



PROYECTO DE GRADUACIÓN - ESCUELA DE ARQUITECTURA - UNIVERSIDAD HISPANOAMERICANA

ARQUITECTURA INSTITUCIONAL

MARIANA CHAVES AGUILAR

REFINADORA DE AGUA PARA LA PRODUCCIÓN
DE **COMBUSTIBLE** A BASE DE

HIDRÓGENO

SAN JOSÉ, COSTA RICA



...La electricidad ha permitido descomponer el agua en sus elementos primitivos, lo cual hará que se convierta en una fuerza poderosa y manejable [...] Sí, amigos míos, creo que algún día se empleará el agua como combustible, que el hidrógeno y el oxígeno de los que está formada, usados por separado o de forma conjunta, proporcionarán una fuente inagotable de luz y calor, de una intensidad de la que el carbón no es capaz [...] El agua será el carbón del futuro...
-Julio Verne, La Isla Misteriosa 1874

Autorización

UNIVERSIDAD HISPANOAMERICANA
CENTRO DE INFORMACION TECNOLOGICO (CENIT)
CARTA DE AUTORIZACIÓN DE LOS AUTORES PARA LA CONSULTA, LA
REPRODUCCION PARCIAL O TOTAL Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA
DE LOS TRABAJOS FINALES DE GRADUACION

San José, Costa Rica

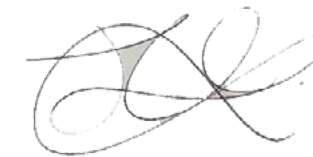
Señores:
Universidad Hispanoamericana
Centro de Información Tecnológico (CENIT)

Estimados Señores:

El suscrito (a) Mariana Chaves Aguilar con número de identificación 1-1647-0927 autor (a) del trabajo de graduación titulado Refinadora de Agua para la Producción de Combustible a base de Hidrógeno presentado y aprobado en el año 2020 como requisito para optar por el título de Licenciatura en Arquitectura; Sí autorizo al Centro de Información Tecnológico (CENIT) para que con fines académicos, muestre a la comunidad universitaria la producción intelectual contenida en este documento.

De conformidad con lo establecido en la Ley sobre Derechos de Autor y Derechos Conexos N° 6683, Asamblea Legislativa de la República de Costa Rica.

Cordialmente,



Mariana Chaves A. 1-1647-0927

Firma y Documento de Identidad

Declaración Jurada

DECLARACIÓN JURADA

Yo Mariana Chaves Aguilar, mayor de edad, portador de la cédula de identidad número 1-16470927 egresado de la carrera de Arquitectura de la Universidad Hispanoamericana, hago constar por medio de éste acto y debidamente apercibido y entendido de las penas y consecuencias con las que se castiga en el Código Penal el delito de perjurio, ante quienes se constituyen en el Tribunal Examinador de mi trabajo de tesis para optar por el título de licenciatura en arquitectura, juro solemnemente que mi trabajo de investigación titulado: **"REFINADORA DE AGUA PARA LA PRODUCCIÓN DE COMBUSTIBLE A BASE DE HIDRÓGENO."**, es una obra original que ha respetado todo lo preceptuado por las Leyes Penales, así como la Ley de Derecho de Autor y Derecho Conexos número 6683 del 14 de octubre de 1982 y sus reformas, publicada en la Gaceta número 226 del 25 de noviembre de 1982; incluyendo el numeral 70 de dicha ley que advierte; artículo 70. Es permitido citar a un autor, transcribiendo los pasajes pertinentes siempre que éstos no sean tantos y seguidos, que puedan considerarse como una producción simulada y sustancial, que redunde en perjuicio del autor de la obra original. Asimismo, quedo advertido que la Universidad se reserva el derecho de protocolizar este documento ante Notario Público. en fe de lo anterior, firmo en la ciudad de San José, a los veinticuatro días del mes de Septiembre del año dos mil veinte.


Firma del estudiante

Carta Aprobación Tutor

CARTA DEL TUTOR

San José, 21 de setiembre del 2020

Departamento de Registro
Carrera Arquitectura
Universidad Hispanoamericana

Estimados señores:

El estudiante Mariana Chaves Aguilar, cédula de identidad número 1-1647-0927 me ha presentado, para efectos de revisión y aprobación, el trabajo de investigación denominado *Refinadora de Agua para la Producción de Combustible a base de Hidrogeno*, el cual ha elaborado para optar por el grado académico de Licenciatura en Arquitectura

En mi calidad de tutor, he verificado que se han hecho las correcciones indicadas durante el proceso de tutoría y he evaluado los aspectos relativos a la elaboración del problema, objetivos, justificación, antecedentes, marco teórico, marco metodológico, tabulación, análisis de datos, conclusiones y recomendaciones.

De los resultados obtenidos por el postulante, se obtiene la siguiente calificación

a)	ORIGINALIDAD EN EL DESARROLLO Y PRESENTACIÓN DEL TEMA; MEDIACIÓN Y TRATAMIENTO DE LA INFORMACIÓN EN DOCUMENTO ICONOGRÁFICA Y DIAGNOSTICA	20%	20%
b)	CUMPLIMIENTO ENTREGA AVANCES	10%	10%
c)	COHERENCIA ENTRE LA FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA Y EL DESARROLLO DE DISEÑOS CON EL PROCESO DE DISEÑO EN SUS DIFERENTES ETAPAS (DEMONSTRACIÓN Y APLICACIÓN DEL CONOCIMIENTO POR PARTE DEL ESTUDIANTE): - CONCEPTUALIZACIÓN ESPACIAL/FUNCIONAL/TÉCNICA - PARTIDO ARQUITECTÓNICO - PROPUESTA DE DISEÑO	20%	20%
d)	APLICACIÓN E INTERPRETACIÓN DE LAS CONCLUSIONES COMO LINEAMIENTOS DE DISEÑO EN PROPUESTA -ESPACIAL, TÉCNICA Y FUNCIONAL - A NIVEL DE ANTEPROYECTO, QUE DEFINA EL CARÁCTER E IDENTIDAD DEL MISMO Y CUMPLA CON LAS NECESIDADES ESTABLECIDAS Y CONTENPLE LA REGULACIÓN CONSTRUCTIVA Y URBANA.	30%	30%
e)	PRESENTACIÓN Y REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE ANTEPROYECTO: RESOLUCIÓN ESPACIAL-FUNCIONAL-TÉCNICA. PRINCIPIOS DE COMPOSICIÓN DIAGNOSTICA - AMBIENTACIÓN - PROPORCIÓN Y MANEJO DE LA IMAGEN GRÁFICA DEL PROYECTO.	20%	20%
TOTAL		100%	100

En virtud de la calificación obtenida, se avala el traslado al proceso de lectura.

Atentamente,

RONALD
ALEJANDRO
AZOFEIFA
JIMENEZ (FIRMA)

Firmado digitalmente por
RONALD ALEJANDRO
AZOFEIFA JIMENEZ
(FIRMA)
Fecha: 2020.09.21 20:29:00
-08'08'

Arq. Ronald Azofeifa Jiménez
Cédula identidad: 3-0388-0732
Carné Colegio Profesional: A-20920

Carta Aprobación Lector

Señores
Escuela de Arquitectura
Universidad Hispanoamericana

Estimados señores:

La estudiante **Mariana Chaves Aguilar**, cédula de identidad número 1-1647-0927, me ha presentado, para efectos de revisión y aprobación el trabajo de investigación denominado: **“Refinadora de Agua para la Producción de Combustible a base de Hidrógeno”**.

En mi calidad de lector, he verificado que se han realizado las correcciones en concordancia con lo solicitado durante el proceso.

En virtud de lo anterior, doy por aprobado el documento, autorizando la presentación de este.

Atentamente,

PABLO
ANTONIO
MORA
FALLAS
(FIRMA)

Firmado digitalmente por
PABLO ANTONIO
MORA FALLAS
(FIRMA)
Fecha: 2020.10.21
14:48:52 -06'00'

Arq. Pablo A. Mora Fallas
Cédula identidad 1-1009-0181
Carné Colegio Profesional A-17803

ÍNDICE

CAPÍTULO UNO - Aspectos Generales

1. Introducción	12
2. Problema	14
2.1. Antecedentes	14
2.2. Planteamiento del Problema	18
3. Justificación	20
4. Delimitaciones	22
4.1. Delimitación Social	22
4.2. Delimitación Disciplinaria	22
4.3. Delimitación Física	23
5. Viabilidad	24
6. Objetivos	25
7. Estado de la Cuestión	26
7.1. Casos de Estudio – Teorías Relacionadas	47
8. Marco Histórico	48
8.1. Evolución de la Trama Urbana	49
8.2. Contexto de la Contaminación del Aire y la Flota Vehicular	50
8.3. Evolución del Hidrógeno	52
9. Marco Conceptual	54
10. Reglamentación	60
11. Metodología	64

CAPÍTULO DOS - Perfil del Usuario

1. Clasificación del Usuario	68
2. Perfil del Usuario	69
2.1. Perfil Profesional del Usuario	70
3. Ambiente Laboral del Usuario	72
4. Ergonomía y Antropometría	74
4.1. Ergonomía Cognitiva	76
4.1.1. Método EWA	78
5. Consideraciones Arquitectónicas	79
6. Opinión del Usuario	82

CAPÍTULO TRES - Análisis de Sitio

1. Límites del área de estudio	86
2. Delimitación Macro	87
2.1. Focos de Desarrollo y Funcionalidad	88
3. Delimitación Medio	91
3.1. Estructura Espacial	92
3.1.1. Elementos Naturales	93
3.1.2. Uso de Suelos	94
3.1.3. Llenos y Vacíos	95
3.1.4. Sendas – Bordes – Nodos	97
3.1.5. Sectores y Barrios	98
3.1.6. Hitos	99
3.2. Estructura Funcional	100
3.2.1. Transporte	101
3.3. Tejido Urbano	102
3.3.1. Tipología Arquitectónica	103
4. Delimitación Micro	104
4.1. Aspectos Físicos	104
4.1.1. Topografía	105
4.1.2. Estado de Contexto Inmediato	106
4.2. Aspectos Climáticos	108
4.2.1. Estrategias Pasivas	110
4.2.2. Zona de Vida	112

CAPÍTULO CUATRO - Propuesta Arquitectónica

1. Proceso de Diseño	116
1.1. Conceptualización	118
1.2. Composición Conceptual	120
1.3. Funcionamiento Conceptual	120
2. Programa Arquitectónico	122
3. Propuesta Arquitectónica	132
3.1. Ubicación General - Propuesta Arborización	132
3.2. Funcionamiento Externo	133
3.3. Plan Maestro	134
4. Funcionamiento General	135
5. Plantas Arquitectónicas	140
6. Plantas Evacuación de Emergencia	148
7. Plantas Estructurales	152
8. Elevaciones Arquitectónicas	156
9. Cortes	164
10. Secciones Ampliadas	168
11. Funcionamiento Climático	174
12. Perspectivas Externas	180
13. Valoraciones	186
14. Conclusión	189
15. Bibliografía	190



CAPÍTULO UNO

ASPECTOS GENERALES

ASPECTOS GENERALES

1. INTRODUCCIÓN

Desde la producción de nuestros alimentos, materias primas, dispositivos electrónicos, almacenamiento de productos, hasta la distribución de los mismos a centros de acopio o hasta la puerta de nuestro hogar, todos estos procesos conllevan un proceso industrial de gran impacto ambiental de pequeña a gran escala, muchos de ellos liberando gases y químicos altamente contaminantes.

Los químicos más peligrosos escapan al medio ambiente por medio de una serie de procesos naturales, los cuales pueden causar efectos adversos tanto en la salud humana como el medio ambiente.

El aumento de la combustión fósil en el Siglo XX es el principal responsable del cambio progresivo en la composición atmosférica, su ejecución desde la producción del combustible hasta la circulación vehicular, deja con su paso contaminantes del aire tales como el Monóxido de Carbono (CO), Dióxido de Azufre (SO₂), Óxidos de Nitrógeno (NO_x), compuestos orgánicos volátiles (COV), ozono (O₃), metales pesados y partículas respirables (PM 2.5 y PM10).

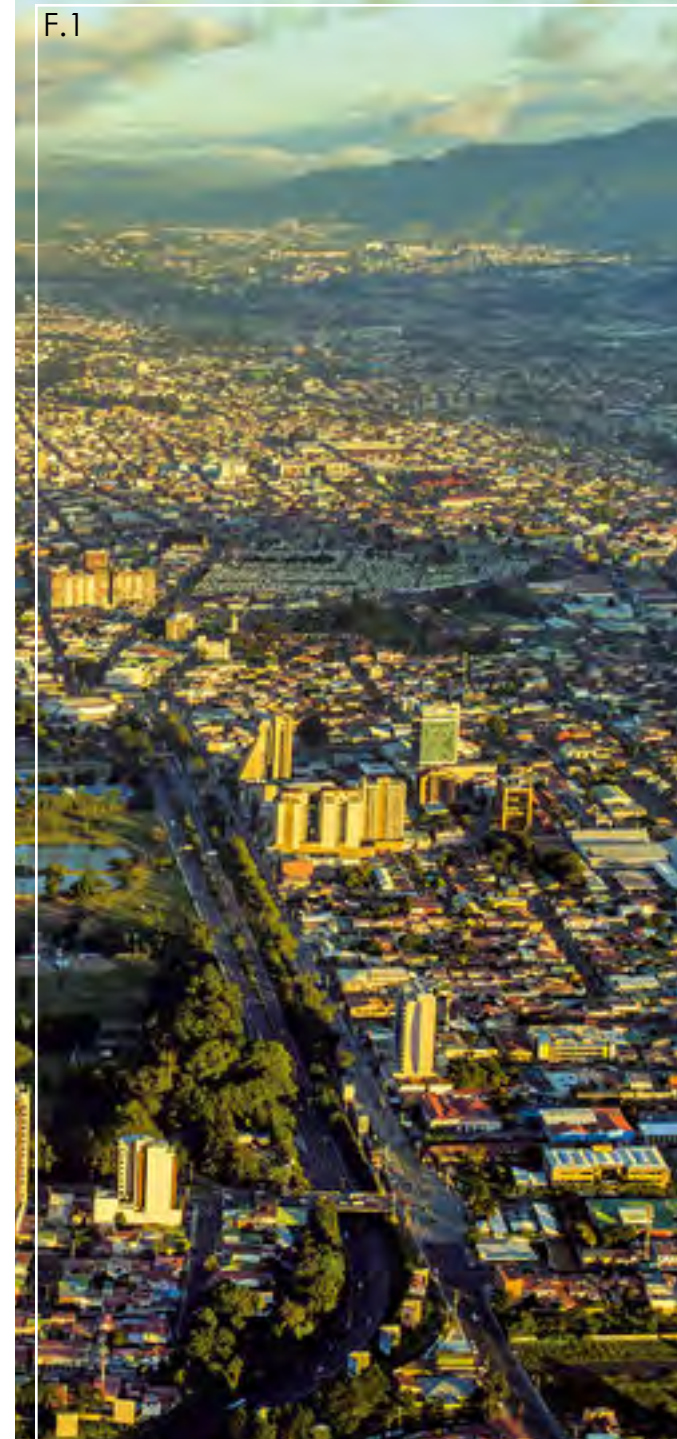
La contaminación del aire tiene efectos agudos y crónicos sobre la salud humana, que afectan a varios sistemas y órganos diferente; Varía desde irritación leve de las vías respiratorias superiores hasta enfermedades respiratorias y cardíacas crónicas, cáncer de pulmón, infecciones respiratorias agudas en niños y bronquitis crónica en adultos, agravamiento de enfermedades cardíacas y pulmonares preexistentes o ataques asmáticos. Además, las exposiciones a corto y largo plazo también se han relacionado con la mortalidad prematura y la reducción de la esperanza de vida.



Como medida de mitigación de los efectos negativos en la salud humana causados por la contaminación en el aire, la Organización Mundial de la Salud recomienda medidas tales como cambiar el parque vehicular pesado por transportes más limpios y vehículos más eficientes y menos contaminantes, que utilicen combustibles con contenido reducido de azufre; esto no solo ayudaría a reducir los niveles de contaminación atmosférica y ruido y reducir el tráfico, si no además se verían reducciones sustanciales en las emisiones de CO₂.

Existen diversas maneras de modernizar el parque vehicular hacia una reducción total de emisiones de CO₂, en este proyecto se analizará el funcionamiento del Hidrógeno como combustible producido a base de la electrólisis de agua, tanto como su proceso, producción y distribución, para el abastecimiento de combustible 100% renovable del Gran Área Metropolitana, se tomarán en cuenta casos de estudio internacionales que han desarrollado importantes avances en el área, y pautas de diseño de desarrollo sostenible que establezcan una institución que contribuya a la disminución de gases contaminantes.

F.1



ASPECTOS GENERALES

2. PROBLEMA

2.1 Antecedentes



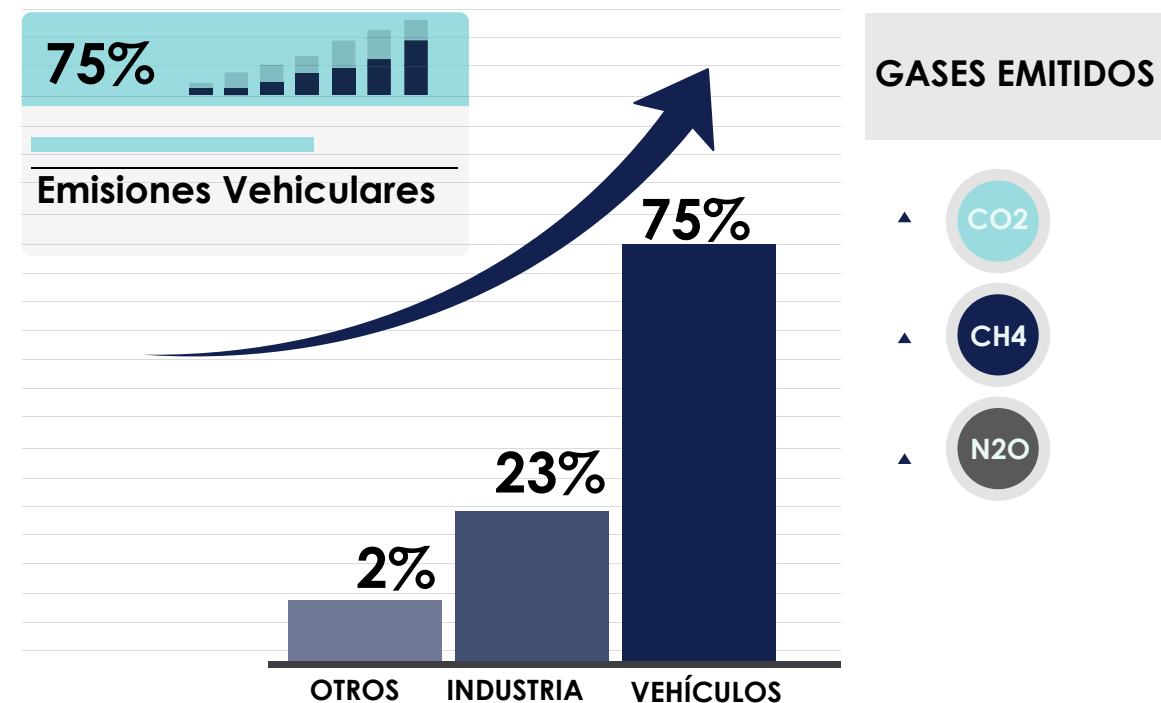
En Costa Rica, a finales del siglo XX se experimentó un deterioro en la calidad del aire, causado principalmente por el incremento del tráfico vehicular de autos particulares, autobuses y camiones, además de sistemas de transporte público que no corresponden con las necesidades de los usuarios, además del mal estado de la flota vehicular nacional y mala calidad de los combustibles.

A medida que incrementan actividades donde el transporte es esencial, en ciudades densamente pobladas como la Gran Área Metropolitana, se incrementan progresivamente también las emisiones de Dióxido de Carbono (CO₂), gas muy importante dentro de los gases de efecto invernadero, el metano (CH₄), el Óxido Nitroso (N₂O), los Hidrocarburos Clorofluorados (HCF), y el Monóxido de Carbono (CO). (Riviera, Obando & Sancho, 2015).

Según el Diagnóstico PRUGAM (MIVAH, 2008) Al ser la flota vehicular la principal fuente contaminación atmosférica en Costa Rica, es necesario el ordenamiento vial en las ciudades y hacer conciencia en el ciudadano, para esto, es indispensable garantizar un sistema de transporte limpio, eficiente y seguro.

El MOPT y la Cooperación Técnica Alemana (GTZ), en un estudio realizado en el 2003, destacan que la flota vehicular está compuesta por vehículos viejos, un 54.4% de la misma son modelos iguales o anteriores a 1989, sin embargo, a partir del 2003 se da un incremento de 7.3% de vehículos nuevos a la flota, lo cual nos muestra un índice de interés y disposición de la población a adaptarse a nuevos sistemas y avances de la tecnología que disminuyan el impacto ambiental.

De todos los vehículos del país, el 70% se encuentran concentrados en la Gran Área Metropolitana.



Debido al crecimiento económico del país, se ha profundizado en la necesidad del transporte privado, esto se denota en el aumento significativo en unidad de vehículos las cuales pasaron de ser 418 048 unidades en 1994 a 1 347 000 en el 2015, de los cuales 834 00 son automóviles, según los datos oficiales arrojados de estudios realizados para la reducción de emisiones de efecto invernadero (Rivera, Obando, & Sancho, 2015); Situación que evoca al país a adquirir una alta dependencia de los hidrocarburos, en veinte años, (1996-2016) el país pasó de comprar 6 424 561 de barriles a 20 208 666 lo cual representó un aumento en la factura petrolera, así como también representó un aumento en la emisión de contaminantes, principalmente de CO₂, CH₄, y N₂O.



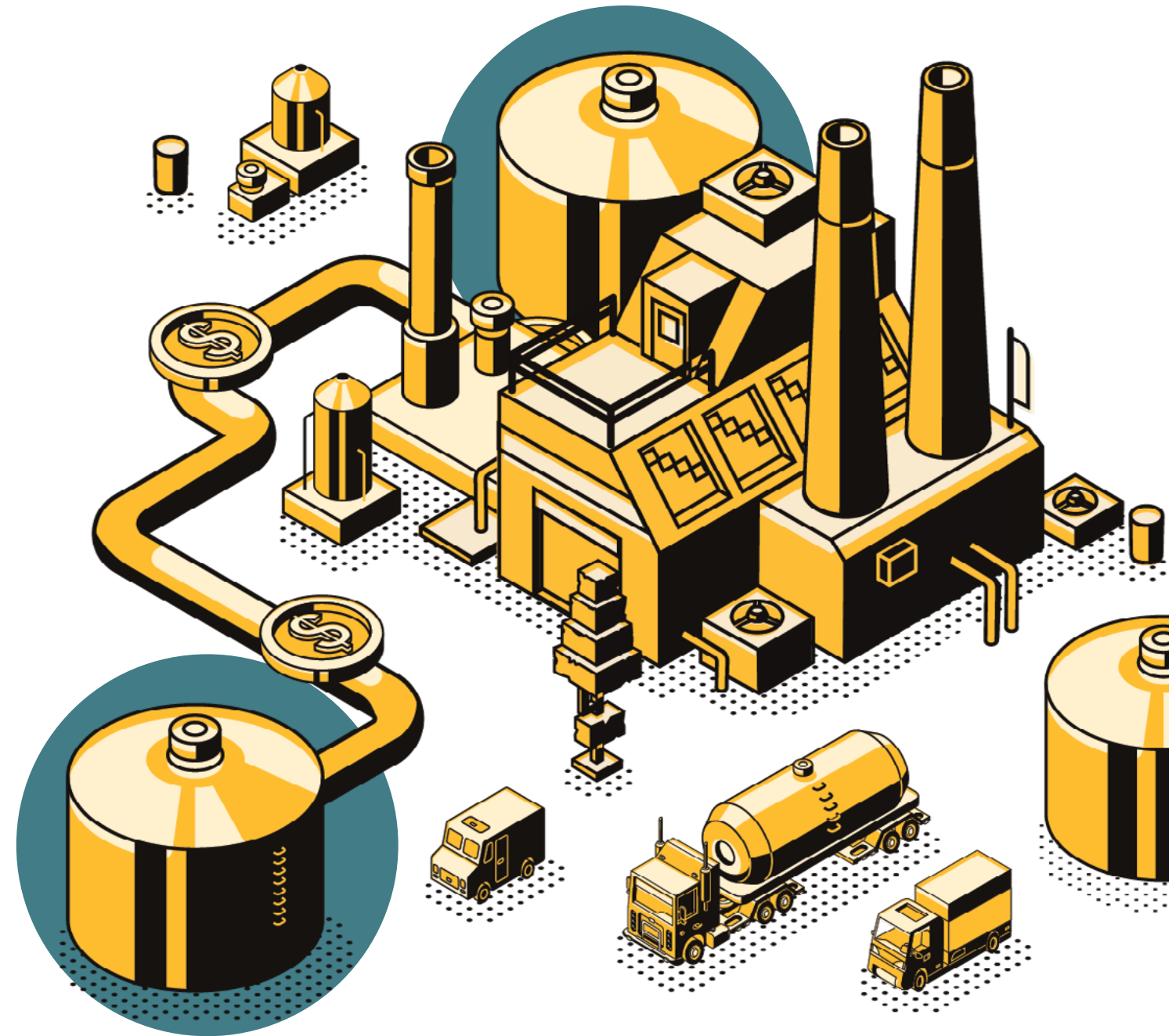
2.1 Antecedentes

Las emisiones de gases de invernadero y Dióxido de Carbono en Costa Rica van en significativo aumento paralelo al aumento de cantidad de vehículos, según los datos del Inventario Nacional de emisiones de gases de efecto invernadero y absorción de carbono, en el 2012 las emisiones fueron 11.2 millones de toneladas de CO₂ equivalente comparado con 9.6 millones en 2010 y 7.6 millones en 2005. (Secretaría de Cambio Climático, 2005).

Según los estudios realizados para la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, (Rivera, Obando & Sancho, 2015) Se ha estimado que, de no tomas medidas, las emisiones de Costa Rica aumentarán en un 2.4% anual, habrán crecido 60% entre 2015 y 2030 y podrían llegar a subir 132% en 2050 para alcanzar un nivel de 29.6 millones de toneladas de CO₂ equivalente.

La quema de combustibles fósiles no solo aumenta la carbonización del país, sino que daña la calidad del aire, los niveles de PM 2.5 superan los niveles recomendados internacionalmente y los niveles de NO₂ del Gran Área Metropolitana superan los límites de la Organización Mundial de la Salud en muchos de los puntos en que se realiza la medición, lo cual no solo significa daños en la calidad del aire, si no también, un importante peso en la calidad de vida de los habitantes tanto de la GAM, como del país, el deterioro de la calidad del aire y el aumento de partículas dañinas respirables, lleva consigo consecuencias como enfermedades respiratorias en los seres humanos.

Es de suma importancia tomar acción en el área, por tanto se ha establecido dentro del plan de Gobierno actual (2018-2022), un plan de Descarbonización Nacional, que tiene como meta principal a largo plazo, lograr que el país se encuentre en cero emisiones de Dióxido de Carbono al año 2050, siendo el transporte el primer contribuyente a las emisiones de gases, se dirige el país hacia una nueva cultura de apropiación de una flota vehicular eléctrica que responda a generar movilización sin dejar huella de Dióxido de Carbono.



Es importante destacar que, el país actualmente depende al 100% de los hidrocarburos como principal fuente para los medios de transporte, a pesar de que la generación de la energía eléctrica en Costa Rica es de fuentes 95% renovables, el proceso de transporte del combustible, tanto como el proceso de combustión en los automóviles es el principal contaminante del aire.

Dentro del estudio de la Refinadora Costarricense de Petróleo S.A (2018, pp.5-7), con base a los aportes obtenidos en la Investigación y Experimentación en conjunto con la empresa privada Ad Astra Rocket S.A, se establecen oportunidades entorno a la producción de combustible a base de Hidrógeno tales como lograr ser pionero en el tema de producción y almacenamiento de hidrógeno a altas presiones a nivel de América Latina.

2.1.1 Entorno Internacional

En el estudio de la Refinadora Costarricense de Petróleo S.A (2018, pp.5-7) se expone como la situación a nivel Internacional podría evolucionar al año 2040 mediante dos escenarios, donde el más optimista es una transición "aún más rápida" en la que se proyecta que para ese año se disminuya el consumo del petróleo al que se tenía en el 2010 y los combustibles fósiles representarían en un 50% el consumo energético primario. Se considera como el "más probable" el escenario de Transición Evolutiva, en el cual las emisiones de CO₂ a nivel mundial experimentan un punto de inflexión y una leve tendencia a bajar a partir del 2035. Esta transición proyecta 53% de participación del petróleo y gas en el mix de energía primaria, es decir, a nivel internacional a largo plazo se están buscando alternativas de energías limpias y de generación de combustible de maneras alternas que logren mitigar las emisiones de Dióxido de Carbono al limitar además, el uso del petróleo como fuente principal.

Costa Rica a nivel internacional se propone como un "laboratorio de descarbonización" debido a las facilidades y potenciales energéticas que posee, se prevee que pueda funcionar a pequeña escala como una matriz eléctrica y renovable al 100%.

2.2 Planteamiento del Problema

Cómo los habitantes del **Gran Área Metropolitana** se pueden ver beneficiados con una **minimización de la huella de Dióxido de Carbono**, para el cumplimiento del plan de Descarbonización total de Costa Rica, mediante la creación de una **Refinadora de Agua que permita la generación y distribución de combustible a base de Hidrógeno?**

F.4

F.3



El proyecto "Refinadora de Agua para la producción de combustible a base de Hidrógeno" es un proyecto de interés nacional, que responde a las proyecciones a largo plazo en el eje de transporte establecidas en el Plan de Descarbonización 2050.



"1.2.4 Diseñar un plan de Impulso al hidrógeno y otras tecnologías cero emisiones.
o Definir la Hoja de Ruta para consolidar un clúster de I+D en Hidrógeno
o Implementar el plan de acción interinstitucional para propiciar el uso del hidrógeno en el sector transporte.
o Realizar estudios de pre factibilidad de los proyectos clave identificados, definir modelo de negocio
o Diseño del piloto con buses públicos de hidrógeno
o Dar a conocer las lecciones en materia de costos, rendimiento e infraestructura."
(Gobierno de Costa Rica, 2018-2022)

3. JUSTIFICACIÓN

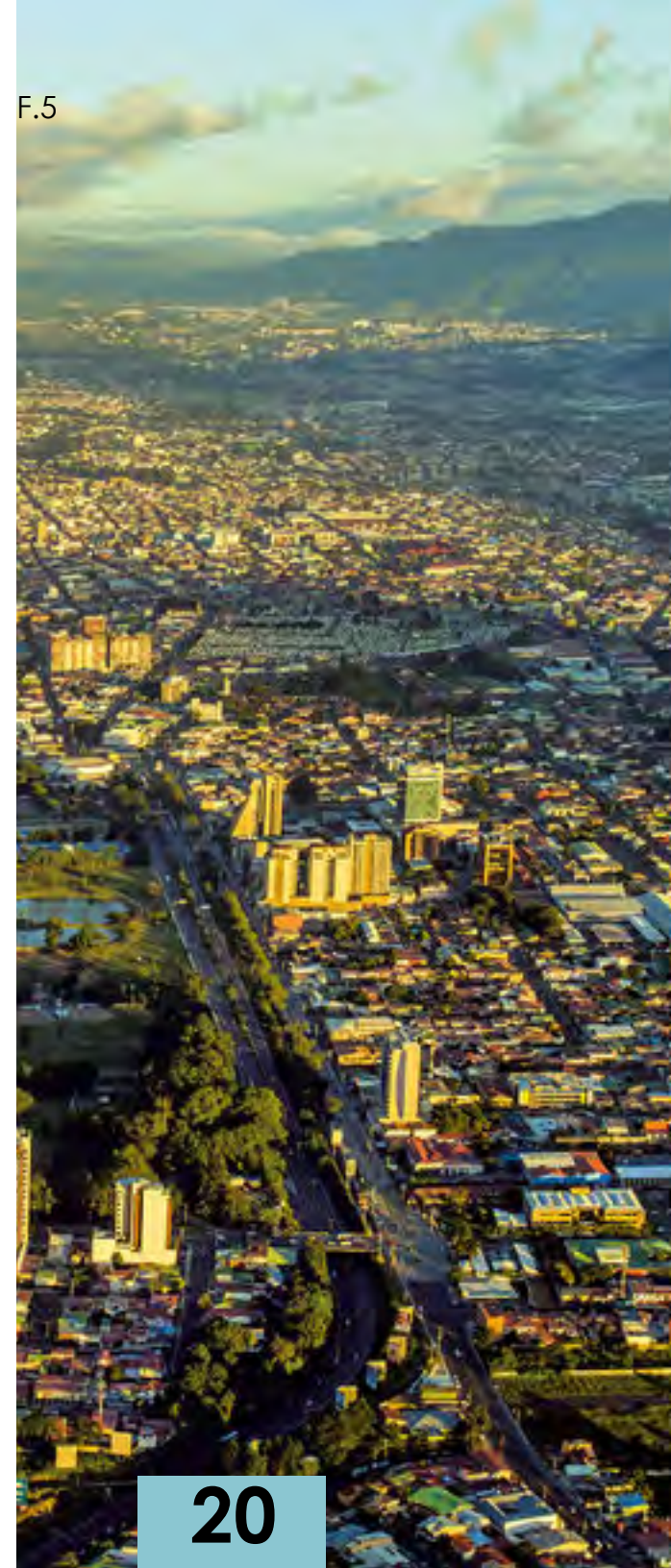
El sello internacional de Costa Rica está plasmado en la esencia de ser un país verde, que promueve y apoya la conservación de la naturaleza así como los recursos naturales que en su territorio posee, en Diciembre del 2019, por primera vez, fue la sede de la PRE COP25, donde se presentó el “Programa País de Carbono Neutralidad”, el cual es un programa pionero que promueve el control y manejo de las emisiones de gases de efecto invernadero en las empresas públicas y privadas. Además, en este evento, Costa Rica firmó un compromiso para ayudar a Honduras en la creación de su propio Plan de Descarbonización.

En el Gobierno del Bicentenario 2018-2022, se presentó el Plan de Descarbonización Nacional, bajo la premisa de que “Costa Rica aspira a ser una economía moderna, verde, libre de emisiones, resiliente e inclusiva” (Gobierno de la República Independiente de Costa Rica, Secretaría del MINAE, 2018) dentro de este Plan, se establecen 10 ejes principales dentro de los cuales se trabajaran estrategias para el cumplimiento de la Descarbonización total a largo plazo en el 2050, para efectos de este proyecto se centrará en el **Eje 2: “Transformación de la flota de vehículos ligeros a cero emisiones, nutrido de energía renovable, no de origen fósil”**.

“Visión de transformación:

- *Hacia 2025 se estabilizará el crecimiento de flota de motocicletas y se adoptarán estándares para migrar a una flota cero emisiones.*
- *En 2035, un 30% de la flota de vehículos ligeros - privados e institucionales será eléctrica. En 2050, el 95% de la flota - será de cero emisiones.*
- *Al 2050 se habrán consolidado nuevos modelos y esquemas de movilidad compartida.*
- *Al 2050 el país contará con una extensa red de recarga eléctrica a lo largo del país y con infraestructura complementaria para tecnologías cero emisiones (ejemplo, estaciones de hidrógeno).”*
(Gobierno de Costa Rica, 2018)

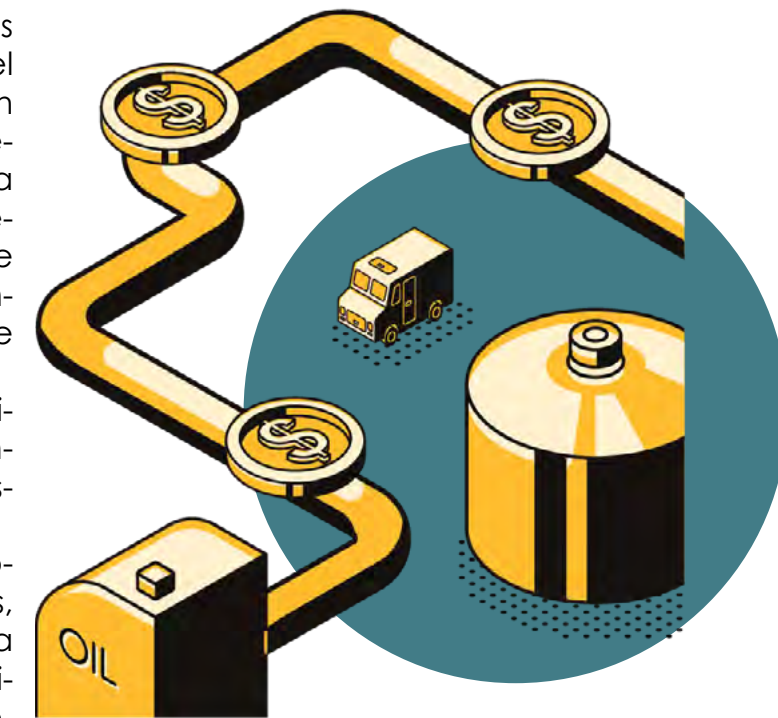
Actualmente, durante los años 2019 - 2020, se ha impulsado a la renovación de la flota vehicular hacia automóviles eléctricos, la población se ha mostrado anuente al cambio y ha recibido las actualizaciones de manera adecuada, dentro del GAM se ubican alrededor de 30 estaciones de carga eléctrica para vehículos. Esto demuestra que la población de Costa Rica, y del Gran Área Metropolitana en específico, puede adaptarse a largo plazo a nuevos métodos de producción de combustible y transporte.



Con 1.399.238 vehículos circulando a diario, la GAM es el área con más afluencia de vehículos del país, (Secretaría de Cambio Climático, 2005), por lo que el proyecto estará ubicado en una zona estratégica que logre dar abasto, en primera instancia, a una extensión de 30km² de territorio, beneficiando tanto al país, como a la Gran Área Metropolitana en reducción de emisiones de gases. Tomando en cuenta la línea histórica de los factores que han incrementado la contaminación atmosférica en Costa Rica y, los planes gubernamentales a futuro de descarbonización total, se establece como problemática la necesidad a mediano – largo plazo de un complejo que proporcione a la población combustible producido a base de energía 100% renovable, que además, sea de fácil acceso y de carga rápida para los medios de transporte convencionales tanto públicos como privados, respaldado tanto por las investigaciones realizadas por el Dr. Frankling Chang, como por los referentes internacionales, dicha producción se realizaría con hidrógeno, obtenido de un proceso de electrólisis del agua debido a la gran cantidad de agua presente en la atmósfera de Costa Rica, y asegurando así, tomando energía eléctrica de las fuentes renovables del país tanto para la producción como para la distribución y almacenamiento del combustible.

Para un funcionamiento experimental, se determina la ubicación del proyecto con base a la proyección del desarrollo Industrial de las Ciudades Densamente pobladas establecidas en el plan GAM 2013-2030 publicado por el INVU, se tomará la zona Industrial en desarrollo ubicada en la Zona Franca del Este, Calle Blancos, como punto de referencia la cual según el Plan GAM, se proyecta como una modelo CDI, esta ubicación permitirá dar a basto a los vehículos que transiten dentro de la GAM con un trayecto de flota cautiva, que son vehículos que salen y retornan siempre al mismo punto, sea transporte público, de reparto, de logística o privado.

Además, el complejo contará con áreas de capacitación, investigación, educación y de esparcimiento de información, proyectado a las generaciones futuras de Costa Rica para procurar un desarrollo sostenible del país. Actualmente, el país se encuentra en proceso de adaptación y de experimentación de estas nuevas tecnologías, Ad Astra Rocket Company S.A es el principal incursor en la investigación y aplicación de la producción de combustibles con energías no contaminantes, contando con el apoyo gubernamental y de instituciones como RECOPE para establecimiento de puestos de producción piloto.



4. DELIMITACIONES

4.1 Delimitación Social



3,000 000
Habitantes

GAM

VEHÍCULOS PARTICULARES

Cantidad de vehículos: 930 000

Consumo diario: 2 150 m³

Capacidad de una máquina de Hidrógeno: 1000 m³/h

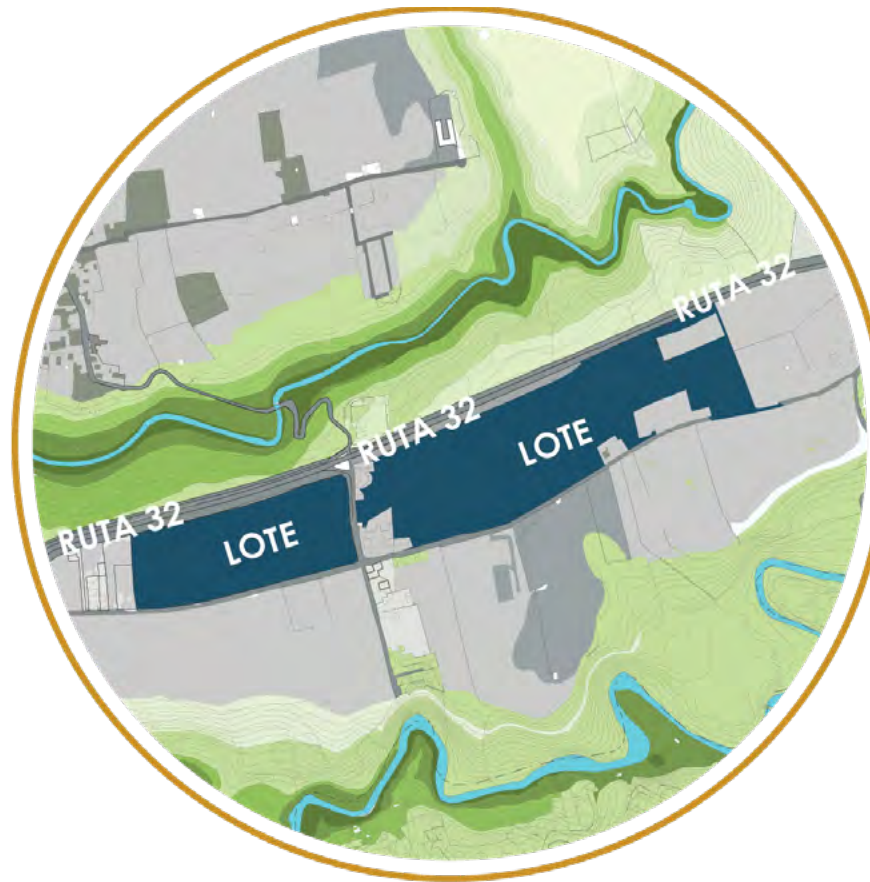
Dentro de la delimitación social se toma en cuenta la población que se verá beneficiada por el uso de un vehículo eléctrico impulsado con hidrógeno, tanto como la población que obtendrá una mejor calidad de aire respirado por la disminución de la emisión de Dióxido de Carbono, estas poblaciones se toman a nivel macro, siendo 3 000 000 habitantes del GAM, y a nivel individual se verán beneficiados indirectamente quienes cuenten con un vehículo eléctrico y circulen dentro de el área física delimitada que les permita abastecerse de dicho servicio.

Tomando en cuenta que el país es incluido como parte de la estrategia de transición a energías y combustibles renovables al año 2030, se parte de la premisa establecida por el *Plan de Descarbonización realizado por la Refinadora Costarricense de Petróleo S.A (2018)*, la cual establece que al año 2030 la tendencia de vehículos particulares será de un 55% perteneciente a vehículos impulsados por combustibles alternos al petróleo; siendo así un aproximado de 930 000 de vehículos según las estadísticas realizadas por dicho estudio, está cantidad de vehículos forman parte de la delimitación social que se verán abastecidos de Combustible a base de Hidrógeno.

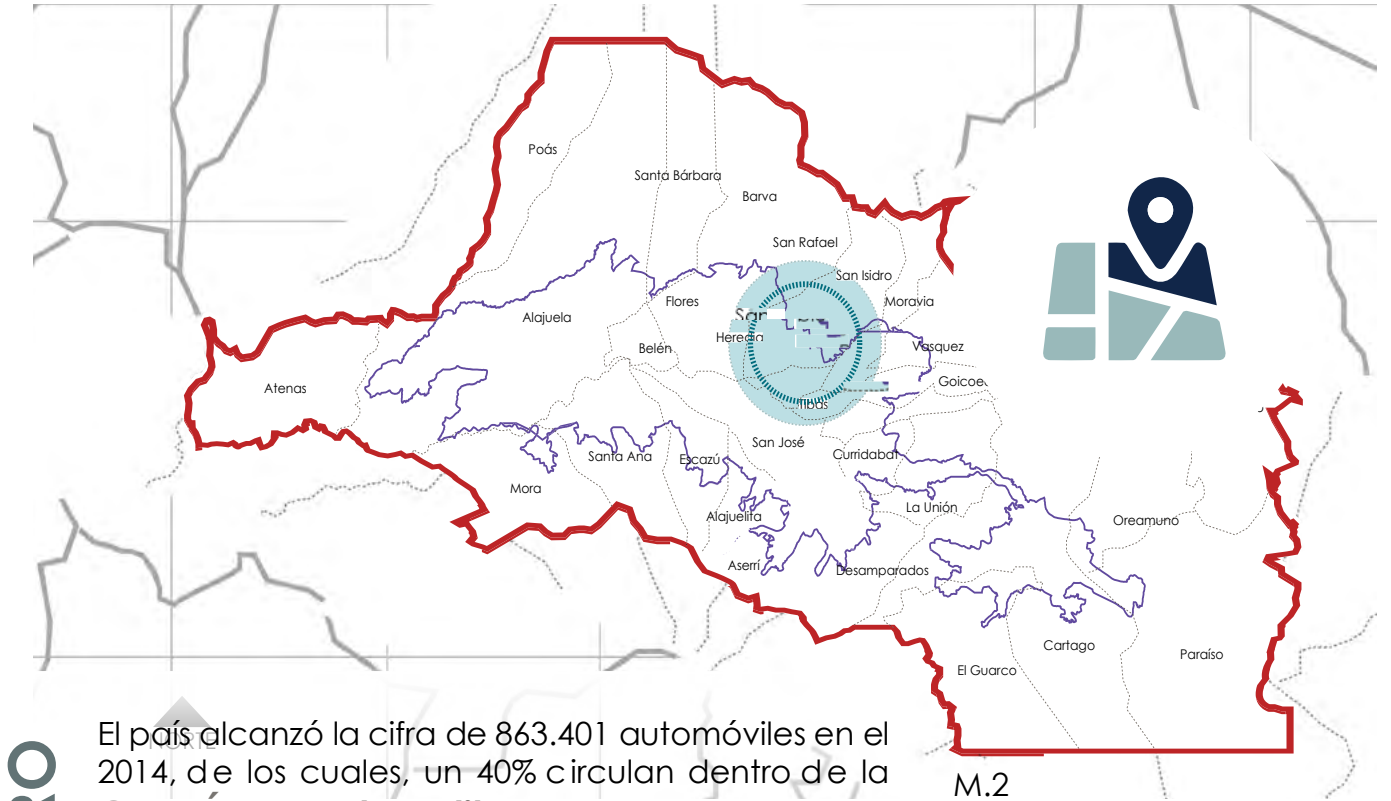
4.2 Delimitación Disciplinaria

El proyecto se realizará en el ámbito de la arquitectura y se contará con la colaboración de otras áreas interdisciplinarias necesarias para el funcionamiento adecuado del mismo, se verán involucradas áreas tales como Ingeniería Electromecánica, Ingeniería Química, Industrial, Ambiental e Ingeniería Física.

4.3 Delimitación Física



M.1



M.2

MACRO

El país alcanzó la cifra de 863.401 automóviles en el 2014, de los cuales, un 40% circulan dentro de la **Gran Área Metropolitana**, en su último reporte a la Convención Climática (Diciembre del 2015) el país señaló que los automóviles y autos para pasajeros representaron 44% de todas las emisiones de transporte.

MICRO

El 25% de los trabajadores de la **GAM** tarda hasta 2 horas en llegar a su destino cada jornada. Teniendo en cuenta que en esta área se concentran los principales emisores de **CO₂** del país se toma como delimitación **macro**, estableciendo como punto de convergencia una zona al borde del **norte de San José, sobre la Ruta 32, Santo Domingo, Heredia**, la delimitación a nivel **micro** para la ubicación del proyecto.

5. VIABILIDAD

El proyecto va dirigido hacia un bienestar nacional, siendo “El plan de Descarbonización” un objetivo primordial como meta país, instituciones tanto públicas como privadas, han colocado esfuerzos en colaborar de manera activa para un fin común, de interés principal se encuentran Instituciones Gubernamentales como el MINAE, y de interés Internacional, se ha puesto ante el “Acuerdo contra el cambio climático en París”.

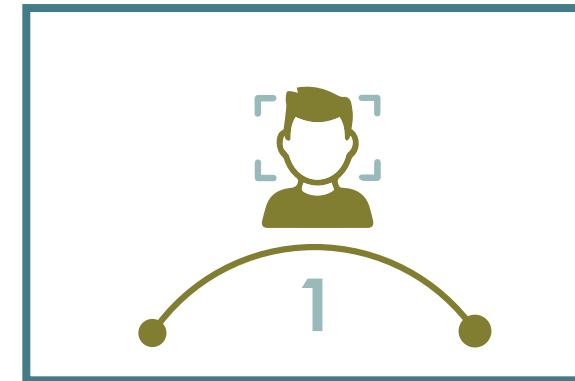
Las Municipalidades de todos los cantones del país han sido llamadas a colaborar impulsando acciones en el eje de transporte a través de Energías Limpias.

La Compañía Nacional de Fuerza y Luz es el principal encargado de proporcionar la electricidad necesaria para proyectos que promuevan e innoven en cuanto a energías limpias en transporte.

Además de estas instituciones Públicas, existen privadas que han decidido apoyar e impulsar en el ámbito de investigación, marcas como como Daimler Chrysler, Ford, General Motors, Honda, Hyundai, Mazda, Mitsubishi, Nissan, Peugeot-Citroen, Renault, Honda, Toyota y Volkswagen. Toyota, y la Refinadora Costarricense de Petróleo, en conjunto con Ad Astra Rocket, ha invertido en la creación de centros de investigación y experimentación con Hidrógeno como fuente de combustible, a partir del 2011 se han obtenido resultados favorables en cuanto a la experimentación, estableciendo fortalezas como la capacitación del personal de RECOPE para operar y dirigir una planta de Producción de Hidrógeno a pequeña escala, además de estándares de mantenimiento de dicha planta. En estas etapas se han establecido procedimientos favorables como ejecución y llenado de tanques de alta presión de Hidrógeno.

6. OBJETIVOS

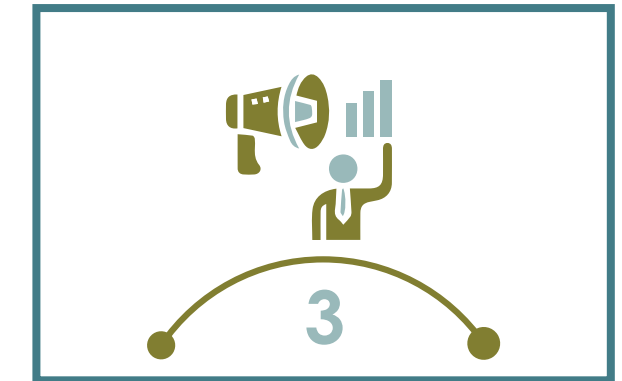
Desarrollar una nueva Refinadora de Agua destinada a la producción y distribución de combustible a base de hidrógeno como respuesta a las necesidades de la disminución de emisiones de CO2 en el GAM producidas por los vehículos impulsados por combustión convencional.



Identificar las necesidades de los usuarios en cuanto a un espacio que promueva la producción de combustible que sea cero emisiones de Dióxido de Carbono para la obtención de lineamientos de diseño.



Analizar las características físico - espaciales y ambientales del lote destinado al proyecto ubicado al norte de San José en Santo Domingo de Heredia sobre la ruta Ruta 32 para la integración del objeto arquitectónico.



Diseñar el anteproyecto arquitectónico de la Refinadora de Agua para la Producción de Combustible a base de Hidrógeno en respuesta integral a las necesidades de la población.

7. ESTADO DE LA CUESTIÓN

7.1 Casos de estudio - Teorías Relacionadas

Para el desarrollo de este proyecto, se estudiarán y analizarán casos de estudio referentes que puedan tener algún aporte e impacto a nivel de funcionamiento y diseño arquitectónico. Se tomarán casos de estudio de proyectos realizados y en desarrollo dado que la naturaleza del proyecto es un área que aún está en exploración y constante cambio; se tomarán también, proyectos relacionados que puedan aportar parámetros de espacios, materiales y funcionamiento.

NACIONAL

En Costa Rica, la investigación y experimentación del combustible a base de Hidrógeno está liderada por la empresa **Ad Astra Rocket Company**, del **Dr. Franklin Chang Díaz**, este será el referente en cuanto a espacialidad nacional, se tomará en cuenta el funcionamiento actual de **RECOPE**, tanto como el **Centro de Experimentación de RECOPE para combustible de Hidrógeno**.

LATINOAMÉRICA

A nivel de **investigación** y aportes en el tema, se toman en cuenta los países de **México, Chile y Argentina**, quienes han realizado estudios que aportan estimaciones importantes comparables con la situación de Costa Rica, sin embargo estos países aún están en etapas de desarrollo de infraestructura que pueda aportar un parámetro arquitectónico de comparación.

ASIA

El continente Asiático durante los últimos 5 años, ha implementado una serie de estrategias para posicionarse mundialmente como líderes en temas de sostenibilidad y energía a base de Hidrógeno, se tomará en cuenta proyectos de estrategia económica desarrollados por Japón y Corea del Sur, además de el proyecto de referencia más real a la actualidad, que se encuentra en construcción en Fukushima.

EUROPA

- 1 Plan de Economía basado en el Hidrógeno - Korea
- 2 Postura del Dr. Franklin Chang Díaz
- 3 Centro de Investigación Ad Astra Rocket Company
- 4 Centro de Experimentación de Hidrógeno Ad Astra - RECOPE
- 5 Estación de carga rápida COBE
- 6 Master Plan Sustentable Corea del Sur
- 7 Campus Universitario EUREF
- 8 Programa de Celdas de Combustible - Estados Unidos
- 9 Estación de Hidrógeno y Planta de Producción - Japón
- 10 Centro de Recreación Urbana y Planta de Energía - Dinamarca
Planta de Energía a partir de Desechos - China

7.1 Casos de estudio

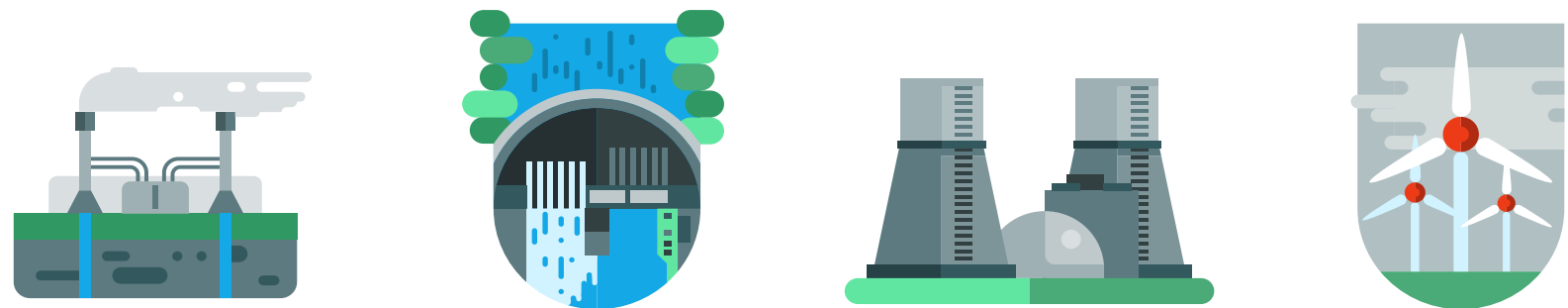
Hydrogen Economy Plan in Korea

Corea busca activamente la cooperación internacional y participarán en redes globales como la Asociación Internacional para el Hidrógeno y las Pilas de Combustible en el Consejo de Economía e Hidrógeno. Además, habrá una cooperación tecnológica internacional más activa en varias cadenas de valor de la economía del hidrógeno. Las tecnologías para la producción, el almacenamiento, el transporte, la tecnología de captura de carbono para la planta de producción de hidrógeno del tipo de extracción de GNL, la aplicación de energía de hidrógeno, etc., serán el tema más interesante para los coreanos para colaborar. (Hydrogen Economy Plan in Korea, Jeong Eun Ha, 2019).

Las acciones de prevención contra el cambio climático requieren que las economías mundiales puedan descarbonizar sus sistemas energéticos, instalando grandes cantidades de energías renovables, que a su vez sean fiables, seguras y continuas para asistir a la demanda.

El enfoque de este proyecto va orientado hacia tres vertientes : **beneficio social, beneficio climático, y desarrollo económico del país**, en tanto haya un espacio para la investigación, producción y promulgación de nuevas tecnologías y nuevos tipos de energía renovable que permitan dirigir el país hacia un eje de desarrollo sostenible.

La planta de energía de celdas de combustible de Hidrógeno situada en Seosan, Corea del Sur, es operada por Daesan Green Energy, una empresa conjunta entre Corea y Hanwha Energy. Contendrá 50.16 MW de plantas de energía. El desarrollo de esta planta forma parte de las presiones del gobierno durante el 2020 para la expansión de los vehículos y la infraestructura de generación de energía con combustible de hidrógeno. La inversión será de 5.8 billones de wones para el 2030.



PRINCIPALES APORTES

HIDRÓGENO

- PRODUCIDO A PARTIR DE ENERGÍA SOLAR
- TRANSPORTADO EN TUBERÍAS
- PRODUCCIÓN MEDIANTE ELECTRÓLISIS
- USO COMBUSTIBLE Y RESIDENCIAL
- RECORRIDO DE 3KM



Central Eléctrica de Celdas de Hidrógeno

7.1 Casos de estudio

Postura Dr. Franklin Chang

El transporte eléctrico en Costa Rica podría funcionar con hidrógeno, considera Franklin Chang, director de Ad Astra Rocket Company y reconocido por su labor en la NASA. (Garza, 2019)

El país es pionero en este tipo de energía renovable en América Latina, y se convertirá en el primero en alimentar vehículos particulares gracias a una inversión del Banco Interamericano de Desarrollo y la Fundación Movilidad Toyota.

Además, considera que el hidrógeno es viable al ser cero contaminante y se produce con agua, que puede ser reutilizada una vez que es purificada a través de la hidrólisis.

El Dr. Franklin Chang con su amplia experiencia en el campo, ha realizado estudios e investigaciones prácticas en el área, respalda la idea de poder implementar una refinadora que produzca combustible a base de Hidrógeno. Los vehículos eléctricos potenciados con hidrógeno tienen una autonomía de 550 kilómetros, mucho mayor a la de un vehículo eléctrico convencional.

Este sería un área en el cual habría que incursionar como país a nivel de investigación y comparación con países que ya han desarrollado estrategias previamente, para determinar cual sería la mejor ruta a seguir como país en términos de funcionalidad y equipamiento necesario.



F.10

“¿Por qué no soñar con una refinadora costarricense de agua?”
Díaz Chang F. 2019

F.9

Expone que, además de un uso como combustible, el proceso de obtención cuando se electroliza el agua y produce el hidrógeno, también rompe oxígeno muy puro que puede usarse en los hospitales, en la producción de tilapias y procesos industriales que requieran combustión.

Mediante un proceso paulatino, es viable eliminar los hidrocarburos de Costa Rica, además de hacer hidrógeno, se debe reducir el impacto de los modelos convencionales de combustión, impulsar motores limpios y eliminar la flota antigua.

El modelo ideal sería uno en el que convivan los vehículos de hidrógeno y los de batería, ambos eléctricos, en los que el transporte público sea de hidrógeno y los vehículos particulares de batería.

N'YU'TI es el primer autobús, no solo de Costa Rica, si no de Latinoamérica, en funcionar con combustible de Hidrógeno, este y tres autobuses más han sido introducidos al mercado del país gracias a la donación de 2.5 millones de Euros del Gobierno de Alemania, y un millón de dolares proveniente de la Fundación de Costa Rica - Estados Unidos para la cooperación. Este autobús tiene una capacidad de 35 pasajeros y puede recorrer 338 kilómetros con 39 kilogramos de hidrógeno comprimido, y desplazarse a un máximo de 110 kilómetros por hora.



F.11



F.12

7.1 Casos de estudio



CENTRO DE INVESTIGACIÓN AD ASTRA ROCKET COMPANY



Liberia, Guanacaste, Costa Rica
Área: 850m²

F.13

Para fines de demostración de viabilidad y tecnología, se ha fabricado un prototipo a pequeña escala de un sistema de bajo costo para generación de hidrógeno basado en energía eólica, el cual está en funcionamiento en las instalaciones de la empresa en Liberia, Guanacaste.

Se compone de un aerogenerador integrado con un electrolizador, que permite el almacenamiento de la energía eólica en forma de hidrógeno para su uso posterior en un momento conveniente.

En este caso, el hidrógeno se puede utilizar para alimentar un generador híbrido de hidrógeno - biogás (genset) para producir energía mecánica o electricidad de una manera autónoma. El biogás se obtiene a partir de residuos orgánicos (como la biomasa o el estiércol animal), y la filosofía fundamental del sistema es ser la fuente primaria de energía para diversas actividades económicas, siendo una alternativa de la red eléctrica.



F.14

Al ser de pequeña escala, este plan experimental funciona con un aerogenerador de 0.25KW, una planta de producción y almacenamiento y un laboratorio principal, lo cual servirá de parametro para modular según las necesidades para dar a basto en este proyecto.



CENTRO EXPERIMENTAL DE COMPRESIÓN Y ALMACENAMIENTO DE HIDRÓGENO



Cartago, Costa Rica

F.15

Ad Astra Rocket Company, se asoció con RECOPE, para la investigación y el desarrollo de un centro experimental de compresión y almacenamiento de Hidrógeno.

Este proyecto constituye el primer hito en el desarrollo de una infraestructura extendida para el procesamiento y distribución del hidrógeno como combustible alternativo para la generación de electricidad en el sector transporte, y es el siguiente paso lógico en el ciclo de hidrógeno después de nuestros esfuerzos en la generación del gas.

El proyecto actual AASEA con RECOPE es el segundo paso en una serie de iniciativas encaminadas a adaptar tecnologías asequibles de almacenamiento de hidrógeno a un número diferente de aplicaciones, incluyendo los vehículos de transporte y la generación de energía. La planta experimental de compresión de hidrógeno fue puesta en operación en diciembre del 2013, finalizando de esta forma la segunda etapa del contrato de investigación.



7.1 Casos de estudio

ESTACIÓN DE CARGA ULTRA RÁPIDA PARA VEHÍCULOS ELÉCTRICOS COBE

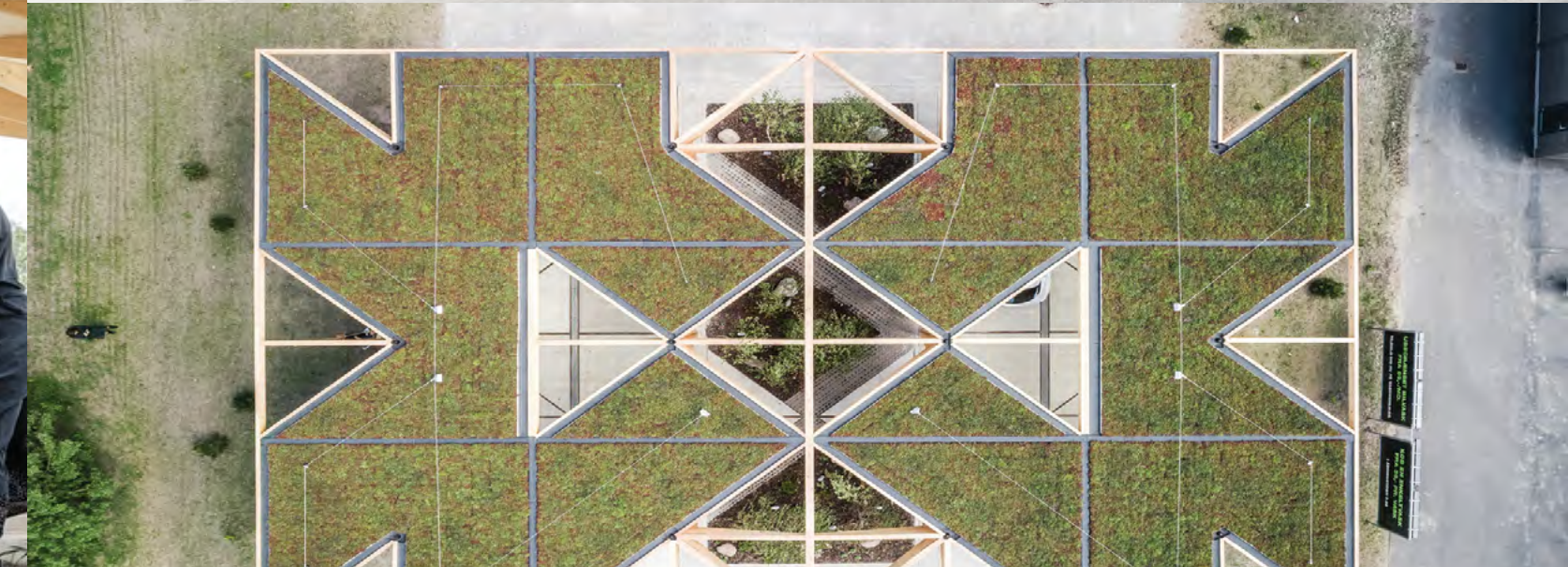
Fredericia, Dinamarca
Área: 400 m²
COBE Arquitectos
2019



La nueva estación de carga está ubicada en el centro de la autopista E20 en la ciudad danesa de Fredericia.

Las estaciones de carga consisten en una serie de "árboles" estructurales. Cuentan con daseles muy parecidos a las copas de los árboles que filtran y ofrecen sombra y protección de los elementos a la vez que definen un entorno verde y una atmósfera relajante.

La primera de las estaciones de carga ultrarrápidas ofrece una experiencia relajada en la naturaleza con la capacidad de recargar cuatro vehículos eléctricos simultáneamente. La estación de carga de Fredericia está construida como una arboleda de 12 "árboles" con una copa total de 400 m², representada en una mezcla de paneles de techo abiertos y cerrados. El objetivo es que tanto la nueva estación de carga como la próxima ofrezcan a los usuarios una sensación agradable, tranquila y de estilo zen que puedan, incluso, hacer que las carreteras sean más seguras.



7.1 Casos de estudio

MASTER PLAN SUSTENTABLE COREA DEL SUR



F.22



Corea del Sur
Máster Plan - 300km².
Islas de Kanghwa y OnJin-gun, al noroeste de Seúl
Foster + Partners
2019

36



F.23

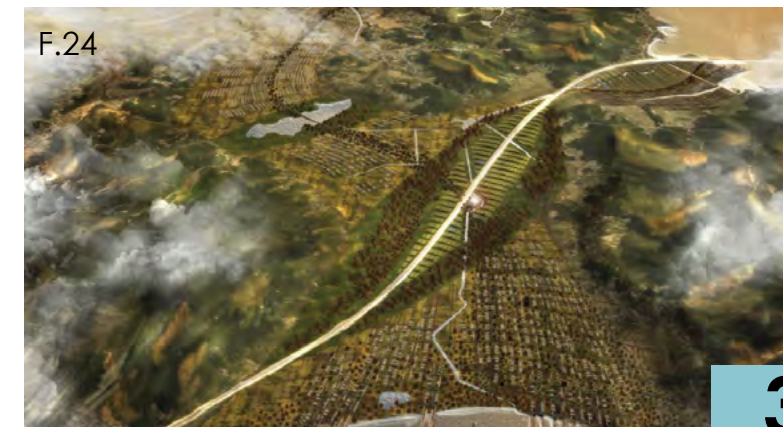
El plan integra un rango de baja a alta densidad de zonas de uso mixto, conectadas por un sistema de tránsito liviano rápido y la construcción será por etapas de 10 a 15 años. El área abarca tres sitios principales dentro de la zona de libre comercio – el norte de Kanghwa será un centro de cooperación económica interna de Corea, aprovechando su ubicación estratégica cercana al aeropuerto de Incheon, Corea del Norte, mientras que en el sur de la isla se mezclan los usos, combinan la tecnología de la industria verde con la comunidad, e espacios culturales y edificios residenciales.

Masterplan Sustentable Corea del Sur

Se prevé que Incheon se convierta en un centro nacional para una industria sostenible: fabricación de paneles fotovoltaicos y turbinas de viento, y el desarrollo de nuevos productos y tecnología en un nuevo instituto de investigación y el desarrollo en el sur de Kanghwa.

Las medidas de state-of-the-art empleadas en el plan maestro incluyen la **generación** de energía de biomasa, el uso de células de **combustible de hidrógeno** y los techos hidropónicos.

F.24



37

7.1 Casos de estudio

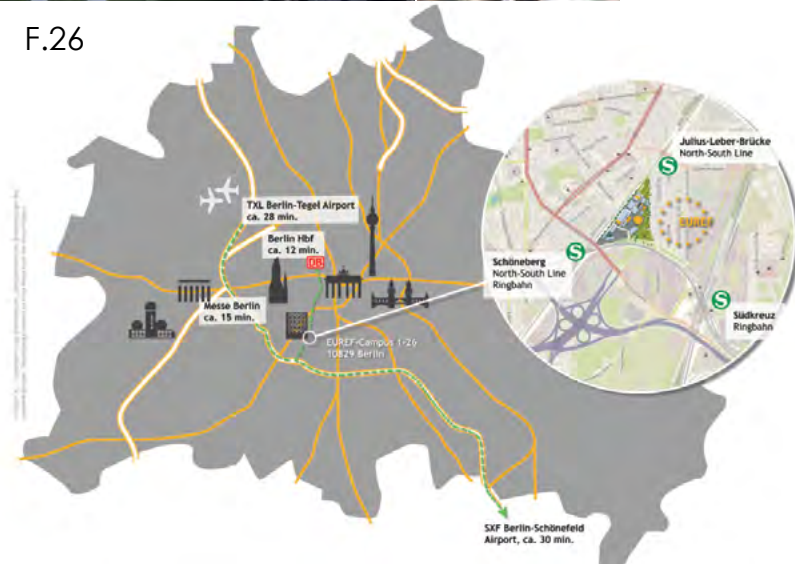
EUREF - CAMPUS UNIVERSITARIO

F.25



Ubicado en Berlín, Alemania el Campus Universitario EUREF, es un ejemplo de la innovación y educación desde el campo universitario, posee amplitud de centros especializados en tecnologías de Hidrógeno, cuenta con su propia planta de distribución la cual está en funcionamiento a servicio de la comunidad también.

F.26



Lademöglichkeiten auf dem EUREF-Campus Berlin

Neben den vielen fest vermerkten Parkplätzen mit Lademöglichkeit stellen wir für Besucher 40 weitere Ladepunkte auf dem Gelände und in der Tiefgarage von Haus 22 zur Verfügung.



F.27



F.28



Berlín
Campus Universitario
1000m2

7.1 Casos de estudio

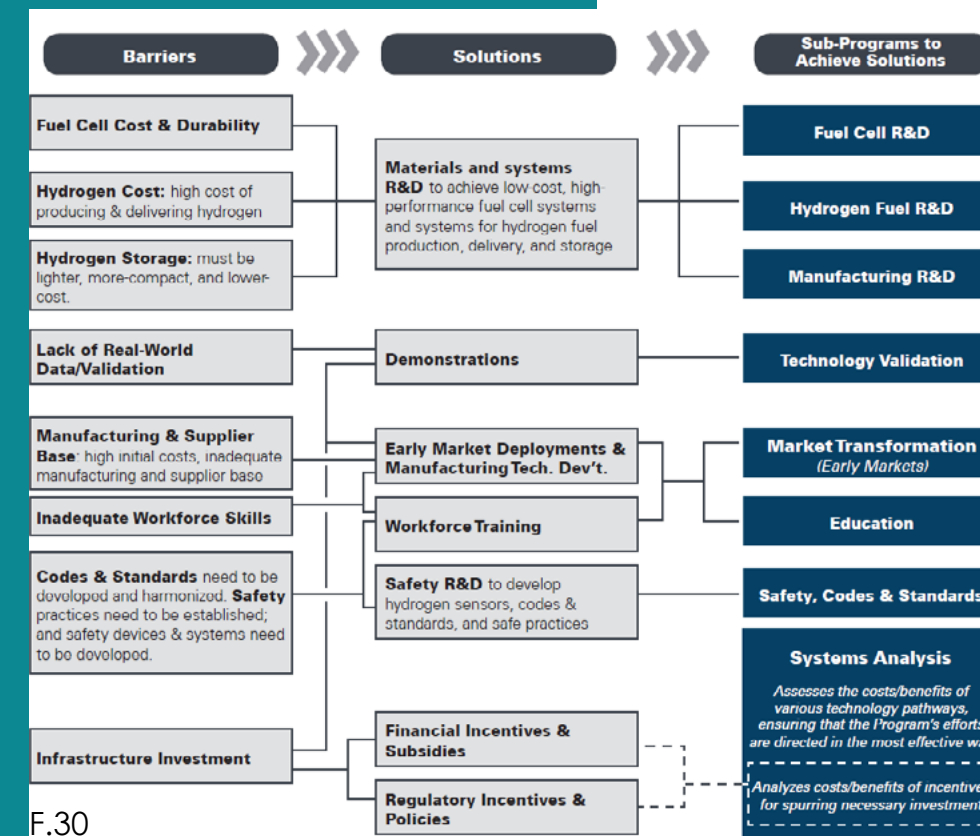
ESTADOS UNIDOS PROGRAMA DE CELDAS DE COMBUSTIBLE

El Programa incluye un equipo amplio de socios académicos, industriales, instituciones y laboratorios nacionales. Además, el Programa se coordina con otros programas en cuatro departamentos dependientes del DoE (Energy Efficiency and Renewable Energy, Science, Fossil Energy, and Nuclear Energy).

Después del fuerte impulso dado en 2004 a la investigación y desarrollo en hidrógeno y celdas de combustible, el DoE ha conseguido logros importantes, entre los cuales se destacan:

- Reducción de costes de producción de hidrógeno tanto de gas natural como de precursores renovables. Mediante la tecnología de reform de gas natural se alcanza un coste de fabricación competitivo con la gasolina.
- Identificación de nuevos materiales que ofrecen una mejora del en la capacidad de almacenamiento de hidrógeno en automóviles.
- Validación de las tecnologías del hidrógeno con la incorporación de 140 vehículos equipados con celdas de combustible y despliegue de estaciones con surtidores de hidrógeno.

F.29



F.30

Figure i.1. Program Strategy. The Program integrates diverse efforts to overcome the full range of barriers to the widespread commercialization of hydrogen and fuel cells.

Table B.0. Examples of Domestic Hydrogen Production Options and Resource Needs

F.31

Resource	Resource Availability	Resource Consumption (without hydrogen production for FCEVs)		Resources Needed to Produce Hydrogen for 20 million FCEVs ^{1,2}	Increase in Projected Consumption Required for 20 million FCEVs
		Current (2008)	Projected (2040)		
Gasification and Reforming³					
Biomass	384 million ⁴ – 1.2 billion ⁵ (dry) metric tons/year	214 million (dry) metric tons/year ⁶	566 million (dry) metric tons/year ⁶	50 million (dry) metric tons/year	9%
Coal (with carbon sequestration)	239 billion metric tons (estimated recoverable reserves) ⁷	1,070 million metric tons/year (all grades) ⁸	1,153 million metric tons/year (all grades) ⁸	54 million metric tons/year	5%
Natural Gas	273 trillion cubic feet (proven reserves) ⁹	22 trillion cubic feet ⁶	26 trillion cubic feet ⁶	634 billion cubic feet	2%
Water Electrolysis¹					
Wind	3,500 GWe (nameplate capacity, not power output) ¹⁰	22.6 GWe (installed nameplate capacity, not power output) ¹¹	50 GWe (installed nameplate capacity, not power output) ¹²	48 GWe	96%
Solar Energy (photovoltaic and concentrated solar thermal)	5,400 GWe (capacity, entire U.S.) ¹³	1,293 MWe (net summer capacity) ¹⁴	100 – 250 GWe (net summer capacity) ¹⁵	92 GWe	40 – 90%
Nuclear Energy (high-temperature electrolysis)	67 million metric tons of uranium at \$66/kg; 385 million metric tons of uranium at \$110/kg ¹⁶	100.6 GWe ¹⁷ (power output, using ~22,000 metric tons of uranium/year)	111.1 GWe ¹⁸ (power output, using ~24,000 metric tons of uranium/year)	15 GWe (power output, using ~3,200 metric tons of uranium/year)	14%

PRINCIPALES APORTES
HIDRÓGENO
PRODUCCIÓN

DISTRIBUCIÓN

ALMACENAMIENTO

CONVERSIÓN

APLICACIONES

Producción y distribución de H2 desde producción descentralizada, hasta producción distribuida.

El programa lleva a cabo actividades de validación tecnológica para demostración de fuentes estacionarias de energía, vehículos e infraestructura de hidrógeno.

7.1 Casos de estudio

JAPÓN-ESTRATEGÍA DE HIDRÓGENO

Debido a las legislaciones ambientales y la fuerte dependencia de los recursos fósiles no disponibles han sido la clave para que Japón definiese una serie de estrategias para su sector de la energía.

Estas estrategias son: **nueva generación de baterías para uso en automoción**, **desarrollo de tecnología de celdas de combustible e infraestructura de edificación**, nueva imagen de combustibles limpios y automoción de bajo consumo, **expansión de biotecnología segura de segunda generación**; y **concepto de sociedad motorizada avanzada**.

(The Hydrogen Society Starts from Fukushima / The Government of Japan - JapanGov -, 2020)



F.32



ESTACIÓN DE HIDRÓGENO DE TOSHIYUKI SHIRAI

PRINCIPALES APORTES HIDRÓGENO

AREA DE LA ESTACIÓN: 2.000 m²

SE PRODUCE EL HIDRÓGENO EN SITIO

CAPACIDAD DE LLENADO 300NM³

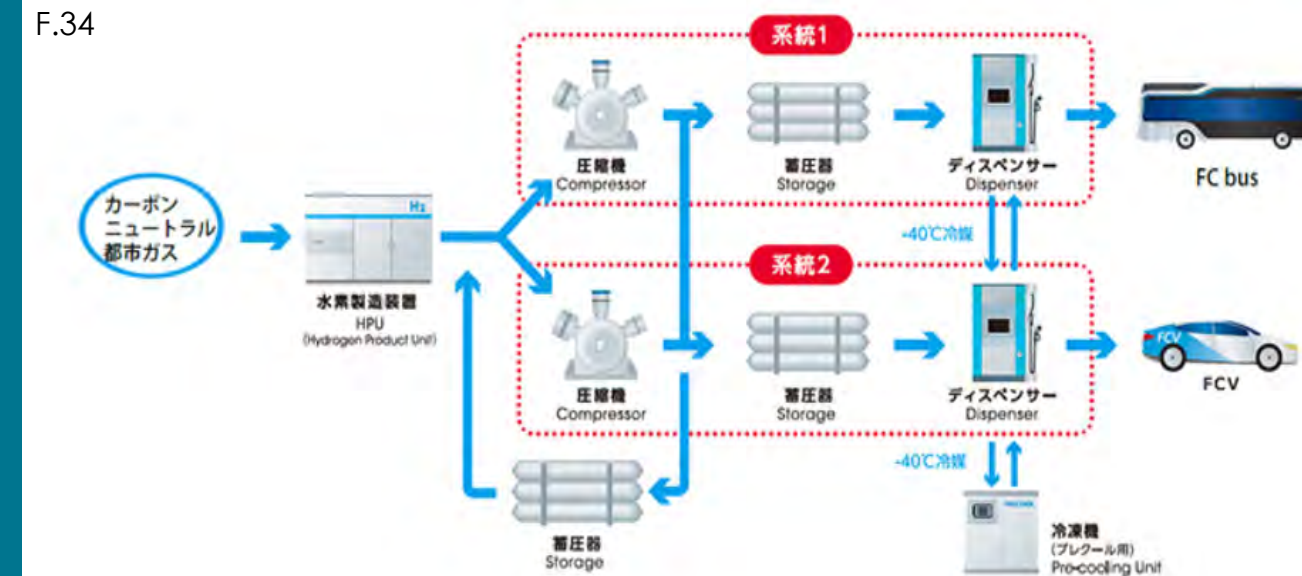
CAPACIDAD DE PRESIÓN 82MPA

EQUIPO: COMPRESORES, ACUMULADORES Y DISPENSADORES

La estación de recarga de combustible de Hidrógeno de Toshiyuki en Japón forma parte del despliegue de estaciones que han sido establecidas con el fin de solventar las propuestas establecidas en la estrategia de Energía del país, además, esta en especial fue inaugurada con el fin de abastecer los autobuses que se prevían que llegarían a los Juegos Olímpicos del 2020 en Tokyo.



F.33



F.34

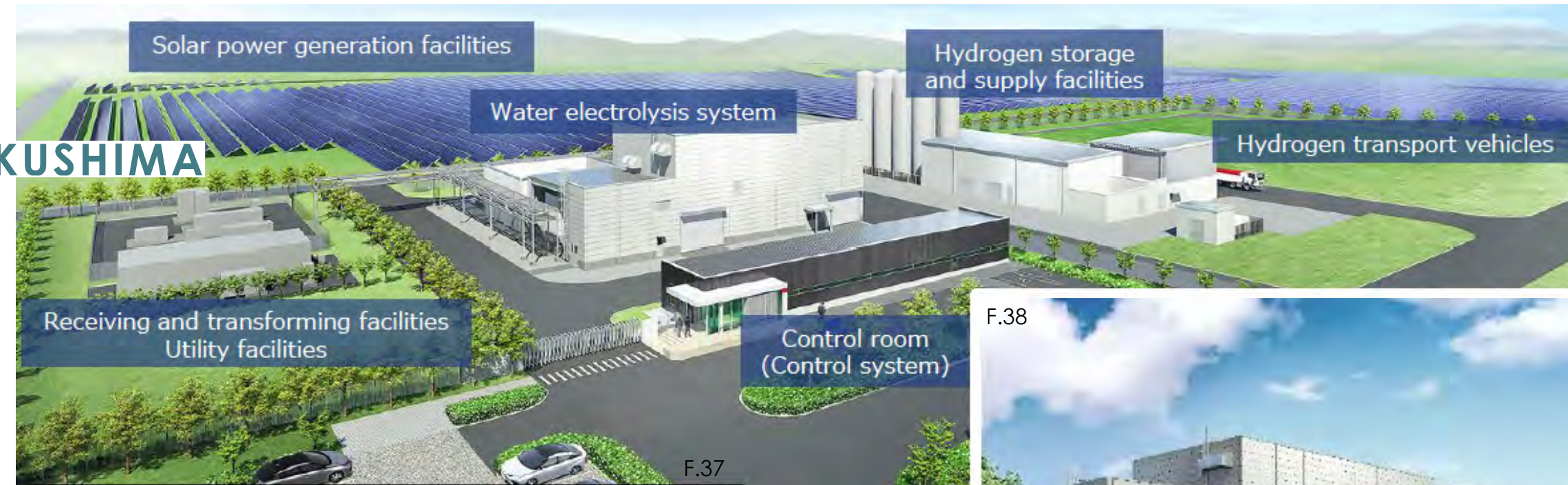
ESQUEMA DE FUNCIONAMIENTO DE LAS HIDROLINERAS

7.1 Casos de estudio

JAPÓN-PLANTA DE HIDRÓGENO EN FUKUSHIMA

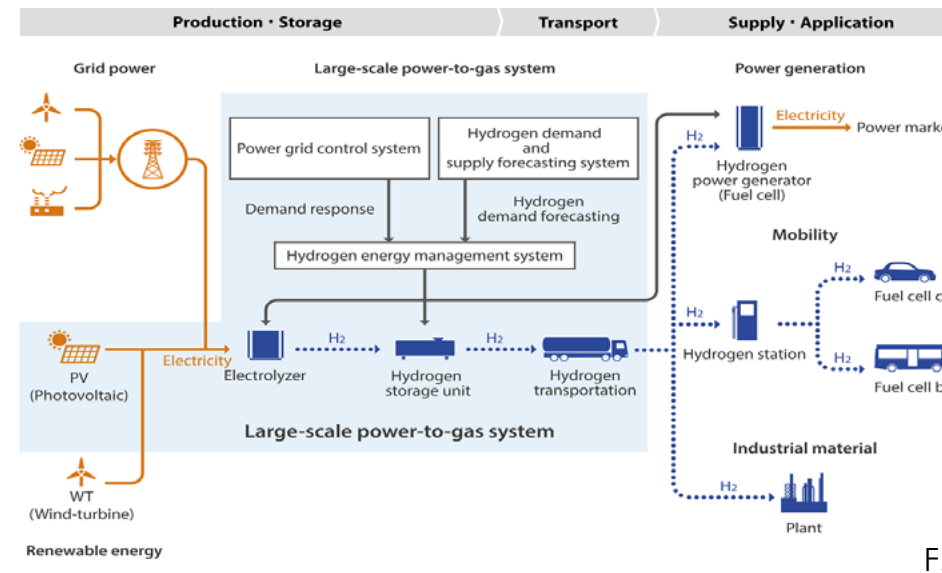


F.35



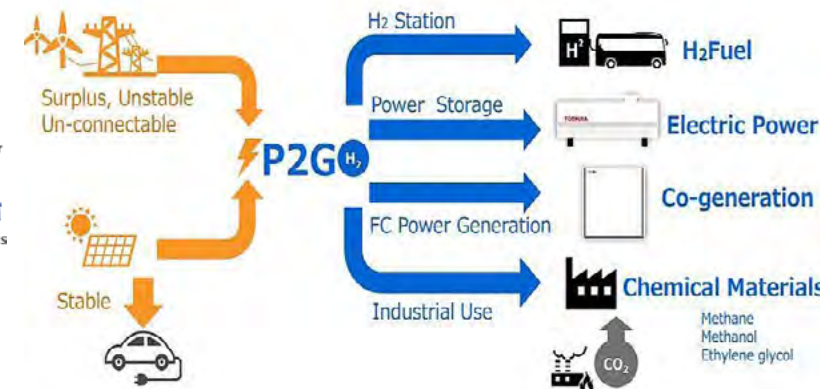
F.37

F.38



F.36

FUNCIONAMIENTO



F.39

4/9/2019

© 2019 Toshiba Energy Systems & Solutions Corporation 20

HIDROLINERAS PANASONIC



F.40



F.41

Equipado con una instalación de producción de **hidrógeno de clase 10,000kW**, y utilizando fuentes de energía renovables, como la electricidad generada por **paneles solares dispuestos a su alrededor (180.000m²)**, la instalación podrá producir hasta varios cientos de toneladas de hidrógeno al año. Desde el lanzamiento de Mirai, el primer automóvil de pila de combustible del mundo, las estaciones de combustible de hidrógeno se han extendido por todo el país, y los autobuses de pila de combustible ahora operan regularmente, particularmente en Tokio. (The Hydrogen Society Starts from Fukushima / The Government of Japan - JapanGov -, 2020)



7.1 Casos de estudio

ARQUITECTURA INDUSTRIAL

CENTRO DE RECREACIÓN URBANA Y PLANTA DE ENERGÍA COPENHILL

COPENHAGUE, DINAMARCA • GRUPO BJARKE INGELS • 2019

CopenHill es una planta de conversión de residuos en energía de **41,000m2** con un centro de recreación urbana y un centro de educación ambiental, convirtiendo la infraestructura social en un hito arquitectónico.

APORTES

- Valor agregado al proyecto mediante la creación de un espacio de recreación.
- Utilización de elementos naturales para contribuir y contrarrestar el impacto de la huella de carbono al proyecto.
- Adaptación de materiales clásicos como el metal en formas dinámicas.
- Composición geométrica.



F.48



F.49



F.50



7.1 Casos de estudio

ARQUITECTURA INDUSTRIAL

PLANTA DE ENERGÍA A PARTIR DE DESECHOS

SCHMIDT HAMMER LASSEN ARCHITECTS Y GOTTLIEB PALUDAN ARCHITECTS SHENZHEN, CHINA • 2020

La propuesta organiza la planta, incluyendo edificios auxiliares, en un único edificio circular, rompiendo con la tradicional planta rectangular asociada al equipamiento industrial. Al proponer una clara forma circular, se reduce la huella de la planta y la cantidad de tierra excavada requerida para construir en el sitio del proyecto.

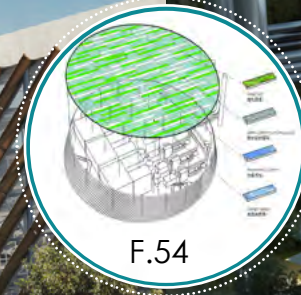
- Utilización de **44.000 M2 DE PANELES FOTOVOLTAICOS** instalados en el techo para proporcionar energía renovable.
- Utilización de los procesos tecnológicos más avanzados en la incineración de residuos.
- Centro de **EDUCACIÓN** para la población.
- Parque tipo pasarela externa enfoque **RECREATIVO**.

F.56

F.52



F.53



F.54



F.55



8. MARCO HISTÓRICO

Desde la década de los finales de los noventa, el Gran Área Metropolitana experimentó un cambio acelerado en la economía, producto de la creación de nuevas industrias y del desarrollo de nuevos micro espacios de expansión económica que llevó con su paso el incremento y la concentración de la población en este espacio del país, por factores de ubicación, cercanía y posibilidades de crecimiento económico, la población empieza a poblar y a frecuentar el espacio contenido entre cuatro principales provincias: San José, Alajuela, Heredia y Cartago, la concentración en este espacio llevó además, a un desarrollo urbano desordenado, sin una trama definida ni planeada, como método de respuesta, se crea un Plan de Ordenamiento Territorial, que permite visualizar y ordenar mediante predicciones a largo plazo el funcionamiento de la ciudad.

Factores como un sistema desactualizado de transporte urbano, llevan a la población a optar por medios de transporte individuales para desplazarse dentro del GAM, tales como vehículos o motocicletas, aumentando además la cantidad de gases emitidos por estos hacia el ambiente.

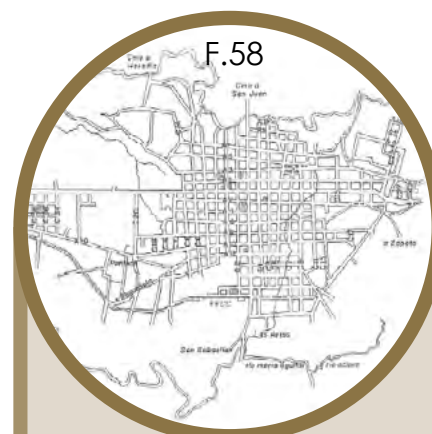
El aumento de la densidad de población, y de flujo vehicular momentáneo o permanente en el GAM, se encuentra concentrado, principalmente, en las Zonas de desarrollo Industrial y en las vías nacionales que conducen a estas.

8.1 EVOLUCIÓN DE LA TRAMA URBANA GAM



La fuerte urbanización que experimentó el Valle Central se dio principalmente a mediados del siglo XX. Los cambios socioeconómicos que venían gestándose, producto de las transformaciones vividas por el paso del modelo agroexportador basado en el café, a un modelo ampliado donde empiezan a adquirir fuerza las industrias, trajeron migraciones al centro urbano y con ello, una serie de transformaciones en el territorio.

1900



La ciudad de San José fue la de mayor crecimiento e importancia. Su población había pasado de los 19,326 habitantes en 1892 a los 141,996 en el año 1950, lo cual se fue traduciendo en el ensanche de la trama urbana regulada del centro de la ciudad.

1910



La rápida conversión del suelo agrícola en nuevos suelos urbanos produjo una expansión de la mancha urbana, la cual fue envolviendo otros núcleos de población existentes y fue perdiendo claridad en su estructura y organización.

1924

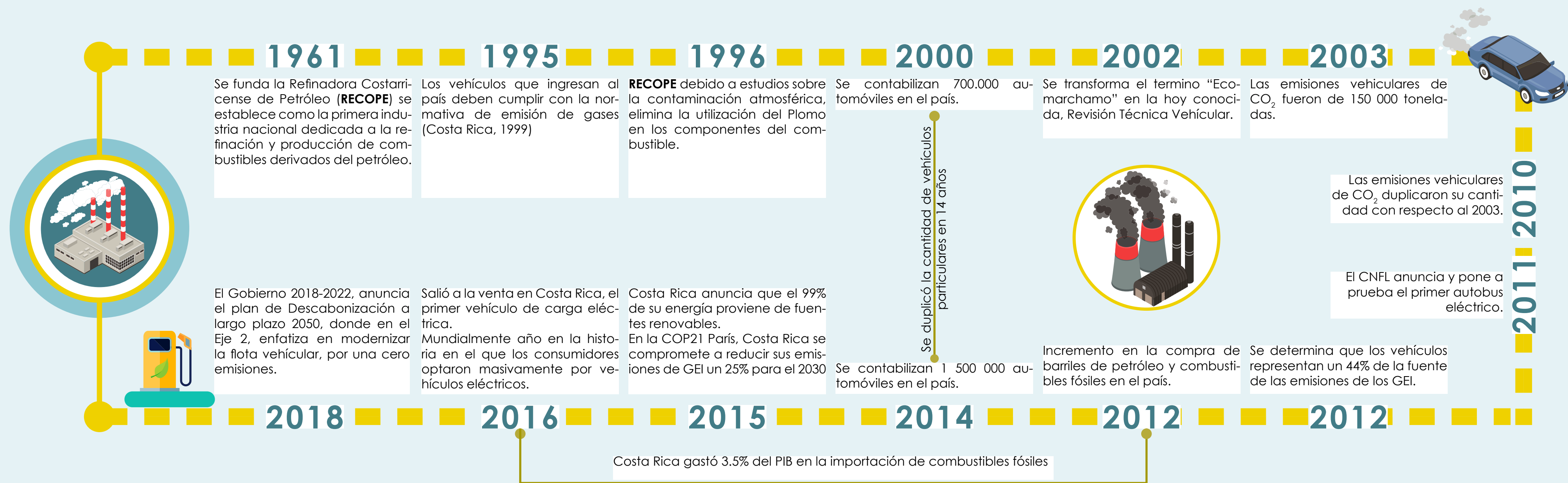


La mancha urbana tuvo "un crecimiento discontinuo, una especie de agregación de centros poblados antiguamente dispersos" (Lungu, 2004, p. 267) y terminó por envolver a cuatro de las principales ciudades costarricenses, entre las cuales no hay más de 20 kilómetros de distancia; y, sin embargo, esa unificación de núcleos urbanos regulados se dio en gran medida por procesos de urbanización con trazados espontáneos o poco regulados.

1960

El desarrollo urbano de la Gran Área Metropolitana en el siglo XX marca una pauta de la tendencia que continuaría manteniendo la ciudad hasta 1982, cuando se propone el Plan Regional Desarrollo Urbano Gran Área Metropolitana por el INVU, y posteriormente el PRUGRAM actual 2013-2030, el cual se proyecta hacia un desarrollo económico estable, con ciudades densas integrales que logren contener la población bajo estándares de logística, empleo, red vial y residencial ideales, descongestionando la mancha urbana contenida dentro del anillo urbano actual, permitiendo el desarrollo de manera equitativa en el territorio nacional, lo cual aseguraría mejores oportunidades de calidad de vida para toda la población del país.

8.2 CONTEXTO DE LA CONTAMINACIÓN DEL AIRE Y LA FLOTA VEHICULAR EN COSTA RICA



8.3 EVOLUCIÓN DEL HIDRÓGENO

DESCUBRIMIENTO DEL HIDRÓGENO

La historia del hidrógeno, se remonta aproximadamente unos quinientos años. En esa época, vivió el mas celebre de todos los alquimistas, cuyo nombre era T.Von Hohenheim (más conocido como **Paracelso (1493-1541)**, el cual fue el primero en observar que cuando se mezclaban metales con ácidos fuertes, se desprendía un gas de la reacción. Paracelso no fue consciente de que ese gas que se desprendía de la reacción era un nuevo elemento químico, y tuvieron que pasar ciento cincuenta años antes de que **Robert Boyle** redescubriera en **1671** la reacción entre limaduras de hierro y ácidos diluidos, y se diera cuenta que el gas que emanaba de la reacción era hidrógeno en forma gaseosa. Fue en **1766** cuando **Henry Cavendish** descubrió lo que el denominó "aire inflamable". En **1781** cuando el Sr. Cavendish se dio cuenta de que el "aire inflamable" ardía con el oxígeno y se combinaba para formar agua. En **1783, Antonie Lavoiser** le puso nombre al gas descubierto, y le denominó Hidrógeno, que en latín significa "generador de agua".

F.61



F.62



F.63



F.64



La historia de la electrólisis comienza con **Alessandro Volta**, físico italiano que además de dar nombre a la unidad de fuerza electromotriz del Sistema Internacional (Voltio) desarrolló la pila eléctrica en el año **1800**. Esta pila era capaz de convertir energía química en energía eléctrica a través de un proceso químico transitorio y estaba compuesta por una serie de discos apilados de zinc y cobre, separados entre ellos por trozos de cartón e impregnados en salmuera.

En **1800 William Nicholson y Anthony Carlisle** desembocó en el descubrimiento del proceso conocido como electrólisis. Construyendo una pila con las características propuestas por Alejandro Volta quisieron mejorar la conexión eléctrica, conectando los electrodos a un recipiente con agua.



F.65

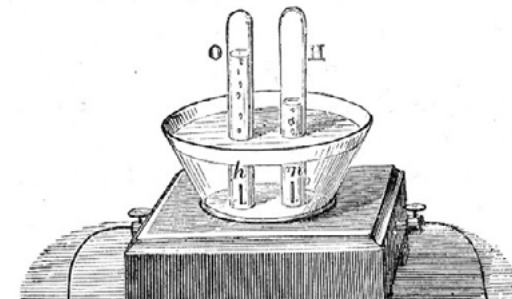
DESCUBRIMIENTO DE LA ELECTRÓLISIS

DE LA ELECTRÓLISIS HACIA EL COMBUSTIBLE

Fue **Sir William Robert Grove** (1811 – 1896) el cual desarrollo entre **1839 y 1845** lo que él denominó como baterías de gas y hoy en día nosotros conocemos como pilas de combustible.

En **1898, Sir. James Dewar** (1842-1923) logró, por primera vez, licuar hidrógeno a una temperatura de 20,4 K. También inventó lo que se conoce como vaso Dewar, que consiste en un recipiente diseñado para proporcionar aislamiento térmico por convección, conducción y radiación.

En **1899, Sir James Dewar** logró conseguir hidrógeno sólido disminuyendo la temperatura del hidrógeno licuado. El hidrógeno, se solidifica a una temperaturas de -259,14 °C (14,01 K).



F.66

En la década de **1920, Rodolf Erren** usó hidrógeno en un automóvil y dio inicio la producción industrial de hidrógeno, y no fue hasta **1935** que el **Sr. Bacon** construyó el primer modelo de pila de combustible.

En **1962, la NASA** implantó las pilas de combustible en misiones espaciales.

En **1970, el Sr. Kordesh** construyó el primer coche alimentado con hidrógeno de una pila de combustible.

Este invento, constituyó una prueba física de que las pilas de combustible podían aplicarse en la sociedad civil y podían reportar beneficios en medios de locomoción.

En **1977** se inició el programa de hidrógeno de la Agencia Internacional de la Energía.

En **1990** En Alemania se crea una Planta Hidrógeno-Solar. La compañía Shell de Alemania abre estaciones de H2.

En **1999 Omar Solorza Feria** funda la SMH (Sociedad Mexicana del Hidrógeno).

Power-to-x: carbon-neutral fuels



F.67

En el **2000** la compañía **Ballard Power Systems** presentó el primer tipo de pilas de combustible PEM para automóviles.

En **2002**, se creó el grupo de Alto Nivel en Europa, y en **2003** se firmó el **"Internacional Partnership on Hydrogen Economy"**.

En el **2003 George W. Bush** designa 1000 millones de dólares para la tecnología del hidrógeno.

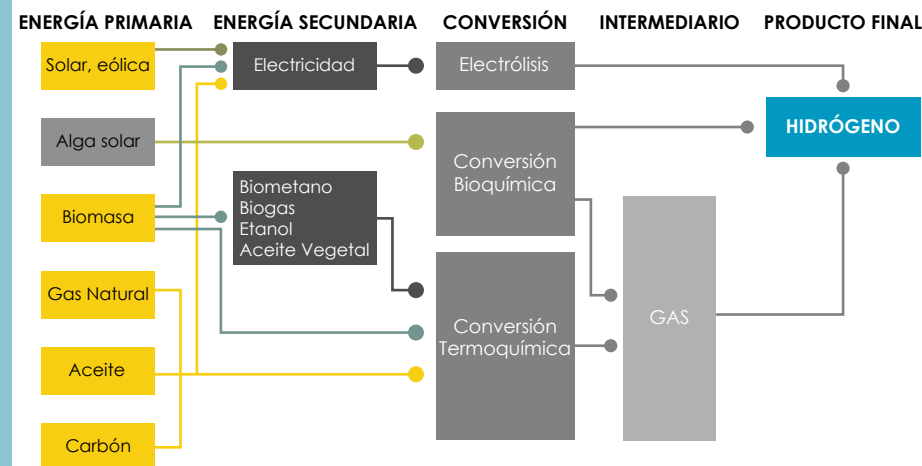
SIGLO XX

SIGLO XIX

9. MARCO CONCEPTUAL

9.1 Combustible a base de Hidrógeno

En el año 1970 se construyó el primer automóvil con una pila alimentada por combustible de Hidrógeno, desde ese entonces se han desarrollado investigaciones con el fin de ampliar el conocimiento científico para perfeccionar el proceso de producción y del funcionamiento óptimo de los automóviles. A pesar de ser el elemento más abundante en el planeta, no se encuentra en su estado puro por lo que existen distintos procesos de obtenerlo dependiendo de su fuente primaria y del proceso para sintetizarlo. La manera en la que este garantiza una emisión cero de Dióxido de Carbono a lo largo del ciclo es mediante la Electrólisis del Agua con Energía 100% Renovable.



Procesos de Obtención del Combustible de Hidrógeno

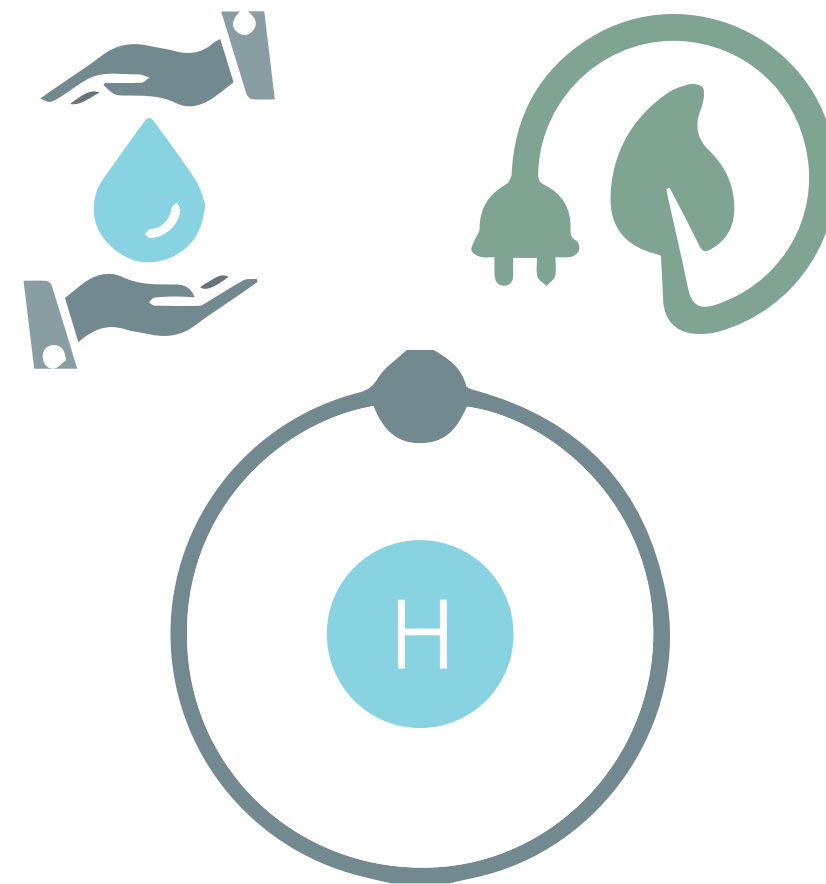
9.2 Planta de Producción Industrial

Se conoce como industria al conjunto de operaciones que permiten obtener, transformar o transportar productos naturales, cuando se habla de una Refinería se encasilla en la categoría de una planta de producción Industrial, ya que en este caso se transformará en sitio la molécula del agua para desprender las partículas de hidrogeno mediante un proceso de electrólisis, con energía proveniente de un generador, las plantas de producción industrial generalmente van acordes a la funcionalidad del proceso primario, a pesar de esto, no se debe perder de vista que el usuario principal es un ser humano que pasará muchas horas al día verificando estándares de calidad y de procesos.

Dentro de los espacios indispensables de una Refinería se encuentran los cuartos de compresores, la planta de producción con las máquinas que realizan el proceso de electrólisis, cuarto de almacenamiento de agua y de hidrógeno, sin embargo es importante también tomar en cuenta espacios de atención de maquinaria, innovación e investigación tecnológica, donde se permita desarrollar mejoras y perfeccionar los procesos industriales; además de espacios que promuevan la creatividad y el descanso del personal que permanece dentro de la Refinería.

9.3 Electrólisis del agua

La Electrólisis del Agua es el proceso más conocido y limpio para obtener Hidrógeno a partir del Agua mediante el uso de fuentes renovables, funciona mediante la circulación de corriente continua de dos electrodos en contacto con agua lo que permite separar las moléculas en Hidrógeno y Oxígeno. Es un procedimiento que requiere de un generador eléctrico que provea la electricidad necesaria para garantizar la separación de moléculas con rapidez y a gran escala permitiendo un flujo de combustible estable y constante.



9.4 Vehículos Eléctricos

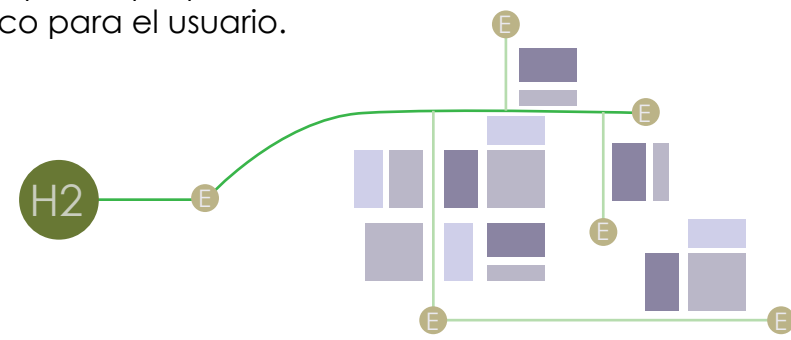
Como respuesta a la necesidad mundial de disminuir las emisiones de Dióxido de Carbono provenientes de los vehículos convencionales, se han creado los vehículos eléctricos, existen distintos sistemas de vehículos eléctricos, están los que funcionan con celdas de combustible eléctricos, alimentándose de energía de una fuente directa, y los vehículos eléctricos con celdas de hidrógeno, los cuales se alimentan de hidrógeno y realizan el proceso de combustión a nivel interno, erradicando al cien por ciento la emisión de gases perjudiciales a la calidad del aire de la atmósfera. Los vehículos eléctricos de celdas de hidrógeno se basan en tecnologías experimentadas por importantes agencias de vehículos como Toyota y Hyundai, estas empresas han visto el potencial a futuro de los VCH (Vehículos de celdas de Hidrógeno) por este motivo han decidido también traerlos a Costa Rica e invertir en centros de Investigación para evaluar la viabilidad de la aceptación y adaptación de la población en cuanto a estos nuevos vehículos. Debido a la demanda de vehículos eléctricos del país, en Costa Rica ya existe una red de carga de por fuente primaria de energía tanto en centros comerciales, como en las principales rutas del país, esta misma red podría ser utilizada para distribuir el combustible a base de Hidrógeno.



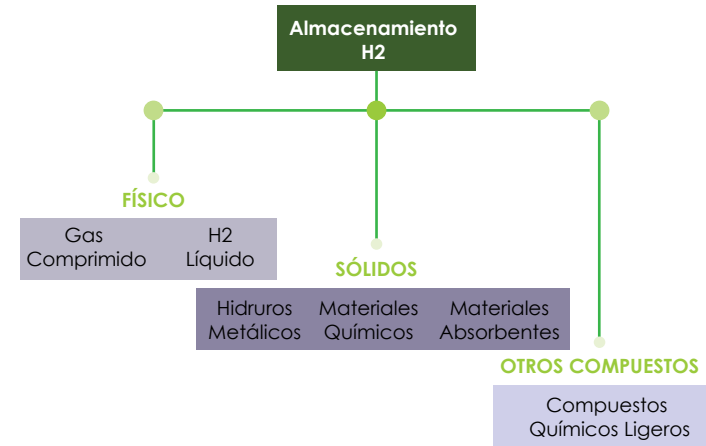
9. MARCO CONCEPTUAL

9.5 Redes de Distribución - Estaciones de Servicio

En esencia, las redes de distribución se encargan de llevar un producto desde el punto A, a puntos B, donde interactúan un emisor y un receptor como mínimo. A nivel de detalle la distribución del combustible requiere de una estrategia de logística que permita dar abasto a la demanda del usuario, actualmente en Costa Rica la Refinadora Costarricense de Petróleo (RECOPE) es el ente encargado de distribuir y almacenar el combustible a base de Petróleo, cuentan con cuatro sistemas: Sistema de Importación, Producción, Trasiego, Almacenamiento y venta; en una Refinadora de Hidrógeno, el sistema es más simplificado ya que no requiere de importación de la materia prima, se produce en sitio y se distribuye de manera local, las redes de distribución pueden ser por tuberías de PVC subterráneas que viajen desde el sitio de producción hasta las estaciones de servicio ubicadas en puntos estratégicos, o pueden establecerse rutas determinadas en las que se envíe el producto por medio terrestre. Para fines de distribución óptima se plantea en una primera etapa una red de distribución terrestre con camiones cisterna que transporten las barras de hidrógeno desde la Refinadora hasta las estaciones de servicio, mientras se realiza una red de distribución de tuberías subterráneas a largo plazo que permita un abastecimiento automatizado y más práctico para el usuario.



Red de Distribución de Hidrógeno
Elaboración Propia



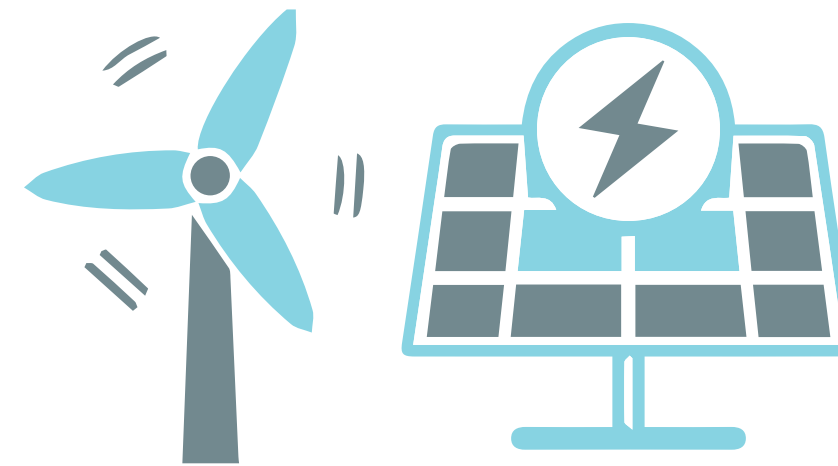
9.6 Métodos de Almacenamiento

El hidrógeno es el combustible que contiene más energía por cantidad de masa, característica que hace que su almacenamiento pueda ser de manera gaseosa, líquida, sólida o en algún compuesto químico ligero.

El hidrógeno en estado gaseoso y en contacto con la atmósfera, se disipa de manera rápida y dispersa, por lo que se plantea un almacenamiento gaseoso en tanques de acero al carbón fibra de vidrio, con válvulas de escape de emergencia que estén en contacto con el exterior del edificio, de esta forma en caso de una fuga su impacto perjudicial sería mínimo para los usuarios.

9.7 Fuentes de Energía Renovable

Para garantizar que el proceso de producción de combustible a base de hidrógeno sea completamente cero emisiones de Dióxido de Carbono, se necesita que la energía que produce la electricidad para el proceso de electrólisis sea proveniente de una fuente renovable, la energía renovable es aquella energía que es virtualmente infinita ya sea por la considerable cantidad de energía que contienen o porque son capaces de refrigerarse por medios naturales. Existen diversas maneras de obtenerla, en Costa Rica proviene de fuentes eólicas, geotérmicas e hidráulicas, también en el proyecto se puede implementar un método pasivo de energía renovable como paneles fotovoltaicos para complementar el abastecimiento de energía que demanda el proceso en general así como el funcionamiento del proyecto total.



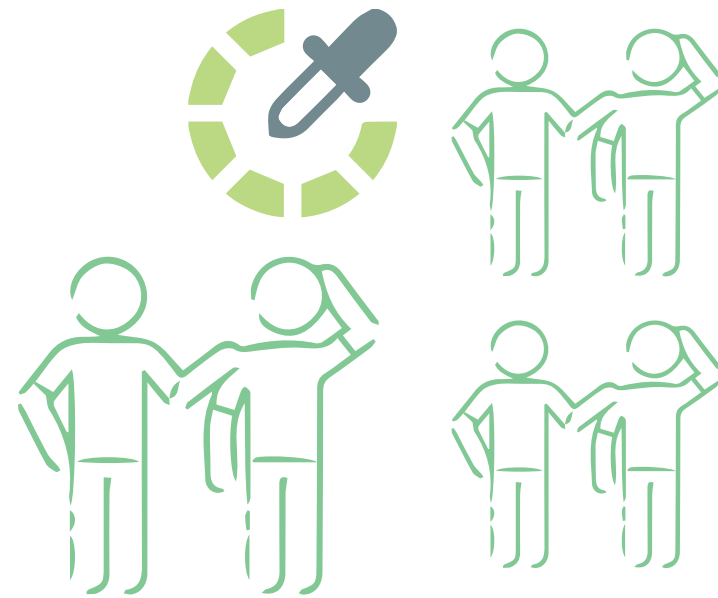
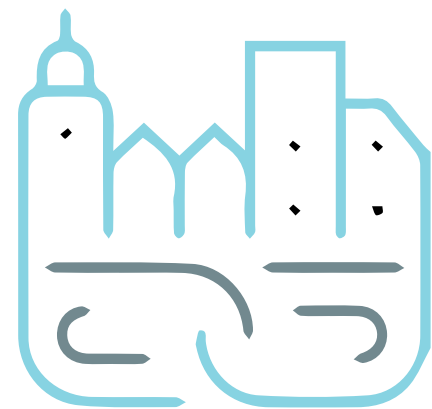
9.8 Arquitectura Industrial

La Arquitectura Industrial es un término que se utiliza para catalogar edificios de función Industrial, de procesos de producción en serie y/o repetitivos, este término se popularizó después de la Revolución Industrial, la cual dejó a su paso edificios como talleres, fábricas, refinerías, represas eléctricas, su carácter identificador fue la utilización de nuevas tecnologías como el hierro, alejando su sentido estético para ser completamente utilitarista. A finales del siglo XX, con la aparición de tecnologías más avanzadas, la Arquitectura Industrial comenzó una transición hacia una Arquitectura más comercial, educativa y de Investigación. Actualmente hay una tendencia por renovar espacios utilizados anteriormente de manera industrial, así como a adecuar espacios nuevos con materiales característicos de la época Industrial.

9. MARCO CONCEPTUAL

9.9 Ciudad Inteligente

Este concepto urbano surge en el siglo XXI caracterizada por el uso de tecnologías de vanguardia en los servicios públicos así como la gestión inteligente de los recursos económicos, se entiende como una trama urbana que dispone de infraestructuras de información y un tejido tecno-social innovador que conlleva a un incremento del capital social. El ahorro energético o del agua y la adaptación a las nuevas necesidades sociales son los principales retos de esta estrategia.



9.10 Conciencia Colectiva

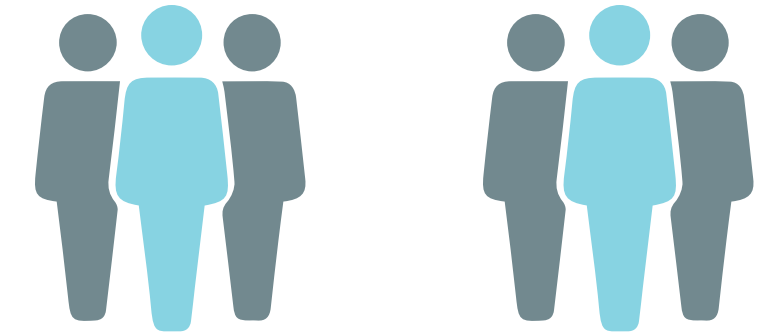
La noción de conciencia colectiva se refiere a las creencias compartidas y a las actitudes morales, que funcionan como una fuerza unificadora dentro de la sociedad. Émile Durkheim (1858-1917). Esta fuerza se encuentra separada y es, generalmente, dominante en comparación con la conciencia individual. Según esta teoría, una sociedad, una nación o un grupo constituyen una entidad que se comporta como un individuo global. La conciencia colectiva permite adoptar nuevos medios de supervivencia con un fin de mejoría común, principalmente se busca causar este efecto para lograr la aceptación de avances tecnológicos que permitan una adecuada gestión del recurso social, ambiental y económico.

9.11 Simbología del Color

El color juega un papel importante en la psicología del ser humano, además de permitir crear sensaciones dependiendo del tono y color en las personas, también permite dar un significado específico a los espacios y una identidad colectiva y cultural, es una herramienta necesaria para ayudar a definir el carácter arquitectónico de un edificio.

9.12 Ergonomía Cognitiva

La ergonomía cognitiva se encarga de especificar y recomendar adaptaciones de diseño al usuario basado en los procesos mentales como la percepción, memoria, razonamiento y respuesta motora y en como estos afectan las interacciones entre los seres humanos y los otros elementos de un sistema. La necesidad de la aplicación de este concepto surge normalmente en ámbitos laborales que incluyen tecnologías de la información, comunicación o de consumo; se evalúan distintos parámetros como la percepción visual y auditiva, el color y su uso, la atención y ejecución en doble tarea, carga mental, memoria, lenguaje, comunicación, razonamiento, entre otros. Como resultado se obtiene una mayor usabilidad y facilidad de entendimiento del entorno, se reduce el esfuerzo cognitivo, se mejora el rendimiento, productividad y eficiencia en las tareas, además de mejorar la seguridad y el confort humano. El aporte arquitectónico se encuentra en determinar las necesidades específicas del usuario según cada labor que realiza y en respuesta a estas plantear un entorno que promueva la ergonomía cognitiva, utilizando color, luz, temperatura y ambiente adecuado, siguiendo parámetros de seguridad humana, ergonomía y antropometría.



9.13 Aprendizaje y Apropiación Social

Puesto que una Refinería de Agua conforma un sistema tecnológico nuevo en el país, la apropiación social requiere aprender a utilizar esta tecnología, por tanto es importante promover la alfabetización digital del sistema mediante acciones estratégicas a llevar a cabo, como garantizar el acceso de la información por canales digitales la población, y formar usuarios potenciales que sepan utilizar competentemente las herramientas del sistema, es idóneo contar con expertos que se encuentren constantemente capacitándose y facilitando al resto de la población la información obtenida, además de promulgar la normalidad del funcionamiento desde la población más joven, facilitar espacios de esparcimiento de información dentro del proyecto es clave para llevar a cabo con éxito este proceso, salas de capacitación, de información interactiva y áreas de recepción al público controlado son parte crucial de la estrategia.

10. REGLAMENTACIÓN

Reglamento de Construcciones

Este reglamento fija las normas para la planificación, diseño y construcción de edificaciones y obras de infraestructura urbana, en lo relativo a arquitectura e ingeniería. Regula los conceptos básicos y requisitos mínimos en la planificación de las obras y remite a las normas de calidad que deben aplicarse a los materiales y procesos constructivos.

Se toma en cuenta para este proyecto el "CAPÍTULO XI. ESTABLECIMIENTOS INDUSTRIALES Y DE ALMACENAMIENTO" y el "CAPÍTULO XXI. ESTACIONES DE SERVICIOS Y ALMACENAMIENTO DE COMBUSTIBLES"

Reglamento para la Regulación del Sistema de Almacenamiento y Comercialización de Hidrocarburos

Tiene como objetivo fundamental establecer los requisitos jurídicos y técnicos así como los procedimientos, por los cuales se regirán la distribución, el almacenamiento y comercialización de combustibles derivados de los hidrocarburos destinados al consumidor final. Asimismo establecer las especificaciones técnicas mínimas para la construcción, y remodelación de estaciones de servicio, y tanques de almacenamiento, con el fin de que operen dentro de las máximas condiciones de seguridad y funcionalidad, preservando la integridad del ambiente.

Se tomará en cuenta el Capítulo IV, referente a las disposiciones técnicas de almacenamiento de Hidrocarburos y el Capítulo VII referente a las Medidas de Operación y Seguridad.

1

2



3



4

5

Reglamento para el control nacional de fraccionamientos y urbanizaciones

Promueve una reducción en el costo de las urbanizaciones al introducir modificaciones o cambios en la infraestructura vial para que resulte más sencilla y económica, satisfaciendo de esta manera una necesidad del país. Las vías responden al uso que se les van a dar. Al reducirse los anchos de las pistas de rodamiento, el área que queda en exceso se puede usar como áreas verdes por donde pase la infraestructura de Acueductos y Alcantarillado, lo que reduce igualmente su costo debido a que al darse estas condiciones se produce un ahorro en otros materiales, equipo y tiempo requerido para la urbanización, y para la municipalidad un ahorro en el mantenimiento de los pavimentos. Se tomará en cuenta el capítulo 3.6

Ley de Incentivos y Promoción para el Transporte Eléctrico

Considerando los estándares internacionales, establece que las distribuidoras de electricidad deben construir y poner en funcionamiento, por lo menos, un centro de recarga cada 80 kilómetros en carreteras nacionales o cada 120 kilómetros en carreteras cantonales; no obstante las distancias pueden ser ajustadas por el Ministerio de Ambiente y Energía.

Ley de Biodiversidad

Esta ley se encarga de promover la conservación y el intercambio de los elementos de la biodiversidad presente y fronteriza de interés común.

10. REGLAMENTACIÓN

Ley 7600

La Ley No.7600 establece normas y procedimientos para el desarrollo integral de la población con discapacidad en iguales condiciones de calidad, oportunidad, derechos y deberes, que el resto de los habitantes para todas las instituciones públicas, privadas y gobiernos locales. Se toma en cuenta todo lo referente establecido en el Capítulo IV.

Código Sísmico

El Código Sísmico establece los requisitos mínimos para el análisis, diseño y construcción sismorresistente de edificaciones y obras a fines que se construyan en el territorio de la República de Costa Rica.

Ley Orgánica de Ambiente

Esta ley procurará dotar, a los costarricenses y al estado de los instrumentos necesarios para conseguir un ambiente sano y ecológicamente equilibrado. El Estado, mediante la aplicación de esta ley, defenderá y preservará ese derecho, en busca de un mayor bienestar para todos los habitantes de la Nación. Se aplica a este proyecto el Artículo 26, y Artículo 31.

Ley de Planificación Urbana

Promueve la expansión ordenada de los centros urbanos; un equilibrio satisfactorio entre el desenvolvimiento urbano y el rural, por medio de una adecuada distribución de la población y de las actividades económicas. Aplica el Artículo 51.

6

7

8

9



62

10



11

Norma de Seguridad Humana y Protección contra Incendios

Se acatarán las disposiciones de esta norma en cuanto a materiales retardantes al fuego, señalización visible, salidas de emergencia, alarmas de incendios que alerte de manera temprana a los ocupantes del edificio, mediante una señal audiovisual para los extintores es importante conocer las condiciones ambientales del lugar donde va a situarse el extintor.

12

Secretaría Técnica Nacional Ambiental

La función primordial de esta entidad es la desconcentración máxima del Ministerio del Ambiente y Energía. También se encarga de estudiar, analizar y valorar los estudios de impacto ambiental que los desarrolladores presentan a su consideración sobre el proyecto de su interés por construir. Se debe llenar el Formulario D1 o D2 según corresponda al tipo de proyecto, obra o actividad y el impacto que esta pueda ocasionar al ambiente.

Consejo de Salud Ocupacional

El Consejo de Salud Ocupacional presenta la "Guía de inspección de condiciones de salud ocupacional" como instrumento para orientar las inspecciones regulares que deben realizar las Comisiones de Salud Ocupacional en su centro de trabajo, los profesionales de Salud Ocupacional y profesionales de Inspección del Trabajo como del Ministerio de Salud. Se tomarán en cuenta las disposiciones de seguridad y señalización para la prevención de riesgos laborales.

63

11. METODOLOGÍA

11.1 DESCRIPCIÓN

La propuesta de “Refinadora de Agua para la Producción de Combustible a base de Hidrógeno” presenta un diseño de una **Investigación no Experimental**, donde no se extraen conclusiones definitivas, si no, recomendaciones, a través de una serie de acciones y reacciones, se realiza un estudio transversal encargado de recoger y analizar información en un límite de tiempo determinado. Se ofrecerán resultados descriptivos e ilustrativos utilizando un método mixto, la Investigación es de calidad **cualitativa y cuantitativa**.

Para lograr estos resultados se dividirá la Investigación en **cuatro fases** detalladas a continuación:

Fase 1: Recopilación de Información

Se recopiló información en torno a: investigaciones realizadas acerca de la viabilidad de la producción de combustible a base de Hidrógeno por medio de la Electrólisis, referencias de experimentación en Costa Rica, desarrollo social y económico de la Gran Área Metropolitana, y datos climáticos y de funcionamiento del tejido urbano del sitio de estudio definido.

Fase 2: Análisis de la Información

Con base a la información obtenida en la etapa 1, se realiza un análisis para orientar una descripción de un perfil de las necesidades tanto del usuario para el confort en el proyecto, tanto como de las necesidades climáticas del sitio para el funcionamiento óptimo como parte de una estrategia de Ciudad Inteligente.

Fase 3: Desarrollo de la Propuesta

Se plantean las ideas donde se busca llegar a una idea creativa como base para desarrollar el Proyecto en cuanto a forma y funcionamiento.

Fase 4: Propuesta de Diseño

Se define la propuesta de diseño tomando en cuenta todas las etapas anteriores.

11.2 MAPA METOLÓGICO

OBJETIVO

Identificar las necesidades de los usuarios en cuanto a un espacio que promueva la producción de combustible que sea cero emisiones de Dióxido de Carbono para la obtención de lineamientos de diseño.

Analizar las características físico - espaciales y ambientales del lote destinado al proyecto ubicado al norte de San José en Santo Domingo de Heredia sobre la ruta Ruta 32 para la integración del objeto arquitectónico.

Diseñar el anteproyecto arquitectónico de la Refinadora de Agua para la Producción de Combustible a base de Hidrógeno en respuesta integral a las necesidades de la población.

PRODUCTO

Recopilación y Análisis de Información

Desarrollo de la Propuesta

Propuesta de Diseño

HERRAMIENTAS

Entrevistas a profesionales en el área de Investigación, diagnósticos, investigaciones internacionales digitales, ensayos.

Mapeos Digitales, percepción sensorial en sitio, perfil de usuario mediante investigación y entrevistas.

Programa arquitectónico, plan maestro, planos arquitectónicos, vistas en 3D.



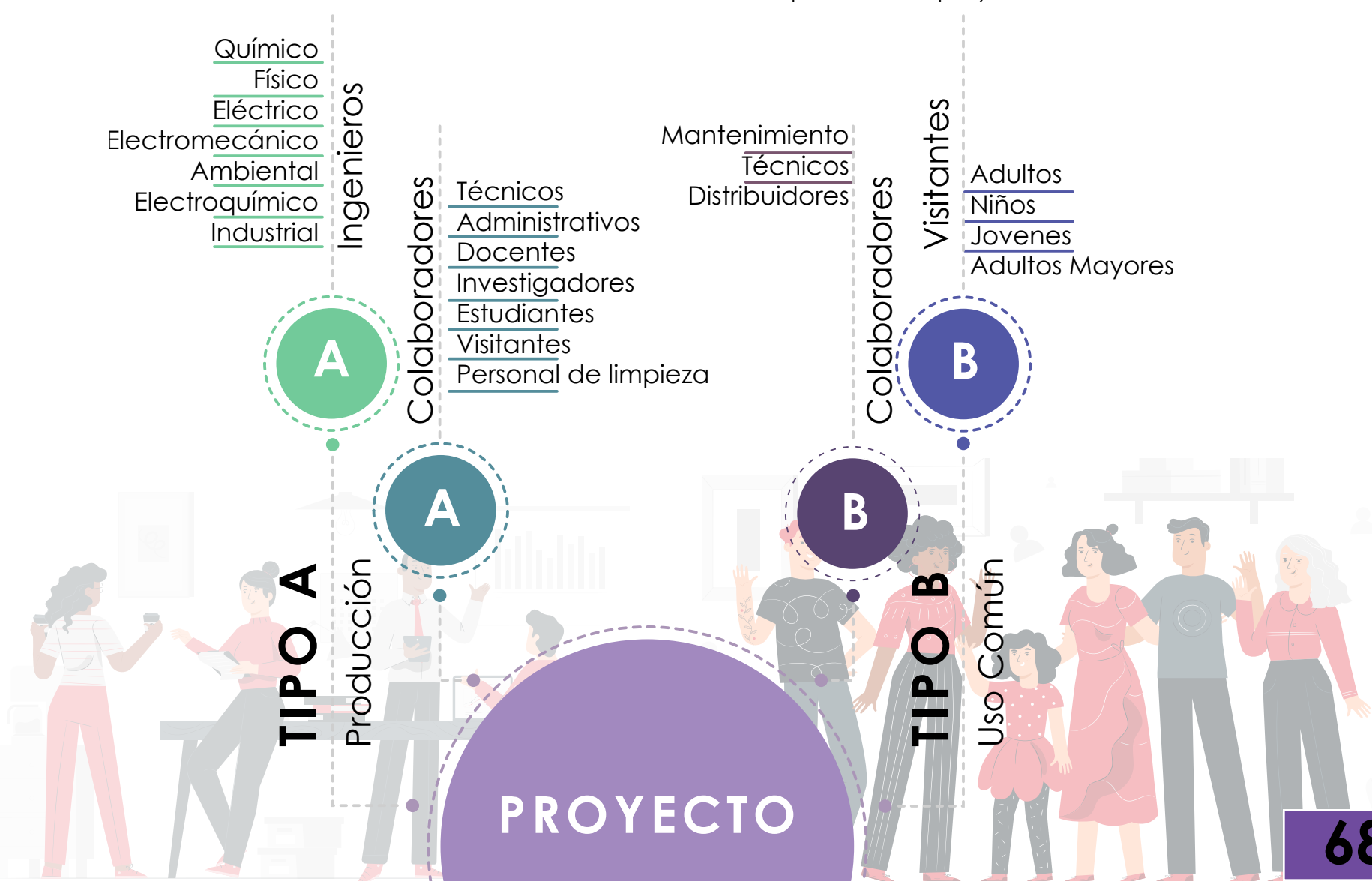
CAPÍTULO DOS

ANÁLISIS DEL USUARIO

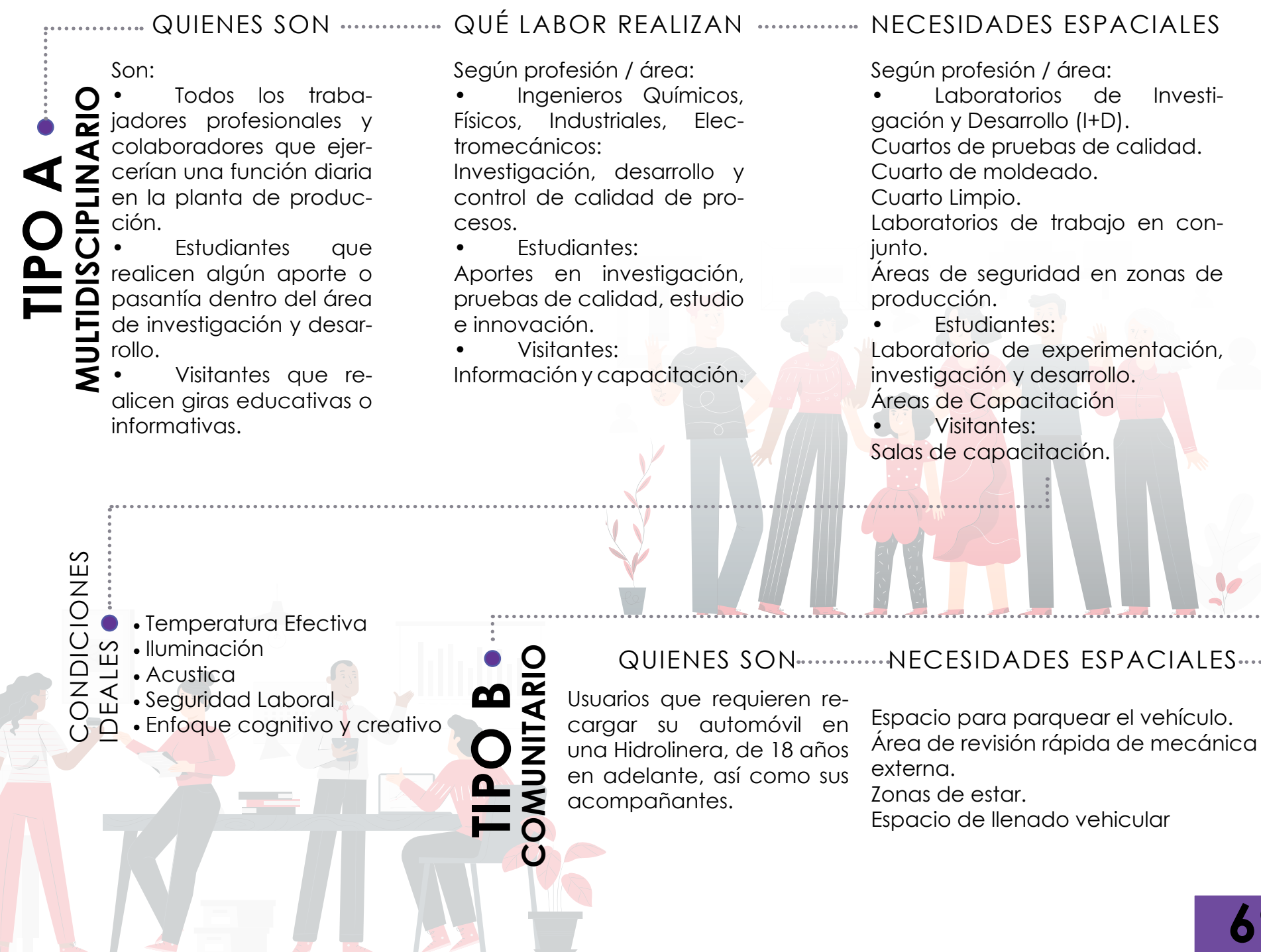
ANÁLISIS DE USUARIO

1. CLASIFICACIÓN DEL USUARIO

El usuario se divide en dos ramas, el usuario **Tipo A**, comprendiendo los trabajadores, profesionales, técnicos, colaboradores, visitantes, investigadores y estudiantes que visitarían la planta de producción, y el usuario **Tipo B**, siendo cualquier persona desde niño, joven, adulto que visite una estación de Hidrolinera para hacer uso del producto final obtenido de la Refinería de Agua para la Producción de Combustible a base de Hidrógeno, el alcance del tipo de usuario B, se definirá como una caracterización de recomendación para futuros proyectos.



2. PERFIL DEL USUARIO



2.1 PERFIL PROFESIONAL DEL USUARIO

Ingeniero Químico

Es la profesión en la que el conocimiento de las matemáticas, la química y otras ciencias naturales adquirido por el estudio, la experiencia y la práctica, se aplica con adecuado criterio para desarrollar métodos económicos para el aprovechamiento de materiales y energía en beneficio de la humanidad.

- Investigación básica y aplicada.
- Desarrollo de productos.
- Desarrollo de procesos.

• Producción

Tiene por objeto mantener un inventario de productos terminados a fin de garantizar la entrega expedita a los consumidores.

El control de la producción se hace mediante aparatos y computadoras desde la sala de control. Es un trabajo en equipo, pesado y riesgoso.

• Mantenimiento

Tiene por objeto mantener todos los equipos, accesorios e instrumentos en perfecto estado de operación para que no se presenten problemas en la producción.

• Control de Calidad

Todos los productos que se fabrican deben pasar por un control que asegura la calidad de los que se fabrica. El control de calidad requiere de personal altamente capacitado y de equipos caros y muy sofisticados.

NECESIDADES ESPACIALES

PRODUCCIÓN

- Planta de Producción, espacios de descanso, de reunión, zonas de seguridad, área de higiene, lockers. Espacio mínimo de 2m entre máquinas mecánicas. La zona de máquinas debe estar dividida de otros espacios por muros dobles según las disposiciones del Consejo de Seguridad Ocupacional.

INVESTIGACIÓN

- Espacio mínimo de 2m² para trabajo individual, zonas de trabajo conjunto de 10m² para investigación y experimentación, zona de atención de emergencia química inmediata.

ADMINISTRATIVO

- Espacio para realizar labores administrativas del recurso humano, lugares de descanso y convivencia común.

Ingeniero Eléctrico - Electromecánico

Es un profesional preparado para desarrollar trabajos técnicos involucrados en el ámbito de los sistemas mecánicos, eléctricos, térmicos, hidráulicos, electrónicos e instalaciones en general. En el ámbito Industrial se encarga de seleccionar, diseñar, realizar, controlar, supervisar los procesos de manufactura en talleres y plantas industriales.

• Producción

Establecer el equipo de manufactura requerido para líneas de producción de artículos específicos. Diseñar sistemas de control automático hidráulico o neumático. Establecer estudios de eficiencia energética mecánica. Diseñar subestaciones eléctricas Industriales.

• Mantenimiento

Realizar el montaje, operación y mantenimiento de equipos y accesorios. Establecer procesos de arranque, soldadura, fundición, moldeo, formado, acabados y forjados. Rediseñar y adaptar máquinas a operaciones industriales.

• Control de Calidad

Evaluar y discernir sobre la calidad del producto final de una línea de producción. Diseñar sistemas de transporte de sólidos, líquidos, material en polvo o granulado procurando la eficiencia y productividad de la planta industrial.

NECESIDADES ESPACIALES

PRODUCCIÓN

- Planta de Producción, espacios de descanso, de reunión, zonas de seguridad, área de higiene, lockers. Espacio mínimo de 2m entre máquinas mecánicas. La zona de máquinas debe estar dividida de otros espacios por muros dobles según las disposiciones del Consejo de Seguridad Ocupacional.

INVESTIGACIÓN

- Espacio mínimo de 2m² para trabajo individual, zonas de trabajo conjunto de 10m² para investigación y experimentación, zona de atención de emergencia química inmediata.

ADMINISTRATIVO

- Espacio para realizar labores administrativas del recurso humano, lugares de descanso y convivencia común.

3. AMBIENTE LABORAL DEL USUARIO

El término Investigación y Desarrollo hace referencia al “conjunto de actividades emprendidas de forma sistemática, a fin de aumentar el caudal de conocimientos científicos y técnicos, así como la utilización de los resultados de estos trabajos para conseguir nuevos dispositivos, productos, materiales o procesos. Comprende esta actividad la investigación fundamental, la investigación aplicada y el desarrollo tecnológico.” (Cañibano, L. 1988). El criterio esencial para distinguir las actividades de I+D, de otras semejantes es la presencia de un grado apreciable de creatividad o novedad. Es por eso que este tipo de Laboratorios es el idóneo para este proyecto, ya que se estarán realizando labores de mejora continua y de innovación en un área de exploración del Hidrógeno Verde, además de su producción continua.

TIPOS

- **Investigación fundamental o básica:** Se refiere a trabajos e investigaciones originales sin ninguna aplicación práctica en específico, tienen como objetivo analizar propiedades, estructuras y relaciones con el fin de formular hipótesis, teorías y leyes.
- **Investigación aplicada:** Son los trabajos originales obtenidos de la Investigación fundamental aplicados con la finalidad de adquirir conocimientos técnicos nuevos, orientados a un objetivo práctico determinado.
- **Desarrollo tecnológico:** Se basa en la utilización de los conocimientos científicos existentes referentes a investigaciones fundamentales o aplicadas para la innovación en nuevos materiales, dispositivos, productos, procedimientos, sistemas o servicios o para su mejora sustancial, incluyendo la realización de prototipos y de instalaciones piloto.

F.68

ÁREAS

PROGRAMAS DE INVESTIGACIÓN CONTINUA
PROYECTOS IMPORTANTES DE DESARROLLO
DEPARTAMENTO PARA EL DESARROLLO DE NUEVOS PRODUCTOS
EMPRESAS EN FASE DE DESARROLLO

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN EN POTENCIA Y ENERGÍA UCR

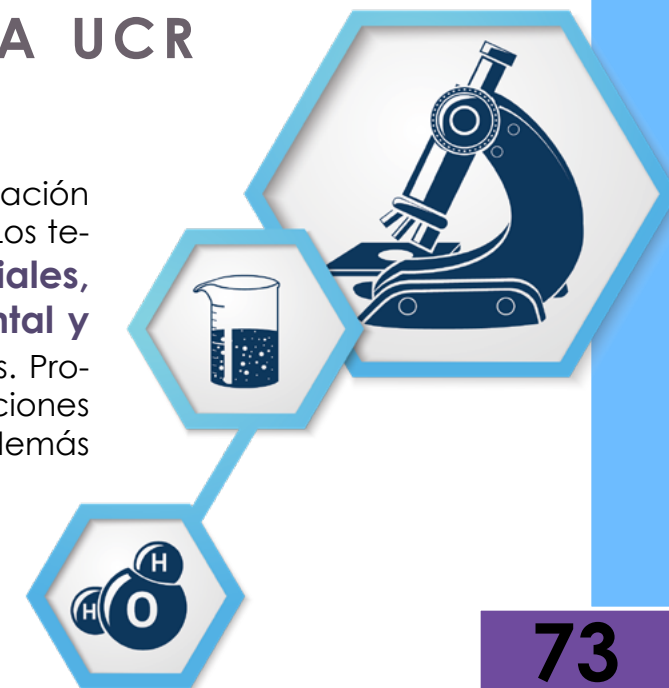


El Laboratorio de Investigación de Energía Eléctrica y Energía (EPERLab) es parte de la Escuela de Ingeniería Eléctrica de la Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica. EPERLab se especializa en el modelado, simulación y análisis de sistemas eléctricos, incluidas todas las diferentes fuentes de energía eléctrica y clientes finales. Este laboratorio se tomará como parámetro debido a que se realizan estudios referentes a la innovación del combustible a base de Hidrógeno en el país. Algunos de los estudios que se realizan como parte investigativa son:

- Procesamiento de datos para un mejor análisis y monitoreo de los sistemas eléctricos.
- Desarrollo de estudios tecnoeconómicos y ambientales para evaluar los impactos de las nuevas tecnologías, tales como sistemas fotovoltaicos, vehículos eléctricos y sistemas de almacenamiento de energía.
- Desarrollo de software y herramientas para la mejor evaluación de los sistemas eléctricos.
- Desarrollo de algoritmo de control para gestionar el sistema eléctrico en ausencia o presencia de nuevas tecnologías, cálculo del potencial solar y eólico en una región.

LASA LABORATORIO DE QUÍMICA DE LA UCR

La Escuela de Química apoya a su cuerpo docente para que realicen investigación tanto en la misma Escuela como en diferentes Centros e Institutos de Investigación. Los temas de investigación son muy variados y abarcan **síntesis química, nuevos materiales, productos naturales, energía química y electroquímica, química ambiental y verde, energías renovables, química teórica y computacional**, entre otros. Producto de las investigaciones que desarrollamos se publican alrededor de 50 publicaciones científicas anuales, patentes, tesis, informes y ponencias. La Escuela de Química además cuenta con equipamiento de punta que impulsa investigaciones internas y externas.



4. ERGONOMÍA Y ANTROPOMETRÍA

La **ERGONOMÍA** es la ciencia aplicada que trata del diseño de los espacios de trabajo y herramientas que coincidan con las necesidades físicas, anatómicas y psicológicas del trabajador, además busca la armonía entre el espacio físico, ambiental y tecnológico.

Por otra parte, la **ANTROPOMETRÍA** es la ciencia que estudia las dimensiones del cuerpo para el funcionamiento estructural y dinámico. Con base a estos dos conceptos se busca estudiar y definir los parámetros aptos para un profesional científico de investigación en diversas áreas de la Ingeniería considerando un rango de edad adulta que comprenda de los 18 años en adelante del ser humano.

Dentro del campo Industrial, se deben tomar en cuenta la prevención del riesgo laboral, la seguridad en la utilización de máquinas, además de la cultura preventiva y gestión de la prevención, el tipo de labores que se realizarían requieren de diseño de mobiliario y herramientas que sean de uso múltiple, y de capacidad de adaptación de sistemas de trabajo. Al ser labores demandantes mentalmente, y repetitivas, se consideran también las condiciones ambientales y sus efectos, tales como el ruido, la vibración y la temperatura del espacio físico. Se estudiarán estas variables desde el Método EWA.

ESTACIÓN DE TRABAJO MECÁNICO - ESCRITORIO



- A Altura de piso a silla: 45cm
- B Altura de escritorio: 60cm

ESTACIÓN DE TRABAJO DE OBSERVACIÓN



- E Altura de banco: 40-45cm
- F Altura de mesa : 70-95cm

ESTACIÓN DE TRABAJO INDUSTRIAL



- H Altura de maquinaria: 90-110 cm
- I Altura de pantallas: 160 cm

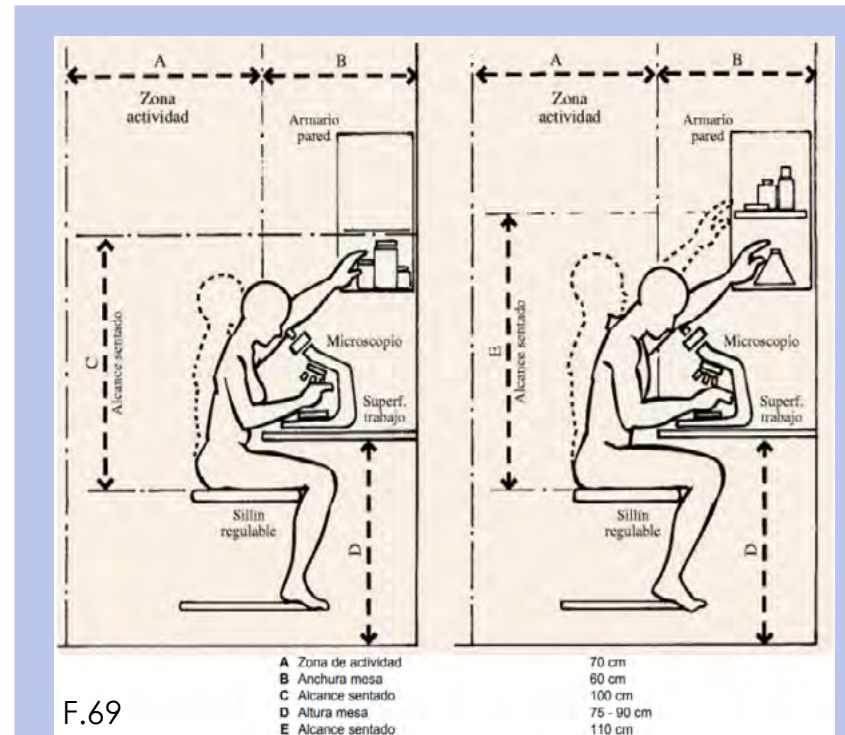


- J Altura de maquinaria: 85cm
- K Altura de pantallas: 110 cm

ESTACIÓN DE TRABAJO LIGERO



- D Altura de suelo - superficie: 95cm



ESTACIÓN DE TRABAJO DE PRECISIÓN



- C Altura de suelo - superficie: 110cm



- G Altura de mesa : 110cm

ESTATURA PROMEDIO ADULTOS COSTA RICA



Altura
157,7 cm - 168,9 cm



Altura
165 cm - 171,9 cm

4.1 ERGONOMETRÍA COGNITIVA

La ergonomía cognitiva hace referencia a como una persona conoce y actúa en un sistema de trabajo, tomando en cuenta la percepción de los estímulos del ambiente y las repercusiones que implica en cuanto a transmisión de información a otras personas para que puedan realizar sus tareas, estos aspectos son el objeto de estudio de la Ergonomía Psicológica o Cognitiva (Cañas y Waern, 2001). La labor de un investigador requiere de procesos de concentración y análisis, así como de procesos cognitivos como percepción, aprendizaje o solución de problemas los cuales juegan un papel importante en la interacción y deben ser considerados para explicar tareas cognitivas, tales como la búsqueda de información y su interpretación, la toma de decisiones y la solución de problemas.



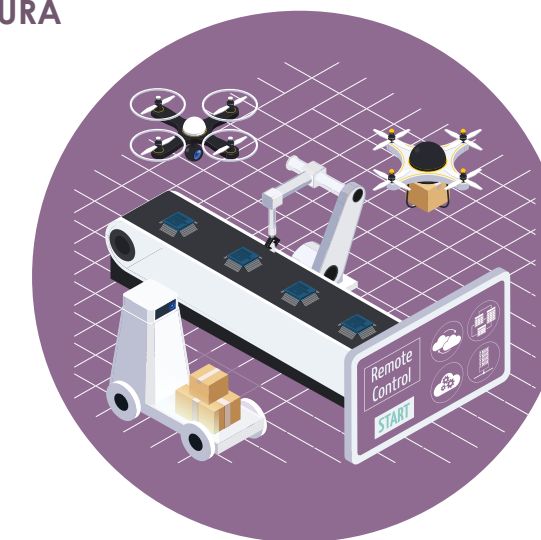
Ejemplo de una linterfaz de control inteligente

4.1.1 MÉTODO EWA

El método EWA (Ergonomic Workplace Analysis) es un instrumento que permite tener una visión de cuál es la situación de un puesto de trabajo. En concreto su objetivo es diseñar puestos de trabajo y tareas seguros, saludables y productivos; para ello se basa en: la fisiología de trabajo, la biomecánica ocupacional, la psicología de la información, la higiene industrial y el modelo sociotécnico de la organización de trabajo.

VARIABLES

1. LUGAR DE TRABAJO
2. ACTIVIDAD FÍSICA GENERAL
3. LEVANTAMIENTO DE CARGAS
4. POSTURA DE TRABAJO Y MOVIMIENTOS
5. RIESGO INHERENTE DE ACCIDENTES
6. CONTENIDO DE LA TAREA EN SÍ MISMA
7. RESTRICCIONES IMPUESTAS POR LA TAREA
8. COMUNICACIÓN CON TRABAJADORES
9. TOMA DE DECISIONES
10. REPETITIVIDAD DE LA TAREA
11. ATENCIÓN REQUERIDA
12. ILUMINACIÓN EN EL PUESTO
13. TEMPERATURA
14. RUIDO



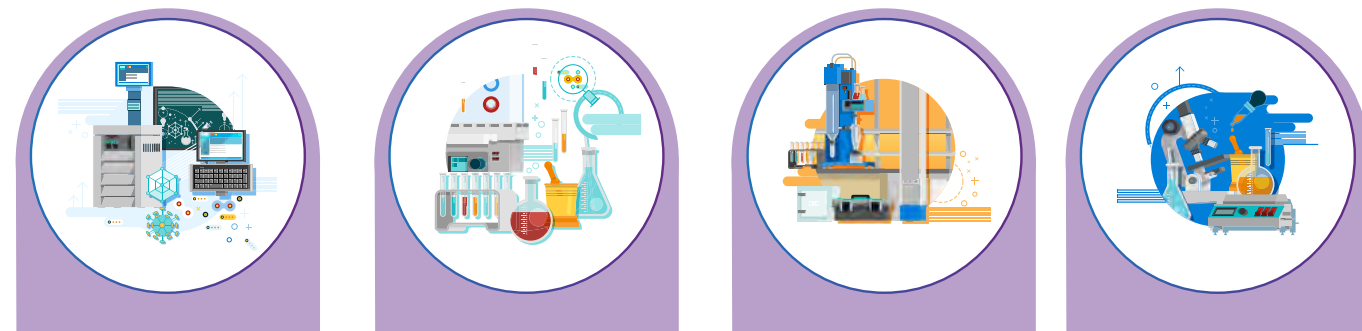
ÍNDICE GLOBAL

Estas variables se analizarán bajo los criterios de la Ergonomía Cognitiva, Ofimática y Ambiental, tomando en cuenta los principales puestos a ejecutar en el proyecto, sintetizando características generales que se apliquen a un patrón de modulación de espacios funcionales, bajo los siguientes índices globales:

- Configuración del puesto y microclima
- Carga Física (Dinámica y Estática)
- Carga Mental: presión de tiempo, atención, complejidad, monotonía, iniciativa, aislamiento, horarios.
- Contaminantes Químicos: Polvos, gases, vapores, nieblas.
- Seguridad: Caídas, quemaduras, incendios, proyecciones, aplastamientos.
- Consideraciones sobre el Ruido: isonorizante, absorbente.
- Iluminación.
- Fisiología del trabajo.
- Interdisciplinaridad.
- Vibraciones en el espacio de trabajo y herramientas.
- Integración de los factores humanos en la seguridad de los sistemas.

4.1.1 MÉTODO EWA

MÉTODO EWA



	Producción de Planta	Laboratorios Investigación	Laboratorios Desarrollo	Administrativo
1. Lugar de Trabajo	Planta Industrial	Laboratorio	Laboratorio	Oficina
2. Actividad Física	Demandante	Intermedia	Intermedia	Leve
3. Levantamiento de Cargas	Dinámica	Estática	Estática	Estática
4. Postura de Trabajo y movimiento	De pie - frecuente	De pie, sentado	De pie, sentado	Sentado
5. Riesgo de Accidentes	Contaminantes Químicos Caídas, quemaduras, aplastamientos	Contaminantes Químicos, polvo, quemaduras, niebla	Contaminantes Químicos, polvo, quemaduras, niebla	Riesgo Inherente factor humano
6. Contenido de tarea	Control de calidad, mantenimiento técnico, verificación de procesos, salas de control	Usabilidad, intervenciones, investigación de mercados, usuarios, equipos	Diseño y desarrollo	Gestión
7. Restricciones de la tarea	Recreación, descanso	Recreación, descanso, actividad física	Recreación, descanso, actividad física	Actividad Física
8. Comunicación con trabajador	Necesaria	Necesaria	Necesaria	Necesaria
9. Toma de Decisiones	Frecuente	Indispensable	Indispensable	Frecuente
10. Repetitividad de la tarea	Monotonía	Variable y constante	Variable y constante	Monotonía
11. Atención requerida	Presión de tiempo, atención, complejidad concentración	Atención, complejidad concentración	Atención, complejidad concentración	Concentración
12. Iluminación en el Puesto	Alta - general	Media - precisa	Alta - precisa	Media
13. Térmico	Sensación térmica alta por maquinarias	Confort	Confort	Confort
14. Ruido	Absorbente - Vibración	Ambiente	Absorbente - Vibración	Ambiente

Tabla 1.: Información Método aplicado EWA. Fuente: Propia

Como objeto de estudio se toman en cuenta los tres espacios más importantes del proyecto según la cantidad de usuarios al mismo tiempo dándoles uso. Producción de Planta, Laboratorios de Investigación y Desarrollo, y Áreas Administrativas.



NECESIDADES

5. CONSIDERACIONES ARQUITECTÓNICAS

ESPACIO

A Espacios amplios
Zonas de Seguridad
Zonas de Emergencia Química
Cuarto Limpio



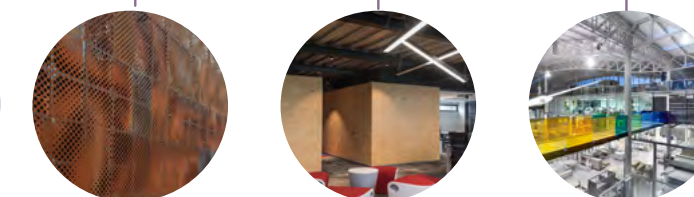
ILUMINACIÓN

B 1000 - 3000 Lux - Luz Fría
Iluminación Uniforme Global
Iluminación Semindirecta
Alumbrado General



COLOR

C Tonos Fríos - Espacios Amplios
Acabados Metálicos
Bronce - Negro - Gris - Naranja
Demarcación Seguridad



CONFORT

D Aislamiento Acústico
Antivibración
Recubrimiento Absorbente
Mobiliario de Descanso y Recreación



PLANTA INDUSTRIAL



CONSIDERACIONES ARQUITECTÓNICAS

ESPACIO

A

Espacios trabajo interdisciplinario
Cuarto Frío
Cuarto Limpio
Mobiliario multiuso



ILUMINACIÓN

B

500-1000 Lux - Luz Fría - Iluminación natural
Iluminación Uniforme y directa
Alumbrado General Localizado



COLOR

C

Tonos Fríos - Espacios Amplios
Acabados Metálicos - Maderas
Demarcación Seguridad



CONFORT

D

Aislamiento Acústico
Antivibración
Recubrimiento Absorbente
Mobiliario de Descanso y Recreación



LABORATORIOS

NECESIDADES



CONSIDERACIONES ARQUITECTÓNICAS

ESPACIO

A

Espacios trabajo interdisciplinario
Salas de Reunión
Salas de Capacitación
Cafeterías - Breakroom



ILUMINACIÓN

B

500 Lux - Luz Cálida
Iluminación natural
Iluminación Directa
Iluminación Global Uniforme



COLOR

C

Tonos Cálidos
Colores Vibrantes
Traslucidez de color - Degradados



CONFORT

D

Aislamiento Acústico
Antivibración
Recubrimiento Absorbente
Mobiliario de Descanso y Recreación



ADMINISTRATIVO

NECESIDADES

6. OPINIÓN DEL USUARIO

Para el análisis del usuario Tipo B, se tomó una muestra de 40 personas, habitantes del Gran Área Metropolitana, hombres y mujeres mayores de 18 años, con el fin de evaluar la aceptación general de la población del proyecto "Refinadora de Agua para la Producción de Combustible a base de Hidrógeno", además de evaluar la experiencia como un usuario del servicio, una vez obtenido el combustible y siendo este distribuido en las estaciones de red de servicio, con base a la vivencia actual del proceso similar en una Estación de Combustible de Gasolina a base de Petróleo.

DATOS DE LA MUESTRA

RANGO DE EDAD

21-44 años



PROVINCIA DE RESIDENCIA

92.7% San José 7.3% Heredia

PROVINCIA DE TRABAJO

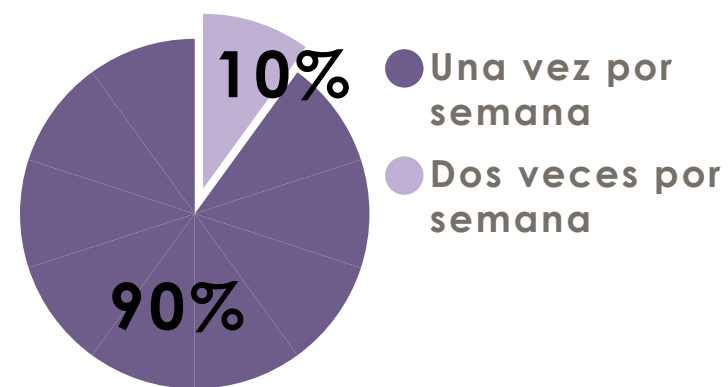
73.2% San José 19.5% Heredia 4.5% Cartago 2.4% Alajuela

RESULTADOS

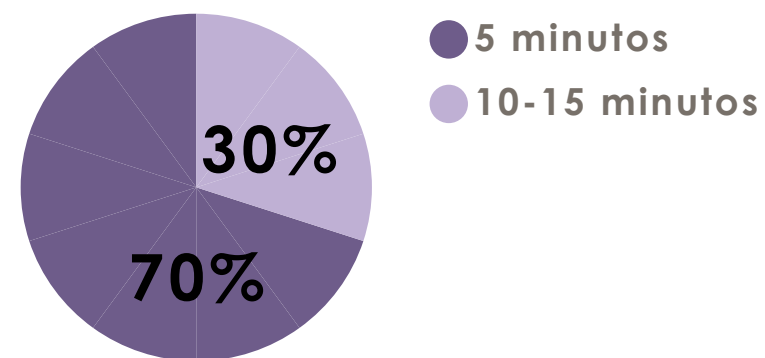
1. ¿Posee o maneja activamente un vehículo?

87.5% SÍ 12.5% NO

2. ¿Con que frecuencia visita las gasolineras?



3. ¿En promedio cuánto tiempo permanece en la gasolinera?



SOBRE EL COMBUSTIBLE DE HIDRÓGENO

4. ¿Conoce sobre la producción de combustible a base de Hidrógeno?

54% NO 46% SÍ

5. ¿Sabía que la electrólisis del agua para la producción de combustible a base de hidrógeno generaría 0% emisiones de CO2?

51% NO 49% SÍ

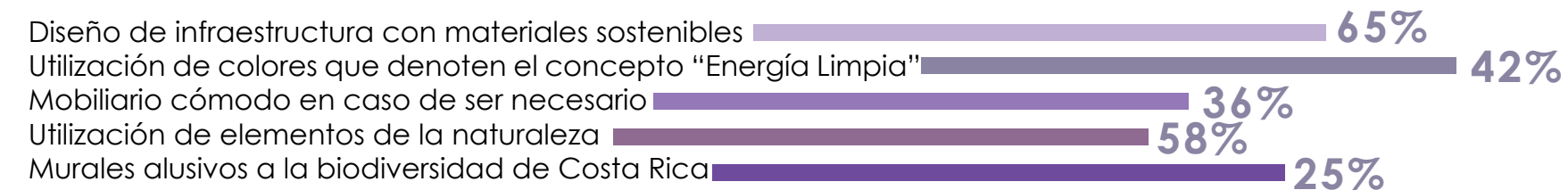
6. ¿Considera que es necesario que el país opte por un método de producción y utilización combustible que disminuya el impacto de la huella de carbono?

100% SÍ

7. ¿Sin tomar en cuenta el factor económico, Estaría dispuesto a modernizar su vehículo actual por un vehículo de funcionamiento con celdas de hidrógeno?

100% SÍ

De los siguientes aspectos, elija cuales a su criterio harían más placentera la experiencia de visitar una gasolinera:



Aportes para el proyecto

De 40 entrevistados, un 87.5% posee o maneja activamente un vehículo particular dentro del GAM, ya sea automóvil o motocicleta, dando sentido y comprobando que el modo de transporte común es de uso privado, contribuyendo a la emisión de gases contaminantes a la atmósfera, de estos entrevistados, todos visitan una gasolinera al menos una vez por semana con un promedio de duración en estas de 8 minutos, es decir, un tiempo corto que denota que debe ser un diseño de funcionamiento ágil, práctico y automatizado en su mayoría.

Un 54% no conoce sobre la producción de combustible a base de Hidrógeno, sin embargo el 100% de la población está de acuerdo en que el país debe optar por un método de fabricación y uso de combustible que disminuya el impacto de la huella de carbono, y el total de la población entrevistada estaría de acuerdo en modernizar su vehículo sin tomar en cuenta el factor económico.

La población identificada sugiere, en su mayoría, que las estaciones de servicio de combustible deberían ser alusivas a la marca país "Esencial Costa Rica", teniendo visibles materiales de construcción sostenibles y colores alusivos al tema.

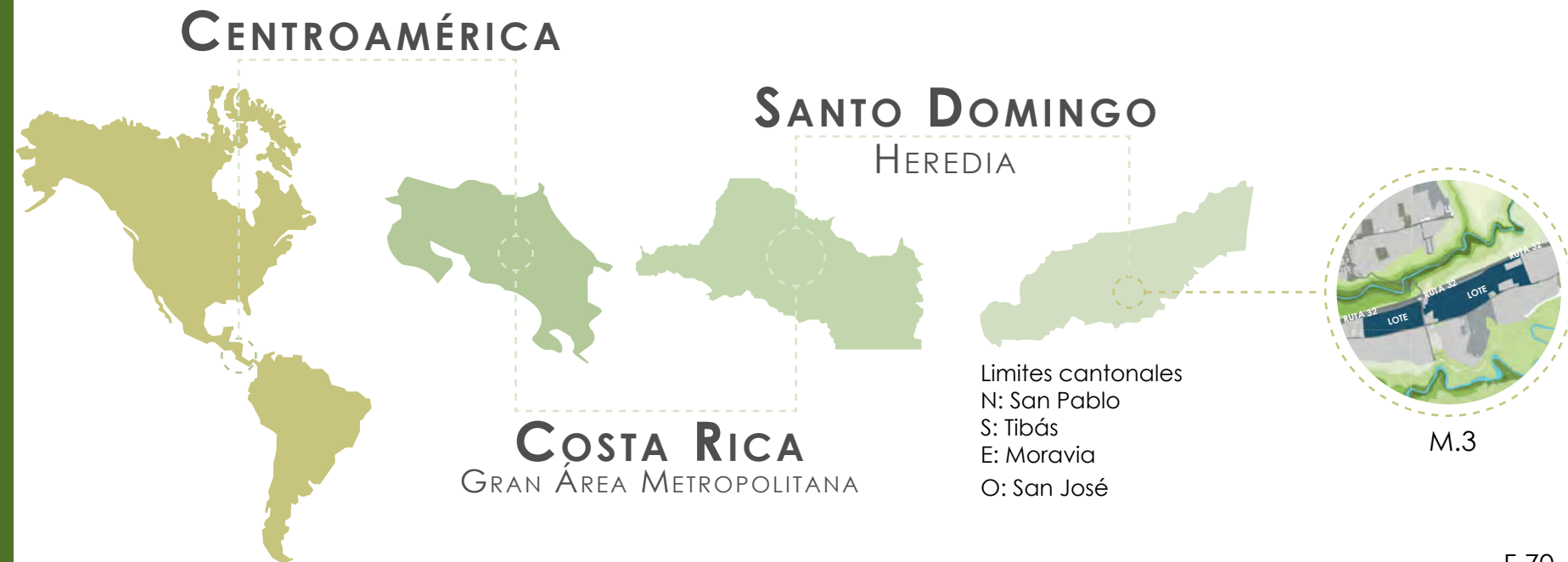


ANÁLISIS DEL SITIO

CAPÍTULO TRES

ANÁLISIS DEL SITIO

1. LÍMITES DEL ÁREA DE ESTUDIO



2. DELIMITACIÓN MACRO

GRAN ÁREA METROPOLITANA



Es la región más urbanizada, poblada y económicamente activa del país; se concentran la mayoría de servicios, infraestructura y sedes gubernamentales.

La GAM se ubica en dos grandes valles conectados: el Valle Central y el Valle del Guarco, a una equidistancia del océano Pacífico en el oeste, y el mar Caribe en el este. Al norte y al sur, las montañas que rodean los valles conforman los límites naturales del territorio.

Por lo tanto, el crecimiento urbano continúa hacia el este y el oeste. Este desarrollo es promovido por varias tendencias y sigue la infraestructura ya existente, la disponibilidad y tamaño de los lotes, seguridad y clima.

Según Spiro Kostof (1936-1991), en La Ciudad Formada, "las ciudades son lugares donde suceden ciertas aglomeraciones energizadas de personas. No tiene nada que ver con tamaño absoluto o números absolutos, sino con densidad de asentamientos."



LÍMITES

N: Heredia y Alajuela
S: Aserri
E: Paraíso
O: Atenas



EXTENSIÓN

2.044 km²



POBLACIÓN

2.2 Millones de habitantes



FLOTA VEHICULAR

70% De la Flota Vehicular total del país

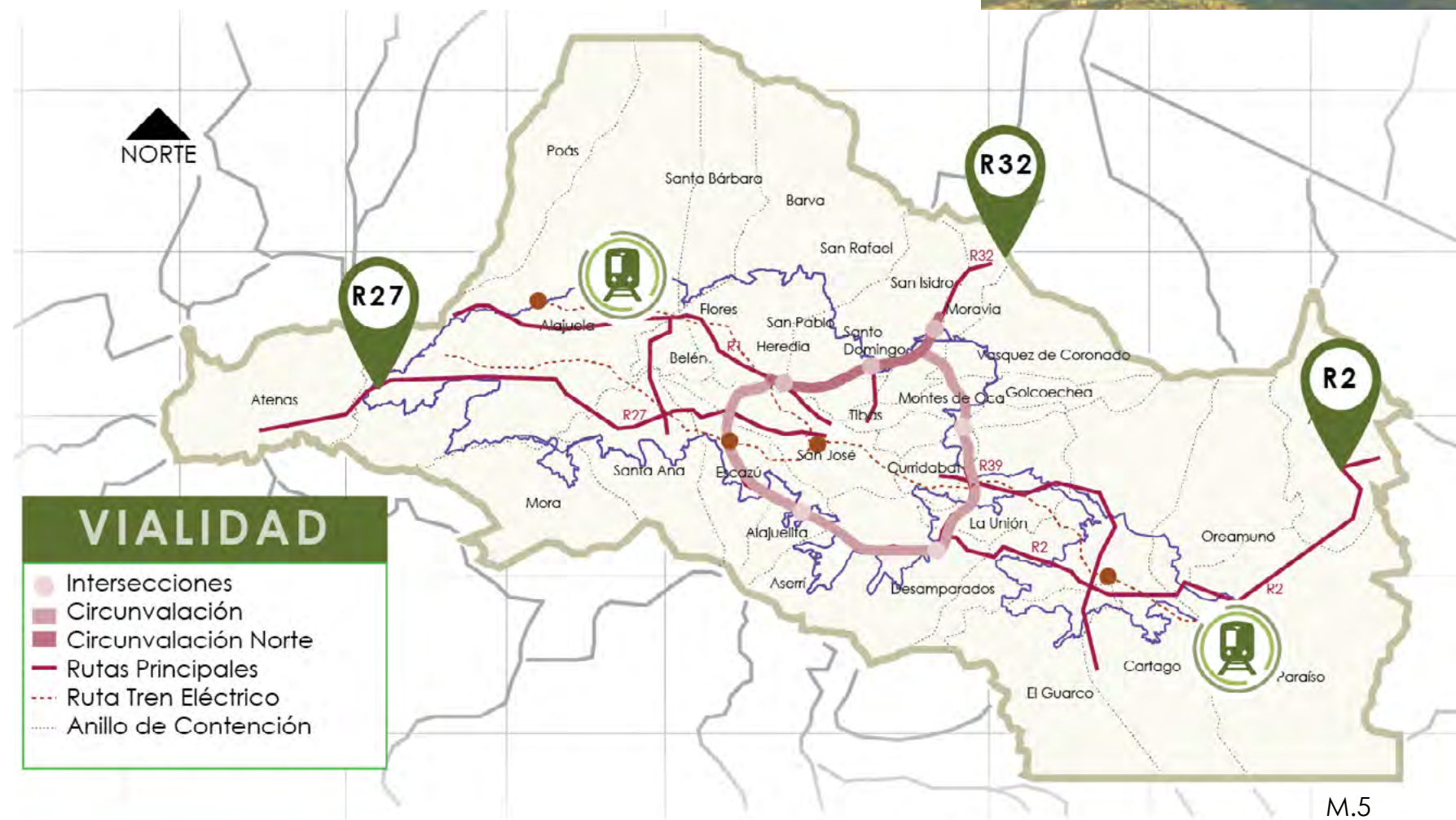
Según el reporte del PRUGAM 2009, el 70% del producto interno bruto (PIB) nacional se genera en la GAM, la cual se inserta en el cruce de las principales arterias de tránsito nacionales y la Carretera Interamericana. Siendo así un imán para el desarrollo económico del país.



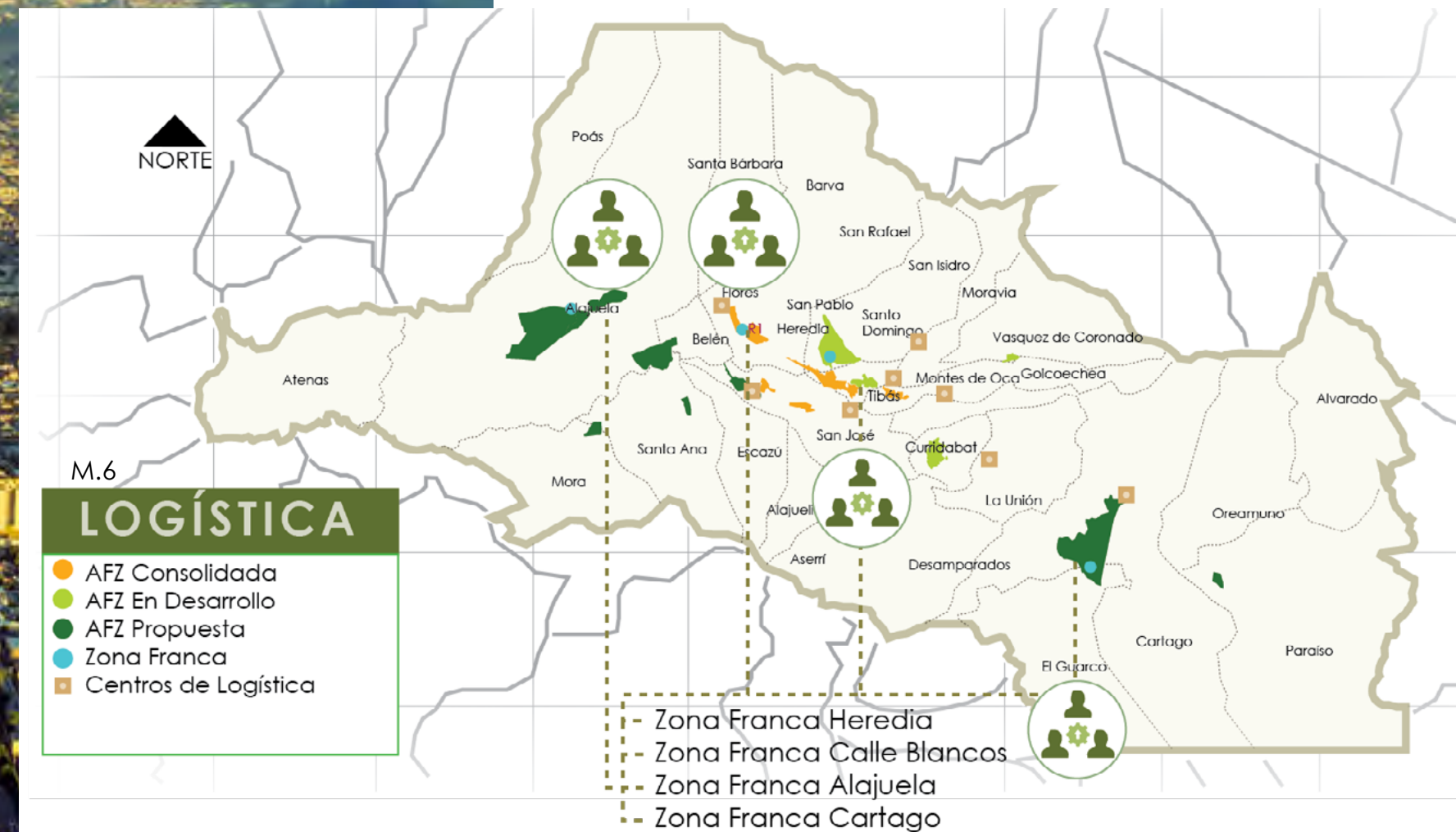
2. DELIMITACIÓN MACRO

ESTRUCTURA FUNCIONAL

F.71

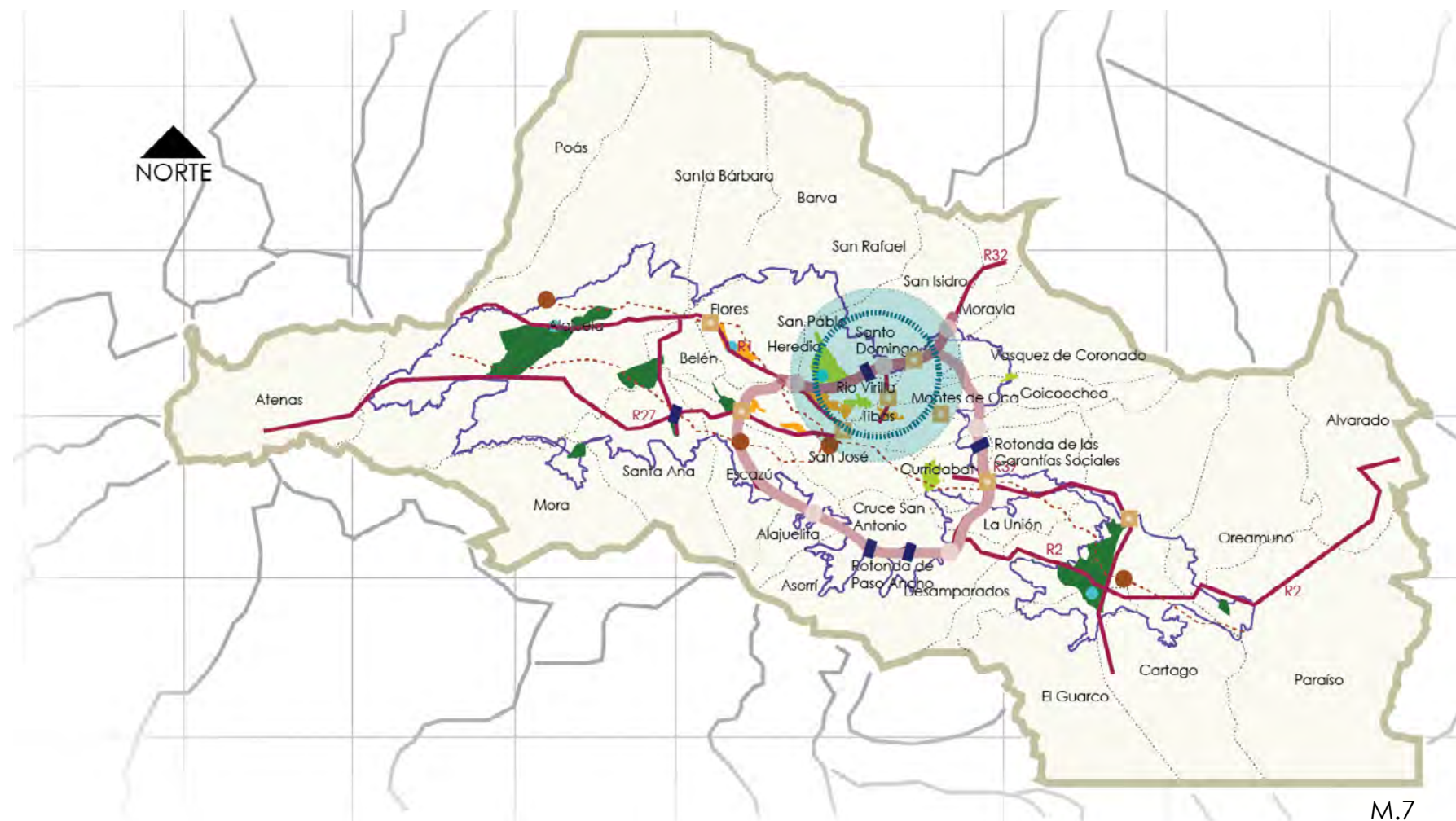


El sistema de carreteras de Costa Rica a pesar de ser un sistema radial concéntrico, no existe un sistema alternativo de circulación o vías periféricas que alimenten dicho funcionamiento, todas las sendas conducen hacia San José. Modalidades de transporte en la GAM según datos de la Municipalidad de San José: autobuses regulares y especiales, taxis regulares, porteadores, servicios informales (piratas) y tren. En cuanto a los autobuses regulares, hay una flota de 1.200 buses, que cubre 125 rutas.



Dentro del Gran Area Metropolitana se encuentran las principales Zonas Francas del País, las cuales representan el mayor desarrollo económico y tecnológico del país, trayendo consigo a gran cantidad de trabajadores que circulan todos los días entre provincias contenidas dentro del anillo de la GAM.

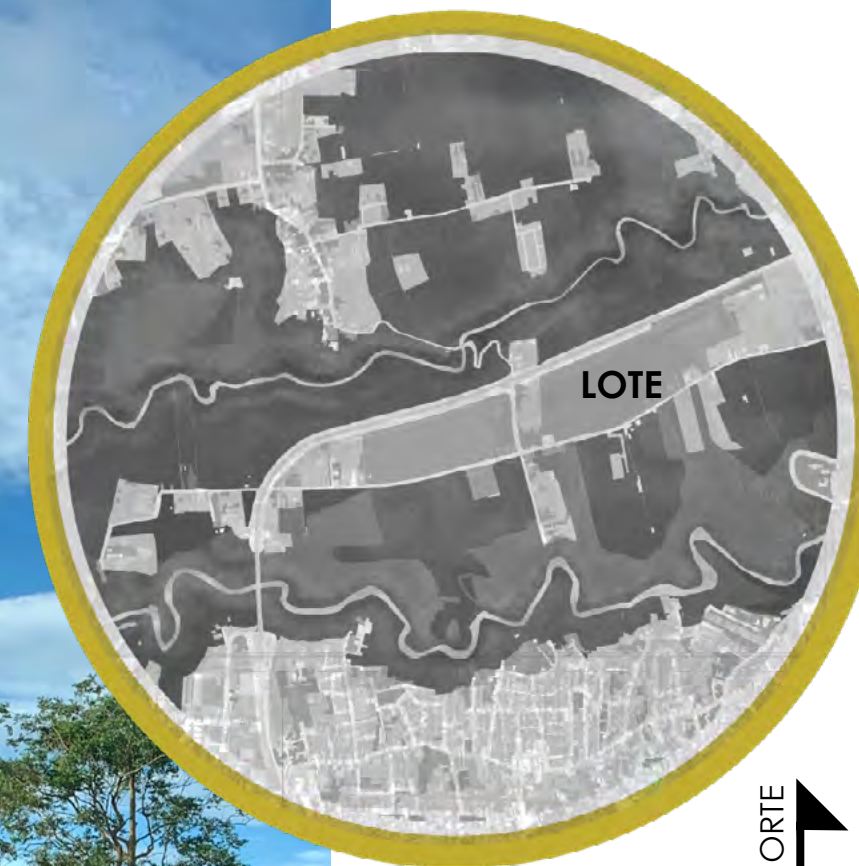
2. DELIMITACIÓN MACRO FOCOS DE DESARROLLO Y FUNCIONALIDAD



Tomando en cuenta la **vialidad, conectividad y desarrollo** de la Ciudad, se establece un foco de concentración de cualidades aptas en la Zona de **Santo Domingo** por su ubicación estratégica cercano a un punto de Desarrollo Industrial de Zona Franca, que a su vez, permite la interconexión provincial con **San José - Heredia - Limón** mediante la **Ruta Nacional # 32**, conlleva una cercanía al anillo de contención con San José que permite un flujo de logística de entrega y circulación abasteciendo de manera inmediata las necesidades de transporte de la provincia, proyectando una utilidad también con la futura ruta del Tren Eléctrico.

3. DELIMITACION MEDIO SAN MIGUEL - SANTO DOMINGO - HEREDIA

F.72



LÍMITES

N: San Pablo de Heredia
S: La florida Tibás
E: Moravia
O: San José



DENSIDAD DE POBLACIÓN

1 620 hab/km²



POBLACIÓN

40 072 Habitantes



CONECTIVIDAD

10 min - Centro de Heredia
15 min - Centro de San José

M.8

Santo Domingo es el **cantón número 3** de la provincia de Heredia, Costa Rica. El cantón forma parte de la **Gran Área Metropolitana**.

Es uno de los cantones de Costa Rica mejor posicionados en relación con el índice de desarrollo humano y déficit habitacional.

Según el **Índice de Desarrollo Humano Cantonal del 2012**, ocupa el **primer lugar nacional** tomando en cuenta índices de educación, desarrollo y calidad de vida.

En Santo Domingo se localiza la iglesia El Carmen, considerada como reliquia de interés arquitectónico, histórico y cultural, situada en el distrito de **San Miguel**.

3. DELIMITACIÓN MEDIO

3.1 ESTRUCTURA ESPACIAL



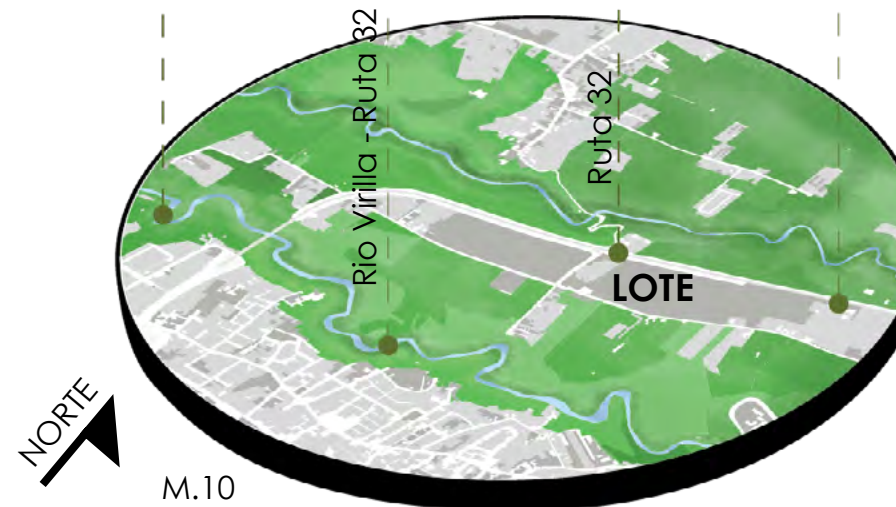
M.9

Mapa de Delimitación Media - Elaboración propia

Se delimita la zona de estudio a nivel medio tomando un radio de 1 kilómetro abarcando principalmente el área de desarrollo comercial de San Miguel de Santo Domingo de Heredia y al sur la zona de Tibás donde se concentra gran parte de comercio y residencia, así como desarrollo de industria de Zona Franca.

El área de estudio medio incluye las principales vías nacionales que permitirían la conectividad del proyecto.

3.1.1 ELEMENTOS NATURALES



M.10

Mapa de Elementos Naturales - Elaboración propia

Hidrografía

El sistema fluvial del cantón de Santo Domingo, corresponde a la Vertiente del Pacífico, el cual pertenece a la cuenca del río Grande de Tárcoles. Además de estar rodeado por dos vertientes del Río Virilla.

Geología

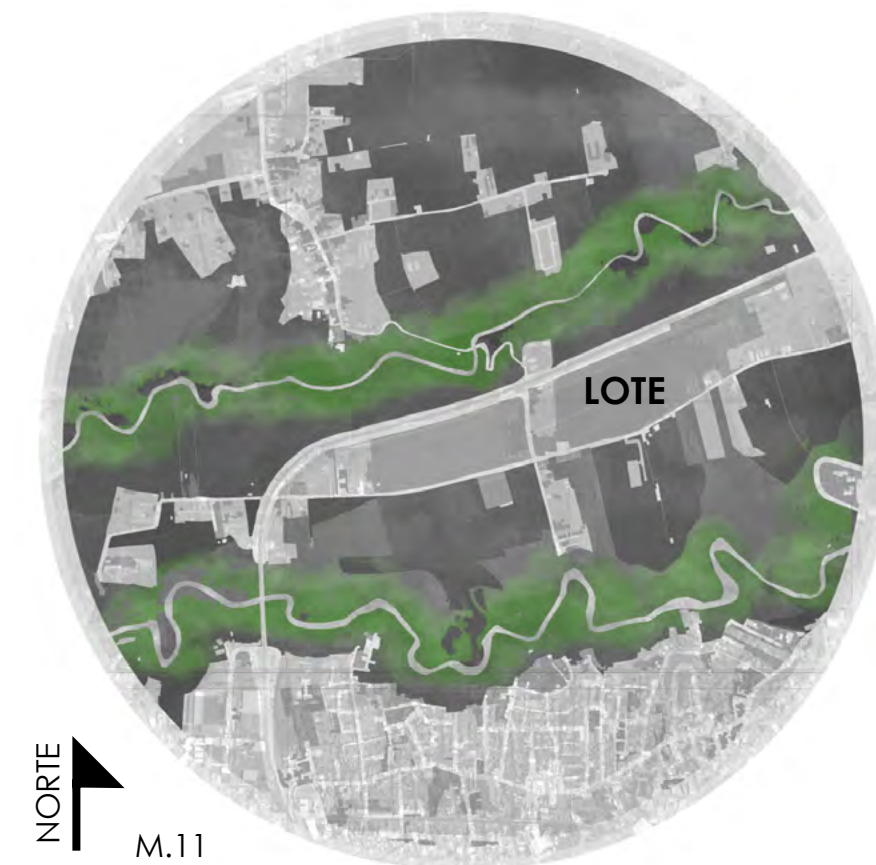
El cantón de Santo Domingo está construido geológicamente por materiales de origen Volcánico, tales como lavas, tobas y piroclastos de la época del Holoceno, período del Terciario.

Geomorfología

El cantón de Santo Domingo, forma parte de la unidad geomórfica de origen Volcánico, representadas por el Relleno Volcánico del Valle Central.

Cobertura Vegetal

El cantón está rodeado por Zonas de Cobertura Vegetal que responden a Protección de Ríos y Quebradas, así como también Zonas de Producción Agrícola.



M.11

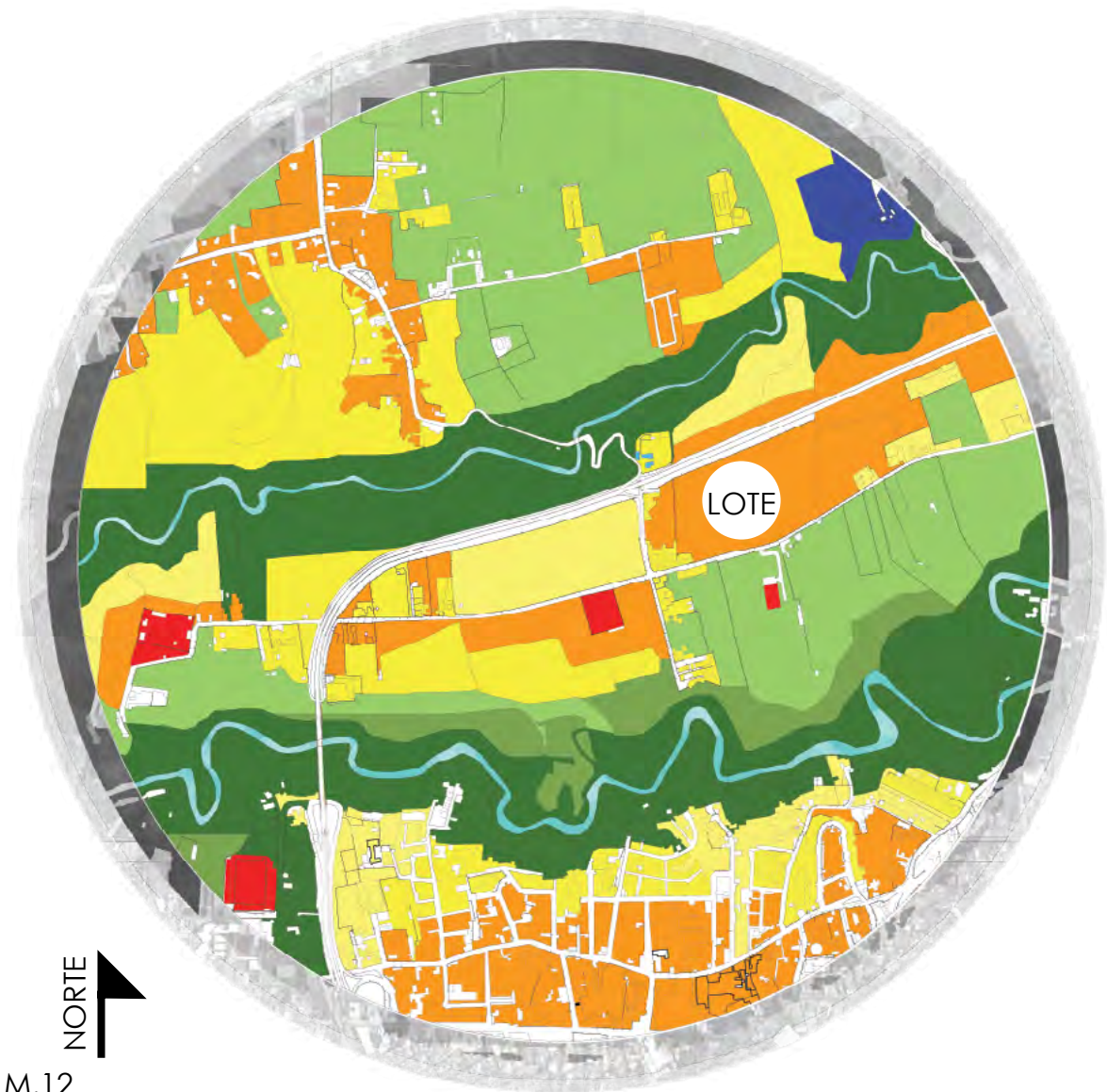
Mapa de Cobertura Vegetal - Elaboración propia

3.1 ESTRUCTURA ESPACIAL

3.1.2 USO DE SUELOS

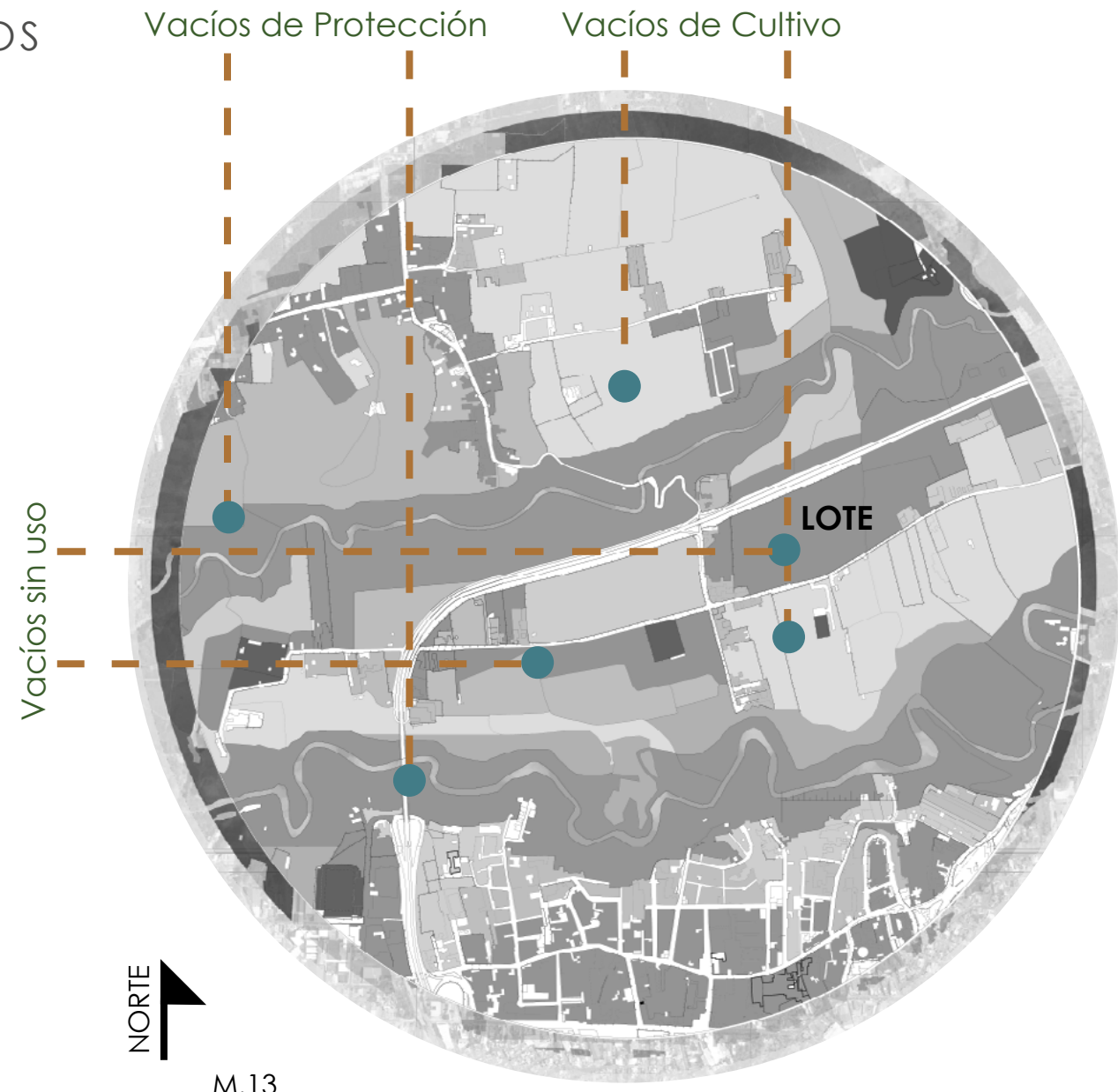
Según el Plan Regulador de la Municipalidad de Santo Domingo de Heredia, se define el uso de suelos de la siguiente manera:

- -Zona de Producción Agrícola.
- -Zona Residencial de Baja Densidad
- -Zona Residencial de Densidad Media
- -Zona de Uso Mixto
- -Zona de Protección de Ríos
- -Zona Comercial
- -Zona Institucional
- Eléctrica



3.1.3 LLENOS Y VACÍOS

Un 30% del área de estudio está constituido por construcciones dedicadas a uso mixto, de comercio o residencia, mientras que el porcentaje restante se encuentra libre de construcción, debido a que un gran porcentaje es zona de protección al Río Virilla y vertientes aldeañas, o bien, se encuentran dedicadas al cultivo de café o libre de uso en su totalidad, especialmente a las orillas de la Ruta Nacional Braulio Carillo.

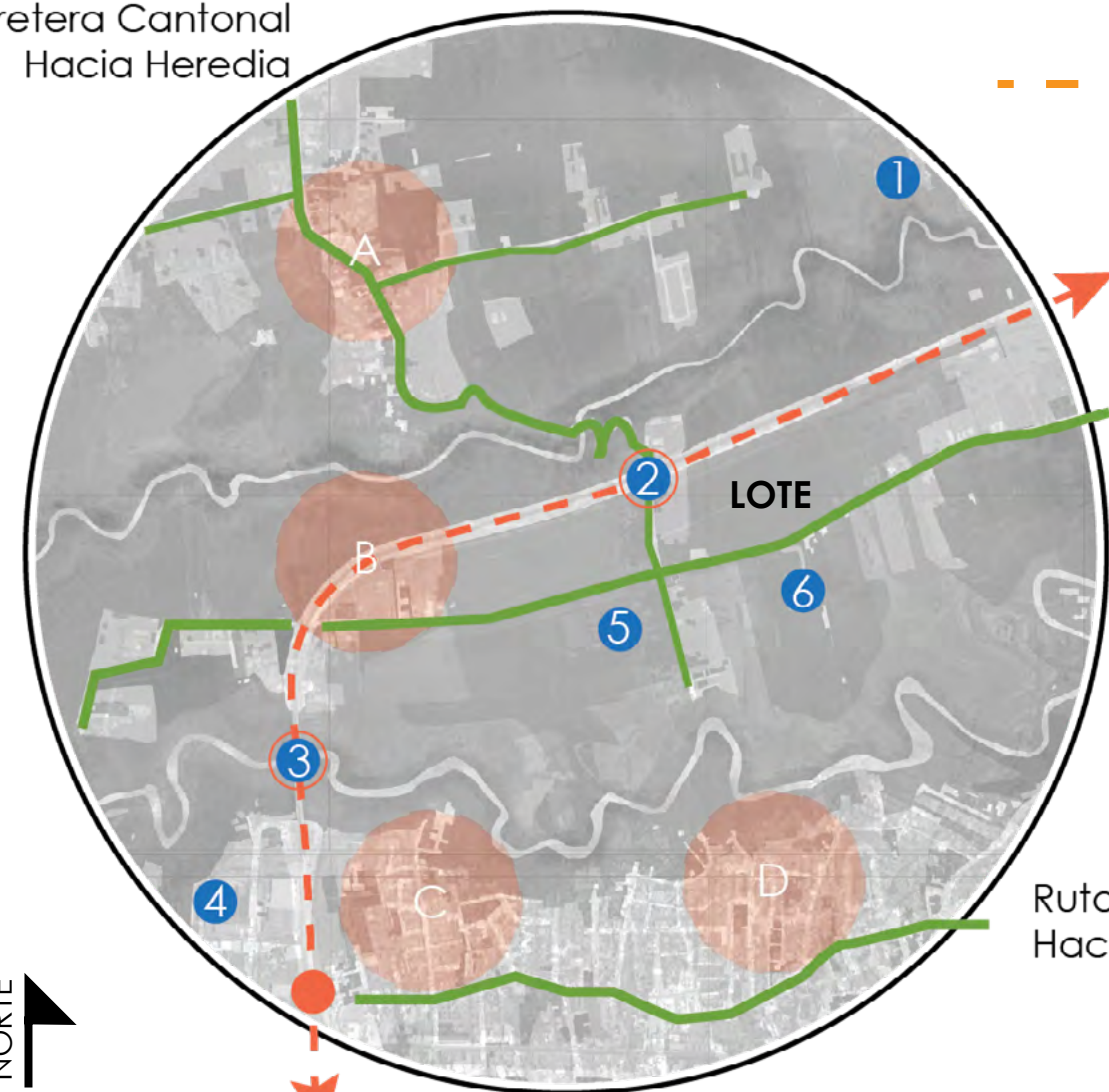


M.12
Mapa de Uso de Suelos - Elaboración propia

M.13
Mapa de Llenos y Vacíos - Elaboración propia

3.1 ESTRUCTURA ESPACIAL

Carretera Cantonal
Hacia Heredia



Ruta Nacional
Braulio Carrillo
Hacia Limón

Ruta 102
Hacia Tibás

Ruta Nacional
Braulio Carrillo
Hacia San José

Mapa Estructura Espacial - Elaboración propia

3.1.4 SENDAS - BORDES - NODOS

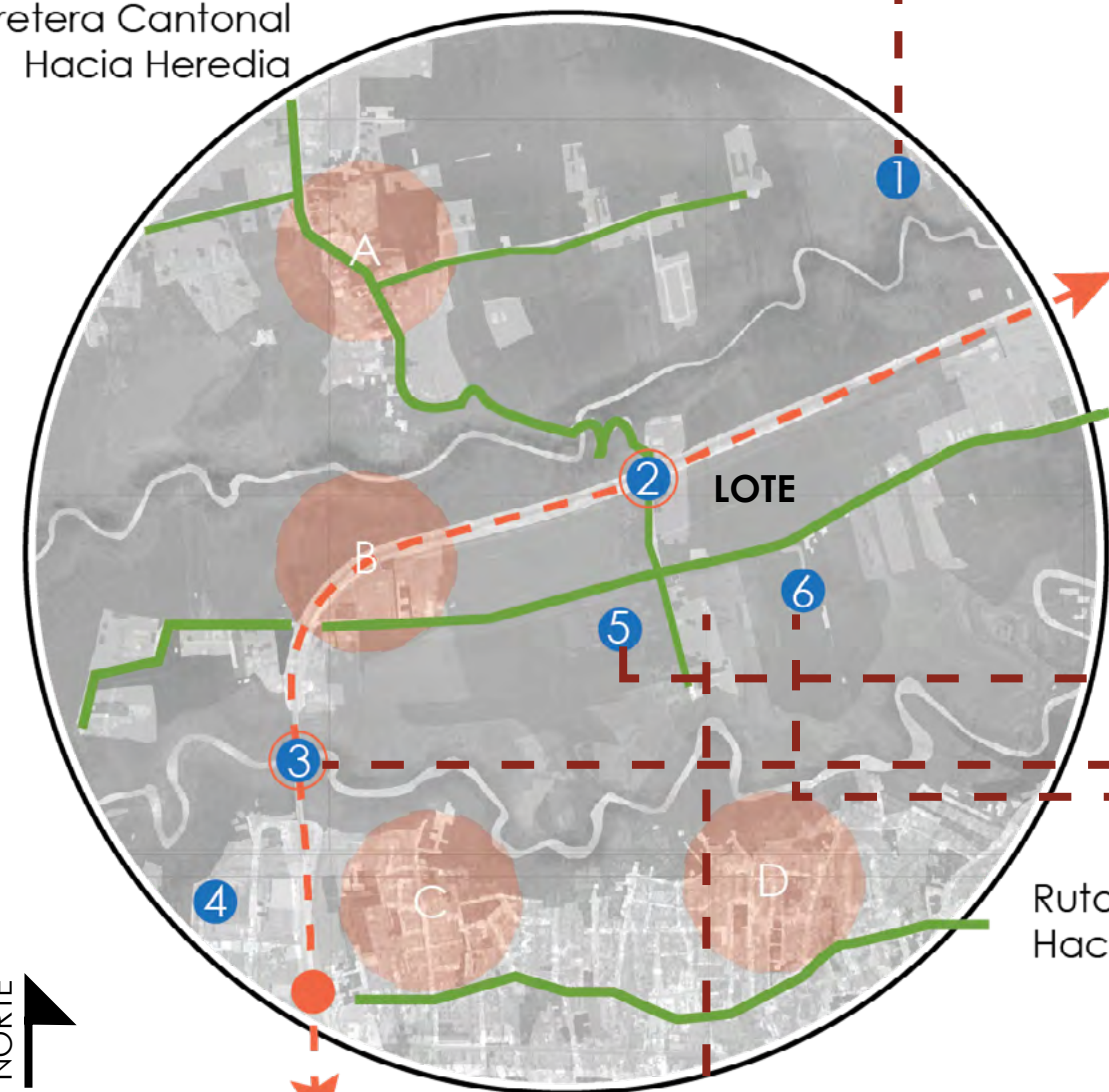


3.1.5 SECTORES Y BARRIOS



3.1 ESTRUCTURA ESPACIAL

Carretera Cantonal
Hacia Heredia



Ruta Nacional
Braulio Carrillo
Hacia Limón

Ruta 102
Hacia Tibás

Ruta Nacional
Braulio Carrillo
Hacia San José

Mapa Estructura Espacial - Elaboración propia

3.1.6 HITOS

CENTRO NACIONAL DE ENERGÍA



PUENTE RÍO VIRILLA



COLEGIO LINCOLN



IGLESIA BARRIO EL SOCORRO



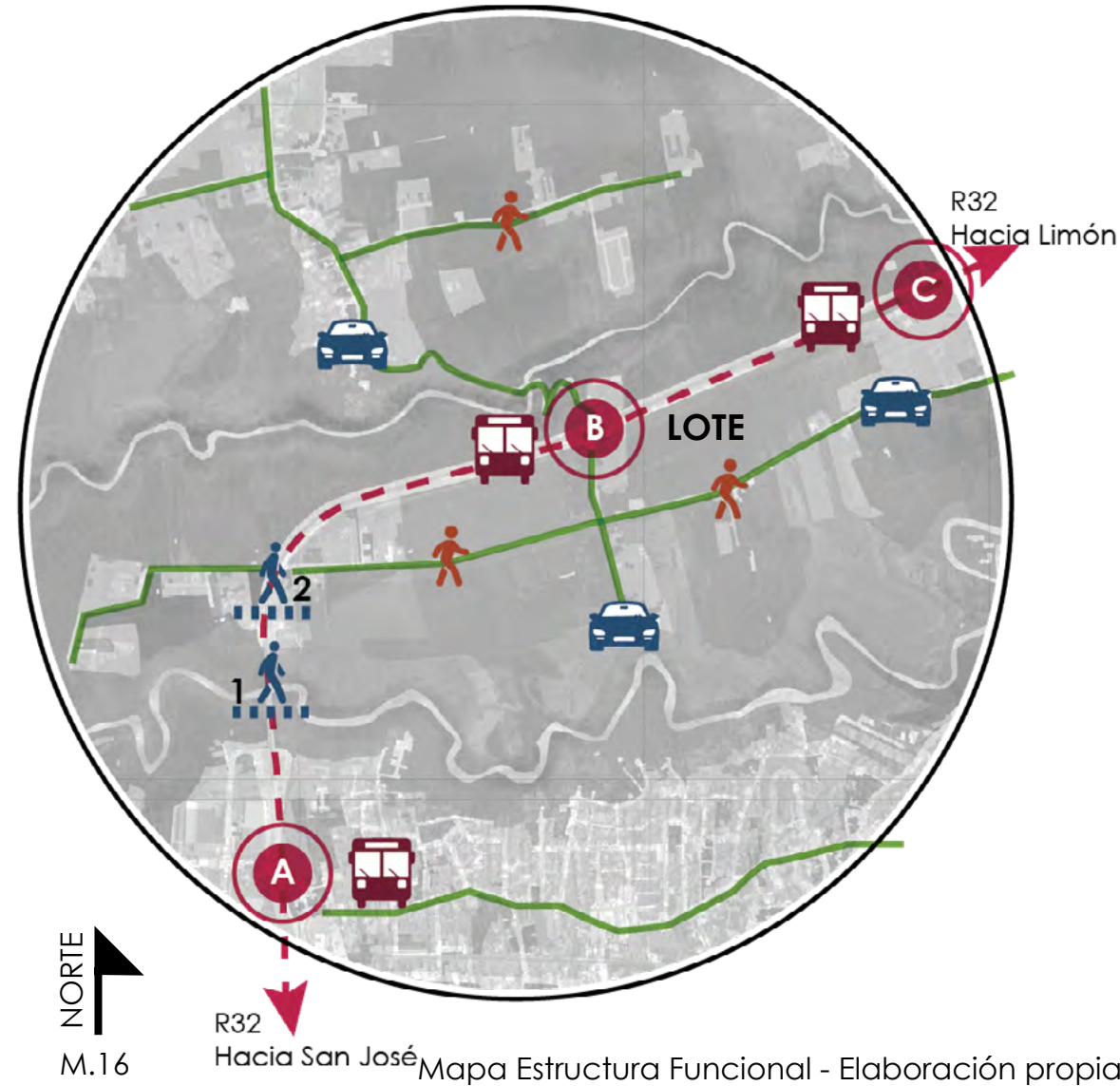
ESCUELA NACIONAL DE POLICÍA



ESCUELA BARRIO EL SOCORRO



3.2 ESTRUCTURA FUNCIONAL



Flujo Vehicular Paradas Autobus Flujo Peatonal Puente Peatonal

3.2.1 TRANSPORTE

El **transporte público** es el medio que le permite a los usuarios realizar desplazamientos diarios de primera necesidad, normalmente utilizado para rutas de Trabajo - Residencia - Estudio. Las principales Rutas de Autobuses que abastecen la Zona de San Miguel de Santo Domingo de Heredia son: **San Jose - San Isidro de Heredia**, la cual realiza un recorrido con tres paradas puntuales a lo largo de la zona de estudio delimitada, además de las **Rutas L2 - L4 Guadalupe y L2 Uruca**, que realizan recorridos aledaños.

Al encontrarse sobre una ruta nacional, las **zonas peatonizables** son escasas, existen puentes de paso a desnivel, sin embargo no son adaptadas para el peatón en primera necesidad.

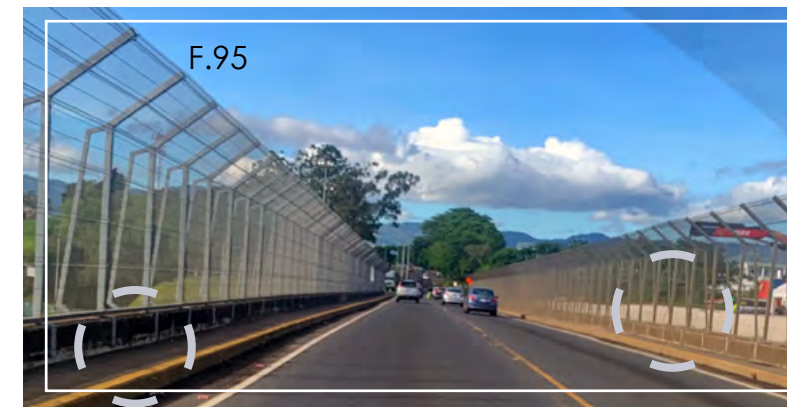
Las rutas cantonales permiten que el uso de transporte predominante sea el **vehículo privado**, asegurándose de desplazamiento adecuado entre cantones y provincias cercanas.



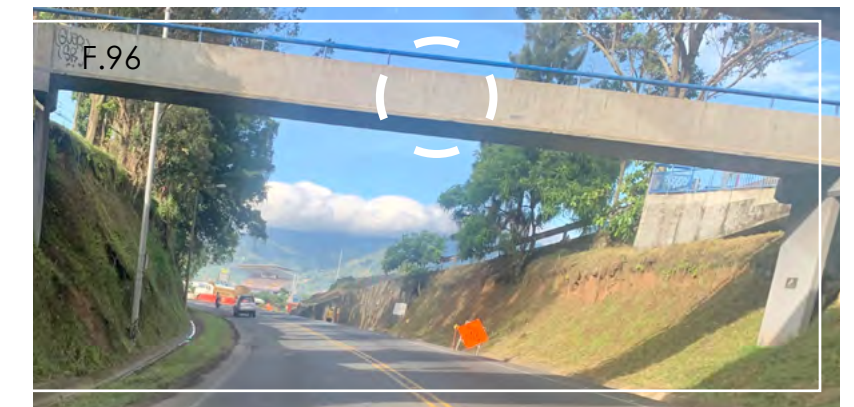
Parada de Autobuses frente al Estadio Ricardo Saprissa

Parada de Autobuses en cruce hacia Barrio el Socorro

Parada de Autobuses en cruce de La Casona de Doña Lela



Paso peatonal - vehicular sobre puente Rio Virilla - Fotografía propia



Paso peatonal a desnivel sobre ruta 32 - Fotografía propia

3.3 TEJIDO URBANO

3.3.1 TIPOLOGÍA ARQUITECTÓNICA

TIPOLOGÍA RESIDENCIAL

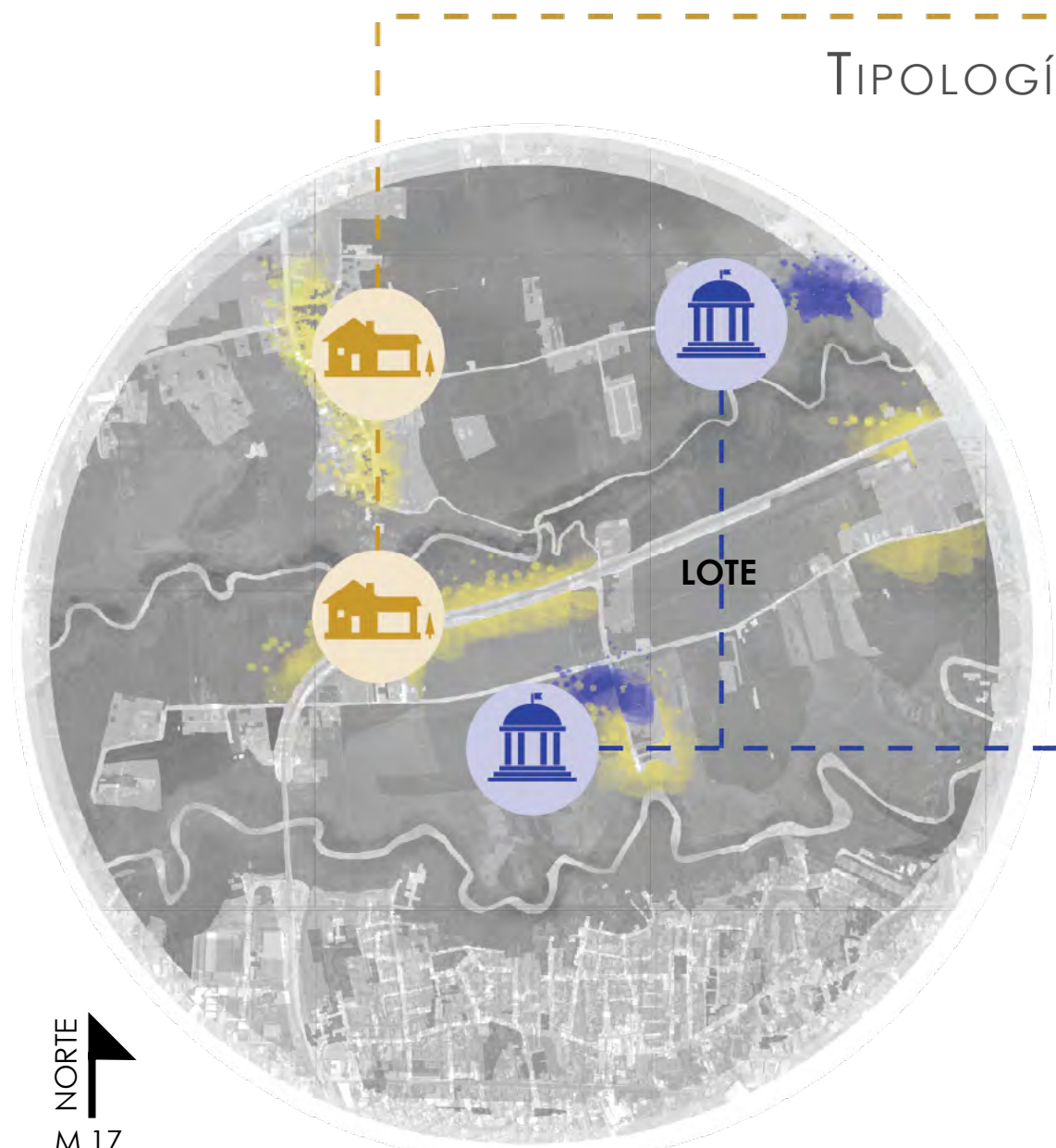
La tipología residencial se encuentran principalmente en los barrios, las construcciones más recientes se visualizan como un estilo moderno, mientras que las más alejadas de la Ruta Nacional, poseen un estilo colonial clásico. Además se visualiza una notable brecha social en contraste inmediato de las viviendas.

Se aprecian construcciones residenciales de clase baja con materiales mixtos como madera, zinc, adobe y concreto.



TIPOLOGÍA INSTITUCIONAL

La tipología Institucional responde principalmente a Educativa, basandose en las necesidades básicas de espacio Educativo, además de la planta de Energía Eléctrica del ICE.



NORTE

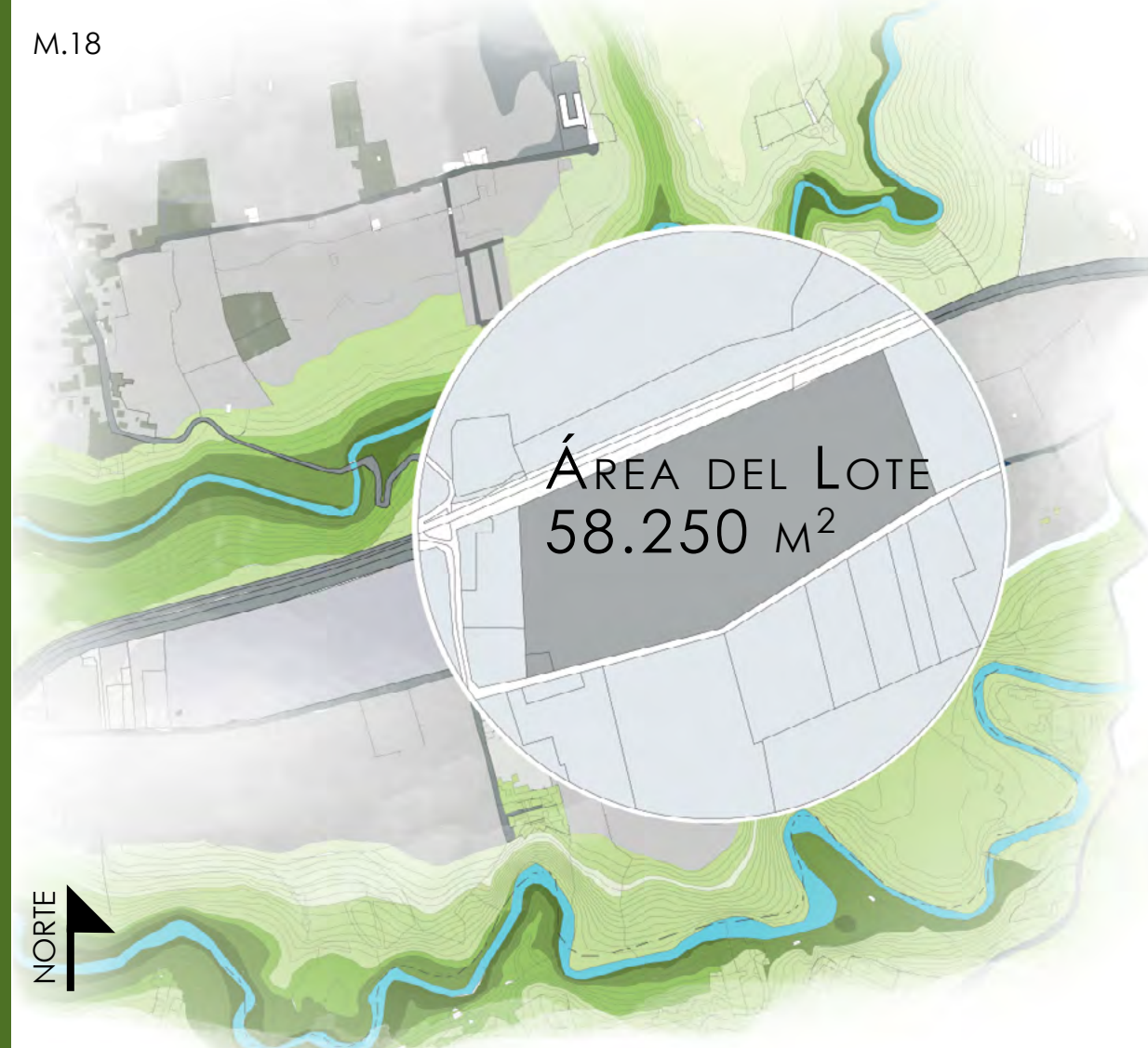
M.17

Mapa Tejido Urbano - Elaboración propia

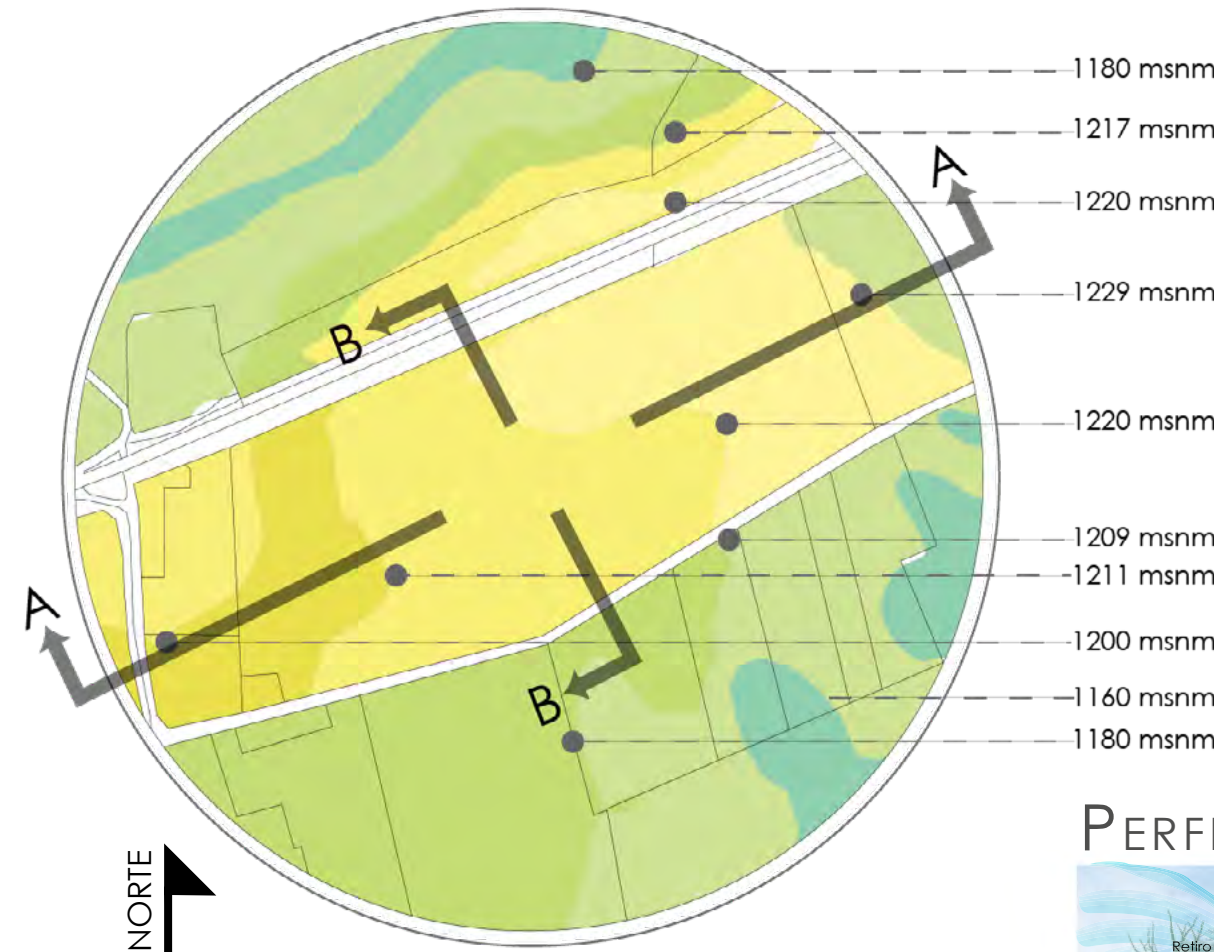
4. DELIMITACION MICRO

4.1 ASPECTOS FÍSICOS

M.18

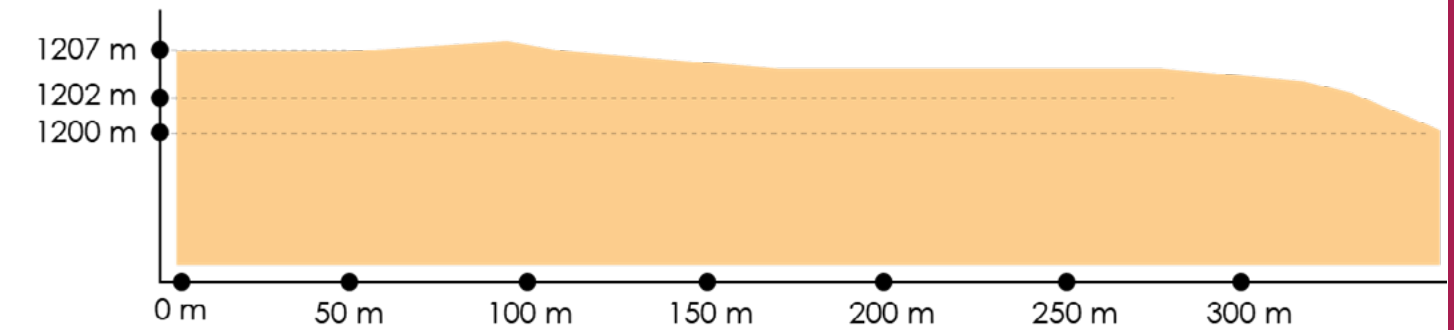


TOPOGRAFÍA

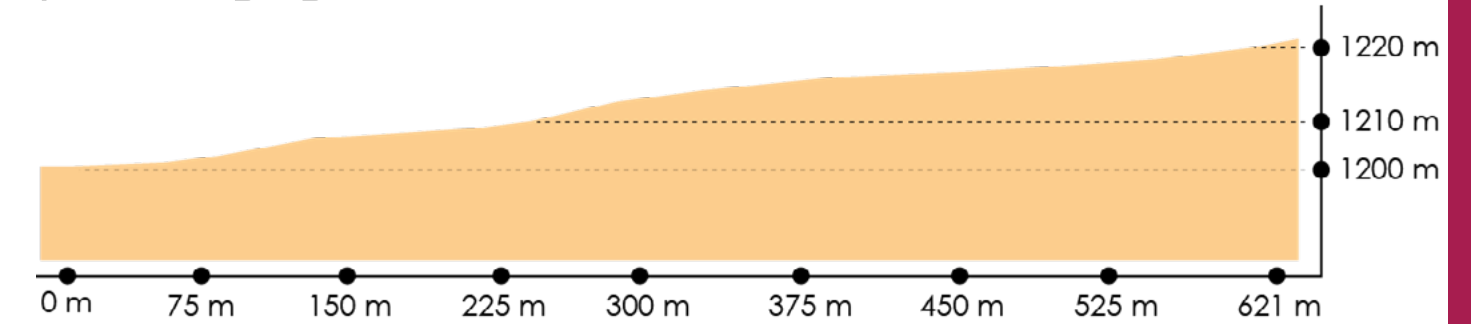


Mapa Delimitación Topográfico - Elaboración propia
M.19

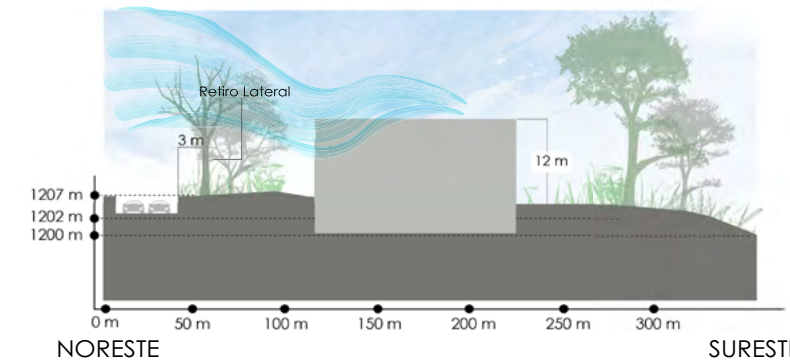
PERFIL A-A



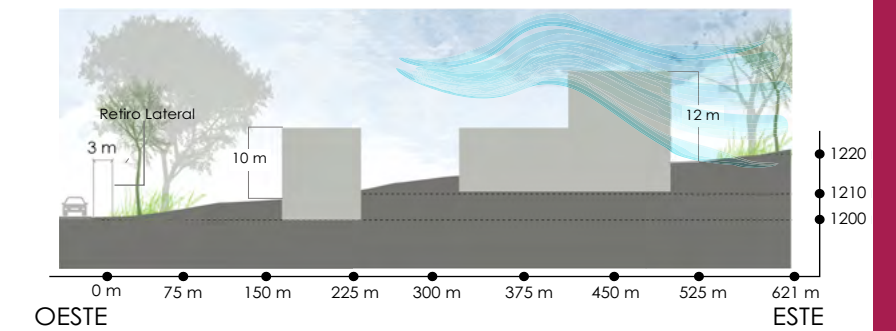
PERFIL B-B



PERFIL A-A



PERFIL B-B

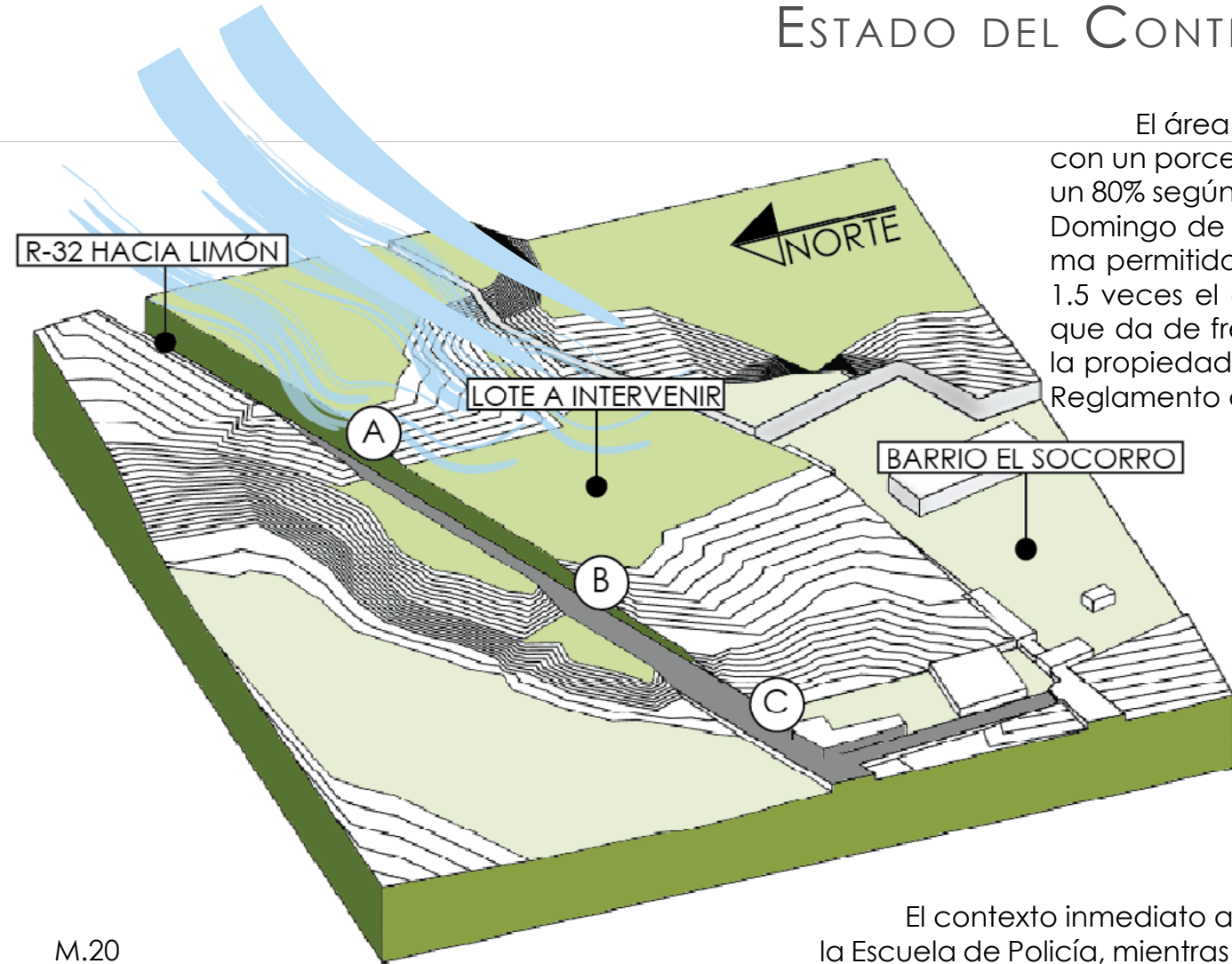


Se delimita el área de estudio a nivel micro con un radio de análisis de 250 metros con el fin de analizar el contexto inmediato del lote, teniendo como límites Los Barrios Santo Tomás y El Socorro al Norte y Sur respectivamente.

Mapa Delimitación Micro - Elaboración propia

4.1 ASPECTOS FÍSICOS

ESTADO DEL CONTEXTO INMEDIATO



M.20

El área del terreno es de 58 250 m² con un porcentaje de cobertura total de un 80% según el Plan Regulador de Santo Domingo de Heredia, y una altura máxima permitida de hasta cuatro niveles, o 1.5 veces el ancho de la calle hacia la que da de frente medido de la línea de la propiedad según el artículo 99. (1) del Reglamento de Construcciones.

El contexto inmediato al Sur, es el Barrio el Socorro y la Escuela de Policía, mientras que al Oeste se encuentran dos viviendas, al resto de colindancias le corresponden lotes vacíos de uso mixto que se encuentran en venta o en proyectos a futuro de bodegas Industriales debido a la gran cantidad de bodegas de materiales de construcción que se encuentran en la Línea Oeste-Este de la Vía de la ruta 32.

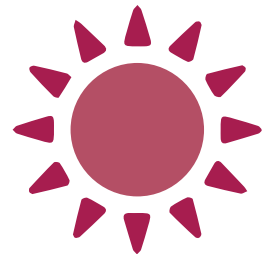


4.2 ASPECTOS CLIMÁTICOS

DATOS GENERALES



TEMPERATURA
Media: 20°C
Mínima: 15°C
Máxima: 26°C



BRILLO SOLAR
5.9
Promedio



NUBES
36%
Mayormente Nublado



LLUVIA
1863mm
Promedio



VIENTO
4.8 km/h
Provenientes
Noreste



HUMEDAD
86%
Máxima

En Santo Domingo de Heredia, la **temporada de lluvia es húmeda y nublada, la temporada seca es parcialmente nublada**. Durante la **época seca** redominan los **Vientos Alisios (Norestes)** provenientes del Caribe entrando por el Paso del Desengaño, mientras que durante la época lluviosa, predominan los vientos **Ecuatoriales (Suroeste)**. Los datos mostrados son obtenidos de un informe que ilustra el clima típico en Santo Domingo, basado en un análisis estadístico de informes climatológicos históricos por hora y reconstrucciones de modelos del 1 de enero de 1980 al 31 de diciembre de 2016.



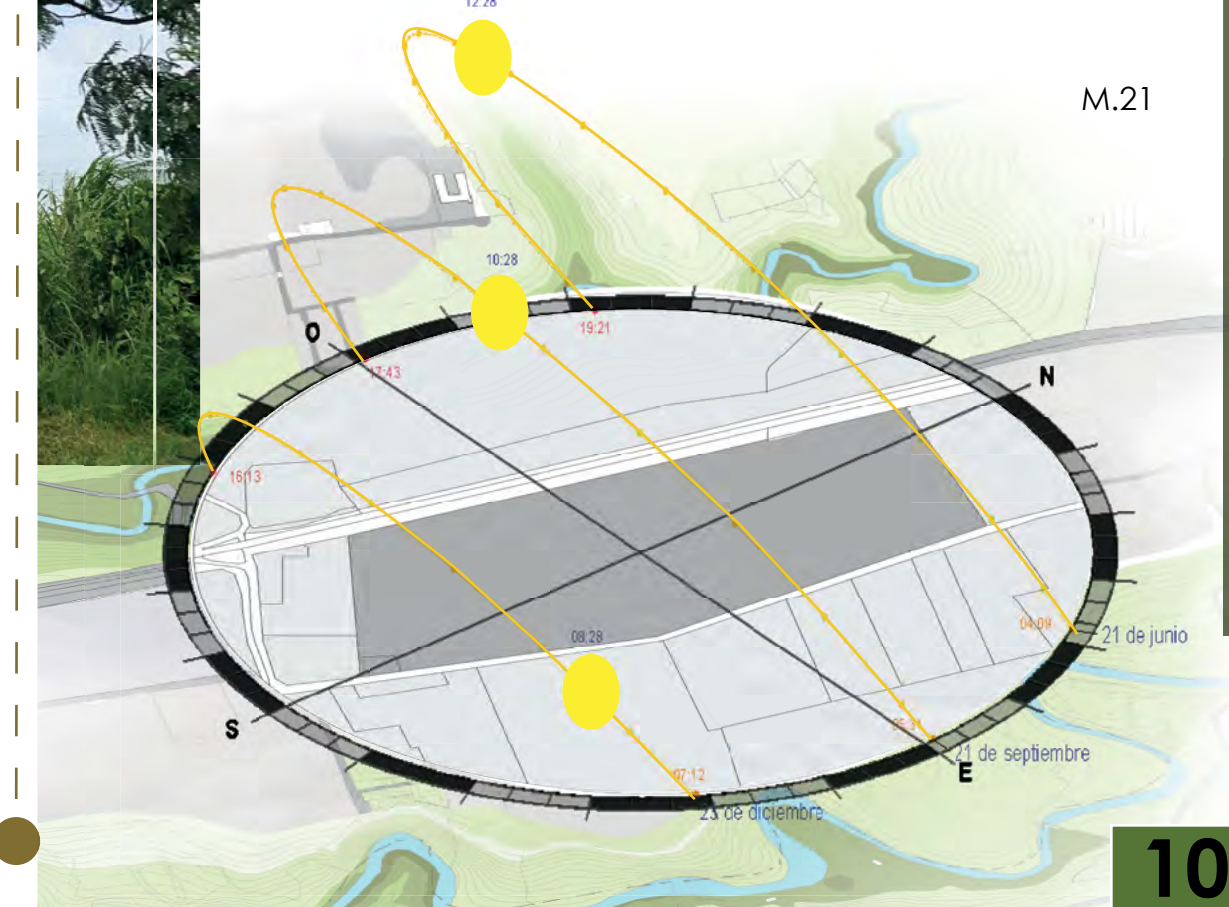
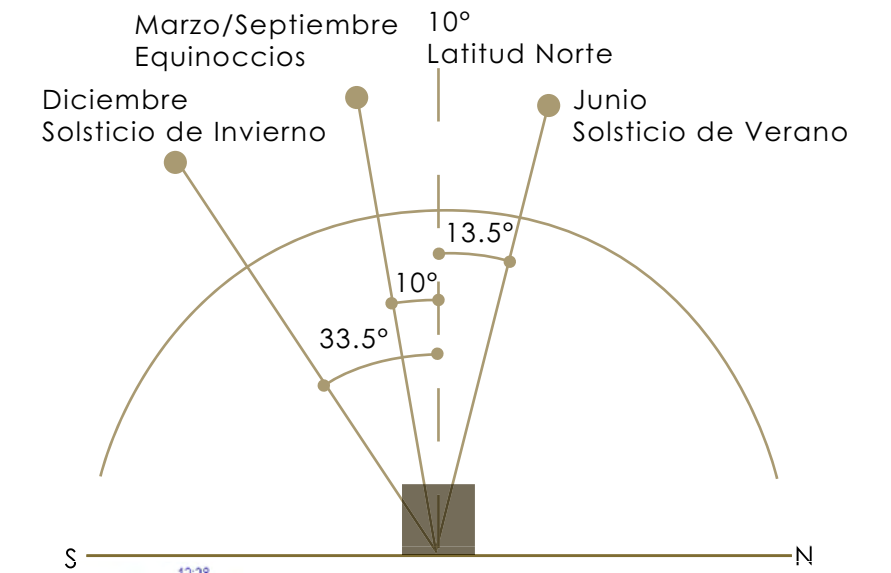
F.116

Zona Crítica

En Santo Domingo de Heredia, la **Zona Crítica durante la época seca**, se localiza en **Marzo**, momento en el que la temperatura alcanza su punto más bajo, y el punto de la velocidad del viento más alta, por lo que se realizarán **estrategias pasivas de calentamiento solar**, especialmente para su funcionamiento en horas de la mañana 5:00 am -9:00 am según los datos obtenidos del análisis del Climograma de Bienestar Adaptado, indicando necesidad de radiación en estas horas del día.

Durante la **época lluviosa, la zona crítica se localiza de Mayo - Agosto**, debido a la cantidad de precipitación mensual y cantidad de días de lluvia, y al encontrarse el punto máximo de la humedad a un 86% y la velocidad del viento en su punto más bajo, dejando como consecuencia estabilidad fuera de la zona de confort, se denota necesidad de ventilación según el análisis realizado con el cruce de información de las variables de temperatura y humedad en el gráfico de Olgay, se tomará acción con **estrategias pasivas de Ventilación Natural y Enfriamiento por Evaporación Indirecto**.

Ángulos Solares

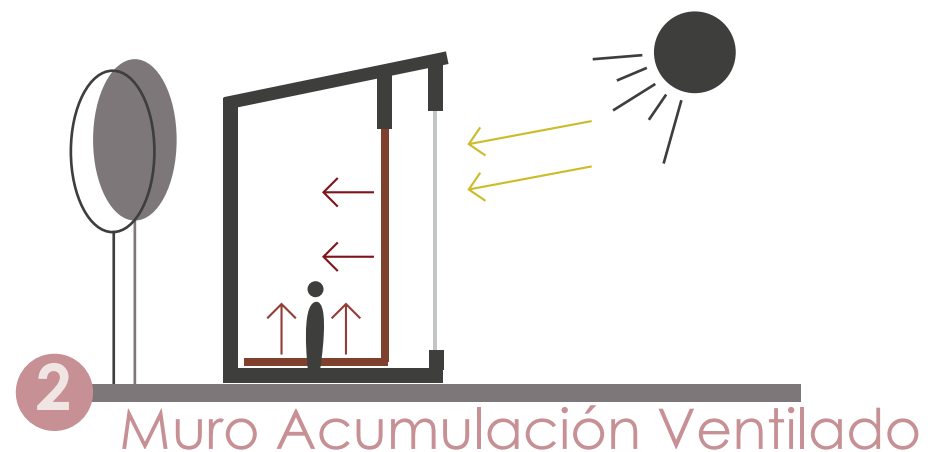


4.2.1 ESTRATEGIAS PASIVAS

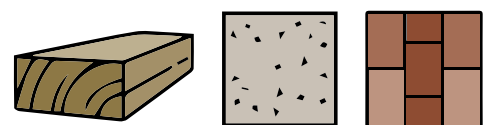
Calentamiento Solar Pasivo - Masa Térmica



La estrategia de ganancia solar directa implica la utilización de ventanas y persianas para controlar la cantidad de radiación solar directa que llega al interior del espacio, permitiendo su captación y distribución interna.



Consiste en la utilización de un muro de ladrillo u hormigón seguido de una apertura superior o lateral que permita la transferencia de calor entre el muro y el ambiente mediante convección.



Madera Hormigón Ladrillo

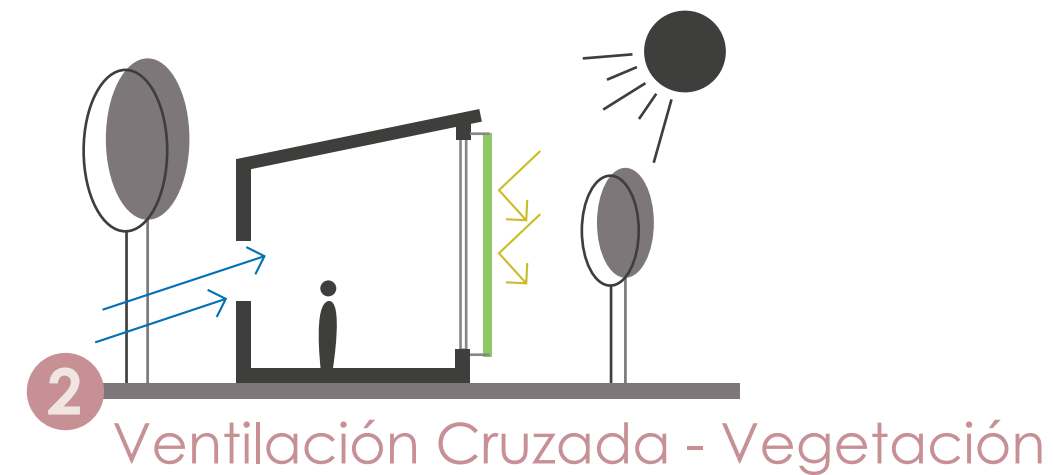
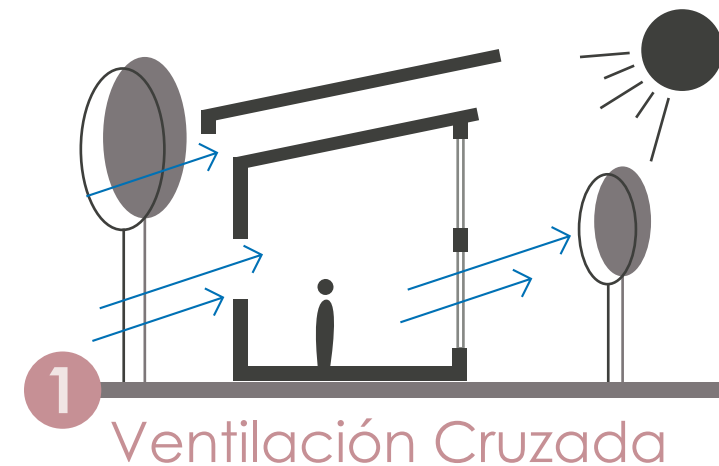
Utilización de materiales de alta densidad tales como: madera, hormigón, ladrillo y piedra, para facilitar la absorción y retención de radiación durante tiempos prolongados, además de colores oscuros o de acabado mate.

La colocación de un muro de acristalamiento sirve para estabilizar la temperatura del edificio. En algunos casos el invernadero se utiliza para dar un precalentamiento al aire que penetra en el interior del edificio.



Ventilación Cruzada

Enfriamiento por evaporación Indirecta



La ventilación cruzada se basa en generar corrientes de aire naturales que atraviesen el edificio y permitan su renovación y a su vez mejorar la condición climática, se logra mediante la disposición de aperturas arquitectónicas que faciliten este flujo de aire, además de la utilización de elementos naturales como agua, o vegetación que funcionen como captadores de calor y enfriadores por evaporación.

4.2 ASPECTOS CLIMÁTICOS

DESCRIPCIÓN DE ZONA DE VIDA

Las condiciones ambientales corresponden a una zona rural, de actividad agrícola que ha sufrido un proceso de urbanización reciente. Por sus condiciones climáticas, posee una temperatura promedio de 20,4°C y una altitud que ronda los 1200 m.s.n.m con una precipitación de 2291mm en promedio anual según reportes, por lo que se ubica en la zona de vida del **Bosque muy húmedo Premontano (bmh-P)**, según la clasificación de Zonas de Vida de Holdridge (Bolaños et al. 1993), cual la identifica como una zona apta para el asentamiento humano.

La vegetación natural inalterada del bosque muy húmedo Premontano se caracteriza por ser de mediana altura, aproximadamente entre **30 y 40 metros de altura; densidad media; de dos o tres estratos y es siempreverde**, con algunas especies deciduas durante la estación seca, por lo general se presenta una cantidad moderada o abundante de epífitas.

Esos sistemas naturales en los últimos años han sido modificado en gran parte por las plantaciones de café, como fuentes de negocio en ese sector en casi todo el Valle Central, sin embargo, en aquellos que han sido abandonados o descuidados, la vegetación menor ha iniciado el proceso de sucesión, invadiendo los carriles entre las plantas de café; caso específico que se está dando en el área a restaurar.



Fotografía Reserva sobre ruta 32 Braulio Carrillo
Pucci Photography

ESPECIES ENCONTRADAS - FLORA

Flora Species:

- F.118: Aguacate
- F.119: Jocote
- F.120: Cabello de Ángel
- F.121: Nispero
- F.122: Guarumo
- F.123: Cas
- F.124: Cirrí
- F.125: Itabo
- F.126: Poró
- F.127: Guaba
- F.128: Mango
- F.129: Poró
- F.130: Muñeco
- F.131: Higuerón
- F.132: Yigüirro
- Piapia
- F.133: Colibrí
- F.134: Gavilán Blanco
- F.135: Gavilán Blanco
- F.136: Carpintero

Según (Ramírez Campos, 2015), en un estudio realizado en la zona de Santo Domingo de Heredia, estas fueron las especies reconocidas en sitio, tanto vegetales como de aves.

ESPECIES ANIMALES - AVES



CAPÍTULO CUATRO

PROPUESTA ARQUITECTÓNICA

1. PROCESO DE DISEÑO

INTRODUCCIÓN

En este capítulo se desarrollará el proceso de diseño iniciando por la conceptualización del mismo, basándose en el eje central de Producción, Investigación y Desarrollo, brindando una solución regional que responda a las necesidades futuras de combustible a base de Hidrógeno producido a través de la separación de las moléculas de Hidrógeno y Oxígeno del agua.

El proyecto tendrá un impacto nacional al reducir la huella de carbono de CO₂, además de un impacto regional al convertirse en un Hito de desarrollo económico y ecológico. Se busca una mejora continua en el proceso de innovación nacional de combustibles verdes, así como también un desarrollo económico y recreativo del cantón de Santo Domingo de Heredia, el proyecto brindará al cantón un espacio que permita movilidad laboral y creación de espacio público para recreación de la población, convirtiéndose además en un sitio de valor que aporta un valor de identidad de la población bajo el sello país de "Esencial Costa Rica". Funcionará como centro de educación itinerante para programas de prácticas Universitarias orientados a la Investigación y Desarrollo.

Se creará una propuesta integral tomando en cuenta los factores climáticos propios de Santo Domingo de Heredia para el confort y funcionamiento adecuado del proyecto, los requerimientos físicos y espaciales de los trabajadores y visitantes del proyecto.

ORIENTACIÓN DEL PROYECTO



PROYECTO
=
HITO NACIONAL

PRODUCCIÓN Y DESARROLLO

ECOLÓGICO - INSTITUCIONAL - EDUCACIONAL

1

NACIONAL

Reducción de la huella de CO₂

2

CANTONAL

Desarrollo Comercial y Recreativo

3

REGIONAL

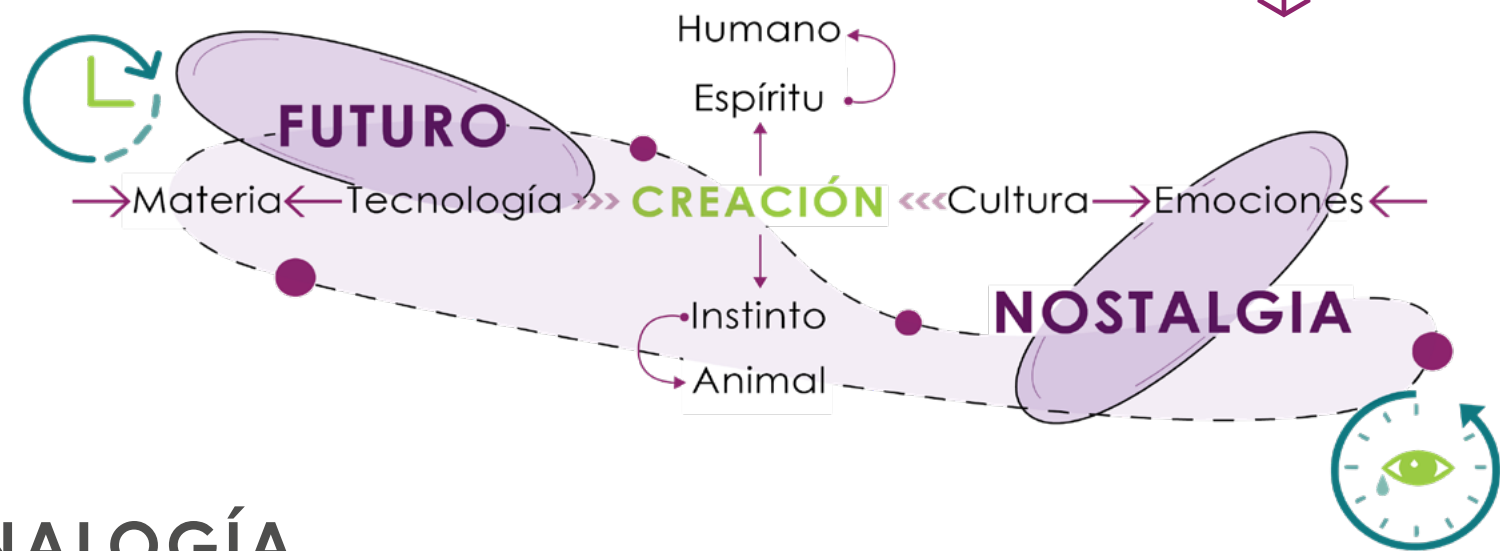
Educación e Investigación Académica

IMPACTO



1.1 CONCEPTUALIZACIÓN

EL TIEMPO



ANALOGÍA

Desde la Revolución Industrial, el ser humano se ha mantenido en constante evolución bajo la búsqueda de nuevos procesos que faciliten la producción en serie bajo parámetros que permitan modular de manera simple y sencilla un producto final, el **proceso de creación e innovación** va siempre impulsado por un instinto animal de supervivencia, es el **espíritu humano** de la mano con la creatividad lo que aporta un valor agregado al proceso de creación.

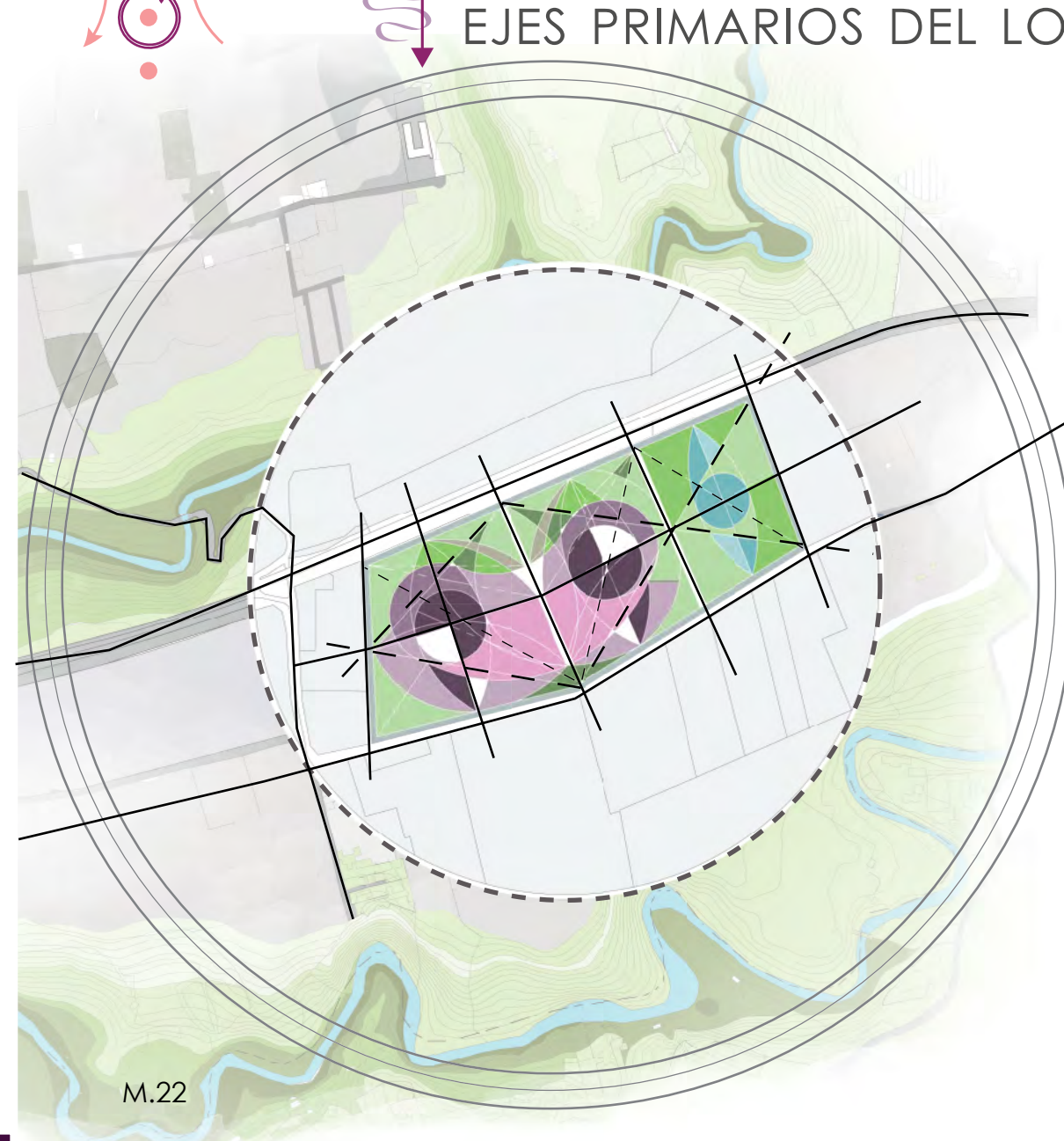
El concepto del proyecto nace bajo la analogía del proceso tecnológico de la creación en búsqueda de un futuro mejor, y el cruce del sentimiento humano de la nostalgia por lo que queda atrás y el proceso creativo, una analogía donde la metáfora se posa en la ironía del sentir **nostalgia por el futuro**, cuando suelen ser sentimientos desligados del tiempo y el espacio, es decir, la nostalgia funge en tiempo pasado, contradictoriamente al futuro.

Este proyecto al ser una innovación en el país, en un futuro causará nostalgia en la población el hecho de imaginar dejar atrás una manera convencional de movilizar un vehículo o su medio de transporte, es por eso que el proyecto busca predecir las sensaciones inexploradas de la población bajo parámetros de modulación, crecimiento y desarrollo continuo. Canalizando **materia y tecnología como arquitectura** y **cultura y emociones como usuario**.

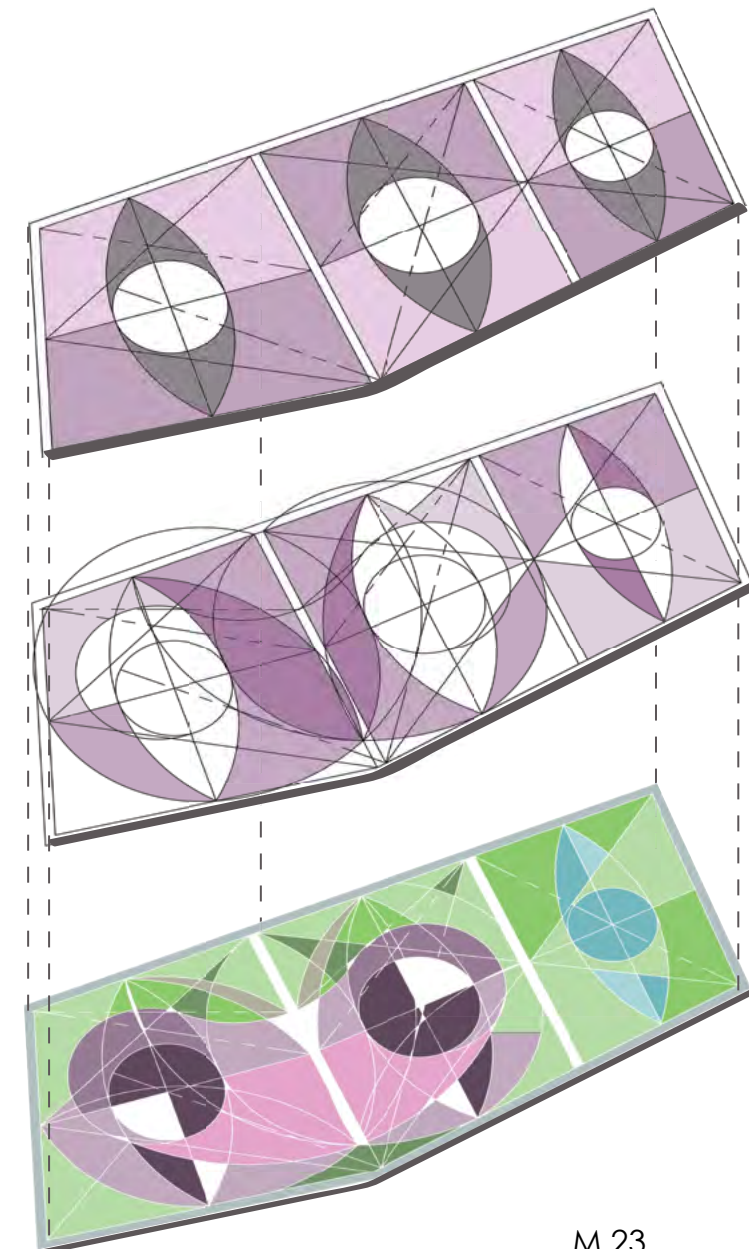
ESTRUCTURA DE CAMPO

DESCOMPOSICIÓN GEOMETRICA

EJES PRIMARIOS DEL LOTE

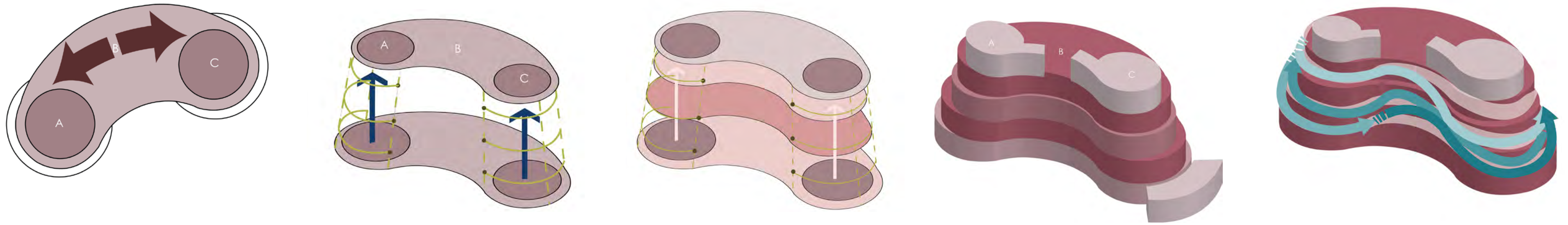


M.22

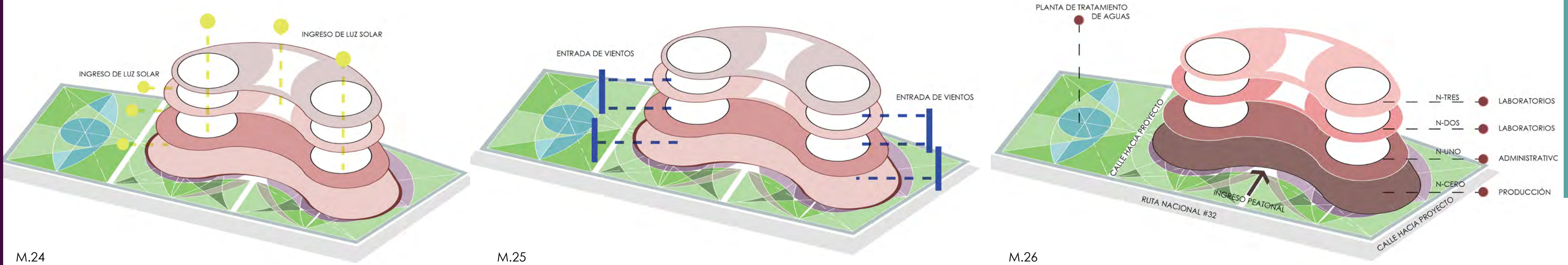


M.23

1.2 COMPOSICIÓN CONCEPTUAL



1.3 FUNCIONAMIENTO CONCEPTUAL



M.24

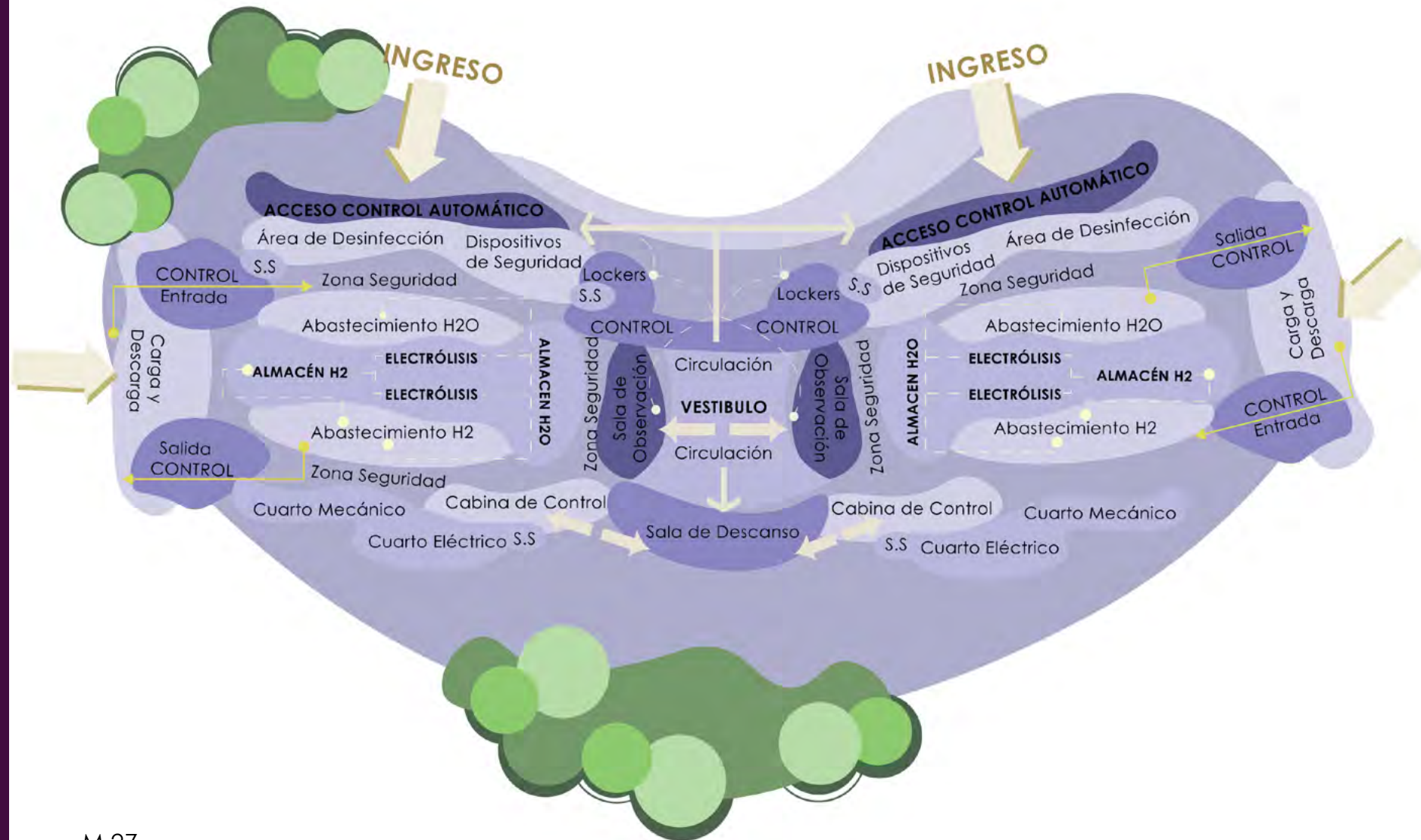
M.25

M.26

2. PROGRAMA ARQUITECTÓNICO

DELIMITACIÓN DE LAS ZONAS

NIVEL CERO - PLANTA DE PRODUCCIÓN



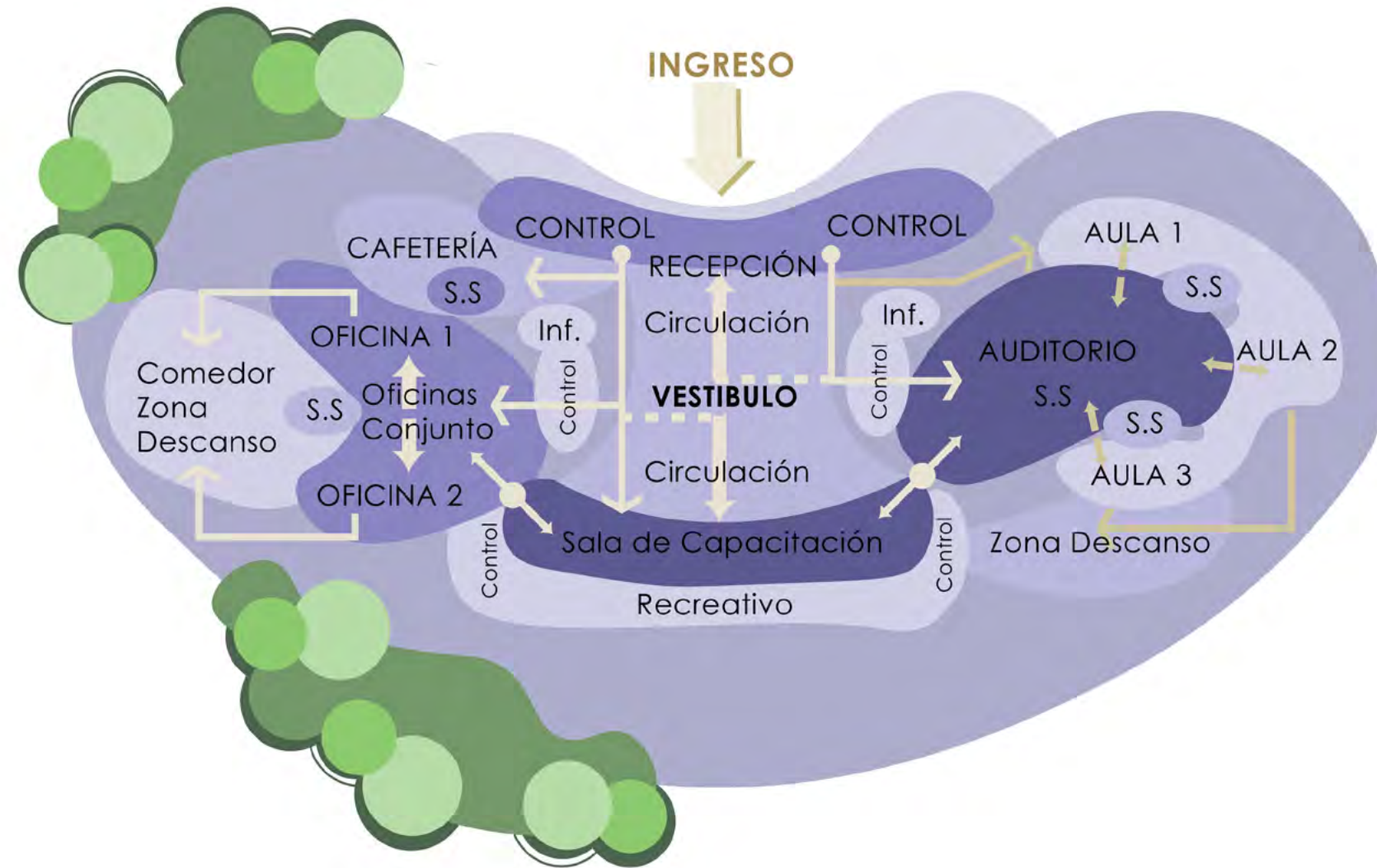
NIVEL CERO - PLANTA DE PRODUCCIÓN

ÁREA #1 - Subterráneo - Planta Producción							
ZONA	ESPACIO	USUARIO	CANTIDAD DE USUARIOS	REQUERIMIENTO ESPACIAL	CANTIDAD	ÁREA	ÁREA TOTAL
Almacenamiento de Agua	Tanques de Agua 500L	Técnico	1	Iluminación	4	20m ²	80
	Zonas de Seguridad		1	Demarcación de Seguridad	8	6m ²	48
	Ingreso y Salida de Tanques		2	Ventilación Artificial	2	15m ²	30
	Cuarto Mecánico		1	Aislante Acústico	2	4m ²	8
	Circulación		2	Aislante Químico	2	20m ²	40
Sistema de Electrólisis	Planta Industrial	Ingeniero	2	Iluminación	8	25m ²	200
	Controles Táctiles		2	Demarcación de Seguridad	8	8m ²	64
	Zonas de Seguridad			Ventilación Artificial	8	6m ²	48
	Circulación			Aislante Acústico	2	20m ²	40
Almacenamiento	Tanques de Hidrógeno 300L	Técnico	2	Aislante Térmico	8	25m ²	200
	Ingreso y Salida de Tanques		2		4	15m ²	60
	Zona de Carga y Descarga		4		2	150m ²	300
	Circulación				2	20m ²	40
Salas de Control y Monitoreo	Sala de observación	Ingenieros - Visitantes	5	Cristalería de Seguridad	4	75m ²	300
	Cabina de Control		2	Aislamiento Acústico	4	30m ²	120
	Cuarto Eléctrico		1	Aislamiento Térmico	2	10m ²	20
	Cuarto de Pruebas		2	Aislamiento Acústico	2	15m ²	30
General	Servicios Sanitarios	Ingenieros - Visitantes	10	División por Sexo	4	35m ²	140
	Áreas de desinfección		4		8	2m ²	16
	Sala de Reunión		15	Aislamiento Acústico	2	130m ²	260
	Vestibulo		30		1	300	300
	Acceso Automático		4		8	2m ²	16
					TOTAL		2360

TOTAL: 2360 m²

NIVEL UNO - ÁREA ADMINISTRATIVA - EDUCACIONAL

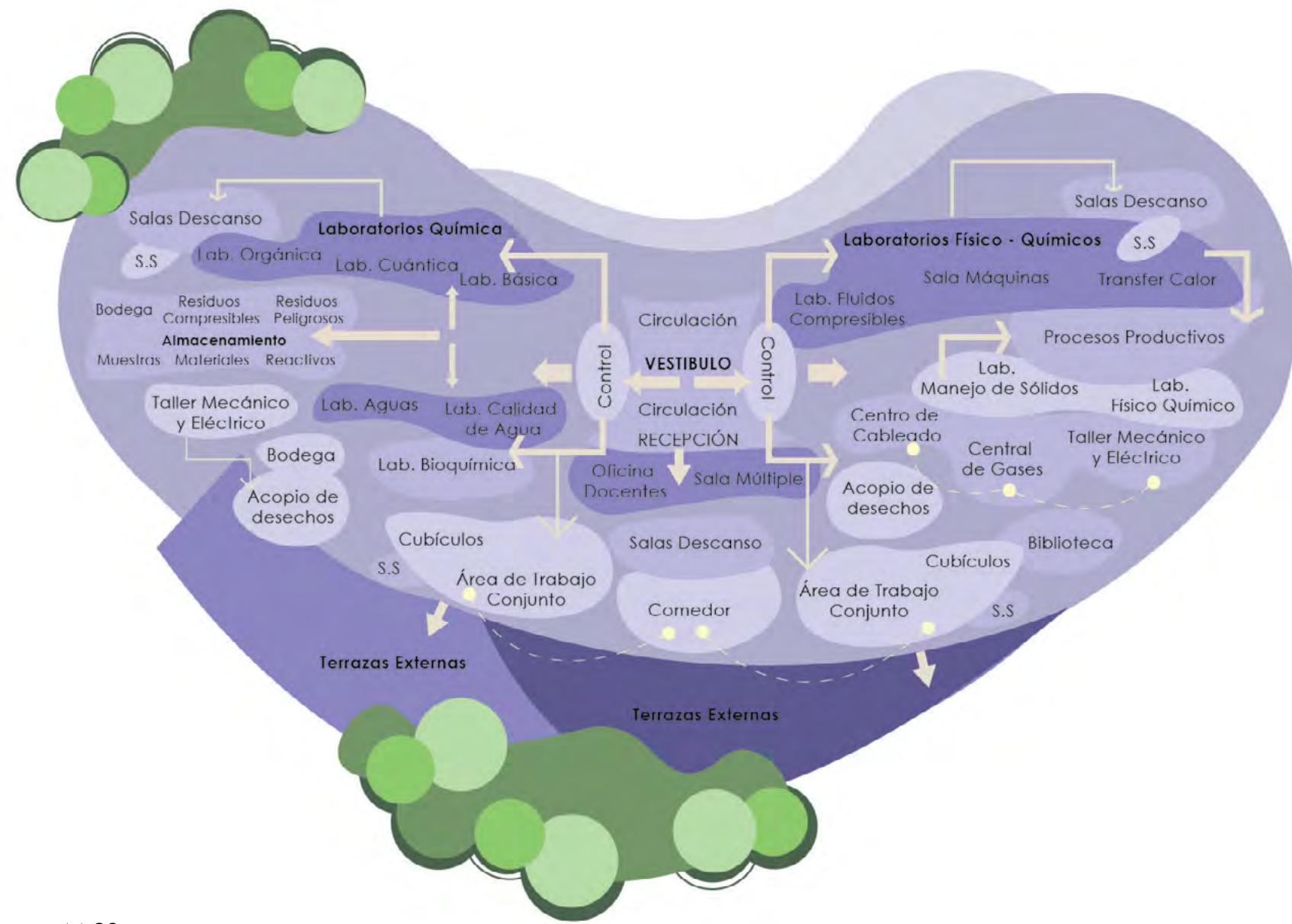
NIVEL UNO - ÁREA ADMINISTRATIVA



Área #2 - Nivel Cero - Administrativo							
ZONA	ESPACIO	USUARIO	CANTIDAD DE USUARIOS	REQUERIMIENTO ESPACIAL	CANTIDAD	ÁREA	ÁREA TOTAL
Administrativo	Recepción	Empleados - Visitantes		Escritorio Recepción	1	8	8
	Filtro de Seguridad y Desinfección	Empleados - Visitantes	Itinerante	Revisión de Seguridad y Salubridad	4	2	8
	Vestibulo	Empleados - Visitantes	30	Apertura, Iluminación	1	300	300
	Área de Espera	Visitantes	10	Iluminación	1	60	60
	Servicios Sanitarios	Visitantes - Empleados	10	División por Sexo	2	35	70
	Cafetería	Empleados - Visitantes	20	Mobiliario Cómodo, Espacio abierto	2	350	700
	Cuarto Eléctrico	Técnico	2	Aislamiento Térmico	1	10	10
	Oficinas	Empleados	10	Escritorios y Estantería	6	15	90
	Lockers	Visitantes	30	Mobiliario Itinerante	1	25	25
	Educativa	Sala de Capacitación	Empleados - Visitantes	30	Pupitres, Mobiliario de Proyección	2	270
Aulas		Visitantes	30	Pupitres, Mobiliario de Proyección	3	270	810
Salas de Descanso		Visitantes - Empleados	10	Mobiliario de Estancia	2	120	240
Vestibulo		Visitantes	30	Iluminación y Apertura	1	300	300
Auditorio		Visitantes	30	Salón General y Escenario - Vestidores y Sala de Control	1	395	395
Circulación					1	150	150
					TOTAL		3706

TOTAL: 3706 m²

NIVEL DOS - LABORATORIOS

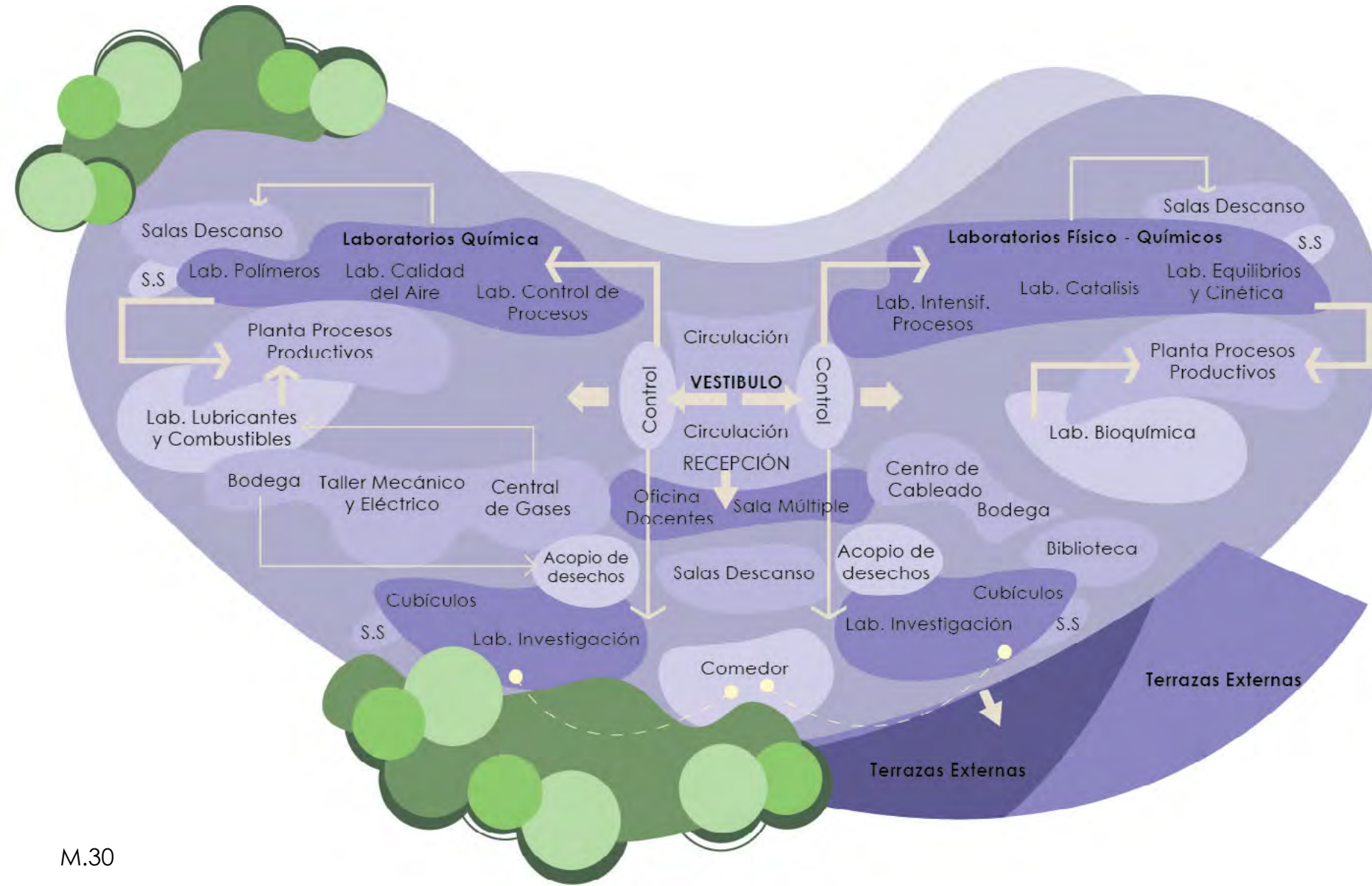


NIVEL DOS - LABORATORIOS

Área #3 - Nivel Dos - Tres - Investigación y Desarrollo							
ZONA	ESPACIO	USUARIO	CANTIDAD DE USUARIOS	REQUERIMIENTO ESPACIAL	CANTIDAD	ÁREA	ÁREA TOTAL
Laboratorio #1 Investigación	Recepción	General	Itinerante	Mobiliario Recepción	1	50	50
	Servicios Sanitarios	Colaboradores	10	División por Sexo	2	35	70
	Vestíbulo	General	30		1	300	300
	Oficina Docentes	Docentes	6	Escritorios Personales - Estantería	1	45	45
	Sala Múltiple	Estudiantes - Investigadores	15	Mobiliario Adaptable para Presentación	2	50	100
	Sala Descanso	Estudiantes - Investigadores	6	Mobiliario Cómodo Compartido	2	25	50
	Comedor	Estudiantes - Investigadores	30	Mobiliario Común	1	280	280
	Acopio de Desechos	Técnico	2	Separación de Espacios	1	75	75
	Cubículos	Estudiantes - Investigadores	15	Iluminación y Aislamiento Acústico Mobiliario	1	60	60
	Lab. Investigación	Investigadores	8	Mobiliario Conjunto	1	50	50
	Central de Gases	Técnico	2	Aislamiento Térmico	1	15	15
	Lab. Lubricantes y Combustibles	Estudiantes - Investigadores	6	Iluminación, Aislamiento	1	60	60
	Planta de Procesos Productivos	Investigadores	6	Maquinaria, Mobiliario, Iluminación	1	150	150
	Lab. Polímeros	Estudiantes - Investigadores	5	Mobiliario Técnico, Iluminación	1	75	75
	Lab. Calidad de Aire	Estudiantes - Investigadores	5	Mobiliario Técnico, Iluminación	1	75	75
	Lab. Control de Procesos	Estudiantes - Investigadores	5	Mobiliario Técnico, Iluminación	1	75	75
	Lab. Intesificación de Procesos	Estudiantes - Investigadores	5	Mobiliario Técnico, Iluminación	1	75	75
	Lab. Catálisis	Estudiantes - Investigadores	5	Mobiliario Técnico, Iluminación	1	75	75
	Lab. Equilibrios y Cinética	Estudiantes - Investigadores	5	Mobiliario Técnico, Iluminación	1	75	75
	Lab. Bio química	Estudiantes - Investigadores	5	Mobiliario Técnico, Iluminación	1	75	75
	Centro de Cableado	Técnico	1	Aislamiento Térmico	1	15	15
	Taller Mecánico y Eléctrico	Técnico	1	Aislamiento Térmico	1	15	15
	Central de Gases	Técnico	1	Aislamiento Térmico	1	20	20
	Bodega Materiales Líquidos	Estudiantes - Investigadores	2	Mobiliario Itinerante	1	15	15
	Bodega de Materiales Sólidos	Estudiantes - Investigadores	2	Mobiliario Itinerante	1	15	15

TOTAL: 1910 m²

NIVEL TRES - LABORATORIOS

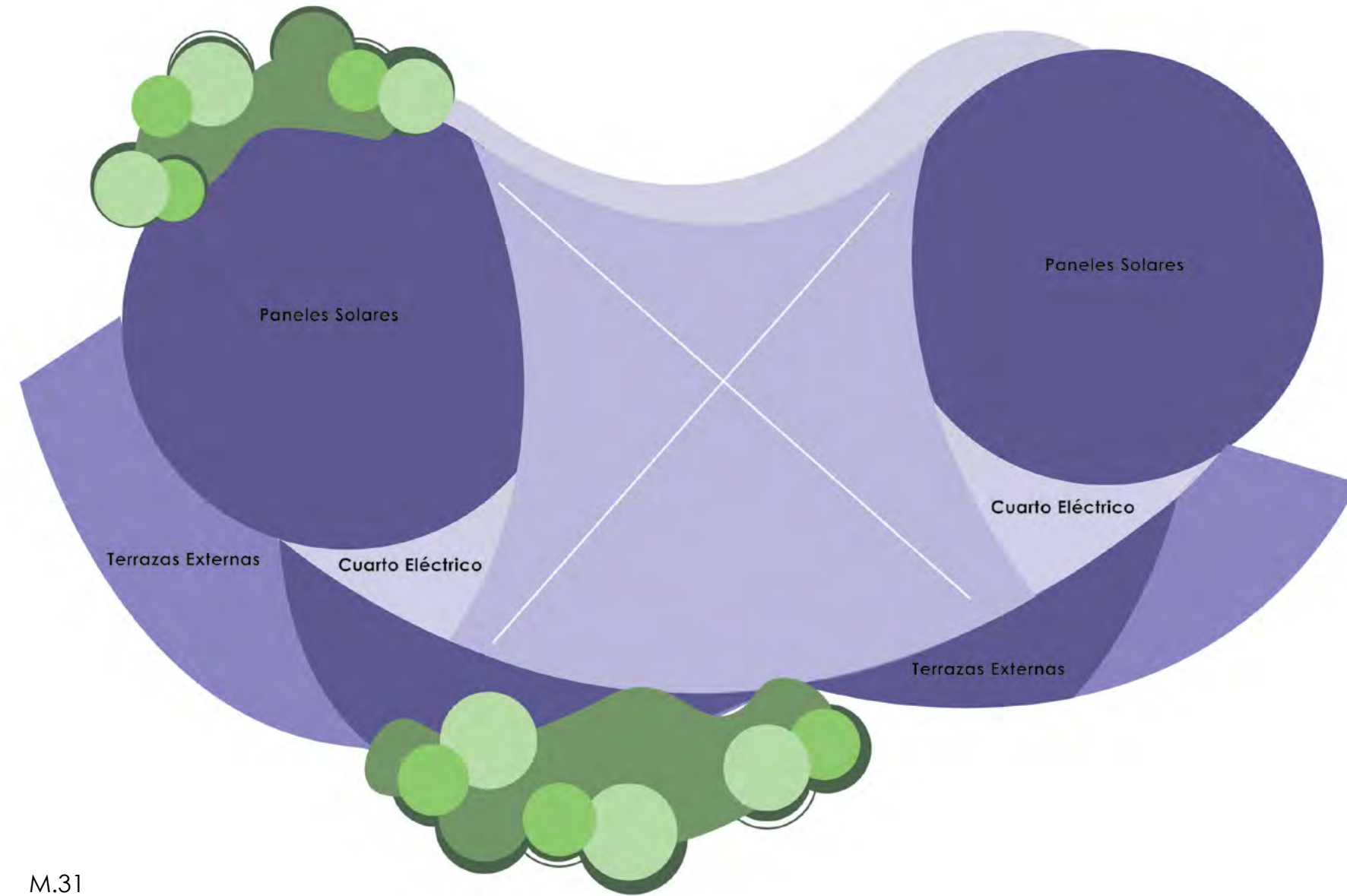


NIVEL TRES - LABORATORIOS

Recepción	General	Itinerante	Mobiliario Recepción	1	50	50
Servicios Sanitarios	Colaboradores	10	División por Sexo	2	35	70
Sala Múltiple	Estudiantes - Investigadores	15	Mobiliario Adaptable para Presentación	2	50	100
Oficinas Docentes	Docentes	6	Escritorios Personales - Estantería	1	45	45
Laboratorio Bioquímica	Estudiantes - Investigadores	5	Mobiliario Técnico, Iluminación	1	75	75
Laboratorio Calidad de Agua	Estudiantes - Investigadores	5	Mobiliario Técnico, Iluminación	1	75	75
Laboratorio de Aguas	Estudiantes - Investigadores	5	Mobiliario Técnico, Iluminación	1	75	75
Almacenamiento	Técnico	2	Mobiliario de Separación - Iluminación	1	40	40
Bodega	Estudiantes - Investigadores	2	Demarcación de Seguridad, Iluminación	1	20	20
Residuos Peligrosos	Investigadores	2	Demarcación de Seguridad, Iluminación	1	20	20
Residuos Compresibles	Investigadores	2	Demarcación de Seguridad, Iluminación	1	20	20
Muestras	Estudiantes - Investigadores	2	Demarcación de Seguridad, Iluminación	1	20	20
Materiales	Estudiantes - Investigadores	2	Demarcación de Seguridad, Iluminación	1	20	20
Reactivos	Estudiantes - Investigadores	2	Demarcación de Seguridad, Iluminación	1	20	20
Laboratorio Química Orgánica	Estudiantes - Investigadores	5	Mobiliario Técnico, Iluminación	1	40	40
Laboratorio Química Cuántica	Estudiantes - Investigadores	5	Mobiliario Técnico, Iluminación	1	40	40
Laboratorio Química Básica	Estudiantes - Investigadores	5	Mobiliario Técnico, Iluminación	1	40	40
Sala Descanso	General	6	Aislamiento Acústico	1	30	30
Taller Mecánico y Eléctrico	Técnico	1	Aislamiento Térmico	1	15	15
Bodega	General	1	División de Desechos	1	20	20
Laboratorio Físico Químico	Estudiantes - Investigadores	5	Mobiliario Técnico, Iluminación	1	75	75
Sala de Máquinas	Estudiantes - Investigadores	5	Maquinaria, Mobiliario, Iluminación	1	95	95
Transferencia de Calor	Estudiantes - Investigadores	2	Material Esterilización	1	20	20
Procesos Productivos	Estudiantes - Investigadores	6	Maquinaria, Mobiliario, Iluminación	1	150	150
Comedor	Estudiantes - Investigadores	30	Iluminación, Mobiliario Común	1	280	280
Acopio de Desechos	Técnico	2	Aislamiento Térmico	1	75	75
Cubículos	Estudiantes - Investigadores	15	Mobiliario e Iluminación	1	60	60
Central de Gases	Técnico	1	Aislamiento e Iluminación	1	15	15
Centro de Cableado	Técnico	1	Aislamiento e Iluminación	1	15	15
Área de Trabajo Conjunto	Estudiantes - Investigadores	15	Mobiliario Itinerante	1	75	75
Espacios de Descanso	Estudiantes - Investigadores	10	Iluminación mobiliario	1	50	50
				TOTAL		3655

TOTAL: 1745 m²

NIVEL CUATRO - EXTERIOR



M.31

NIVEL CUATRO - EXTERIOR

Área #4 - RECREATIVO - Exterior							
ZONA	ESPACIO	USUARIO	CANTIDAD DE USUARIOS	REQUERIMIENTO ESPACIAL	CANTIDAD	ÁREA	ÁREA TOTAL
Recreativo	Parque recreativo multi funcional				1	1500	1500
	Zonas de Ejercicio				1	500	500
Energía	Planta de Tratamiento de Aguas				1	1500	1500
	Almacen de Energía Solar				1	600	600
	Paneles Fotovoltáicos				1	1200	1200
Parqueos	Parqueos				1	1700	1700
	Zonas de Carga y Descarga				3	1100	3300
	Circulación Total del Proyecto				1	6000	6000
	Zonas de Control y Monitoreo				1	200	200
						TOTAL	16500

TOTAL: 16500 M²

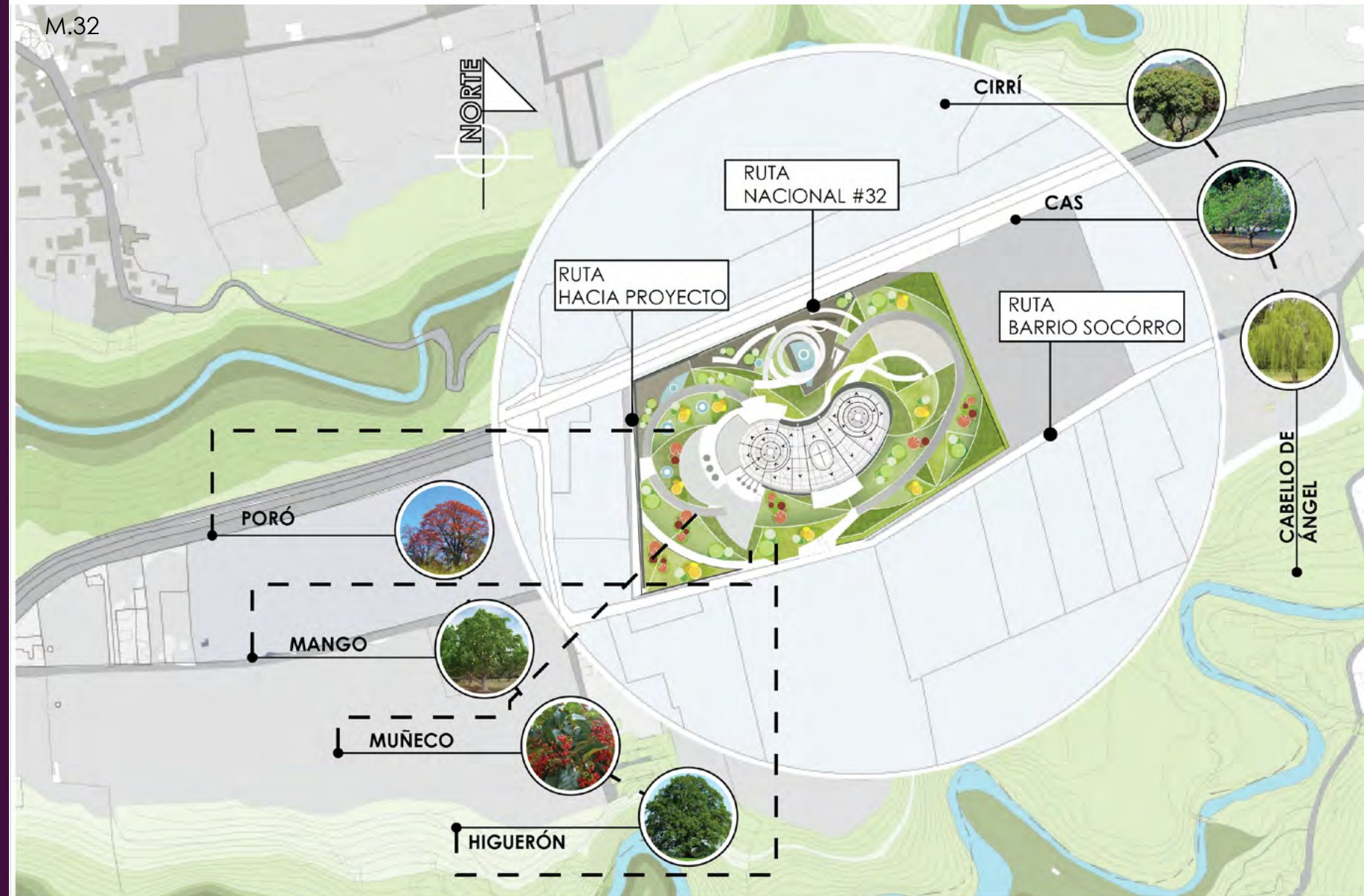
TOTAL DEL PROYECTO: 37 325 M²

PRESUPUESTO

PRESUPUESTO					
	Tipología	Metros Cuadrados	Costo en Colones	Costo en Dólares	Total Dólares
Nivel Cero	Edificio Educativo Tipo EA03	5508	₡ 540 000.00	\$ 898.50	\$ 4 948 951.75
Nivel Uno	Oficinas Tipo EO01	4594	₡ 350 000.00	\$ 582.36	\$ 2 675 374.38
Nivel Dos	Edificio Educativo Tipo EA03	4350	₡ 540 000.00	\$ 898.50	\$ 3 908 485.86
Nivel Tres	Edificio Educativo Tipo EA03	4175	₡ 540 000.00	\$ 898.50	\$ 3 751 247.92
Patios de Maniobras		3502	₡ 200 000.00	\$ 332.78	\$ 1 165 391.01
Calles		5337	₡ 200 000.00	\$ 332.78	\$ 1 776 039.93
Plazas		2931	₡ 175 000.00	\$ 291.18	\$ 853 452.58
Parqueos		665	₡ 200 000.00	\$ 332.78	\$ 221 297.84
Zonas Verdes		6263	₡ 105 000.00	\$ 174.71	\$ 1 094 201.33
Total de Área Construida		37325		\$ -	\$ -
Lote		58250	₡ 16 000.00	\$ 26.62	\$ 1 550 748.75
					\$ 21 945 191.35

3. PROPUESTA ARQUITECTÓNICA

3.1. UBICACIÓN GENERAL - PROPUESTA ARBORIZACIÓN

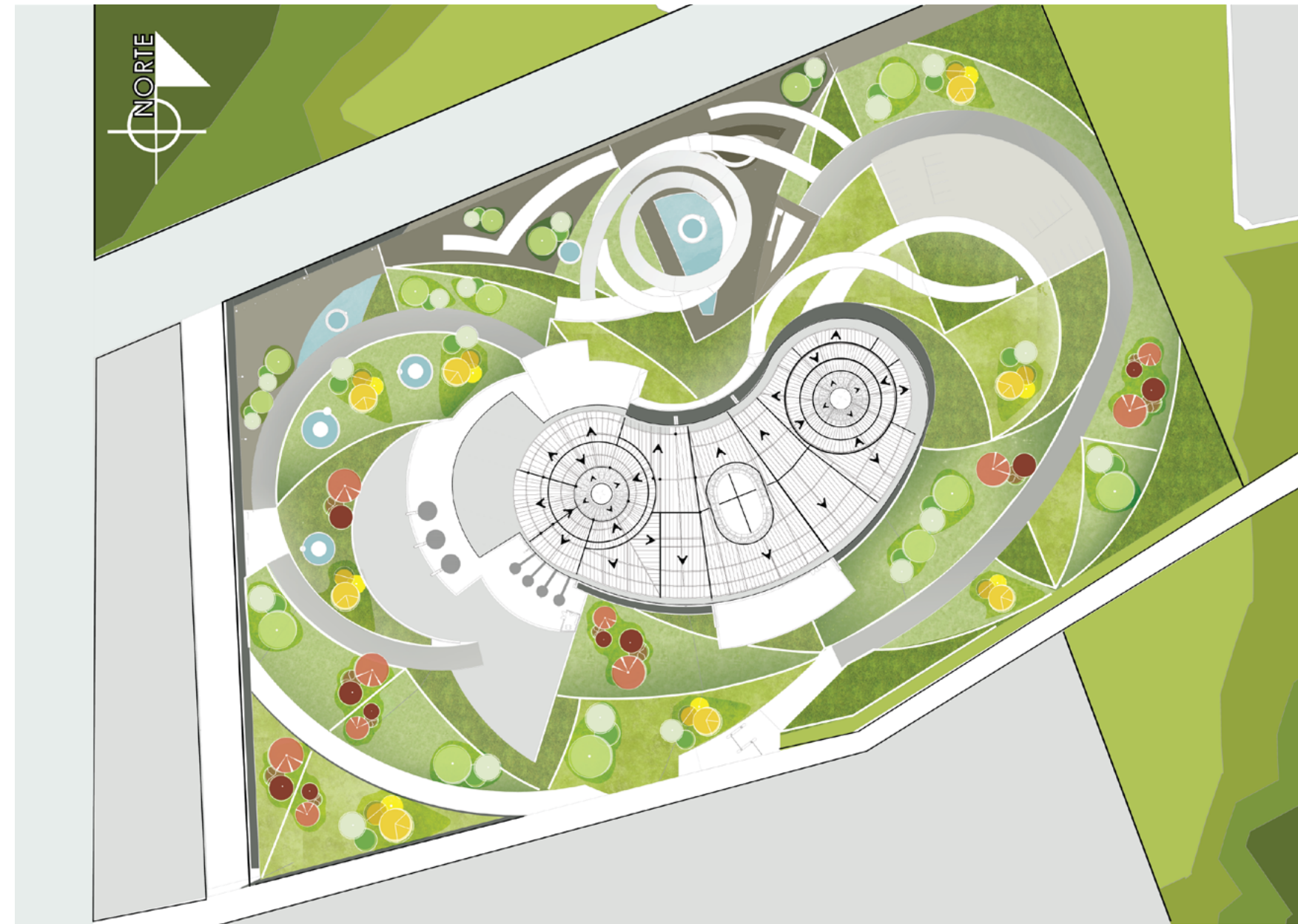


3.2. FUNCIONAMIENTO EXTERNO



3.3. PLAN MAESTRO

M.34



4. FUNCIONAMIENTO GENERAL

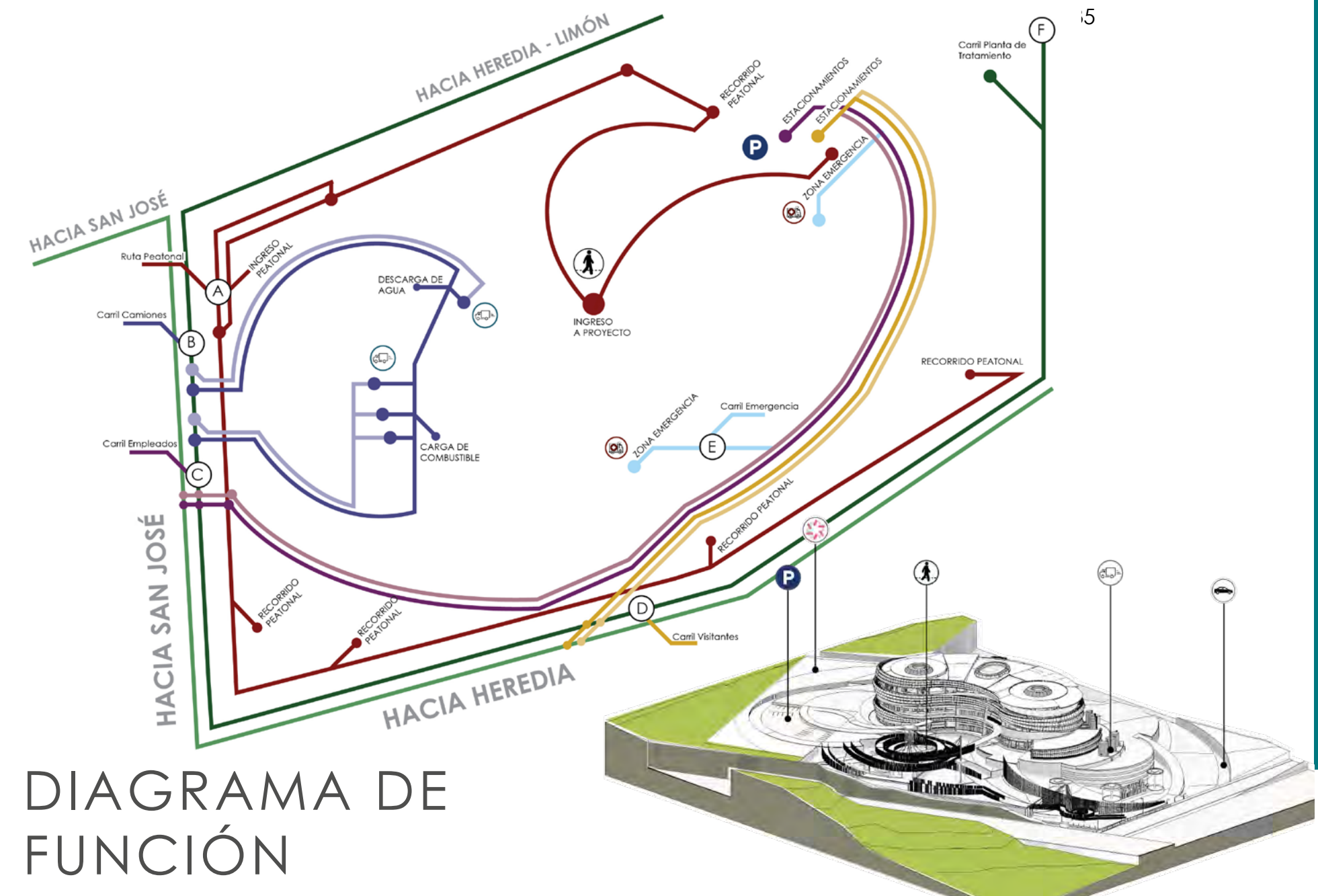
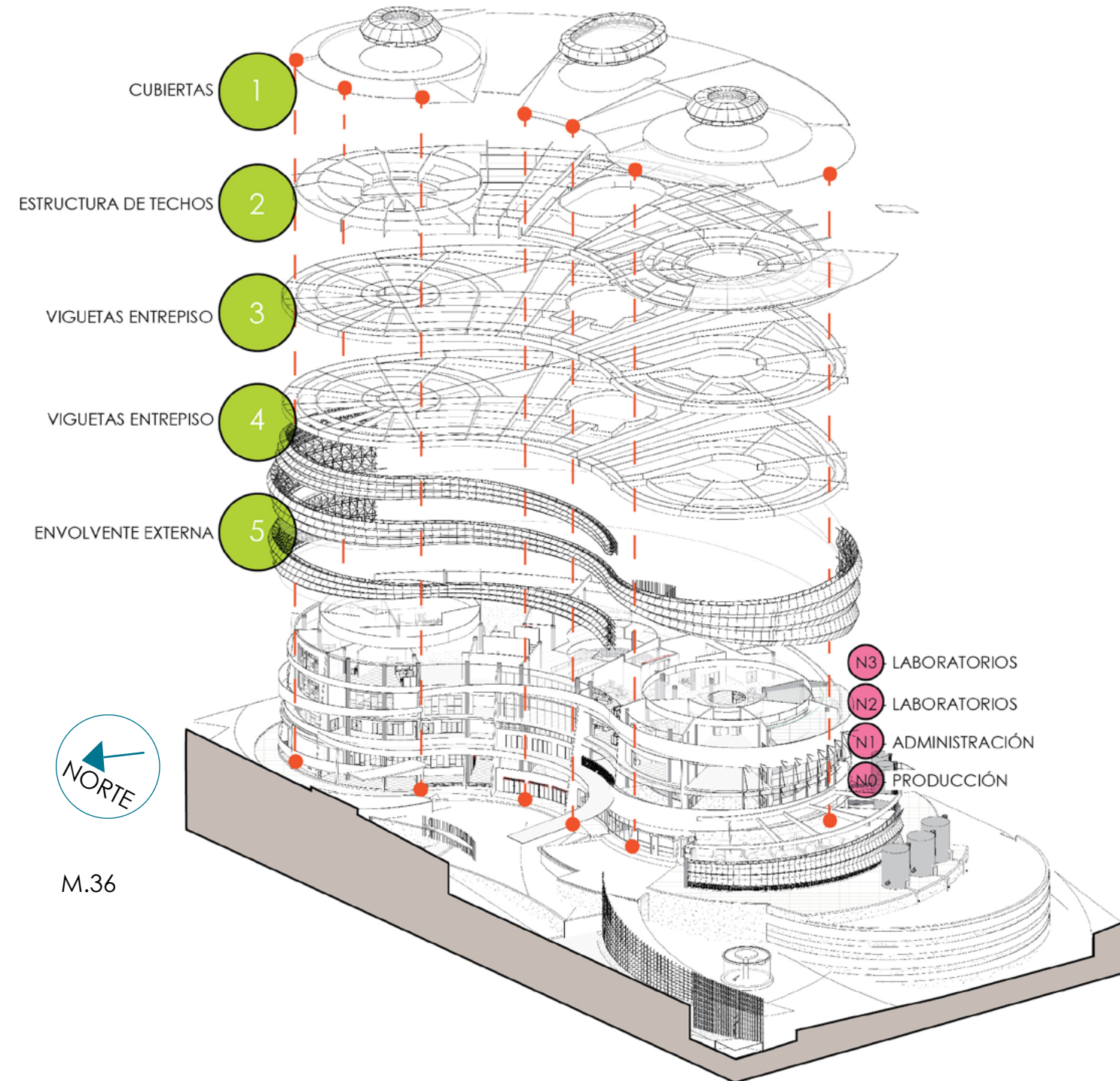
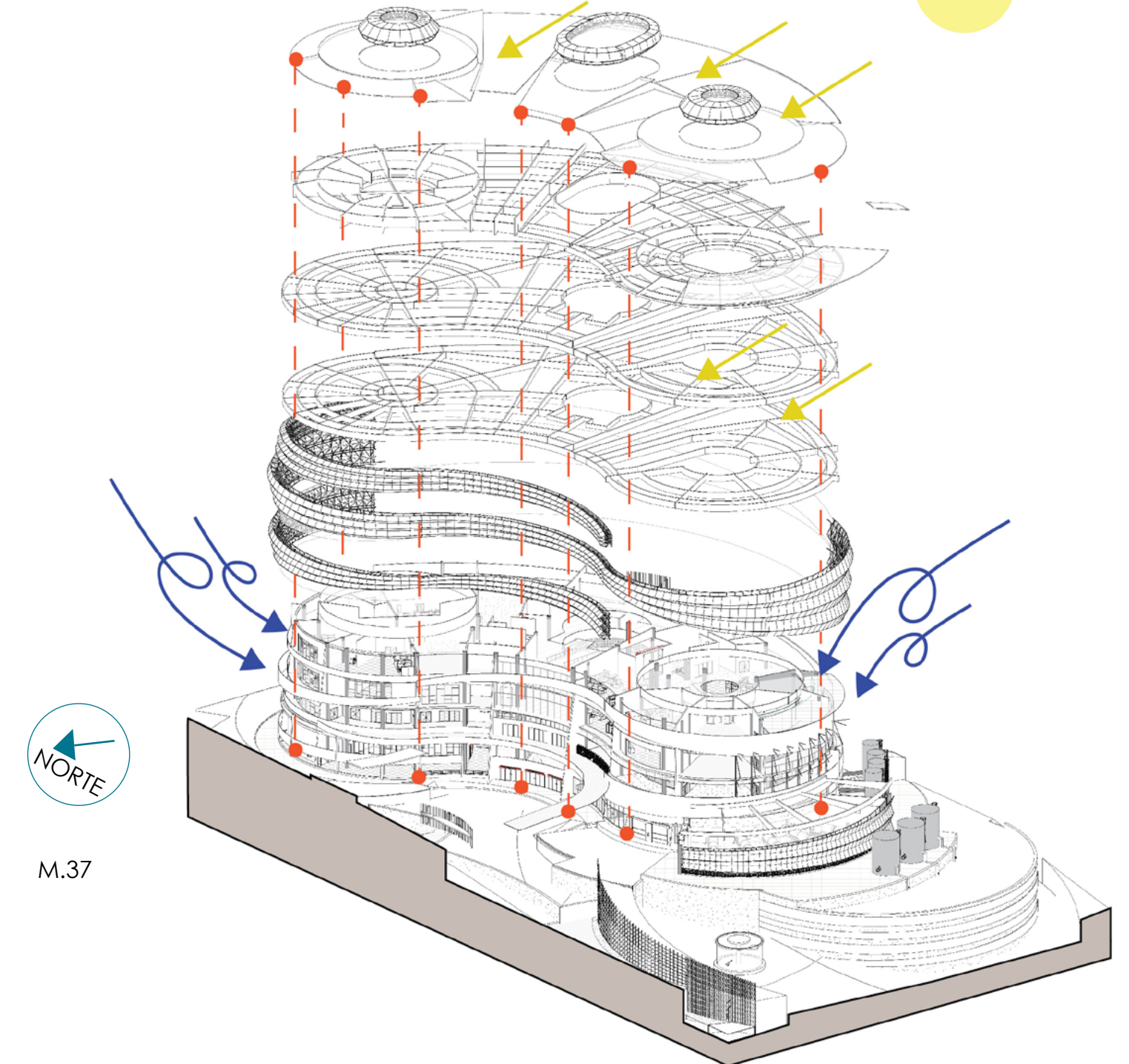


DIAGRAMA DE FUNCIÓN

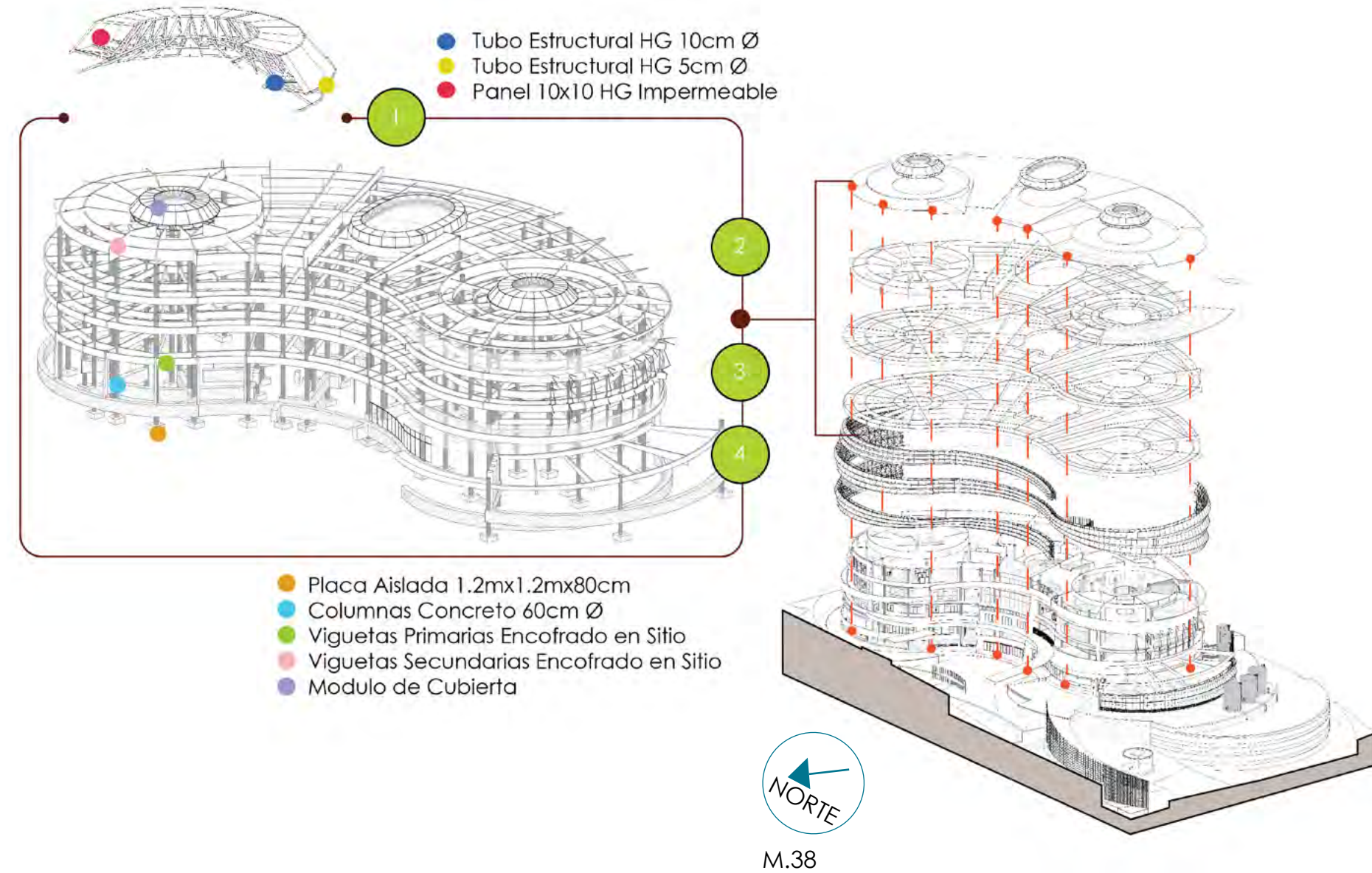
4. FUNCIONAMIENTO GENERAL



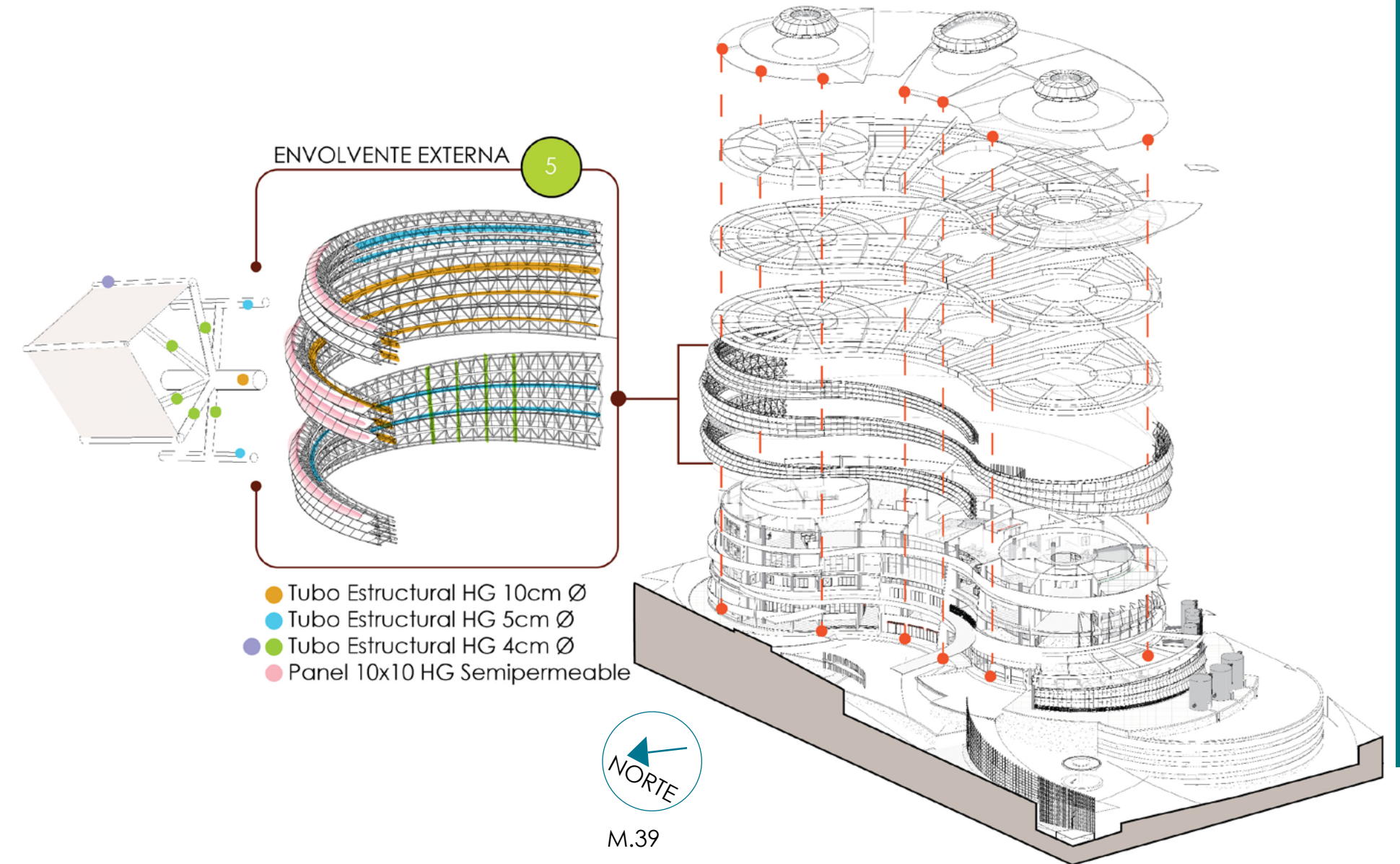
4. FUNCIONAMIENTO GENERAL



4. FUNCIONAMIENTO GENERAL



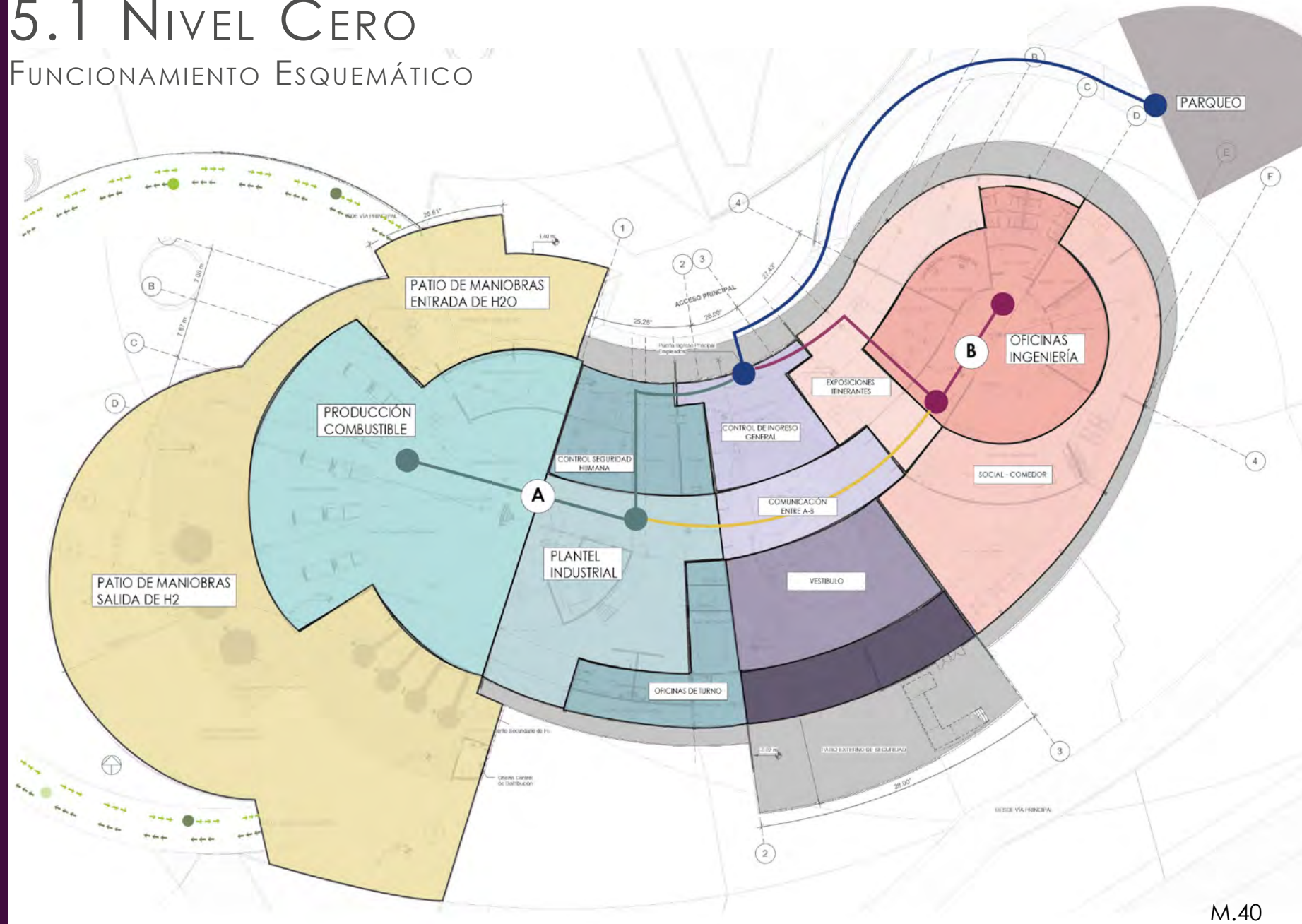
4. FUNCIONAMIENTO GENERAL



5. PLANTAS ARQUITECTÓNICAS

5.1 NIVEL CERO

FUNCIONAMIENTO ESQUEMÁTICO



M.40

PLANTA ARQUITECTÓNICA NIVEL CERO

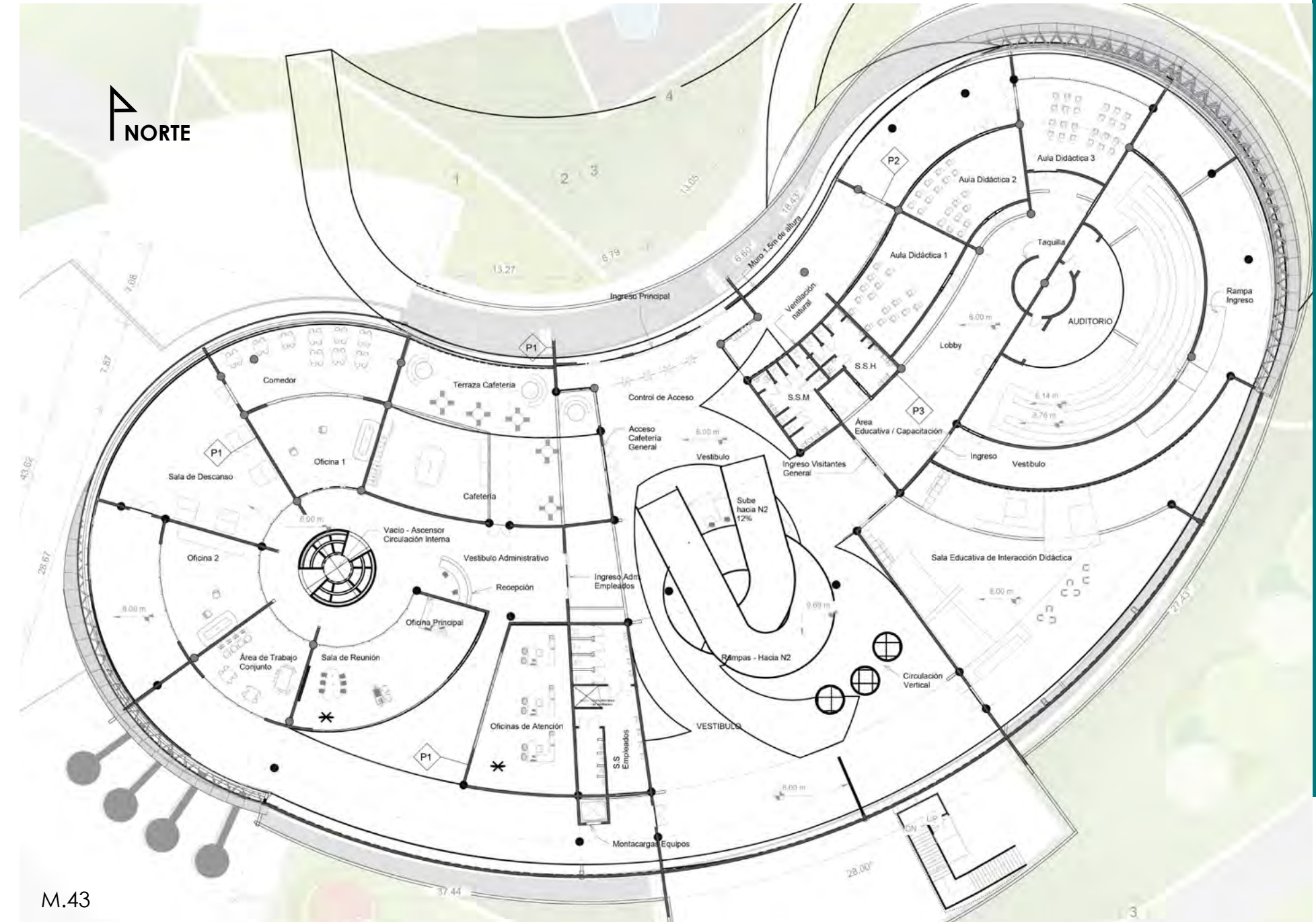
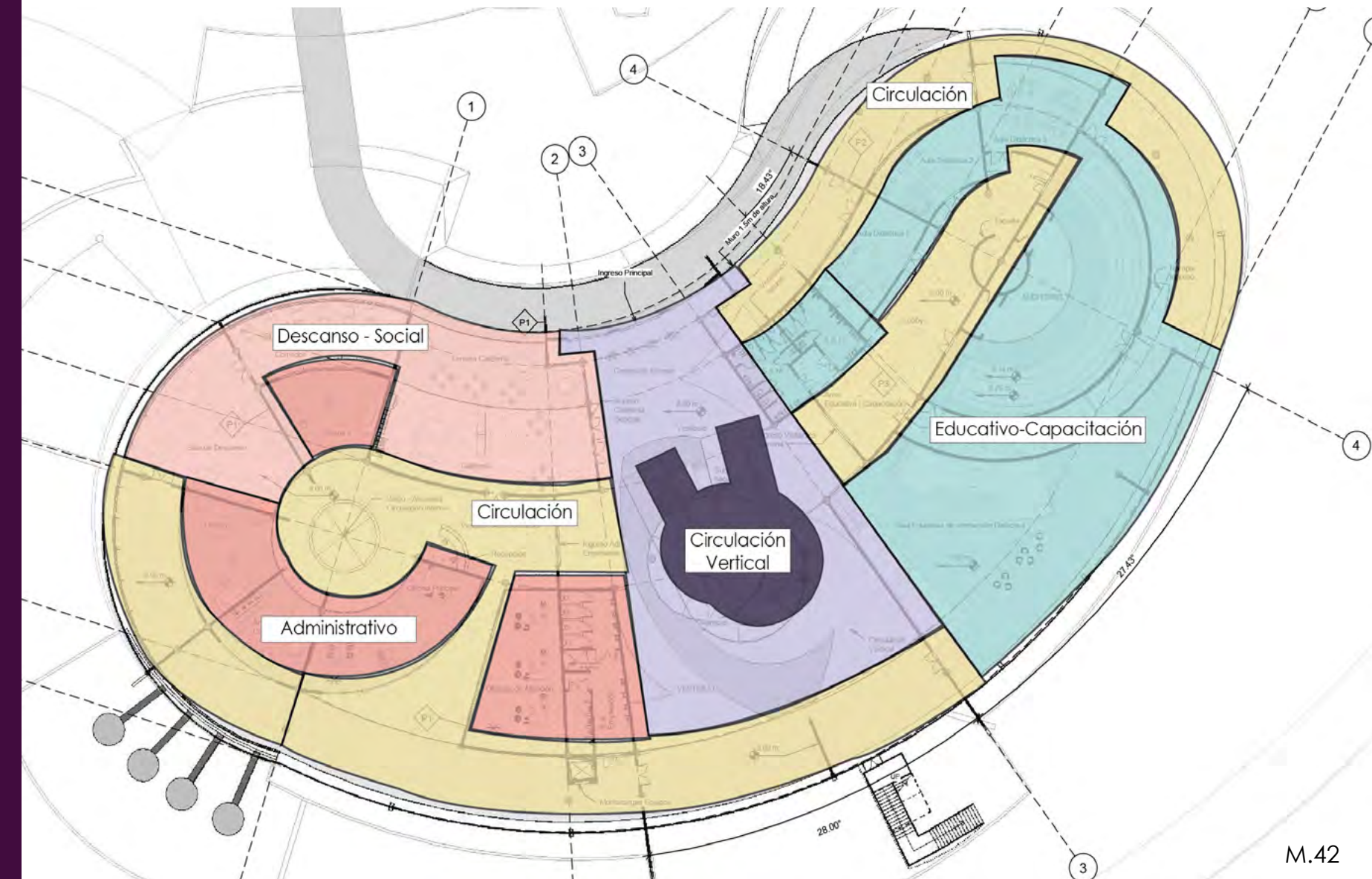


M.41

5. PLANTAS ARQUITECTÓNICAS

5.1 NIVEL UNO

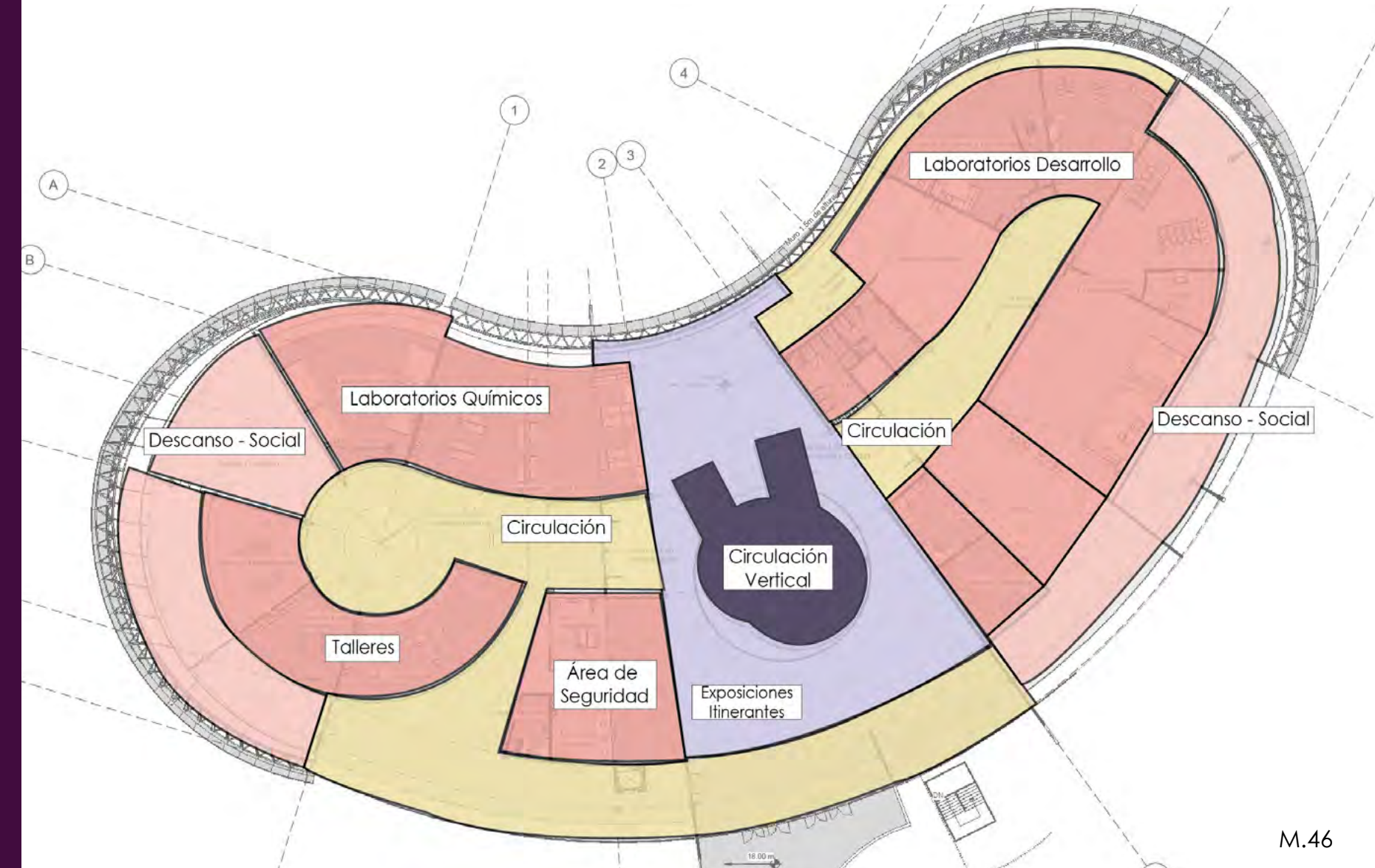
FUNCIONAMIENTO ESQUEMÁTICO



5. PLANTAS ARQUITECTÓNICAS

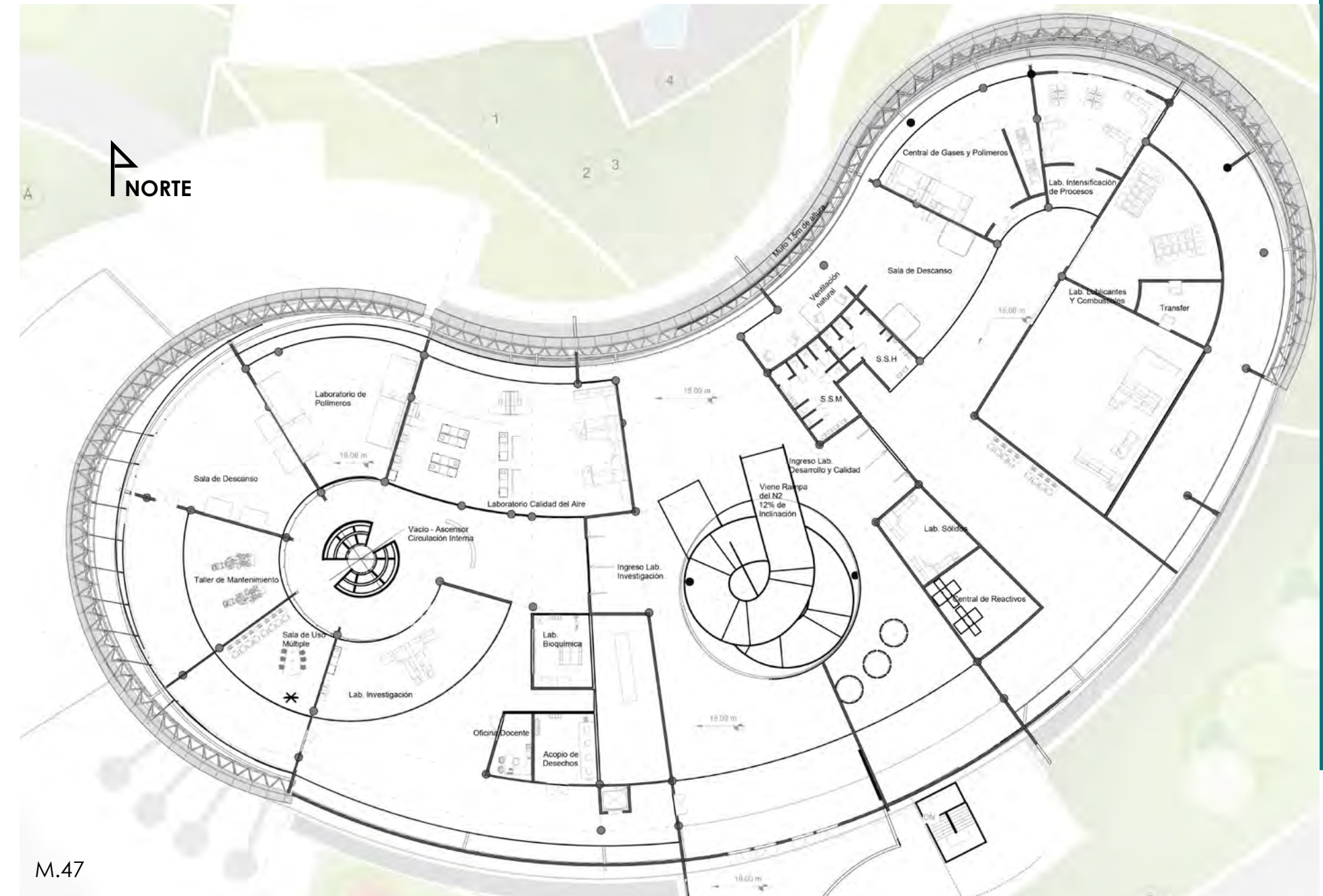
5.1 NIVEL TRES

FUNCIONAMIENTO ESQUEMÁTICO



M.46

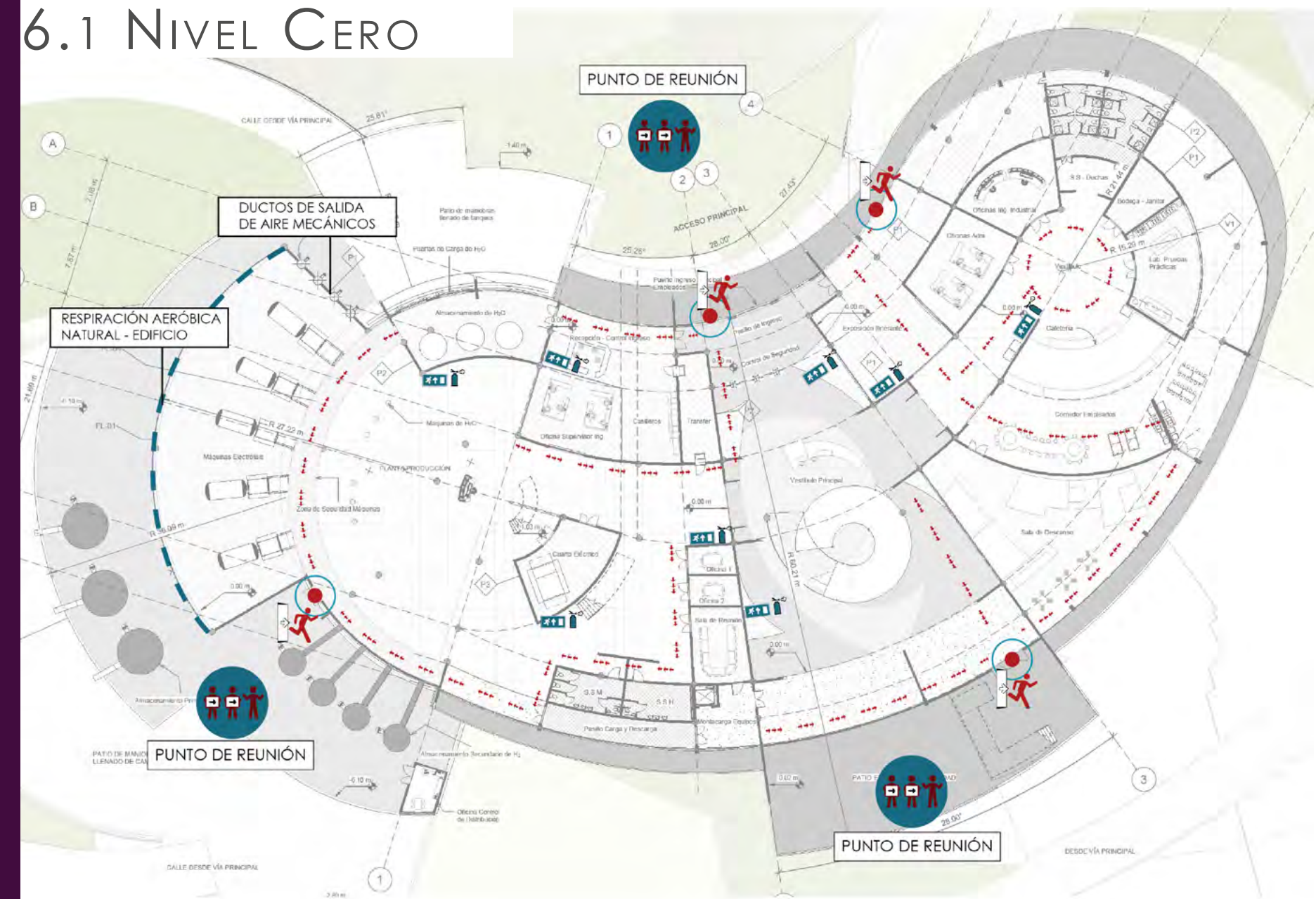
FUNCIONAMIENTO ARQUITECTÓNICO



M.47

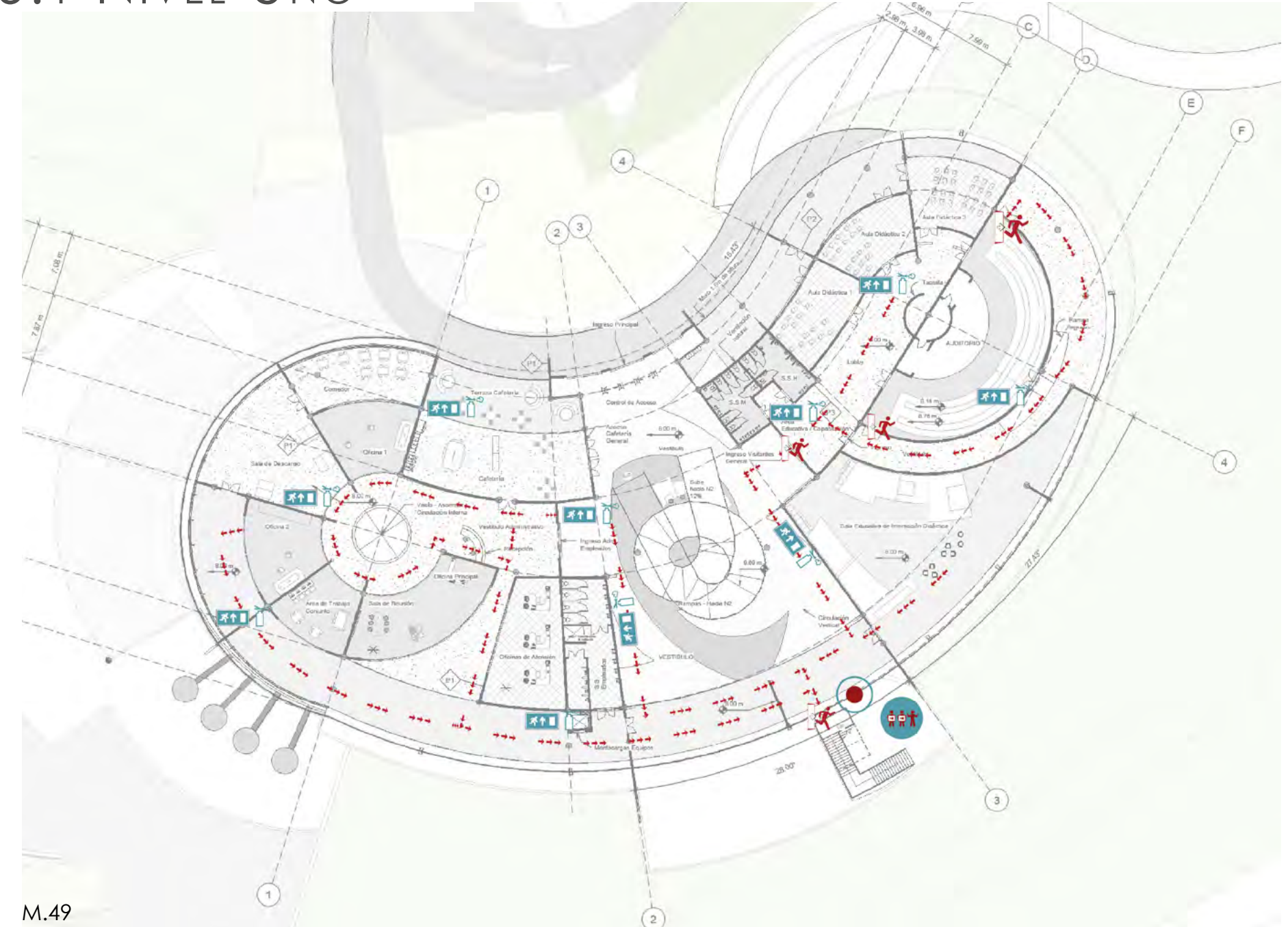
6. PLANTAS EVACUACIÓN EMERGENCIA

6.1 NIVEL CERO



M.48

6.1 NIVEL UNO



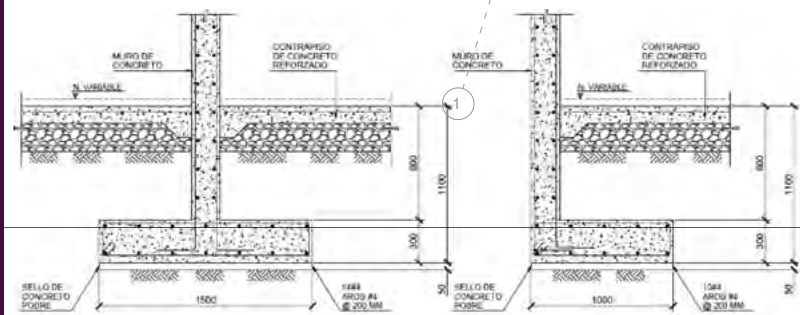
M.49

7. PLANTAS ESTRUCTURALES

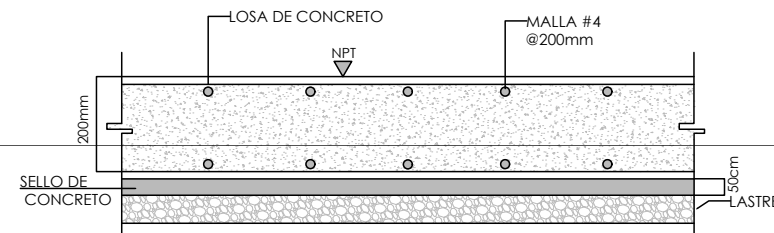
7.1 PLANTA DE FUNDACIONES



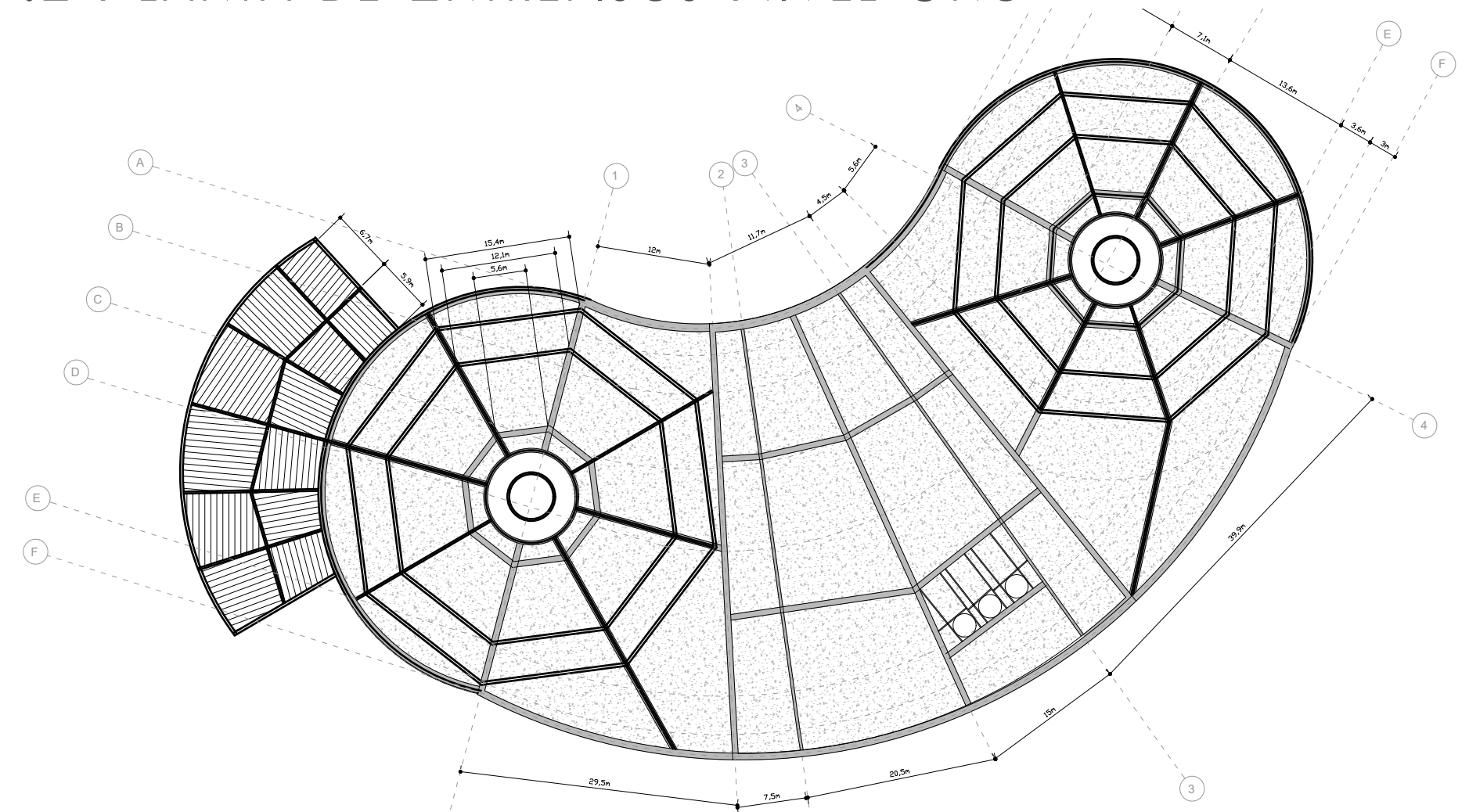
DETALLE DE FUNDACIONES



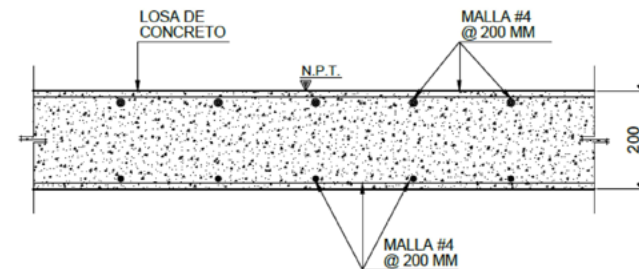
DETALLE DE LOSA DE FUNDACIÓN



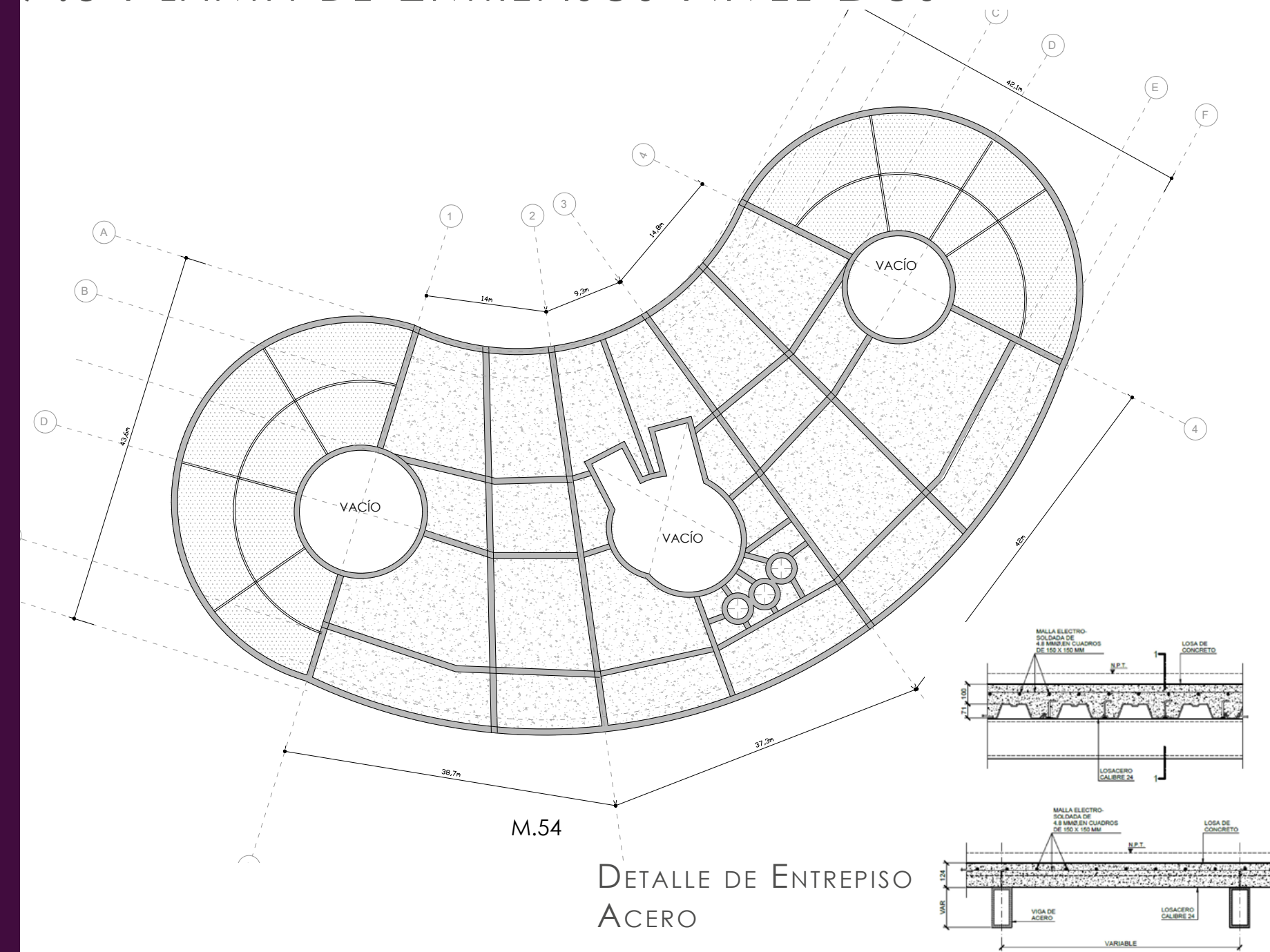
7.2 PLANTA DE ENTREPISOS NIVEL UNO



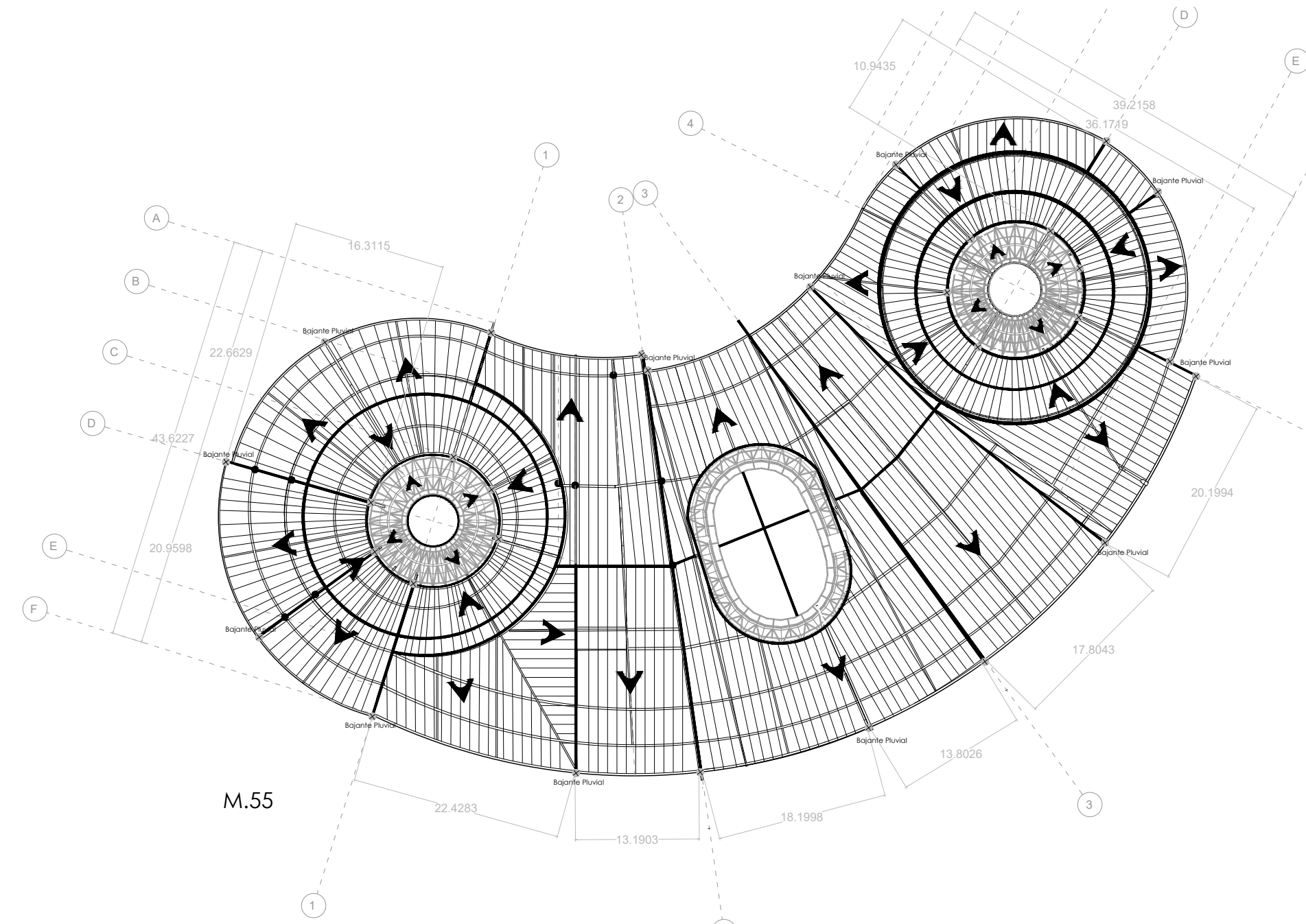
DETALLE DE LOSA DE ENTREPISO



7.3 PLANTA DE ENTREPISOS NIVEL DOS

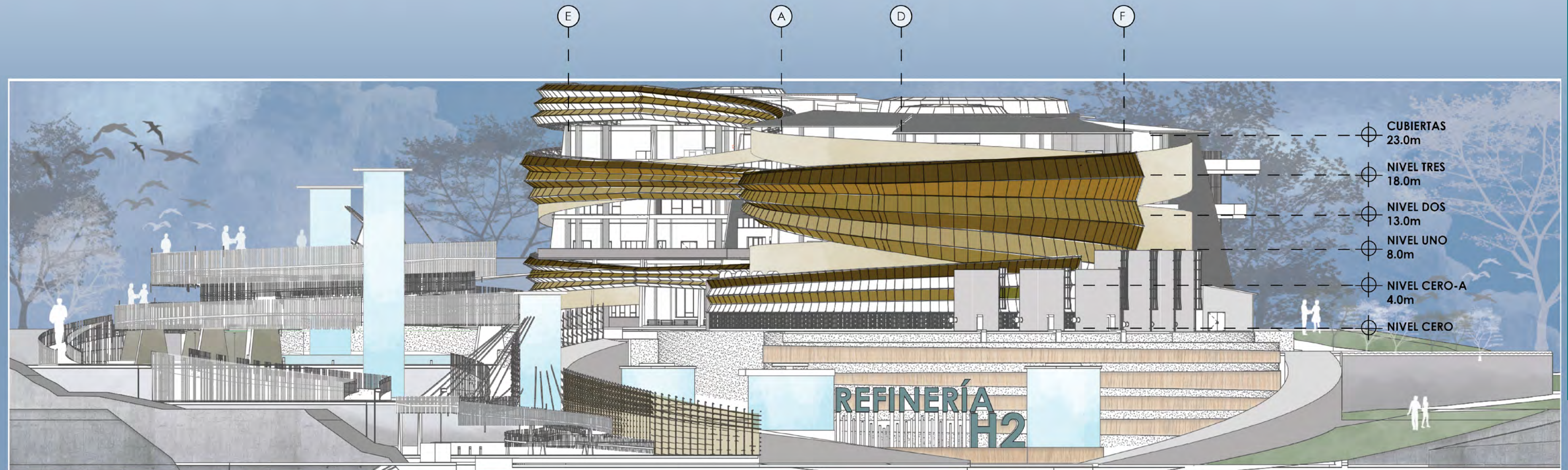


7.3 PLANTA DE CUBIERTAS



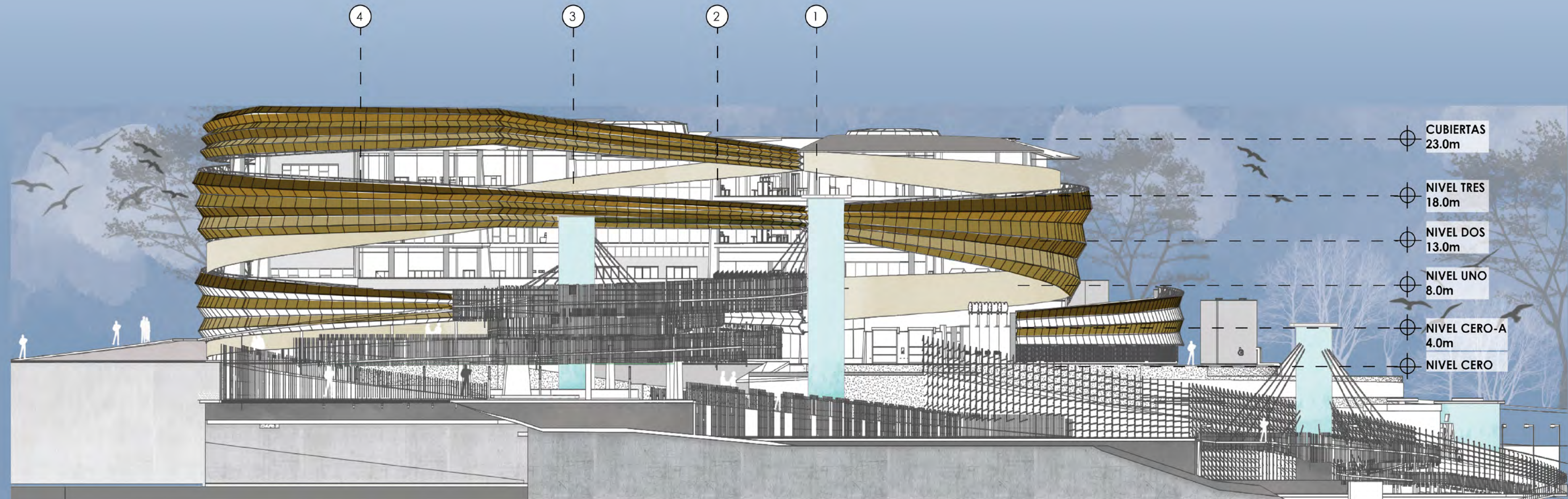
8. ELEVACIONES ARQUITECTONICAS

ELEVACIÓN OESTE



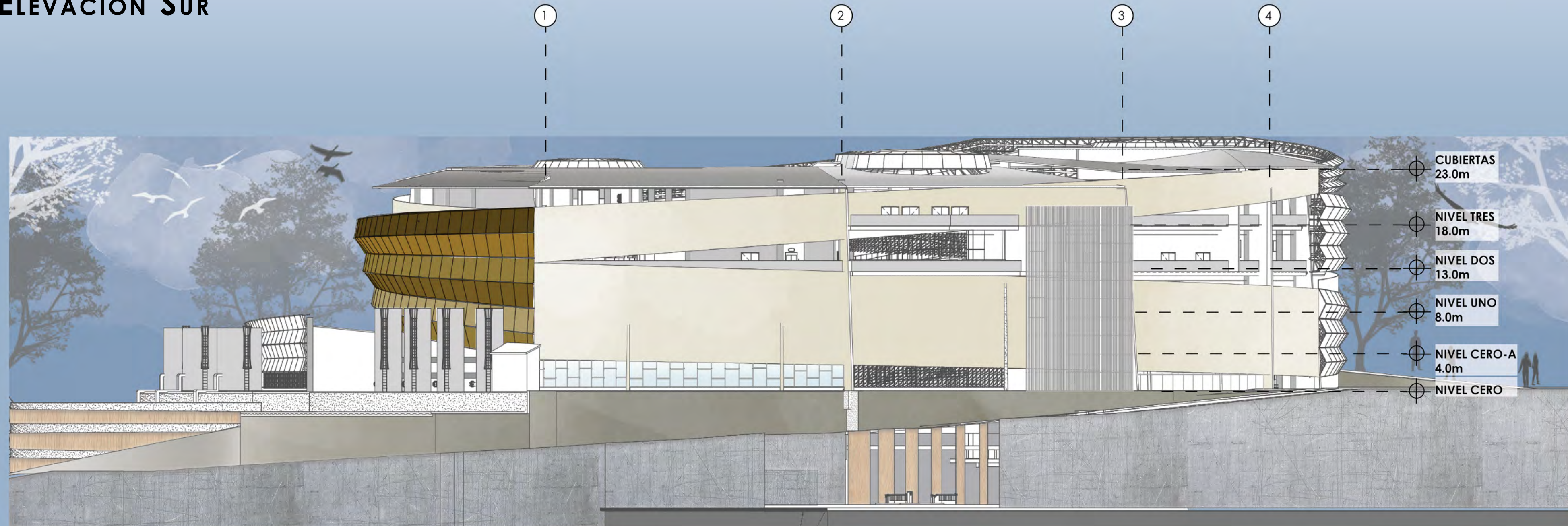
8. ELEVACIONES ARQUITECTONICAS

ELEVACIÓN NORTE



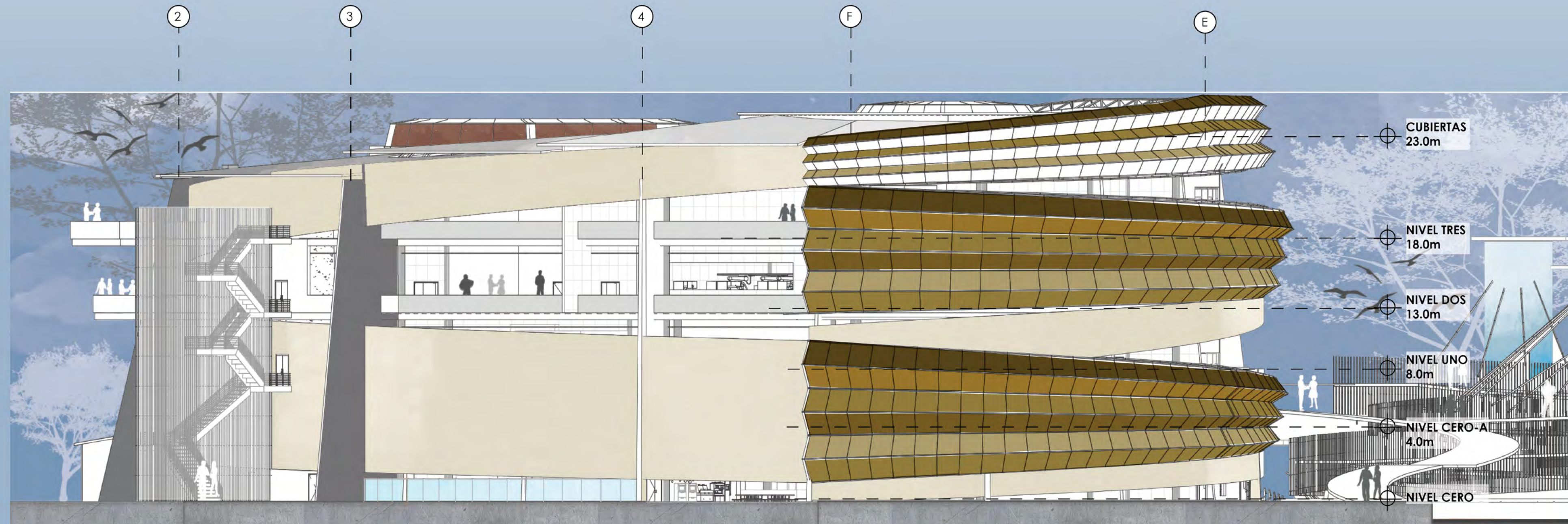
8. ELEVACIONES ARQUITECTONICAS

ELEVACIÓN SUR



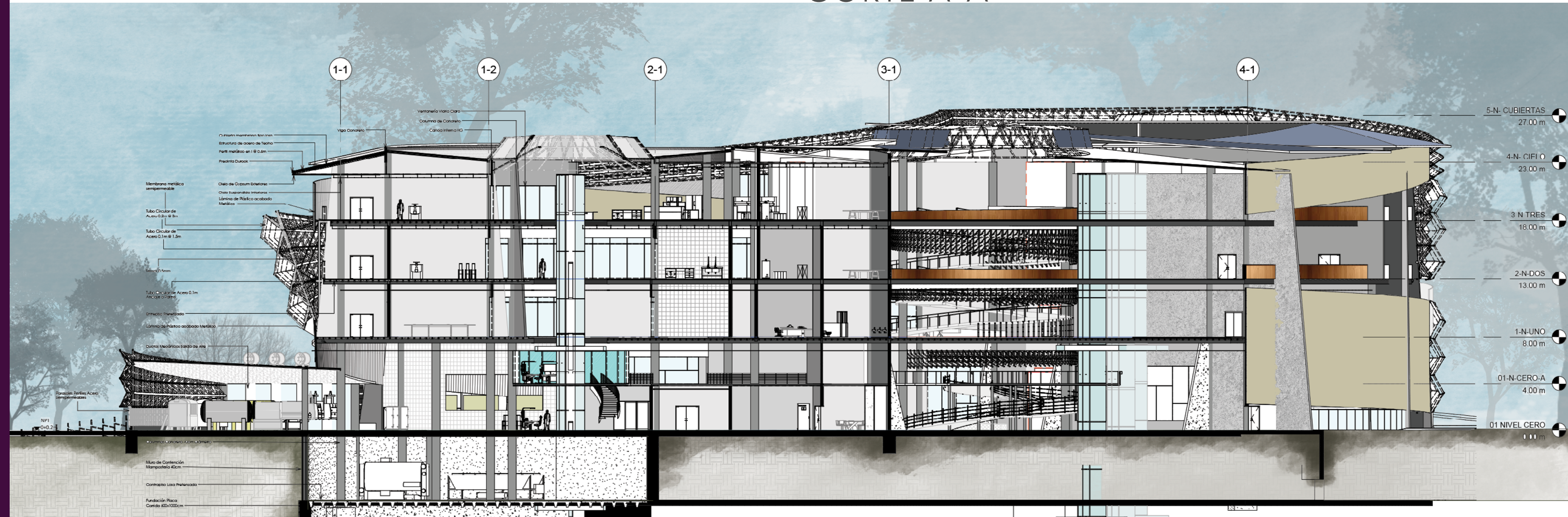
8. ELEVACIONES ARQUITECTONICAS

ELEVACIÓN ESTE



9. CORTES

CORTE A-A



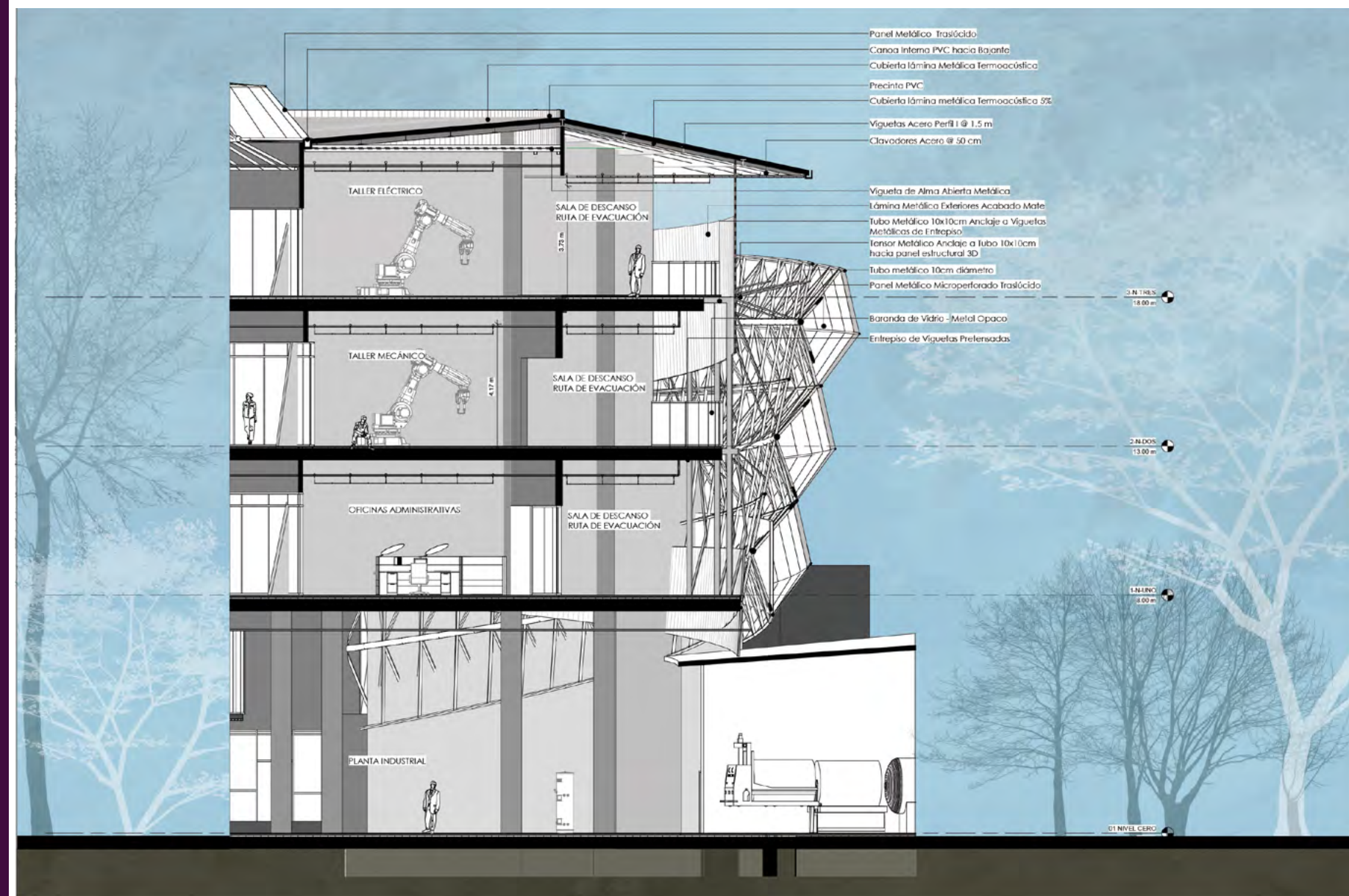
9. CORTES

CORTE B-B

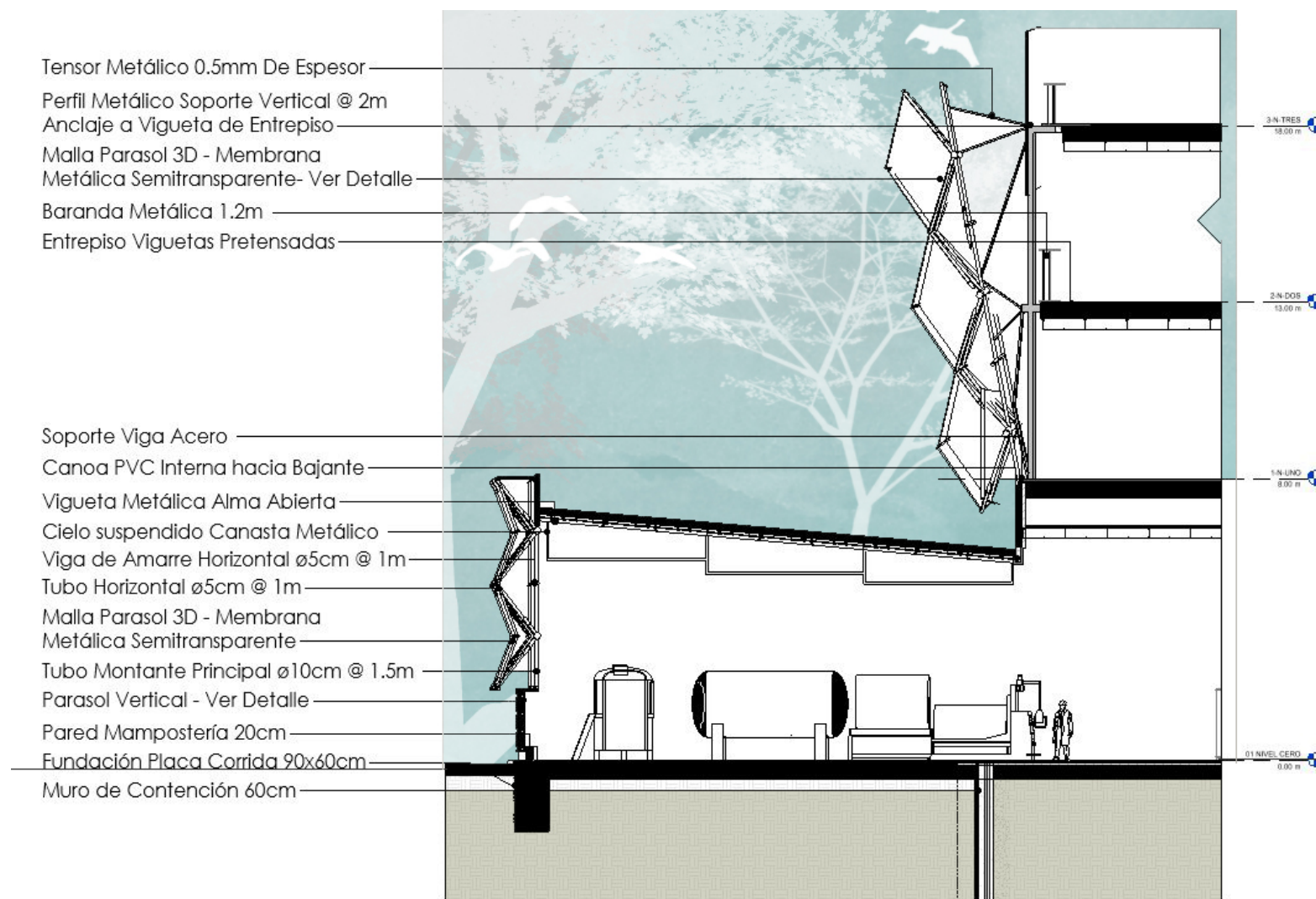


10. SECCIONES AMPLIADAS

SECCIÓN AMPLIADA 1

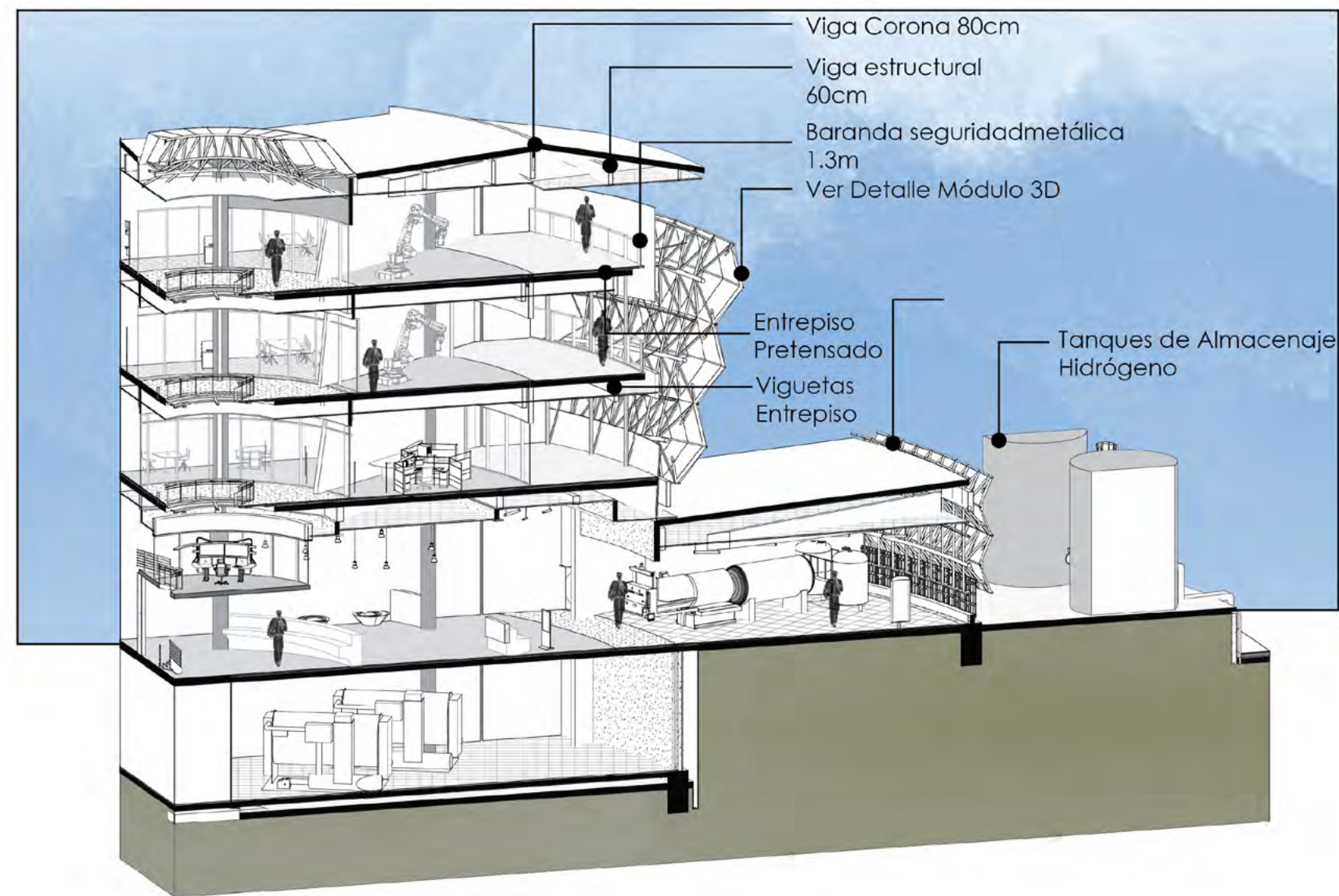


SECCIÓN AMPLIADA 2

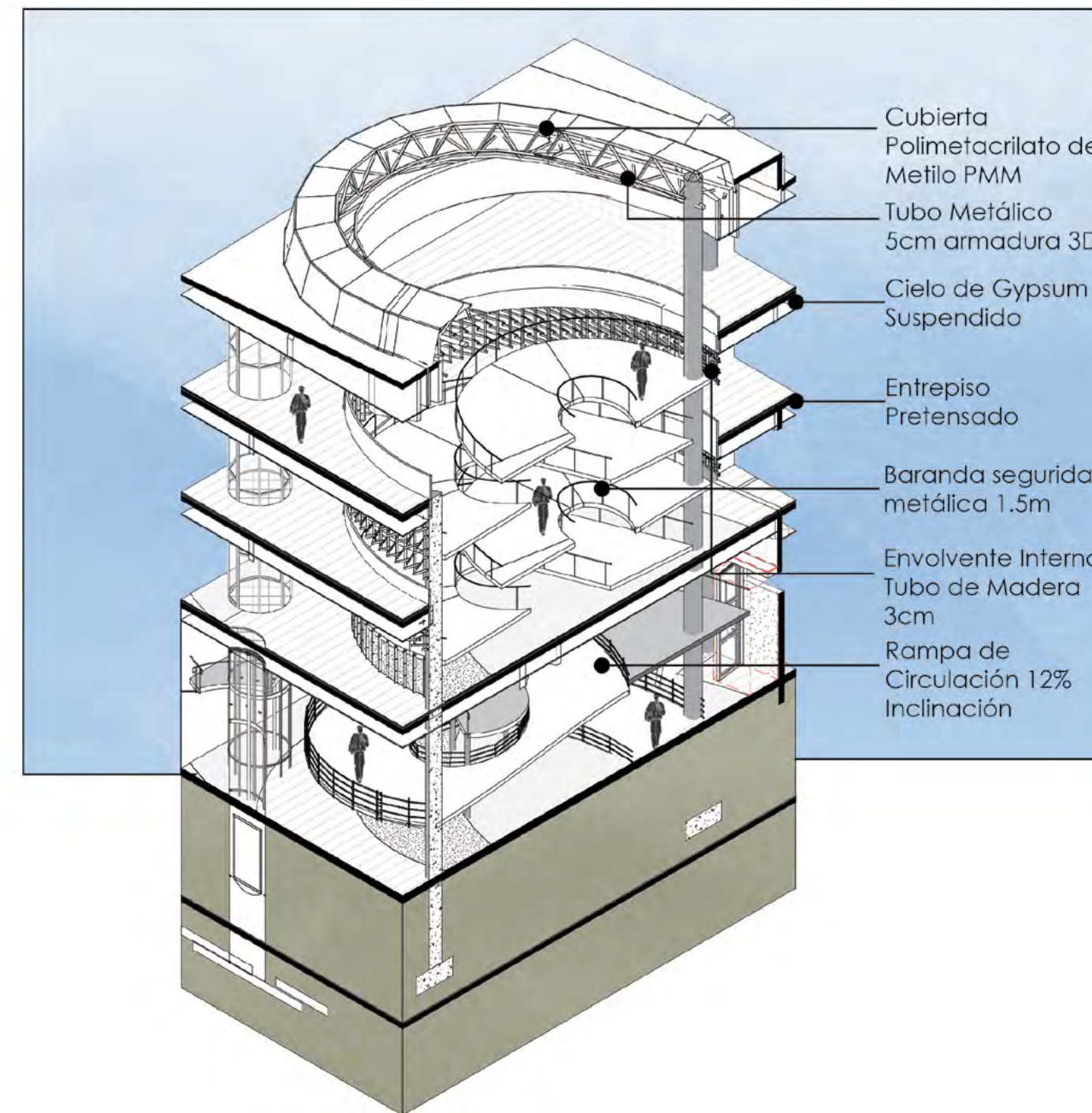


10. DETALLES

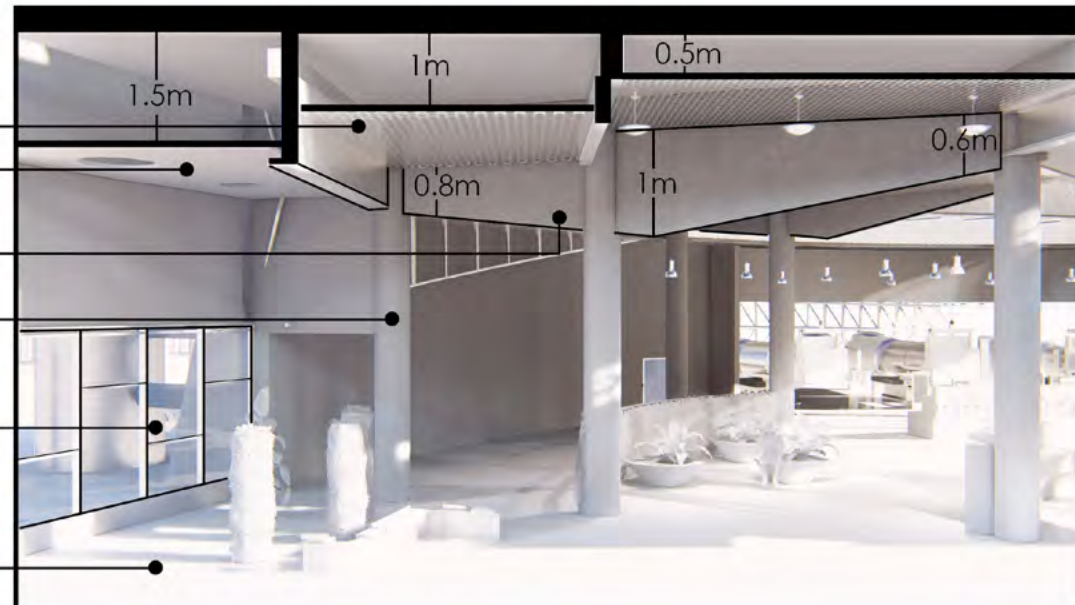
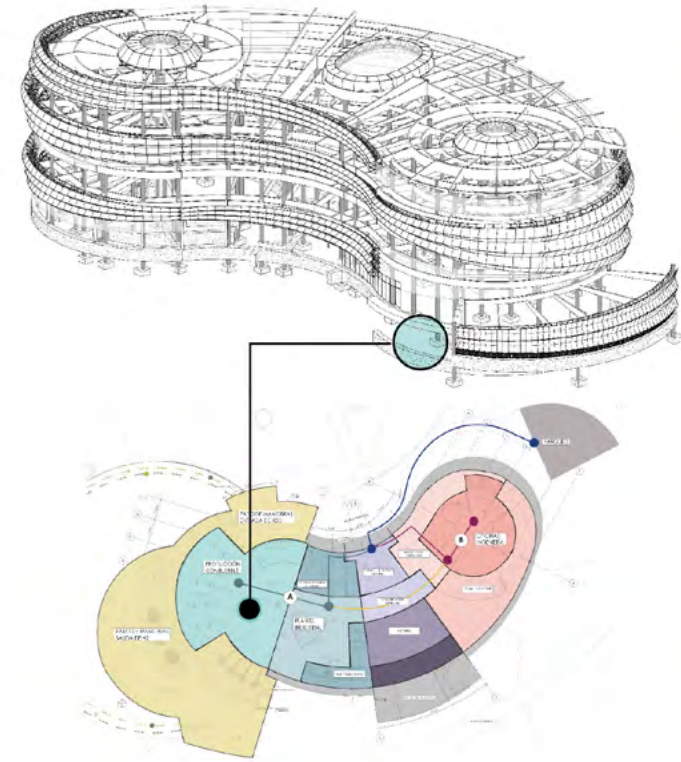
DETALLE 3D ÁREA DE PRODUCCIÓN HIDRÓGENO



DETALLE 3D NÚCLEO DE CIRCULACIÓN CENTRAL

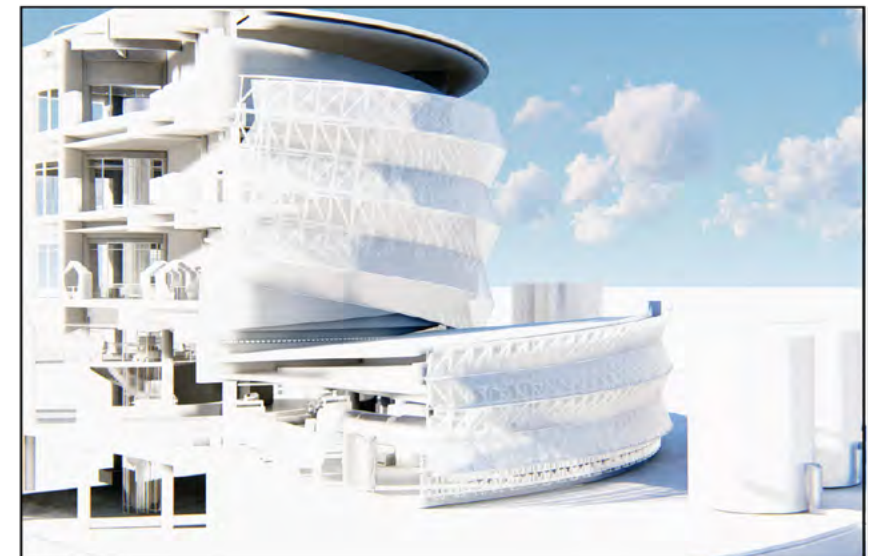
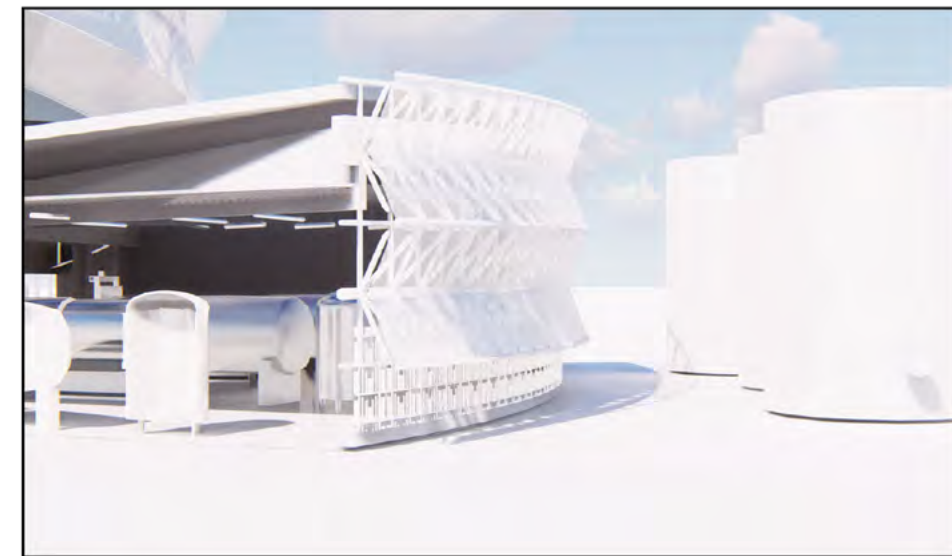
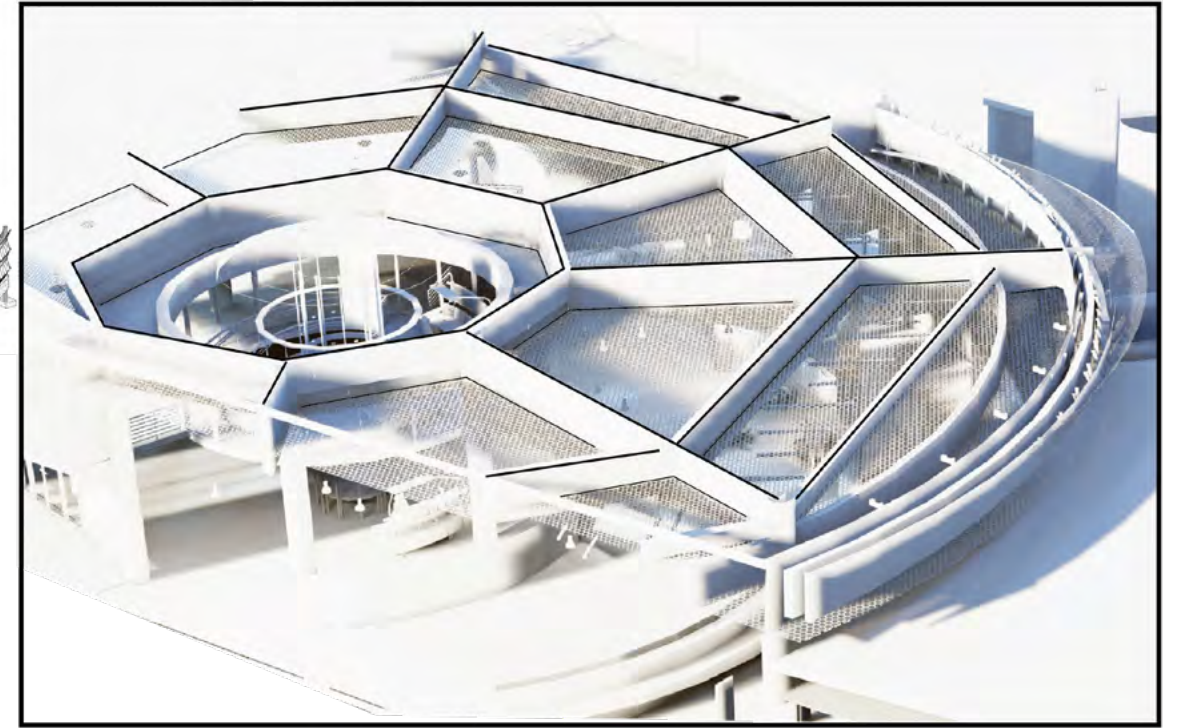
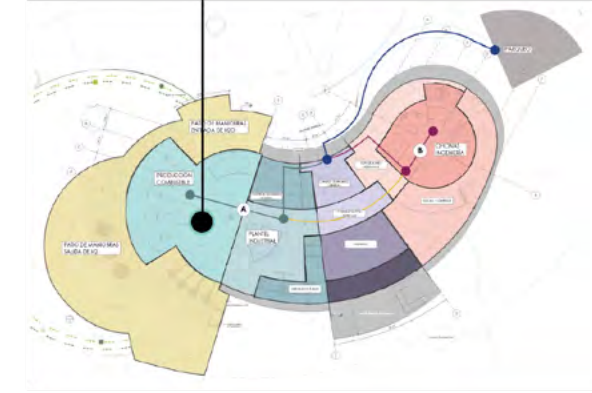
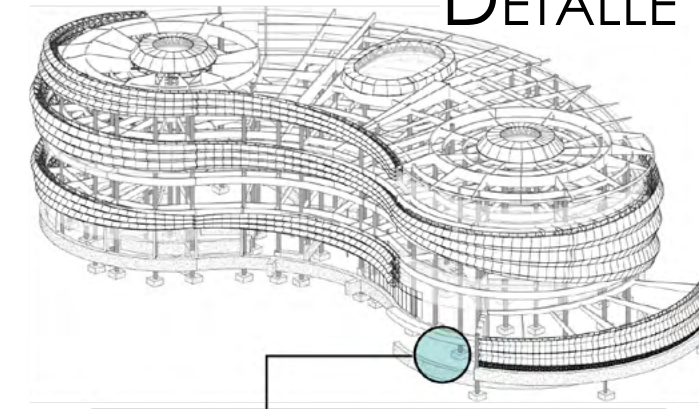


10. DETALLES



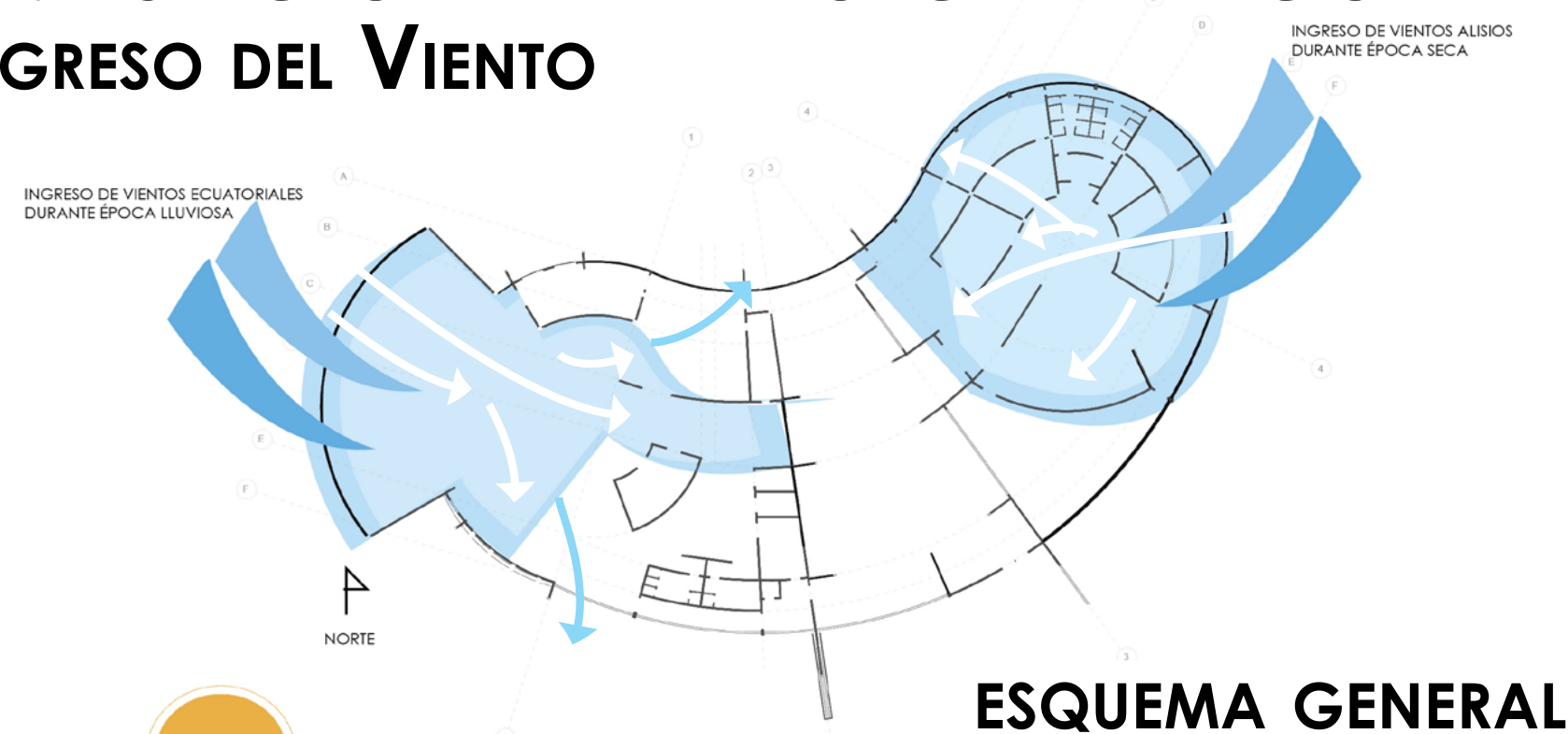
- Cielo Suspending Metálico
- Cielo Suspending Gypsum
- Viga Primaria Estructural
- Concreto enconfrado en Sitio @ 8m
- Columna Concreto 0.6m Ø
- Panel Vidrio de Seguridad Templado
- Piso acabado Epóxico

DETALLE 3D ÁREA DE PRODUCCIÓN HIDRÓGENO

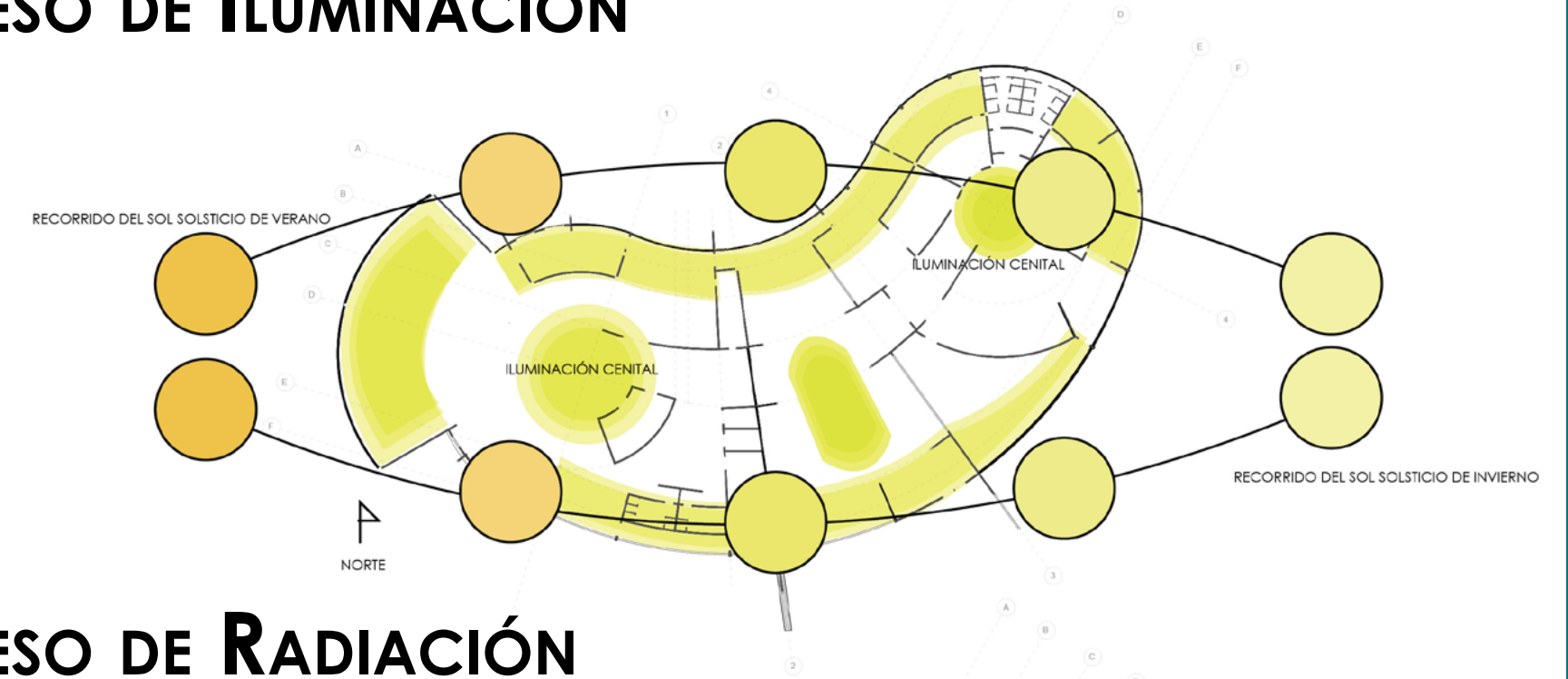


11. FUNCIONAMIENTO CLIMATICO

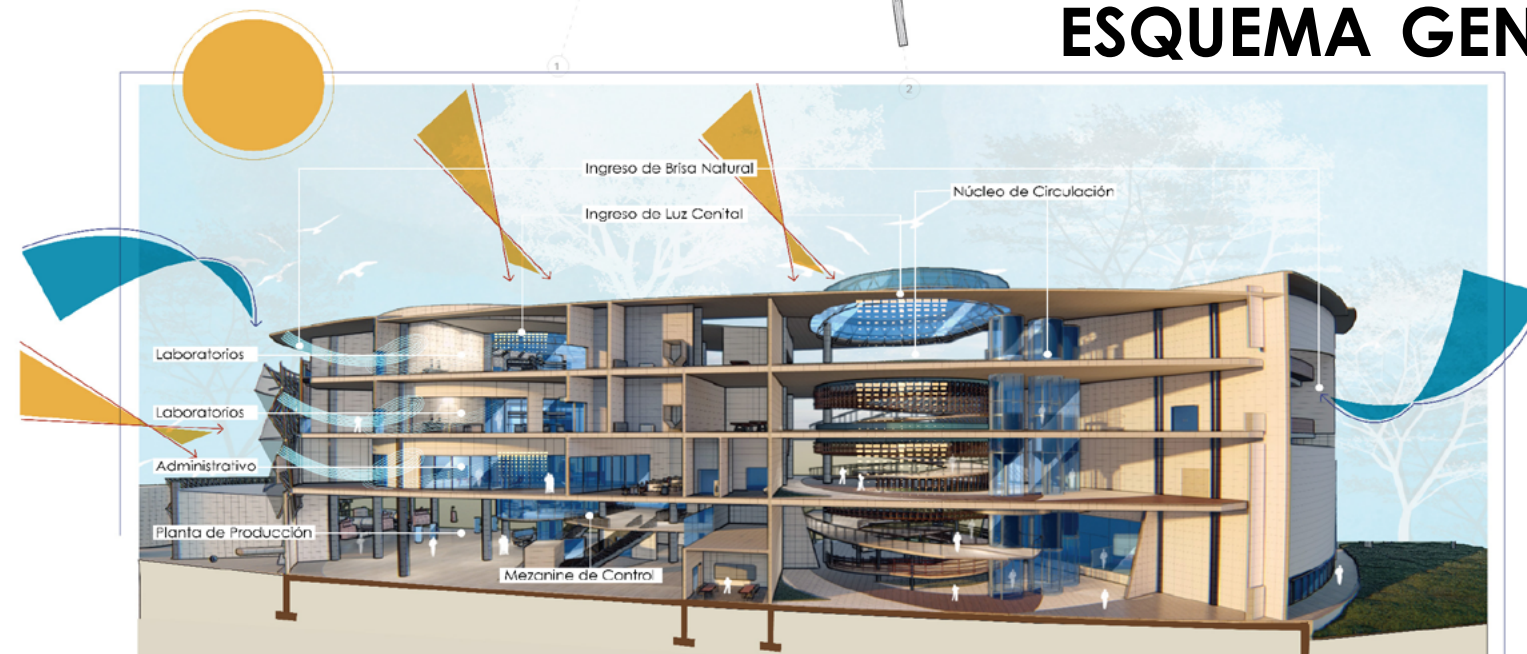
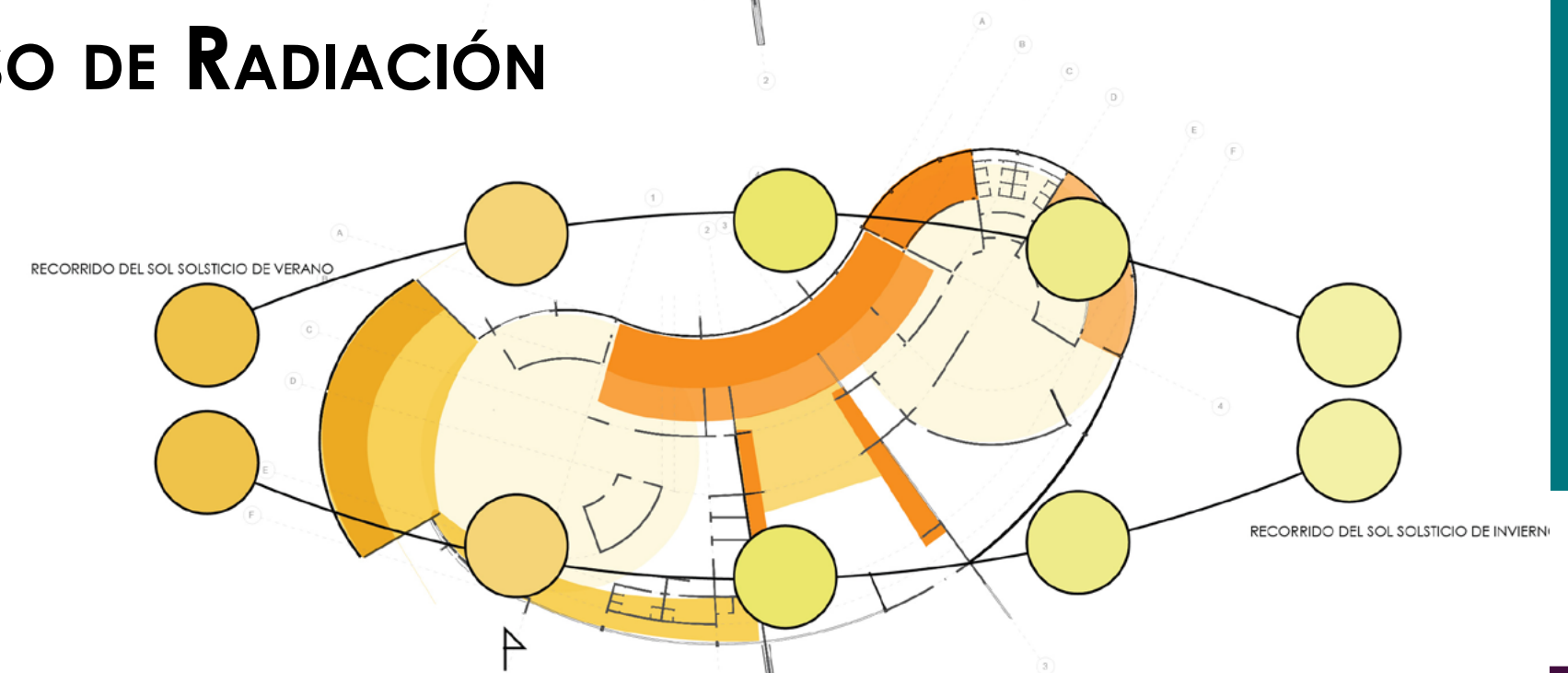
INGRESO DEL VIENTO



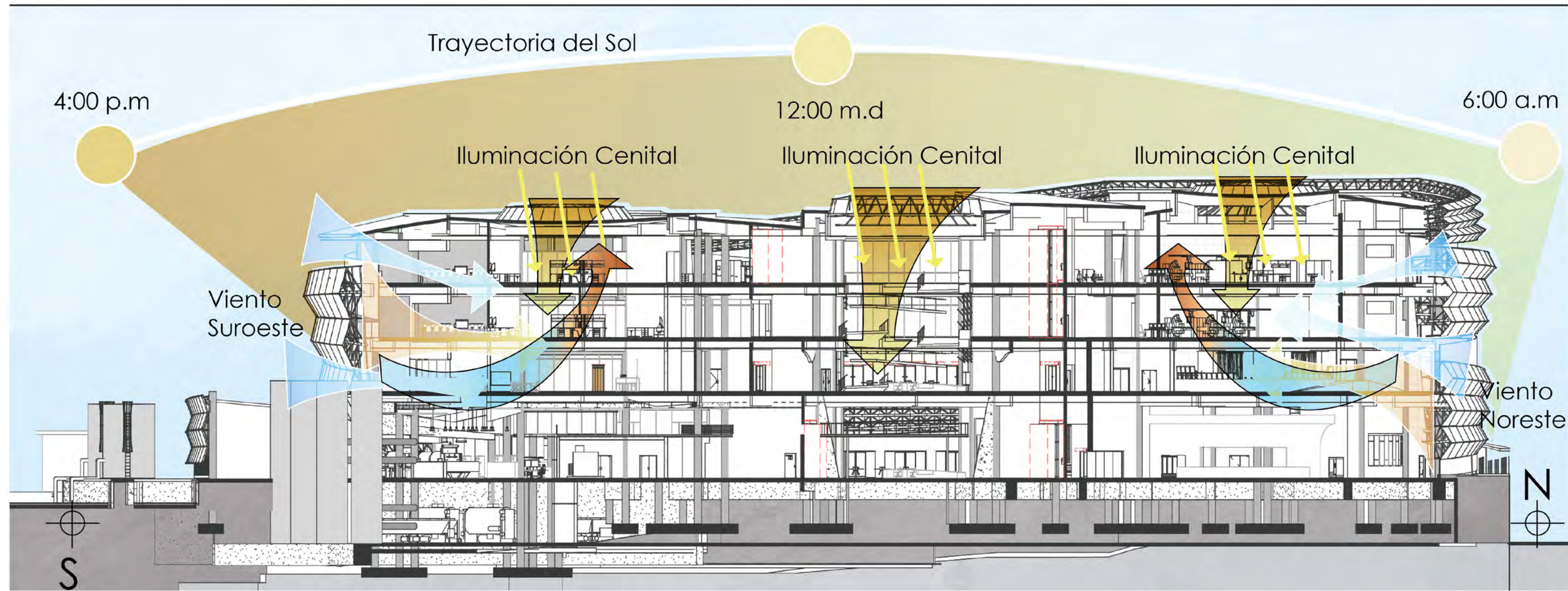
INGRESO DE ILUMINACIÓN



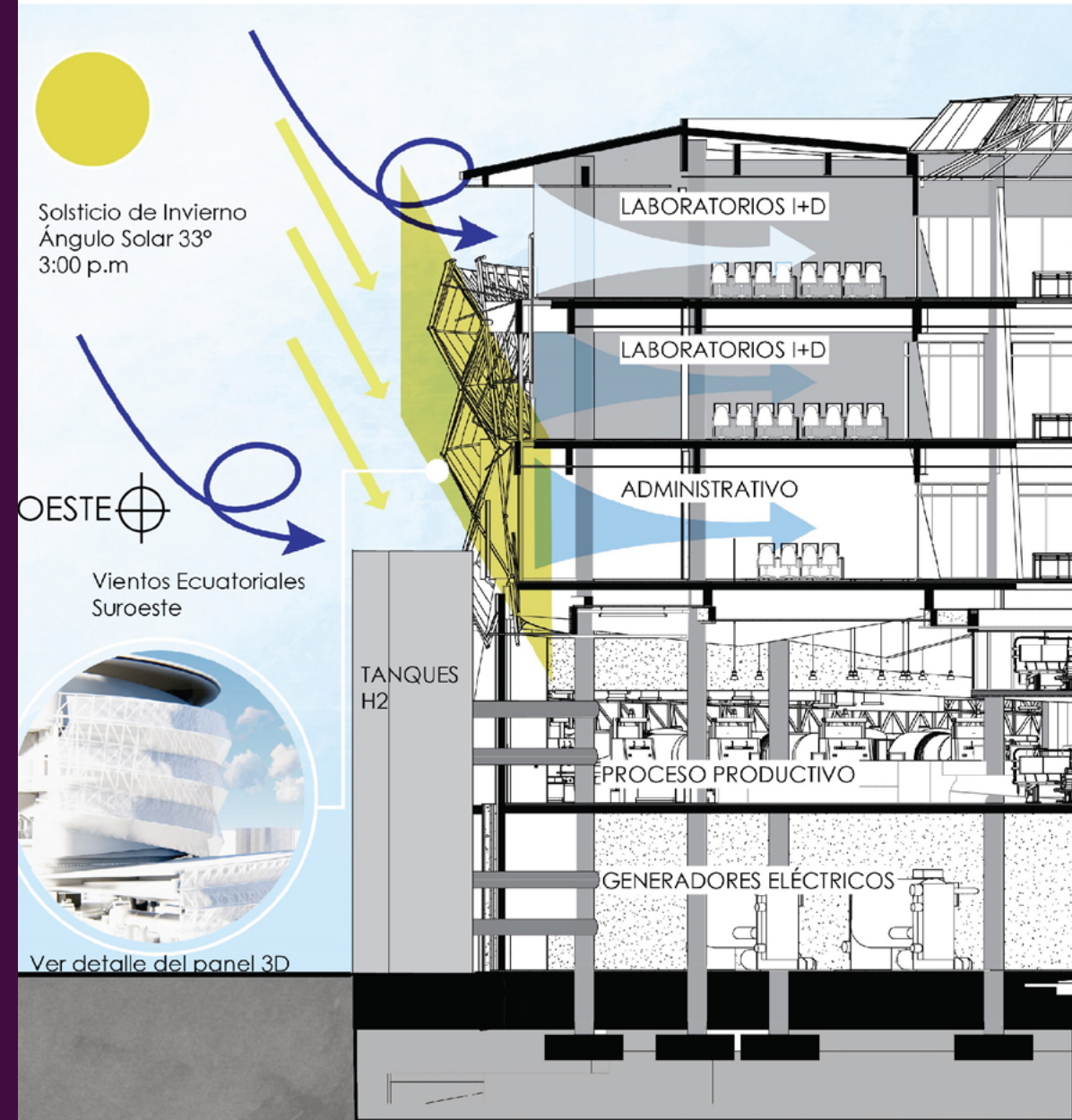
INGRESO DE RADIACIÓN



11. FUNCIONAMIENTO CLIMATICO

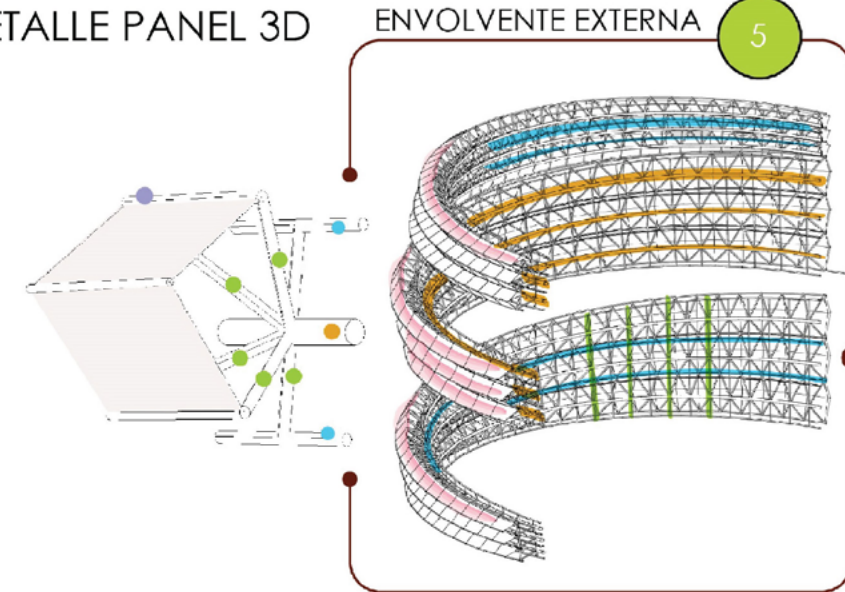


11. FUNCIONAMIENTO CLIMATICO



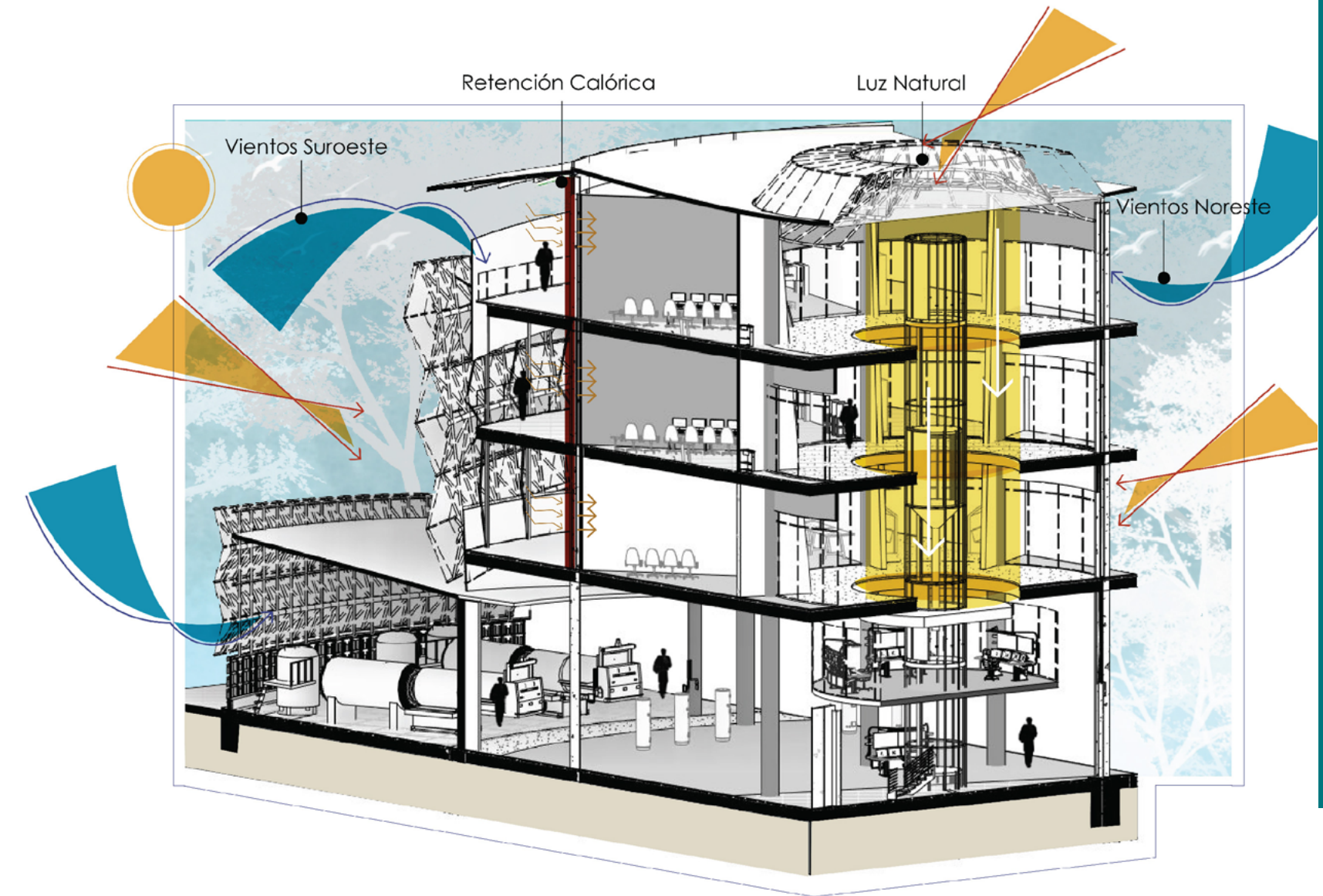
DETALLE PANEL 3D

ENVOLVENTE EXTERNA 5



Se diseñó una envolvente externa conformada por una malla estructural metálica que se cubre con una piel agujereada funcionando como una barrera semipermeable que permite el ingreso de la luz solar y las corrientes de viento a diferentes horas del día, reduciendo así el impacto directo de los rayos del sol sobre las áreas importantes de trabajo, y permitiendo aprovechar las horas de luz diurnas.

Además, esta estrategia funciona como un cerramiento de válvula de escape adaptable ante fugas de hidrógeno de las máquinas, el cual al ser un gas que se evapora con facilidad en la atmósfera, es conveniente implementar salidas de aire natural del espacio de producción ante cualquier eventualidad.



12. PERSPECTIVAS EXTERNAS



180



181

12. PERSPECTIVAS EXTERNAS



182

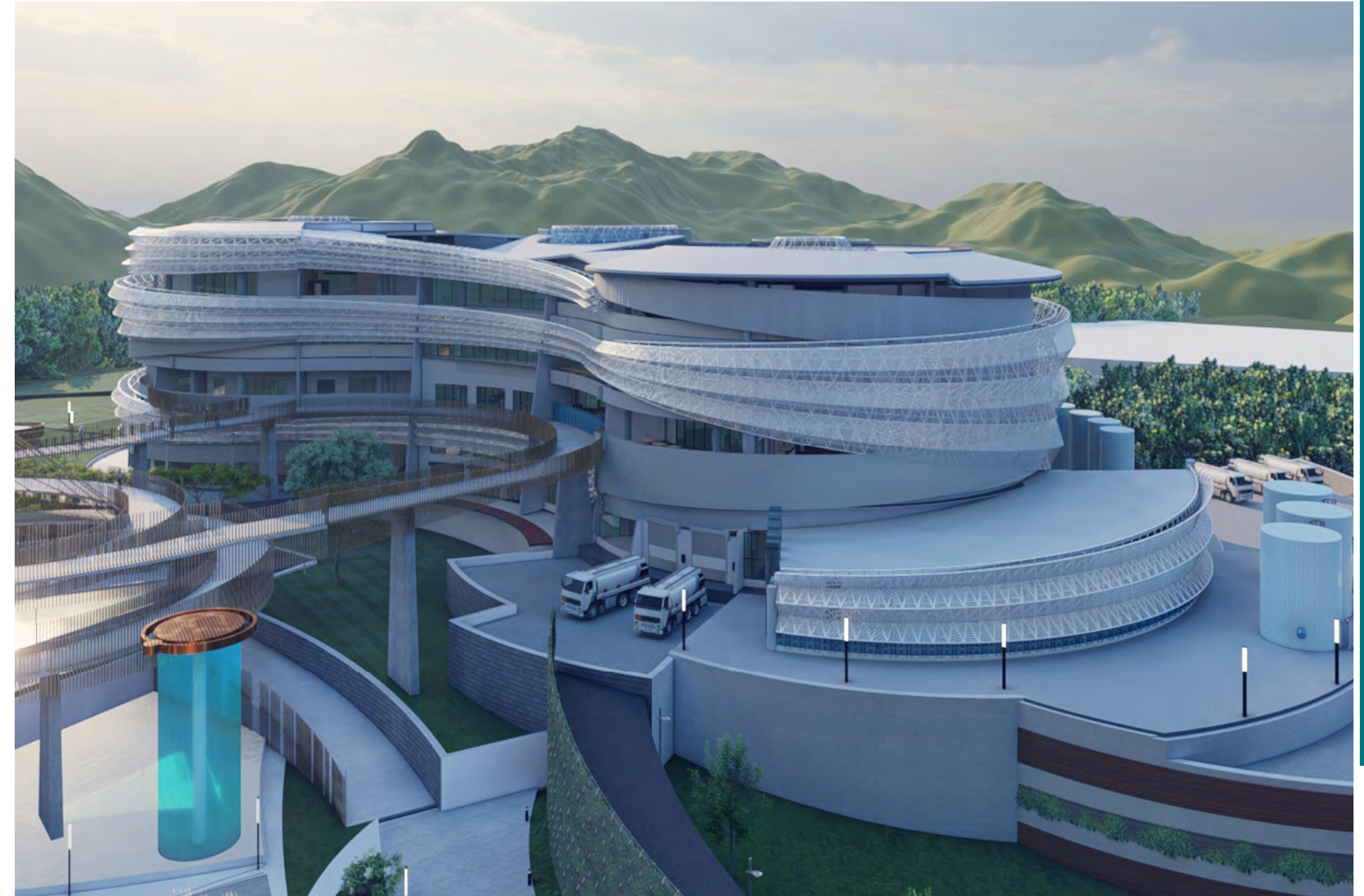


183

12. PERSPECTIVAS EXTERNAS



184

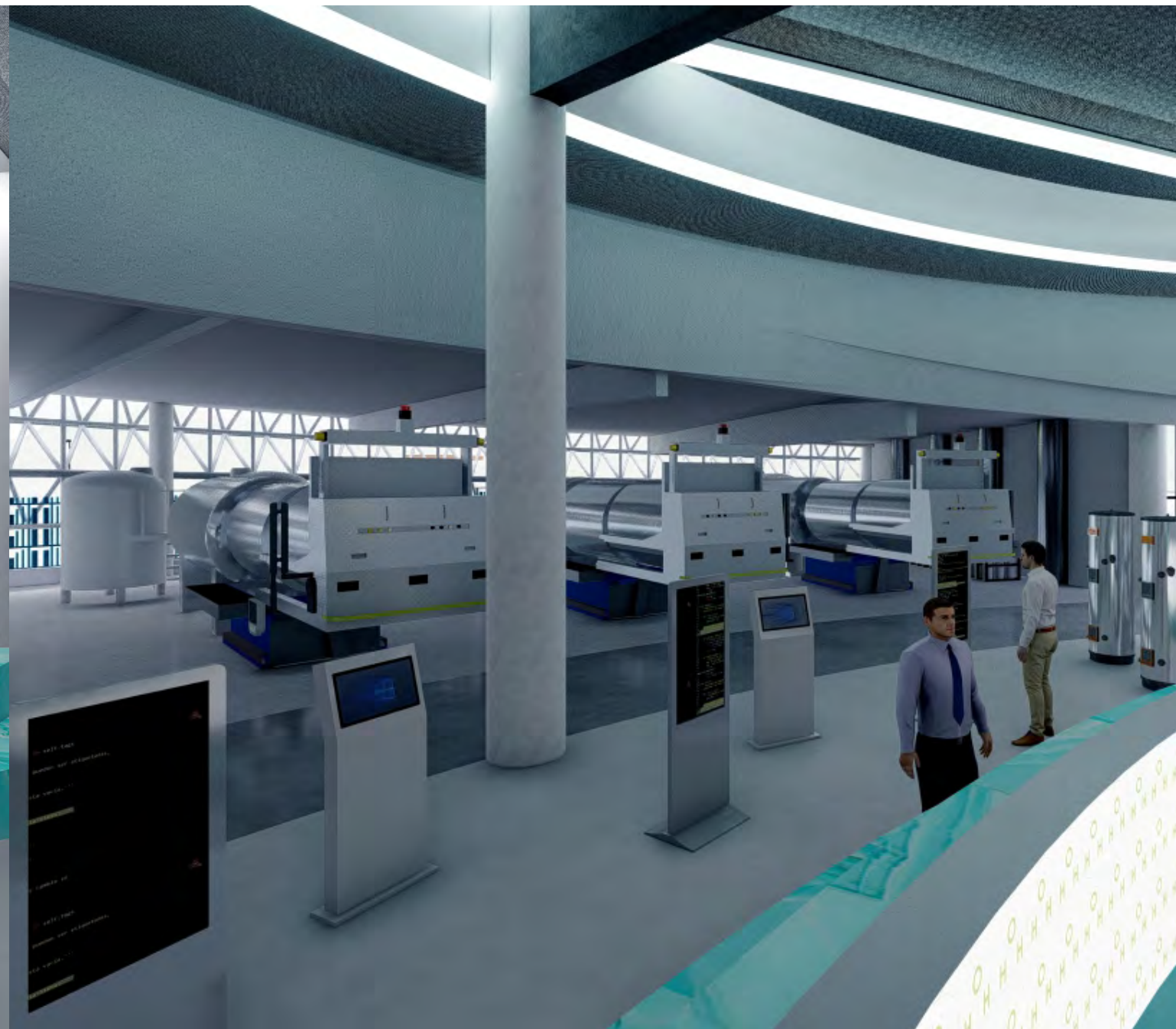


185

12. PERSPECTIVAS INTERNAS



186



187

12. PERSPECTIVAS INTERNAS



188



189

12. PERSPECTIVAS INTERNAS



12. PERSPECTIVAS INTERNAS



192



193

12. PERSPECTIVAS INTERNAS



194



195

13. VALORACIONES

Antecedentes



Aumento de la Flota Vehicular



Deterioro de la Calidad del Aire

Problema



Cero Emisiones CO2



Infraestructura

Justificación



Iniciativas y postura a nivel mundial de Costa Rica.



13. VALORACIONES

Viabilidad



Promoción de Inversiones Arquitectónicas



Objetivos



Propuesta Integral - Usuario - Entorno - Función



Referentes



Dinamarca



Japón

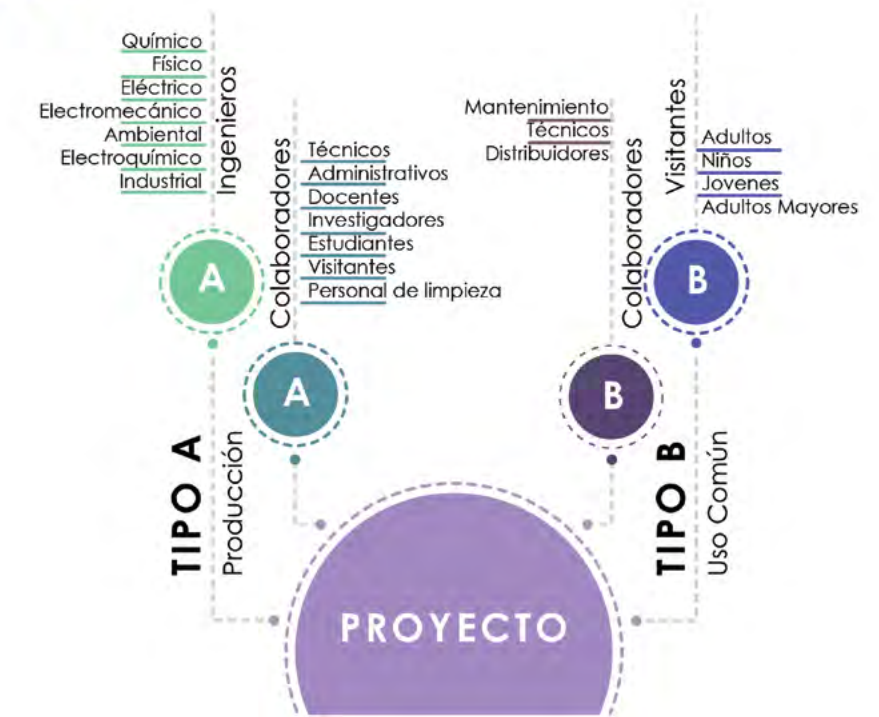


Costa Rica como Referente

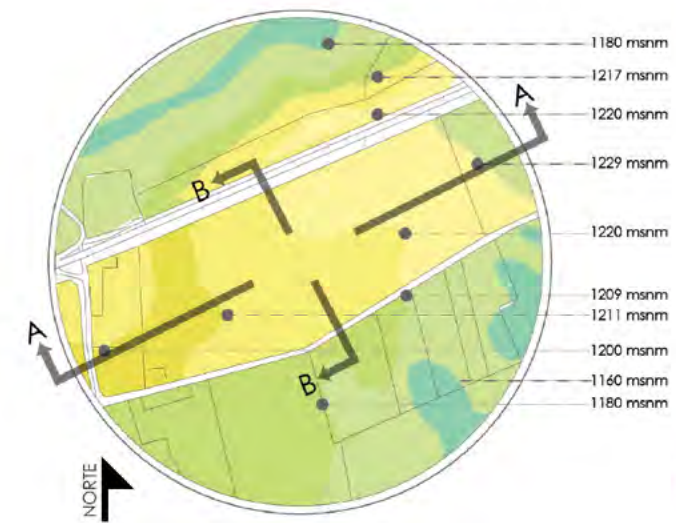
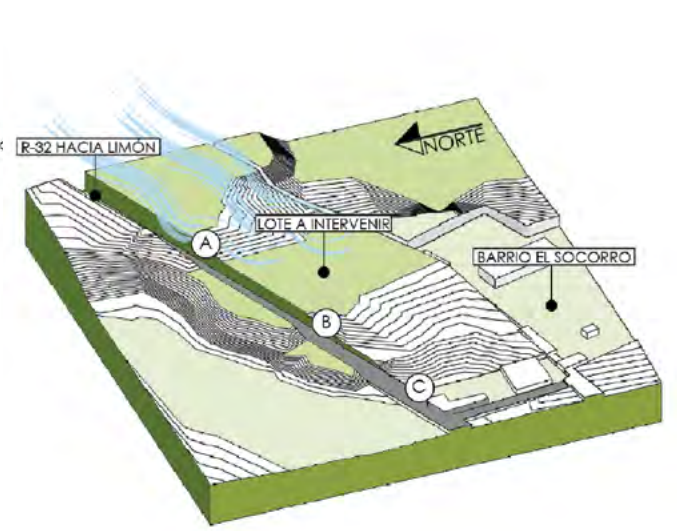
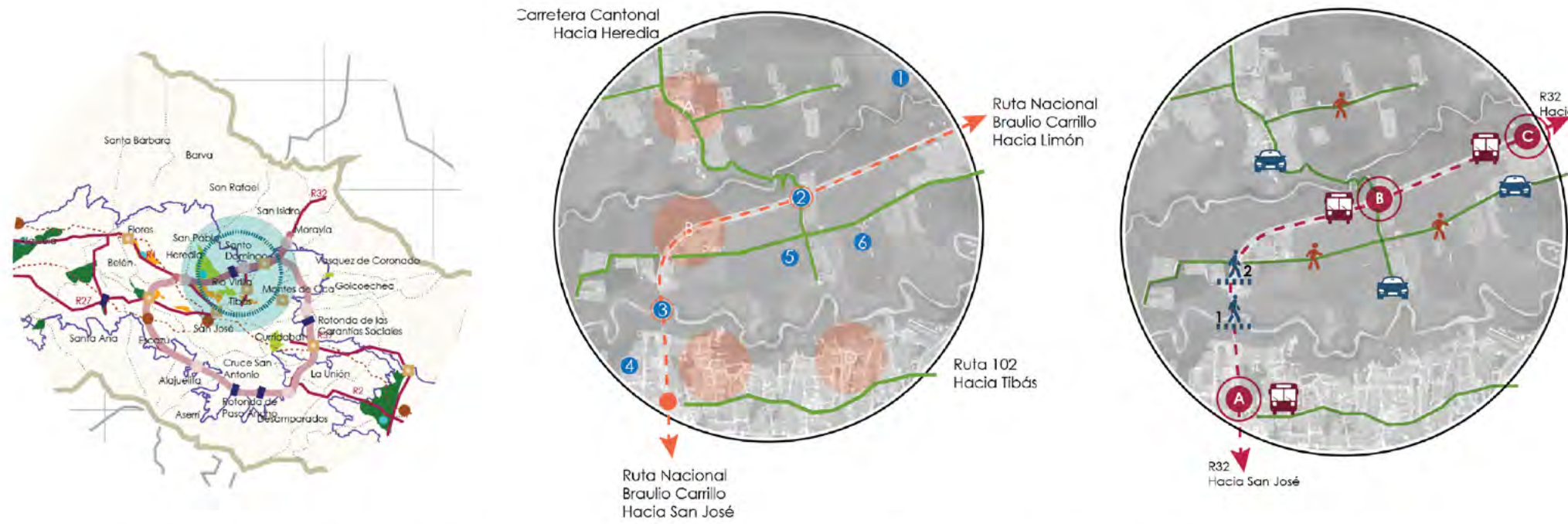
Usuario



Ergonomía - Adaptación



13. VALORACIONES



Aprovechamiento de la topografía en el diseño a nivel de forma y función.

TOPOGRAFÍA

- Conectividad**

Vías
- Desarrollo**

Zona Industrial
- Ubicación**

San José Heredia
- Logística**

Entrega Circulación
- Entorno**

Hito de Eneraía
- Recreación**

Espacio Público
- Movilidad**

Peatonización

CLIMA

Integración de la tecnología y f naturales del sitio.

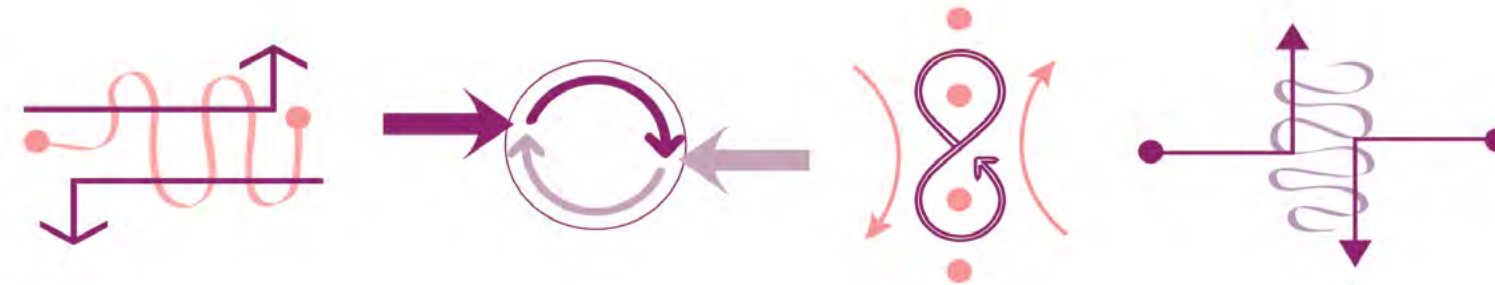


13. VALORACIONES

ORIENTACIÓN DEL PROYECTO



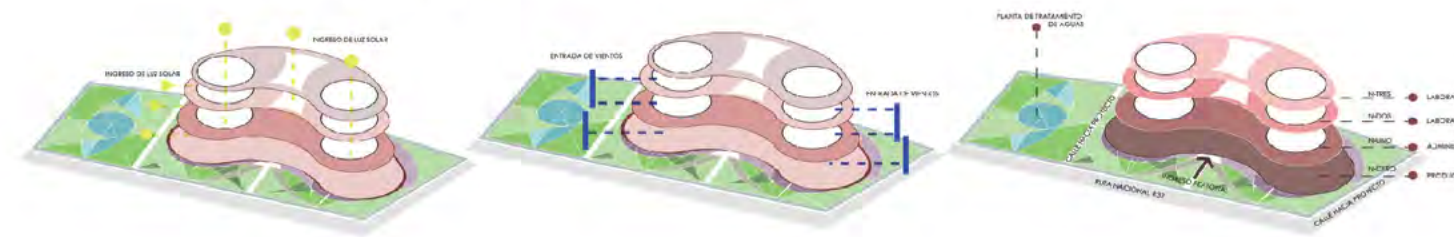
CONCEPTO



FORMA



FUNCIÓN



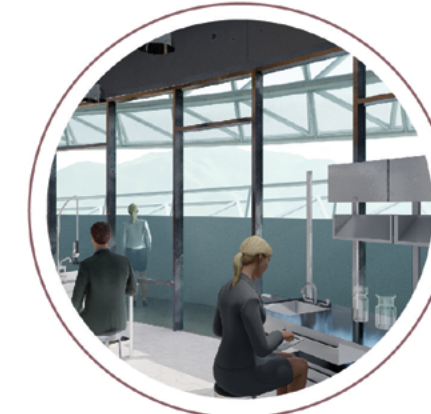
13. VALORACIONES

PROPUESTA **ARQUITECTÓNICA** VALORACIONES - PRESUPUESTO

PRESUPUESTO					
	Tipología	Metros Cuadrados	Costo en Colones	Costo en Dólares	Total Dólares
Nivel Cero	Edificio Educativo Tipo EA03	5508	₡ 540 000.00	\$ 898.50	\$ 4 948 951.75
Nivel Uno	Oficinas Tipo EO01	4594	₡ 350 000.00	\$ 582.36	\$ 2 675 374.38
Nivel Dos	Edificio Educativo Tipo EA03	4350	₡ 540 000.00	\$ 898.50	\$ 3 908 485.86
Nivel Tres	Edificio Educativo Tipo EA03	4175	₡ 540 000.00	\$ 898.50	\$ 3 751 247.92
Pacios de Maniobras		3502	₡ 200 000.00	\$ 332.78	\$ 1 165 391.01
Calles		5337	₡ 200 000.00	\$ 332.78	\$ 1 776 039.93
Plazas		2931	₡ 175 000.00	\$ 291.18	\$ 853 452.58
Parqueos		665	₡ 200 000.00	\$ 332.78	\$ 221 297.84
Zonas Verdes		6263	₡ 105 000.00	\$ 174.71	\$ 1 094 201.33
Total de área Construida		37325		\$ -	\$ -
Lote		58250	₡ 16 000.00	\$ 26.62	\$ 1 550 748.75
					\$ 21 945 191.35



Área construida: 37 325 m²
Costo del Lote: \$ 1 550 748
Costo del Área a Intervenir: \$ 20 394 442
Costo Total: \$ 21 945 191



13. VALORACIONES

LA CALIDAD DEL AIRE

Los vehículos son la mayor causa de la contaminación del aire debido a las emisiones de CO₂ que generan, esto no solo supone un daño en el estado de la atmósfera, si no también en la calidad del aire que se respira. El petróleo, su producción, distribución y utilización masiva, son el componente que forja la emisión de Dióxido de Carbono al producirse la combustión durante su uso.

LA CALIDAD DEL AIRE EN EL GAM

La tendencia y las proyecciones de la cantidad de automóviles en el GAM supone un incremento exponencial acelerado desde los inicios del año 2000 y se proyecta que continúe constante hasta el 2037, la gran cantidad de vehículos en carretera no solo produce emisiones de CO₂, sino también provoca un deficiente rendimiento del combustible, propiciando un mayor consumo del mismo, por ende, tiende a ser un comportamiento cíclico contraproducente tanto para la economía de los consumidores como para la salud humana en cuanto a la calidad del aire respirado.

LAS ALTERNATIVAS DEL PETRÓLEO

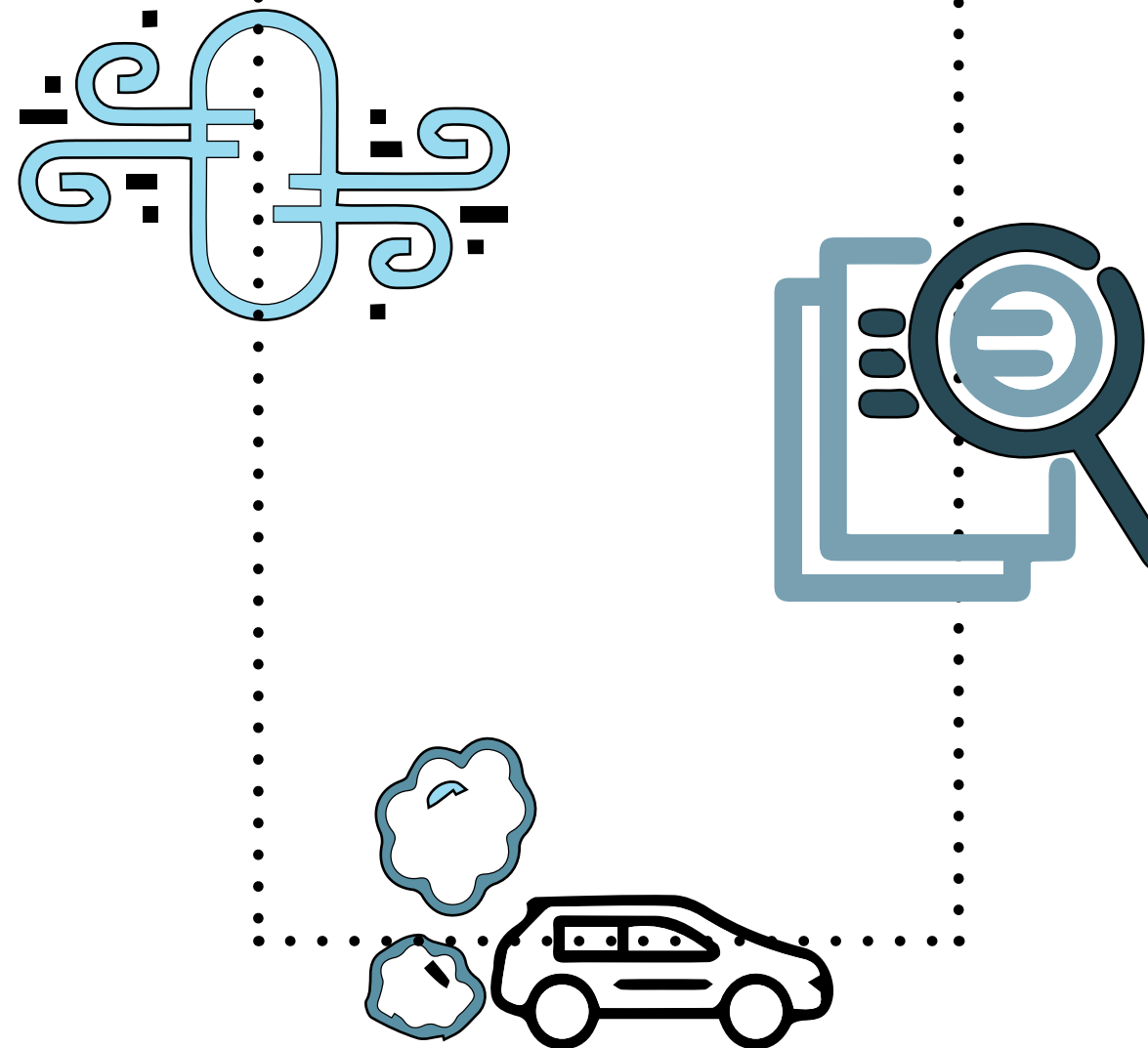
Al ser un problema a nivel internacional, desde finales del Siglo XX, las principales potencias mundiales han avanzado con investigaciones sobre alternativas que mitiguen el impacto del Dióxido de Carbono causado por el sector transporte, se han determinado distintos sustitutos del petróleo, siendo el mayor desafío contrarrestar el gasto energético que los procesos de generación del combustible conllevan. Dentro de estas alternativas, se encuentran, los vehículos eléctricos de carga rápida, y los vehículos de celdas de hidrógeno, la manera en la que toma cero emisiones producir el combustible a base de Hidrógeno, es mediante la electrólisis del agua, separando las moléculas de Hidrógeno del Oxígeno que posee en su forma natural la partícula del agua H₂O.

COSTA RICA Y EL AVANCE EN LA INVESTIGACIÓN Y EXPERIMENTACIÓN DEL COMBUSTIBLE A BASE DE HIDRÓGENO

La ventaja de Costa Rica ante el resto de los países de Latinoamérica es su estatus ante la producción de energía del país, ya que en la actualidad se encuentra bajo un programa de producción de energía de fuentes 100% renovables, lo cual es beneficioso porque asegura que la energía utilizada para realizar el proceso de Electrólisis del Agua proviene de fuentes que tampoco están causando contaminación de ningún tipo. La alianza entre RECOPE, Ad Astra, junto con el Gobierno de la República ha permitido definir parámetros de producción a pequeña escala que puedan ser replicados según las necesidades a largo plazo, debido a estos avances y la demostración de la viabilidad de la producción de Combustible a base de Hidrógeno, ha creado interés de distintas empresas privadas automovilísticas en importar al país los ya existentes, vehículos de celdas de hidrógeno, además de invertir en las investigaciones que se realicen con respecto a este tema que puedan mejorar el proceso. El interés de la población se ha hecho notorio en tomar acciones que puedan colaborar a mitigar la huella de Dióxido de Carbono en el país, la disposición de las nuevas generaciones hace que el comportamiento social se vea más comprometido en la integración del funcionamiento de una Ciudad Inteligente.

EL EJE DE DESARROLLO INDUSTRIAL DE COSTA RICA

En el plan de desarrollo de Costa Rica, se estipulan puntos de Ciudades Densificadas que desde ya están empezando a formarse, estas se definen tomando en cuenta los patrones de crecimiento económico y social, dentro de los principales componentes de este prototipo de ciudad se encuentra la consolidación de espacios de funcionamiento Industrial de bajo impacto ambiental, que además de optimizar el consumo de recursos, sirva como fuente de generación de empleo de la misma ciudad, evitando el desplazamiento a centros de trabajo a largas distancias.



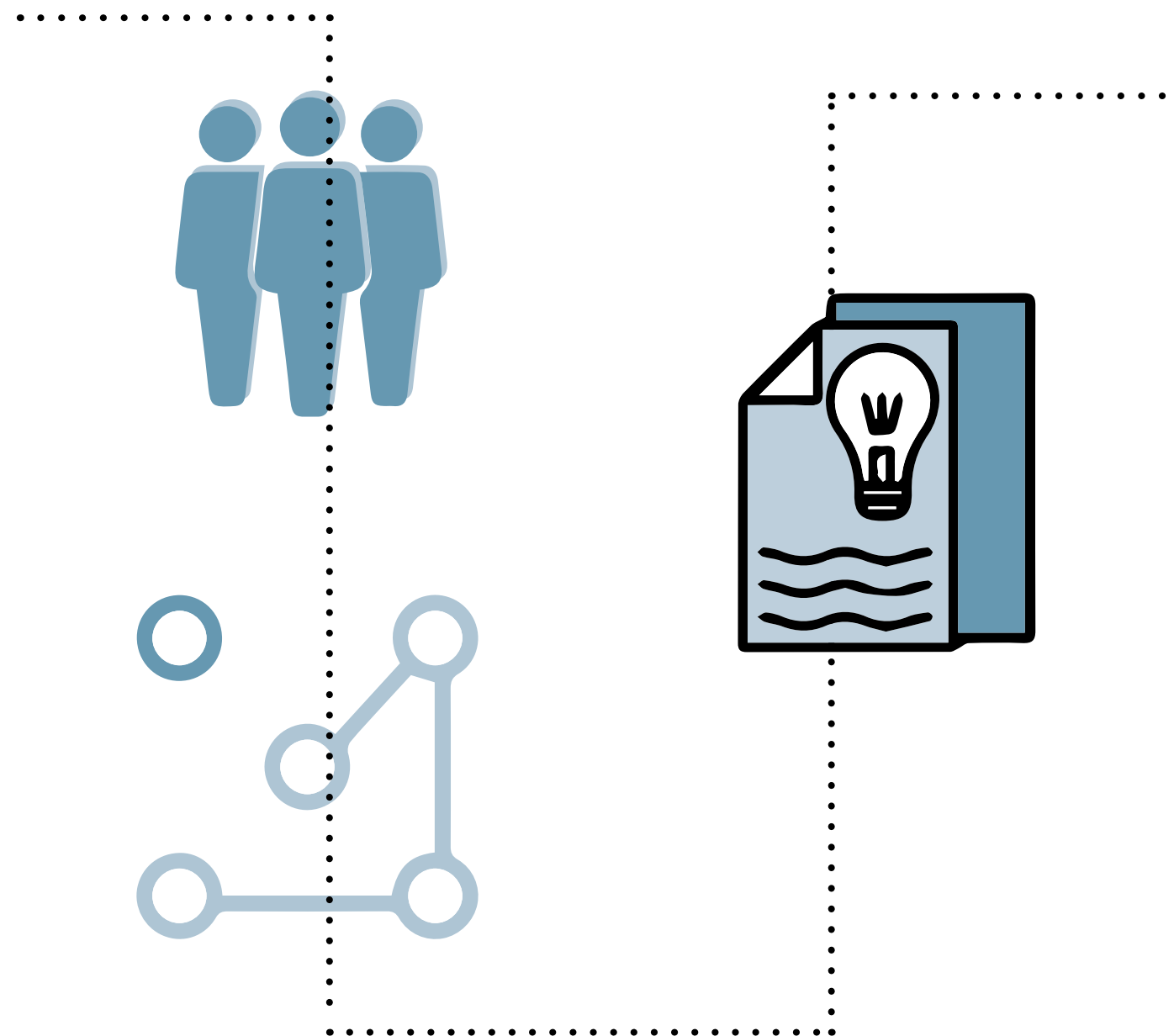
13. VALORACIONES

LA INTEGRACIÓN DE UN EQUIPO MULTIDISCIPLINARIO

Dentro de este proyecto se integrarían distintas disciplinas de la rama de Ingeniería, cada profesión en específico cumplirá un rol determinado para un fin común: la producción del combustible, las funciones engloban control de calidad, ejecución, producción, control de distribución, investigación, experimentación e innovación. La mayoría de funciones demandan una gran cantidad de horas de concentración, donde se realizan acciones repetitivas hasta perfeccionar o acercarse más al resultado óptimo.

EL CONFORT HUMANO EN UN PROCESO INDUSTRIAL

La tecnología juega un papel importante en el desarrollo de la industria y los avances a lo largo de los años, de manera consiente el ser humano es capaz de acoplarse a la tecnología haciendo uso de ella para sacar provecho de sus mejores capacidades, es por eso que los procesos industriales comparten espacios que deben ser adecuados para un desarrollo de tareas que convergen entre dos usuarios; los humanos y las maquinarias tecnológicas, la diferencia es que el ser humano, por su condición de consciencia, necesita diversificar su espacio de trabajo y percibir cambios de luz y color para evitar caer en la monotonía de trabajar en conjunto con un proceso repetitivo de la mano de la tecnología. El ambiente laboral debe tomar en cuenta las necesidades específicas de acústica, sensación térmica, color e iluminación, como aporte arquitectónico se debe procurar que en las áreas donde no sea estrictamente necesaria la ventilación mecánica, se utilicen estrategias pasivas que permitan el ingreso de viento natural para un confort térmico y sensación de tranquilidad y de conexión con la naturaleza, además del aprovechamiento máximo de la iluminación en horas de sol.



14. CONCLUSIÓN

En cuanto a lo abordado con anterioridad, al ser los **automóviles los principales emisores de Dióxido de Carbono en Costa Rica**, y en **respuesta arquitectónica** como soporte al “Plan de Descarbonización” del Gobierno de La República, y de acuerdo con el objetivo principal de este proyecto “*Desarrollar una nueva Refinadora de Agua destinada a la producción y distribución de combustible a base de hidrógeno como respuesta a las necesidades de la disminución de emisiones de CO2 en el GAM producidas por los vehículos impulsados por combustión convencional.*” Se realizó una investigación para entender el funcionamiento de una Refinadora que cumpliera con los estándares de producción idóneos en respuesta de la necesidad del producto, que en este caso, fue el combustible a base de Hidrógeno; sin dejar de lado la determinación de las necesidades espaciales de un diseño integral que permita la ejecución de labores repetitivas y demandantes mentalmente en un espacio adecuado tomando en cuenta el confort humano mediante la aplicación de métodos de diseño adaptados a cada espacio de trabajo según su necesidad, considerando iluminación, color, ergonometría y antropometría.

Los **procesos y labores Industriales** requieren de precisión, calidad y seguimiento de estándares establecidos, de la mano con la **tecnología, el ser humano se ha adaptado y equilibrado** para buscar el resultado óptimo utilizando las mejores capacidades de ambos, como objeto arquitectónico se debe procurar que el espacio donde se realicen estas labores sea **agradable y funcional**, permitiendo llevar a cabo las tareas con éxito y evitando la fatiga mental, con **espacios de recreo, conexión con la naturaleza y dispersión** que promuevan un ambiente de creatividad y relajación, lo cual no solo permite que el usuario tenga una pausa en sus labores, si no que también incentiva la creación de mejoras e innovaciones tecnológicas y de investigación.

15. BIBLIOGRAFÍA

DOCUMENTOS

- Bailón Martínez, A. (2013). Desarrollo de un sistema de generación de Hidrogeno acoplado al tratamiento electroquímico de Aguas Superficiales utilizndo Energía Solar (Master's thesis, Medicina-Quimica).
- Laborde, M. A., Lombardo, E. A., Noronha, F. B., & Boaventura Filho, J. S. (2010). Potencialidades del hidrogeno como vector de energia em iberoamérica. Buenos Aires: Ediciones CYTED.
- Sobrino, F. H., Monroy, C. R., & Pérez, J. L. H. (2010). EL HIDROGENO: UNA ALTERNATIVA REAL A LOS COMBUSTIBLES FOSILES YA LOS BIOCOUMBISTEBLES PARA AUTOMOCIÓN EN ESPAÑA. *Dyna*, 85(7), 606-614.
- Junyent Guinart, E. (2011). Hidrógeno: Estudio de sus propiedades y diseño de una planta de licuado.
- Hurtado, J. I. L., & Soria, B. Y. M. (2007). El hidrógeno y la energía. Asociación Nacional de Ingenieros del ICAI.
- Berry, G. D., & Aceves, S. M. (2006). La economía del hidrógeno como solución al problema de la estabilización del clima mundial. *Acta universitaria*, 16(1), 5-14.
- Botas, J. A., Calles, J. A., Dufour, J., & San Miguel, G. (2005). La economía del hidrógeno—Una visión global sobre la revolución energética del siglo XXI. *Revista de la Asociación Española de Científicos*, 9, 1-12.
- Piqué, J. L. (2010). El hidrógeno y nuestro futuro energético. Universitat Politècnica de Catalunya. Iniciativa Digital Politècnica.
- Llosa, Z. B. (2010). Contaminación atmosférica en la meseta central de Costa Rica. *Biocenosis*, 23(1).
- Herrera-Murillo, J., Rodríguez-Román, S., & Rojas-Marín, J. F. (2012). Determinación de las emisiones de contaminantes del aire generadas por fuentes móviles en carreteras de Costa Rica. *Revista Tecnología en Marcha*, 25(1), ág-54.
- Mata, A. J., Acuña, J., Murillo, M. M., & Cortés, J. (1987). Estudio de la Contaminación por Petróleo en la Costa Caribe de Costa Rica": 1981-1985. *J. Sci*, 23(1), 41-50.
- Yamane, F. (2019). Hydrogen Energy Supply Systems Utilizing Renewable Energy.
- The Government of Japan - JapanGov -. 2020. The Hydrogen Society Starts From Fukushima / The Government Of Japan - Japangov -. [online] Available at: <<https://www.japan.go.jp/tomodachi/2019/autumn2019/fukushima.html>> [Accessed 25 May 2020].

Eu-japan.eu. 2020. [online] Available at: <https://www.eu-japan.eu/sites/default/files/imce/toshibahydrogenenergy-supplyutilizingrenewableenergy_2019_4_24_r0_2.pdf> [Accessed 25 May 2020].

Eu-japan.eu. 2020. [online] Available at: <https://www.eu-japan.eu/sites/default/files/imce/toshibahydrogenenergy-supplyutilizingrenewableenergy_2019_4_24_r0_2.pdf> [Accessed 25 May 2020].

Maass, M. (2005). Laboratorio de investigación y desarrollo en comunicación compleja: una propuesta para pensar la complejidad. *Andamios*, 1 (2), 79-96.

Cañibano, L. (1988). Costes de investigación y desarrollo,(pp. 79-84, 363). Instituto de Contabilidad y Auditoría de Cuentas. Madrid.

Cañas, J. J., & Waerns, Y. (2001). Ergonomía cognitiva. Aspectos psicológicos de la interacción de las personas con la tecnología de la información. Ed. Médica Panamericana.

Saludlaboralydiscapacidad.org. 2020. [online] Available at: <<https://saludlaboralydiscapacidad.org/wp-content/uploads/2019/05/NTP-551-Prevenci%C3%B3n-de-riesgos-en-el-laboratorio-La-importancia-del-dise%C3%B1o.pdf>> [Accessed 7 June 2020].

Alison Furuto. "Hydra-Tesla Research Facility / Milos Vlastic, Vuk Djordjevic, Ana Lazovic, & Milica Stankovic" 17 Mar 2011. ArchDaily. Accessed 10 Jun 2020. <<https://www.archdaily.com/120016/hydra-tesla-research-facility-milos-vlastic-vuk-djordjevic-ana-lazovic-milica-stankovic/>> ISSN 0719-8884

Montesinos, M. B. M. M. B. (2009). Diseño de mobiliario de trabajo para el Laboratorio "Diseño de mobiliario de trabajo para el Laboratorio de Electrónica Analógica de la UTM" de Electrónica Analógica de la UTM (Doctoral dissertation, Universidad Tecnológica de la Mixteca).

Amador Rodríguez, C., & Cáceres Márquez, M. R. (2016). Propuesta de diseño de remodelación y ampliación de los laboratorios de la Escuela de Ingeniería Química de la Universidad de El Salvador (Doctoral dissertation, Universidad de El Salvador).

Boudeguer Simonetti, A., Prett Weber, P., & Squella Fernández, P. (2010). Manual de accesibilidad universal: ciudades y espacios para todos (No. 72-056.26). Corporación Ciudad Accesible:.

CFIA. (2013). Perfil Profesional Ingeniero Electromecánico. Recuperado 12 de junio de 2020, de http://cfia.or.cr/descargas_2013/formacion_profesional/perfil_profesional_ingeniero_electromecanico_ciemi.pdf

Refinadora Costarricense de Petróleo S.A. (2018, diciembre). PLAN DE DESCARBONIZACIÓN DEL SECTOR TRANSPORTE TERRESTRE (2018). San José, Costa Rica: RECOPE.

15. BIBLIOGRAFÍA FIGURAS

F.1
Fotografía San José Aérea.
Fuente: <http://www.photographyincostarica.com/#/aerials/>

F.2
Fotografía Flota Vehicular Gran Área Metropolitana
Fuente: <https://www.nacion.com/ciencia/medio-ambiente/antiguedad-de-la-flota-y-presas-empeoran-la-calidad-del-aire-en-costa-rica/PMEKG7IZCNGJ7JJ7PCFZ2HIM5M/story/>

F.3
Fotografía Costa Rica Aérea
Fuente: <http://www.photographyincostarica.com/#/aerials/>

F.4
Fotografía Costa Rica Aérea
Fuente: <http://www.photographyincostarica.com/#/aerials/>

F.5
Fotografía San José Aérea.
Fuente: <http://www.photographyincostarica.com/#/aerials/>

F.6
Fotografía San José Aérea.
Fuente: <http://www.photographyincostarica.com/#/aerials/>

F.7
Central de Celdas de Hidrógeno Corea
Fuente: <https://www.rvo.nl/sites/default/files/2020/07/Korea-Hydrogen-economy-overview-2020-final.pdf>

F.8
Central de Celdas de Hidrógeno Corea
Fuente: <https://www.rvo.nl/sites/default/files/2020/07/Korea-Hydrogen-economy-overview-2020-final.pdf>

F.9
Fotografía Costa Rica Aérea
Fuente: <http://www.photographyincostarica.com/#/aerials/>

F.10
Fotografía Frankin Chang Díaz
Fuente: <https://www.nacion.com/el-pais/franklin-chang-el-nicho-importante-del-hidrogeno/SGPWOD2ANFASBID2VBMTQASSOA/story/>

F.11
Autobús impulsado con Hidrógeno de Costa Rica
Fuente: <https://www.nacion.com/tecnologia/innovaciones/costa-rica-cuenta-con-su-primer-autobus-electrico-de-hidrogeno/DBEV45T2JFHQTBSPMWOK2WQTA4/story/>

F.12
Autobús impulsado con Hidrógeno de Costa Rica
Fuente: <https://www.nacion.com/tecnologia/innovaciones/costa-rica-cuenta-con-su-primer-autobus-electrico-de-hidrogeno/DBEV45T2JFHQTBSPMWOK2WQTA4/story/>

F.13
Render Ad Astra Rocket Company
Fuente: <http://www.adastrarocket.com/aarc/es/visitas-costa-rica>

F.14
Fotografía Ad Astra Rocket Company
Fuente: <http://www.adastrarocket.com/aarc/es/Galeria>

F.15
Centro de Compresión y Experimentación de Hidrógeno en Costa Rica
Fuente: <http://www.adastrarocket.com/aarc/es/Galeria>

F.16
Centro de Compresión y Experimentación de Hidrógeno en Costa Rica
Fuente: <http://www.adastrarocket.com/aarc/es/Galeria>

F.17
Centro de Compresión y Experimentación de Hidrógeno en Costa Rica
Fuente: <http://www.adastrarocket.com/aarc/es/Galeria>

F.18
Centro de Compresión y Experimentación de Hidrógeno en Costa Rica
Fuente: <http://www.adastrarocket.com/aarc/es/Galeria>

F.19
Centro de Compresión y Experimentación de Hidrógeno en Costa Rica
Fuente: <http://www.adastrarocket.com/aarc/es/Galeria>

F.20
Estación de carga de Vehículos COBE
Fuente: <https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/918577/estacion-de-carga-ultra-rapida-para-vehiculos-electricos-cobe>

F.21
Estación de carga de Vehículos COBE
Fuente: <https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/918577/estacion-de-carga-ultra-rapida-para-vehiculos-electricos-cobe>

F.22
Master Plan Sustentable Corea del Sur
Fuente: <https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/02-27890/foster-partners-gana-concurso-de-masterplan-sustentable-en-corea-del-sur>

F.23
Master Plan Sustentable Corea del Sur
Fuente: <https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/02-27890/foster-partners-gana-concurso-de-masterplan-sustentable-en-corea-del-sur>

F.24
Master Plan Sustentable Corea del Sur
Fuente: <https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/02-27890/foster-partners-gana-concurso-de-masterplan-sustentable-en-corea-del-sur>

F.25
EUREF Campus Universitario Berlín
Fuente: <https://euref.de/en/entry/infralab-berlin-2/>

F.26
EUREF Campus Universitario Berlín
Fuente: <https://euref.de/en/entry/infralab-berlin-2/>

F.27
EUREF Campus Universitario Berlín
Fuente: <https://euref.de/en/entry/infralab-berlin-2/>

F.28
EUREF Campus Universitario Berlín
Fuente: <https://euref.de/en/entry/infralab-berlin-2/>

F.29
Fotografía de Autobús de celdas de Combustible
Fuente: <https://movilidadelectrica.com/hyundai-motor-company-refuerza-su-asociacion-con-el-gobierno-de-eeuu-para-desarrollar-el-hidrogeno/>

F.30
Funcionamiento del Plan de Celdas de Hidrógeno Estados Unidos
Fuente: <https://movilidadelectrica.com/hyundai-motor-company-refuerza-su-asociacion-con-el-gobierno-de-eeuu-para-desarrollar-el-hidrogeno/>

F.31
Funcionamiento del Plan de Celdas de Hidrógeno Estados Unidos
Fuente: <https://movilidadelectrica.com/hyundai-motor-company-refuerza-su-asociacion-con-el-gobierno-de-eeuu-para-desarrollar-el-hidrogeno/>

F.32
Estación de Hidrógeno Japón
Fuente: <http://www.env.go.jp/earth/ccu/Keynote%203.pdf>

F.33
Estación de Hidrógeno Japón
Fuente: <http://www.env.go.jp/earth/ccu/Keynote%203.pdf>

F.34
Funcionamiento de Celdas de Hidrógeno Japón
Fuente: <http://www.env.go.jp/earth/ccu/Keynote%203.pdf>

15. BIBLIOGRAFÍA

F.35
Render Planta de Hidrógeno Fukushima Japón
Fuente: <http://www.env.go.jp/earth/ccu/Keynote%203.pdf>

F.36
Render Planta de Hidrógeno Fukushima Japón
Fuente: <http://www.env.go.jp/earth/ccu/Keynote%203.pdf>

F.37
Render Planta de Hidrógeno Fukushima Japón
Fuente: <http://www.env.go.jp/earth/ccu/Keynote%203.pdf>

F.38
Render Planta de Hidrógeno Fukushima Japón
Fuente: <http://www.env.go.jp/earth/ccu/Keynote%203.pdf>

F.39
Render Planta de Hidrógeno Fukushima Japón
Fuente: <http://www.env.go.jp/earth/ccu/Keynote%203.pdf>

F.40
Render Planta de Hidrógeno Fukushima Japón
Fuente: <http://www.env.go.jp/earth/ccu/Keynote%203.pdf>

F.41
Render Planta de Hidrógeno Fukushima Japón
Fuente: <http://www.env.go.jp/earth/ccu/Keynote%203.pdf>

F.42
Centro de Recreación Urbana y Planta de Energía CopenHill
Fuente: <https://www.archdaily.com/925970/copenhill-energy-plant-and-urban-recreation-center-big/5d977ddf284dd1d77b0001b9-copenhill-energy-plant-and-urban-recreation-center-big-photo>

F.43
Centro de Recreación Urbana y Planta de Energía CopenHill
Fuente: <https://www.archdaily.com/925970/copenhill-energy-plant-and-urban-recreation-center-big/5d977ddf284dd1d77b0001b9-copenhill-energy-plant-and-urban-recreation-center-big-photo>

F.44
Centro de Recreación Urbana y Planta de Energía CopenHill
Fuente: <https://www.archdaily.com/925970/copenhill-energy-plant-and-urban-recreation-center-big/5d977ddf284dd1d77b0001b9-copenhill-energy-plant-and-urban-recreation-center-big-photo>

F.45
Centro de Recreación Urbana y Planta de Energía CopenHill
Fuente: <https://www.archdaily.com/925970/copenhill-energy-plant-and-urban-recreation-center-big/5d977ddf284dd1d77b0001b9-copenhill-energy-plant-and-urban-recreation-center-big-photo>

F.46
Centro de Recreación Urbana y Planta de Energía CopenHill
Fuente: <https://www.archdaily.com/925970/copenhill-energy-plant-and-urban-recreation-center-big/5d977ddf284dd1d77b0001b9-copenhill-energy-plant-and-urban-recreation-center-big-photo>

F.47
Centro de Recreación Urbana y Planta de Energía CopenHill
Fuente: <https://www.archdaily.com/925970/copenhill-energy-plant-and-urban-recreation-center-big/5d977ddf284dd1d77b0001b9-copenhill-energy-plant-and-urban-recreation-center-big-photo>

F.48
Centro de Recreación Urbana y Planta de Energía CopenHill
Fuente: <https://www.archdaily.com/925970/copenhill-energy-plant-and-urban-recreation-center-big/5d977ddf284dd1d77b0001b9-copenhill-energy-plant-and-urban-recreation-center-big-photo>

F.49
Centro de Recreación Urbana y Planta de Energía CopenHill
Fuente: <https://www.archdaily.com/925970/copenhill-energy-plant-and-urban-recreation-center-big/5d977ddf284dd1d77b0001b9-copenhill-energy-plant-and-urban-recreation-center-big-photo>

F.50
Centro de Recreación Urbana y Planta de Energía CopenHill
Fuente: <https://www.archdaily.com/925970/copenhill-energy-plant-and-urban-recreation-center-big/5d977ddf284dd1d77b0001b9-copenhill-energy-plant-and-urban-recreation-center-big-photo>

F.51
Planta de Energía a Partir de Desechos China
Fuente: <https://www.archdaily.mx/mx/782794/schmidt-hammer-lassen-y-gottlieb-paludan-disenaran-la-planta-de-energia-a-partir-de-desechos-mas-grande-del-mundo/56b38388e58ecee7e1000966-schmidt-hammer-lassen-and-gottlieb-paludan-to-design-worlds-largest-waste-to-energy-plant-in-shenzhen-image>

F.52
Planta de Energía a Partir de Desechos China
Fuente: <https://www.archdaily.mx/mx/782794/schmidt-hammer-lassen-y-gottlieb-paludan-disenaran-la-planta-de-energia-a-partir-de-desechos-mas-grande-del-mundo/56b38388e58ecee7e1000966-schmidt-hammer-lassen-and-gottlieb-paludan-to-design-worlds-largest-waste-to-energy-plant-in-shenzhen-image>

F.53
Planta de Energía a Partir de Desechos China
Fuente: <https://www.archdaily.mx/mx/782794/schmidt-hammer-lassen-y-gottlieb-paludan-disenaran-la-planta-de-energia-a-partir-de-desechos-mas-grande-del-mundo/56b38388e58ecee7e1000966-schmidt-hammer-lassen-and-gottlieb-paludan-to-design-worlds-largest-waste-to-energy-plant-in-shenzhen-image>

F.54
Planta de Energía a Partir de Desechos China
Fuente: <https://www.archdaily.mx/mx/782794/schmidt-hammer-lassen-y-gottlieb-paludan-disenaran-la-planta-de-energia-a-partir-de-desechos-mas-grande-del-mundo/56b38388e58ecee7e1000966-schmidt-hammer-lassen-and-gottlieb-paludan-to-design-worlds-largest-waste-to-energy-plant-in-shenzhen-image>

F.55
Planta de Energía a Partir de Desechos China
Fuente: <https://www.archdaily.mx/mx/782794/schmidt-hammer-lassen-y-gottlieb-paludan-disenaran-la-planta-de-energia-a-partir-de-desechos-mas-grande-del-mundo/56b38388e58ecee7e1000966-schmidt-hammer-lassen-and-gottlieb-paludan-to-design-worlds-largest-waste-to-energy-plant-in-shenzhen-image>

F.56
Planta de Energía a Partir de Desechos China
Fuente: <https://www.archdaily.mx/mx/782794/schmidt-hammer-lassen-y-gottlieb-paludan-disenaran-la-planta-de-energia-a-partir-de-desechos-mas-grande-del-mundo/56b38388e58ecee7e1000966-schmidt-hammer-lassen-and-gottlieb-paludan-to-design-worlds-largest-waste-to-energy-plant-in-shenzhen-image>

F.57
Mapa Evolución de la trama Urbana de la GAM
Fuente: <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/revistarquis/article/download/30620/30503/>

F.58
Mapa Evolución de la trama Urbana de la GAM
Fuente: <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/revistarquis/article/download/30620/30503/>

F.59
Mapa Evolución de la trama Urbana de la GAM
Fuente: <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/revistarquis/article/download/30620/30503/>

15. BIBLIOGRAFÍA

F.60

Mapa Evolución de la trama Urbana de la GAM

Fuente: <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/revistarquis/article/download/30620/30503/>

F.61

Fotografía Henry Cavendish

Fuente: <https://www.worldofchemicals.com/504/chemistry-articles/henry-cavendish-discoverer-of-hydrogen-gas.html>

F.62

Fotografía Robert Boyle

Fuente: <https://www.lifeder.com/robert-boyle/>

F.63

Fotografía Paracelso

Fuente: <https://biografiadee.com/biografia-de-paracelso/>

F.64

Fotografía Antoine Lavoiser

Fuente: <https://www.biografiasyvidas.com/biografia/l/lavoisier.htm>

F.65

Fotografía del Primer Generador Eléctrico

Fuente: https://es.wikipedia.org/wiki/Ley_de_Faraday

F.66

Ilustración de la Electrólisis

Fuente: <http://eldesarrollodelaelectricidad.blogspot.com/2015/11/michael-faraday-1791-1867-michael.html>

F.67

Funcionamiento de la Electrólisis del Agua

Fuente: <https://www.dw.com/en/power-to-x-the-secret-to-a-100-renewable-energy-system/a-51662014>

F.68

Imagen de Laboratorio

Fuente: <https://pixabay.com/es/photos/an%C3%A1lisis-bioqu%C3%ADmica-bi%C3%B3logo-2030265/>

F.69

Diagrama de Antropometría

Fuente: <http://candelapro.blogspot.com/2015/05/las-dimensiones-humanas-en-los-espacios.html>

F.70

Fotografía San José Aérea.

Fuente: <http://www.photographyincostarica.com/#/aerials/>

F.71

Fotografía San José Aérea.

Fuente: <http://www.photographyincostarica.com/#/aerials/>

F.72

Fotografía Ruta 32

Fuente: Propia

F.73

Fotografía Puente Ricardo Saprissa

Fuente: <https://www.larepublica.net/noticia/nuevo-puente-del-saprissa-supera-pesada-prueba-y-se-alista-para-examen-final>

F.74

Fotografía Río Virilla sobre puente Ricardo Saprissa

Fuente: <https://www.elmundo.cr/costa-rica/fallo-de-la-sala-iv-abre-paso-a-obras-en-nuevo-puente-del-saprissa/>

F.75

Fotografía sobre Ruta 32

Fuente: Propia

F.76

Fotografía sobre Ruta 32

Fuente: Propia

F.77

Fotografía Barrio Socorro

Fuente: Propia

F.78

Fotografía Lote Por Intervenir

Fuente: Propia

F.79

Fotografía Barrio Socorro

Fuente: Propia

F.80

Fotografía sobre Ruta 32 – Braulio Carrillo

Fuente: Propia

F.81

Fotografía Barrio Santo Tomás

Fuente: Propia

F.82

Fotografía Nodo Vehicular

Fuente: Propia

F.83

Fotografía Nodo Vehicular

Fuente: Propia

F.84

Fotografía Senda sobre Río Virilla

Fuente: Propia

F.85

Fotografía Barrio Socorro

Fuente: Propia

F.86

Fotografía Barrio Socorro

Fuente: Propia

F.87

Fotografía Barrio Socorro

Fuente: Propia

F.88

Fotografía Barrio Santo Tomás

Fuente: Propia

F.89

Fotografía Centro Nacional de Energía

Fuente: <https://apps.grupoice.com/Cence-Web/CenceMain.jsf>

F.90

Fotografía Puente Río Virilla

Fuente: <https://www.elmundo.cr/costa-rica/fallo-de-la-sala-iv-abre-paso-a-obras-en-nuevo-puente-del-saprissa/>

F.91

Colegio Lincoln, Santo Domingo

Fuente: <https://www.thetalentplace.cr/users/lincoln-school>

F.92

Iglesia Barrio el Socorro

Fuente: Propia

F.93

Escuela Nacional de Policía

Fuente: Propia

F.94

Escuela Barrio el Socorro

Fuente: Propia

F.95

Paso peatonal - vehicular sobre puente Río Virilla

Fuente: Propia

F.96

Paso peatonal a desnivel sobre ruta 32

Fuente: Propia

F.97

Viviendas Barrio el Socorro

Fuente: Propia

F.98

Viviendas Barrio el Socorro

Fuente: Propia

F.99

Viviendas Barrio el Socorro

Fuente: Propia

F.100

Viviendas Barrio el Socorro

Fuente: Propia

F.101

Viviendas Barrio el Socorro

Fuente: Propia

F.102

Viviendas Barrio el Socorro

Fuente: Propia

F.103

Colegio Lincoln, Santo Domingo

Fuente: Propia

F.104

Escuela Nacional de Policía

Fuente: Propia

F.105

Escuela Barrio el Socorro

Fuente: Propia

F.106

Iglesia Barrio el Socorro

Fuente: Propia

F.107

Lote por Intervenir

Fuente: Propia

F.108

Lote por Intervenir

Fuente: Propia

F.109

Lote por Intervenir

Fuente: Propia

F.110

Lote por Intervenir

Fuente: Propia

F.111

Lote por Intervenir

Fuente: Propia

15. BIBLIOGRAFÍA

F.112
Lote por Intervenir
Fuente: Propia

F.113
Lote por Intervenir
Fuente: Propia

F.114
Lote por Intervenir
Fuente: Propia

F.115
Lote por Intervenir
Fuente: Propia

F.116
Lote por Intervenir
Fuente: Propia

F.117
Fotografía Costa Rica Aérea
Fuente: <http://www.photographyincostarica.com/#/aerials/>

F.118
Fotografía árbol Aguacate
Fuente: <https://jardineriapractica.com/arbol-de-aguacate/>

F.119
Fotografía Fruto Jocote
Fuente: <https://www.pinterest.com/pin/423690277419042220/>

F.120
Fotografía árbol cabello de ángel
Fuente: <https://www.ecologiaverde.com/el-sauce-lloron-un-precioso-arbol-ornamental-697.html>

F.121
Fotografía árbol Níspero
Fuente: <https://www.jardineriaon.com/cuales-son-las-caracteristicas-de-la-hoja-de-nispero.html>

F.122
Fotografía árbol Guarumo
Fuente: https://es.wikipedia.org/wiki/Cecropia_peltata

F.123
Fotografía Fruto de Cas
Fuente: <https://steemit.com/spanish/@delicarola/cas-psidium-friedrichsthalium>

F.124
Fotografía árbol de Cirrí
Fuente: <http://elmundoforestal.com/album/%C3%81rboles?url=album%2F%C3%81rboles&page=7>

F.125
Fotografía Flor de Itabo
Fuente: <https://parqueitarar.com/el-itabo-foto-semanal>

F.126
Fotografía árbol Poró
Fuente: <https://www.projectnoah.org/spottings/116286073>

F.127
Fotografía Fruto de Guaba
Fuente: <https://www.anywhere.com/es/flora-fauna/arbol/ice-cream-bean>

F.128
Fotografía árbol de Mango
Fuente: <https://frutasyverduras.info/mango/>

F.129
Fotografía árbol Poró
Fuente: <https://www.projectnoah.org/spottings/116286073>

F.130
Fotografía árbol Muñeco
Fuente: https://issuu.com/museodelarbol/docs/museodelarbol9_cs5_

F.131
Fotografía árbol de Higuerón
Fuente: <https://www.lateja.cr/nacional/ticos-confunden-al-higueron-con-el-arbol-de/FOGWJ3RNGFF4JDNHOS3QKE4ECE/story/>

F.132
Fotografía Yigüirro
Fuente: <https://www.muniliberia.go.cr/muni/std/117/el-yig%C3%BCirro>

F.133
Fotografía Piapia
Fuente: <https://www.flickr.com/photos/avesdecostarica/22466204852>

F.134
Fotografía Colibrí
Fuente: <https://www.flickr.com/photos/avesdecostarica/23013107862/in/photostream/>

F.135
Fotografía gavián blanco
Fuente: <http://bellasavesdeelsalvador.blogspot.com/2015/06/elanus-leucurus-gavilan-blanco-o.html>

F.136
Fotografía Pájaro Carpintero
Fuente: <https://www.misticopark.com/es/blog/nature/a-nature-wonder-the-woodpeckers-tongue>