

X SEMANA DE LA ENERGÍA | 02-10-2025

MANUAL AGRIPV PARA CHILE

Financiado por:



Ejecutado por:



En colaboración con:



MANUAL PARA EL DESARROLLO DE PROYECTOS AGRIVOLTAICOS EN CHILE

MODELOS DE DISEÑO PARA 3 GRUPOS DE CULTIVOS EN CHILE



Lo que nos preguntamos....

¿Qué falta para que el AgriPV se usa de forma comercial en el nivel nacional?



Una parte de la respuesta es:

Información práctica adaptada al contexto local para responder por qué y cómo utilizarlo....

Estudio descargable y su foco



Focos del trabajo

- Netbilling – Autoconsumo de energía
- Agricultura regada
- Concursos de la Comisión Nacional de Riego (CNR)

MANUAL PARA EL DESARROLLO DE PROYECTOS AGRIVOLTAICOS EN CHILE

MODELOS DE DISEÑO PARA 3 GRUPOS DE CULTIVOS EN CHILE



Lo que se ha creado es una **Introducción a la Tecnología...**

Manual para el Desarrollo de Proyectos Agrivoltaicos en Chile

TABLA DE CONTENIDO	
INTRODUCCIÓN	10
1. Objetivos y Alcances	11
1.1. Objetivos	11
1.2. Alcance	11
1.3. Limitaciones	12
1.4. Abreviaturas	12
2. Introducción AgriPV	14
2.1. ¿Qué es un sistema AgriPV?	14
2.2. Desarrollos mundiales y nacionales	17
2.3. Beneficios	19
2.4. Desafíos	20
3. Componentes y Tecnologías AgriPV	21
3.1. Tipos de sistemas	21
3.2. Componentes	23
3.3. Arquétipos de paneles fotovoltaicos	24
3.4. Tendencias tecnológicas	25

Tabla de Contenido

5



1. Objetivos y Alcances

1.1. Objetivos

Elaborar un documento que sirva como herramienta de referencia y apoyo para los profesionales dedicados a la evaluación y al diseño conceptual de sistemas agrivoltaicos (AgriPV) para el autoconsumo de energía, con énfasis en su integración con sistemas de riego, constituyéndose en una **guía nacional** para el desarrollo y diseño de este tipo de soluciones.

Tabla 1: Objetivos específicos.

Objetivos Específicos	
1.	Desarrollar lineamientos técnicos y conceptuales para el diseño de sistemas incorporando análisis agronómicos, estructurales, eléctricos y energéticos adaptados a distintos grupos de cultivos representativos de la agricultura nacional.
2.	Evaluar la factibilidad técnico-económica y la función para la resiliencia climática de configuraciones tipo de sistemas AgriPV mediante la aplicación de indicadores específicos.
3.	Elaborar un manual práctico y estructurado que facilite la transferencia de los conocimientos generados a la práctica, entregando una guía aplicable al diseño conceptual de sistemas AgriPV para proyectos específicos.

1.2. Alcance

Para la elaboración de este documento se consideran **tres ejes temáticos** orientados a dar respuesta a los aspectos clave para el adecuado desarrollo de un proyecto AgriPV destinado al autoconsumo de energía. Estos ejes se presentan en detalle en la Tabla 2.

Tabla 2: Principales temáticas abordadas.

1. Introducción	2. AgriPV en Chile	3. Manual de diseño
Presentación de las características de la tecnología AgriPV, incluyendo sus componentes principales, beneficios y desafíos asociados a su implementación.	Descripción del potencial y de las particularidades de los sistemas AgriPV en el contexto nacional, abordando las dimensiones agronómica, eléctrica y estructural, junto con la propuesta de configuraciones tipo de diseño.	Guía práctica para el diseño de sistemas AgriPV adaptados al contexto chileno, basada en configuraciones tipo y orientada a su aplicación en proyectos concretos de autoconsumo.

...para responder a las preguntas...

Manual para el Desarrollo de Proyectos Agrivoltaicos en Chile

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	10
1. Objetivos y Alcances	11
1.1. Objetivos	11
1.2. Alcance	11
1.3. Limitaciones	12
1.4. Abreviaturas	12
2. Introducción AgriPV	14
2.1. ¿Qué es un sistema AgriPV?	14
2.2. Desarrollos mundiales y nacionales	17
2.3. Beneficios	19
2.4. Desafíos	20
3. Componentes y Tecnologías AgriPV	21
3.1. Tipos de sistemas	21
3.2. Componentes	23
3.3. Arquétipos de paneles fotovoltaicos	24
3.4. Tendencias tecnológicas	25

Tabla de Contenido

5



¿Qué es?

2. Introducción AgriPV

2.1. ¿Qué es un Sistema AgriPV?

El concepto de Agrivoltaica o AgriPV, surge de la combinación de agricultura y tecnología solar fotovoltaica (FV) en el mismo terreno. Ha surgido como un enfoque tecnológico que busca mitigar los conflictos entre la producción de energía solar y agrícola, proporcionando beneficios mutuos y valor añadido a cada sector. Los sistemas AgriPV buscan aumentar la eficiencia en el uso del suelo, adaptándose a los desafíos del cambio climático, la escasez hídrica y la necesidad de diversificar la producción agrícola y energética. Tal como se muestra en la Figura 1, mediante ajustes en la altura y distribución de los paneles solares, es posible mantener la producción agrícola bajo o entre las hileras, optimizando así el uso del suelo.

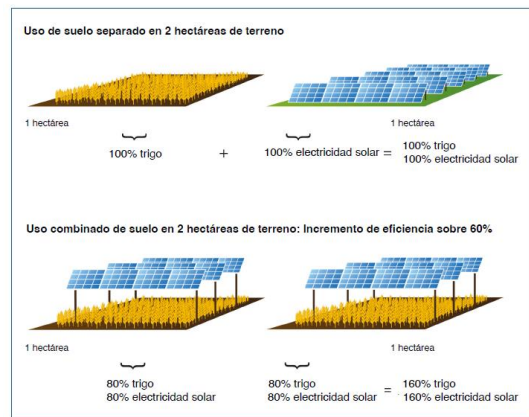


Figura 1: Comparación entre sistema FV convencional y agrivoltaico.
Fuente: Fraunhofer ISE.



¿Cómo se ve?



Figura 2: Diversidad de diseños e instalaciones AgriPV.
Fuente: Jack's Solar Garden (USA), University of Sheffield (Kenia), Solarpark Ohlstadt, Weidehaltung (Alemania), Agri-Solarpark Donaueschingen (Alemania), Universidad Adventista (Chile), Alpha Tracker (Italia)



¿Qué hay en Chile?



...para responder a las preguntas...

Manual para el Desarrollo de Proyectos Agrivoltaicos en Chile

TABLA DE CONTENIDO	
INTRODUCCIÓN	10
1. Objetivos y Alcances	11
1.1. Objetivos	11
1.2. Alcance	11
1.3. Limitaciones	12
1.4. Abreviaturas	12
2. Introducción AgriPV	14
2.1. ¿Qué es un sistema AgriPV?	14
2.2. Desarrollos mundiales y nacionales	17
2.3. Beneficios	19
2.4. Desafíos	20
3. Componentes y Tecnologías AgriPV	21
3.1. Tipos de sistemas	21
3.2. Componentes	23
3.3. Arquétipos de paneles fotovoltaicos	24
3.4. Tendencias tecnológicas	25

Tabla de Contenido

5



¿Qué beneficios?

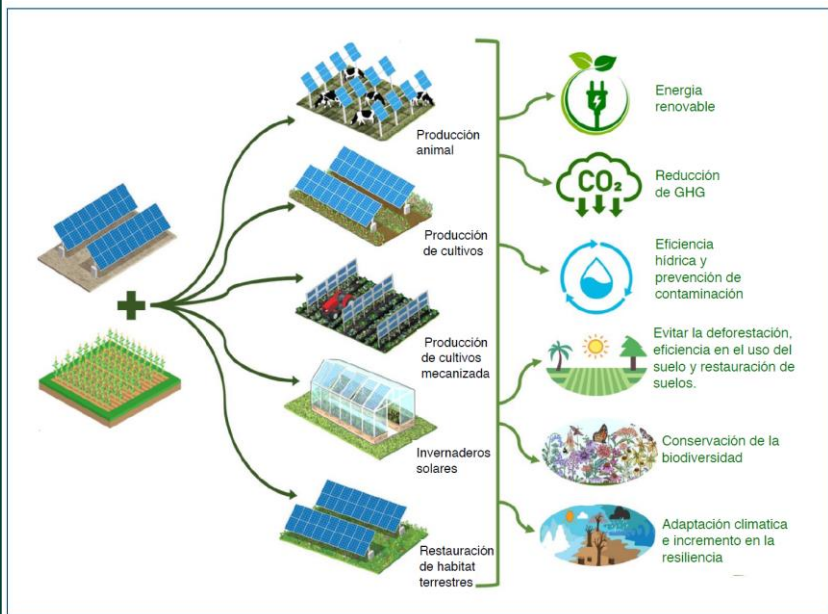


Figura 4: Aplicaciones y beneficios de los sistemas AgriPV.

Fuente: Agrivoltaics A STAP background note, GEF/STAP/C.66/Inf.0



¿Qué tecnologías?



Figura 6: Tecnologías de módulos FV de silicio.

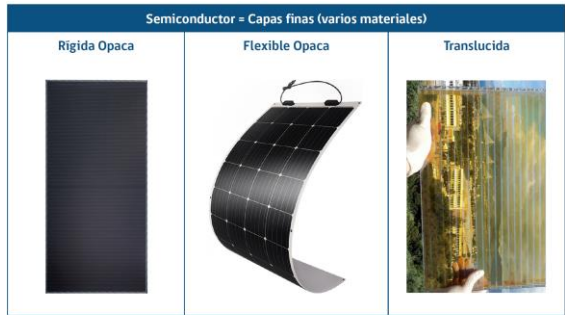


Figura 7: Tecnologías de módulos FV de capa fina.

Y un Manual de Diseño....

Manual para el Desarrollo de Proyectos Agrivoltaicos en Chile

TABLA DE CONTENIDO	
INTRODUCCIÓN 10	
1. Objetivos y Alcances	11
1.1. Objetivos	11
1.2. Alcance	11
1.3. Limitaciones	12
1.4. Abreviaturas	12
2. Introducción AgriPV	14
2.1. ¿Qué es un sistema AgriPV?	14
2.2. Desarrollos mundiales y nacionales	17
2.3. Beneficios	19
2.4. Desafíos	20
3. Componentes y Tecnologías AgriPV	21
3.1. Tipos de sistemas	21
3.2. Componentes	23
3.3. Arquetipos de paneles fotovoltaicos	24
3.4. Tendencias tecnológicas	25

Tabla de Contenido

5

Manual para el Desarrollo de Proyectos Agrivoltaicos en Chile

MANUAL DE DISEÑO 28	
4. Conceptos Fundamentales	29
4.1. Normativas y guías aplicables	29
4.2. Corriente	29
4.3. Voltaje	30
4.4. Potencia y energía eléctrica	30
4.5. Azimut y organización de paneles fotovoltaicos	31
5. Metodología del Manual	32
5.1. Estructura de los siguientes capítulos	32
5.2. Diagrama de flujo diseño AgriPV (PASO 1 - PASO 5)	32
6. Cultivos y sus Requerimientos	33
6.1. Aspectos y definiciones de la fisiología del cultivo	33
6.2. Grupos de cultivos según sus características	37
6.3. Condiciones ambientales por región y temporada	39
6.4. Riego en un sistema AgriPV	40
6.5. Consideraciones de los manejos del cultivo	44
6.6. Consideraciones claves para el diseño agronómico	47
6.7. PASO 1: Definición de requerimientos cultivos seleccionados	48
7. Diseño Conceptual AgriPV	49
7.1. Sistema Vertical	49
7.2. Sistema Elevado-Fijo Norte	51
7.3. Sistema Elevado-Fijo Este/Oeste	54
7.4. Sistema Elevado-Tracking	56
7.5. Puntos críticos de diseño	58
7.6. PASO 2: Selección y adaptación del diseño AgriPV	59
7.6.1. Selección del tipo de sistema AgriPV	59
7.6.2. Adaptación del diseño conceptual	64
7.6.3. Sistema Vertical (BF) (Grupo 1)	66
7.6.4. Sistema Elevado-Fijo Norte (BF) y (ST) (Grupo 1 y 2)	67
7.6.5. Sistemas Elevado-Fijo Este/Oeste (ST) o Elevado-Tracking (BF) (Grupo 3)	70
7.6.6. Altura de los sistemas elevados	72
7.6.7. Distancia entre pilares	73
8. Consideraciones en el Diseño Estructural de un Sistema AV	74
8.1. Carga del viento	75
8.2. Carga sísmica	77
8.3. Combinaciones y otras cargas	78
8.4. Materialidad y elementos estructurales	78
8.5. Fundaciones y suelo	79
8.6. PASO 3: Definición de requerimientos estructurales	81

Tabla de Contenido

6

7

...en lo que **el usuario sigue a 5 paso**



Paso 1: Requerimientos del cultivo



Cómo influye un sistema AgriPV en el **cultivo**?



Impacto de la reducción de radiación solar incidente en la fotosíntesis y productividad de los cultivos. (PAR, grados de sombreado y GCR).



Impacto de los cambios de temperatura sobre la fisiología de los cultivos.



Impacto de la disminución de la evapotranspiración y aumento de humedad relativa en la eficiencia del uso del agua.



Cambios morfológicos, fenológicos y productivos de los cultivos.

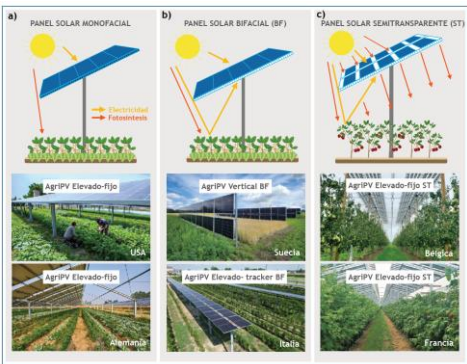


Figura 11: Uso de distintos paneles FV en sistemas AgriPV: a) monofacial en sistemas Elevado fijo en los EE.UU. y Alemania, b) bifacial en sistemas Vertical en Suecia y Elevado-Tracker en Italia y c) semitransparentes en Elevado-Fijo en Bélgica y Francia.



Figura 12: Ausencia de helada bajo los paneles, efecto del aumento de la temperatura del aire y del suelo durante la noche en Haidlegg, Graz, Austria. Fuente: Kylik (2024).

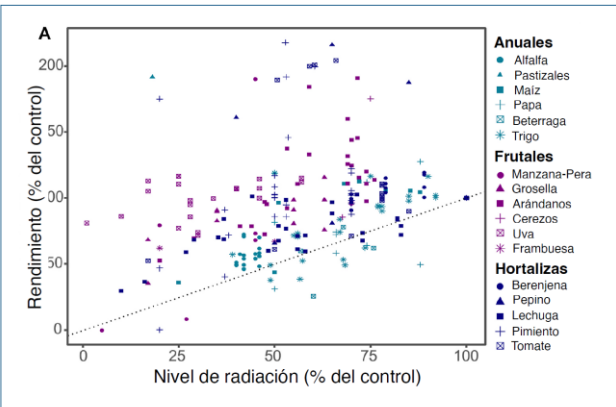


Figura 13: Respuesta de porcentaje de rendimiento agrícola en relación con porcentaje de radiación. Fuente: Aca's et al. (2024)

2. Se documenta 1) Cuanta luz necesitan estos cultivos 2) Tipo de riego típico etc.

Región	Otoño		Invierno		Primavera		Verano	
	DIU disponible promedio (m³/m²/día)	T.*max-min (°C)	DIU disponible promedio (m³/m²/día)	T.*max-min (°C)	DIU disponible promedio (m³/m²/día)	T.*max-min (°C)	DIU disponible promedio (m³/m²/día)	T.*max-min (°C)
Araucoparímacota	22,09	1-18	21,17	0-19	23,15	2-20	23,70	4-19
Tarapacá	21,06	6-23	18,02	2-22	26,67	5-24	25,41	8-24
Antofagasta	20,64	4-25	17,04	-1-23	26,60	4-25	28,88	8-25
Alacama	18,76	4-25	14,34	-3-22	25,54	3-24	28,87	8-25
Cochilco	16,77	3-25	11,80	-5-23	23,21	1-23	28,12	9-26
Valparaiso	15,74	4-25	11,83	-3-20	21,61	3-24	27,66	10-28
Metropolitano	15,80	3-27	9,78	-6-20	20,71	1-26	27,62	10-30
Apurimac General Bernardo O'Higgins	14,61	3-25	8,25	-3-18	20,25	2-25	27,79	10-31
Maula	14,17	3-25	8,28	-3-18	20,619	2-24	27,50	8-30
Nuble	15,04	4-25	8,16	-2-17	21,61	2-24	28,69	8-31
BioBio	12,94	3-24	6,989	-3-17	19,23	1-23	26,15	7-30
La Araucanía	11,49	3-23	6,22	-3-15	17,37	1-21	24,64	6-29
Los Rios	9,78	2-22	5,47	-3-14	15,68	1-21	22,46	6-29
Los Lagos	8,62	3-19	4,67	-1-12	14,99	2-18	20,87	6-29
Apurimac General Carlos Ibáñez del Campo	7,37	-4-16	2,16	-4-13	12,59	0-17	17,59	6-29
Magallanes y de la Antártica Chilena	5,25	-3-12	2,76	-7-7	12,67	-3-13	16,09	1-19

Leguminosas y forrajeras: habas, garbanzos, porotos, lentejas, arvejas, praderas, empastadas, forrajeras, trébol, alfalfa.

cebada, canola, maíz, maravilla, tomate de mesa*.

Mayores: chirimoyo, tunales, naranjo, pomelo, mandarino, granada, manzano, cerezo, durazno.

Figura 14: Grupos de cultivos para diseño AgriPV.

[illegible]

4. Fracción de sombra admisible: $F_{S,max} = \left(1 - \frac{DLI_{req}}{DLI_{disp}} \right) \cdot 100\%$

En qué grupo de cultivo se usa qué enfoque de riego y qué implica el manejo agrícola para el diseño?

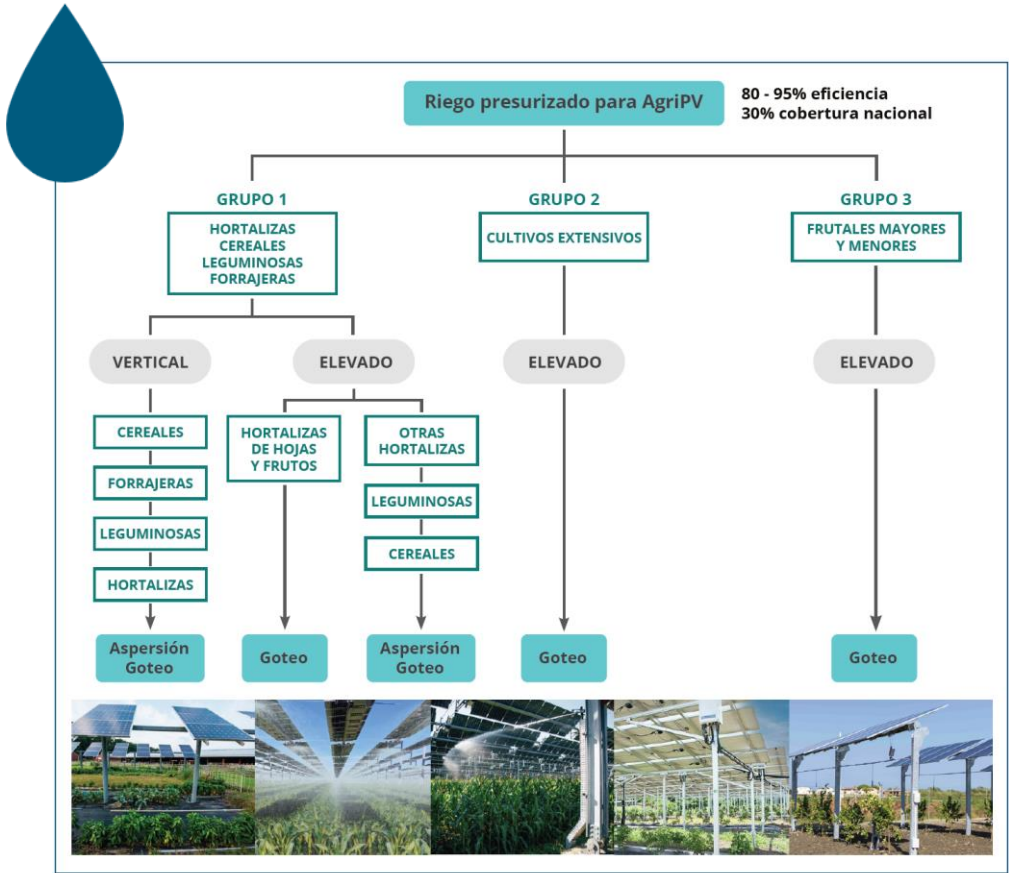


Figura 15: Sistemas de riego recomendados por grupo de cultivo y tipo de diseño AgriPV.
Ejemplos visuales de implementación de los sistemas

Fuente: NREL, USA; TSE energie, France; Fraunhofer, Netherland; EF Solare, Italia.



Tabla 7: Dimensiones tipo de maquinaria agrícola por grupo de cultivo.

Grupo	Equipo	Altura promedio (m)	Ancho promedio (m)
1	Tractor compacto	1,8	1,6
1	Sembradora de hortalizas	1,5	1,8
1	Pulverizador de barra	2,2	2,2
1	Cosechadora de hortalizas	3,3	3,0
2	Tractor mediano	2,5	2,4
2	Sembradora de granos	2,0	3,0
2	Pulverizador autopropulsado	3,8	3,5
1 y 2	Cosechadora/trilladora de cereales	4,0	5,0
1 y 2	Segadora/acondicionadora de forrajes	2,8	3,2
2	Empacadora/enfardadora de alfalfa	3,0	2,8
3	Tractor frutero	2,2	1,8
3	Atomizador arrastrado	2,8	2,2
3	Plataforma de poda/cosecha	3,0	2,5
3	Vendimiadora (para vides)	2,5	3,5

Paso 1 - Aplicación para el usuario: Tabla de pregunta guías



Tabla 9: PASO 1 – Preguntas guías para selección del cultivo y información base para proceso de diseño AgriPV.

Pregunta guía en fase conceptual	Criterio para considerar
¿Qué cultivo implementar bajo el sistema AgriPV?	Identificar DLI requerido y estacionalidad del cultivo.
¿En qué región del país se implementará el sistema AgriPV?	Determinar el DLI disponible en la región y durante la/las estaciones en que se desarrolla/está en fase de crecimiento el cultivo.
¿Cuál es la fracción de sombra (Fs) que se puede permitir en el sistema?	Con los datos anteriormente identificados, se calcula cual es la fracción de sombra máxima admitida por el cultivo.
¿Qué sistema de riego se implementará en el cultivo?	Identificar sistemas de riego compatibles con la disposición de los paneles y el cultivo seleccionado.
¿Qué tipo de maquinaria se utiliza en el cultivo?	Altura de la maquinaria (+ 0,4 m) define la altura de los paneles (en caso de ser Elevado). El ancho de la maquinaria define a distancia mínima entre paneles.
¿El cultivo necesita protección climática a través de cubiertas?	Preferir paneles que ofrezcan mejor cobertura y en lo posible buena distribución de luz, como ST.

Paso 2: Diseño conceptual AgriPV



Supuestos centrales para proponer los diseños para cada grupo de cultivo



Definir **2 diseños tipos para cada grupo de cultivo** que se alinean con la geometría del cultivo y la forma de cultivación



Para la selección se cruza **experiencia local y internacional con requerimientos específicos chilenos**



Se asume que el **nivel de sombra como otros aspectos de diseño luego se adaptan a cada caso.** Para esto se presenta la metodología.

La idea del manual es simplificar la toma de decisión para seleccionar y adaptar los diseños.

Las opciones presentadas **no representan todas las posibilidades factibles.**

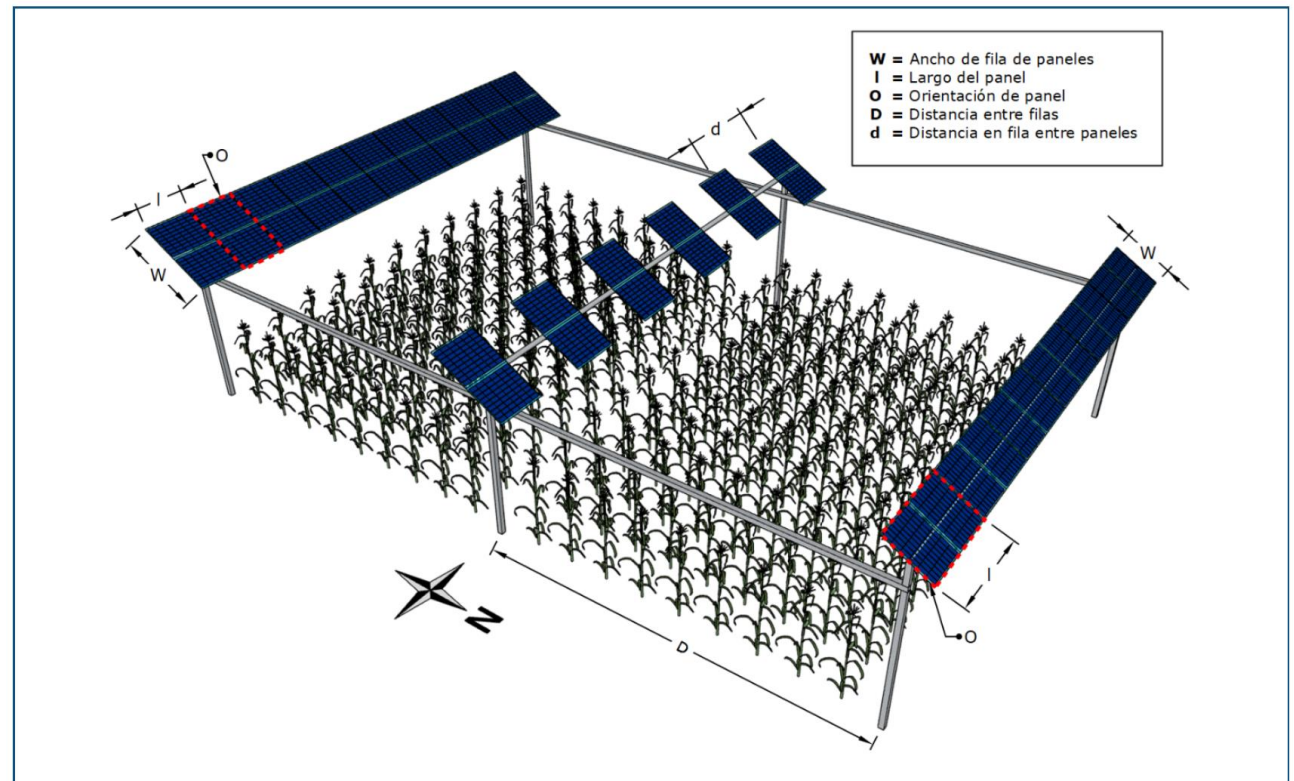
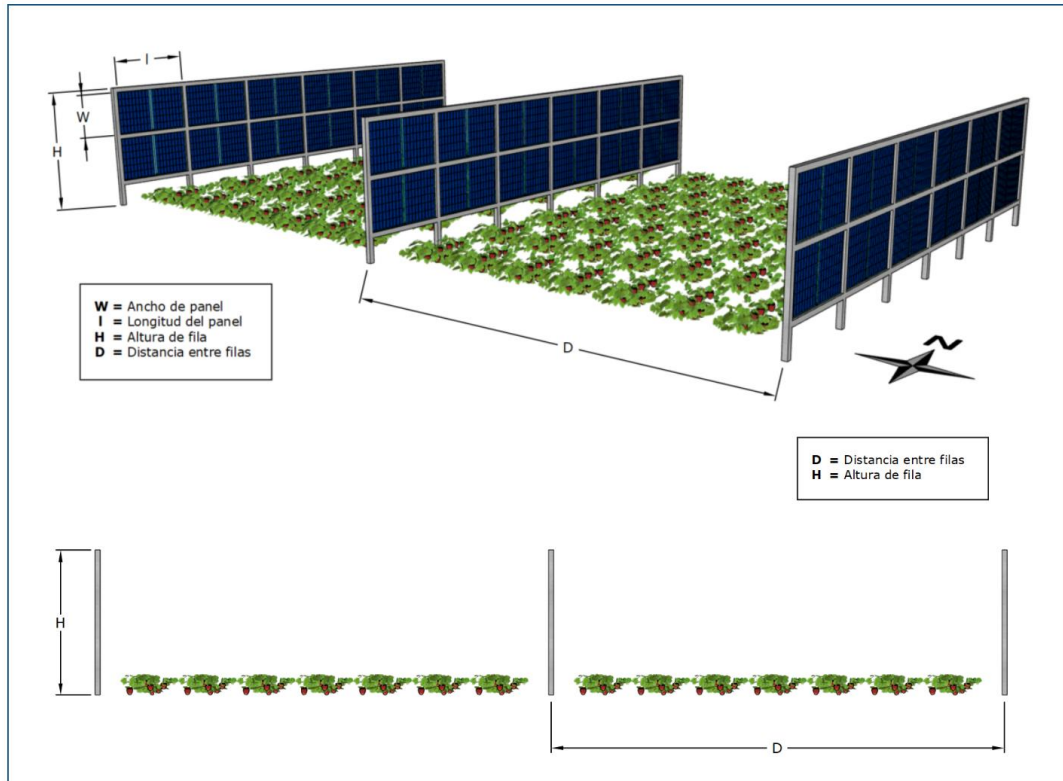
Diseño conceptual AgriPV: Grupo 1

Grupo 1. Cultivos de baja altura (< 1m)

Hortalizas: zanahoria, nabo, rábano, batata, remolacha, papa, apio, espárrago, puerro, cebolla, ajo, alcachofa, brócoli, coliflor, berenjena, pimiento, ají, tomate industrial, pepino, calabaza, zapallo italiano.

Cereales de baja altura: trigo.

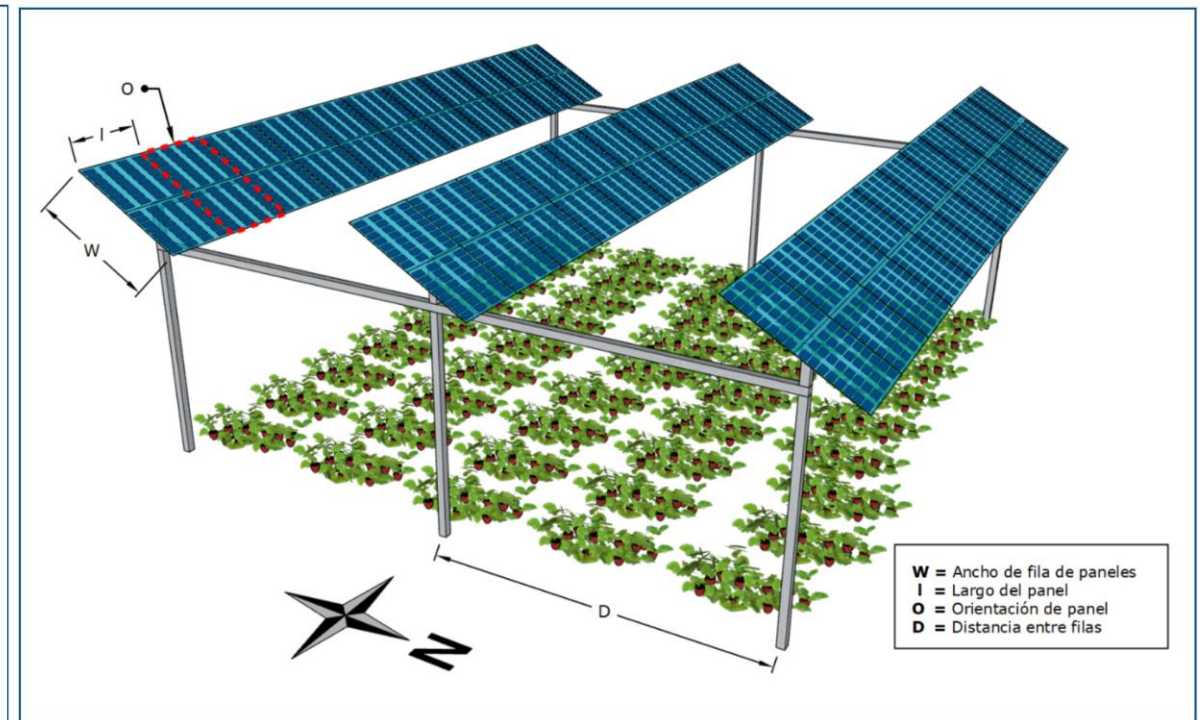
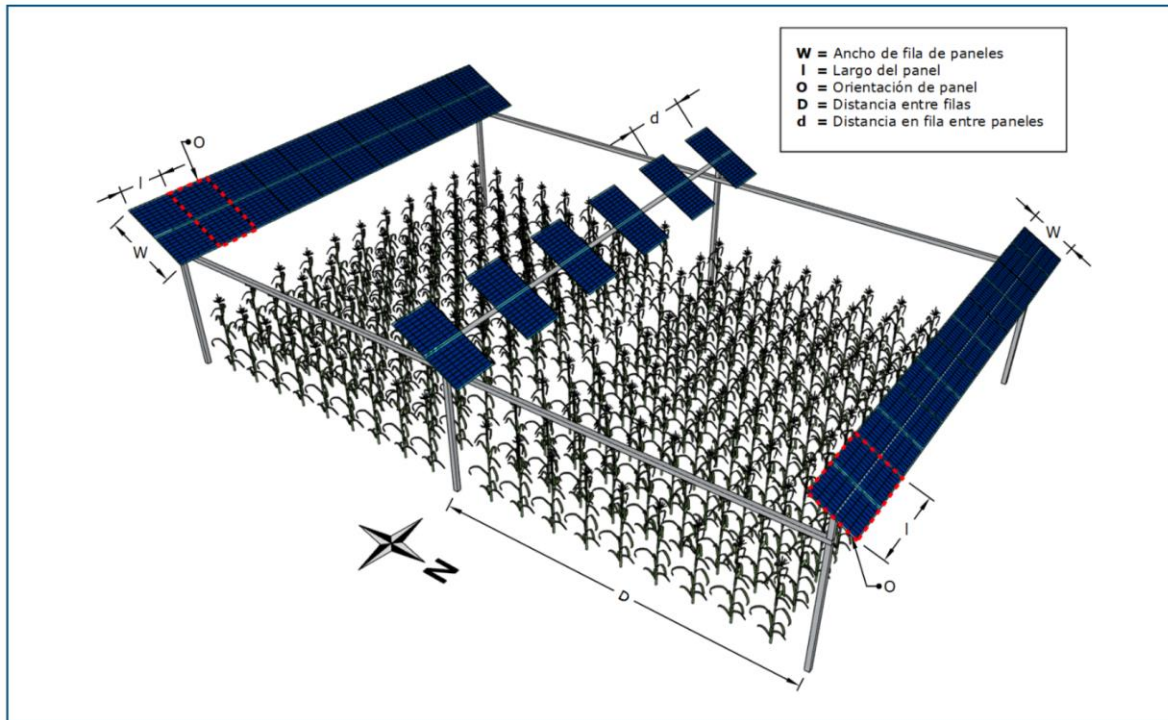
Leguminosas y forrajeras: habas, garbanzos, porotos, lentejas, arvejas, praderas, empastadas, forrajeras, trébol, alfalfa.



Diseño conceptual AgriPV: Grupo 2

Grupo 2. Cultivos extensivos de mayor altura (de 1 a 4m)

cebada, canola, maíz, maravilla, tomate de mesa*.

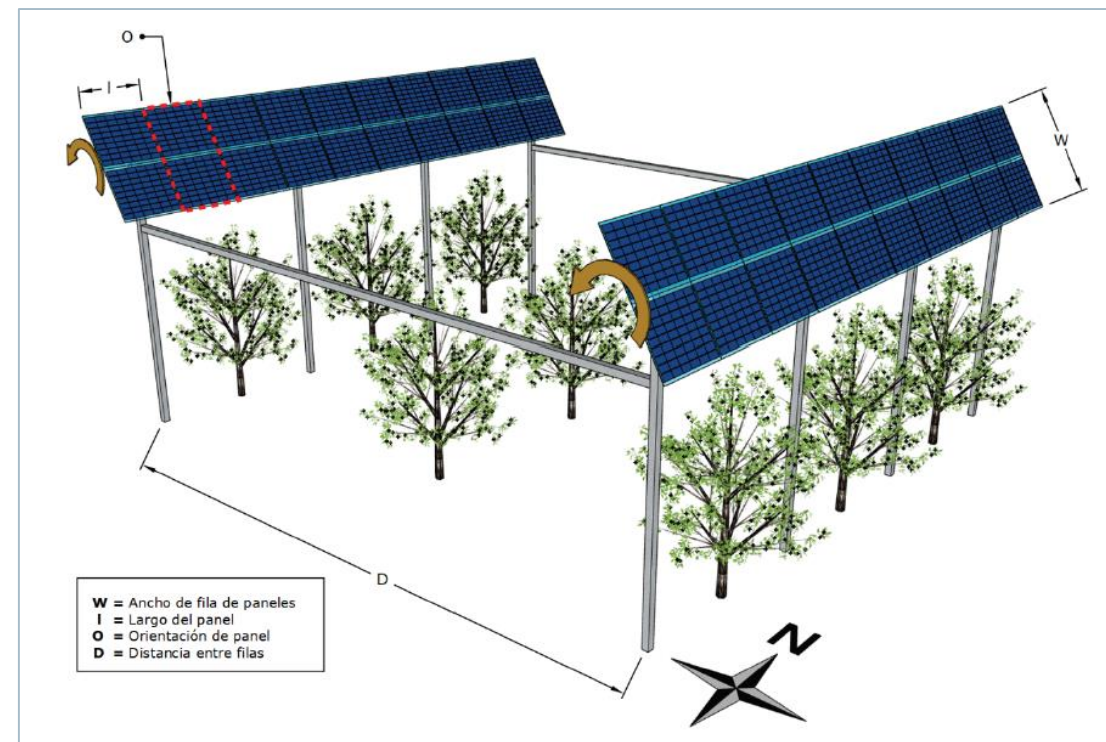
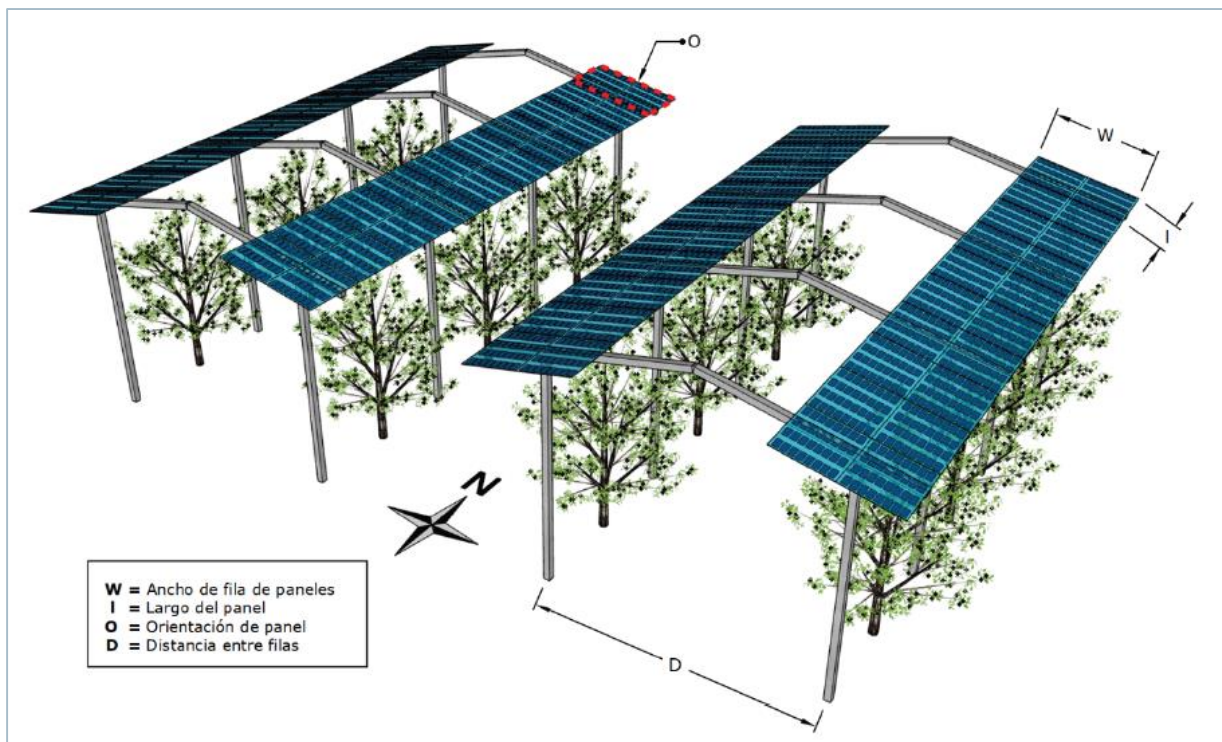


Diseño conceptual AgriPV: Grupo 3

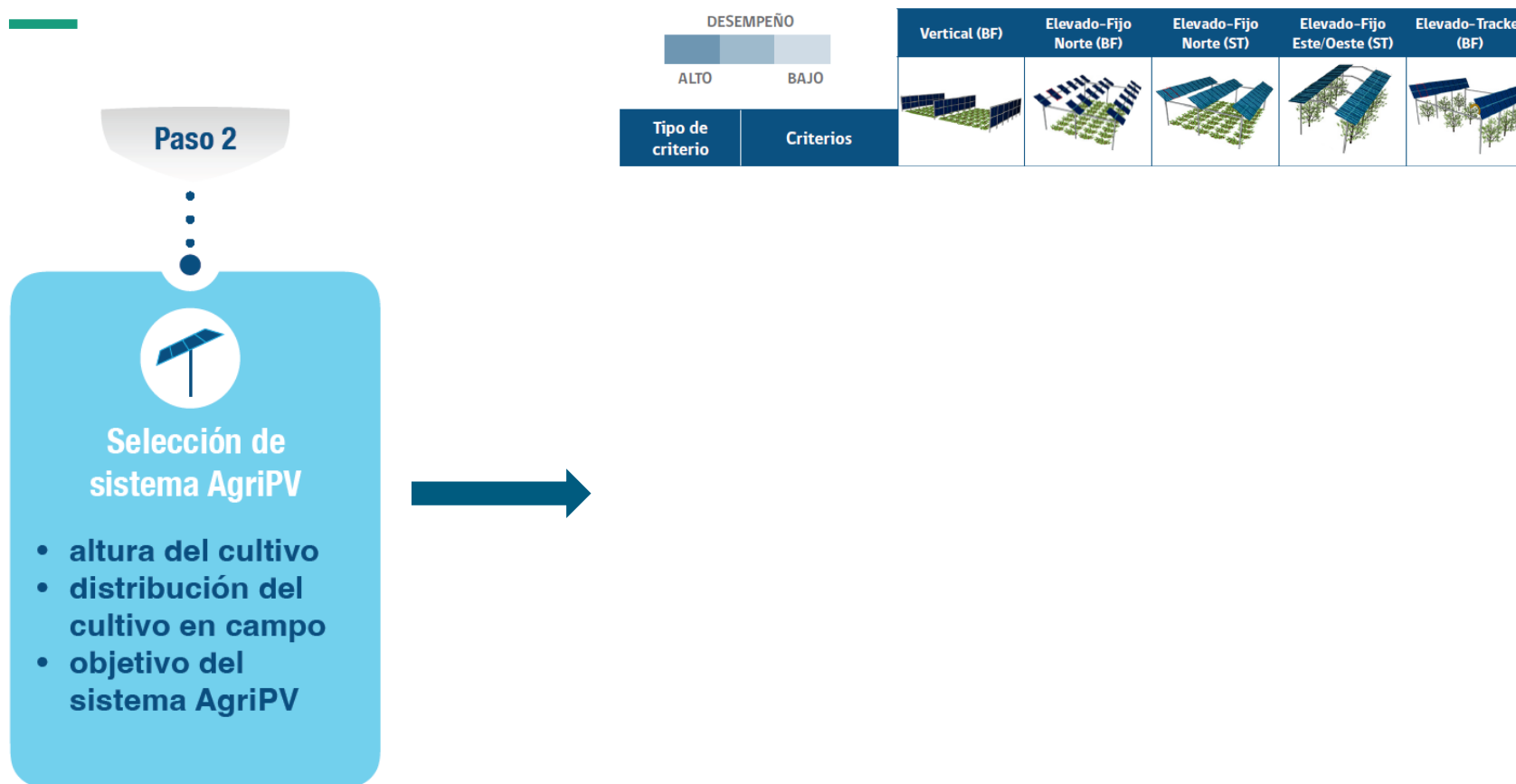
Grupo 3. Frutales (de 1 a 4 m)

Menores: frutilla, frambuesa, mora, arándano, viñas, kaki, membrillo, papayo.

Mayores: chirimoyo, tunales, naranjo, pomelo, mandarino, granada, manzano, cerezo, durazno.

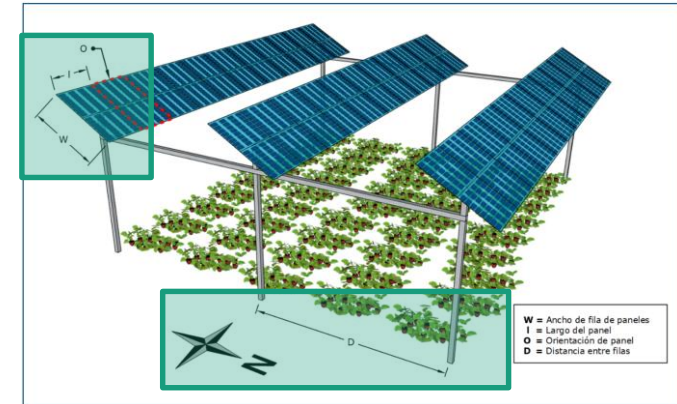


Paso 2 - Aplicación para el usuario: Para seleccionar entre los 2 diseños por grupo hay varios aspectos que considerar que varían según objetivo del usuario del manual....



Después de haber seleccionado un diseño tipo el usuario puede definir los parámetros de diseño a través de métodos simplificados....

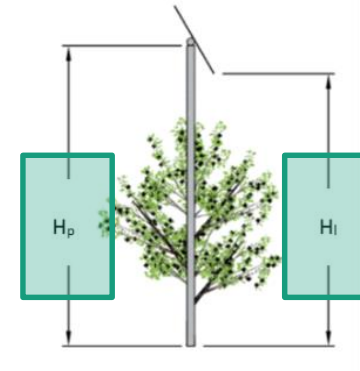
1. Fracción de sombra: $F_S = \text{GCR} \cdot (1 - \tau) \cdot L(\alpha)$



2. Altura del sistema:

$$H_p = H_l + \frac{W}{2} \cdot \sen \theta$$

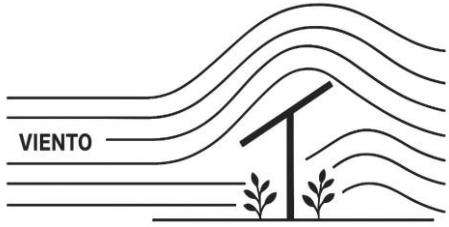
$$H_l = \max(H_{\text{cultivo}}, H_{\text{maq}}) + 0,5 \text{ m}$$



Paso 3: Consideraciones diseño estructural



Consideraciones diseño estructural



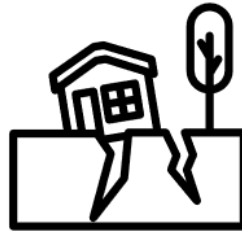
NCh432:2025 *Cargas de viento*

Sistemas elevados

- Alta velocidad del viento efectiva
- Vigas transversales recomendadas



Fuente: Antai Solar.

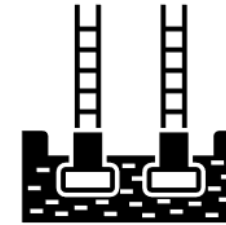


NCh2369:2025 *Diseño sísmico de estructuras e instalaciones industriales*

NCh3171:2017 *Diseño estructural – Disposiciones generales y combinaciones de carga*

Observaciones

- Cálculo de carga sísmica y combinaciones de cargas
- Estructura ligera → diseño estructural dominado por carga del viento, no sísmica



NCh430:2006 *Hormigón armado*

NCh2369:2025 *Diseño sísmico de estructuras e instalaciones industriales*

Tipos de fundaciones

- Hincado de pilotes
- Fundaciones de tornillo
- Hormigón armado



Fundaciones de tornillo. Fuente: Winkelmann GmbH.

Paso 3 - Aplicación para el usuario: Tabla de pregunta guías



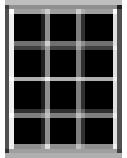
Tabla 20: PASO 3 – Preguntas guías para el diseño estructural en la fase conceptual.

Pregunta guía en fase conceptual	Criterio para considerar
¿Cuál es el tipo de sistema AgriPV y sus dimensiones principales?	Definir desde el diseño conceptual: sistema Elevado (Fijo/Tracking), Vertical u otro; dimensiones de altura y distancia entre filas.
¿Cómo es el terreno del predio?	Identificar firmeza y nivel de compactación; clasificar si es arenoso, franco o arcilloso. Esta información guía la selección de fundaciones.
¿Qué información climática se tiene del emplazamiento?	Considerar latitud, longitud y datos de viento locales (si existen) para estimar solicitaciones estructurales.
¿Cómo afectará el viento al sistema?	Evaluar cargas de viento según NCh432; sistemas elevados requieren refuerzos adicionales (vigas transversales, mayor rigidez).
¿Es necesario considerar cargas sísmicas?	En sistemas elevados aplicar NCh2369; sistemas verticales quedan exentos por su baja altura.
¿Existen riesgos de nieve o lluvia intensa en la zona?	Aplicar NCh431 en zonas de alta montaña (nieve). La carga de lluvia es baja y suele despreciarse.
¿Qué material se usará en la subestructura?	Usar acero estructural (NCh203) con recubrimientos anticorrosivos (galvanizado o zinc, NCh3346/NCh3348).
¿Cómo se garantizará la rigidez estructural?	Diseñar con base en NCh428 (anclajes y uniones); opcionalmente aplicar NCh427/1 para columnas y vigas.
¿Qué tipo de fundación es más adecuada?	Determinar según el estudio básico de suelo: pilotes hincados en suelos blandos, tornillo en suelos firmes o, en su defecto, hormigón armado.
¿Cuál será el dimensionamiento y profundidad de las fundaciones?	Definir en función de la solicitud estructural (viento, sismo, peso propio) y del tipo de suelo identificado.
¿Se considera la vida útil del cultivo?	En sistemas verticales y cultivos de ciclo corto, priorizar fundaciones no permanentes que puedan retirarse y reutilizar el terreno.
¿Cómo se protegerán las raíces en frutales?	Dimensionar fundaciones para evitar interferencias importantes con el sistema radicular, especialmente en Grupo 3.

Paso 4: Consideraciones diseño eléctrico

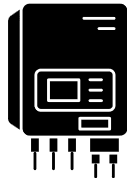


Consideraciones diseño eléctrico



Paneles FV

- Evaluar exposición a químicos agrícolas y humedad de riego.
- Analizar condiciones junto con la empresa técnica implementadora.



Inversores

- Garantizar seguridad, protección y accesibilidad.
- Asegurar compatibilidad ambiental y durabilidad en aplicaciones AgriPV.



Canalizaciones

- Protegen conductores frente a radiación, humedad, polvo, herramientas, maquinaria y animales.



Figura 35: Inversor FV instalado en altura y protegido por una jaula metálica en un sistema AgriPV.

Fuente: The Guardian (2022).



Figura 36: Ejemplos para canalizaciones en sistemas AgriPV. Fraunhofer ISE, Alemania.

Consideraciones diseño eléctrico



Tabla 22: PASO 4 – Preguntas guías para el diseño eléctrico en la fase conceptual.

Pregunta guía en fase conceptual	Criterio para considerar
¿Hay información del proveedor de los paneles FV en cuanto a la resistencia a humedad y químicos?	Coordinar con empresa de implementación técnica y con proveedor de los módulos FV.
¿El inversor cumple normas de seguridad reconocidas?	Cumplir IEC 62109-1/-2 o UL 1741 / UL 9540 (RGR N°02/2024).
¿Dónde estarán ubicados los inversores?	En lugares accesibles, protegidos de golpes, humedad y radiación; altura recomendada 0,6–2,0 m.
¿Cómo se manejarán los riesgos eléctricos?	Incluir detección de arco eléctrico (AFCI) y limitar distancias entre módulos e inversores.
¿Qué nivel de tensión máxima se permitirá?	Definir desde el inicio que la CC no supere 1 kV.
¿Cómo se protegerán los cables?	Planificar canalizaciones en ductos/tuberías y reforzar zonas de paso de maquinaria.
¿La puesta a tierra está contemplada?	Considerar interconexión de estructuras metálicas y electrodos adecuados al tipo de suelo agrícola.
¿Qué tipo de tablero eléctrico se prevé?	Definir uso de tableros cerrados, resistentes a humedad y polvo, con protecciones certificadas.
¿Se considerará señalización?	Planificar advertencias visibles y normalizadas desde la fase conceptual.

Paso 5: Dimensionamiento y costo del sistema AgriPV



Dimensionar: Metodología Balance de Generación Distribuida

1. Tabulación de cargos:

Se tabulan todos los cargos asociados a la facturación eléctrica. Estos valores se pueden derivar de las boletas eléctricas mensuales.

2. Sumar costos mensuales a costo anual total:

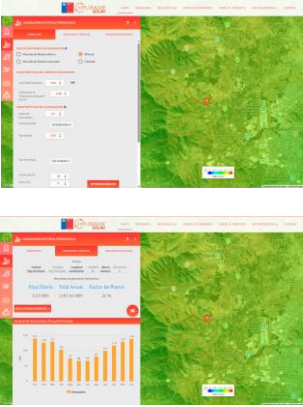
Al sumar los costos mensuales, se obtendrá el monto anual facturado. A modo de ejemplo, se asumen 5.000 kWh/año con un costo total de 1,1 MMCLP/año.

3. Simulación de generación FV:

Determinar el potencial de energía anual generador de un panel solar en la coordenada del proyecto. Se estima la generación unitaria, es decir, la energía mensual que produciría un panel en la ubicación del proyecto. Para ello se recomienda el uso de la plataforma web Explorador Solar: <https://solar.minenergia.cl/fotovoltaico>. El procedimiento consiste en:

Tabla 24: Sistemas tipo AgriPV con especificaciones para simulación en Explorador Solar.

Sistema tipo	Tipo de arreglo	Inclinación	Azímuth
Vertical	Fijo inclinado	90°	90°
Elevado-Fijo Norte	Fijo inclinado	latitud del lugar	0°
Elevado-Fijo Este/Oeste*	Fijo inclinado	15°	90° y -90°
Elevado-Tracking	Seguidor horizontal (HSAT)	0°	0°



5. Ponderación beneficios:

Tabla 25: Beneficios ponderados de un panel FV en el curso de un año.

Monto por 1 panel de 660 Wp	Cálculo	CLP
Valor energía Autoconsumo (30% del generado)	1287,91 kWh/año x 0,3 x 170,526 CLP/kWh	100,121
Inyección (70% del generado)	1287,91 kWh/año x 0,7 x 90,986 CLP/kWh	90,986
TOTAL		147.914

6. Determinación de número de paneles:

$$\text{Nº de paneles} = \frac{(\text{Costo anual demanda eléctrica})}{(\text{Costo beneficio de 1 panel})}$$

Definir costos: Función de tamaño de sistema AgriPV

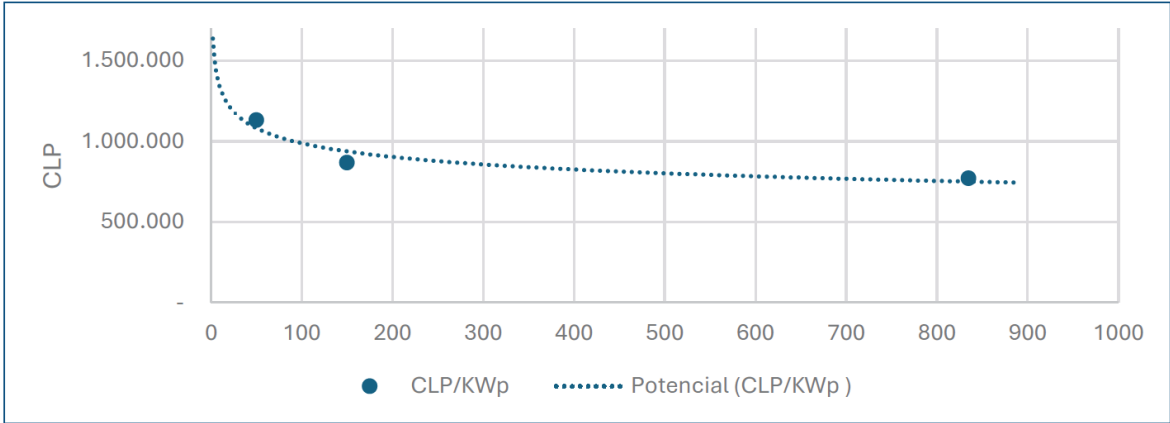


Figura 44: Función de costo para sistemas FV convencionales en Chile en base de tres benchmarks de la industria agosto 2025.

Tabla 26: Porcentajes de costo de inversión (CAPEX) adicional por sistema tipo AgriPV.

Diseño tipo	Altura Inferior [m]	Altura Superior [m]	x Inferior [%]	x Superior [%]
Elevado-Fijo N (BF)	3,0	4,0	30%	45%
Elevado-Fijo N (ST)	3,0	4,0	49%	64%
Elevado-Tracking (BF)	3,0	4,0	45%	60%
Elevado-Fijo E/O (ST)	3,0	4,0	49%	64%
AV Vertical (BF)	-	-	15%	25%

$$CAPEX_{esp} = 190.102 + (1 + x) \cdot P_{PV}^{-0,141}$$

Conclusión

Lo que se ha logrado y una vista al futuro



Primera clasificación del AgriPV para las condiciones chilenas que apoya concretamente:

- Concursos de la CNR
- Productores y empresas
- Difusión institucional



El manual puede ser la base para **próximos pasos legislativos, por ejemplo una diferenciación formal del AgriPV** de la FV convencional

- Normativa
- Guía legalmente vinculante

Gracias al equipo

Gracias a l@s autor@s:



Viviana Araus



Juan Manuel Gonzáles



Maylin Moraga



Ana Valentina Puentes



Francisco Moraga



Gracias al equipo asesor y l@s colaborador@s:

Consultores de riego

Oscar Reckmann, Consultor de Riego CNR

Claudio Gaete, Consultor de Riego CNR

Comité asesor de la Universidad de Chile

Karen Sagredo, PhD, Departamento de Producción Agrícola, FCA

Ian Homer, PhD, Departamento de Ingeniería y Suelos, FCA

Daniella Gac, PhD, Departamento de Gestión e Innovación Rural, FCA

Cecilia Baginsky, PhD, Departamento de Producción Agrícola, FCA

Rodrigo Palma, PhD, Departamento de Ingeniería Eléctrica, Centro de Energía, FCFM

Marcia Montedónico, PhD, Centro de Energía, FCFM

Patricio Mendoza, PhD, Departamento de Ingeniería Eléctrica, Centro de Energía, FCFM

Marcelo Ibarra, MSc, Centro de Energía, FCFM

Asesores expertos

Alejandro Font Filax, PhD, Departamento de Ingeniería Mecánica, FCFM, Universidad de Chile

Alejandro Ortiz Bernardin, PhD, Departamento de Ingeniería Mecánica, FCFM, Universidad de Chile

¡Muchas Gracias por su
atención!



UNIVERSIDAD
DE CHILE



CENTRO
DE ENERGÍA

Universidad de Chile
Fraunhofer Chile Research



Fraunhofer
CHILE