



EJEMPLOS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN EL ÁREA DE SALUD EN LA REGIÓN DE AYSÉN

Pablo Canales

Arquitecto

Magister en construcción sustentable

Departamento de proyectos hospitalarios

División Inversiones - Ministerio de Salud

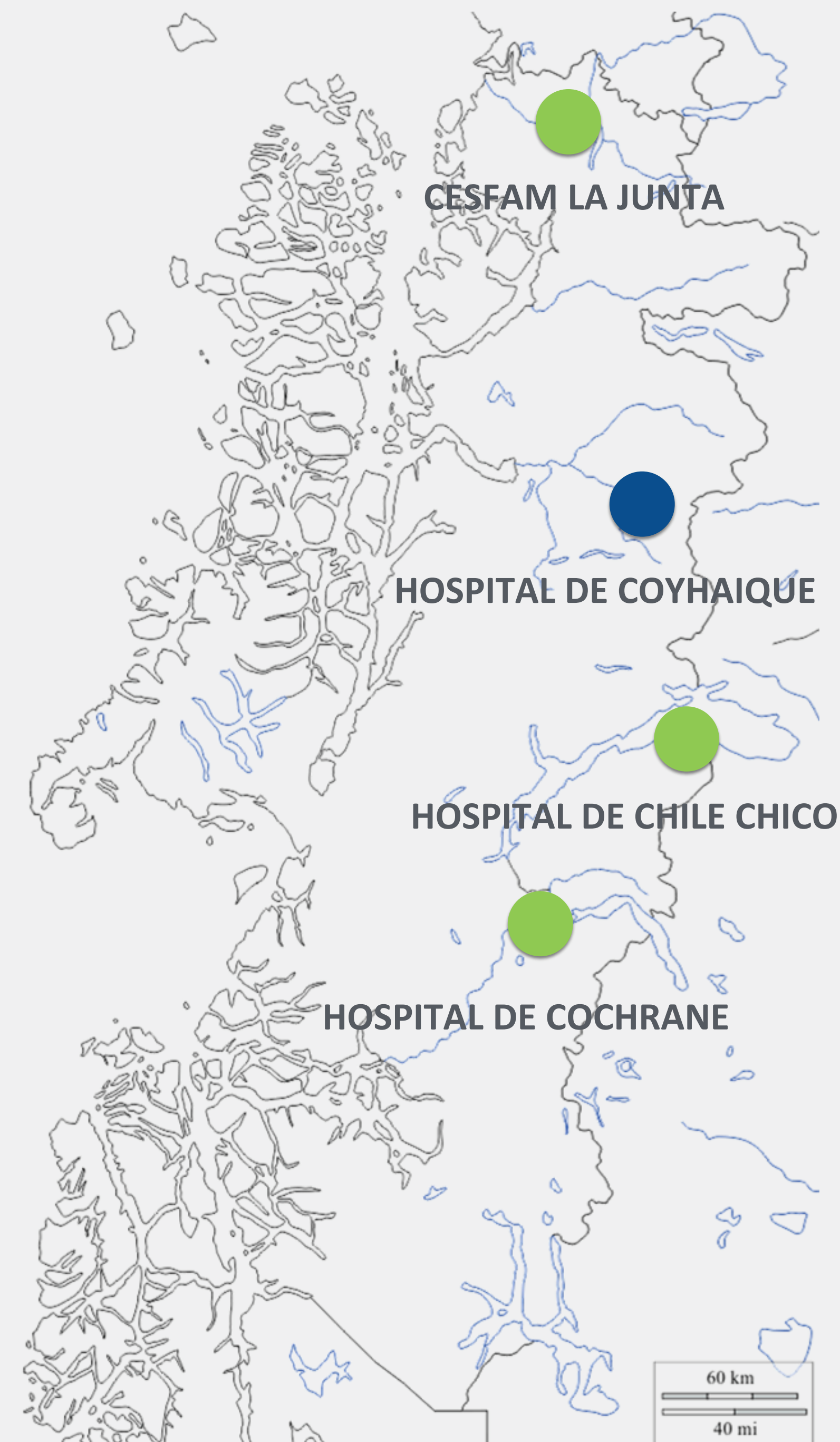


● DISEÑO CON CRITERIOS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN EDIFICACIÓN NUEVA

- **REPOSICIÓN DE HOSPITAL DE COCHRANE** – Terminado pronto a entregar
- **CESFAM DE LA JUNTA** – Terminado año 2018
- **NORMALIZACIÓN HOSPITAL DR. LEOPOLDO ORTEGA DE CHILE CHICO** – En licitación para diseño y construcción

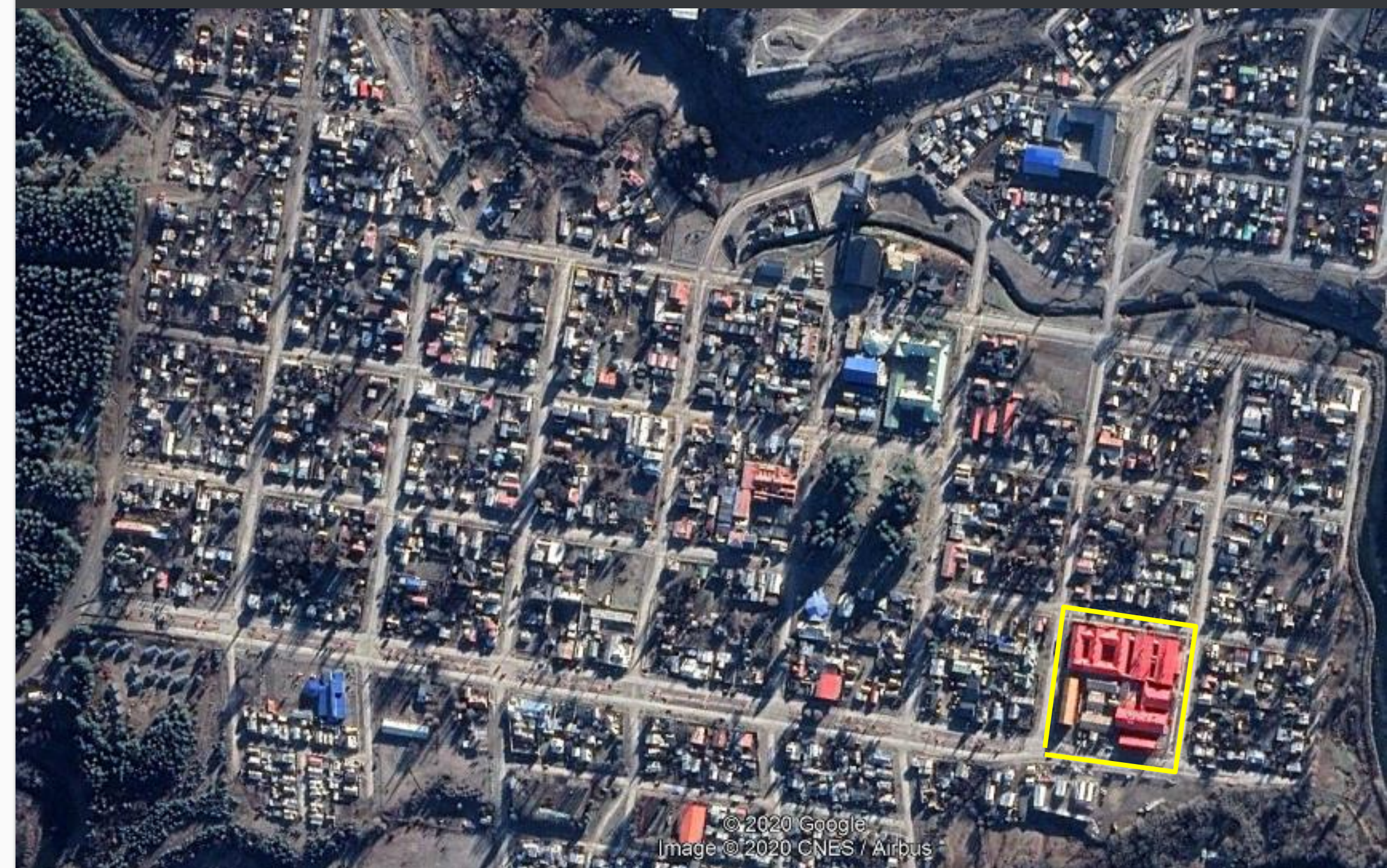
● MEJORA EN EFICIENCIA ENERGÉTICA EN EDIFICACIÓN EXISTENTE

- **HOSPITAL REGIONAL DE COYHAIQUE** – Implementación **COGENERACIÓN** año 2014 en hospital existente



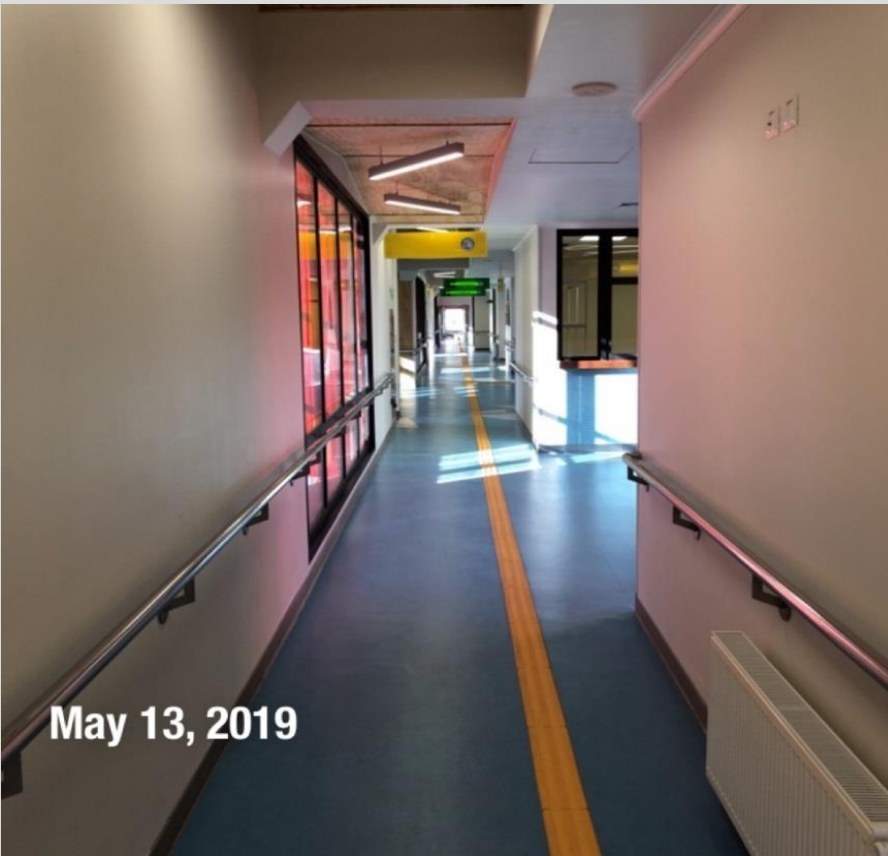
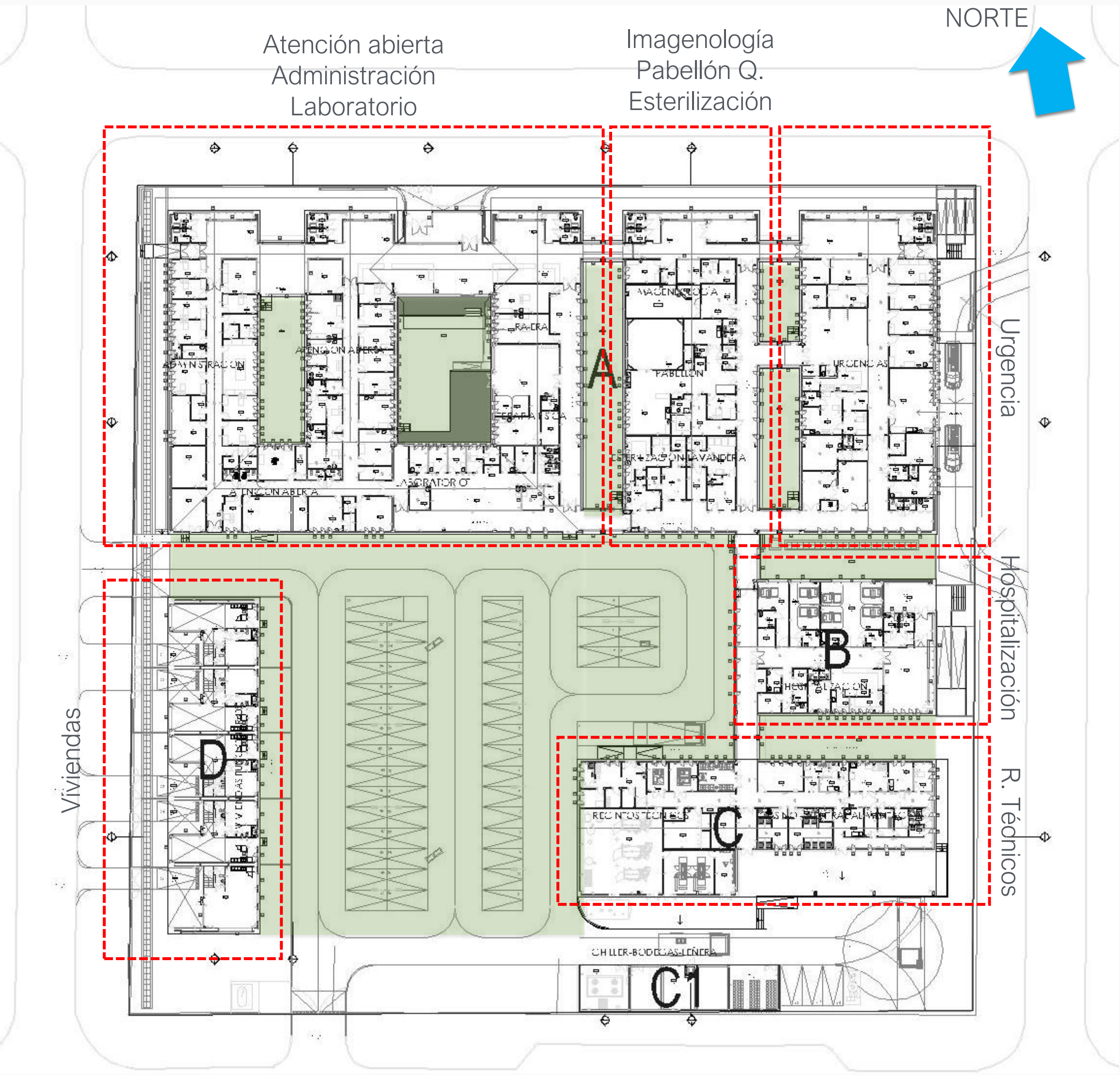
REPOSICIÓN DE HOSPITAL DE COCHRANE

- Unidad Técnica Servicio de Salud de Aysén
- Diseño 2015
- Término de construcción 2020
- Diseño arquitectura: South West Arquitectura
- Asesor Eficiencia Energética: Ing. Rodrigo Escobar
- Hospital de Baja Complejidad
- Superficie: 4600 m²
- 7 camas básicas

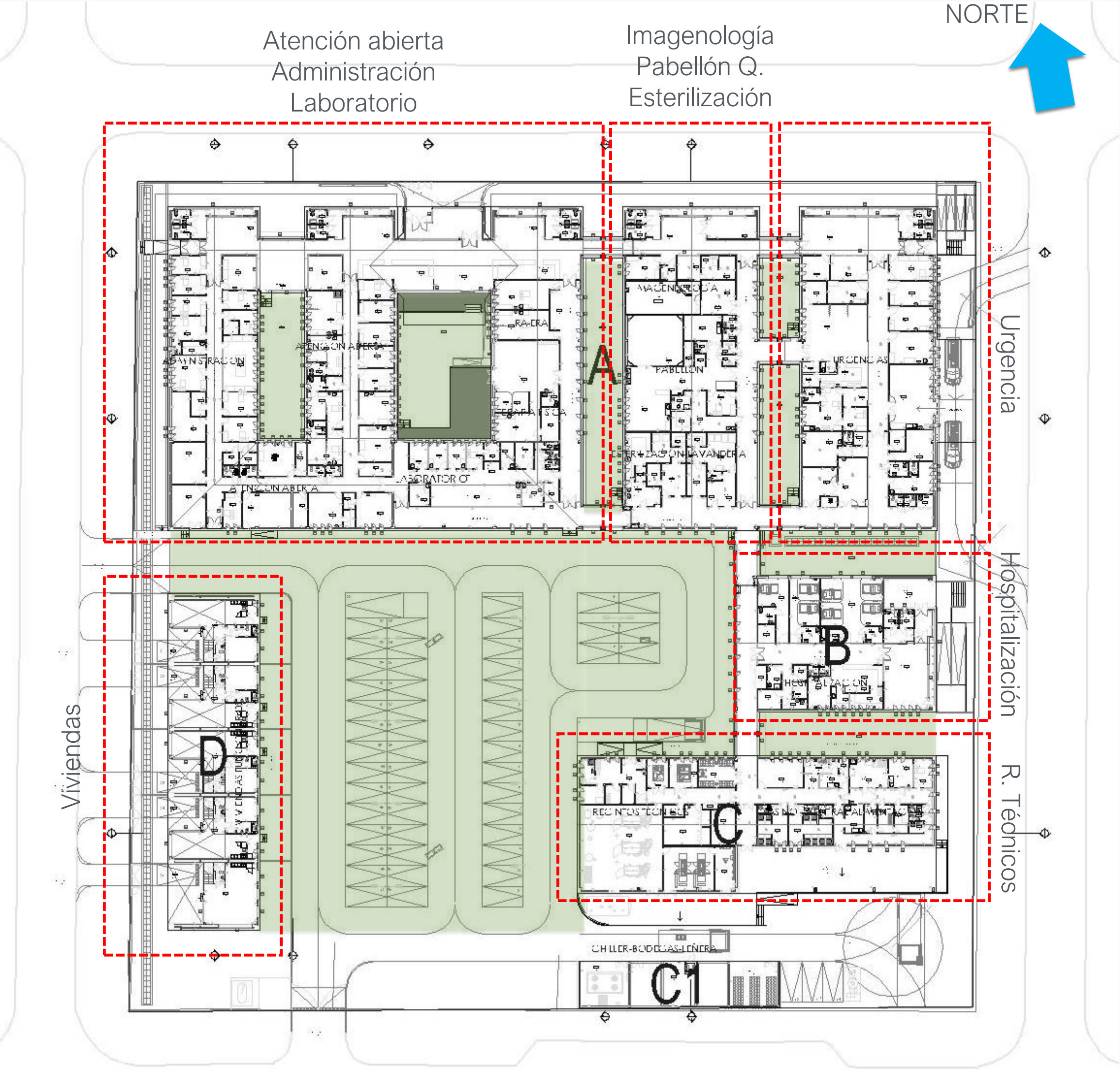


COCHRANE

REPOSICIÓN DE HOSPITAL DE COCHRANE

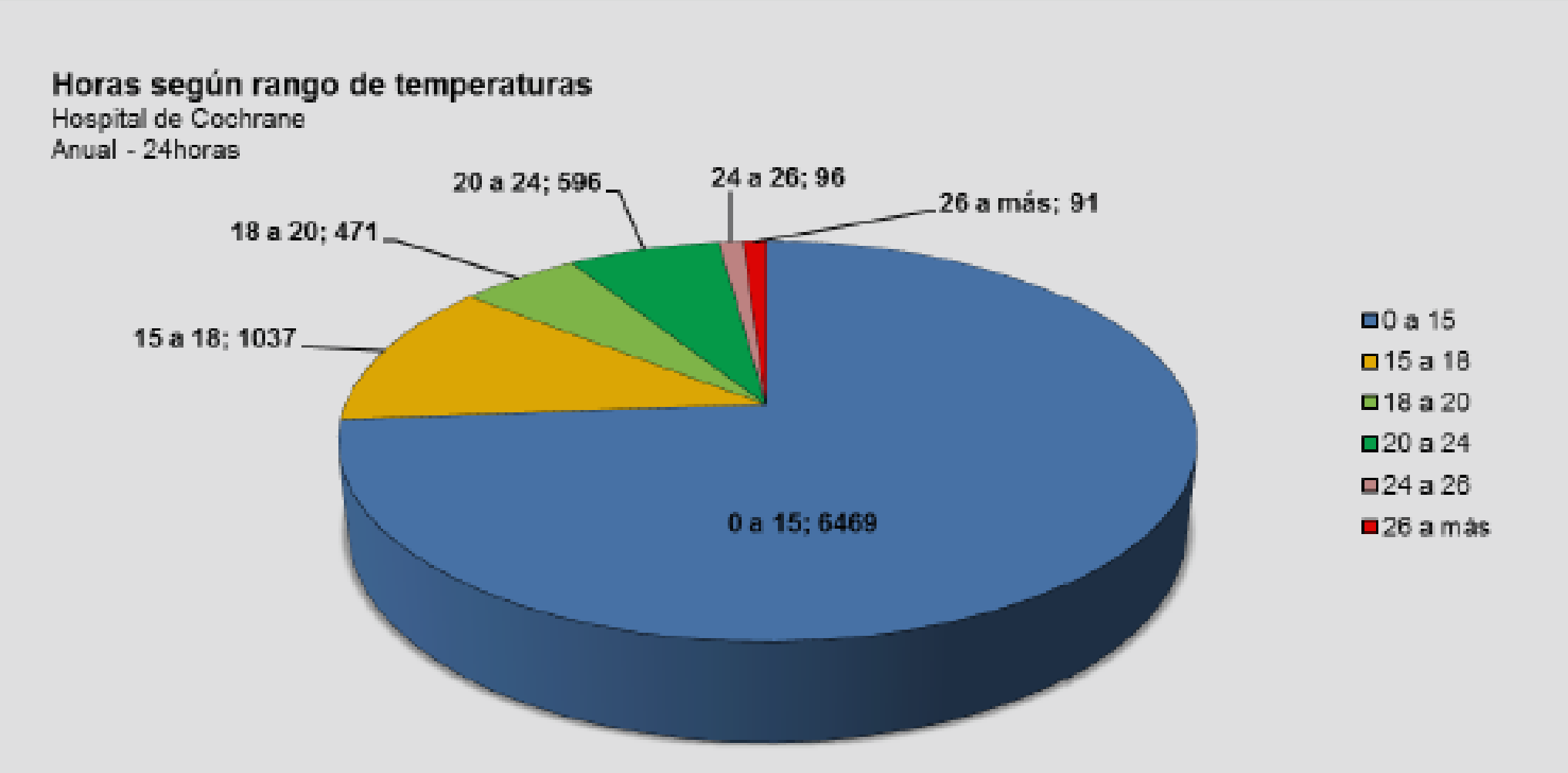
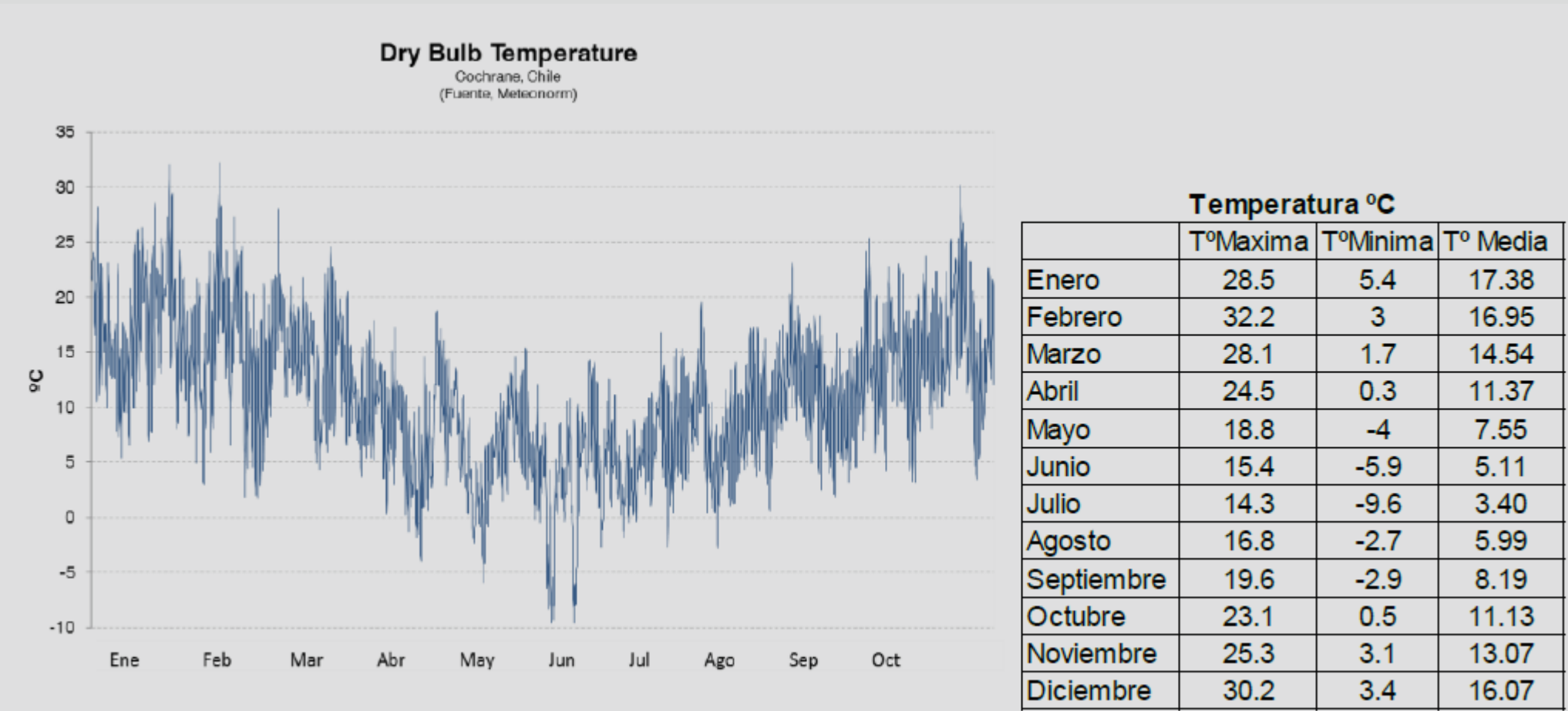


REPOSICIÓN DE HOSPITAL DE COCHRANE

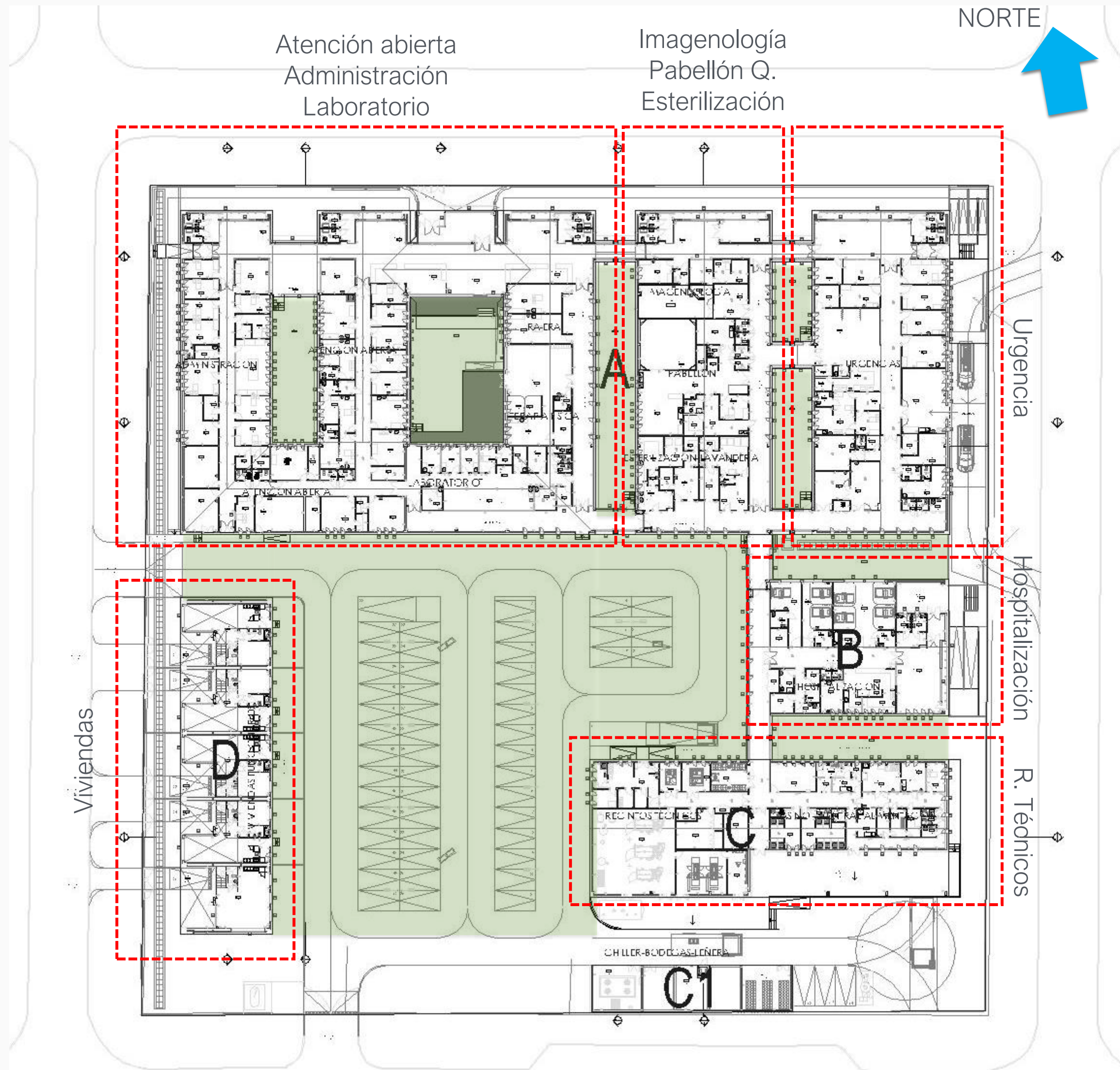


CLIMA

- Baja radiación solar especialmente en invierno
- Temperaturas, 91% de las horas anuales bajo los 20° C

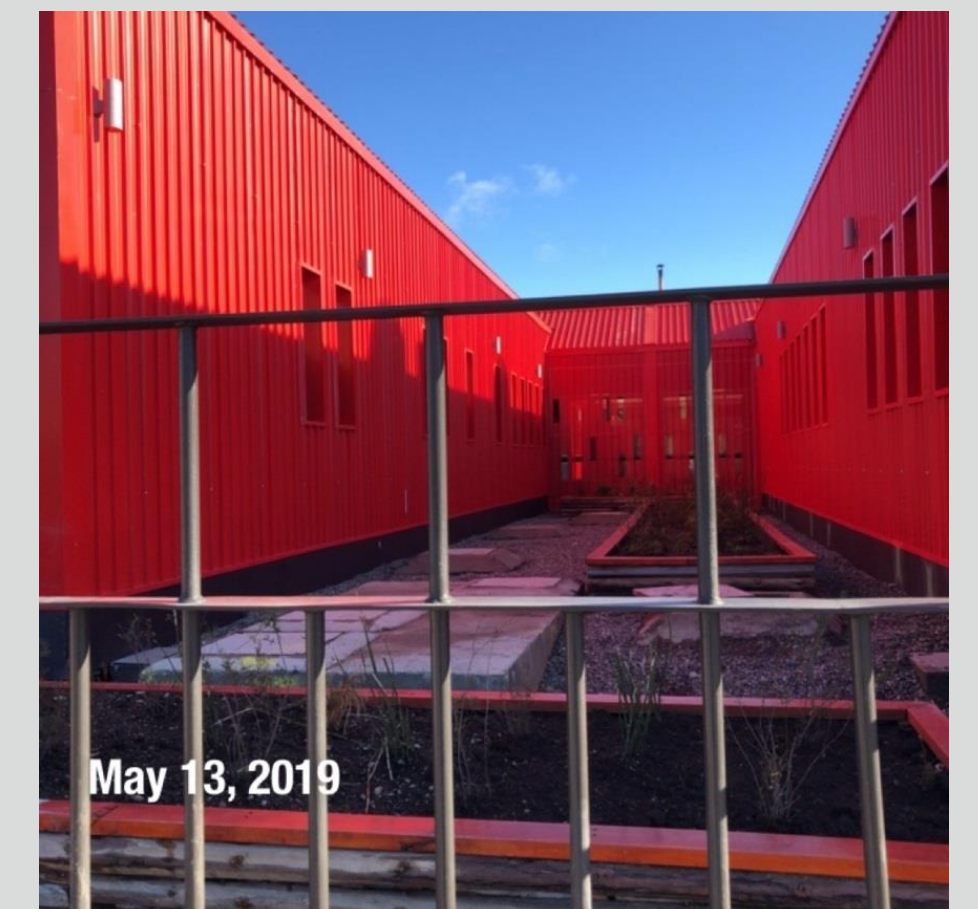


REPOSICIÓN DE HOSPITAL DE COCHRANE



VOLUMETRÍA Y ARQUITECTURA

- Configuración de patios – Asoleamiento y luz natural
- Ventanas bajo 30% de superficie respecto a muros
- Orientación hacia al norte de esperas y hospitalización
- Muros trombe

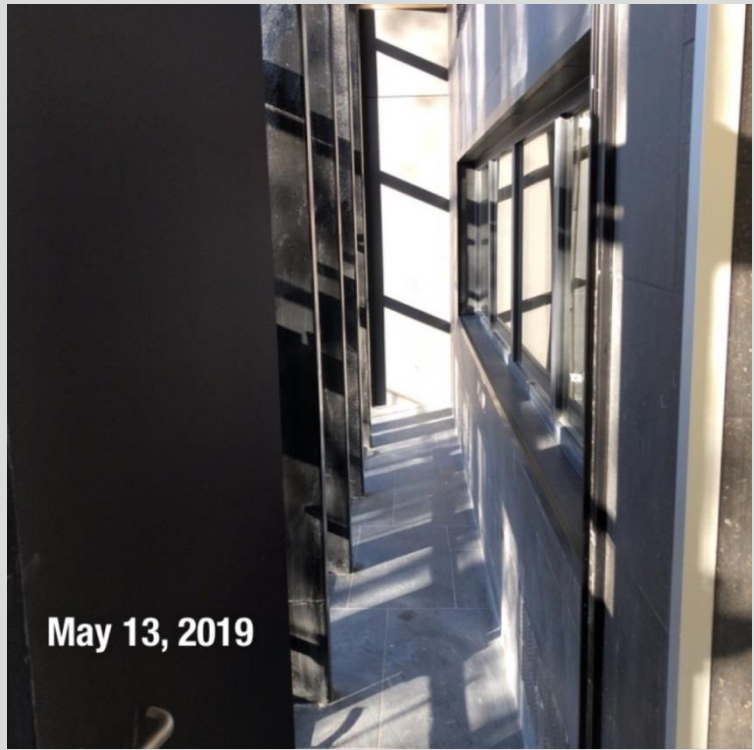
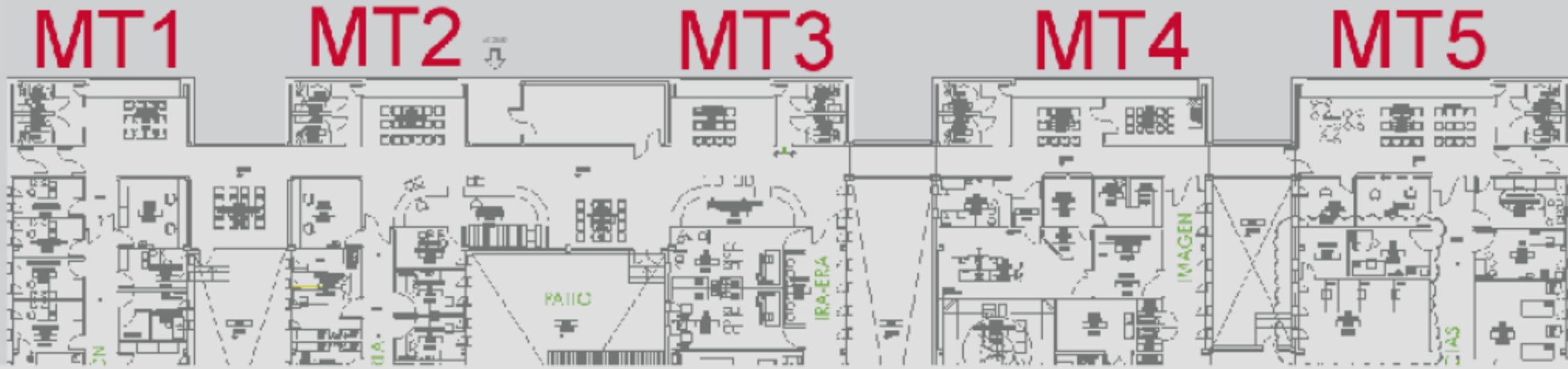
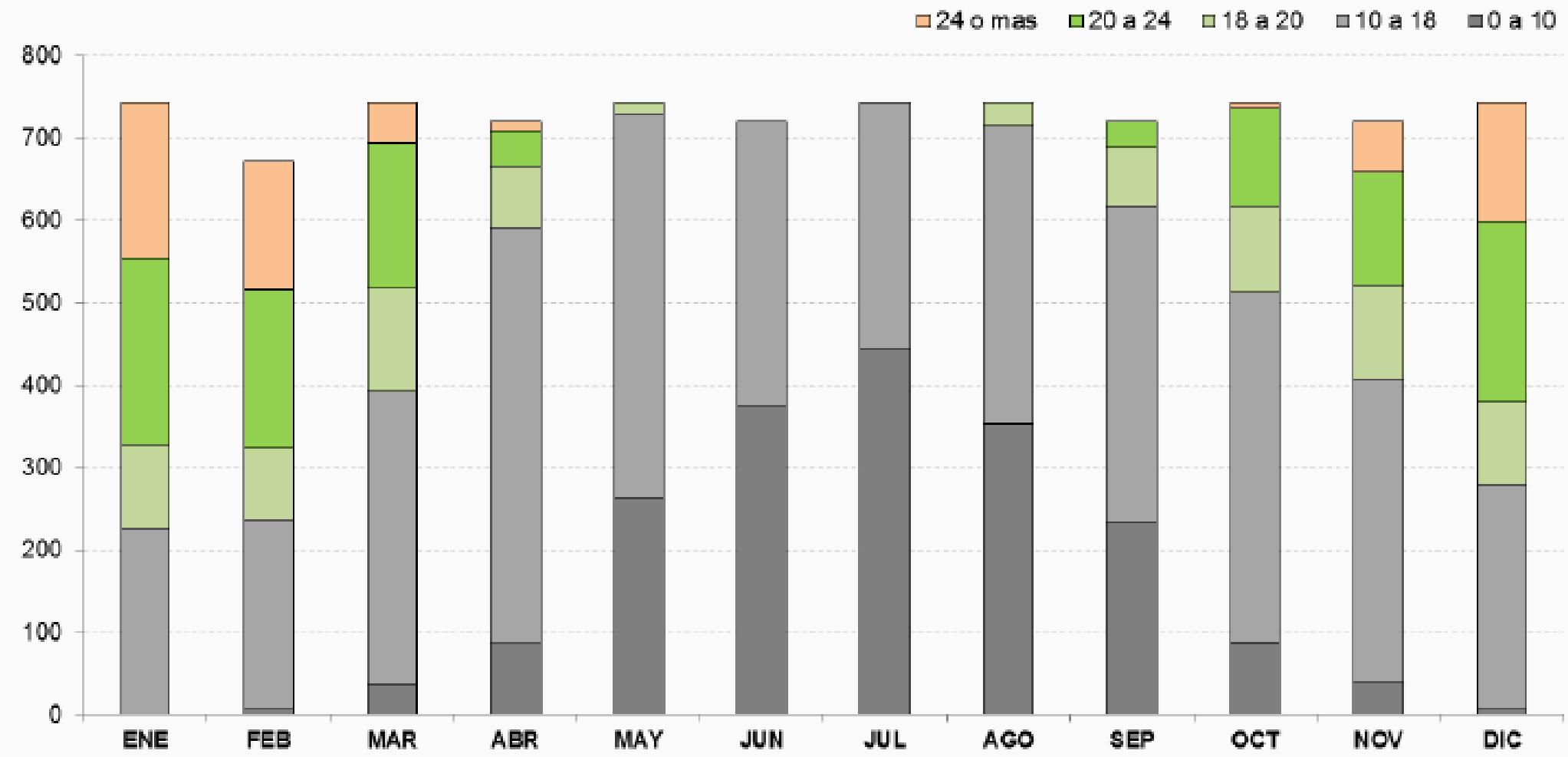


REPOSICIÓN DE HOSPITAL DE COCHRANE

MURO TROMBE

- Áreas de espera
- Sistema pasivo de recolección energía solar
- Transmisión del calor por convección o termocirculación
- Calendario de uso

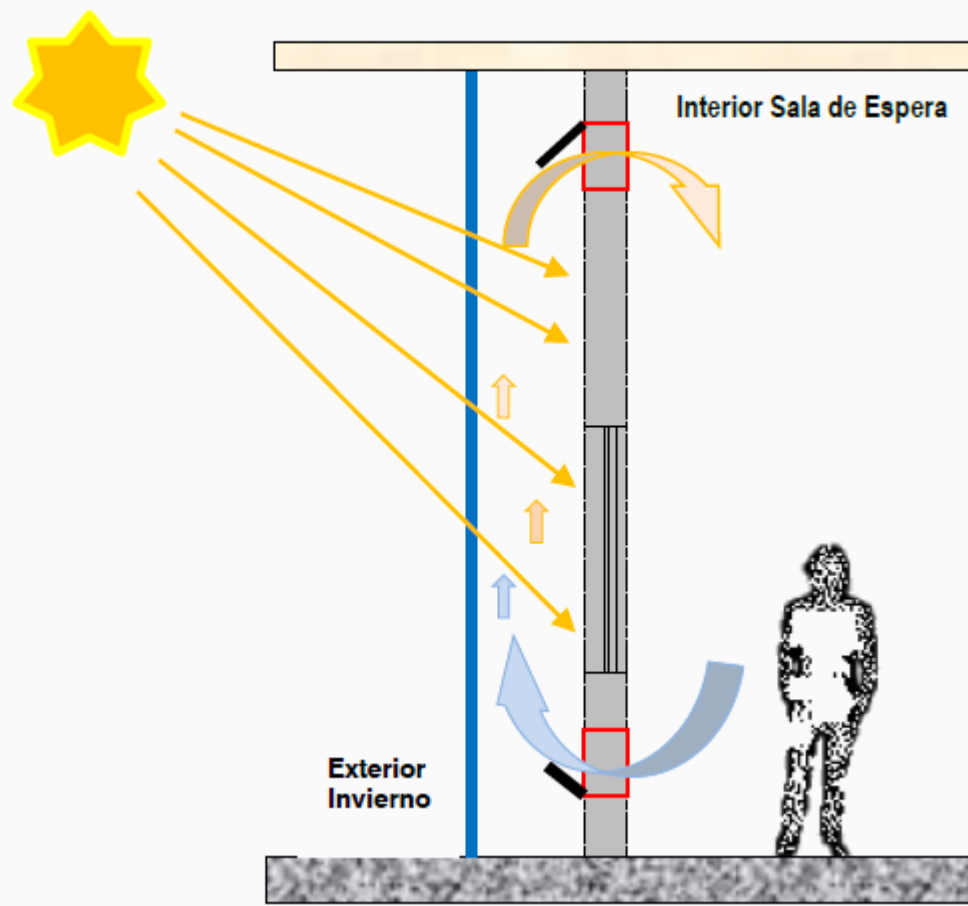
Horas Según Temperatura Cámara de Aire Muro Trombe
Hospital de Cochrane



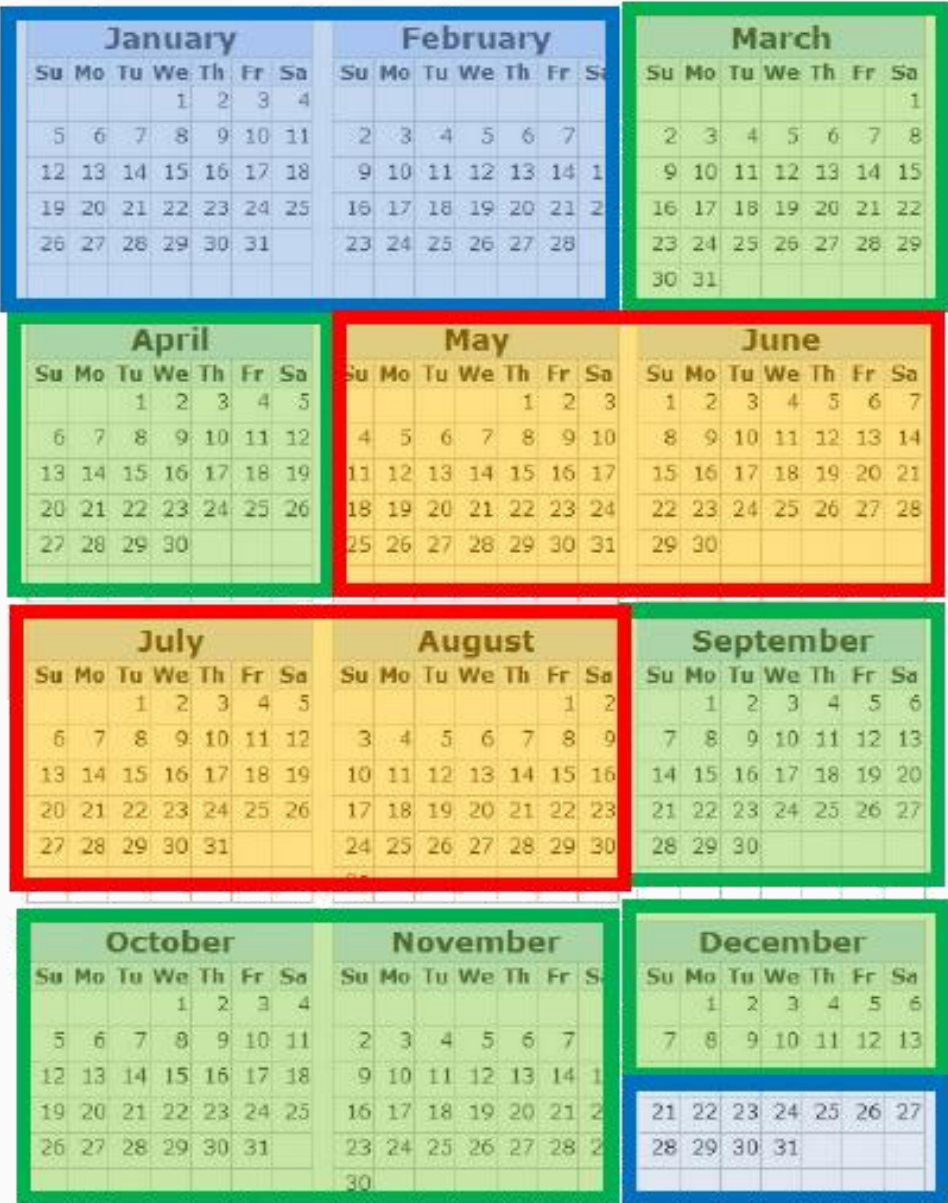
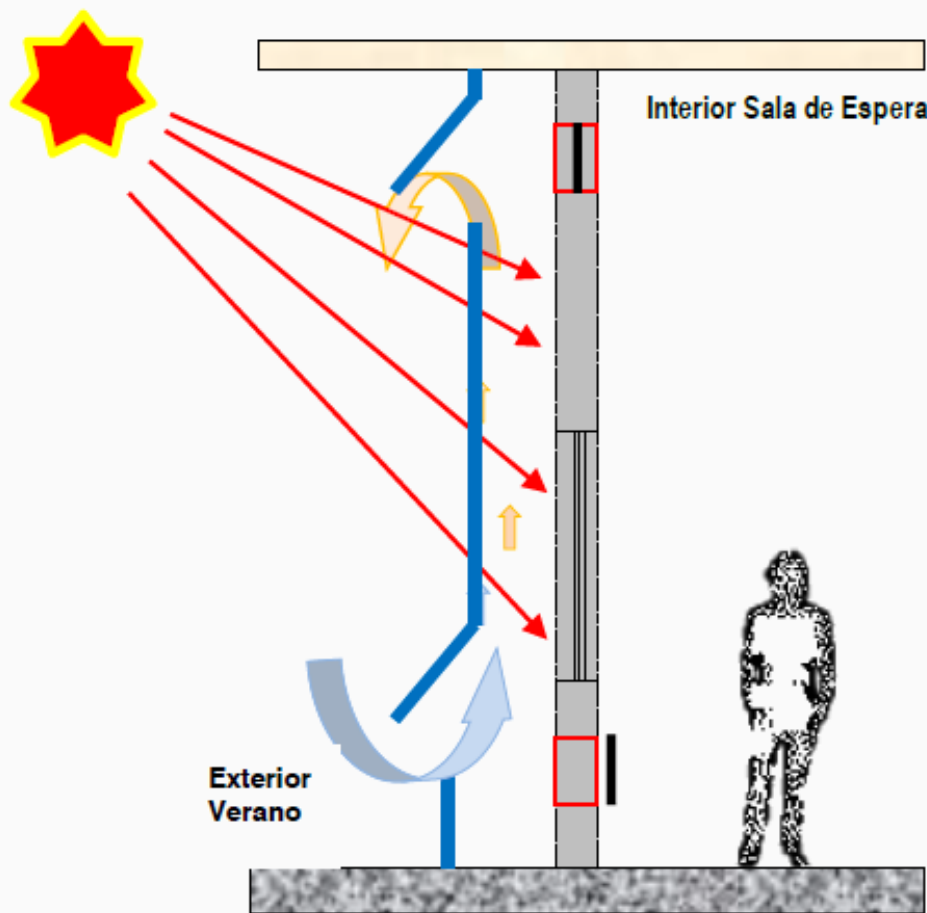
REPOSICIÓN DE HOSPITAL DE COCHRANE

MURO TROMBE

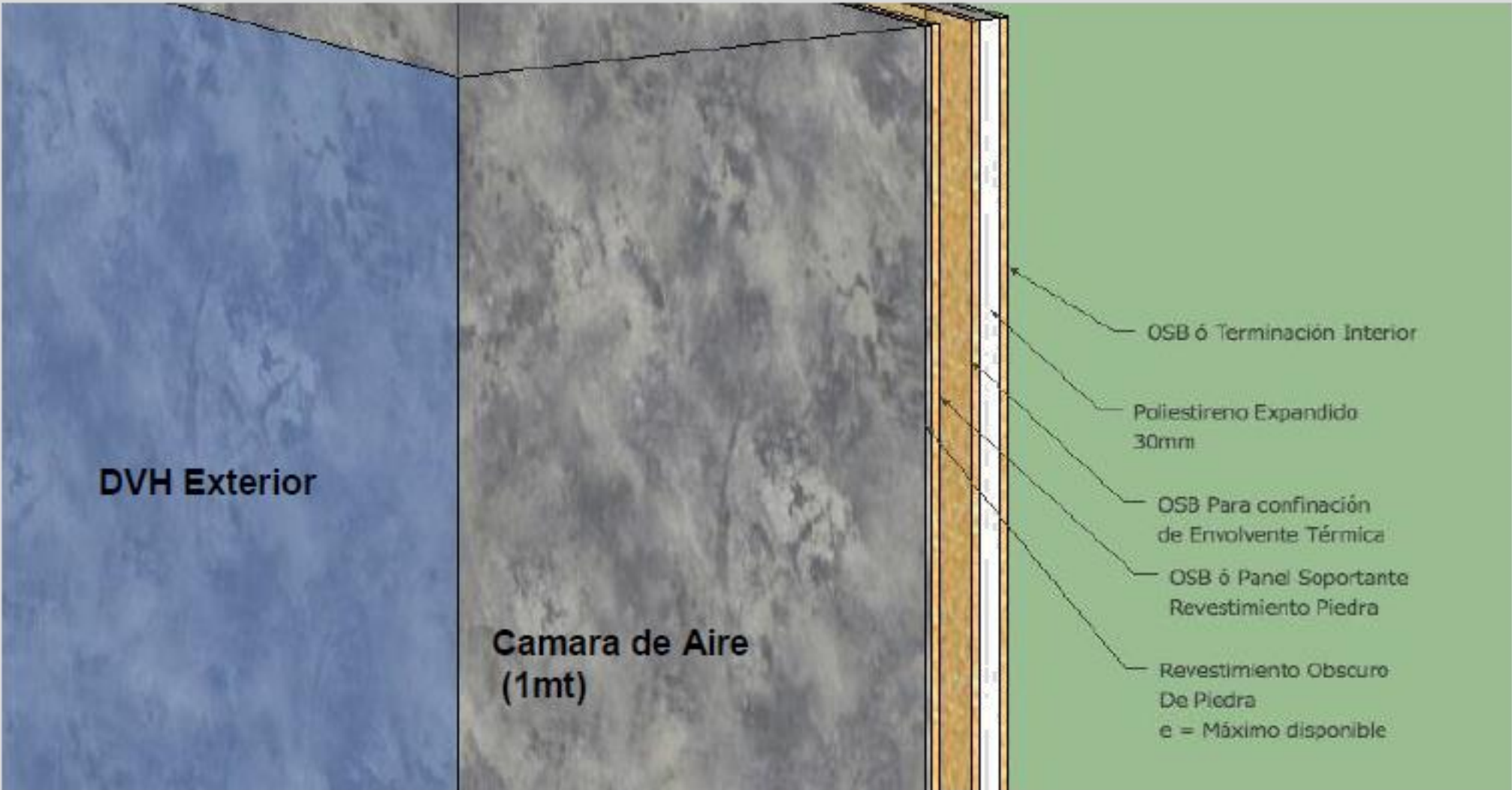
3.4.1 Propuesta Utilización de Muro Trombe



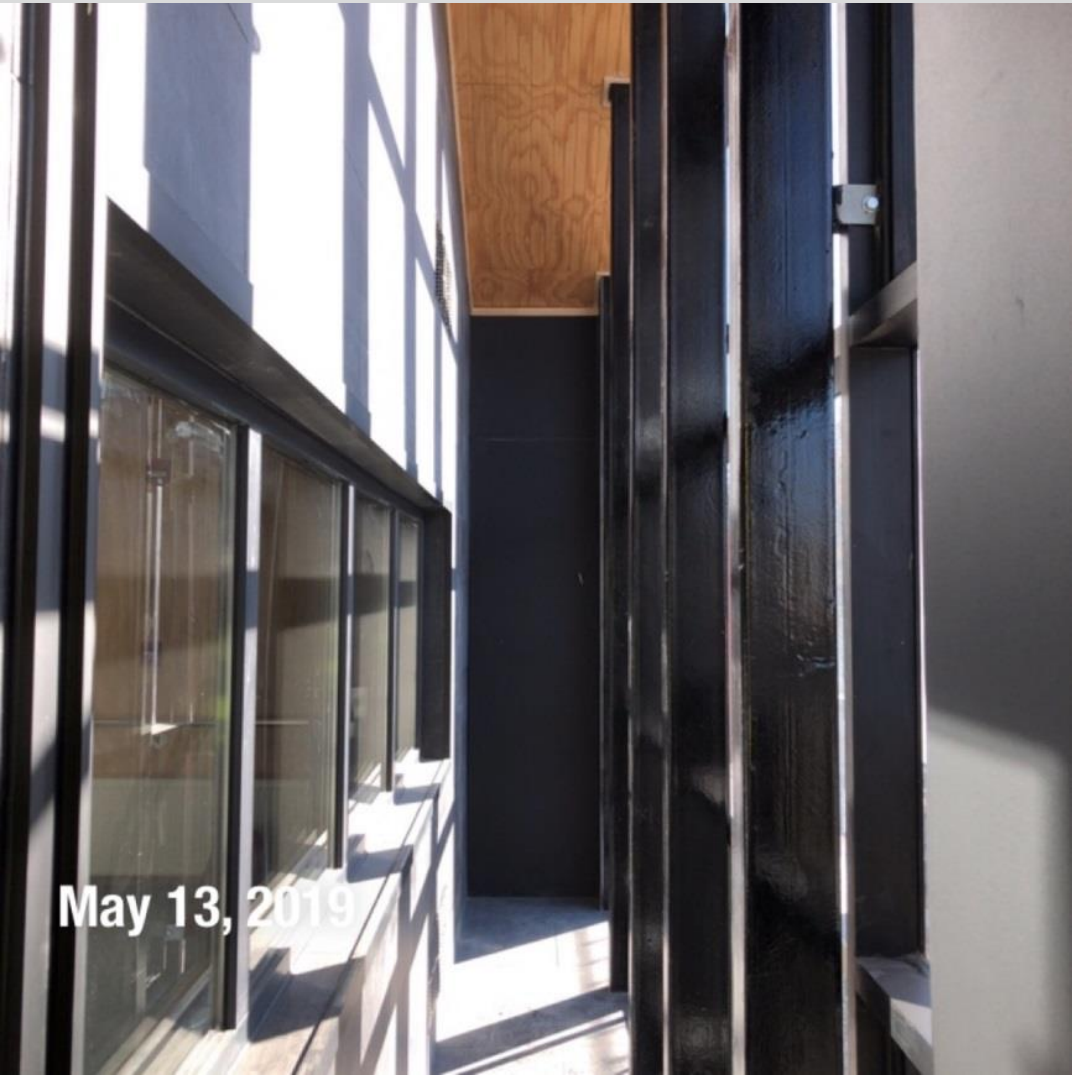
3.4.2 Propuesta Verano (Ventilación)



ESQUEMA

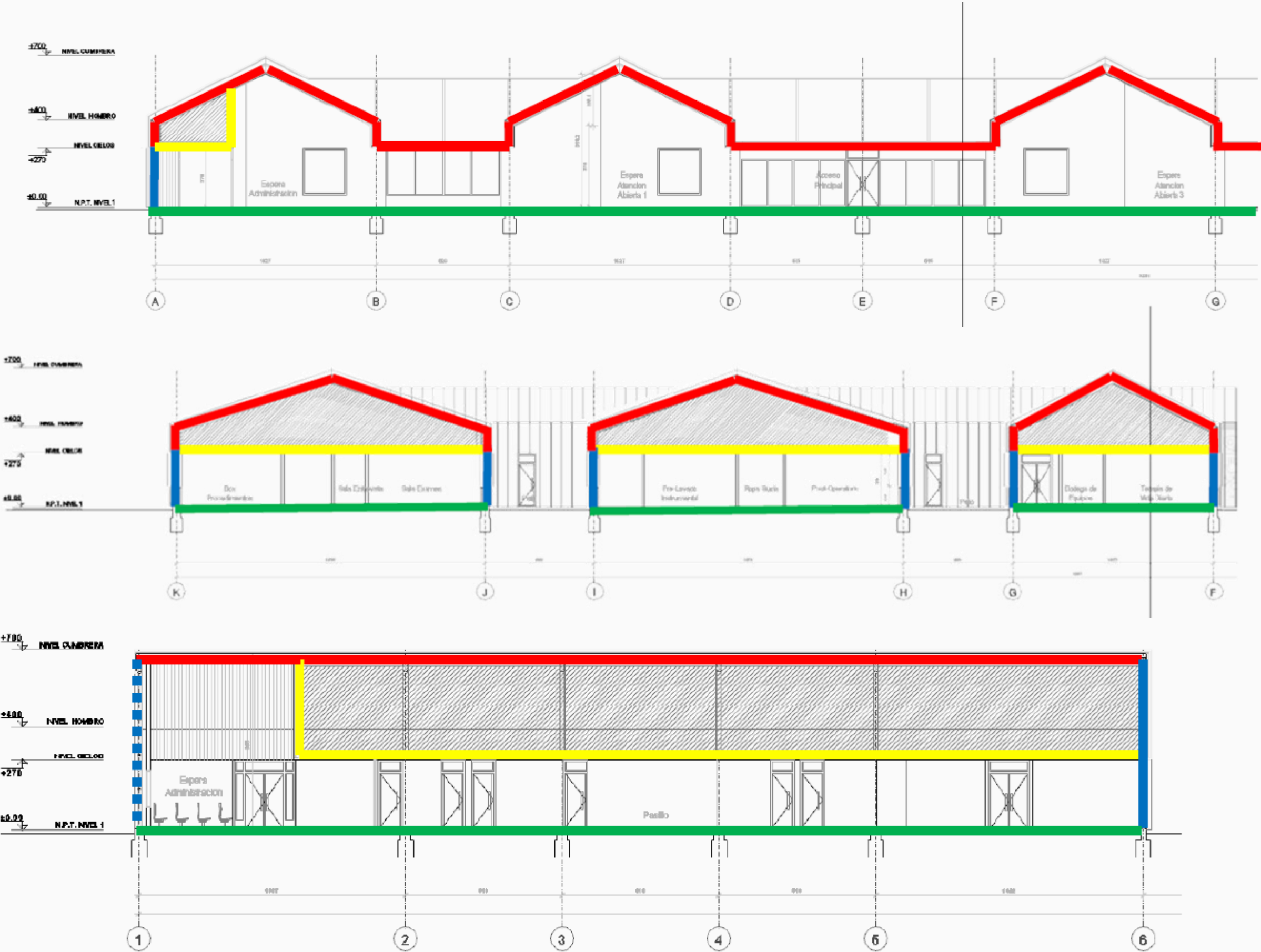


Esquema de Muro Trombe



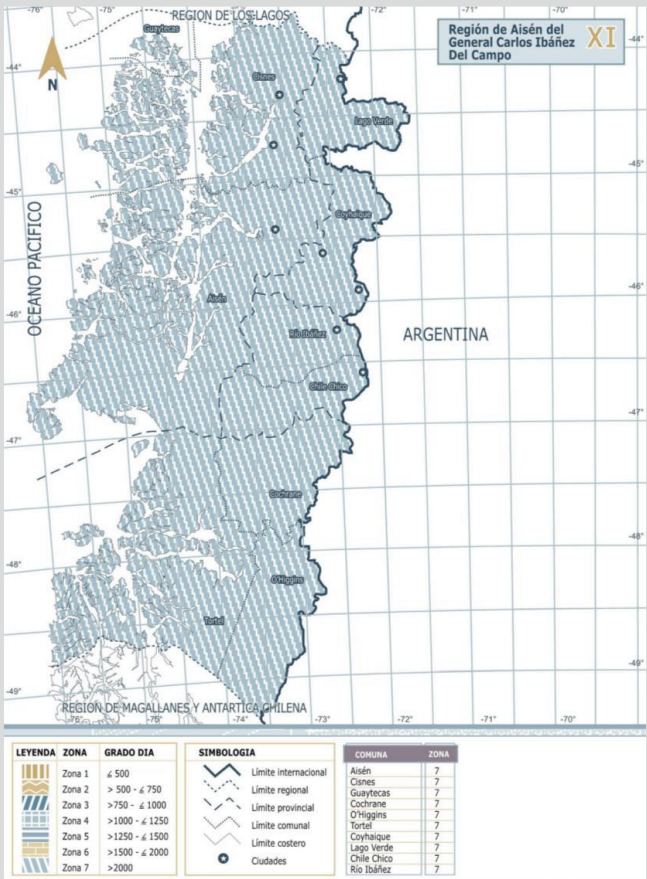
REPOSICIÓN DE HOSPITAL DE COCHRANE

ENVOLVENTE DE ALTA EFICIENCIA



<div></div>	Aislación Bajo Radier (Poliestireno expandido)
<div></div>	Aislación en cubiertas
<div></div>	Aislación en cielos falsos (lana mineral – Cielo Acústico)
<div></div>	Aislación en muros (Poliestireno expandido)
<div></div>	Muro Trombe

- Optimización de la aislación respecto a Reglamentación térmica de viviendas *OGUC Art.4.1.10*
- Poliestireno expandido, densidades diferenciadas
- Ventanas termopanel con marco de PVC



Zona	Techumbre		Muros		Pisos Ventilados	
	U [W/m²K]	Rt [m²K/W]	U [W/m²K]	Rt [m²K/W]	U [W/m²K]	Rt [m²K/W]
7	0.25	4.00	0.6	1.67	0.32	3.13

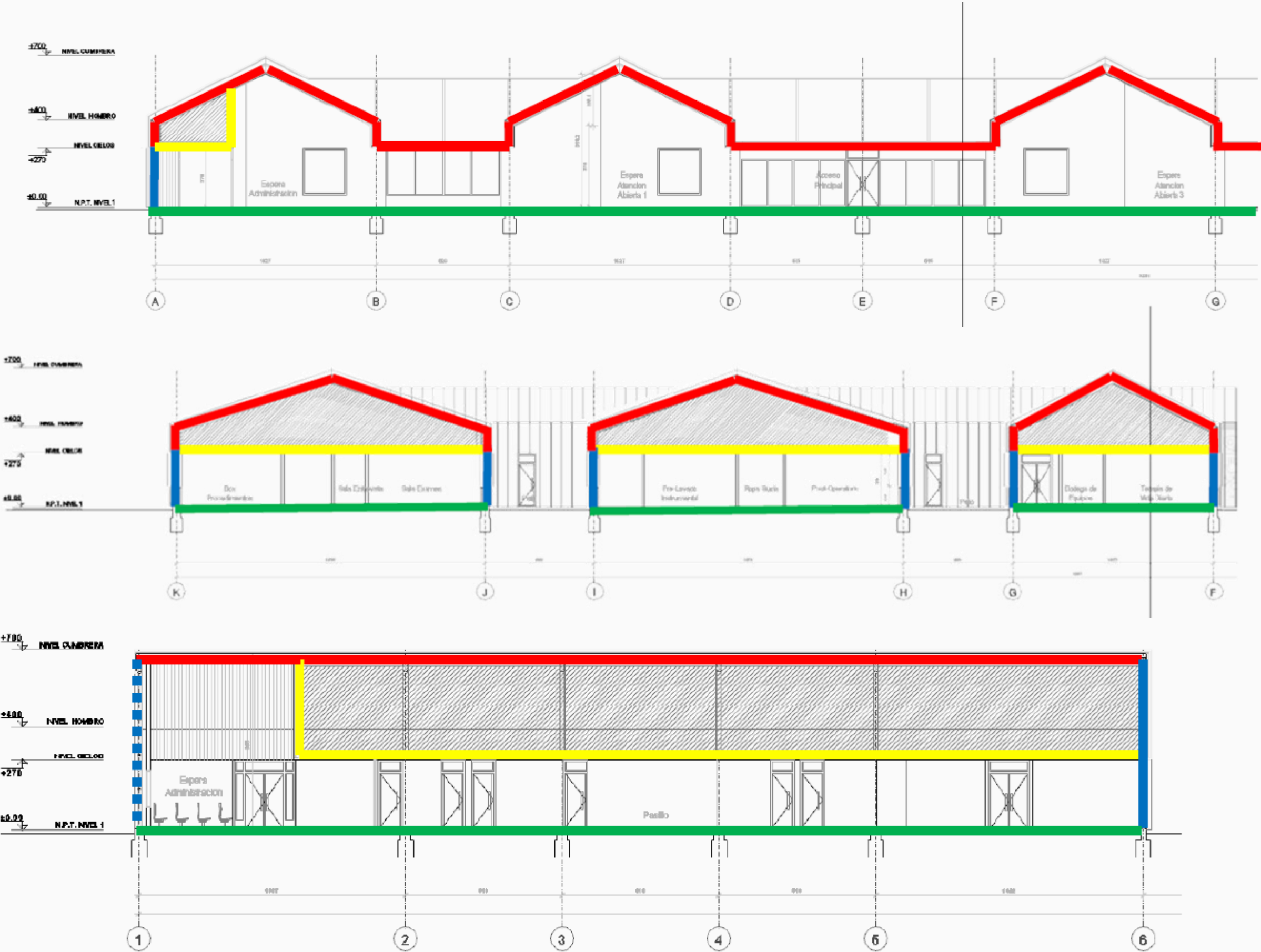
Ventanas			
Zona	Vidrio Monolítico (b)	DVH Doble Vidriado Hermético (c)	
		3.6 W/m²K ≥U>2.4 W/m²k (a)	U≤2.4 W/m²k
7	12%	28%	37%



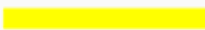


Densidades del PE

- 50 kg/m³. Se considera cuando es horizontal y va bajo losa o radier aislado en contacto con el terreno y como aislación en fundaciones.
- 30 kg/m³: Cuando es horizontal y por sobre el material es factible tránsito peatonal o vehicular. Retorno de alfeizar y de dintel de ventana de fachada.
- 20 kg/m³: Cuando es parte de la solución EIFS y está bajo los dos metros de altura. Generalmente va acompañada de malla de alto impacto según sistema.
- 15 kg/m³: Sobre los dos metros de altura en los paramentos verticales EIFS, bajo losa en cielo de estacionamientos

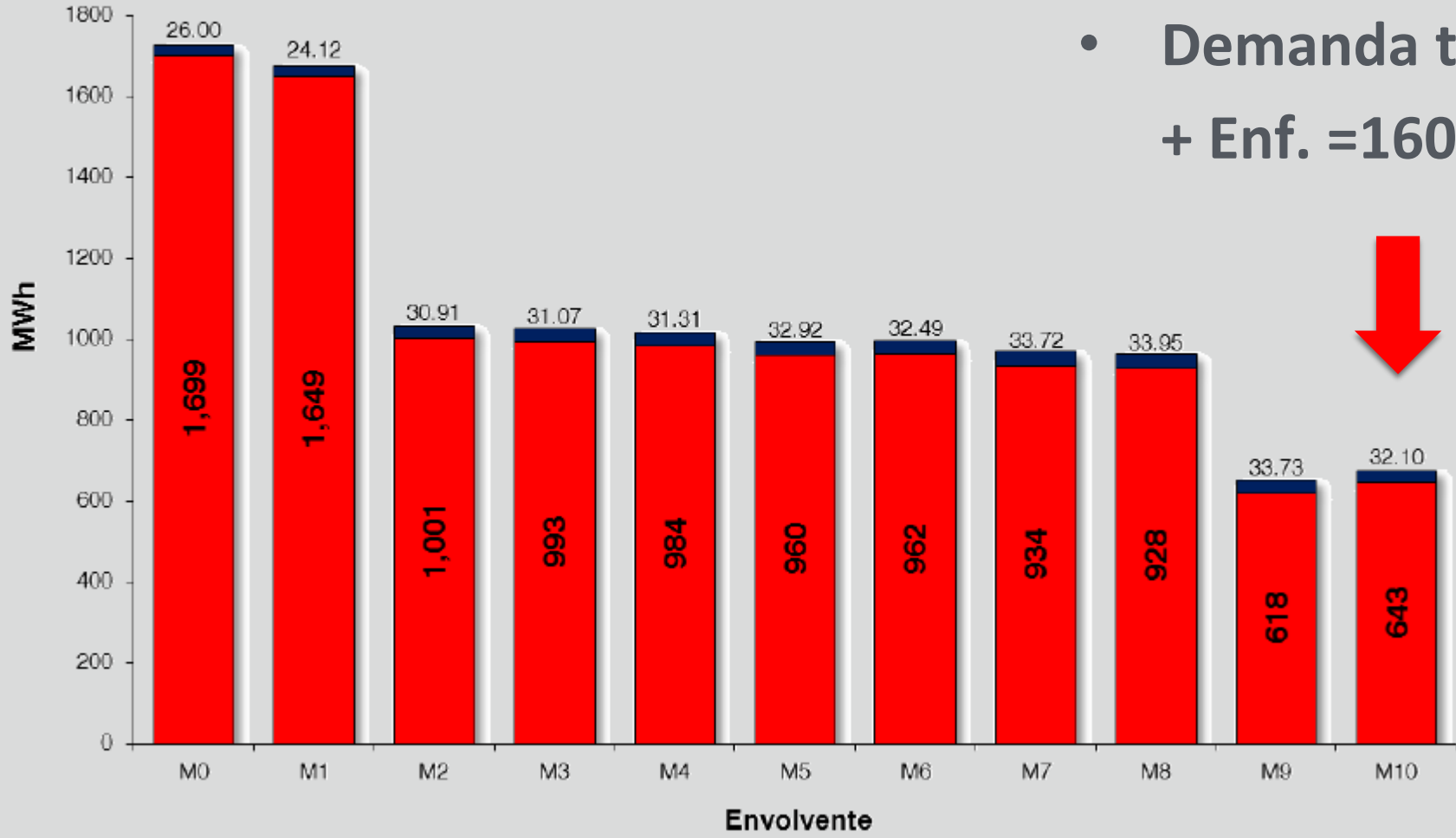
REPOSICIÓN DE HOSPITAL DE COCHRANE

ENVOLVENTE DE ALTA EFICIENCIA



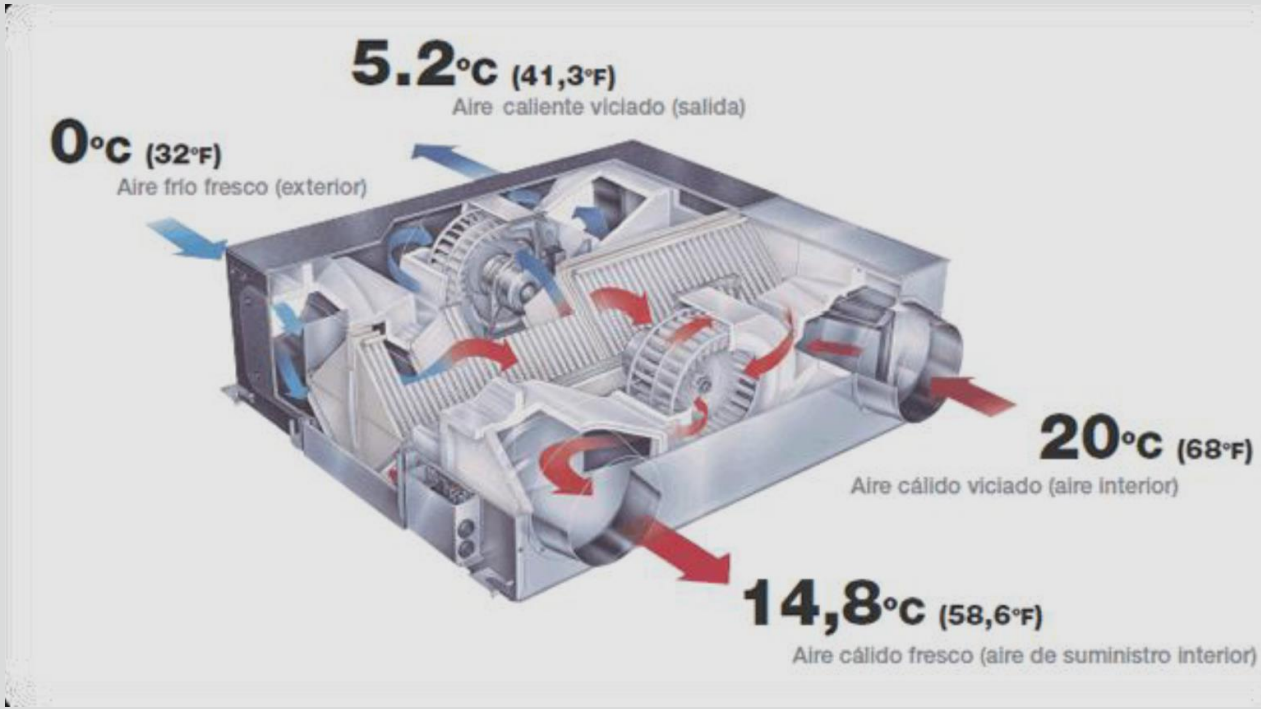
	Aislación Bajo Radier (Poliestireno expandido)
	Aislación en cubiertas
	Aislación en cielos falsos (lana mineral – Cielo Acústico)
	Aislación en muros (Poliestireno expandido)
	Muro Trombe

Optimización Energética de Envolvente Demanda Energía Anual Hospital de Cochrane



• Demanda total Calef + Enf. =160 kWh/m2

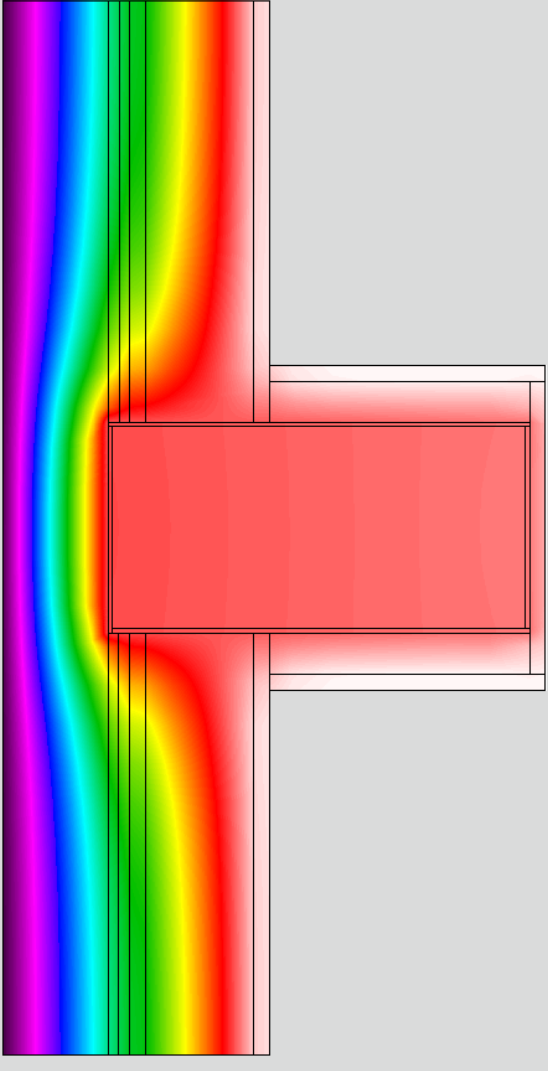
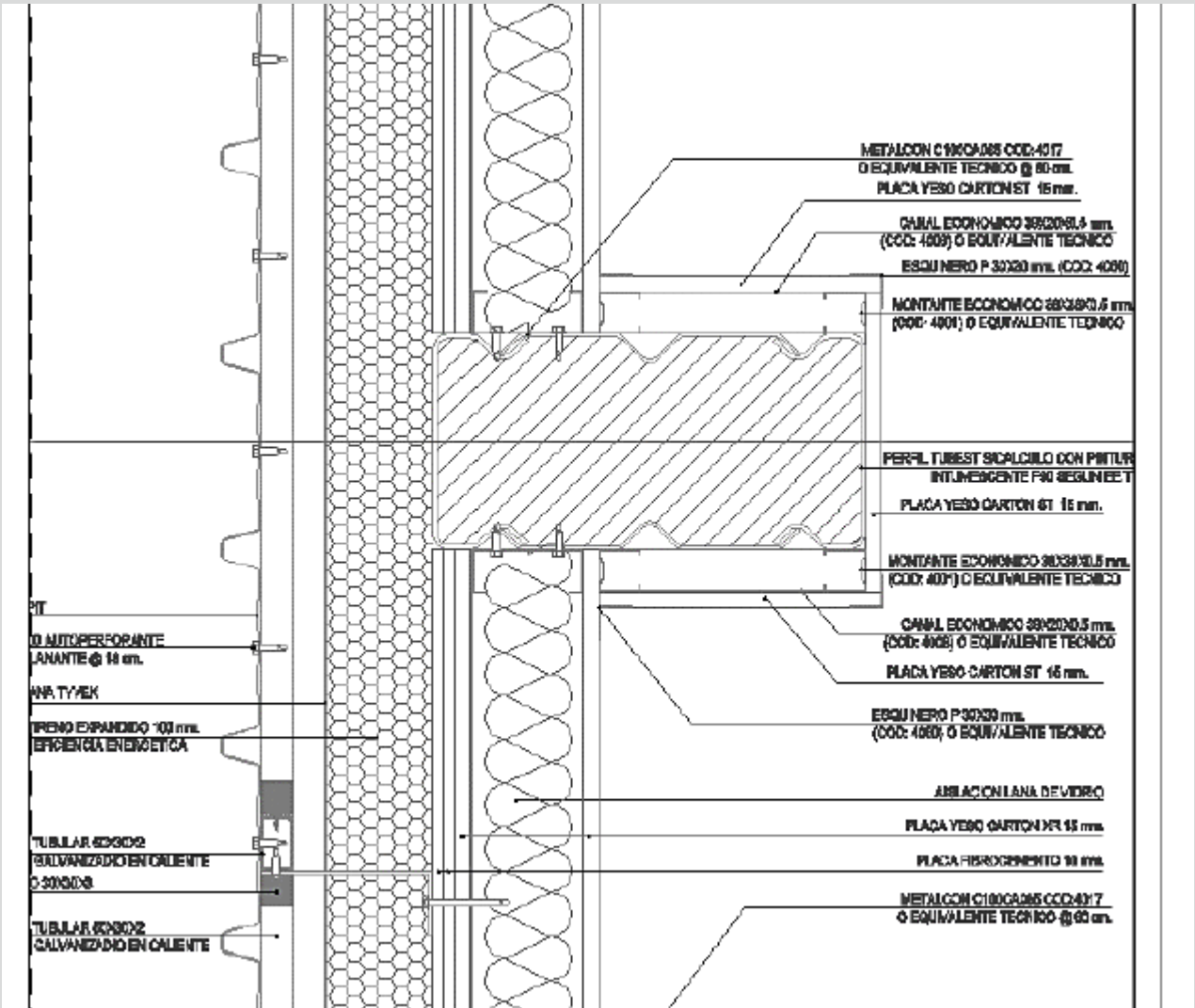
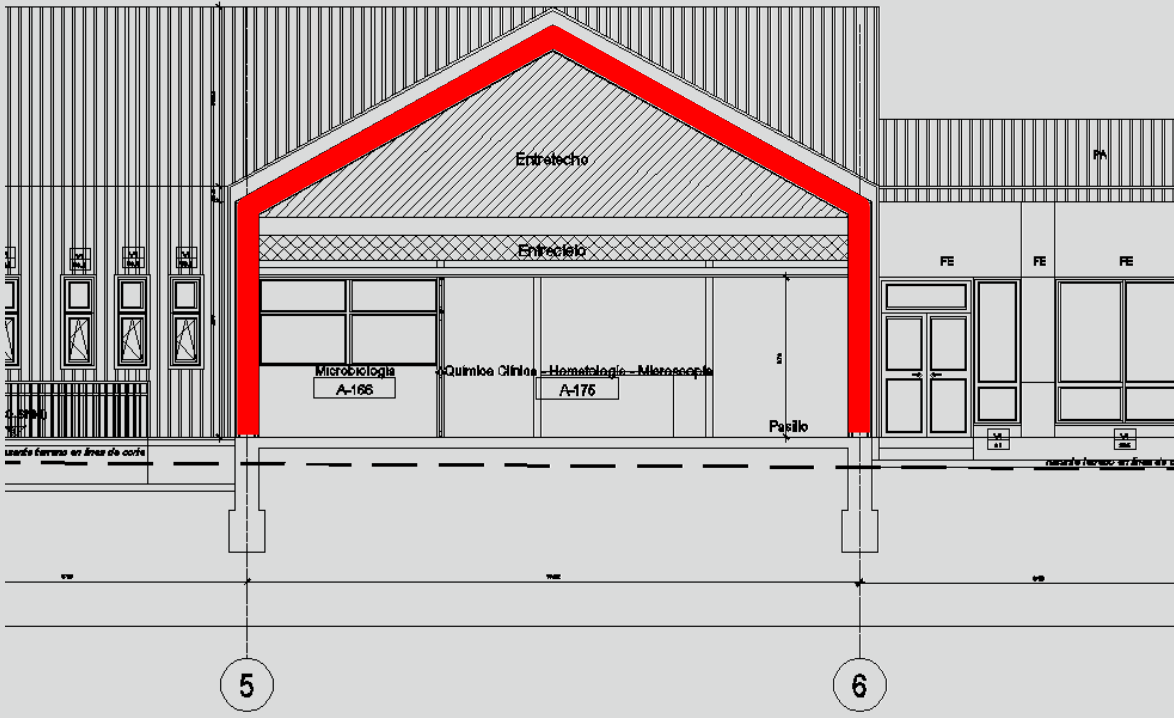
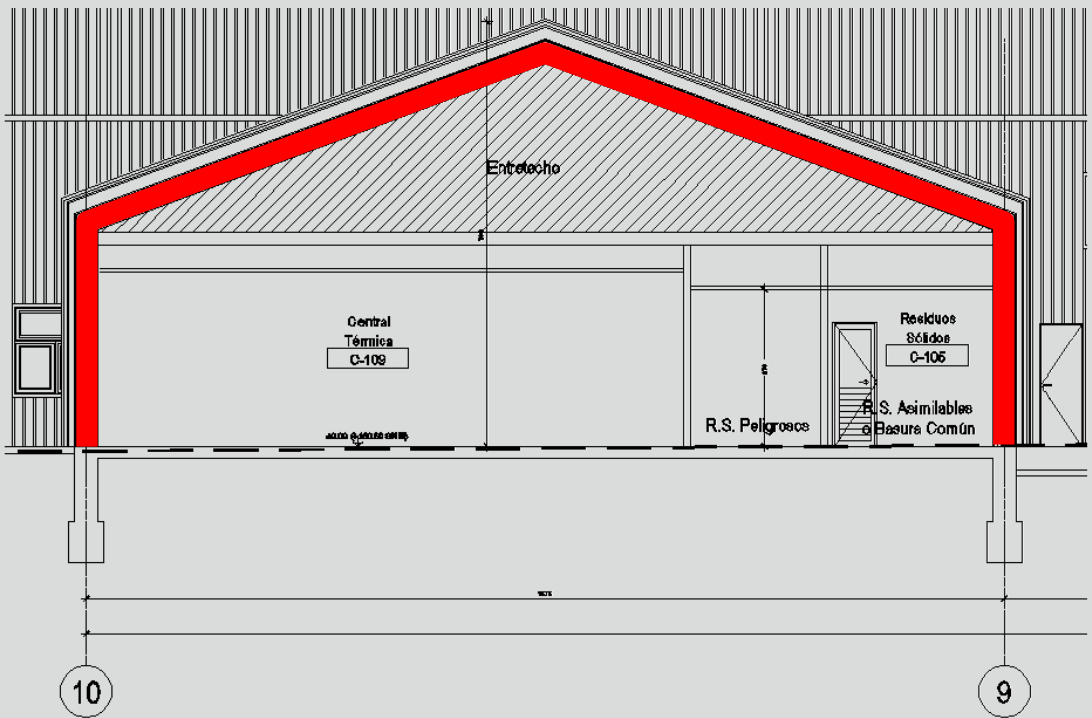
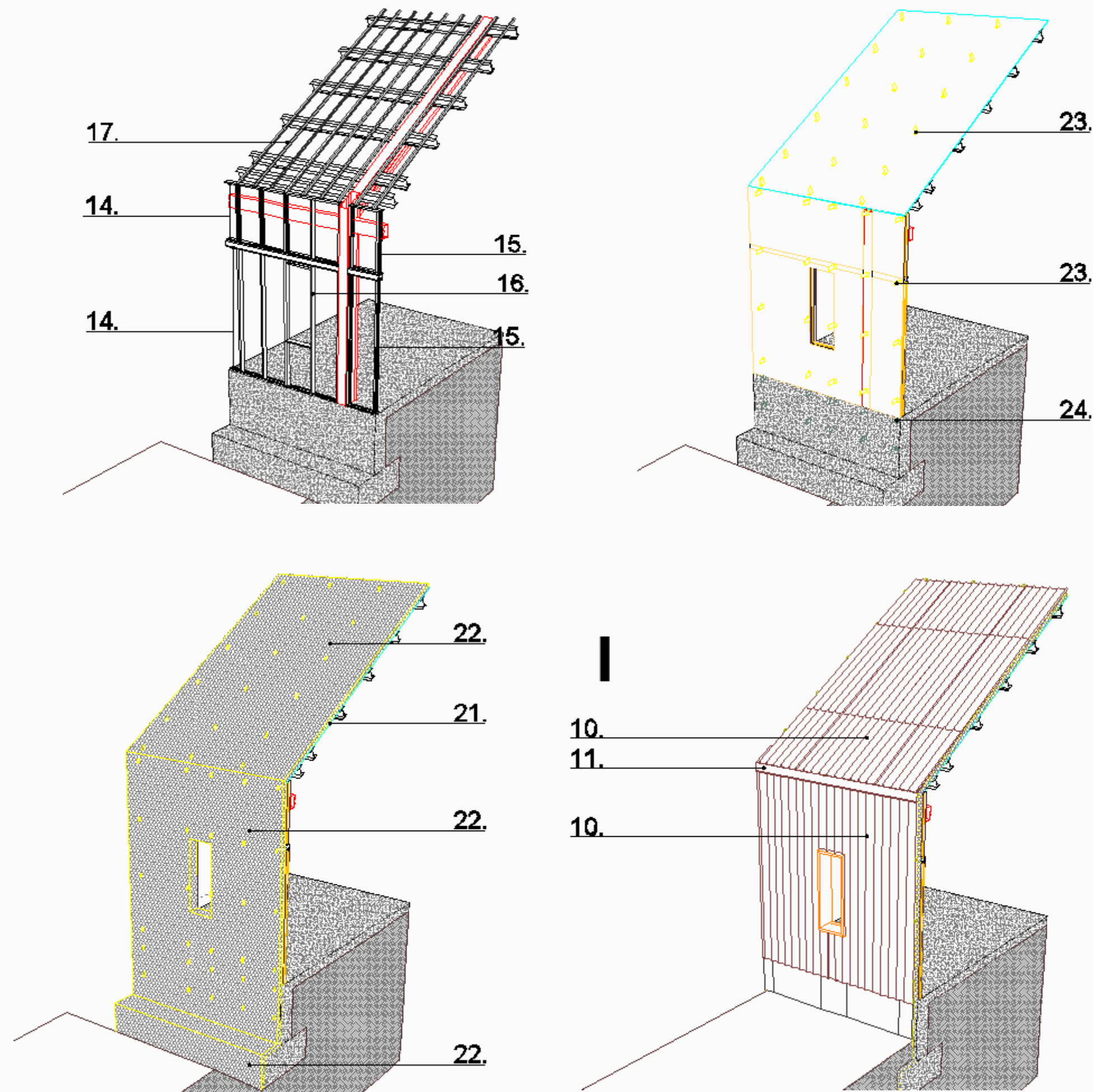
	Cubierta [mm]	Muro [mm]	Losa/Vent	Radier [mm]	Vidrio	Temp °C	Recup. de Calor [%]
M0	0	0	0	0	Simple	Perfil	0%
M1/Acus	0	0	0	0	DVH	Perfil	0%
M2 - U.Base	EPS130	ES80	EPS120	EPS50	DVH	Perfil	0%
M3	EPS150	ES80	EPS120	EPS50	DVH	Perfil	0%
M4	EPS150	ES100	EPS120	EPS50	DVH	Perfil	0%
M5	EPS150	ES100	EPS120	EPS80	DVH	Perfil	0%
M6	EPS150	ES100	EPS120	EPS80	DVH	Perfil	0%
M7	EPS200	ES120	EPS150	EPS100	DVH	Perfil	0%
M8	EPS200	ES150	EPS150	EPS100	DVH	Perfil	0%
M9	EPS200	ES150	EPS150	EPS100	DVH	Perfil	40%
M10	EPS150	ES100	EPS120	EPS80	DVH	Perfil	40%



REPOSICIÓN DE HOSPITAL DE COCHRANE

ENVOLVENTE DE ALTA EFICIENCIA

- Aislación Continua – Ruptura de puentes térmicos



REPOSICIÓN DE HOSPITAL DE COCHRANE

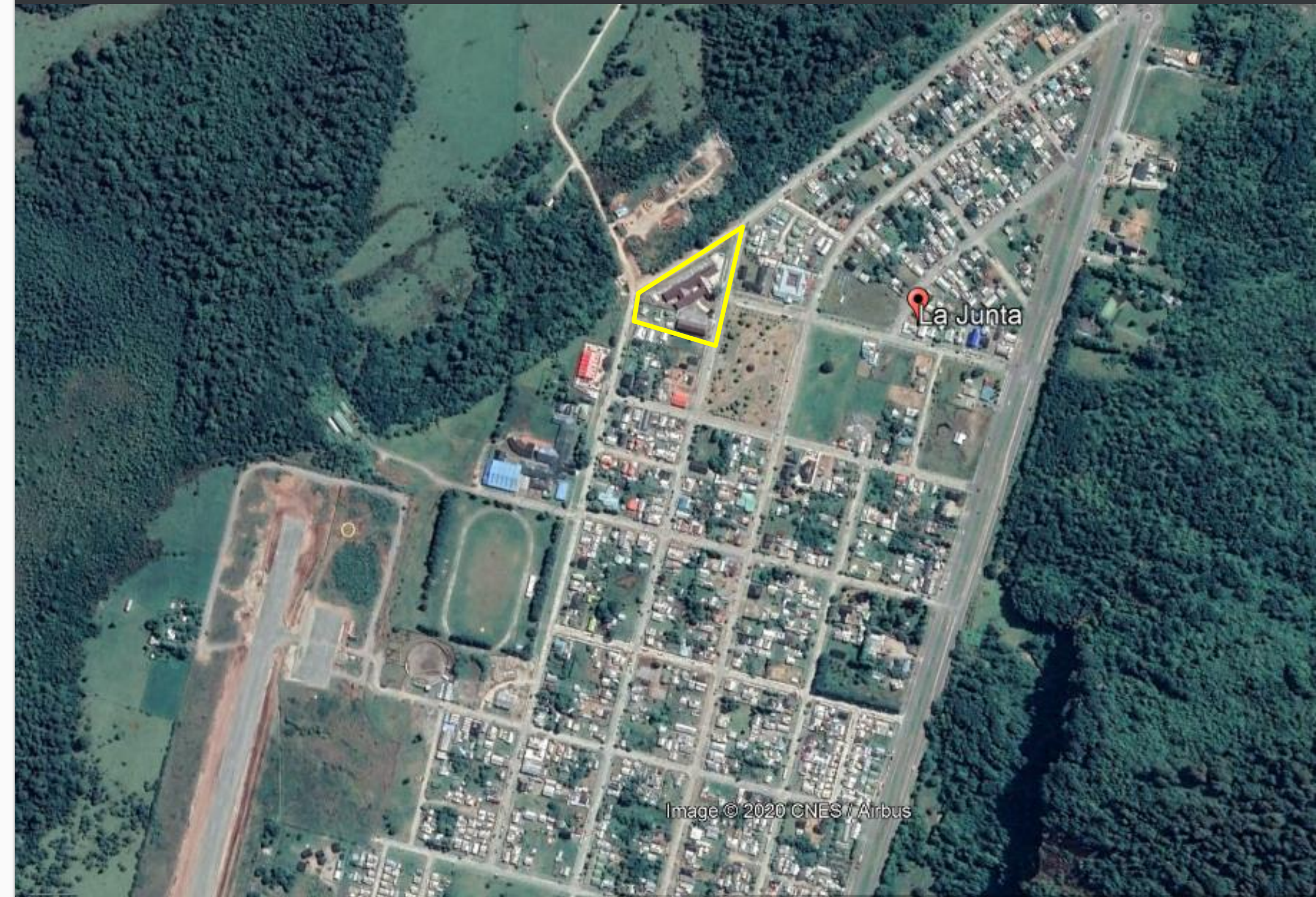
SISTEMAS ACTIVOS

- Iluminación con luminarias fluorescentes y LED en exteriores
- Ventilación mecánica mediante UMAS con recuperación de calor
- Calefacción con caldera a biomasa de alto rendimiento al 94%
- Enfriamiento eléctrico mediante chiller para meses de verano



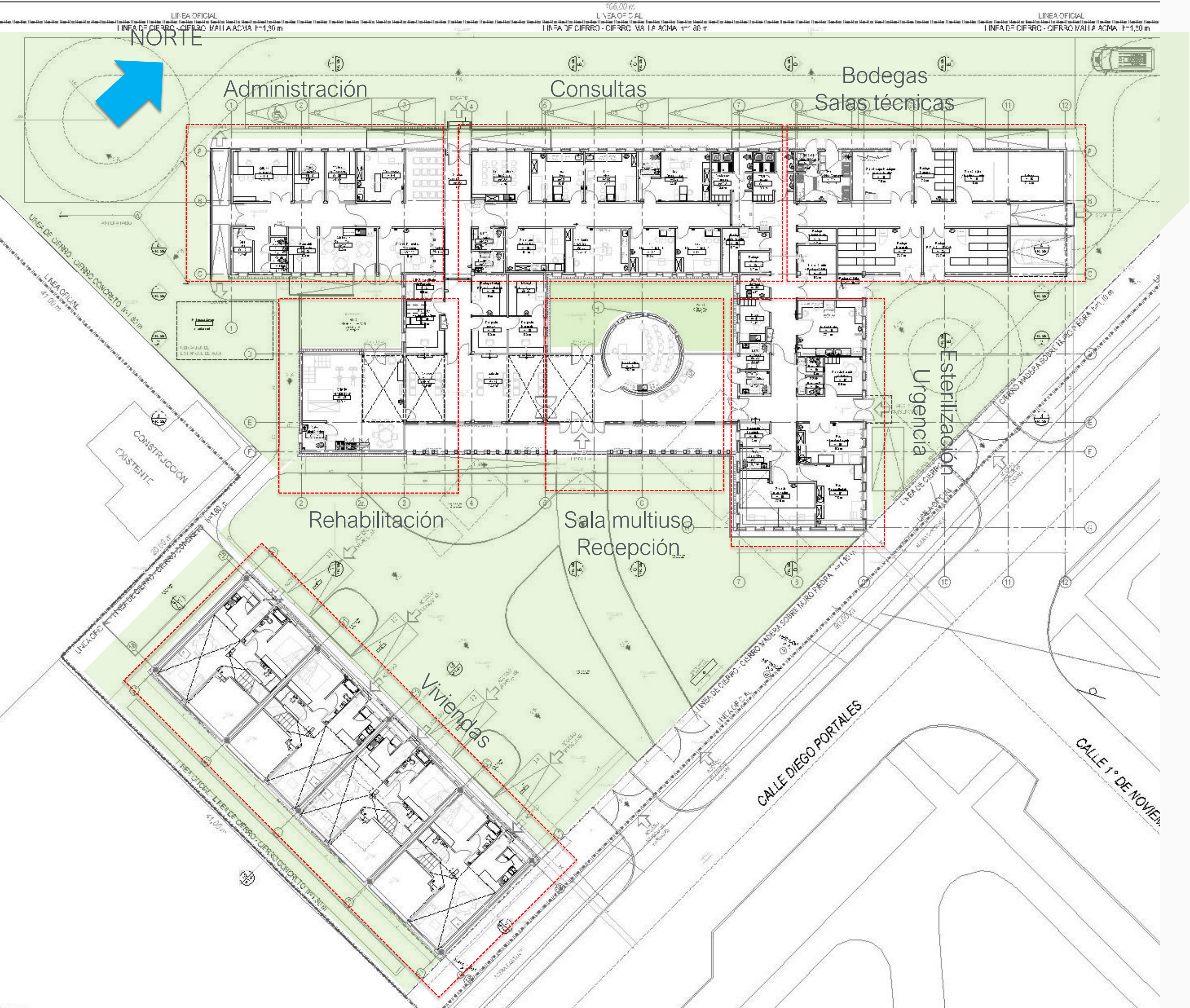
CESFAM LA JUNTA

- Unidad Técnica Servicio de Salud de Aysén
- Diseño 2015
- Término de construcción 2018
- Diseño arquitectura: South West Arquitectura
- Asesor Eficiencia Energética: Serrago Consultores
- Centro de Salud Familiar – Atención Primaria
- Superficie: 1.650 m²

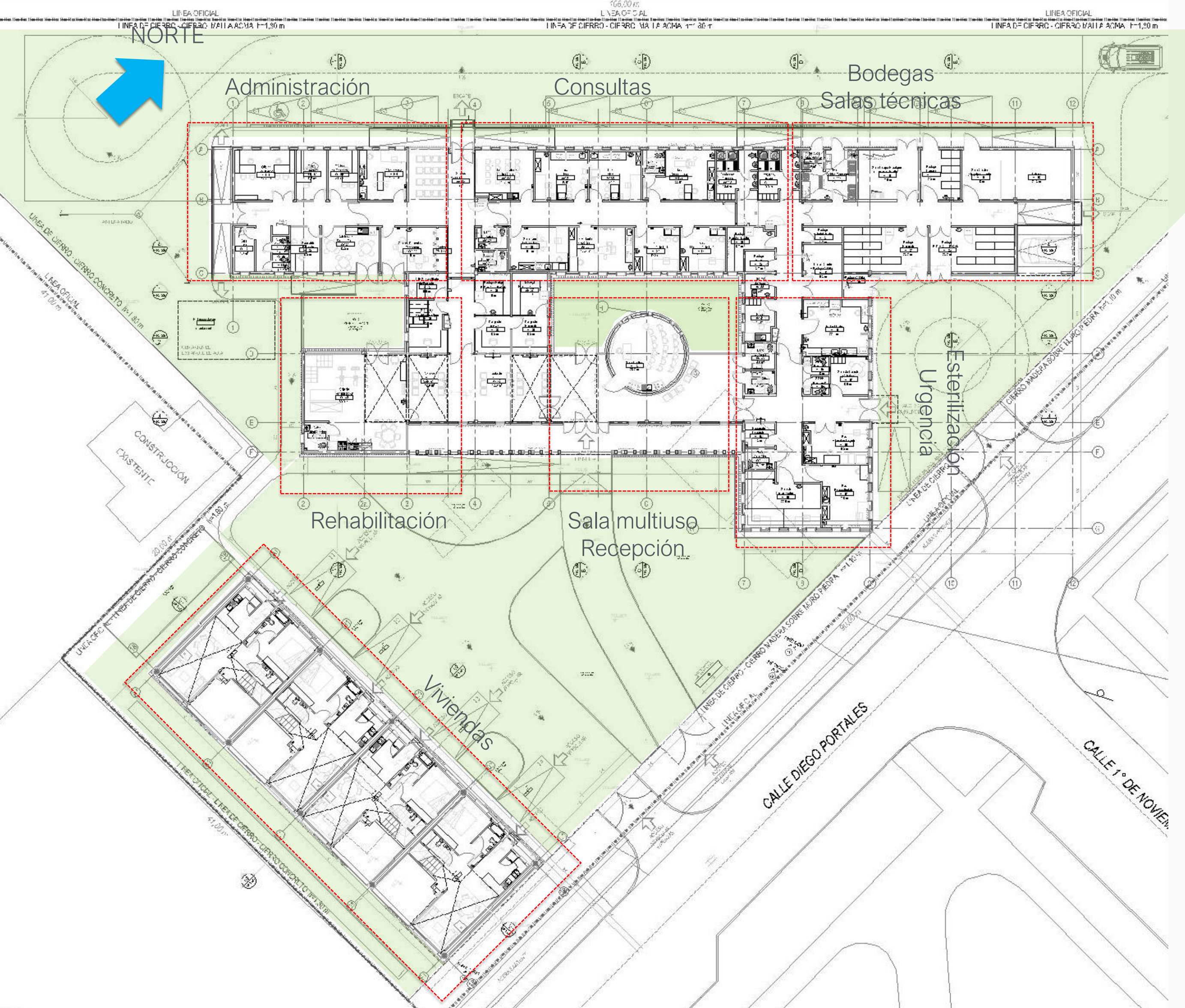


LA JUNTA – LOS CISNES

CESFAM LA JUNTA

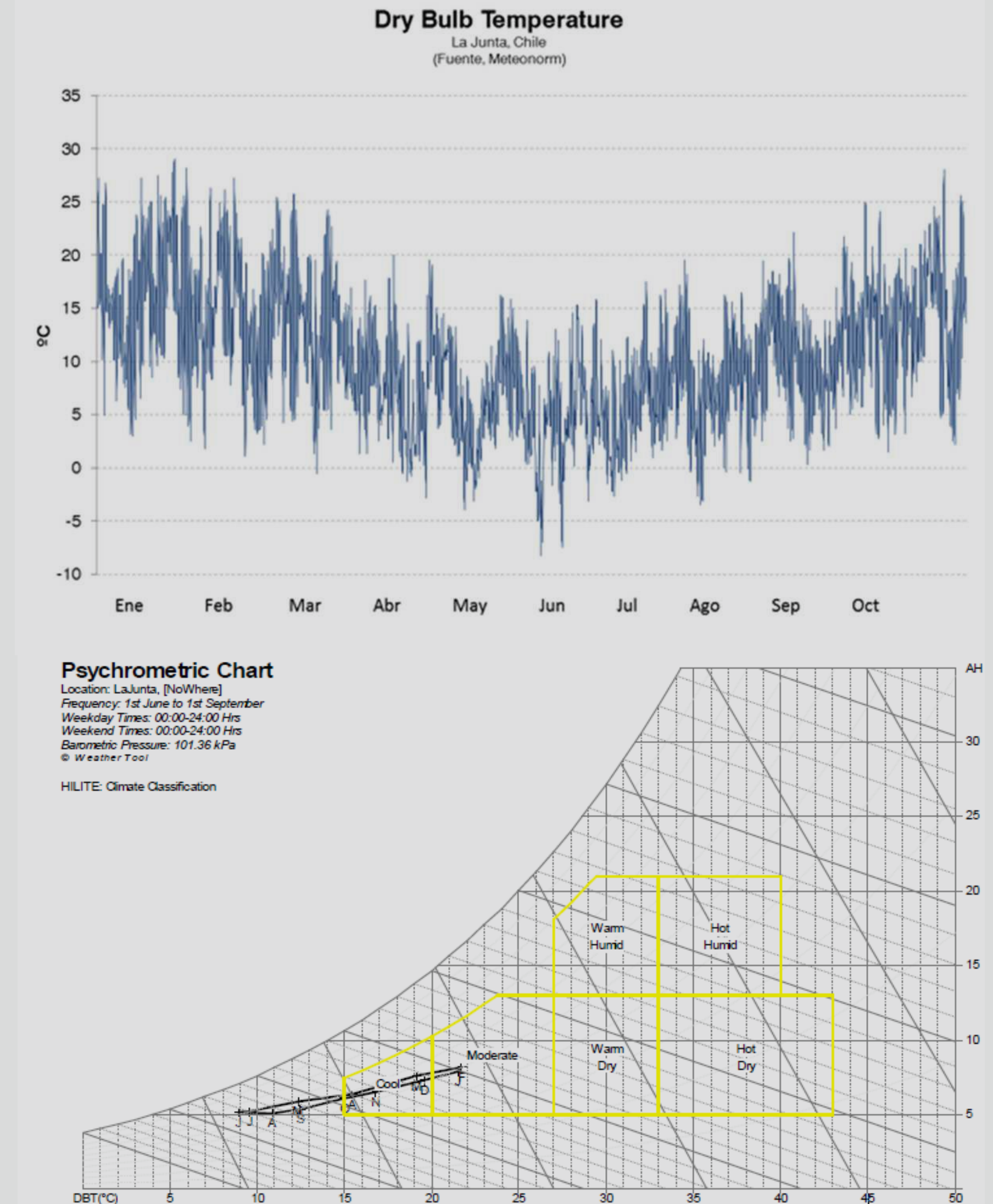


CESFAM LA JUNTA



CLIMA

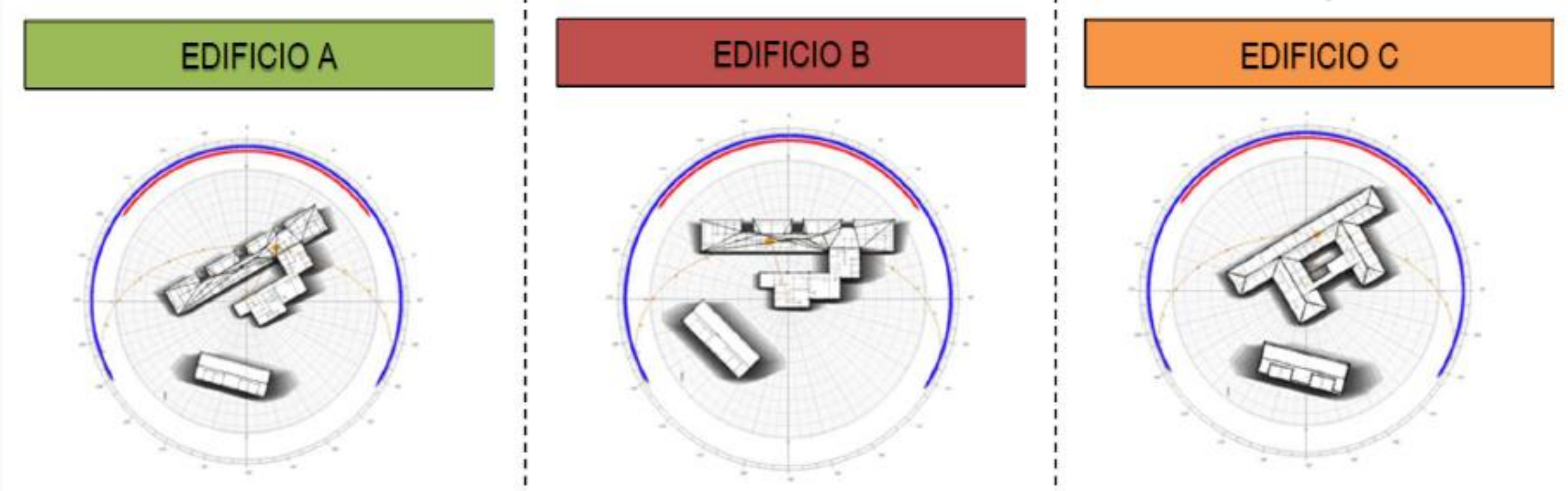
- Temperaturas frías a moderadas a lo largo del año
- Niveles de radiación bajos – no se recomienda protección solar



CESFAM LA JUNTA

VOLUMETRÍA Y ARQUITECTURA

- Configuración de patios – Asoleamiento y luz natural
- Ventanas bajo 30% de superficie respecto a muros
- Alta inercia térmica – Estructura hormigón armado
- Factor de forma edificio compacto
- Evaluación de demanda energética de partidos generales

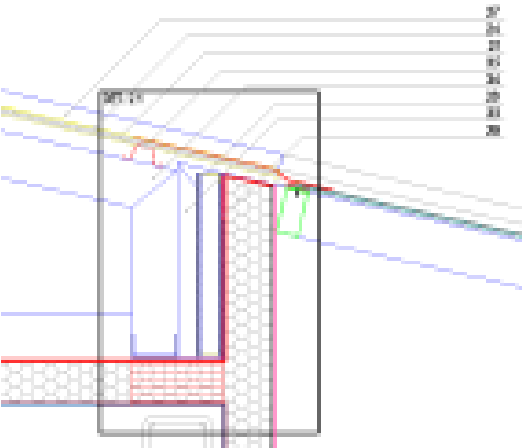
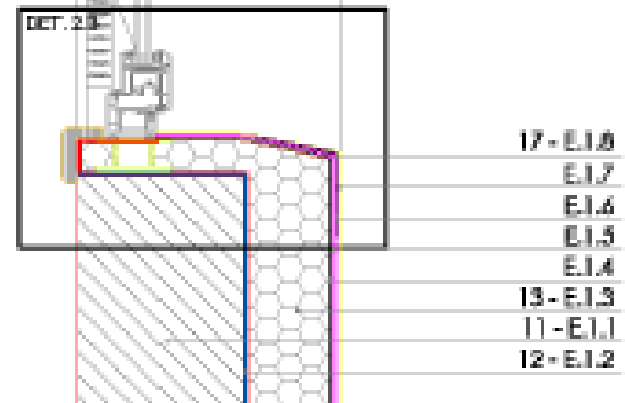
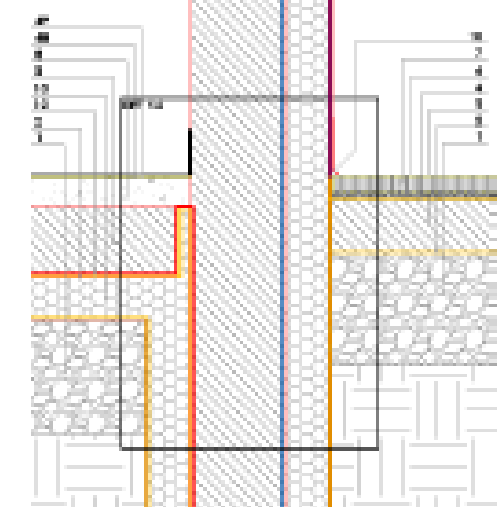



	Edificio A	Edificio B	Edificio C
Calefacción [MWh]	182.2	182.2	160.0
Enfriamiento [MWh]	2.6	2.6	3.8
Global [MWh]	184.8	184.8	163.8

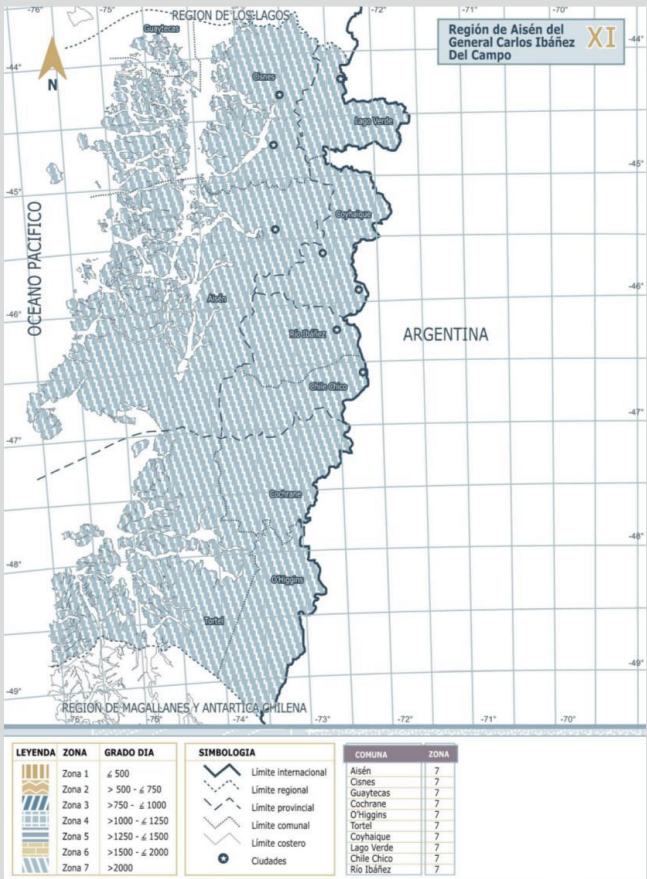
Demanda Energética MWh para Edificio de Referencia



ENVOLVENTE DE ALTA EFICIENCIA

	Composición	Características
Techumbre		Valor Transmitancia Térmica U: 0.18 W/m²K
Muro	 <div>17-E.1.6 E.1.7 E.1.6 E.1.5 E.1.4 13-E.1.3 11-E.1.1 12-E.1.2</div>	Valor Transmitancia Térmica U: 0.34 W/m²K
Piso		Valor Transmitancia Térmica U: 0.27 W/m²K
Vidrios		DVH Pilkinton Bluegreen - (6 / 12 / 6) Valor Transmitancia Térmica U: 2.97 W/m²K

- Optimización de la aislación respecto a Reglamentación térmica de viviendas *OGUC Art.4.1.10*
- Poliestireno expandido, EIFS con densidades diferenciadas
- Ventanas termopanel con marco de PVC



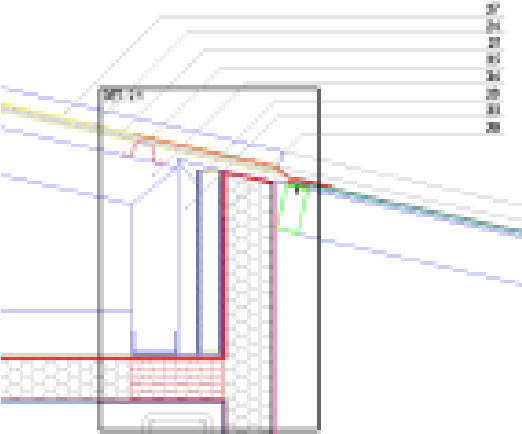
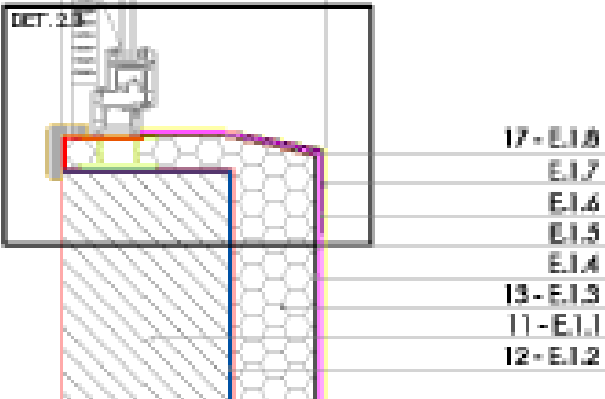
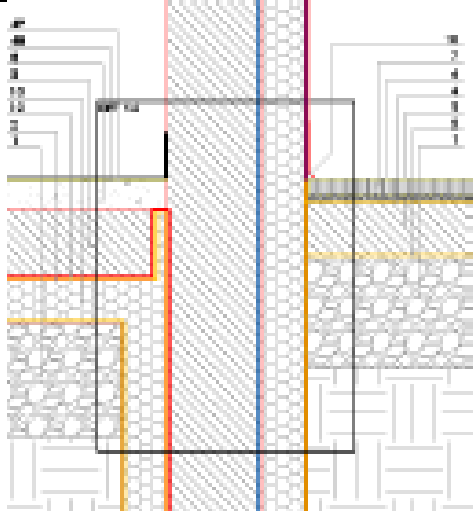

Zona	Techumbre		Muros		Pisos Ventilados	
	U [W/m²K]	Rt [m²K/W]	U [W/m²K]	Rt [m²K/W]	U [W/m²K]	Rt [m²K/W]
7	0.25	4.00	0.6	1.67	0.32	3.13

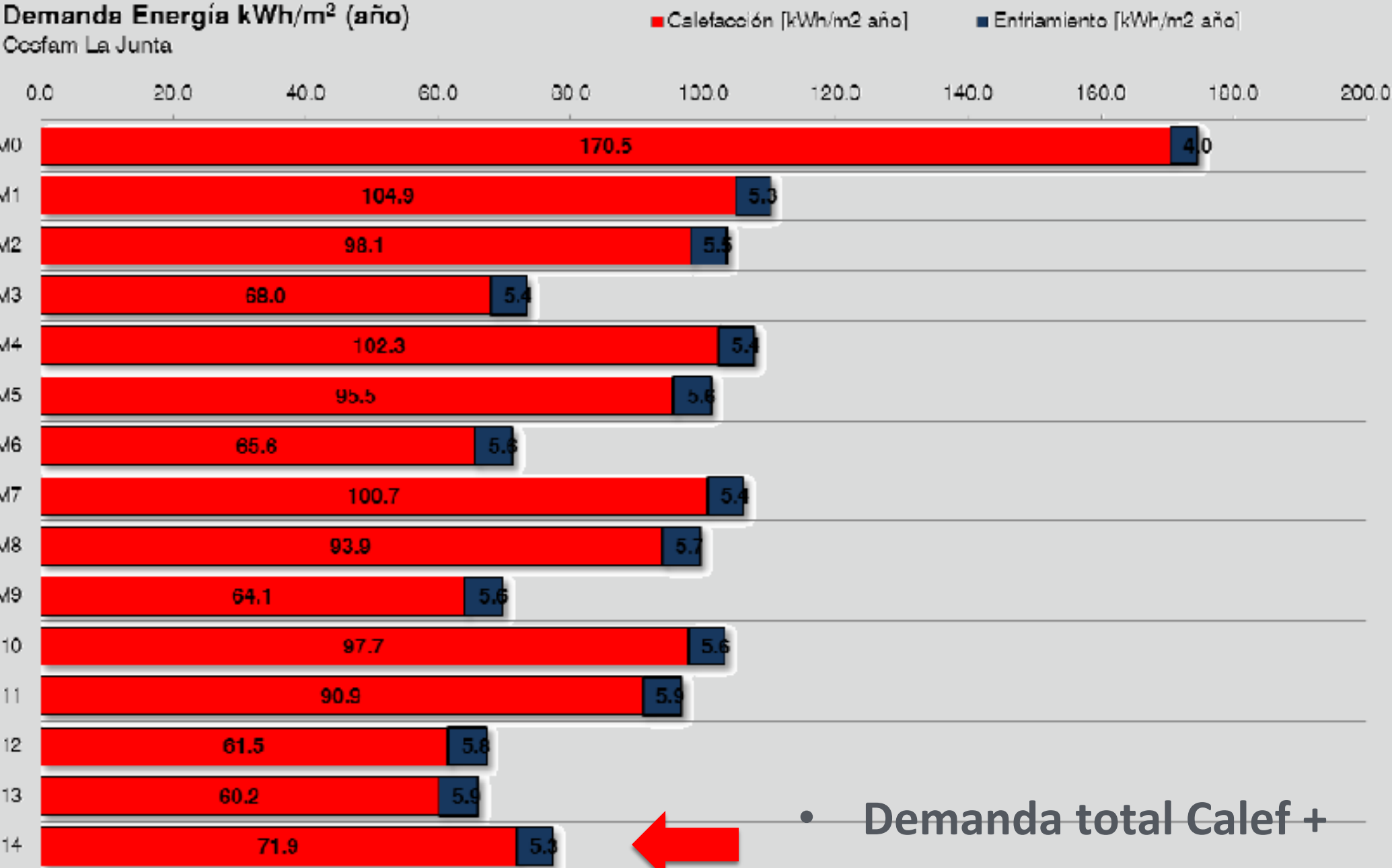
Ventanas			
Zona	Vidrio Monolítico (b)	DVH Doble Vidriado Hermético (c)	
		3.6 W/m²K ≥U>2.4 W/m²k (a)	U≤2.4 W/m²k
7	12%	28%	37%

Densidades del PE

- 50 kg/m³. Se considera cuando es horizontal y va bajo losa o radier aislado en contacto con el terreno y como aislación en fundaciones.
- 30 kg/m³: Cuando es horizontal y por sobre el material es factible tránsito peatonal o vehicular. Retorno de alfeizar y de dintel de ventana de fachada.
- 20 kg/m³: Cuando es parte de la solución EIFS y está bajo los dos metros de altura. Generalmente va acompañada de malla de alto impacto según sistema.
- 15 kg/m³: Sobre los dos metros de altura en los paramentos verticales EIFS, bajo losa en cielo de estacionamientos

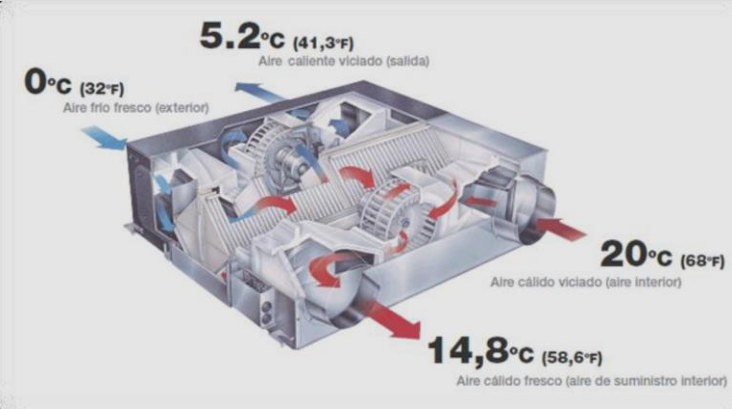
ENVOLVENTE DE ALTA EFICIENCIA

	Composición	Características
Techumbre		Valor Transmitancia Térmica U: 0.18 W/m²K
Muro		Valor Transmitancia Térmica U: 0.34 W/m²K
Piso		Valor Transmitancia Térmica U: 0.27 W/m²K
Vidrios		DVH Pilkinton Bluegreen - (6 / 12 / 6) Valor Transmitancia Térmica U: 2.97 W/m²K



• Demanda total Calef + Enf. =77,2 kWh/m2

Caso	Techo	Muro	Losa Vent.	Radier	Vidrio	Temp °C	Recup. de Calor [%]
M0	150	100	110	0	DVH	Perfil	0%
M1	150	100	110	100	DVH	Perfil	0%
M2	150	100	110	100	Low -e	Perfil	0%
M3	150	100	110	100	Low -e	Perfil	50%
M4	200	100	110	100	DVH	Perfil	0%
M5	200	100	110	100	Low -e	Perfil	0%
M6	200	100	110	100	Low -e	Perfil	50%
M7	250	100	110	100	DVH	Perfil	0%
M8	250	100	110	100	Low -e	Perfil	0%
M9	250	100	110	100	Low -e	Perfil	50%
M10	250	150	110	100	DVH	Perfil	0%
M11	250	150	110	100	Low -e	Perfil	0%
M12	250	150	110	100	Low -e	Perfil	50%
M13	250	200	110	100	Low -e	Perfil	50%
M14	200	100	110	100	DVH	Perfil	50%



CESFAM LA JUNTA

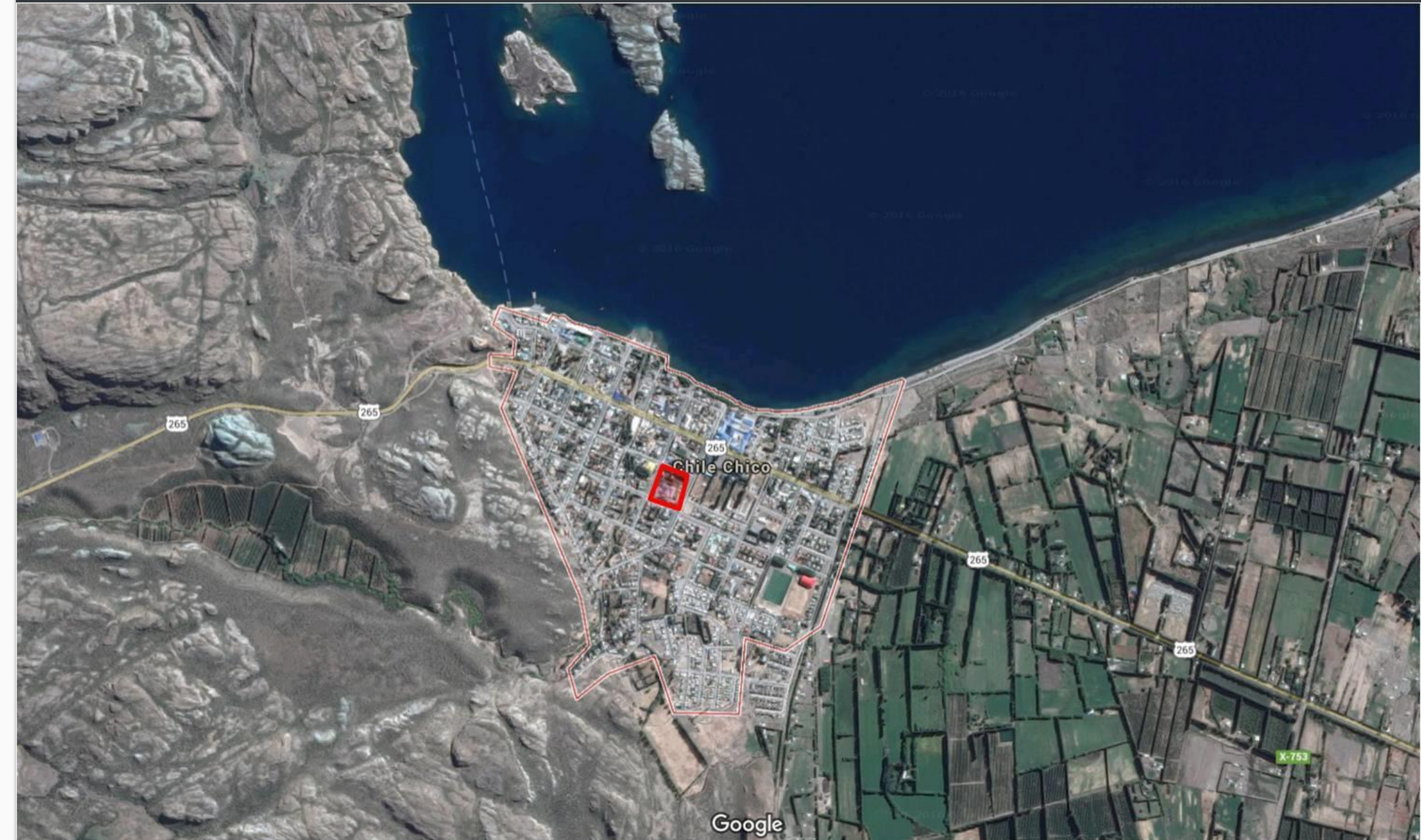
SISTEMAS ACTIVOS

- Iluminación con luminarias fluorescentes
- Ventilación mecánica mediante recuperadores de calor
- Calefacción con caldera a biomasa de alto rendimiento 87%
- Enfriamiento mediante split
- 14 paneles solares cubre un 41% del ACS



NORMALIZACIÓN HOSPITAL DR. LEOPOLDO ORTEGA DE CHILE CHICO - ANTEPROYECTO

- Unidad Técnica Servicio de Salud de Aysén / Dirección de Arquitectura MOP
- En licitación diseño y construcción por DA MOP
- Diseño 2017
- Anteproyecto arquitectura: Arq. Francisco de la Maza
- Asesoría Eficiencia Energética: Monserrat Bobadilla
- Hospital de baja complejidad
- Superficie: 4.800 m²
- 7 Camas básicas



CHILE CHICO

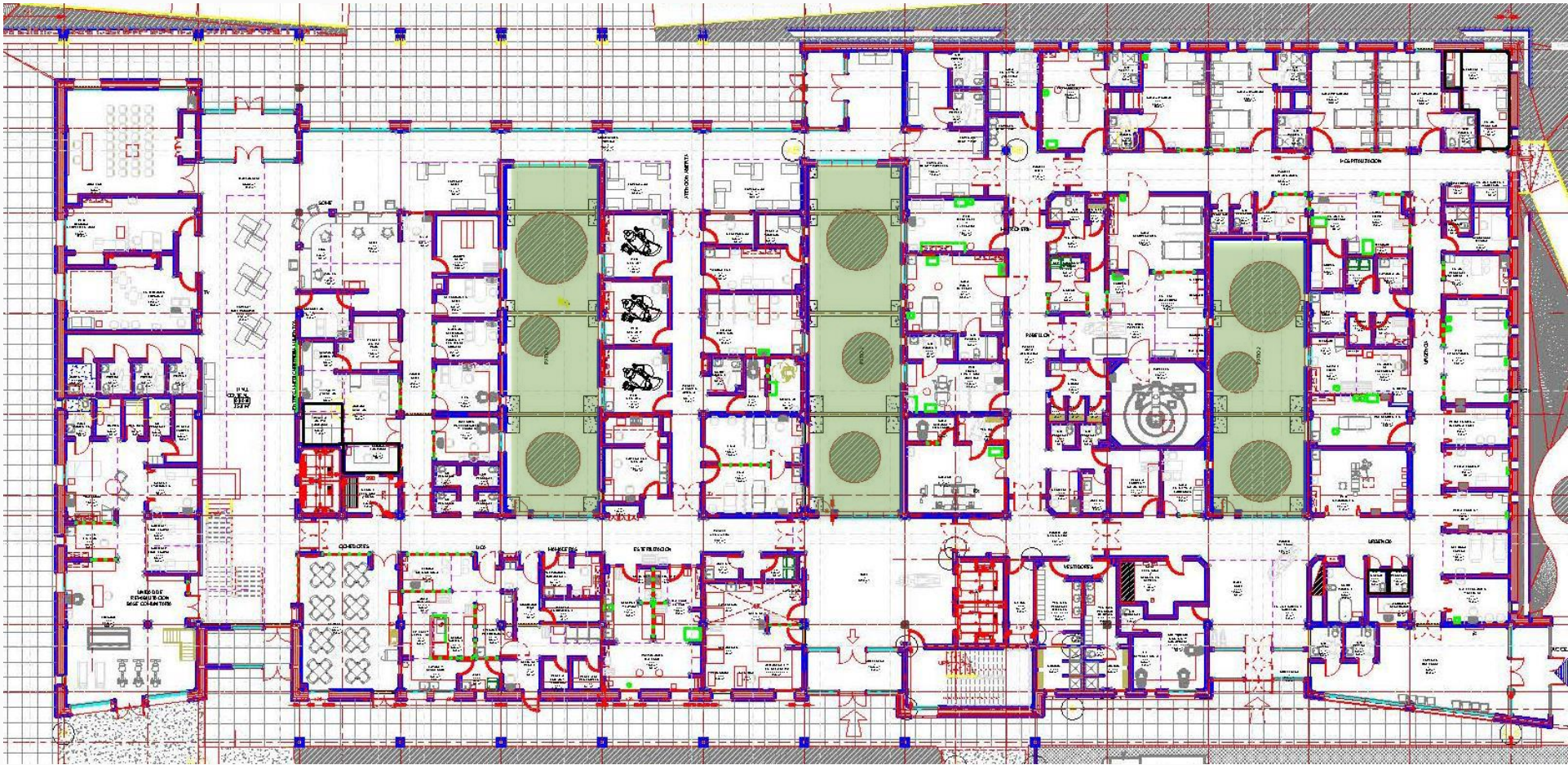
NORTE



Auditorio

NORMALIZACIÓN HOSPITAL DR. LEOPOLDO ORTEGA DE CHILE CHICO - ANTEPROYECTO

Ingreso Administración Atención Abierta Hospitalización



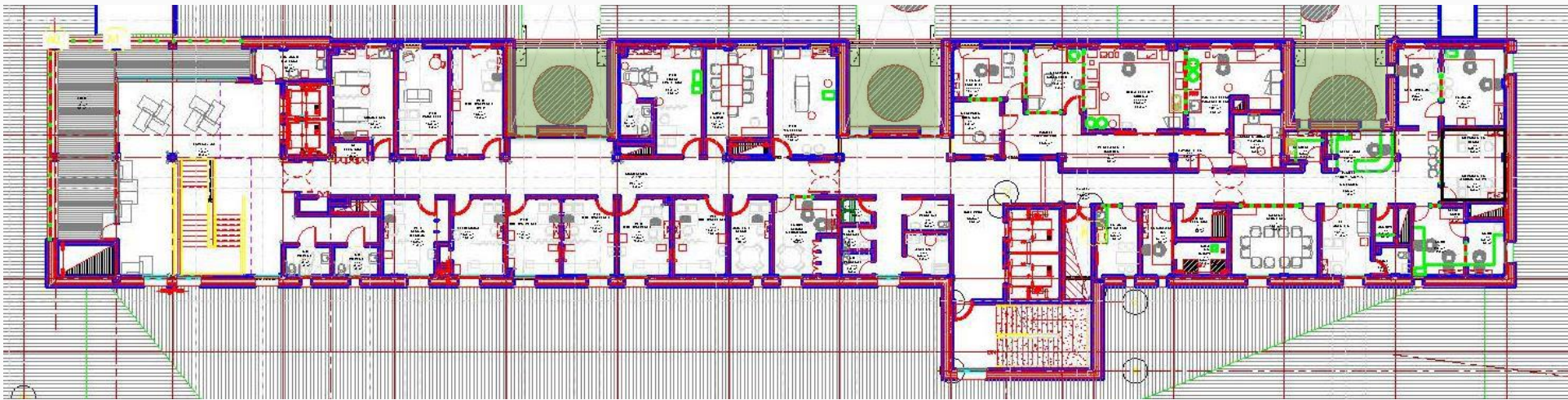
Rehabilitación Central Alimentación Esterilización Parto integral Pabellón Quirúrgico Imagenología

PISO 1

NORTE



Atención Abierta Laboratorio



PISO 2

Urgencia

Administración

CLIMA

- Baja radiación solar especialmente en invierno
- Temperaturas anuales bajo los 20° C
- Clima ventoso todo el año, entre 15 y 40 Km/h, especialmente en meses de octubre a marzo

MONTHLY DIURNAL AVERAGES
California Energy Code

LOCATION: Chile Chico, -
Latitude/Longitude: 46.541° South, 71.722° West, Time Zone from Greenwich -3
Data Source: MN7 999 WMO Station Number, Elevation 214 m

LEGEND

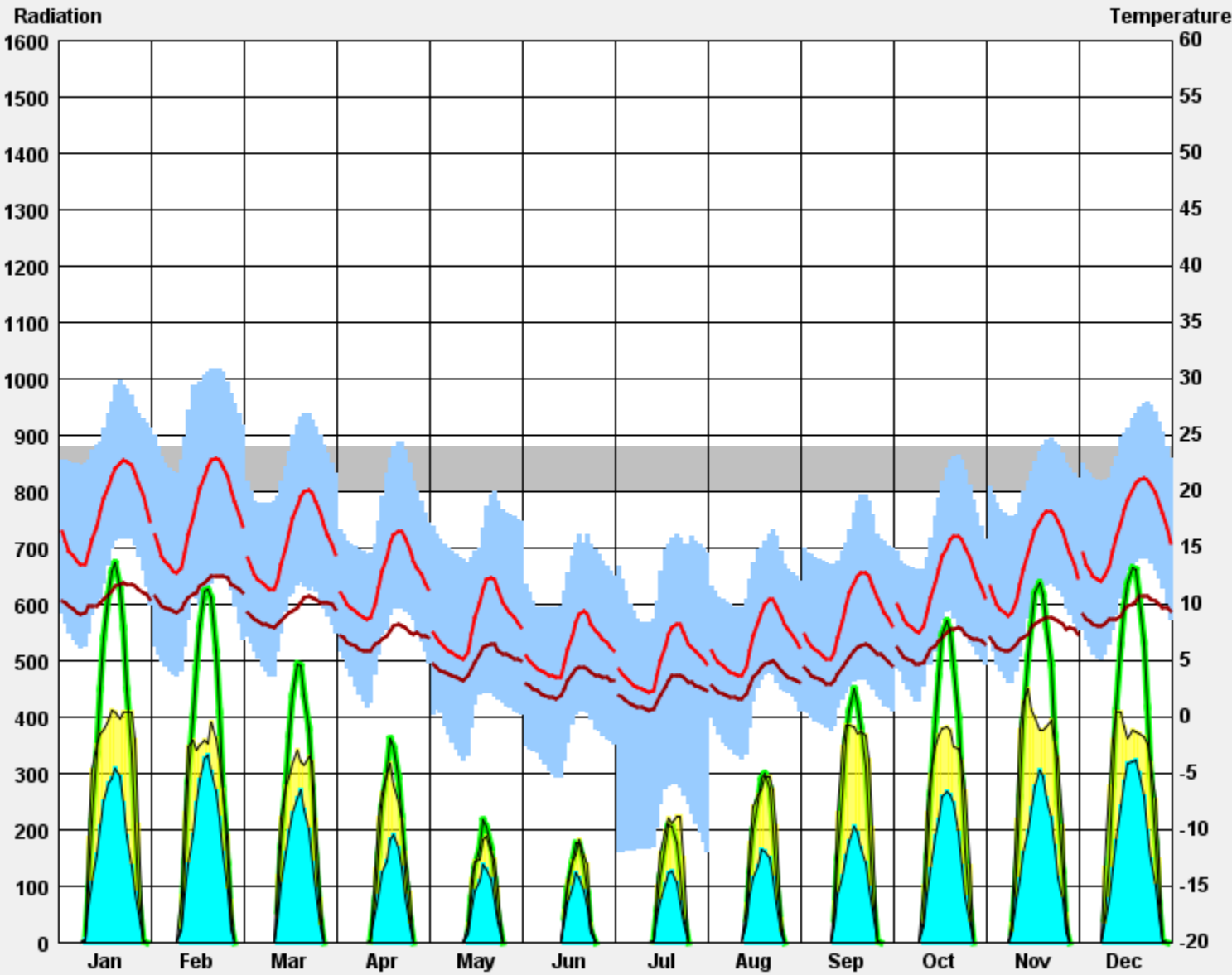
HOURLY AVERAGES

TEMPERATURE: (degrees C)
— DRY BULB MEAN
— WET BULB MEAN
— DRY BULB (all hours)
— COMFORT ZONE

RADIATION: (Wh/sq.m)
— GLOBAL HORIZ
— DIRECT NORMAL
— DIFFUSE

☒ Display Dry Bulb Temp
(all hours)

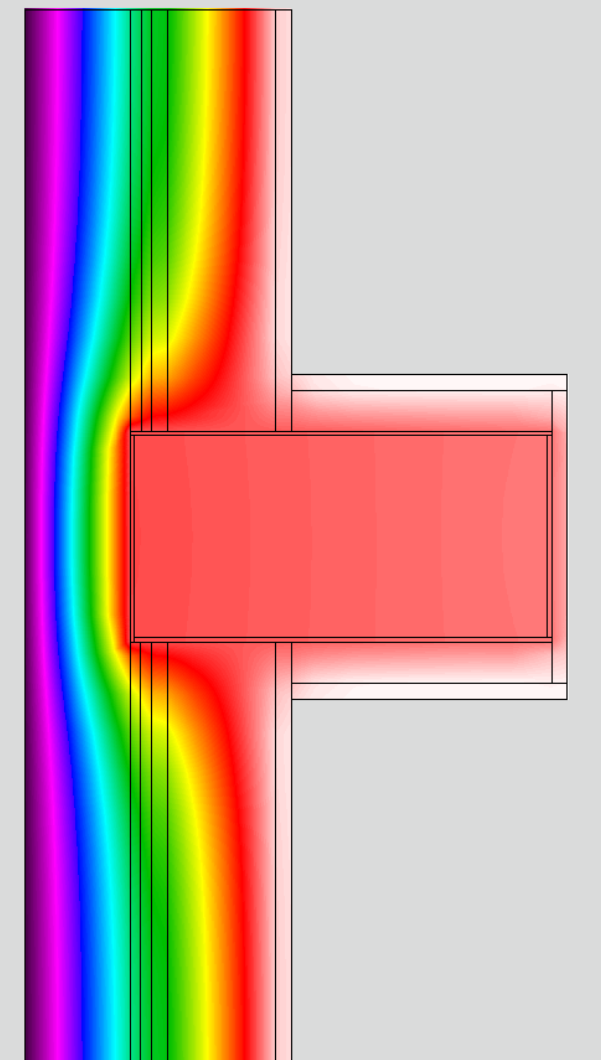
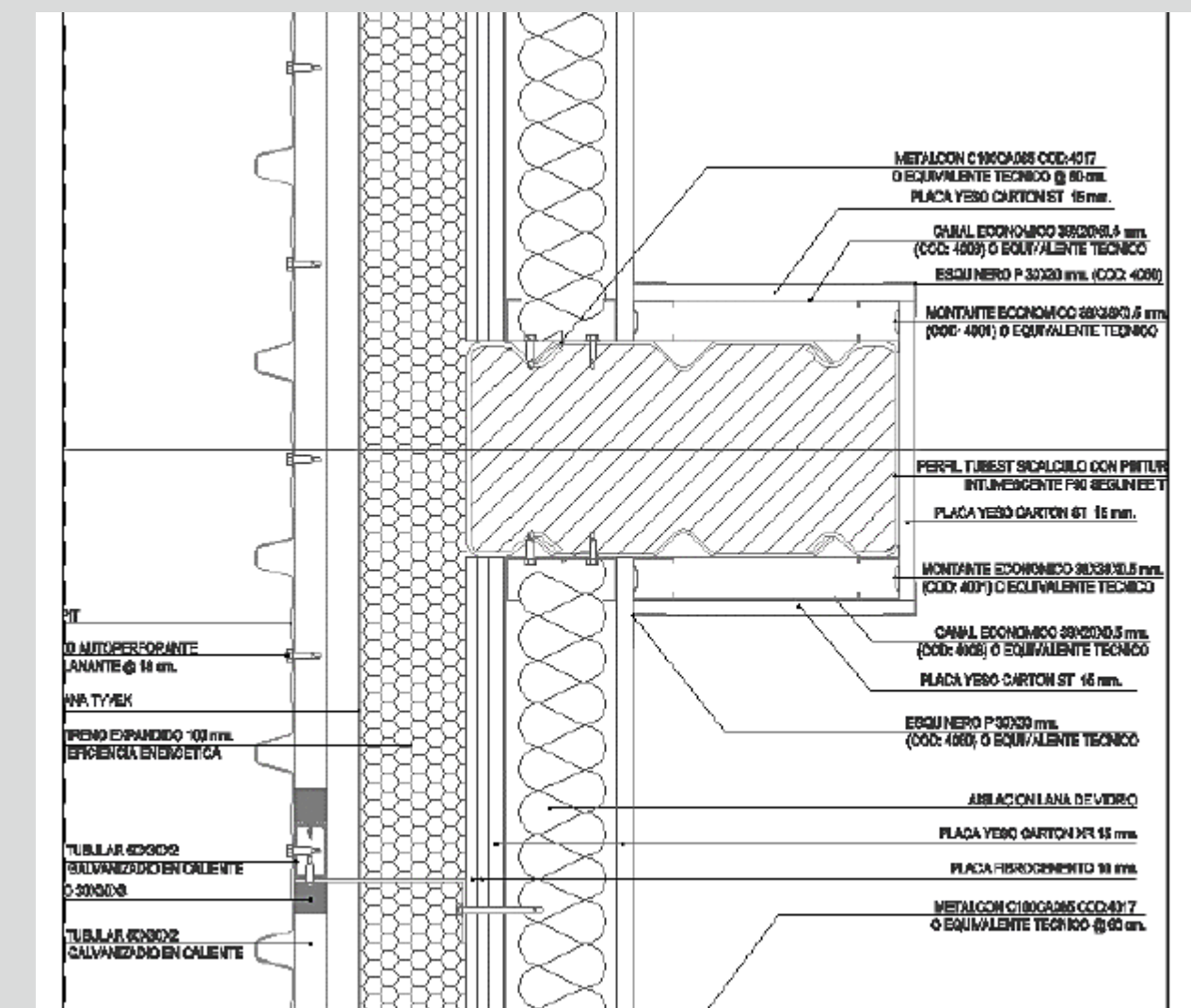
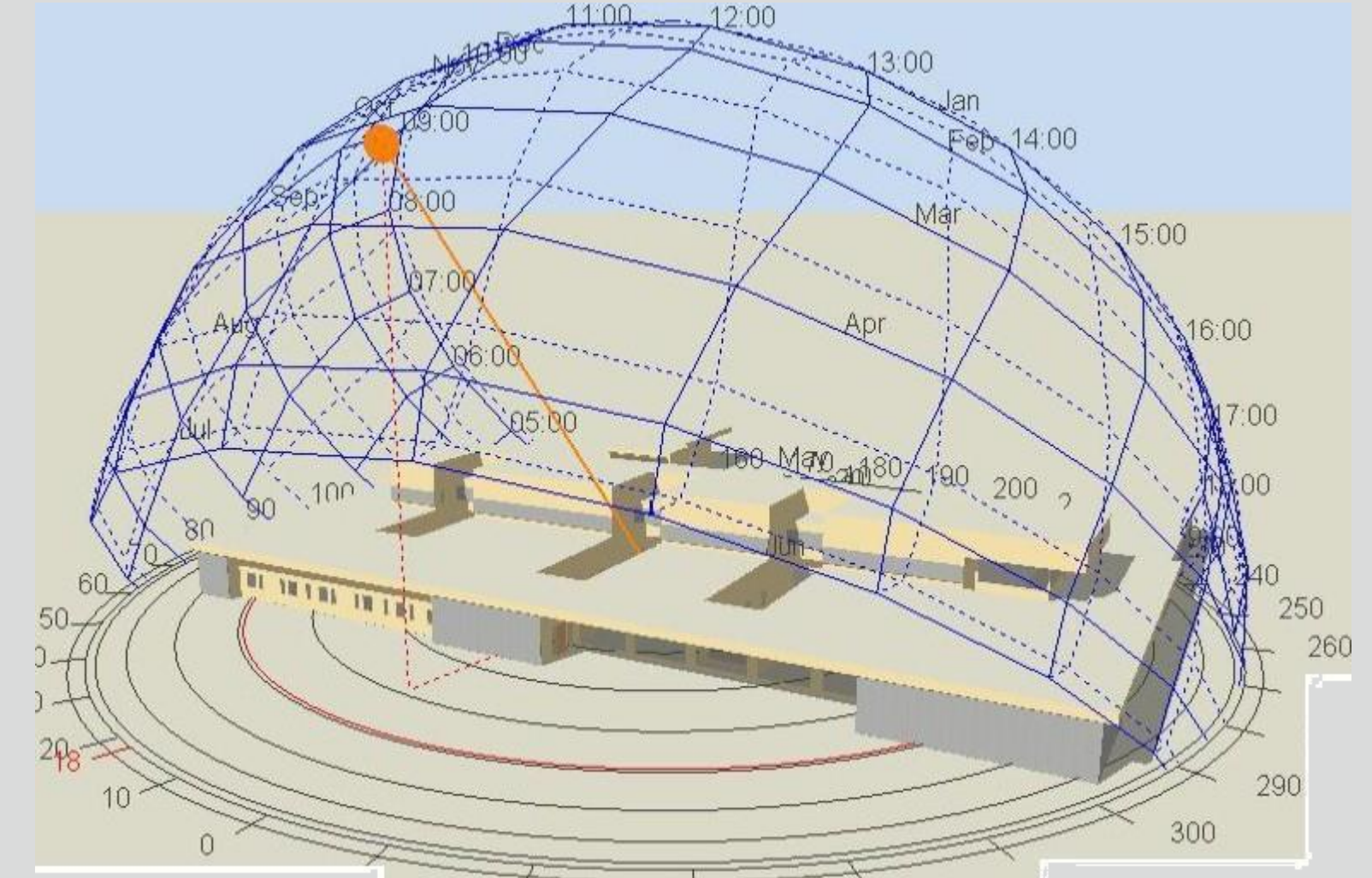
TEMPERATURE RANGE:
☒ -10 to 40 °C
☐ Fit to Data



NORMALIZACIÓN HOSPITAL DR. LEOPOLDO ORTEGA DE CHILE CHICO - ANTEPROYECTO

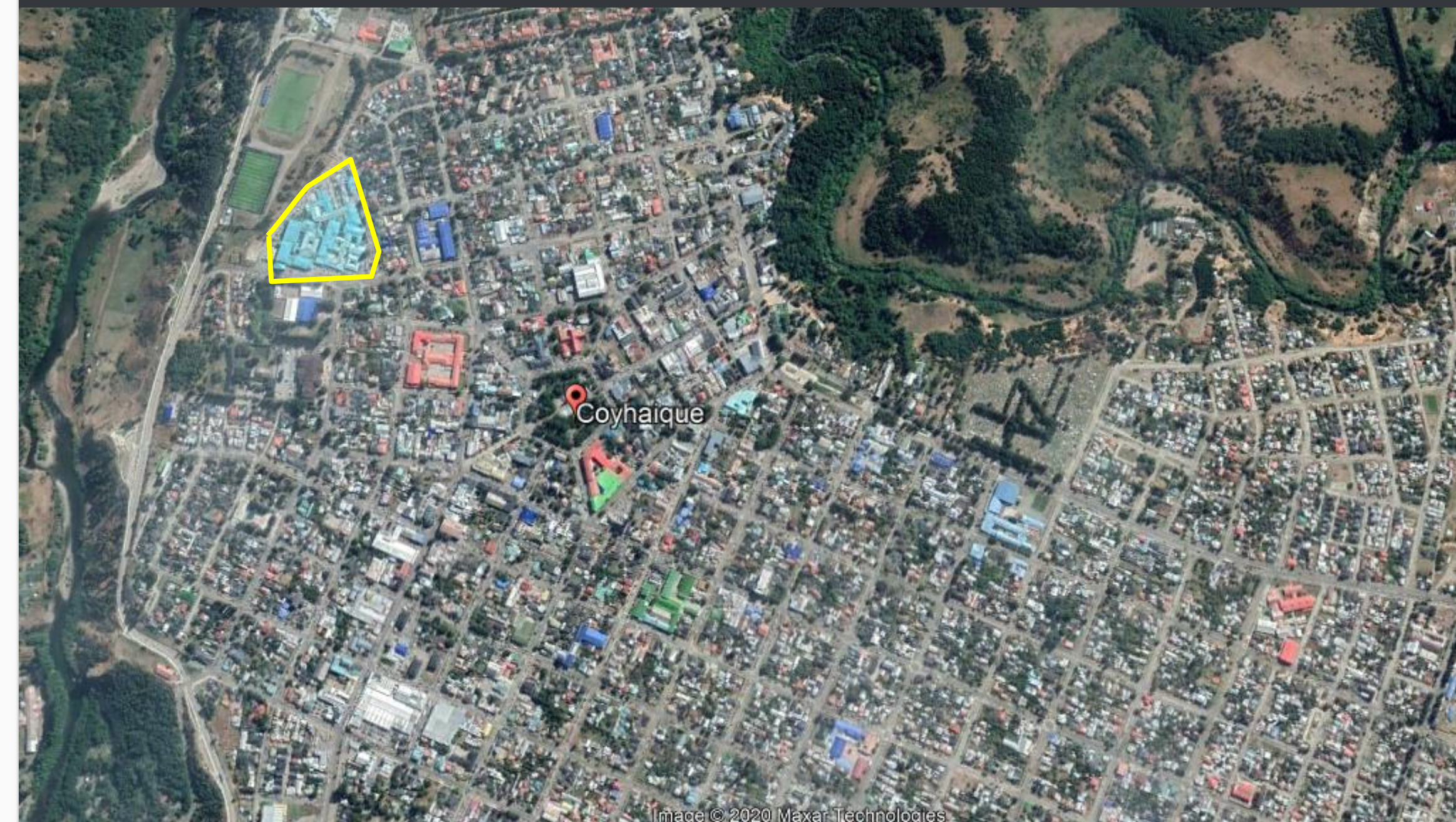
CONSIDERACIONES PARA EL DISEÑO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA

- Cumplir con **certificación CES** nivel destacado y seguir lineamientos de TDRé MOP
- Tasas de **ventilación mecánica** ajustadas a los estándares ASHRAE 62.1 y 170
- Ventanas del recinto asistencial en **superficie menor a 37%** respecto a muros
- Salas de hospitalización con **orientación norte**
- Configuración de **patios que permitan asoleamiento y luz natural** a los recintos.
- **Envoltente térmica optimizada** respecto CES y TDRé MOP
- **Aislación continua para control puentes térmicos y ventanas termopanel** con marco de PVC.
- **Protección frente al viento**, en los accesos con doubles puertas y terrazas protegidas
- Sistemas de **climatización de alta eficiencia** considerando matriz energética disponible
- **Luminarias de bajo consumo**



HOSPITAL REGIONAL DE COYHAIQUE - COGENERACIÓN

- Proyecto “Eficiencia energética y cogeneración en hospitales públicos”
- Desarrollado por la **GIZ alemana** - a través de ACHEE junto a Ministerio de Energía y MINSAL
- Financiado por el Ministerio de Medio Ambiente, Protección de la Naturaleza, Obras Públicas y Seguridad Nuclear (BMUB) de Alemania
- Fondos de Iniciativa Internacional para la Protección del Clima ICI
- Proyecto contempló estudio de factibilidad e implementación de sistemas de cogeneración en 3 hospitales : **Hospital de Urgencia Asistencia Pública** (en Santiago), el **Hospital Clínico Magallanes** (Punta Arenas) y el **Hospital Regional de Coyhaique**



COYHAIQUE

- Hospital de alta complejidad
- Superficie: 21.000 m²
- Año construcción 1970 y 2000

HOSPITAL REGIONAL DE COYHAIQUE - COGENERACIÓN



FUNCIONAMIENTO

- La cogeneración utiliza un combustible (Gas Licuado) para la **generación de electricidad**. El proceso genera **calor residual** que se utiliza para **calentar agua**. A través del intercambiador de calor se precalienta el agua de retorno a las calderas.
- Se estima retornos de inversión menores a 6 años

SISTEMA

- Inversión en el equipo fue de aproximadamente **EUR 260.000**.
- Módulo compacto de cogeneración de **potencia eléctrica de 163 kW y potencia térmica de 319 kW**.
- Aporta en promedio un **55% de la energía eléctrica** que el hospital requiere para su funcionamiento, y además aporta en promedio un **37% de la energía térmica** (agua caliente sanitaria y de calefacción).
- Ahorros monetarios de entre **7 y 12 millones de pesos mensuales** respecto al sistema original en base a caldera a gas

Gracias

Departamento de proyectos hospitalarios

División Inversiones - Ministerio de Salud

<https://plandeinversionesensalud.minsal.cl/>