CHIM2R1	Enfermería/Partición	2,838	-	Rejilla	0,081	0,000	19,636
CHIM2R2	Enfermería/Partición	2,838	-	Rejilla	0,081	0,000	21,660
CHIM5R1	Enfermería/Partición	2,993	-	Rejilla	0,078	0,000	20,893
CHIM5R2	Enfermería/Partición	2,993	-	Rejilla	0,079	0,000	19,249
CHIM13R1	Enfermería/Partición	2,994	-	Rejilla	0,079	0,000	12,475
CHIM13R2	Enfermería/Partición	2,994	-	Rejilla	0,080	0,000	16,993
CHIM13R3	Enfermería/Partición	2,994	-	Rejilla	0,081	0,000	17,128
CHIM13R4	Enfermería/Partición	2,994	-	Rejilla	0,080	0,000	12,658
CHIM21R1	Enfermería/Partición	2,994	-	Rejilla	0,080	0,000	21,488
CHIM21R2	Enfermería/Partición	2,994	-	Rejilla	0,081	0,000	19,358
CHIM11R1	Enfermería/Partición	3,117	-	Rejilla	0,078	0,000	16,871
CHIM11R2	Enfermería/Partición	3,117	-	Rejilla	0,081	0,000	17,546
CHIM11R3	Enfermería/Partición	3,117	-	Rejilla	0,081	0,000	13,969
CHIM11R4	Enfermería/Partición	3,117	-	Rejilla	0,078	0,000	13,450

CHIM19R1	Enfermería/Partición	3,117	-	Rejilla	0,081	0,000	20,740
CHIM19R2	Enfermería/Partición	3,117	-	Rejilla	0,080	0,000	22,140
CHIM3R1	Enfermería/Partición	3,119	-	Rejilla	0,079	0,000	21,999
CHIM3R2	Enfermería/Partición	3,119	-	Rejilla	0,079	0,000	20,892

Tabla A.4– Modelo Sarah Salvador 28.2. Guía de Ventanas, Huecos y Rejillas –
(Ventilación Natural / Ventilación Mecanizada)

Sarah-ssa 28-2							
Nomenclatura	Bloque / Tipo Cerramiento	Area m2	Orientación °	Tipo de abertura	Area m2	Caudal Entrante l/s	Caudal Saliente l/s
G1	Galeria 1/Muro	3,070	45	Hueco	3,070	364,299	157,119
G1D1	Galeria 1/Difusor	1,350	-	Impulsión	1,350	10000,000	0,000
G1HT1	Galeria 1/Techo	27,260	-	Hueco	0,240	41,55	0,940
G1HT2	Galeria 1/Techo	27,260	-	Hueco	0,240	41,15	0,142
G1HT3	Galeria 1/Techo	27,260	-	Hueco	0,240	42,85	0,000
G1HT4	Galeria 1/Techo	27,260	-	Hueco	0,240	40,992	0,148
G1HT5	Galeria 1/Techo	27,260	-	Hueco	0,240	41,073	0,109
G2	Galeria 2/Muro	3,070	45	Hueco	3,070	626,187	146,665
G2D1	Galeria 1/Difusor	1,350	-	Impulsión	1,350	10000,000	0,000
G2HT1	Galeria 2/Techo	27,260	-	Hueco	0,240	61,873	0,039
G2HT2	Galeria 2/Techo	27,260	-	Hueco	0,240	60,375	0,045
G2HT3	Galeria 2/Techo	27,260	-	Hueco	0,240	59,443	0,045
G2HT4	Galeria 2/Techo	27,260	-	Hueco	0,240	58,811	0,045
G2HT5	Galeria 2/Techo	27,260	-	Hueco	0,240	59,297	0,045
G2HT6	Galeria 2/Techo	27,260	-	Hueco	0,240	59,003	0,045
G2HT7	Galeria 2/Techo	27,260	-	Hueco	0,240	60,955	0,045
G2HT8	Galeria 2/Techo	27,260	-	Hueco	0,240	60,083	0,045
G3	Galeria 3/Muro	3,070	45	Hueco	3,070	330,857	123,706
G3D1	Galeria 1/Difusor	1,350	-	Impulsión	1,350	10000,000	0,000
G3HT1	Galeria 3/Techo	27,260	-	Hueco	0,240	40,458	0,318
G3HT2	Galeria 3/Techo	27,260	-	Hueco	0,240	41,594	0,306
G3HT3	Galeria 3/Techo	27,260	-	Hueco	0,240	42,893	0,004
G3HT4	Galeria 3/Techo	27,260	-	Hueco	0,240	41,827	0,305
G3HT5	Galeria 3/Techo	27,260	-	Hueco	0,240	41,609	0,315
CH1	Enfermería/Muro	13,840	225	Hueco	5,540	0,707	5972,111
CR1	Enfermería/Muro	13,840	225	Rejilla	5,360	38,837	373,053
CH2	Enfermería/Muro	13,890	225	Hueco	5,570	0,570	5978,891
CR2	Enfermería/Muro	13,890	225	Rejilla	5,370	38,729	374,479
CH3	Enfermería/Muro	15,412	225	Hueco	5,070	134,207	5583,618
CR3	Enfermería/Muro	15,412	225	Rejilla	4,169	64,980	271,971
CH4	Enfermería/Muro	28,614	225	Hueco	11,420	1,481	7003,826
CR4	Enfermería/Muro	28,614	225	Rejilla	10,940	77,486	762,579
CH5	Enfermería/Muro	32,120	225	Hueco	2,790	76,805	5320,234
CR5	Enfermería/Muro	32,120	225	Rejilla	2,220	34,756	144,619
CH6	Enfermería/Muro	8,412	225	Hueco	2,883	73,283	3333,941
CR6	Enfermería/Muro	8,412	225	Rejilla	2,258	35,212	147,214
CH7	Enfermería/Muro	8,412	225	Hueco	2,747	74,456	2315,262
CR7	Enfermería/Muro	8,412	225	Rejilla	2,333	36,674	151,990

Tabla A.5– Modelo Sarah Salvador 28.2. Guía de Ventanas, Huecos y Rejillas –
(Ventilación Natural / Ventilación Mecanizada)

Tabla de rejillas Sarah-ssa 28-2							
Nomenclatura	Bloque / Tipo Cerramiento	Area m2	Orientación °	Tipo de abertura	Area m2	Caudal Entrante l/s	Caudal Saliente l/s
CHIM14R1	Enfermería/Partición	1,977	-	Rejilla	0,079	0,000	12,761
CHIM14R2	Enfermería/Partición	1,977	-	Rejilla	0,080	0,000	16,981
CHIM14R3	Enfermería/Partición	1,977	-	Rejilla	0,082	0,000	17,412
CHIM14R4	Enfermería/Partición	1,977	-	Rejilla	0,082	0,000	13,177
CHIM16R1	Enfermería/Partición	1,977	-	Rejilla	0,079	0,000	12,847
CHIM16R2	Enfermería/Partición	1,977	-	Rejilla	0,079	0,000	16,432
CHIM16R3	Enfermería/Partición	1,977	-	Rejilla	0,080	0,000	17,152
CHIM16R4	Enfermería/Partición	1,977	-	Rejilla	0,080	0,000	13,107
CHIM1R1	Enfermería/Partición	2,044	-	Rejilla	0,080	0,000	21,462
CHIM1R2	Enfermería/Partición	2,044	-	Rejilla	0,082	0,000	20,061
CHIM17R1	Enfermería/Partición	2,044	-	Rejilla	0,081	0,000	21,688
CHIM17R2	Enfermería/Partición	2,044	-	Rejilla	0,080	0,000	19,277
CHIM9R1	Enfermería/Partición	2,044	-	Rejilla	0,079	0,000	16,740
CHIM9R2	Enfermería/Partición	2,044	-	Rejilla	0,081	0,000	12,378
CHIM9R3	Enfermería/Partición	2,044	-	Rejilla	0,082	0,000	12,575
CHIM9R4	Enfermería/Partición	2,044	-	Rejilla	0,082	0,000	17,265
CHIM12R1	Enfermería/Partición	2,306	-	Rejilla	0,079	0,000	16,726
CHIM12R2	Enfermería/Partición	2,306	-	Rejilla	0,080	0,000	16,981
CHIM12R3	Enfermería/Partición	2,306	-	Rejilla	0,079	0,000	12,408
CHIM12R4	Enfermería/Partición	2,306	-	Rejilla	0,081	0,000	12,653
CHIM20R1	Enfermería/Partición	2,306	-	Rejilla	0,082	0,000	21,854
CHIM20R2	Enfermería/Partición	2,306	-	Rejilla	0,081	0,000	19,607
CHIM4R1	Enfermería/Partición	2,306	-	Rejilla	0,081	0,000	21,652
CHIM4R2	Enfermería/Partición	2,306	-	Rejilla	0,080	0,000	19,637
CHIM15R1	Enfermería/Partición	2,548	-	Rejilla	0,081	0,000	13,280
CHIM15R2	Enfermería/Partición	2,548	-	Rejilla	0,080	0,000	17,178
CHIM15R3	Enfermería/Partición	2,548	-	Rejilla	0,081	0,000	17,386
CHIM15R4	Enfermería/Partición	2,548	-	Rejilla	0,080	0,000	13,067
CHIM10R1	Enfermería/Partición	2,838	-	Rejilla	0,081	0,000	12,630
CHIM10R2	Enfermería/Partición	2,838	-	Rejilla	0,081	0,000	12,662
CHIM10R3	Enfermería/Partición	2,838	-	Rejilla	0,080	0,000	17,046
CHIM10R4	Enfermería/Partición	2,838	-	Rejilla	0,081	0,000	17,063
CHIM18R1	Enfermería/Partición	2,838	-	Rejilla	0,081	0,000	19,493
CHIM18R2	Enfermería/Partición	2,838	-	Rejilla	0,081	0,000	21,525
CHIM2R1	Enfermería/Partición	2,838	-	Rejilla	0,081	0,000	19,636
CHIM2R2	Enfermería/Partición	2,838	-	Rejilla	0,081	0,000	21,660
CHIM5R1	Enfermería/Partición	2,993	-	Rejilla	0,078	0,000	20,893
CHIM5R2	Enfermería/Partición	2,993	-	Rejilla	0,079	0,000	19,249
CHIM13R1	Enfermería/Partición	2,994	-	Rejilla	0,079	0,000	12,475
CHIM13R2	Enfermería/Partición	2,994	-	Rejilla	0,080	0,000	16,993
CHIM13R3	Enfermería/Partición	2,994	-	Rejilla	0,081	0,000	17,128
CHIM13R4	Enfermería/Partición	2,994	-	Rejilla	0,080	0,000	12,658
CHIM21R1	Enfermería/Partición	2,994	-	Rejilla	0,080	0,000	21,488
CHIM21R2	Enfermería/Partición	2,994	-	Rejilla	0,081	0,000	19,358
CHIM11R1	Enfermería/Partición	3,117	-	Rejilla	0,078	0,000	16,871

CHIM11R2	Enfermeria/Partición	3,117	-	Rejilla	0,081	0,000	17,546
CHIM11R3	Enfermeria/Partición	3,117	-	Rejilla	0,081	0,000	13,969
CHIM11R4	Enfermeria/Partición	3,117	-	Rejilla	0,078	0,000	13,450
CHIM19R1	Enfermeria/Partición	3,117	-	Rejilla	0,081	0,000	20,740
CHIM19R2	Enfermeria/Partición	3,117	-	Rejilla	0,080	0,000	22,140
CHIM3R1	Enfermeria/Partición	3,119	-	Rejilla	0,079	0,000	21,999
CHIM3R2	Enfermeria/Partición	3,119	-	Rejilla	0,079	0,000	20,892

Tabla A.6– Modelo Sarah Salvador 28.3. Guía de Ventanas, Huecos y Rejillas (Ventilación Natural / Giro 180°)

Sarah-ssa 28-3							
Nomenclatura	Bloque / Tipo Cerramiento	Area m2	Orientación °	Tipo de abertura	Area m2	Caudal Entrante l/s	Caudal Saliente l/s
G1	Galeria 1/Muro	3,070	45	Hueco	3,070	280,602	178,928
G1HT1	Galeria 1/Techo	27,260	-	Hueco	0,240	20,121	0,231
G1HT2	Galeria 1/Techo	27,260	-	Hueco	0,240	22,644	0,000
G1HT3	Galeria 1/Techo	27,260	-	Hueco	0,240	19,960	0,226
G1HT4	Galeria 1/Techo	27,260	-	Hueco	0,240	20,099	0,213
G1HT5	Galeria 1/Techo	27,260	-	Hueco	0,240	19,749	0,235
G2	Galeria 2/Muro	3,070	45	Hueco	3,070	439,363	270,635
G2HT1	Galeria 2/Techo	27,260	-	Hueco	0,240	23,452	0,000
G2HT2	Galeria 2/Techo	27,260	-	Hueco	0,240	23,099	0,047
G2HT3	Galeria 2/Techo	27,260	-	Hueco	0,240	19,662	0,000
G2HT4	Galeria 2/Techo	27,260	-	Hueco	0,240	18,367	0,003
G2HT5	Galeria 2/Techo	27,260	-	Hueco	0,240	19,672	0,000
G2HT6	Galeria 2/Techo	27,260	-	Hueco	0,240	18,250	0,000
G2HT7	Galeria 2/Techo	27,260	-	Hueco	0,240	23,387	0,032
G2HT8	Galeria 2/Techo	27,260	-	Hueco	0,240	22,956	0,049
G3	Galeria 3/Muro	3,070	45	Hueco	3,070	309,653	210,278
G3HT1	Galeria 3/Techo	27,260	-	Hueco	0,240	18,899	0,027
G3HT2	Galeria 3/Techo	27,260	-	Hueco	0,240	19,414	0,040
G3HT3	Galeria 3/Techo	27,260	-	Hueco	0,240	21,948	0,000
G3HT4	Galeria 3/Techo	27,260	-	Hueco	0,240	19,626	0,000
G3HT5	Galeria 3/Techo	27,260	-	Hueco	0,240	19,554	0,006
CH1	Enfermeria/Muro	13,840	225	Hueco	5,540	0,000	796,352
CR1	Enfermeria/Muro	13,840	225	Rejilla	5,360	0,000	180,791
CH2	Enfermeria/Muro	13,890	225	Hueco	5,570	0,000	802,221
CR2	Enfermeria/Muro	13,890	225	Rejilla	5,370	0,000	182,810
CH3	Enfermeria/Muro	15,412	225	Hueco	5,070	8,615	295,749
CR3	Enfermeria/Muro	15,412	225	Rejilla	4,169	88,643	0,000
CH4	Enfermeria/Muro	28,614	225	Hueco	11,420	0,000	1641,465
CR4	Enfermeria/Muro	28,614	225	Rejilla	10,940	0,000	371,856
CH5	Enfermeria/Muro	32,120	225	Hueco	2,790	6,374	159,887
CR5	Enfermeria/Muro	32,120	225	Rejilla	2,220	48,275	0,000
CH6	Enfermeria/Muro	8,412	225	Hueco	2,883	3,779	171,448
CR6	Enfermeria/Muro	8,412	225	Rejilla	2,258	48,207	0,000
CH7	Enfermeria/Muro	8,412	225	Hueco	2,747	5,493	158,429
CR7	Enfermeria/Muro	8,412	225	Rejilla	2,333	51,147	0,000

Tabla A.7– Modelo Sarah Salvador 28.3. Guía de Ventanas, Huecos y Rejillas (Ventilación Natural / Giro 180°)

Tabla de rejillas Sarah-ssa 28-3							
Nomenclatura	Bloque / Tipo Cerramiento	Area m2	Orientación °	Tipo de abertura	Area m2	Caudal Entrante l/s	Caudal Saliente l/s
CHIM14R1	Enfermería/Partición	1,977	-	Rejilla	0,079	3,485	3,905
CHIM14R2	Enfermería/Partición	1,977	-	Rejilla	0,080	0,000	10,966
CHIM14R3	Enfermería/Partición	1,977	-	Rejilla	0,082	0,000	11,257
CHIM14R4	Enfermería/Partición	1,977	-	Rejilla	0,082	3,621	4,030
CHIM16R1	Enfermería/Partición	1,977	-	Rejilla	0,079	3,500	3,942
CHIM16R2	Enfermería/Partición	1,977	-	Rejilla	0,079	0,000	10,936
CHIM16R3	Enfermería/Partición	1,977	-	Rejilla	0,080	0,000	11,070
CHIM16R4	Enfermería/Partición	1,977	-	Rejilla	0,080	3,563	4,023
CHIM1R1	Enfermería/Partición	2,044	-	Rejilla	0,080	0,000	10,088
CHIM1R2	Enfermería/Partición	2,044	-	Rejilla	0,082	0,000	7,537
CHIM17R1	Enfermería/Partición	2,044	-	Rejilla	0,081	0,000	12,086
CHIM17R2	Enfermería/Partición	2,044	-	Rejilla	0,080	0,000	7,800
CHIM9R1	Enfermería/Partición	2,044	-	Rejilla	0,079	0,000	10,861
CHIM9R2	Enfermería/Partición	2,044	-	Rejilla	0,081	3,068	1,158
CHIM9R3	Enfermería/Partición	2,044	-	Rejilla	0,082	3,081	1,191
CHIM9R4	Enfermería/Partición	2,044	-	Rejilla	0,082	0,000	11,189
CHIM12R1	Enfermería/Partición	2,306	-	Rejilla	0,079	0,000	10,723
CHIM12R2	Enfermería/Partición	2,306	-	Rejilla	0,080	0,000	10,898
CHIM12R3	Enfermería/Partición	2,306	-	Rejilla	0,079	3,014	1,396
CHIM12R4	Enfermería/Partición	2,306	-	Rejilla	0,081	3,066	1,428
CHIM20R1	Enfermería/Partición	2,306	-	Rejilla	0,082	0,000	12,113
CHIM20R2	Enfermería/Partición	2,306	-	Rejilla	0,081	0,000	7,776
CHIM4R1	Enfermería/Partición	2,306	-	Rejilla	0,081	0,000	12,098
CHIM4R2	Enfermería/Partición	2,306	-	Rejilla	0,080	0,000	7,277
CHIM15R1	Enfermería/Partición	2,548	-	Rejilla	0,081	3,407	3,929
CHIM15R2	Enfermería/Partición	2,548	-	Rejilla	0,080	0,000	11,106
CHIM15R3	Enfermería/Partición	2,548	-	Rejilla	0,081	0,000	11,260
CHIM15R4	Enfermería/Partición	2,548	-	Rejilla	0,080	3,391	3,860
CHIM10R1	Enfermería/Partición	2,838	-	Rejilla	0,081	3,100	1,935
CHIM10R2	Enfermería/Partición	2,838	-	Rejilla	0,081	3,072	1,962
CHIM10R3	Enfermería/Partición	2,838	-	Rejilla	0,080	0,000	10,968
CHIM10R4	Enfermería/Partición	2,838	-	Rejilla	0,081	0,000	10,972
CHIM18R1	Enfermería/Partición	2,838	-	Rejilla	0,081	0,000	7,773
CHIM18R2	Enfermería/Partición	2,838	-	Rejilla	0,081	0,000	11,962
CHIM2R1	Enfermería/Partición	2,838	-	Rejilla	0,081	0,000	7,388
CHIM2R2	Enfermería/Partición	2,838	-	Rejilla	0,081	0,000	12,160
CHIM5R1	Enfermería/Partición	2,993	-	Rejilla	0,078	0,000	11,702
CHIM5R2	Enfermería/Partición	2,993	-	Rejilla	0,079	0,000	7,171
CHIM13R1	Enfermería/Partición	2,994	-	Rejilla	0,079	2,976	1,884
CHIM13R2	Enfermería/Partición	2,994	-	Rejilla	0,080	0,000	10,892
CHIM13R3	Enfermería/Partición	2,994	-	Rejilla	0,081	0,000	11,004
CHIM13R4	Enfermería/Partición	2,994	-	Rejilla	0,080	3,034	1,903
CHIM21R1	Enfermería/Partición	2,994	-	Rejilla	0,080	0,000	11,910
CHIM21R2	Enfermería/Partición	2,994	-	Rejilla	0,081	0,000	7,604
CHIM11R1	Enfermería/Partición	3,117	-	Rejilla	0,078	0,000	10,848
CHIM11R2	Enfermería/Partición	3,117	-	Rejilla	0,081	0,00	11,259
CHIM11R3	Enfermería/Partición	3,117	-	Rejilla	0,081	2,955	3,622
CHIM11R4	Enfermería/Partición	3,117	-	Rejilla	0,078	2,817	3,495

CHIM19R1	Enfermería/Partición	3,117	-	Rejilla	0,081	0,000	9,905
CHIM19R2	Enfermería/Partición	3,117	-	Rejilla	0,080	0,000	12,739
CHIM3R1	Enfermería/Partición	3,119	-	Rejilla	0,079	0,000	12,648
CHIM3R2	Enfermería/Partición	3,119	-	Rejilla	0,079	0,000	9,301

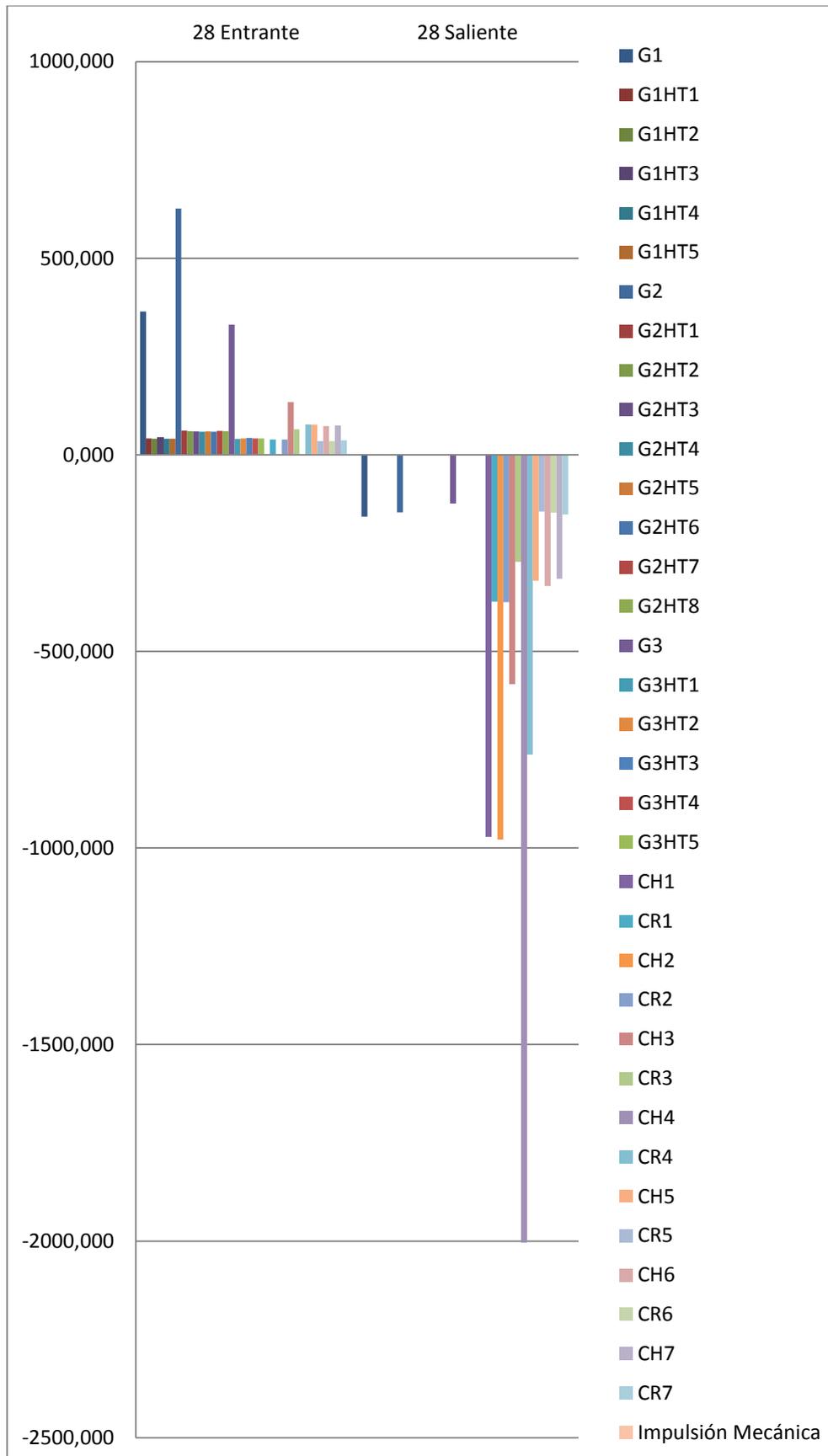
Tabla A.8– Modelo Sarah Salvador. Tabla Guia diferencia de caudales entrantes entre archivos

	28.1		28.2		28.3	
	28 Entrante	28 Saliente	28-2 Entrante	28-2 Saliente	28-3 Entrante	28-3 Saliente
G1	364,299	-157,119	364,299	-157,119	280,602	-178,928
G1HT1	41,55	-0,940	41,55	-0,940	20,121	-0,231
G1HT2	41,15	-0,142	41,15	-0,142	22,644	0,000
G1HT3	42,85	0,000	42,85	0,000	19,960	-0,226
G1HT4	40,992	-0,148	40,992	-0,148	20,099	-0,213
G1HT5	41,073	-0,109	41,073	-0,109	19,749	-0,235
G2	626,187	-146,665	626,187	-146,665	439,363	-270,635
G2HT1	61,873	-0,039	61,873	-0,039	23,452	0,000
G2HT2	60,375	-0,045	60,375	-0,045	23,099	0,047
G2HT3	59,443	-0,045	59,443	-0,045	19,662	0,000
G2HT4	58,811	-0,045	58,811	-0,045	18,367	-0,003
G2HT5	59,297	-0,045	59,297	-0,045	19,672	0,000
G2HT6	59,003	-0,045	59,003	-0,045	18,250	0,000
G2HT7	60,955	-0,045	60,955	-0,045	23,387	-0,032
G2HT8	60,083	-0,045	60,083	-0,045	22,956	-0,049
G3	330,857	-123,706	330,857	-123,706	309,653	-210,278
G3HT1	40,458	-0,318	40,458	-0,318	18,899	-0,027
G3HT2	41,594	-0,306	41,594	-0,306	19,414	-0,040
G3HT3	42,893	-0,004	42,893	-0,004	21,948	0,000
G3HT4	41,827	-0,305	41,827	-0,305	19,626	0,000
G3HT5	41,609	-0,315	41,609	-0,315	19,554	-0,006
CH1	0,707	-972,111	0,707	-5972,111	0,000	-796,352
CR1	38,837	-373,053	38,837	-373,053	0,000	-180,791
CH2	0,570	-978,891	0,570	-5978,891	0,000	-802,221
CR2	38,729	-374,479	38,729	-374,479	0,000	-182,810
CH3	134,207	-583,618	134,207	-5583,618	8,615	-295,749
CR3	64,980	-271,971	64,980	-271,971	88,643	0,000
CH4	1,481	-2003,826	1,481	-7003,826	0,000	-1641,465
CR4	77,486	-762,579	77,486	-762,579	0,000	-371,856
CH5	76,805	-320,234	76,805	-5320,234	6,374	-159,887
CR5	34,756	-144,619	34,756	-144,619	48,275	0,000
CH6	73,283	-333,941	73,283	-3333,941	3,779	-171,448
CR6	35,212	-147,214	35,212	-147,214	48,207	0,000
CH7	74,456	-315,262	74,456	-2315,262	5,493	-158,429
CR7	36,674	-151,990	36,674	-151,990	51,147	0,000
Impulsión Mecánica	0,000	0,000	30000,000	0,000	0,000	0,000

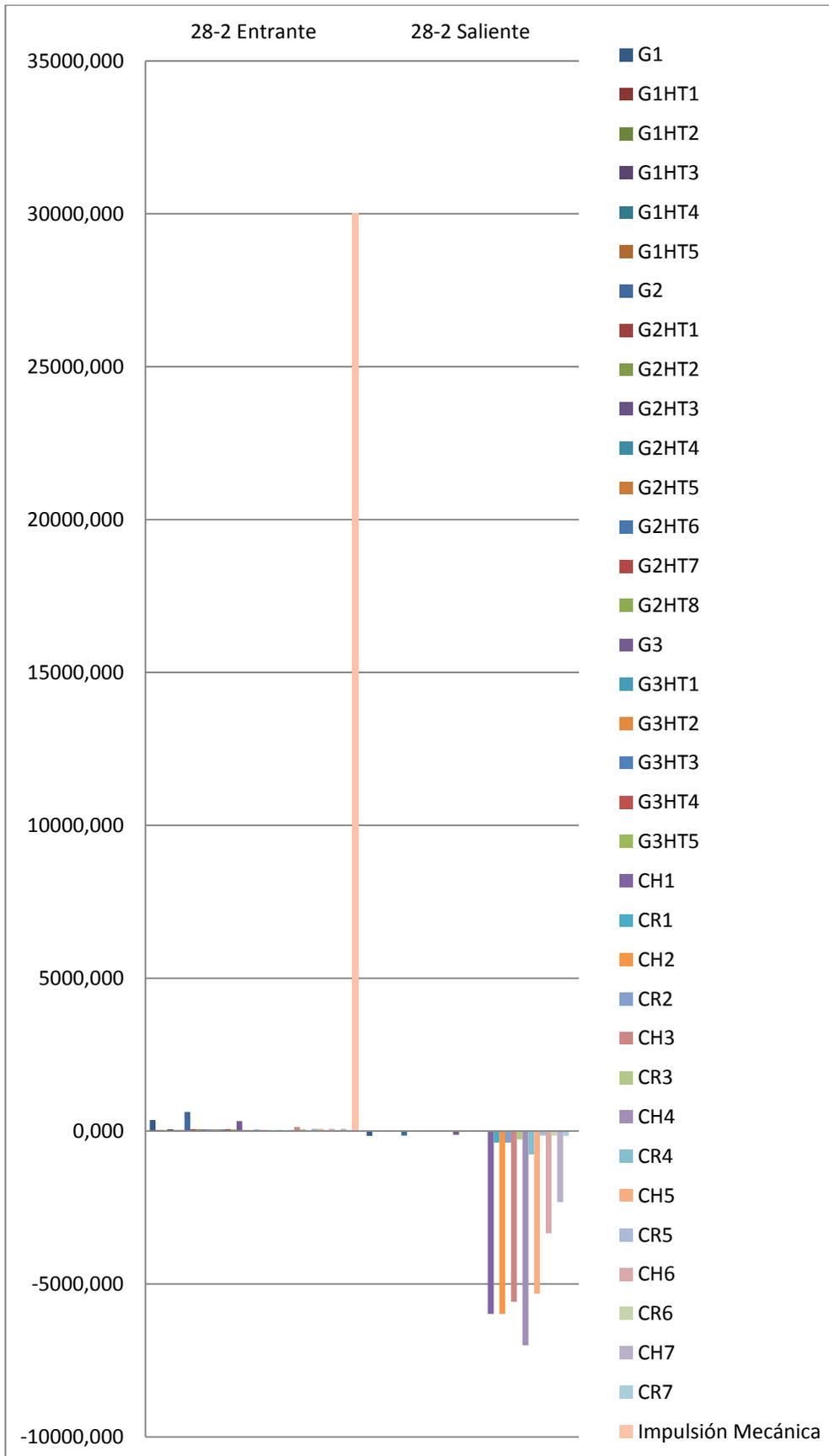
Posibilidades de adaptación de las pautas de diseño de los hospitales de la Red Sarah (Brasil) al Clima Mediterráneo de Cataluña

CHIM14R1	0,000	-12,761	0,000	-12,761	3,485	-3,905
CHIM14R2	0,000	-16,981	0,000	-16,981	0,000	-10,966
CHIM14R3	0,000	-17,412	0,000	-17,412	0,000	-11,257
CHIM14R4	0,000	-13,177	0,000	-13,177	3,621	-4,030
CHIM16R1	0,000	-12,847	0,000	-12,847	3,500	-3,942
CHIM16R2	0,000	-16,432	0,000	-16,432	0,000	-10,936
CHIM16R3	0,000	-17,152	0,000	-17,152	0,000	-11,070
CHIM16R4	0,000	-13,107	0,000	-13,107	3,563	-4,023
CHIM1R1	0,000	-21,462	0,000	-21,462	0,000	-10,088
CHIM1R2	0,000	-20,061	0,000	-20,061	0,000	-7,537
CHIM17R1	0,000	-21,688	0,000	-21,688	0,000	-12,086
CHIM17R2	0,000	-19,277	0,000	-19,277	0,000	-7,800
CHIM9R1	0,000	-16,740	0,000	-16,740	0,000	-10,861
CHIM9R2	0,000	-12,378	0,000	-12,378	3,068	-1,158
CHIM9R3	0,000	-12,575	0,000	-12,575	3,081	-1,191
CHIM9R4	0,000	-17,265	0,000	-17,265	0,000	-11,189
CHIM12R1	0,000	-16,726	0,000	-16,726	0,000	-10,723
CHIM12R2	0,000	-16,981	0,000	-16,981	0,000	-10,898
CHIM12R3	0,000	-12,408	0,000	-12,408	3,014	-1,396
CHIM12R4	0,000	-12,653	0,000	-12,653	3,066	-1,428
CHIM20R1	0,000	-21,854	0,000	-21,854	0,000	-12,113
CHIM20R2	0,000	-19,607	0,000	-19,607	0,000	-7,776
CHIM4R1	0,000	-21,652	0,000	-21,652	0,000	-12,098
CHIM4R2	0,000	-19,637	0,000	-19,637	0,000	-7,277
CHIM15R1	0,000	-13,280	0,000	-13,280	3,407	-3,929
CHIM15R2	0,000	-17,178	0,000	-17,178	0,000	-11,106
CHIM15R3	0,000	-17,386	0,000	-17,386	0,000	-11,260
CHIM15R4	0,000	-13,067	0,000	-13,067	3,391	-3,860
CHIM10R1	0,000	-12,630	0,000	-12,630	3,100	-1,935
CHIM10R2	0,000	-12,662	0,000	-12,662	3,072	-1,962
CHIM10R3	0,000	-17,046	0,000	-17,046	0,000	-10,968
CHIM10R4	0,000	-17,063	0,000	-17,063	0,000	-10,972
CHIM18R1	0,000	-19,493	0,000	-19,493	0,000	-7,773
CHIM18R2	0,000	-21,525	0,000	-21,525	0,000	-11,962
CHIM2R1	0,000	-19,636	0,000	-19,636	0,000	-7,388
CHIM2R2	0,000	-21,660	0,000	-21,660	0,000	-12,160
CHIM5R1	0,000	-20,893	0,000	-20,893	0,000	-11,702
CHIM5R2	0,000	-19,249	0,000	-19,249	0,000	-7,171
CHIM13R1	0,000	-12,475	0,000	-12,475	2,976	-1,884
CHIM13R2	0,000	-16,993	0,000	-16,993	0,000	-10,892
CHIM13R3	0,000	-17,128	0,000	-17,128	0,000	-11,004
CHIM13R4	0,000	-12,658	0,000	-12,658	3,034	-1,903
CHIM21R1	0,000	-21,488	0,000	-21,488	0,000	-11,910
CHIM21R2	0,000	-19,358	0,000	-19,358	0,000	-7,604
CHIM11R1	0,000	-16,871	0,000	-16,871	0,000	-10,848

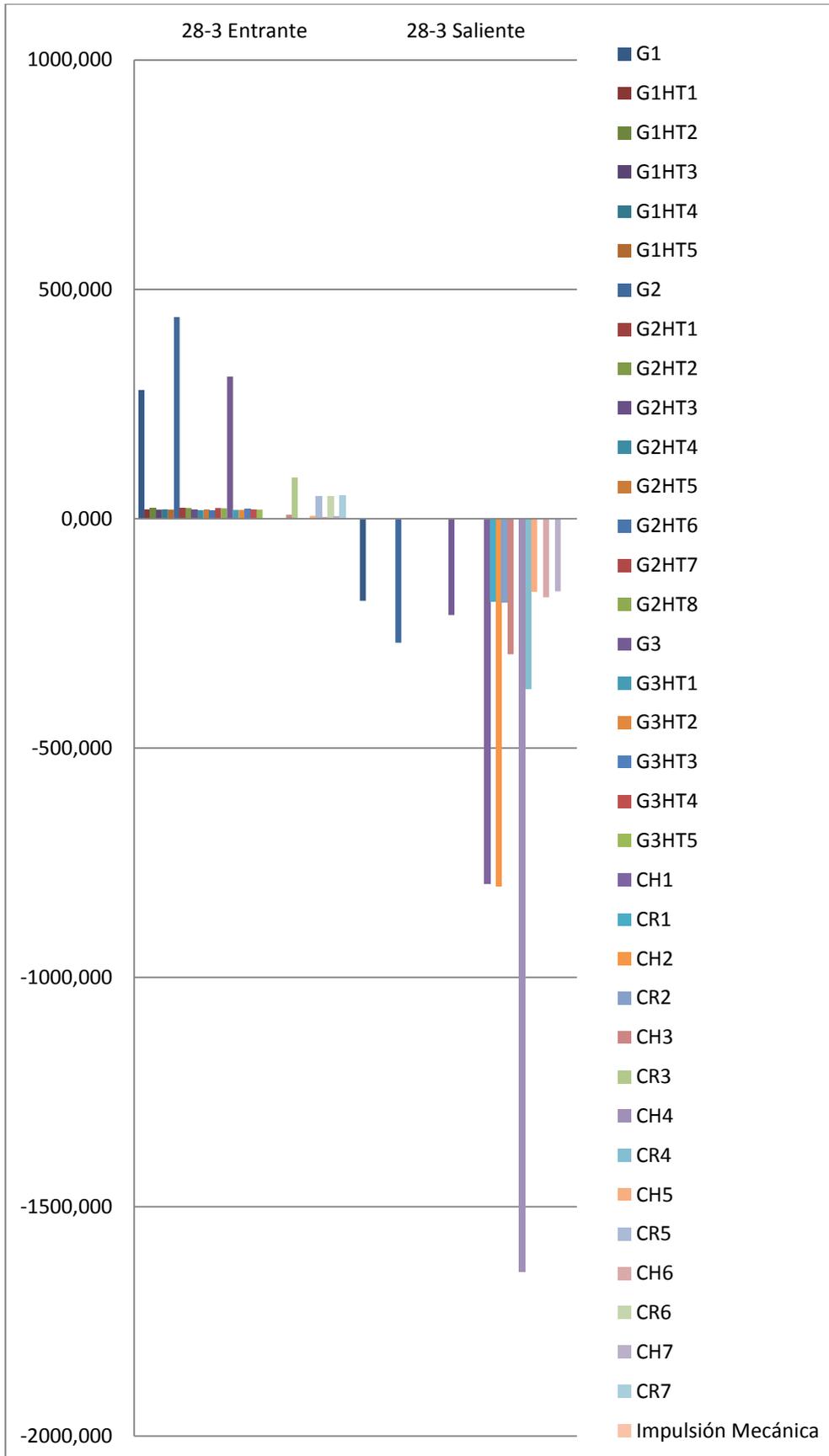
CHIM11R2		0,000	-17,546	0,000	-17,546	0,00	-11,259
CHIM11R3		0,000	-13,969	0,000	-13,969	2,955	-3,622
CHIM11R4		0,000	-13,450	0,000	-13,450	2,817	-3,495
CHIM19R1		0,000	-20,740	0,000	-20,740	0,000	-9,905
CHIM19R2		0,000	-22,140	0,000	-22,140	0,000	-12,739
CHIM3R1		0,000	-21,999	0,000	-21,999	0,000	-12,648
CHIM3R2		0,000	-20,892	0,000	-20,892	0,000	-9,301



Gráfica A.27 – Modelo Sarah Salvador 28-1 - Guía de caudales (l/s) (Ventilación Natural)



Gráfica A.28 – Modelo Sarah Salvador 28-2 - Guía de caudales (l/s)
(Ventilación Natural + Ventilación Mecanizada)



Gráfica A.29 – Modelo Sarah Salvador 28-3 - Guía de caudales (l/s) (Ventilación Natural + Giro 180°)

Sarah Salvador 28-1 - Ventilación Natural (sin impulsión mecánica)

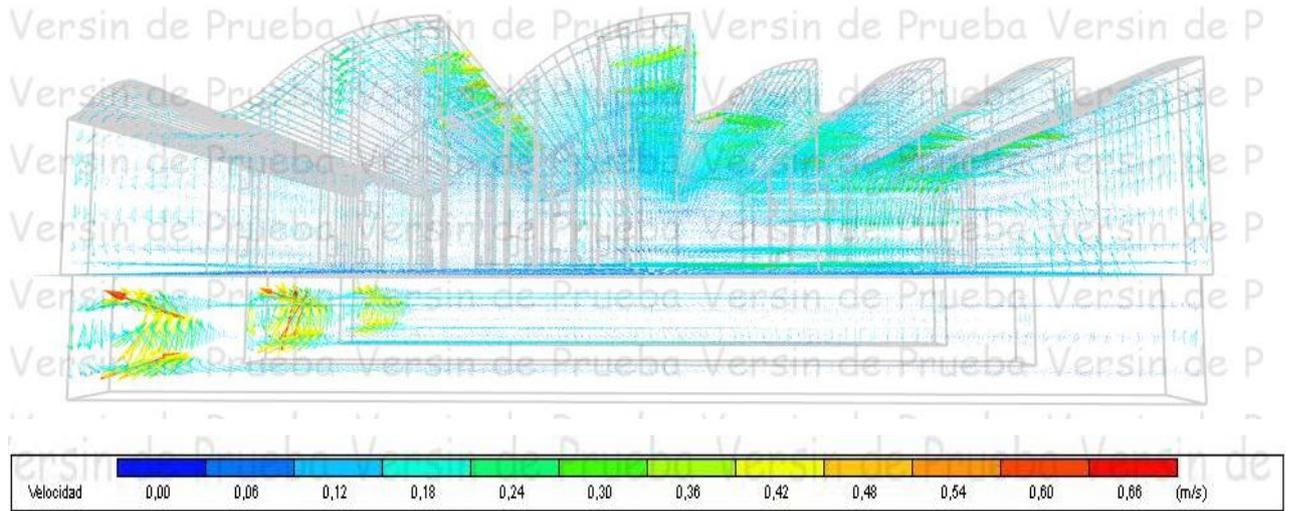
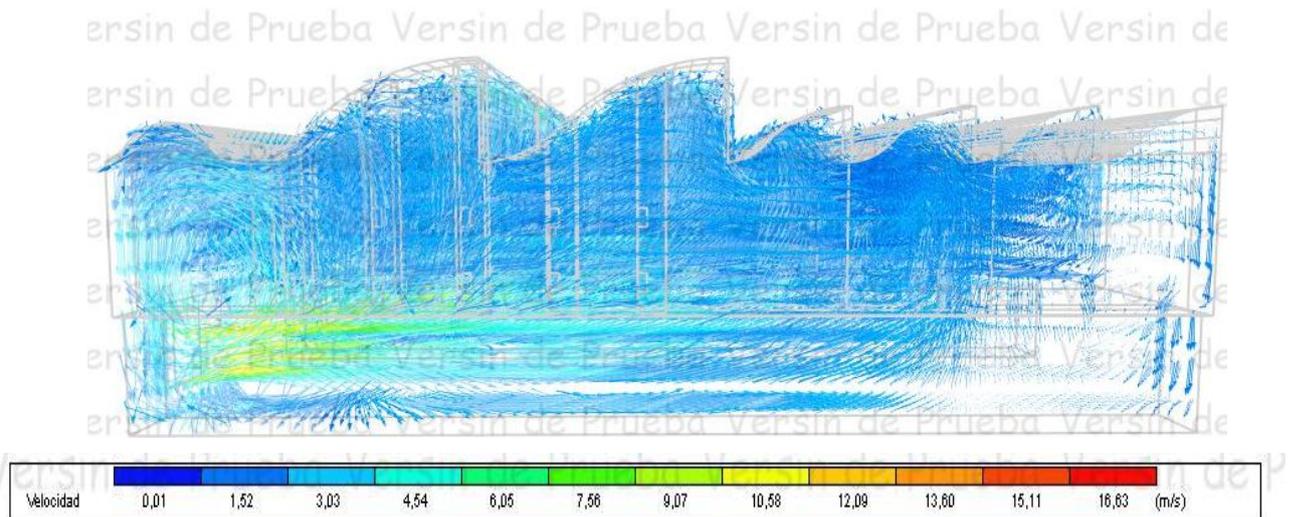
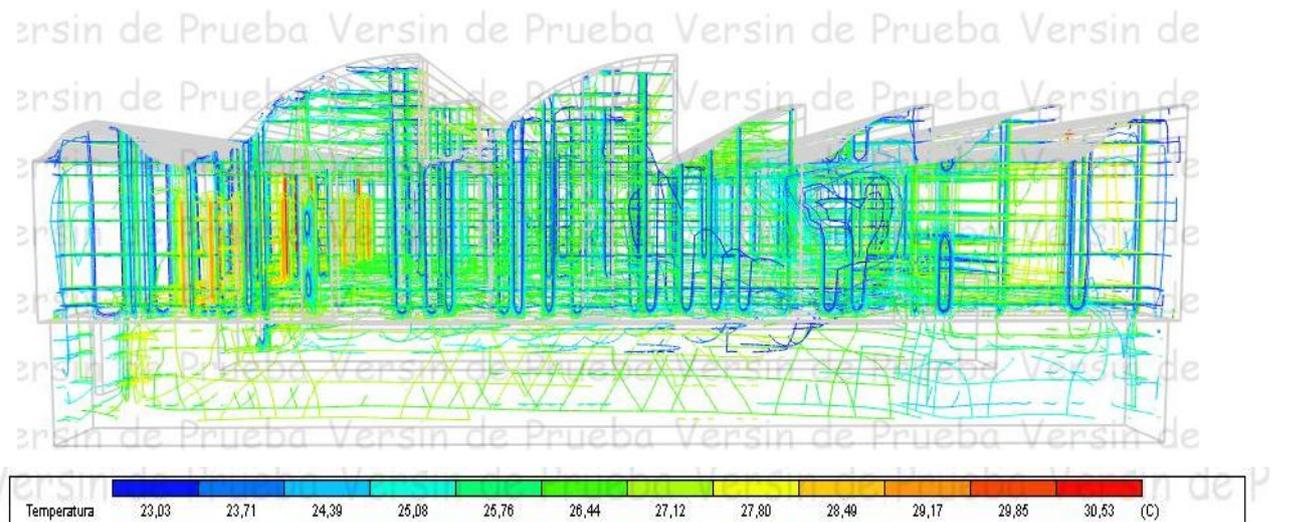


Figura A.55 – Modelo Sarah Salvador 28-1 - Mapa de velocidad – con vector de velocidad (Design Builder)



Figura A.56 – Modelo Sarah Salvador 28-1 - Mapa de temperatura - con contorno3D de temperatura (Design Builder)

Sarah Salvador 28-2 - Ventilación Natural + ventilación mecanizada**Figura A.57** – Modelo Sarah Salvador 28-2 - Mapa de velocidad – con vector de velocidad (Design Builder)**Figura A.58** – Modelo Sarah Salvador 28-2 - Mapa de temperatura
- con contorno3D de temperatura (Design Builder)

Sarah Salvador 28-3 - Ventilación Natural + Giro 180°

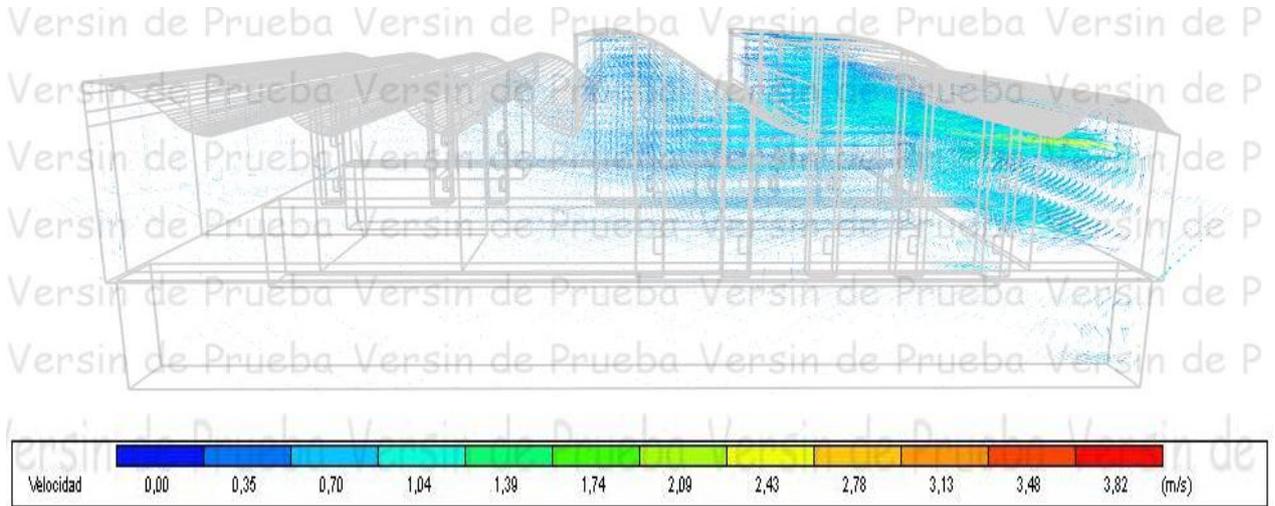


Figura A.59 – Modelo Sarah Salvador 28-3 - Mapa de velocidad – con vector de velocidad (Design Builder)

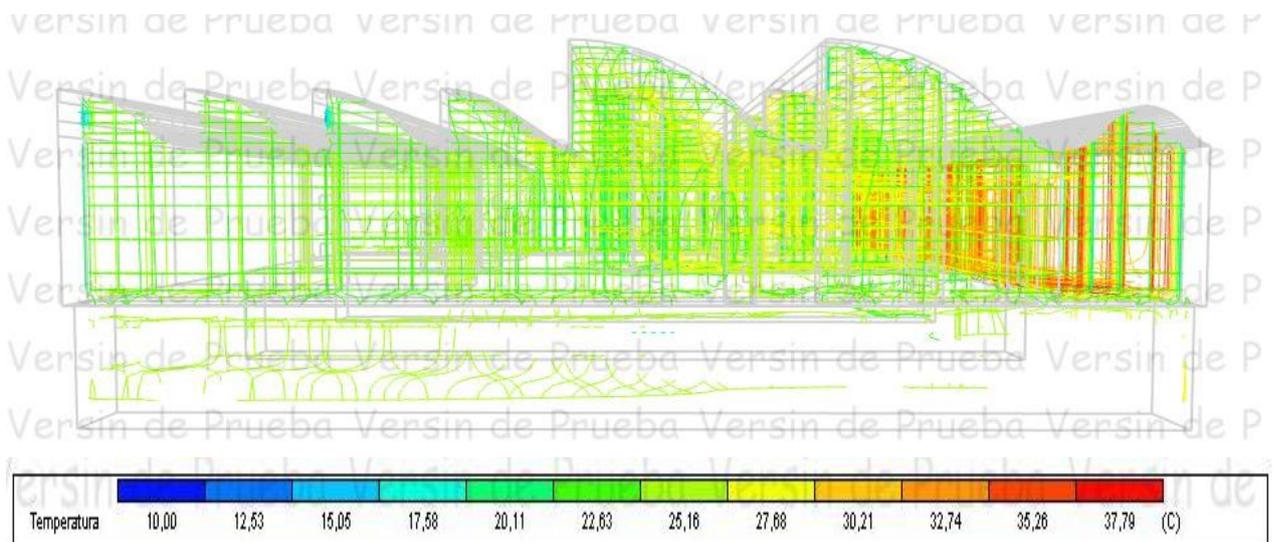


Figura A.60 – Modelo Sarah Salvador 28-3 - Mapa de temperatura - con contorno3D de temperatura (Design Builder)

Modelo Sarah Rio de Janeiro

Para averiguar el comportamiento del modelo Sarah Rio, en su funcionamiento de ventilación, se ha considerado tres situaciones:

Para la primera situación, se ha utilizado el archivo Sarah Rio 20, donde se simula el comportamiento del modelo con aprovechamiento de la ventilación natural, sin el mecanismo de la impulsión desde la galería técnica hacia la planta baja.

Para la segunda situación, se ha utilizado el archivo Sarah Rio 21, donde se simula el comportamiento del modelo con aprovechamiento de la ventilación natural más la impulsión mecanizada desde los aparatos climatizadores situados en la galería técnica hacia la planta baja.

Para la tercera situación, se ha utilizado el archivo Sarah Rio 22, donde se simula el comportamiento del modelo con aprovechamiento de la ventilación natural, pero con el edificio girado 180°, de modo que los sheds que originalmente están ubicados a barlovento, se sitúen a sotavento y viceversa. Esta posición también permite que las aperturas de la galería técnica estén orientadas a este y así puedan captar los vientos dominantes del sureste.

Se estableció una simulación a través del motor de análisis Energy Plus por medio del interfaz Desing Builder. Estableciendo como fechas de simulación del día 18 de Diciembre al 25 de Diciembre, siendo esta una semana tipo de Verano en Rio.

La simulación se estableció con un intervalo de base horaria a cada 1 hora, durante todo el periodo de la semana. Como el Desing Builder en su CFD solo establece el análisis interior para una hora determinada, los resultados se establecieron para el día 21 de diciembre a las 17:00 horas. El día ha sido elegido por ser el solsticio de verano y la hora representa el momento cuando el Energy Plus ha registrado los valores más altos de ventilación natural para este día.

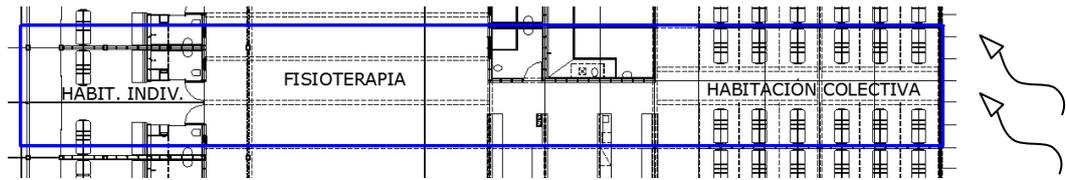


Figura A.61 – Modelo Sarah Rio. Planta baja de hospitalización - (archivo del CTRS adaptado por la autora)

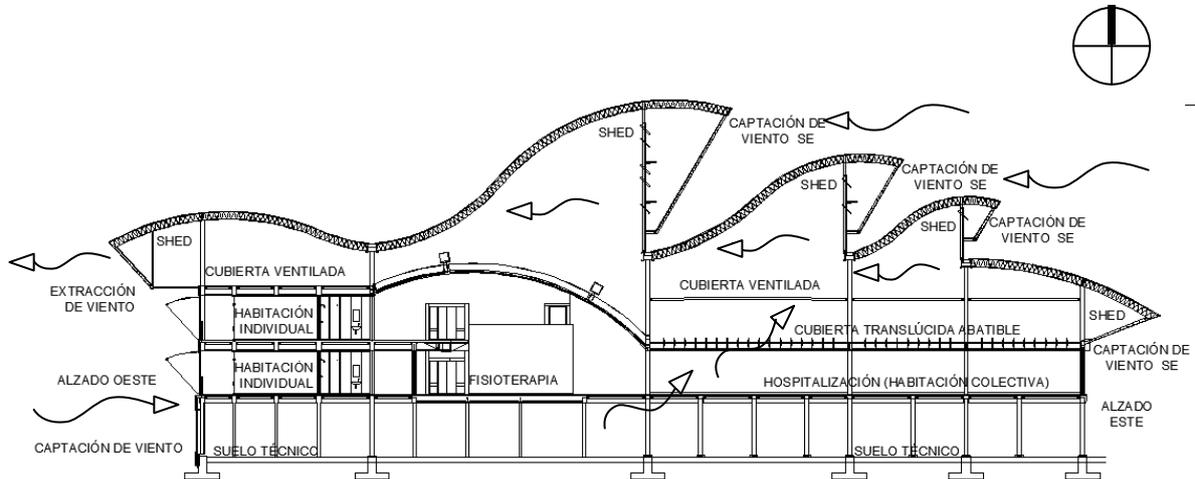


Figura A.62 – Modelo Sarah Rio. Sección transversal ampliada – zona de hospitalización (archivo del CTRS adaptado por la autora)

Tabla A.9– Modelo Sarah Rio. Guía de Archivos .DBS

Nombre Archivo	Fechas de Simulación EP	Día CFD	Hora CFD	Velocidad del Viento m/s	Dirección del Viento °	Temperatura interior* °C	Temperatura Exterior °C	Descripción del Modelo
sarah-rio-20	18 - 25 DIC	21	17	5,1	150	27,11	27	Ventilación Natural
sarah-rio-21	18 - 25 DIC	21	17	5,1	150	27,07	27	Ventilación Natural / Ventil. Mecanizada
sarah-rio-22	18 - 25 DIC	21	17	5,1	150	27,01	27	Ventilación Natural / Giro de 180°

*La temperatura interior es la correspondiente a la zona de la hospitalización (enfermería)

El modelo es el mismo para los tres archivos (Sarah Rio 20, 21 y 22), modificando al mínimo¹ su descripción, funcionamiento y orientación. En la figura que sigue, se han ubicado las aberturas que tienen influencia en el cálculo del CFD. Todas las ventanas han sido sustituidas por huecos para garantizar el paso de viento en el modelo. Lo mismo ha ocurrido con la rejilla existente en el pavimento técnico, que aquí lo vemos como hueco. El pavimento técnico se puede entender como suelo o galería técnica. La enfermería, como habitación colectiva y el apartamento, como habitación individual.

¹ Existen diferencias en algunos de los huecos en los diferentes modelos, que no crean variaciones importantes en los resultados. Diferencias de < 0.008 m² en huecos.

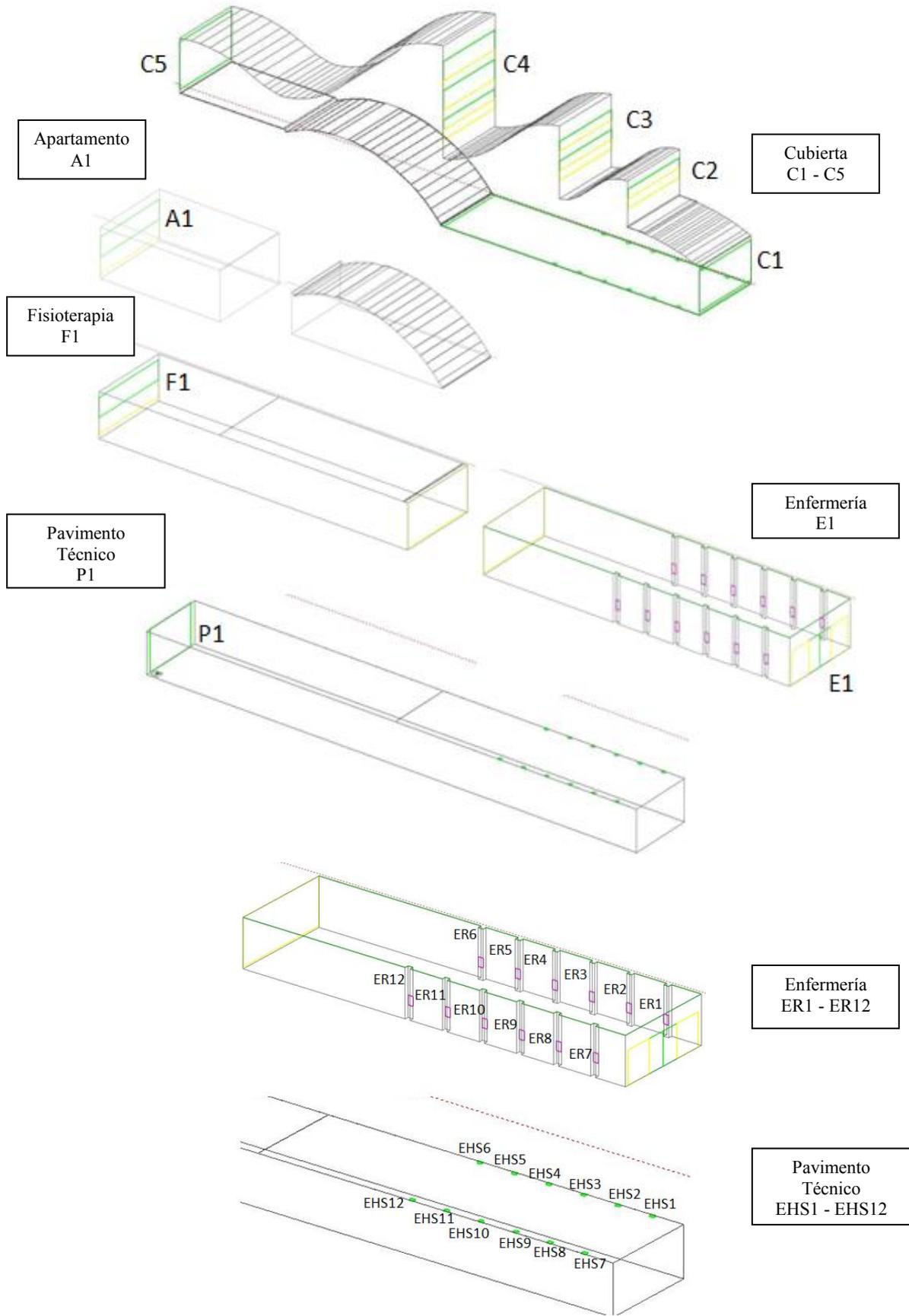


Figura A.63 – Modelo Sarah Rio. Aperturas consideradas por el CFD

Tabla A.10 – Modelo Sarah Rio 20. Guía de Ventanas, Huecos y Rejillas (Ventilación Natural)

Sarah-Rio-20							
Nomenclatura	Bloque / Tipo Cerramiento	Área m2	Orientación °	Tipo de abertura	Área m2	Caudal Entrante l/s	Caudal Saliente l/s
C1	Cubierta / Muro	26,475	90	Hueco	22,309	11639,008	0,000
C2	Cubierta / Muro	25,701	90	Hueco	5,429	2514,571	0,000
C3	Cubierta / Muro	40,309	90	Hueco	5,389	2476,782	0,000
C3	Cubierta / Muro	40,309	90	Hueco	5,438	2416,327	0,000
C4	Cubierta / Muro	60,190	90	Hueco	5,416	2486,830	0,000
C4	Cubierta / Muro	60,190	90	Hueco	10,853	4776,262	0,000
C4	Cubierta / Muro	60,190	90	Hueco	10,852	4526,139	0,000
C5	Cubierta / Muro	30,490	270	Hueco	26,347	0,000	33308,581
A1	Apartamento / Muro	22,780	270	Hueco	8,941	301,370	301,370
E1	Enfermería / Muro	20,876	90	Hueco	2,619	1485,154	0,000
E1	Enfermería / Muro	20,876	90	Hueco	3,619	1485,154	0,000
F1	Enfermería Apartamento Fisioterapia / Muro	20,876	270	Hueco	8,827	727,347	727,347
P1	Pav. Tec / Muro	23,664	270	Hueco	20,184	1028,664	1526,310
ER1	Enfermería / Partición	1,013	-	Rejilla	0,193	41,571	0,000
EHS1	Enfermería / Suelo	0,084	-	Hueco	0,084	0,000	41,571
ER2	Enfermería / Partición	1,013	-	Rejilla	0,192	41,523	0,000
EHS2	Enfermería / Suelo	0,084	-	Hueco	0,084	0,000	41,522
ER3	Enfermería / Partición	1,013	-	Rejilla	0,191	41,468	0,000
EHS3	Enfermería / Suelo	0,084	-	Hueco	0,084	0,000	41,467
ER4	Enfermería / Partición	1,013	-	Rejilla	0,191	41,449	0,000
EHS4	Enfermería / Suelo	0,084	-	Hueco	0,084	0,000	41,448
ER5	Enfermería / Partición	1,013	-	Rejilla	0,190	41,418	0,000
EHS5	Enfermería / Suelo	0,084	-	Hueco	0,084	0,000	41,417
ER6	Enfermería / Partición	1,013	-	Rejilla	0,191	41,466	0,000
EHS6	Enfermería / Suelo	0,084	-	Hueco	0,084	0,000	41,465
ER7	Enfermería / Partición	1,013	-	Rejilla	0,190	41,410	0,000
EHS7	Enfermería / Suelo	0,085	-	Hueco	0,085	0,000	41,409
ER8	Enfermería / Partición	1,013	-	Rejilla	0,190	41,376	0,000

Posibilidades de adaptación de las pautas de diseño de los hospitales de la Red Sarah (Brasil) al Clima Mediterráneo de Cataluña

EHS8	Enfermería / Suelo	0,085	-	Hueco	0,085	0,000	41,376
ER9	Enfermería / Partición	1,013	-	Rejilla	0,192	41,496	0,000
EHS9	Enfermería / Suelo	0,085	-	Hueco	0,085	0,000	41,495
ER10	Enfermería / Partición	1,013	-	Rejilla	0,190	41,410	0,000
EHS10	Enfermería / Suelo	0,085	-	Hueco	0,085	0,000	41,410
ER11	Enfermería / Partición	1,013	-	Rejilla	0,192	41,502	0,000
EHS11	Enfermería / Suelo	0,085	-	Hueco	0,085	0,000	41,502
ER12	Enfermería / Partición	1,013	-	Rejilla	0,192	41,527	0,000
EHS12	Enfermería / Suelo	0,085	-	Hueco	0,085	0,000	41,527

Tabla A.11 – Modelo Sarah Rio 21. Guía de Ventanas, Huecos y Rejillas (Ventilación Natural / Ventilación Mecanizada)

Sarah-Rio-21							
Nomenclatura	Bloque / Tipo Cerramiento	Área m2	Orientación °	Tipo de abertura	Área m2	Caudal Entrante l/s	Caudal Saliente l/s
C1	Cubierta / Muro	26,475	90	Hueco	22,309	11639,053	0,000
C2	Cubierta / Muro	25,701	90	Hueco	5,429	2514,619	0,000
C3	Cubierta / Muro	40,309	90	Hueco	5,389	2476,824	0,000
C3	Cubierta / Muro	40,309	90	Hueco	5,438	2416,342	0,000
C4	Cubierta / Muro	60,190	90	Hueco	5,416	2486,872	0,000
C4	Cubierta / Muro	60,190	90	Hueco	10,853	4776,260	0,000
C4	Cubierta / Muro	60,190	90	Hueco	10,852	4526,043	0,000
C5	Cubierta / Muro	30,490	270	Hueco	26,347	0,000	153308,031
A1	Apartamento / Muro	22,780	270	Hueco	8,941	301,469	301,469
E1	Enfermería / Muro	20,876	90	Hueco	2,619	1485,214	0,000
E1	Enfermería / Muro	20,876	90	Hueco	3,619	1485,214	0,000
F1	Enfermería Apartamento Fisioterapia / Muro	20,876	270	Hueco	8,827	727,544	727,544
P1	Pav. Tec / Muro	23,664	270	Hueco	20,184	1059,950	1558,360
ER1	Enfermería / Partición	1,013	-	Rejilla	0,193	41,635	0,000
EHS1	Enfermería / Suelo	0,084	-	Hueco	0,084	0,000	41,635
ER2	Enfermería / Partición	1,013	-	Rejilla	0,192	41,586	0,000
EHS2	Enfermería / Suelo	0,084	-	Hueco	0,084	0,000	41,586
ER3	Enfermería / Partición	1,013	-	Rejilla	0,191	41,531	0,000

EHS3	Enfermería / Suelo	0,084	-	Hueco	0,084	0,000	41,531
ER4	Enfermería / Partición	1,013	-	Rejilla	0,191	41,512	0,000
EHS4	Enfermería / Suelo	0,084	-	Hueco	0,084	0,000	41,512
ER5	Enfermería / Partición	1,013	-	Rejilla	0,190	41,481	0,000
EHS5	Enfermería / Suelo	0,084	-	Hueco	0,084	0,000	41,481
ER6	Enfermería / Partición	1,013	-	Rejilla	0,191	41,529	0,000
EHS6	Enfermería / Suelo	0,084	-	Hueco	0,084	0,000	41,528
ER7	Enfermería / Partición	1,013	-	Rejilla	0,190	41,474	0,000
EHS7	Enfermería / Suelo	0,085	-	Hueco	0,085	0,000	41,473
ER8	Enfermería / Partición	1,013	-	Rejilla	0,190	41,440	0,000
EHS8	Enfermería / Suelo	0,085	-	Hueco	0,085	0,000	41,439
ER9	Enfermería / Partición	1,013	-	Rejilla	0,192	41,559	0,000
EHS9	Enfermería / Suelo	0,085	-	Hueco	0,085	0,000	41,559
ER10	Enfermería / Partición	1,013	-	Rejilla	0,190	41,474	0,000
EHS10	Enfermería / Suelo	0,085	-	Hueco	0,085	0,000	41,473
ER11	Enfermería / Partición	1,013	-	Rejilla	0,192	41,566	0,000
EHS11	Enfermería / Suelo	0,085	-	Hueco	0,085	0,000	41,565
ER12	Enfermería / Partición	1,013	-	Rejilla	0,192	41,591	0,000
EHS12	Enfermería / Suelo	0,085	-	Hueco	0,085	0,000	41,591

Tabla A.12 – Modelo Sarah Rio 22. Guía de Ventanas, Huecos y Rejillas (Ventilación Natural / Giro 180°)

Sarah-Rio-22							
Nomenclatura	Bloque / Tipo Cerramiento	Área m2	Orientación °	Tipo de abertura	Área m2	Caudal Entrante l/s	Caudal Saliente l/s
C1	Cubierta / Muro	26,475	90	Hueco	22,309	0,000	2958,394
C2	Cubierta / Muro	25,701	90	Hueco	5,429	0,000	3719,132
C3	Cubierta / Muro	40,309	90	Hueco	5,389	0,000	3783,318
C3	Cubierta / Muro	40,309	90	Hueco	5,438	0,000	4201,225
C4	Cubierta / Muro	60,190	90	Hueco	5,416	0,000	3818,158
C4	Cubierta / Muro	60,190	90	Hueco	10,853	0,000	8607,555
C4	Cubierta / Muro	60,190	90	Hueco	10,852	0,000	9539,453
C5	Cubierta / Muro	30,490	270	Hueco	26,347	32368,796	0,000

Posibilidades de adaptación de las pautas de diseño de los hospitales de la Red Sarah (Brasil) al Clima Mediterráneo de Cataluña

A1	Apartamento / Muro	22,780	270	Hueco	8,941	288,436	288,436
E1	Enfermería / Muro	20,876	90	Hueco	2,619	1664,669	0,000
E1	Enfermería / Muro	20,876	90	Hueco	3,619	1664,670	0,000
F1	Enfermería Apartamento Fisioterapia / Muro	20,876	270	Hueco	8,827	724,379	724,378
P1	Pav. Tec / Muro	23,664	270	Hueco	20,184	1830,668	897,569
ER1	Enfermería / Partición	1,013	-	Rejilla	0,193	0,000	77,929
EHS1	Enfermería / Suelo	0,084	-	Hueco	0,084	77,928	0,000
ER2	Enfermería / Partición	1,013	-	Rejilla	0,192	0,000	77,838
EHS2	Enfermería / Suelo	0,084	-	Hueco	0,084	77,837	0,000
ER3	Enfermería / Partición	1,013	-	Rejilla	0,191	0,000	77,736
EHS3	Enfermería / Suelo	0,084	-	Hueco	0,084	77,734	0,000
ER4	Enfermería / Partición	1,013	-	Rejilla	0,191	0,000	77,700
EHS4	Enfermería / Suelo	0,084	-	Hueco	0,084	77,699	0,000
ER5	Enfermería / Partición	1,013	-	Rejilla	0,190	0,000	77,642
EHS5	Enfermería / Suelo	0,084	-	Hueco	0,084	77,641	0,000
ER6	Enfermería / Partición	1,013	-	Rejilla	0,191	0,000	77,731
EHS6	Enfermería / Suelo	0,084	-	Hueco	0,084	77,730	0,000
ER7	Enfermería / Partición	1,013	-	Rejilla	0,190	0,000	77,662
EHS7	Enfermería / Suelo	0,085	-	Hueco	0,085	77,661	0,000
ER8	Enfermería / Partición	1,013	-	Rejilla	0,190	0,000	77,601
EHS8	Enfermería / Suelo	0,085	-	Hueco	0,085	77,600	0,000
ER9	Enfermería / Partición	1,013	-	Rejilla	0,192	0,000	77,823
EHS9	Enfermería / Suelo	0,085	-	Hueco	0,085	77,822	0,000
ER10	Enfermería / Partición	1,013	-	Rejilla	0,190	0,000	77,663
EHS10	Enfermería / Suelo	0,085	-	Hueco	0,085	77,662	0,000
ER11	Enfermería / Partición	1,013	-	Rejilla	0,192	0,000	77,834

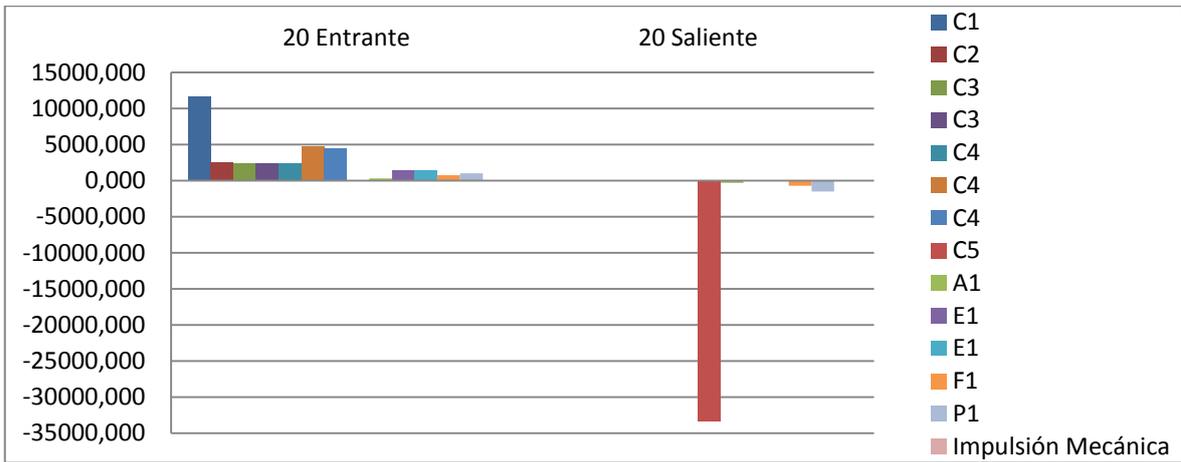
EHS11	Enfermería / Suelo	0,085	-	Hueco	0,085	77,833	0,000
ER12	Enfermería / Partición	1,013	-	Rejilla	0,192	0,000	77,883
EHS12	Enfermería / Suelo	0,085	-	Hueco	0,085	77,882	0,000

Tabla A.13 – Modelo Sarah Rio. Guía de diferencia de caudales (entrante y saliente) entre archivos (litros/segundo)

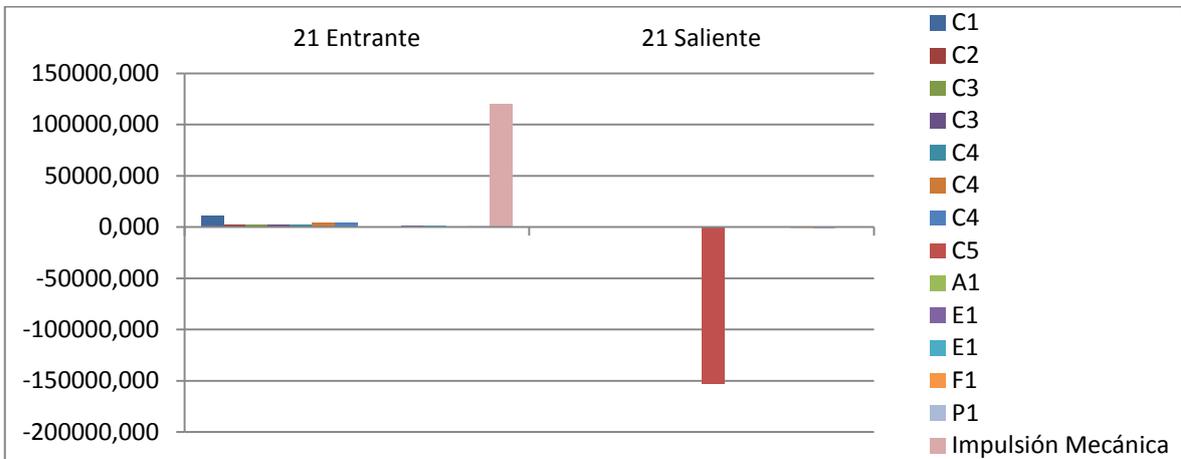
	20		21		22	
	20 Entrante	20 Saliente	21 Entrante	21 Saliente	22 Entrante	22 Saliente
C1	11639,008	0,000	11639,053	0,000	0,000	-2958,394
C2	2514,571	0,000	2514,619	0,000	0,000	-3719,132
C3	2476,782	0,000	2476,824	0,000	0,000	-3783,318
C3	2416,327	0,000	2416,342	0,000	0,000	-4201,225
C4	2486,830	0,000	2486,872	0,000	0,000	-3818,158
C4	4776,262	0,000	4776,260	0,000	0,000	-8607,555
C4	4526,139	0,000	4526,043	0,000	0,000	-9539,453
C5	0,000	-33308,581	0,000	-153308,031	32368,796	0,000
A1	301,370	-301,370	301,469	-301,469	288,436	-288,436
E1	1485,154	0,000	1485,214	0,000	1664,669	0,000
E1	1485,154	0,000	1485,214	0,000	1664,670	0,000
F1	727,347	-727,347	727,544	-727,544	724,379	-724,378
P1	1028,664	-1526,310	1059,950	-1558,360	1830,668	-897,569
Impulsión Mecánica	0,000	0,000	120000,000	0,000	0,000	0,000
ER1	41,571	0,000	41,635	0,000	0,000	-77,929
EHS1	0,000	-41,571	0,000	-41,635	77,928	0,000
ER2	41,523	0,000	41,586	0,000	0,000	-77,838
EHS2	0,000	-41,522	0,000	-41,586	77,837	0,000
ER3	41,468	0,000	41,531	0,000	0,000	-77,736
EHS3	0,000	-41,467	0,000	-41,531	77,734	0,000
ER4	41,449	0,000	41,512	0,000	0,000	-77,700
EHS4	0,000	-41,448	0,000	-41,512	77,699	0,000
ER5	41,418	0,000	41,481	0,000	0,000	-77,642
EHS5	0,000	-41,417	0,000	-41,481	77,641	0,000
ER6	41,466	0,000	41,529	0,000	0,000	-77,731
EHS6	0,000	-41,465	0,000	-41,528	77,730	0,000
ER7	41,410	0,000	41,474	0,000	0,000	-77,662
EHS7	0,000	-41,409	0,000	-41,473	77,661	0,000
ER8	41,376	0,000	41,440	0,000	0,000	-77,601
EHS8	0,000	-41,376	0,000	-41,439	77,600	0,000
ER9	41,496	0,000	41,559	0,000	0,000	-77,823
EHS9	0,000	-41,495	0,000	-41,559	77,822	0,000
ER10	41,410	0,000	41,474	0,000	0,000	-77,663
EHS10	0,000	-41,410	0,000	-41,473	77,662	0,000
ER11	41,502	0,000	41,566	0,000	0,000	-77,834

Posibilidades de adaptación de las pautas de diseño de los hospitales de la Red Sarah (Brasil) al Clima Mediterráneo de Cataluña

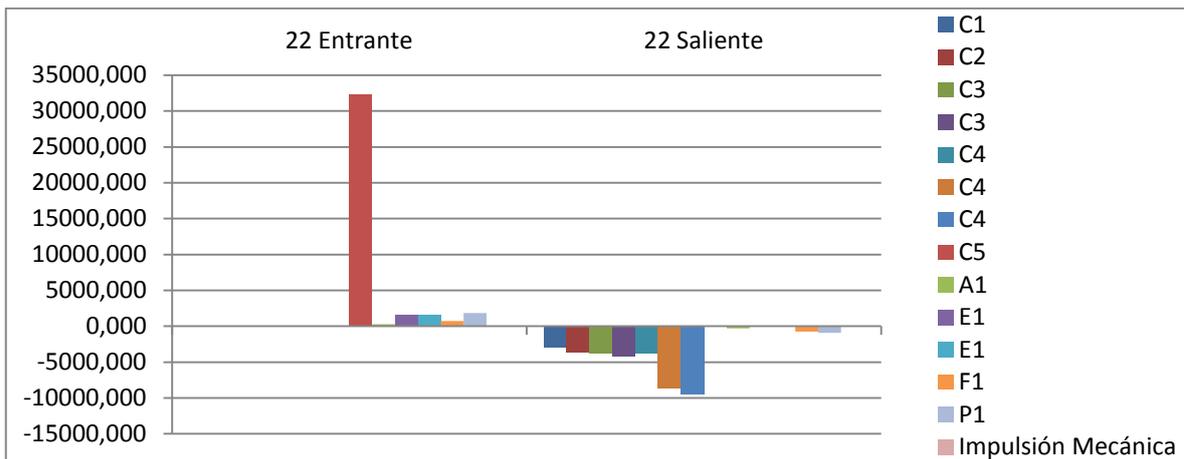
EHS11		0,000	-41,502	0,000	-41,565	77,833	0,000
ER12		41,527	0,000	41,591	0,000	0,000	-77,883
EHS12		0,000	-41,527	0,000	-41,591	77,882	0,000



Gráfica A.30 – Modelo Sarah Rio. Guía de caudales - Sarah Rio 20 (l/s) (Ventilación Natural)



Gráfica A.31 – Modelo Sarah Rio. Guía de caudales - Sarah Rio 21 (l/s) (Ventilación Natural / Ventilación Mecanizada)



Gráfica A.32 – Modelo Sarah Rio. Guía de caudales - Sarah Rio 22 (l/s) (Ventilación Natural / Giro 180°)

Las tablas presentadas corresponden al movimiento de caudales entrantes y salientes para cada situación simulada. En la primera tabla, para el edificio orientado en su posición original y sin la impulsión

mecánica, se percibe que el aire entra principalmente por las aperturas en shed de la cubierta: C1, C2, C3 y C4, orientadas a este, saliendo prácticamente todo por la C5, que es la apertura en shed de la cubierta orientada a oeste. En la segunda tabla, con impulsión mecánica en el pavimento técnico, se observa que el aire entra principalmente por la impulsión y sale por el shed de la cubierta C5. En la tercera tabla, que representa la misma situación de la primera tabla, pero con el edificio girado 180°, percibimos que ocurre todo lo contrario, con entrada de aire principalmente por la apertura C5, que capta los vientos dominantes y salida especialmente por las cuatro aperturas en forma de shed de la cubierta: C1, C2, C3 y C4.

Imágenes funcionamiento de ventilación – Modelo Sarah Rio de Janeiro

A seguir, se presenta imágenes generadas por el Desing Builder a través de su herramienta CFD, en su funcionamiento de ventilación para las tres situaciones.

1. Sarah Rio 20 - Ventilación Natural (sin impulsión mecánica)

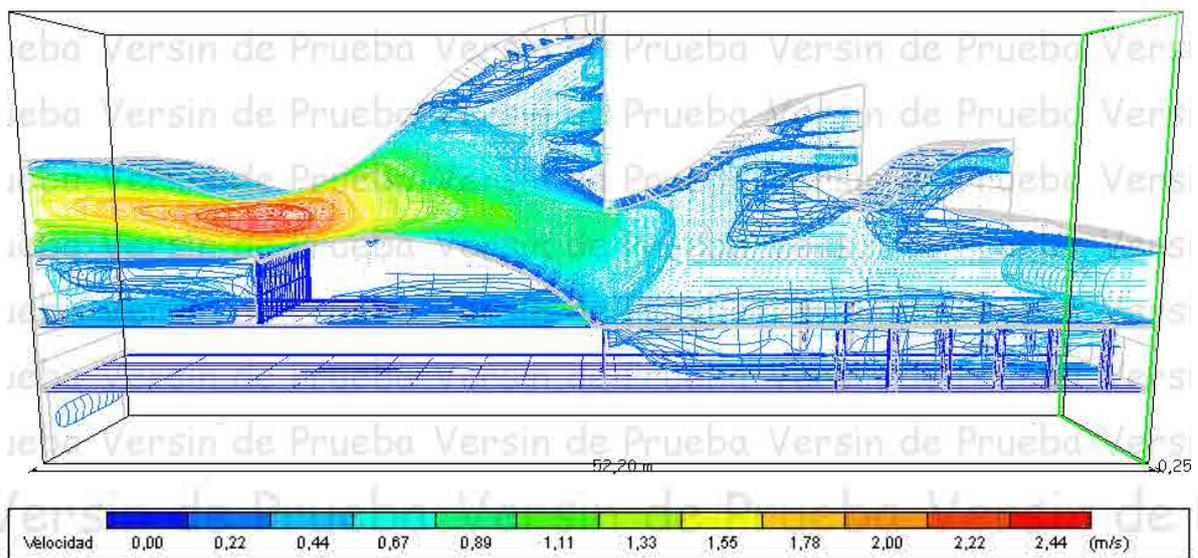


Figura A.64 – Modelo Sarah Rio 20 - Mapa de velocidad - con contorno 3D y vector de velocidad (Design Builder)

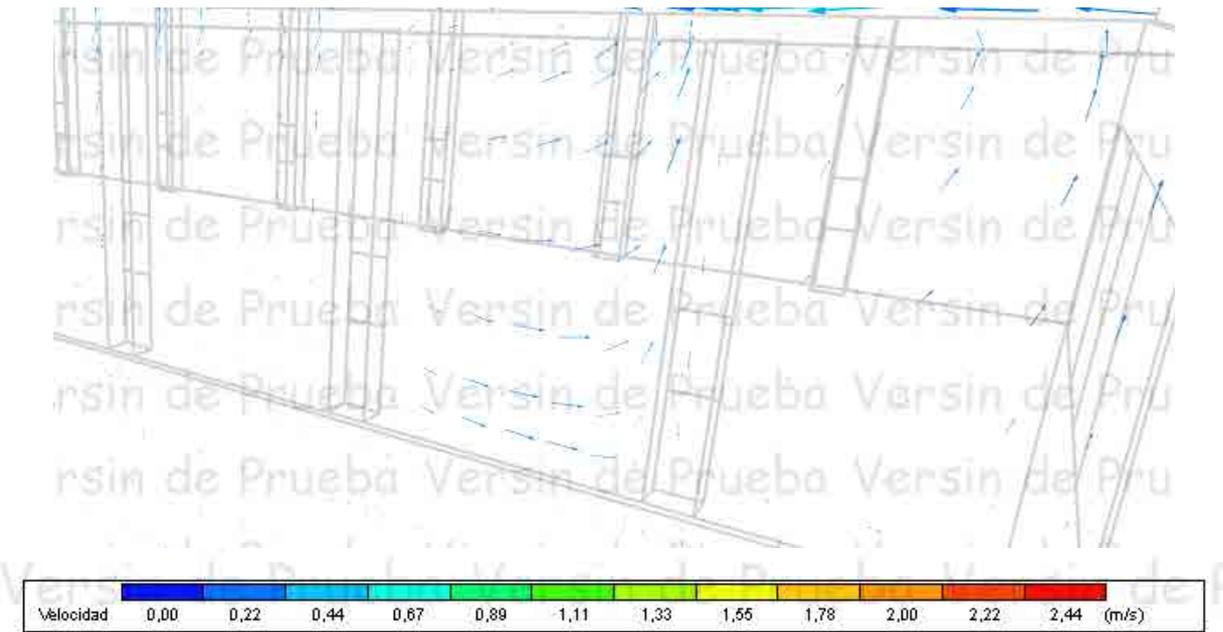


Figura A.65 – Modelo Sarah Rio 20 - Mapa de velocidad - Zona hospitalización - con vector de velocidad (Design Builder)

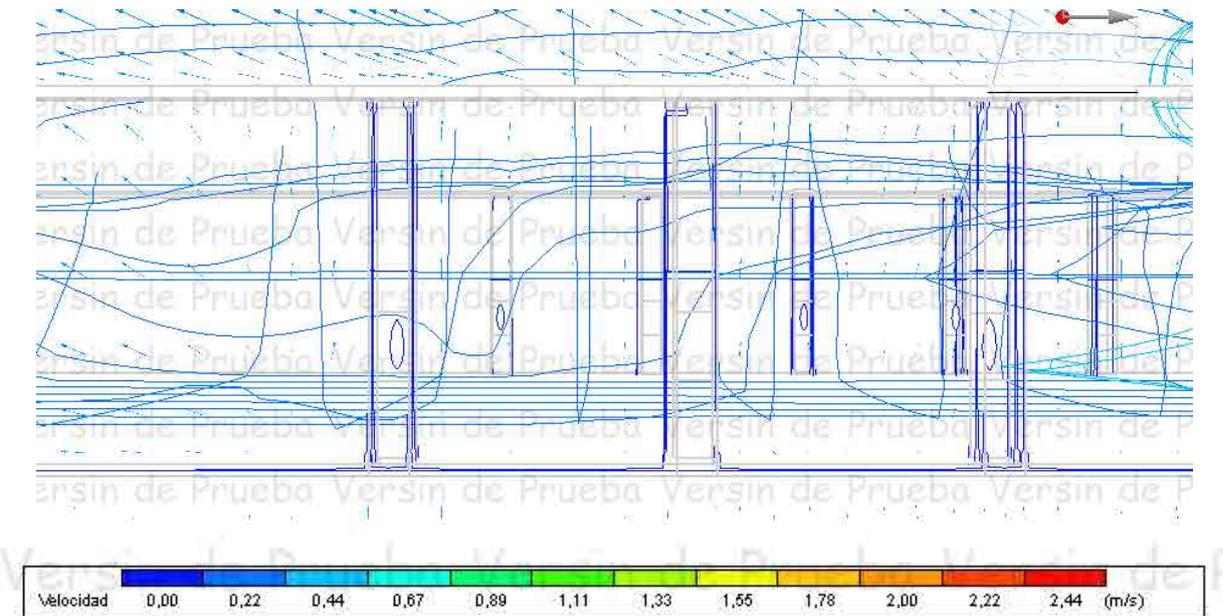


Figura A.66 – Modelo Sarah Rio 20 - Mapa de velocidad - Zona hospitalización - con contorno 3D y vector de velocidad (Design Builder)

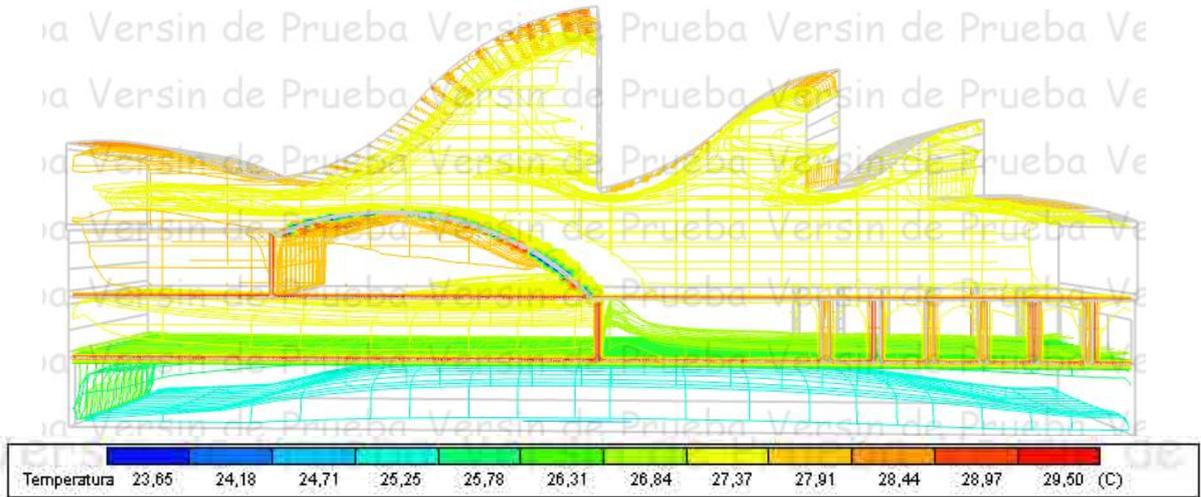


Figura A.67 – Modelo Sarah Rio 20 - Mapa de temperatura - con contorno3D de temperatura (Design Builder)

2. Sarah Rio 21 - Ventilación Natural + ventilación mecanizada

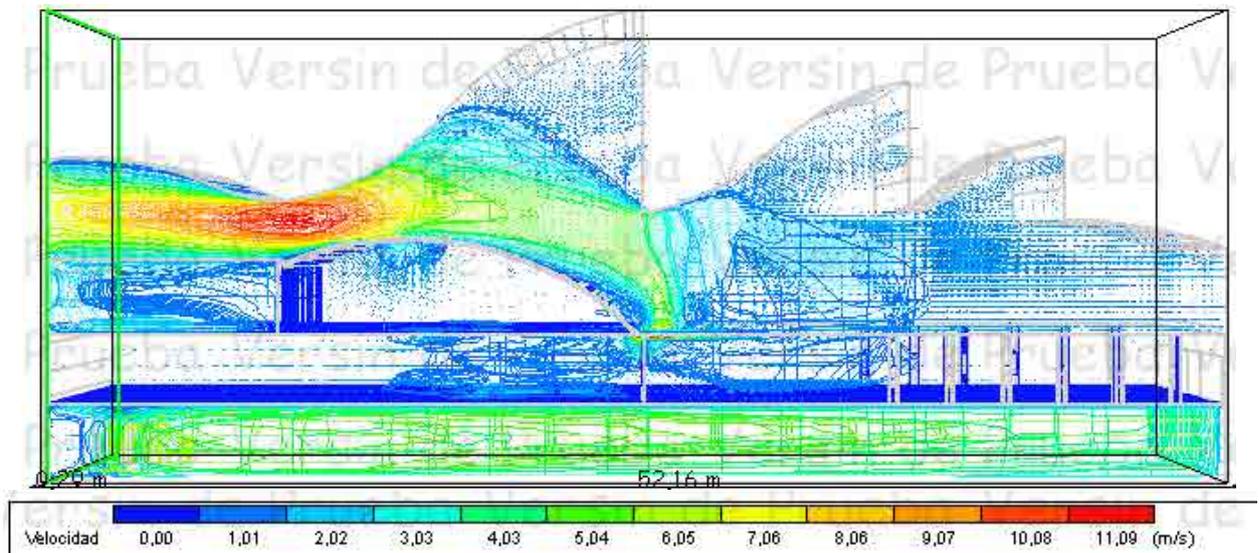


Figura A.68 – Modelo Sarah Rio 21 - Mapa de velocidad - con contorno 3D y vector de velocidad (Design Builder)

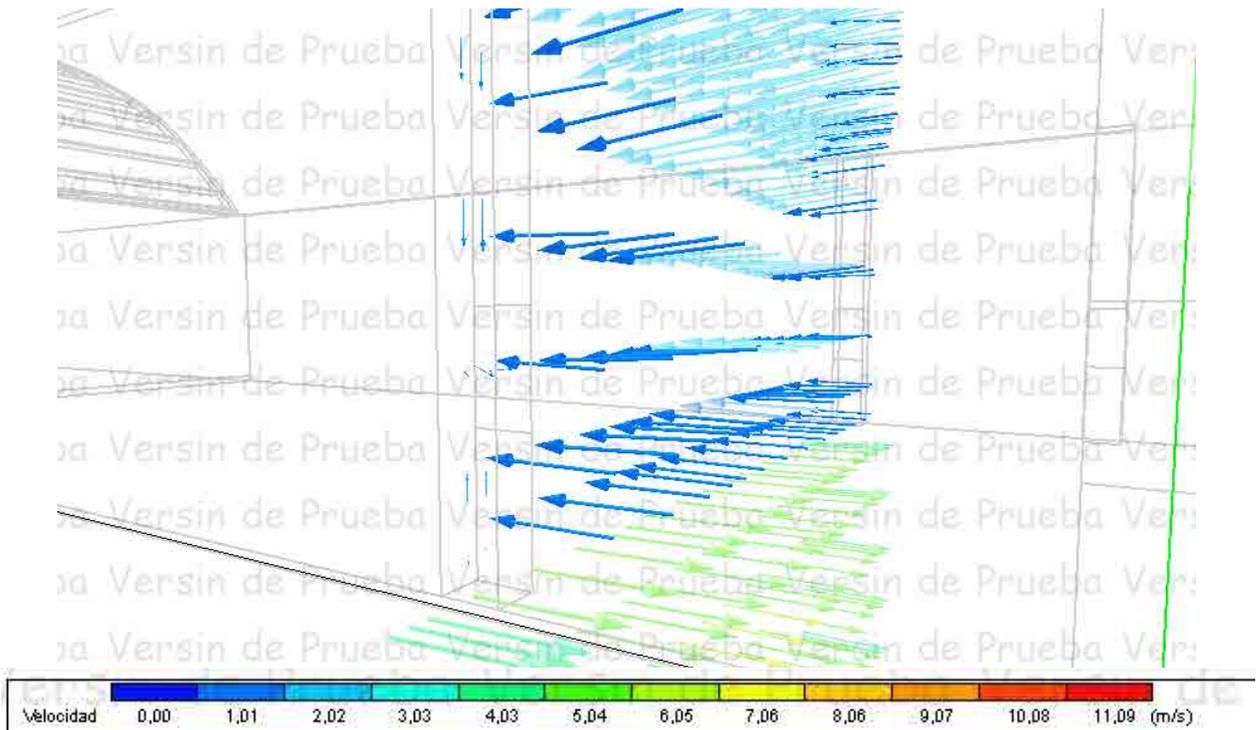


Figura A.69– Modelo Sarah Rio 21 - Mapa de velocidad - Zona hospitalización - con vector de velocidad (Design Builder)

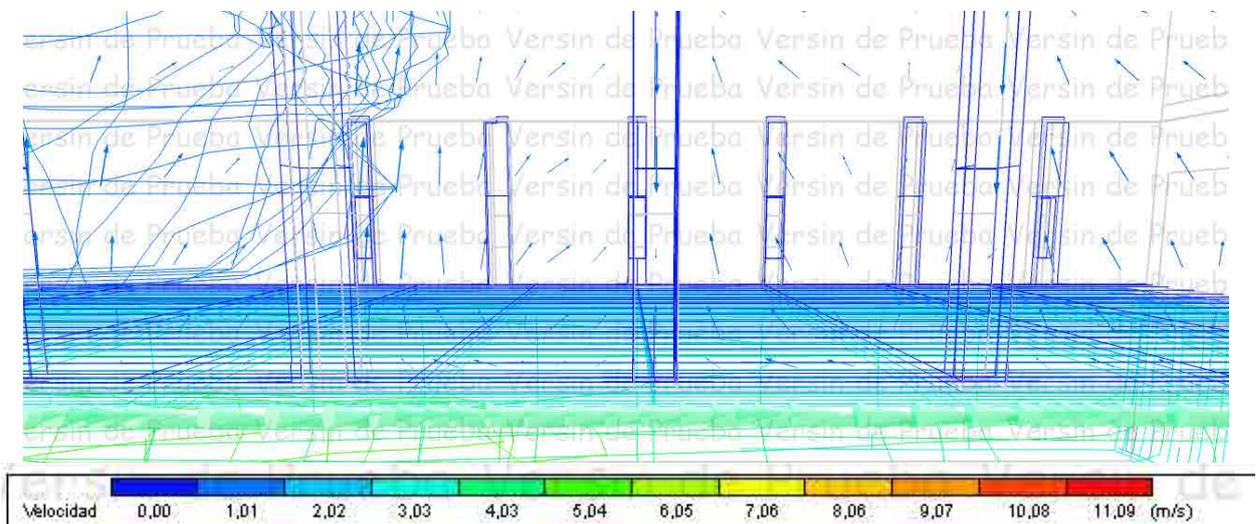


Figura A.70 – Modelo Sarah Rio 21 - Mapa de velocidad - Zona hospitalización - con contorno 3D y vector de velocidad (Design Builder)

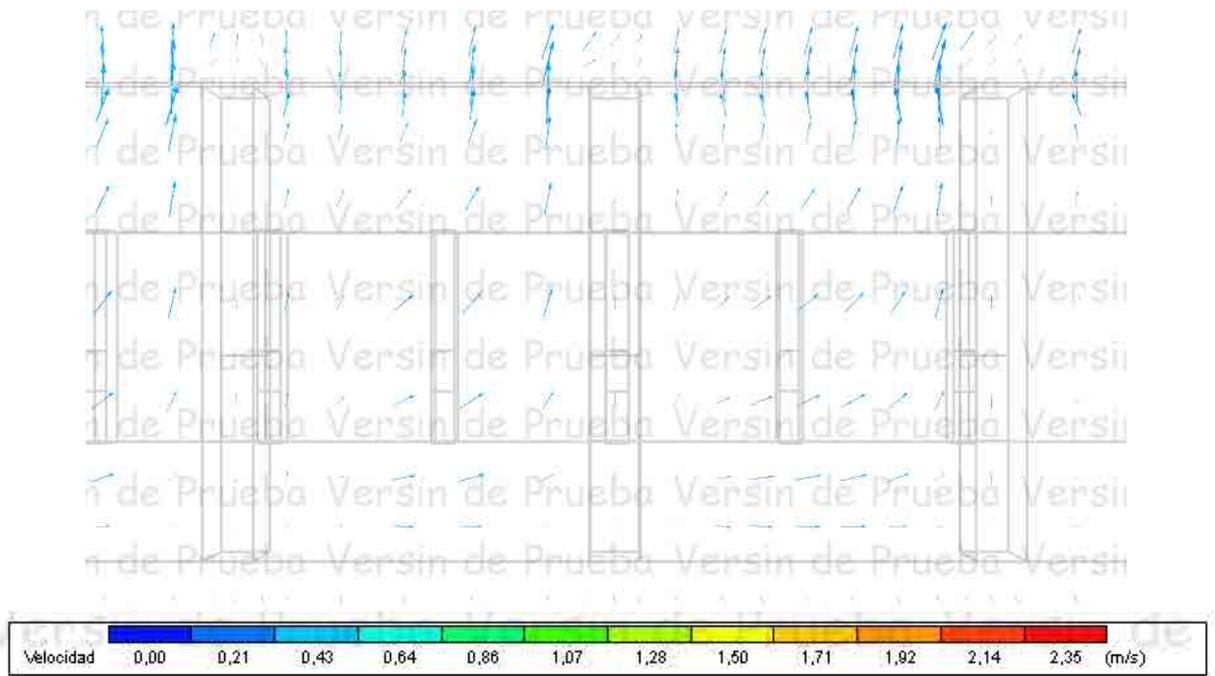


Figura A.73 – Modelo Sarah Rio 22 - Zona hospitalización - Mapa de velocidad - con vector de velocidad (Design Builder)

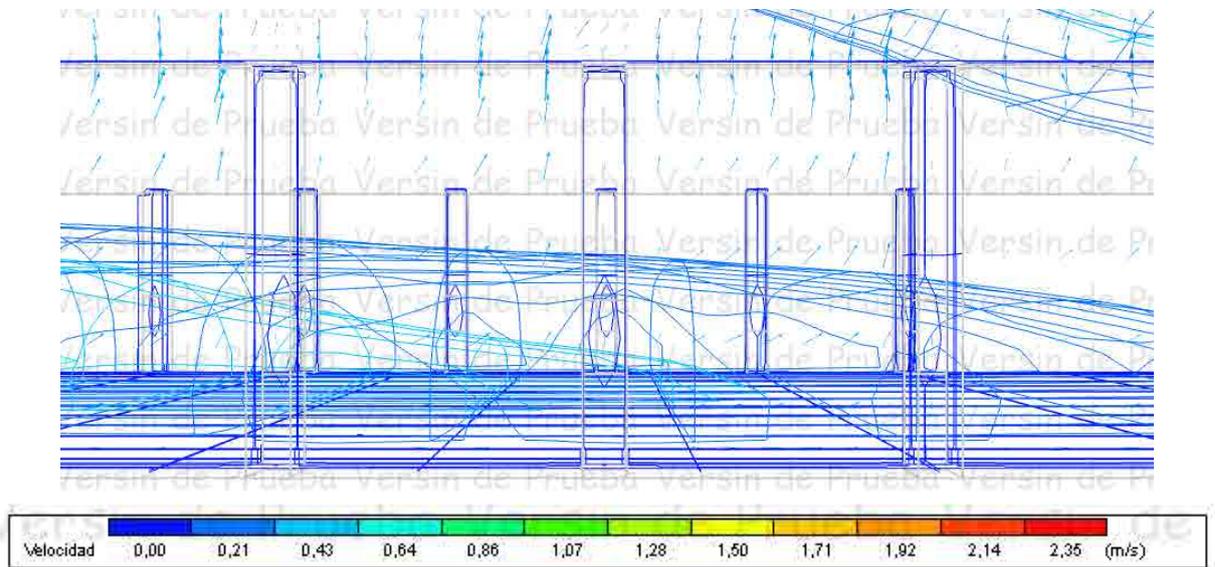


Figura A.74 – Modelo Sarah Rio 22 - Zona hospitalización - Mapa de velocidad - con contorno 3D y vector de velocidad (Design Builder)



Figura A.75 – Modelo Sarah Rio 22 - Mapa de temperatura - con contorno3D de temperatura (Design Builder)

Annexo H

Datos de mediciones *in loco* en el Sarah SSA

Estas mediciones han sido realizadas en el día 08/10/08 (día de primavera) en el Hospital Sarah Salvador, entre las 11:30h y 12h, acompañada por el arquitecto Neuton Bacelar, jefe del equipo de mantenimiento e infraestructura. El objetivo ha sido: obtener algunos datos sencillos y puntuales del comportamiento del edificio, para un día de primavera en Salvador.

Se ha utilizado los siguientes aparatos de medición:

- Psicrómetro - analógico (sin nombre visible de fabricante) - bulbo húmedo y bulbo seco
- Luxómetro - digital – MLM – 1333 – Minipa
- Anemómetro - digital – MDA – 11 – Minipa (incorporado um termômetro digital)
- Termómetro de Superficie – digital – RAYTEK – Raynger ST

Se ha medido:

- Temperatura del aire
- Humedad relativa del aire
- Velocidad del aire
- Índice de iluminancia

Se ha realizado mediciones en los siguientes ambientes:

- Galerías subterráneas – Edificio principal
- Hospitalización – habitaciones colectivas - Edificio principal
- Vestíbulo (recepción) - Edificio principal
- Zona exterior, delante de la hospitalización.
- Zona exterior, delante del vestíbulo

Resultados obtenidos:

Tabla A.14 – Medición - Resumen de los resultados

DIA HORA	PUNTO DE MEDICIÓN	AMBIENTE	APARATO	VELOC. VIENTO (m/s)	TEMPERAT.	LUX
08/10/08 11:30h	M1	GALERIA SUBTERRANEA correspondiente a diretoria con cortina de agua – punto apartado	ANEMÓMETRO	1,5	22,6°C	
	M2	GALERIA SUBTERRANEA correspondiente a diretoria con cortina de agua – punto medio	ANEMÓMETRO	1,85 (max. 1,82)	22,3°C	
	M3	GALERIA SUBTERRANEA correspondiente a diretoria con cortina de agua – punta cerca	ANEMÓMETRO	1,80 (max. 1,92)	22,3°C	
	M4	GALERIA SUBTERRANEA correspondiente a ambulatorio sin cortina de agua – punto apartado	ANEMÓMETRO	2,00 (max. 2,00)	23,5°C	
	M5	GALERIA SUBTERRANEA correspondiente a ambulatorio sin cortina de agua – punto medio	ANEMÓMETRO	2,60 (max. 2,73)	23,7°C	
	M6	GALERIA SUBTERRANEA correspondiente a ambulatorio sin cortina de agua – punto cerca	ANEMÓMETRO	3,00 (max. 3,05)	24,3°C	
	M7	GALERIA SUBTERRANEA correspondiente a recepción con cortina de agua	ANEMÓMETRO	1,14	23,6°C	
08/10/08 11:40h	M6a	RECEPCIÓN – INTERIOR	ANEMÓMETRO	0,7 (max. 0,78)	24,0°C En la salida de aire que llega de la galería	
			TERMÓMETRO SUPERFICIE		25,0°C en el ambiente	
			LUXIMETRO			345
			PSICROMETRO		Bulbo Seco–27°C Bulbo Humedo–24°C	Dif: 3°C H=77%
	M6b	RECEPCIÓN – EXTERIOR	ANEMÓMETRO	1,06 (max. 2,8)	25,3°C	
			PSICROMETRO		Bulbo Seco–25,5°C Bulbo Humedo–23°C	Dif: 2,5°C H=80%
09/10/08 12:00h	M9	HOSPITALIZACIÓN LEITO 8	ANEMÓMETRO	2,5 En la salida de aire que llega de la galería	25,0°C	
			LUXIMETRO			617 (sobre a mesa)
	M10a	HOSPITALIZACIÓN LEITO 1	ANEMÓMETRO	0,3	25,3°C	
	M10b	HOSPITALIZACIÓN EXTERIOR	ANEMÓMETRO		26,0°C	

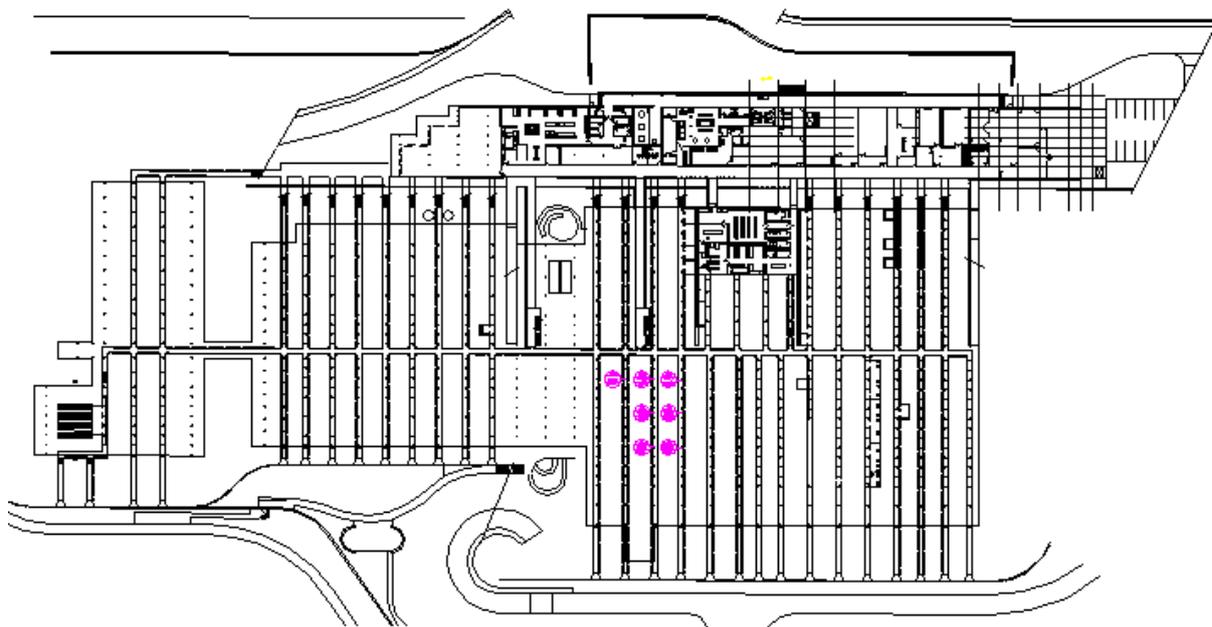


Figura A.75 – Medición - Planta sótano con puntos de medición situados

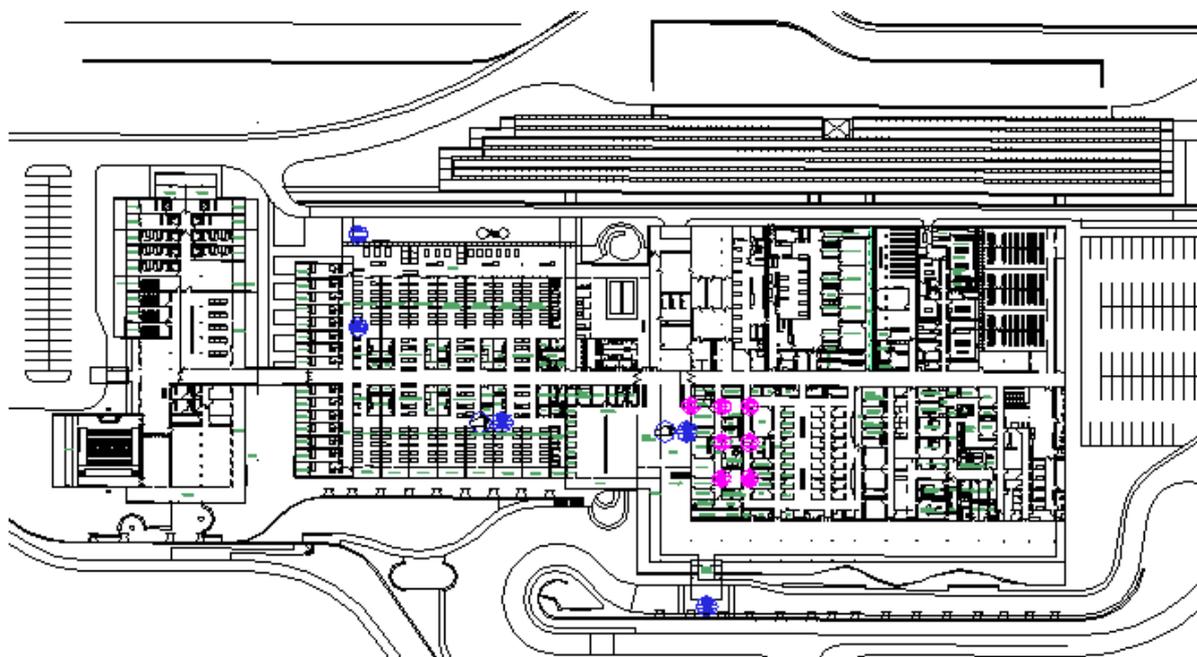


Figura A.76 – Medición - Planta baja con puntos de medición situados

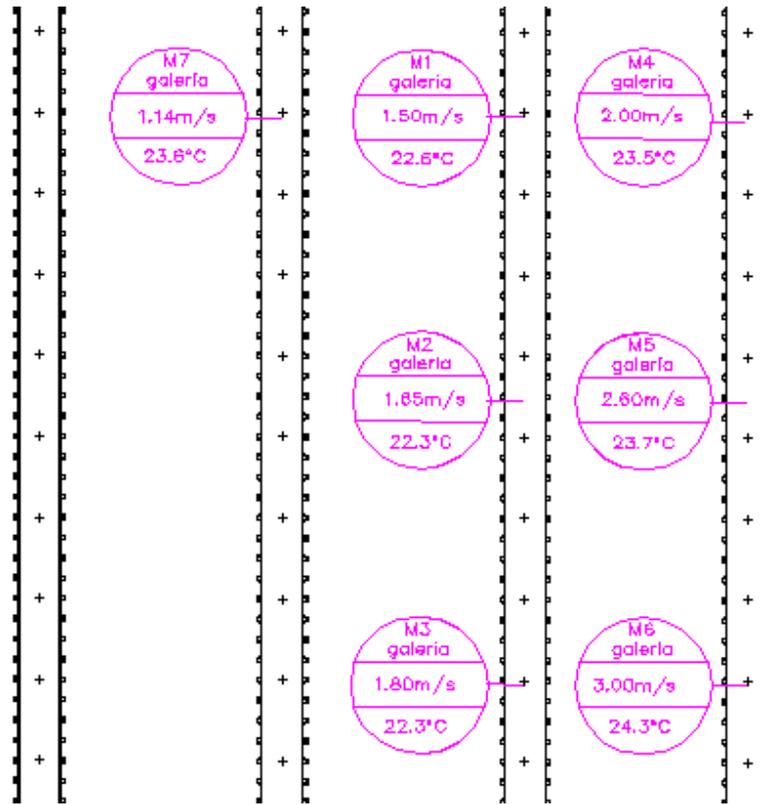


Figura A.77 – Medición - Puntos de medición de planta sótano – Galería subterránea – M1 – M7

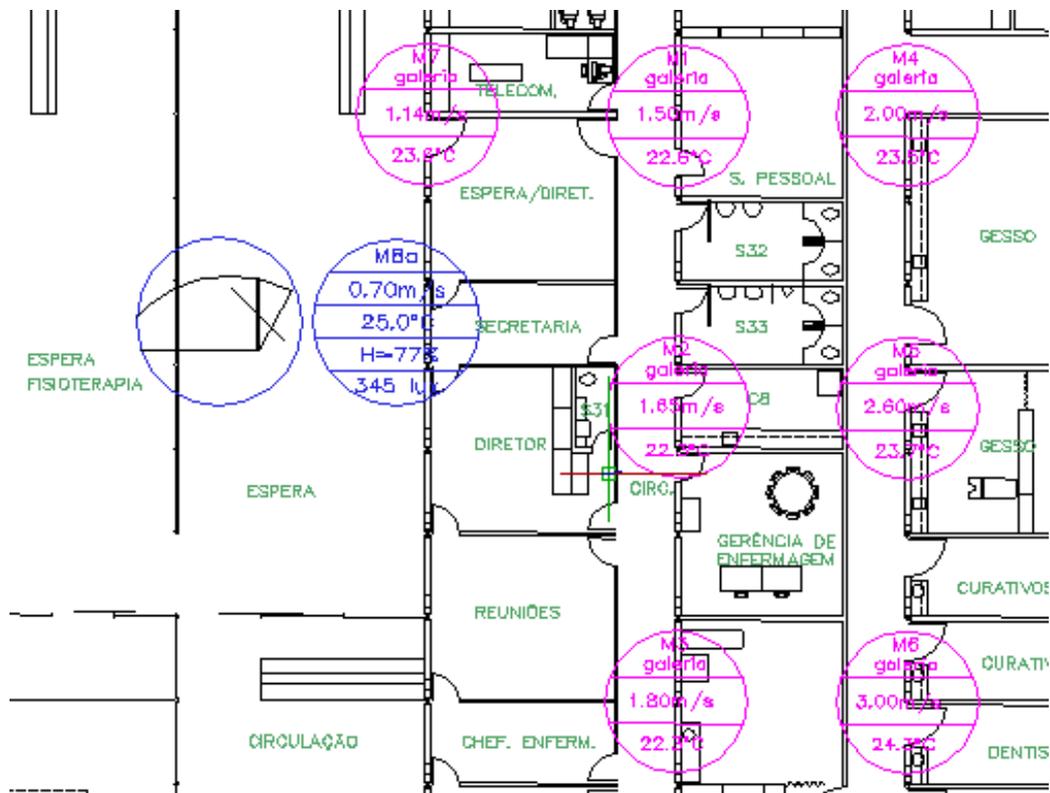


Figura A.78 – Medición - Puntos de medición de planta baja - Recepción– M8a y puntos correspondientes de planta sótano

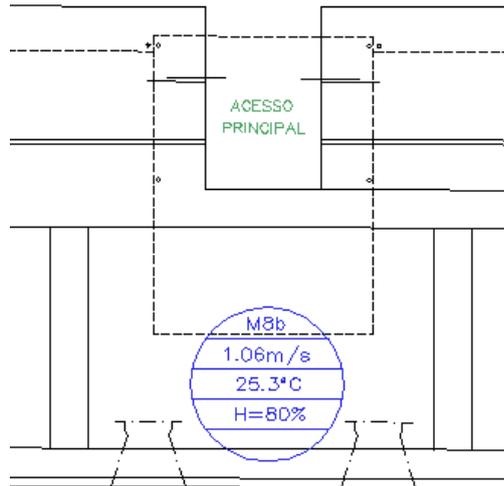


Figura A.79 – Medición - Puntos de medición de planta baja – Recepción (Acceso) - exterior – M8b

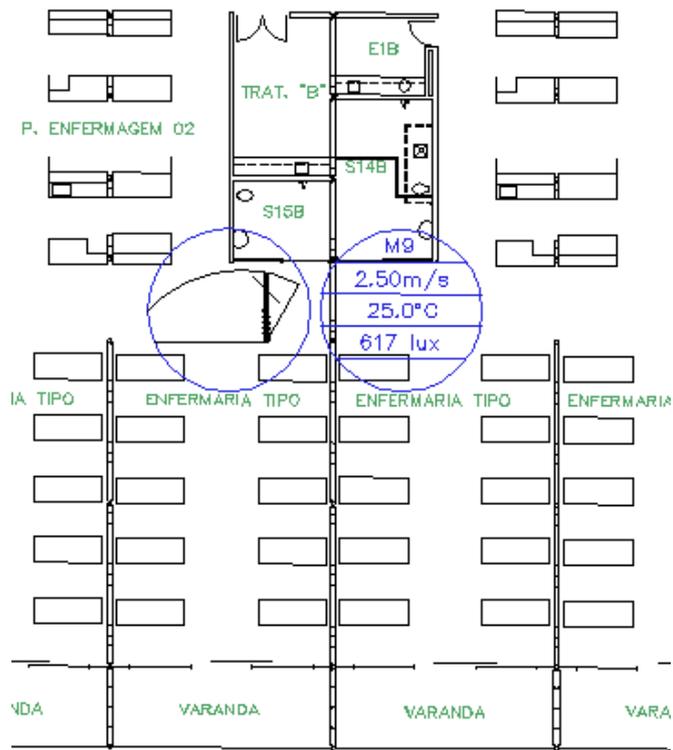


Figura A.80 – Medición - Puntos de medición de planta baja – Enfermería (hospitalización) – M9

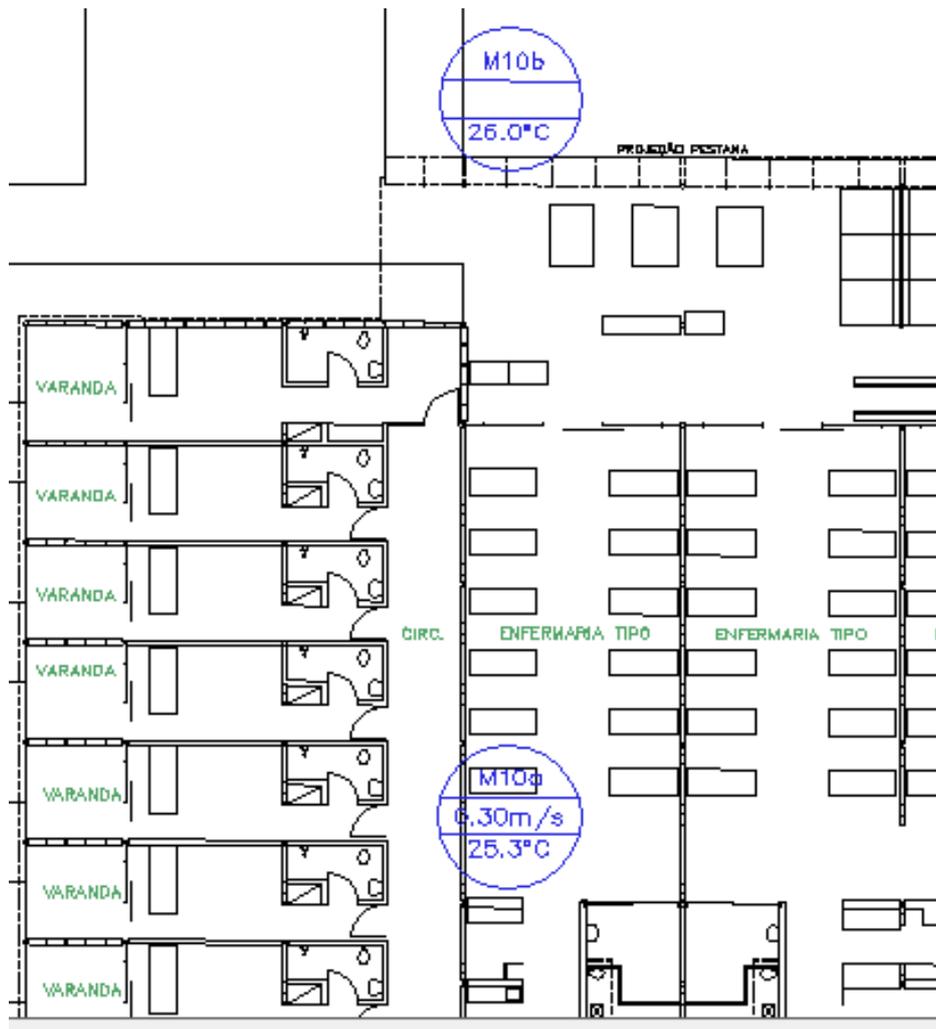


Figura A.81 – Medición - Puntos de medición de planta baja – Enfermería (hospitalización) y exterior – M10a – M10b

LISTADO DE FIGURAS

Figura A.1 – Modelo Sarah Salvador - Planta baja de hospitalización.....	43
Figura A.2 – Modelo Sarah Salvador - Sección transversal ampliada.....	43
Figura A.3 – Modelo Sarah Salvador - Diagrama solar – Salvador.....	44
Figura A.4 – Modelo Sarah Salvador - Diagrama solar – Barcelona.....	44
Figura A.5 –Modelo Sarah Salvador - Simulación lumínica.....	45-46
Figura A.6 –Modelo Sarah Salvador - Simulación lumínica.....	47-48
Figura A.7 –Modelo Sarah Salvador - Simulación lumínica.....	49-50
Figura A.8 –Modelo Sarah Salvador - Simulación lumínica.....	51-52
Figura A.9 –Modelo Sarah Salvador - Simulación lumínica.....	53-54
Figura A.10 –Modelo Sarah Salvador - Simulación lumínica.....	55-56
Figura A.11 –Modelo Sarah Salvador - Simulación lumínica.....	57-58
Figura A.12 –Modelo Sarah Salvador - Simulación lumínica.....	59-60
Figura A.13 –Modelo Sarah Salvador - Simulación lumínica.....	61-62
Figura A.14 –Modelo Sarah Salvador - Simulación lumínica.....	63-64
Figura A.15 –Modelo Sarah Salvador - Simulación lumínica.....	65-66
Figura A.16 –Modelo Sarah Salvador - Simulación lumínica.....	67-68
Figura A.17 –Modelo Sarah Salvador - Simulación lumínica.....	69-70
Figura A.18 –Modelo Sarah Salvador - Simulación lumínica.....	71-72
Figura A.19 –Modelo Sarah Salvador - Simulación lumínica.....	73-74
Figura A.20 – Modelo Sarah Salvador - Simulación lumínica.....	75-76
Figura A.21 – Modelo Sarah Salvador - Simulación lumínica.....	77-78
Figura A.22 – Modelo Sarah Salvador - Simulación lumínica.....	79-80
Figura A.23 – Modelo Sarah Salvador - Simulación lumínica.....	81-82
Figura A.24 – Modelo Sarah Salvador - Simulación lumínica.....	83-84
Figura A.25 – Modelo Sarah Salvador - Simulación lumínica.....	85-86
Figura A.26 – Modelo Sarah Rio - Planta baja de hospitalización.....	87
Figura A.27 – Modelo Sarah Rio - Sección transversal ampliada.....	87
Figura A.28 – Modelo Sarah Rio - Diagrama solar - Rio de Janeiro.....	88
Figura A.29 – Modelo Sarah Rio - Diagrama solar – Barcelona.....	88
Figura A.30 – Modelo Sarah Rio - Simulación lumínica.....	89-90
Figura A.31 – Modelo Sarah Rio - Simulación lumínica.....	91-92
Figura A.32 – Modelo Sarah Rio - Simulación lumínica.....	93-94
Figura A.33 – Modelo Sarah Rio - Simulación lumínica.....	95-96
Figura A.34 – Modelo Sarah Rio - Simulación lumínica.....	97-98
Figura A.35 – Modelo Sarah Rio - Simulación lumínica.....	99-100
Figura A.36 – Modelo Sarah Rio - Simulación lumínica.....	101-102
Figura A.37 – Modelo Sarah Rio - Simulación lumínica.....	103-104
Figura A.38 – Modelo Sarah Rio - Simulación lumínica.....	105-106
Figura A.39 – Modelo Sarah Rio - Simulación lumínica.....	107-108
Figura A.40 – Modelo Sarah Rio - Simulación lumínica.....	109-110
Figura A.41 – Modelo Sarah Rio - Simulación lumínica.....	111-112
Figura A.42 – Modelo Sarah Rio - Simulación lumínica.....	113-114
Figura A.43 – Modelo Sarah Rio - Simulación lumínica.....	115-116
Figura A.44 – Modelo Sarah Rio - Simulación lumínica.....	117-118
Figura A.45 – Modelo Sarah Rio - Simulación lumínica.....	119-120
Figura A.46 – Modelo Sarah Rio - Simulación lumínica.....	121-122

Figura A.47 – Modelo Sarah Rio - Simulación lumínica.....	123-124
Figura A.48 – Modelo Sarah Salvador - Planta baja de hospitalización.....	126
Figura A.49 – Modelo Sarah Salvador - Sección transversal ampliada.....	126
Figura A.50 – Modelo Sarah Rio - Planta baja de hospitalización.....	138
Figura A.51 – Modelo Sarah Rio - Sección transversal ampliada.....	138
Figura A.52 – Modelo Sarah Salvador - Planta baja de hospitalización.....	151
Figura A.53 – Modelo Sarah Salvador - Sección transversal ampliada.....	151
Figura A.54 – Modelo Sarah Salvador - Aperturas consideradas por el CFD.....	152
Figura A.55 – Modelo Sarah Salvador 28-1 - Mapa de velocidad.....	165
Figura A.56 – Modelo Sarah Salvador 28-1 - Mapa de temperatura.....	165
Figura A.57 – Modelo Sarah Salvador 28-2 - Mapa de velocidad.....	166
Figura A.58 – Modelo Sarah Salvador 28-2 - Mapa de temperatura.....	166
Figura A.59 – Modelo Sarah Salvador 28-3 - Mapa de velocidad.....	167
Figura A.60 – Modelo Sarah Salvador 28-3 - Mapa de temperatura.....	167
Figura A.61 – Modelo Sarah Rio. Planta baja de hospitalización.....	169
Figura A.62 – Modelo Sarah Rio. Sección transversal ampliada.....	169
Figura A.63 – Modelo Sarah Rio. Aperturas consideradas por el CFD.....	170
Figura A.64 – Modelo Sarah Rio 20 - Mapa de velocidad.....	178
Figura A.65 – Modelo Sarah Rio 20 - Mapa de velocidad.....	179
Figura A.66 – Modelo Sarah Rio 20 - Mapa de velocidad.....	179
Figura A.67 – Modelo Sarah Rio 20 - Mapa de temperatura.....	180
Figura A.68 – Modelo Sarah Rio 21 - Mapa de velocidad.....	180
Figura A.69 – Modelo Sarah Rio 21 - Mapa de velocidad.....	181
Figura A.70 – Modelo Sarah Rio 21 - Mapa de velocidad.....	181
Figura A.71 – Modelo Sarah Rio 21 - Mapa de temperatura.....	182
Figura A.72 – Modelo Sarah Rio 22 - Mapa de velocidad.....	182
Figura A.73 – Modelo Sarah Rio 22 - Zona hospitalización - Mapa de velocidad.....	183
Figura A.74 – Modelo Sarah Rio 22 - Zona hospitalización - Mapa de velocidad.....	183
Figura A.75 – Modelo Sarah Rio 22 - Mapa de temperatura.....	184
Figura A.75 – Medición - Planta sótano con puntos de medición situados.....	187
Figura A.76 – Medición - Planta baja con puntos de medición situados.....	187
Figura A.77 – Medición - Puntos de medición de planta sótano – Galería subterránea.....	188
Figura A.78 – Medición - Puntos de medición de planta baja – Recepción.....	188
Figura A.79 – Medición - Puntos de medición de planta baja – Recepción (Acceso).....	189
Figura A.80 – Medición - Puntos de medición de planta baja – Enfermería.....	189
Figura A.81 – Medición - Puntos de medición de planta baja – Enfermería y exterior.....	190

LISTADO DE GRÁFICAS

Gráfica A.1 – Modelo Sarah Salvador – Simulación térmica.....	127
Gráfica A.2 – Modelo Sarah Salvador – Simulación térmica.....	128
Gráfica A.3 – Modelo Sarah Salvador – Simulación térmica.....	129
Gráfica A.4 – Modelo Sarah Salvador – Simulación térmica.....	130
Gráfica A.5 – Modelo Sarah Salvador – Simulación térmica.....	131
Gráfica A.6 – Modelo Sarah Salvador – Simulación térmica.....	132
Gráfica A.7 – Modelo Sarah Salvador – Simulación térmica.....	133
Gráfica A.8 – Modelo Sarah Salvador – Simulación térmica.....	134
Gráfica A.9 – Modelo Sarah Salvador – Simulación térmica.....	135
Gráfica A.10 – Modelo Sarah Salvador – Simulación térmica.....	136
Gráfica A.11 – Modelo Sarah Salvador – Simulación térmica.....	136
Gráfica A.12 – Modelo Sarah Salvador – Simulación térmica.....	137
Gráfica A.13 – Modelo Sarah Salvador – Simulación térmica.....	138
Gráfica A.14 – Modelo Sarah Rio – Simulación térmica.....	139
Gráfica A.15 – Modelo Sarah Rio – Simulación térmica.....	140
Gráfica A.16 – Modelo Sarah Rio – Simulación térmica.....	141
Gráfica A.17 – Modelo Sarah Rio – Simulación térmica.....	142
Gráfica A.18 – Modelo Sarah Rio – Simulación térmica.....	143
Gráfica A.19 – Modelo Sarah Rio – Simulación térmica.....	144
Gráfica A.20 – Modelo Sarah Rio – Simulación térmica.....	145
Gráfica A.21 – Modelo Sarah Rio – Simulación térmica.....	146
Gráfica A.22 – Modelo Sarah Rio – Simulación térmica.....	147
Gráfica A.23 – Modelo Sarah Rio – Simulación térmica.....	148
Gráfica A.24 – Modelo Sarah Rio – Simulación térmica.....	148
Gráfica A.25 – Modelo Sarah Rio – Simulación térmica.....	149
Gráfica A.26 – Modelo Sarah Rio – Simulación térmica.....	149
Gráfica A.27 – Modelo Sarah Salvador 28-1 - Guía de caudales.....	162
Gráfica A.28 – Modelo Sarah Salvador 28-2 - Guía de caudales.....	163
Gráfica A.29 – Modelo Sarah Salvador 28-3 - Guía de caudales.....	164
Gráfica A.30 – Modelo Sarah Rio 20. Guía de caudales.....	177
Gráfica A.31 – Modelo Sarah Rio 21. Guía de caudales.....	177
Gráfica A.32 – Modelo Sarah Rio 22. Guía de caudales.....	177

LISTADO DE TABLAS

Tabla 1.1 – Tabla de datos climatológicos de Salvador (1961 – 1990).....	23
Tabla A.2 – Modelo Sarah Salvador 28.1. Guía de Ventanas, Huecos y Rejillas.....	153
Tabla A.3 – Modelo Sarah Salvador 28.1. Guía de Ventanas, Huecos y Rejillas.....	154
Tabla A.4 – Modelo Sarah Salvador 28.2. Guía de Ventanas, Huecos y Rejillas.....	155
Tabla A.5 – Modelo Sarah Salvador 28.2. Guía de Ventanas, Huecos y Rejillas.....	156
Tabla A.6 – Modelo Sarah Salvador 28.3. Guía de Ventanas, Huecos y Rejillas.....	157
Tabla A.7 – Modelo Sarah Salvador 28.3. Guía de Ventanas, Huecos y Rejillas.....	158
Tabla A.8 – Modelo Sarah Salvador. Tabla Guia diferencia de caudales entrantes entre archivos.....	159
Tabla A.9 – Modelo Sarah Rio. Guía de Archivos .DBS.....	169
Tabla A.10 – Modelo Sarah Rio 20. Guía de Ventanas, Huecos y Rejillas.....	171
Tabla A.11 – Modelo Sarah Rio 21. Guía de Ventanas, Huecos y Rejillas.....	172
Tabla A.12 – Modelo Sarah Rio 22. Guía de Ventanas, Huecos y Rejillas.....	173
Tabla A.13 – Modelo Sarah Rio. Guía de diferencia de caudales entre archivos.....	175
Tabla A.14 – Medición - Resumen de los resultados.....	186